

Inż. ŁUKASZ DOROSZ

Zjawisko naskórkowości prądów szybkozmiennych.

§. 1. Z określenia natężenia skutecznego oraz mocy prądu zmiennego wynika, że jeżeli podzielimy moc prądu zmiennego P (zużyta na ciepło Joule'a), przez kwadrat owego natężenia skutecznego prądu, otrzymamy opór obwodu. W ten sposób obliczony opór będziemy nazywali *oporem czynnym* R_{ca} ,

$$R_{ca} = \frac{P}{I_{sk}^2} \dots \dots \dots (1)$$

w odróżnieniu od oporu omowego, obliczonego na podstawie wzoru $R = \rho \frac{l}{q}$.

Dla prądu stałego $R_{ca} = R$.

W obwodach prądów stałych płyną prądy przez cały przekrój przewodnika i w przewodniku takim, jeśli on jest jednorodny, jest gęstość prądu $j = \frac{I}{q}$ w każdym punkcie tego przekroju jednakowa.

W obwodach prądów zmiennych natomiast gęstość prądu nie jest jednakowa w każdym punkcie przekroju takiego przewodnika, lecz posiada największą wartość tuż przy powierzchni. Przy bardzo wielkich frekwencjach prawie cały prąd płynie przez warstwę przewodnika położoną tuż przy powierzchni, a gęstość prądu we wnętrzu przewodnika jest bardzo mała.

W takich warunkach pracować będzie nie cały przekrój przewodnika, lecz tylko warstwy położone tuż przy powierzchni przewodnika, czyli niejako „skóra“ przewodnika, a wogóle im częstsze są zmiany kierunku prądu, tem więcej pracują warstwy zewnętrzne i przez to cały opór przewodnika odpowiednio wzrasta, gdyż jądro wewnętrzne pozostaje prawie zupełnie bierne i niewyżyskane. Zjawisko to znane jest pod mianem „skin-effect“ czyli zjawiska naskórkowości. Zjawisko to będzie tem wyraźniejsze, im większa będzie frekwencja prądu.

Praktycznie więc ujawnia się „skin-effect“ wzrostem oporu omowego w porównaniu z oporem, jaki ten sam przewodnik stawia prądowi stałemu. Miarą zaś zwiększenia oporu z powodu zjawiska naskórkowości jest stosunek:

$$m = \frac{R_{ca}}{R} \dots \dots \dots (1a)$$

§. 2. Ponieważ prąd elektryczny wywołuje w otaczającym go ośrodku pole magnetyczne, t. j. zakłóceniom elektrycznym w przewodniku towarzyszą zawsze zakłócenia magnetyczne ośrodka i odwrotnie, trzeba zatem wyrazić zależność matematyczną między zmianą prądu

i zmianą zachodzącą w odpowiednim polu magnetycznym. Zagadnienie to w najogólniejszej postaci rozwiązał po raz pierwszy Maxwell.

Wiadomo, że prąd elektryczny przechodzący przez przewodnik prostoliniowy, wywołuje pole magnetyczne, składające się z linii sił w kształcie spółośrodkowych kół, otaczających przewodnik i leżących w płaszczyznach prostopadłych do osi przewodnika.

Wiemy również, że jeżeli przez obwód przechodzi prąd o natężeniu I , to aby przesunąć jednostkę masy magnetycznej wzdłuż dowolnej zamkniętej drogi, otaczającej linię prądu, potrzebna jest praca, której wartość wyraża się wzorem:

$$W = 4\pi I \dots \dots \dots (a)$$

Jest to pierwsze równanie Maxwella, przedstawiające t. zw. pracę okrężną prądu.

Z drugiej zaś strony wiadomo także, że jeżeli liczba linii magnetycznych, przebijających powierzchnię ograniczoną przez pewien obwód zamknięty, zmienia się, to w obwodzie tym powstaje siła elektromotoryczna:

$$e = - \frac{d\Phi}{dt} \dots \dots \dots (b)$$

gdzie Φ jest liczbą linii przebijających wspomnianą powierzchnię.

Tą siłą elektromotoryczną indukcji możemy sobie przedstawić jako pracę, potrzebną do przesunięcia wzdłuż całego obwodu dodatknej jednostki naboju elektrycznego. Dlatego też, jeżeli przez E_s oznaczymy natężenie pola elektrycznego¹⁾, czyli liczbowo siłę, jaką układ wywiera na jednostkowy ładunek elektryczny, przy przesuwaniu go wzdłuż przewodnika, to na przesunięcie go wzdłuż przewodnika potrzeba pracy równej:

$$e = \oint E_s ds \dots \dots \dots (c)$$

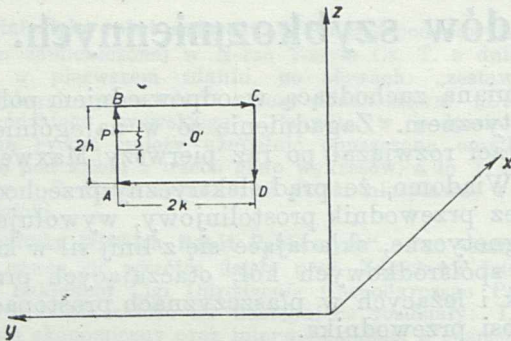
czyli równanie (b) przybierze postać:

$$- \frac{d\Phi}{dt} = \oint E_s ds \dots \dots \dots (d)$$

Jest to drugie równanie Maxwella, dotyczące prądów indukcyjnych, równanie, w którym ds jest elementem przewodnika, E_s siłą elektromotoryczną na jednostkę długości przewodnika, a $E_s ds$ siłą elektromotoryczną na długości ds .

¹⁾ Przez E_s będziemy oznaczali składową natężenia pola elektr., styczną do drogi, po jakiej przesuujemy nabój.

§. 3. Oznaczmy przez u, v, w w prostokątnym układzie współrzędnych składowe gęstości prądu, przez X, Y, Z odpowiednie składowe natężenia pola elektrycznego, t. j. siły elektromotorycznej E , przypadającej na jednostkę długości przewodnika, a przez α, β, γ takie same składowe natężenia pola magnetycznego H , w tym samym punkcie; współrzędne tego punktu niech będą x, y, z (ryc. 1).



Ryc. 1.

Wyobraźmy sobie na płaszczyźnie równoległej do YOZ obwód prostokątny $ABCD$, którego boki są odpowiednio równoległe do osi współrzędnych OY i OZ i równają się odpowiednio $2k$ i $2h$.

Niech położenie środka prostokąta O' określają współrzędne x, y, z . Wówczas współrzędne dowolnego punktu P na boku AB będą $x, y+k, z+\zeta$, gdzie ζ jest zmienna, której wartość waha się między krańcami $+h$ i $-h$.

Jak wyżej zaznaczono, pracę, wykonywaną przy przesuwaniu jednostki masy magnetycznej naokoło linii prądu, wyraża iloczyn $4\pi I$. Płaszczyzna figury $ABCD$ jest prostopadła do osi OX , więc przez rzeczoną płaszczyznę będzie przechodziła tylko składowa prądu równoległa do osi OX . Ponieważ pole prostokąta równa się $2h \cdot 2k$, przeto natężenie prądu, przechodzącego przez prostokąt, wyniesie $4hk \cdot u$, a odpowiedni iloczyn, przedstawiający pracę określoną prądu, wynosi $4\pi(4hk \cdot u)$. Praca ta rozpada się na cztery części, odpowiednio do przesunięcia jednostki magnetyzmu wzdłuż AB, BC, CD i DA . Kierunek przesuwania jednostki magnetyzmu winien być od A przez B, C do D , t. j. powinien być identyczny z przebiegiem linii sił magnetycznych, wywołanych przez prąd równoległy do osi OX . Według ogólnego prawidła przebieg linii magnetycznych wywołanych przez prąd, odpowiada kierunkowi obrotu śruby, wkręcanej w kierunku prądu (Reguła prawego zwrotu). Dla wyznaczenia pracy wzdłuż odcinka AB należy znać wartość składowej natężenia pola magnetycznego równoległej do OZ w różnych punktach odcinka AB . W punkcie O' składowa ta jest γ , więc w punkcie P będzie:

$$\gamma + \frac{\partial \gamma}{\partial y} k + \frac{\partial \gamma}{\partial z} \zeta.$$

(Na podstawie bowiem wzoru Taylor'a:

$$f(x+dx, y+dy, z+dz) = f(x, y, z) + \frac{\partial f}{\partial x} dx + \frac{\partial f}{\partial y} dy + \frac{\partial f}{\partial z} dz,$$

więc w naszym wypadku dla punktu P :

$$\gamma(x, y+k, z+\zeta) = \gamma(x, y, z) + \frac{\partial \gamma}{\partial x} dx + \frac{\partial \gamma}{\partial y} k + \frac{\partial \gamma}{\partial z} \zeta = \gamma + \frac{\partial \gamma}{\partial y} k + \frac{\partial \gamma}{\partial z} \zeta.$$

Dlatego też przy przesunięciu na drodze $d\zeta$ praca wyniesie:

$$\left(\gamma + \frac{\partial \gamma}{\partial y} k + \frac{\partial \gamma}{\partial z} \zeta \right) d\zeta,$$

a całkowita praca wzdłuż AB , przy przesunięciu od A do C :

$$W_{AB} = \int_{-h}^{+h} \left(\gamma + \frac{\partial \gamma}{\partial y} k + \frac{\partial \gamma}{\partial z} \zeta \right) d\zeta = 2h\gamma + 2kh \frac{\partial \gamma}{\partial y}.$$

Wzdłuż odcinka BC należy rozważać składową natężenia pola magnetycznego równoległą do OY . Składowa ta w punkcie O' równa się β , więc w dowolnym punkcie P' na odcinku BC wyniesie:

$$\beta + \frac{\partial \beta}{\partial z} h + \frac{\partial \beta}{\partial y} \eta,$$

gdzie η zmienia się od $+k$ do $-k$; dlatego praca wzdłuż odcinka BC będzie:

$$W_{BC} = \int_{+k}^{-k} \left(\beta + \frac{\partial \beta}{\partial z} h + \frac{\partial \beta}{\partial y} \eta \right) d\eta = -2\beta k - 2hk \frac{\partial \beta}{\partial z}.$$

Wzdłuż odcinka CD składowa natężenia pola magnetycznego będzie:

$$\gamma - \frac{\partial \gamma}{\partial y} k + \frac{\partial \gamma}{\partial z} \zeta, \quad (k \text{ ma znak } -)$$

gdzie ζ zmienia się między krańcami $+h$ i $-h$. Praca wyniesie:

$$W_{CD} = \int_{+h}^{-h} \left(\gamma - \frac{\partial \gamma}{\partial y} k + \frac{\partial \gamma}{\partial z} \zeta \right) d\zeta = -2h\gamma + 2hk \frac{\partial \gamma}{\partial y}.$$

Nareszcie praca wzdłuż DA będzie:

$$W_{DA} = \int_{-k}^{+k} \left(\beta - h \frac{\partial \beta}{\partial z} + \frac{\partial \beta}{\partial y} \eta \right) d\eta = 2k\beta - 2hk \frac{\partial \beta}{\partial z}.$$

Całkowita praca, przy przesuwaniu jednostki masy magnetycznej wzdłuż całego prostokąta wyniesie przeto:

$$W = 4hk \left(\frac{\partial \gamma}{\partial y} - \frac{\partial \beta}{\partial z} \right) \dots \dots \dots (2)$$

Ponieważ z drugiej strony mamy wartość tej pracy wyrażoną przez $4\pi(4hk \cdot u)$, będzie zatem:

$$\left. \begin{aligned} 4\pi u &= \frac{\partial \gamma}{\partial y} - \frac{\partial \beta}{\partial z} \\ \text{i analogicznie: } 4\pi v &= \frac{\partial \alpha}{\partial z} - \frac{\partial \gamma}{\partial x} \\ 4\pi w &= \frac{\partial \beta}{\partial x} - \frac{\partial \alpha}{\partial y} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (I)$$

Prócz układu równań różniczkowych (I), możemy jeszcze podać podobny układ, do którego będą wchodziły składowe natężenia pola elektrycznego. Na mocy zasadniczego prawa indukcji, przyrost ujemny liczby linii magne-

tycznych, przecinających powierzchnię ograniczoną przez pewien obwód, równa się pracy, wykonywanej przy przesuwaniu jednostki ładunku elektrycznego wzdłuż obwodu. Wzór na tę pracę otrzymamy od razu z układu równań (I), jeżeli przyjmujemy, że teraz prąd (ładunek elektryczny) przechodzi po obwodzie i zastąpimy składowe natężenia pola magnetycznego przez składowe natężenia pola elektrycznego.

Będzie:

$$W' = 4hk \left(\frac{\partial Z}{\partial y} - \frac{\partial Y}{\partial z} \right) \dots (3)$$

Z drugiej zaś strony, ponieważ prąd przechodzi teraz po obwodzie, leżącym w płaszczyźnie YOZ, to prostopadłe do płaszczyzny obwodu linie sił magnetycznych będą równoległe do osi OX, t. j. będą równoznaczne ze składowymi równoległymi do tej osi. Jeżeli odpowiednio składowe indukcji magnetycznej w punkcie O' będą a, b, c, to liczba linii magnetycznych, przebijających powierzchnię obwodu będzie 4hka, a ich przyrost ujemny:

$$W = -4kh \frac{\partial a}{\partial t} \dots (4)$$

Porównywując (3) i (4) i wykonując skrócenia otrzymamy:

$$\left. \begin{aligned} -\frac{\partial a}{\partial t} &= \frac{\partial Z}{\partial y} - \frac{\partial Y}{\partial z} \\ \text{i podobnie: } -\frac{\partial b}{\partial t} &= \frac{\partial X}{\partial z} - \frac{\partial Z}{\partial x} \\ -\frac{\partial c}{\partial t} &= \frac{\partial Y}{\partial x} - \frac{\partial X}{\partial y} \end{aligned} \right\} \dots (II)$$

Jeżeli μ będzie przenikliwością magnetyczną ośrodka, to:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial a}{\partial t} &= \mu \frac{\partial \alpha}{\partial t} \\ \frac{\partial b}{\partial t} &= \mu \frac{\partial \beta}{\partial t} \\ \frac{\partial c}{\partial t} &= \mu \frac{\partial \gamma}{\partial t} \end{aligned} \right\} \dots (5)$$

Podstawiając te związki do układu równań (I), wzięwszy ich pochodne względem t i zważywszy, że:

$$4\pi \frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial y} \frac{\partial \gamma}{\partial t} - \frac{\partial}{\partial z} \frac{\partial \beta}{\partial t},$$

otrzymamy:

$$4\pi \mu \frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\partial c}{\partial t} \right) - \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{\partial b}{\partial t} \right) \dots (6)$$

Zastąpiwszy prawą część równania (6) przez wyrazy układu (II), otrzymujemy:

$$4\pi \mu \frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial^2 X}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 Y}{\partial x \partial y} + \frac{\partial^2 X}{\partial z^2} - \frac{\partial^2 Z}{\partial x \partial z},$$

a dodając i odejmując:

$$\frac{\partial^2 X}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 X}{\partial x^2}$$

i oznaczając:

$$\frac{\partial^2 X}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 X}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 X}{\partial z^2} = \Delta^2 X,$$

mamy:

$$4\pi \mu \frac{\partial u}{\partial t} = \Delta^2 X - \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial X}{\partial x} + \frac{\partial Y}{\partial y} + \frac{\partial Z}{\partial z} \right)$$

i podobnie:

$$4\pi \mu \frac{\partial v}{\partial t} = \Delta^2 Y - \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\partial X}{\partial x} + \frac{\partial Y}{\partial y} + \frac{\partial Z}{\partial z} \right)$$

$$4\pi \mu \frac{\partial w}{\partial t} = \Delta^2 Z - \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{\partial X}{\partial x} + \frac{\partial Y}{\partial y} + \frac{\partial Z}{\partial z} \right) \dots (III)$$

§. 4. Ograniczmy obecnie nasze rozważania do przypadku, w którym mamy do czynienia wyłącznie z prądami w przewodnikach rzeczywistych. Oznaczając przez σ opór obliczony na jednostkę objętości, (przyczem ściany sześciangu należy sobie przedstawić postawionymi normalnie i równoległe do prądu), otrzymujemy:

$$\left. \begin{aligned} X &= \sigma u \\ Y &= \sigma v \\ Z &= \sigma w \end{aligned} \right\} \dots (7)$$

[Na mocy założenia X jest to spadek potencjału, obliczony na jednostkę długości przewodnika, w razie przechodzenia przez jednostkę przekroju przewodnika prądu o natężeniu u; ponieważ σ jest opór jednostki objętości przewodnika, więc na podstawie prawa Ohma:

$$X = \sigma u, \quad Y = \sigma v, \quad Z = \sigma w.]$$

Wstawiając wartości z równania (7) do układu (III), otrzymamy:

$$4\pi \mu \frac{\partial u}{\partial t} = \sigma \Delta^2 u - \sigma \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} \right) \dots (8)$$

Łatwo zauważyć, że:

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0 \dots (9)$$

Istotnie, biorąc pochodne względem x, y, z z równań (I):

$$4\pi \frac{\partial u}{\partial x} = \frac{\partial^2 \gamma}{\partial x \partial y} - \frac{\partial^2 \beta}{\partial x \partial z}$$

$$4\pi \frac{\partial v}{\partial y} = \frac{\partial^2 \alpha}{\partial y \partial z} - \frac{\partial^2 \gamma}{\partial x \partial y}$$

$$4\pi \frac{\partial w}{\partial z} = \frac{\partial^2 \beta}{\partial x \partial z} - \frac{\partial^2 \alpha}{\partial y \partial z}$$

i dodając do siebie:

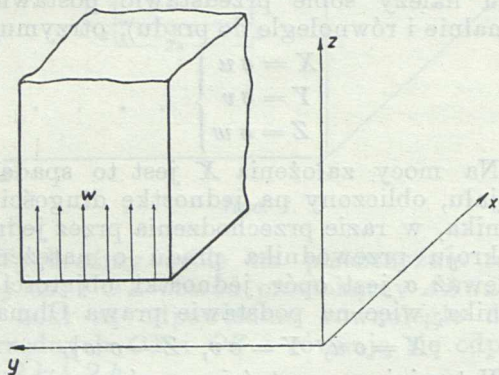
$$4\pi \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} \right) = 0,$$

otrzymujemy wyrażenie (9); zupełnie podobny wzór mamy jak wiadomo w hydrodynamicie; wyraża on tam twierdzenie o ciągłości płynącej strugi cieczy; to też podobny wniosek o ciągłości możemy uczynić dla prądu elektrycznego.

Na podstawie równania (9), wzór (8) i cały układ równań (III) dla przypadku, kiedy rozważamy prądy w rzeczywistych przewodnikach („prądy przewodzenia“), mogą być przekształcone na następujące:

$$\left. \begin{aligned} 4\pi \mu \frac{\partial u}{\partial t} &= \sigma \Delta^2 u \\ 4\pi \mu \frac{\partial v}{\partial t} &= \sigma \Delta^2 v \\ 4\pi \mu \frac{\partial w}{\partial t} &= \sigma \Delta^2 w \end{aligned} \right\} \dots (IV)$$

Przytoczone układy równań formalnie są jednakże z równaniami przewodnictwa ciepła, podanymi przez Fouriera²⁾. Jak przy pomocy równań Fouriera można wyznaczyć prędkość przenikania ciepła do wnętrza bryły, której powierzchnia zewnętrzna utrzymuje się w danej temperaturze stałej lub zmiennej (n. p. w zagadnieniach, dotyczących przenikania w głąb ziemi ciepła słonecznego, zmieniającego się perjodycznie stosownie do odmian dnia i pór roku), podobnie i równania Maxwella pozwalają nam czynić wnioski o przenikaniu zakłóceń elektrycznych w głąb przewodników, jeżeli przyczyny, wywołujące je, działają na zewnętrznej powierzchni przewodnika.



Ryc. 2.

Rozważmy teraz przypadek najprostszy, gdy przewodnik równoległy do osi Z (ryc. 2) ograniczony jest z jednej strony płaszczyzną n. p. YOZ . Niechaj w tej płaszczyźnie grąd płynie w kierunku równoległym do osi Z ; gęstość prądu jest we wszystkich miejscach tej płaszczyzny (YOZ) jednakowa. Składowe u oraz v są równe zeru, gdyż prąd płynie tylko w kierunku równoległym do osi Z ; zostaje więc do rozpatrzenia tylko składowa prądu w mająca oznaczać prąd w kierunku równoległym do osi Z . Ze względu na to, z układu równań (IV) zostanie tylko:

$$4\pi\mu \frac{\partial w}{\partial t} = \sigma \Delta^2 w.$$

Lecz ponieważ wzdłuż od Z i wzdłuż Y natężenie prądu nie zmienia się, ono zmienia się tylko przy pogrążeniu w głąb przewodnika, t. j. w zależności od x , więc:

$$\frac{\partial w}{\partial y} = \frac{\partial w}{\partial z} = 0$$

i zostanie:

$$\Delta^2 w = \frac{\partial^2 w}{\partial x^2},$$

zatem ostatecznie:

$$4\pi\mu \frac{\partial w}{\partial t} = \sigma \frac{\partial^2 w}{\partial x^2}. \quad (10)$$

Dzieląc obustronnie przez $4\pi\mu$ otrzymamy:

$$\frac{\partial w}{\partial t} = \frac{\sigma}{4\pi\mu} \frac{\partial^2 w}{\partial x^2},$$

lub:

$$\frac{\partial w}{\partial t} = k \frac{\partial^2 w}{\partial x^2}, \quad (10a)$$

gdzie $k = \frac{\sigma}{4\pi\mu}$.

§. 5. Rozpatrzmy bliżej równanie (10) względnie (10a). Z równania tego, przedstawiającego przenikanie prądu do wnętrza przewodnika, wiadać, że na pewnej głębokości stan elektryczny przewodnika zmienia się z biegiem czasu, i że naodwrot w pewnej określonej chwili stan ten jest różny na różnych głębokościach. Znając warunki, którym szukana funkcja $w = f(x, t)$ ma w pewnych punktach zadość czynić zgodnie z danymi fizycznymi zagadnienia, możemy na podstawie rozwiązania równania:

$$\frac{\partial w}{\partial t} = \frac{\sigma}{4\pi\mu} \frac{\partial^2 w}{\partial x^2}$$

lub:

$$\frac{\partial w}{\partial t} = k \frac{\partial^2 w}{\partial x^2}$$

wyznaczyć jej wartość dla innych punktów przewodnika. Załóżmy, że $w = J_0 \sin \omega t$ przy $x=0$, t. zn., że gęstość prądu przy powierzchni przewodnika zmienia się sinusoidalnie, przyczem $\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$, t. j. okres prądu $T = \frac{2\pi}{\omega}$. Załóżmy także, że w głębokości $x = \infty$ natężenie prądu oraz gęstość prądu $w = 0$, czyli, że prąd nie może przeniknąć na nieskończenie wielką głębokość.

Mamy zatem warunki:

a) dla $x=0$ jest $w = J_0 \sin \omega t$,

b) „ „ „ „ „ „ „ „ $w = 0$.

Podstawiamy w równaniu $\frac{\partial w}{\partial t} = k \frac{\partial^2 w}{\partial x^2}$

$w = e^{\alpha x + i\beta t}$, i otrzymujemy dla α , β warunek:

$$k\alpha^2 = i\beta, \quad \text{gdzie } i = \sqrt{-1},$$

skąd:

$$\alpha_{1,2} = \pm \sqrt{\frac{\beta}{k}} \frac{1+i}{\sqrt{2}}.$$

Całkami więc szczególnymi są:

$$w_1 = e^{x\sqrt{\frac{\beta}{2k}}} e^{i(\beta t + x\sqrt{\frac{\beta}{2k}})},$$

oraz:

$$w_2 = e^{-x\sqrt{\frac{\beta}{2k}}} e^{i(\beta t - x\sqrt{\frac{\beta}{2k}})}.$$

Stosownie do warunku b), że dla $x = \infty$ jest $w = 0$, uwzględnić należy tylko całkę w_2 , którą możemy przedstawić w formie:

$$w_2 = e^{-x\sqrt{\frac{\beta}{2k}}} \cdot \cos\left(\beta t - x\sqrt{\frac{\beta}{2k}}\right) + i e^{-x\sqrt{\frac{\beta}{2k}}} \cdot \sin\left(\beta t - x\sqrt{\frac{\beta}{2k}}\right).$$

Z uwagi, że nasze równanie ma współczynniki rzeczywiste wyniki, że tak część rzeczywista, jakoteż część urojona wyrażenia w_2 jest całką równania. Weźmy pod uwagę całkę:

$$w = A e^{-x\sqrt{\frac{\beta}{2k}}} \sin\left(\beta t - x\sqrt{\frac{\beta}{2k}}\right),$$

gdzie A jest stałą dowolną.

Według warunku a) ma być dla $x=0$:

$$w = J_0 \sin \omega t = A \sin \beta t,$$

²⁾ Théorie de la chaleur.

³⁾ J_0 oznacza amplitudę gęstości prądu na powierzchni przewodnika.

stad: $A = J_0, \beta = \omega = 2\pi f,$

a wiec ostatecznie:

$$w = J_0 e^{-x\sqrt{\frac{\omega}{2k}}} \sin \left[\omega t - x \sqrt{\frac{\omega}{2k}} \right]. \quad (11)$$

Rownanie (11), ktore przedstawia calke rownania (10) wzglednie (10a) mozna obliczyc w inny jeszcze sposob. Zalozmy, ze funkcja:

$$w = e^{\alpha x} \sin(\omega t + \gamma x)$$

będzie rozwiązaniem rownania (10), jezeli α i γ będą odpowiednio dobrane.

Rzeczywiście:

$$\frac{\partial w}{\partial x} = \alpha e^{\alpha x} \sin(\omega t + \gamma x) + \gamma e^{\alpha x} \cos(\omega t + \gamma x),$$

$$\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} = \alpha^2 e^{\alpha x} \sin(\omega t + \gamma x) + 2\alpha\gamma e^{\alpha x} (\cos \omega t + \gamma x) - \gamma^2 e^{\alpha x} \sin(\omega t + \gamma x),$$

$$\frac{\partial w}{\partial t} = \omega e^{\alpha x} \cos(\omega t + \gamma x).$$

Wstawiając te wyrażenia w rownanie:

$$\frac{\partial w}{\partial t} = k \frac{\partial^2 w}{\partial x^2},$$

otrzymujemy:

$$\begin{aligned} \omega e^{\alpha x} \cos(\omega t + \gamma x) &= \\ &= k e^{\alpha x} [(\alpha^2 - \gamma^2) \sin(\omega t + \gamma x) + 2\alpha\gamma \cos(\omega t + \gamma x)]. \end{aligned}$$

Ponieważ rownanie to powinno zachodzic przy jakichkolwiek wartosciach t i x , będzie to wiec mozliwe w razie, gdy:

$$\alpha^2 - \gamma^2 = 0$$

$$\frac{\omega}{k} = 2\alpha\gamma = 2\alpha^2.$$

Jezeli zadość uczyniono tym warunkom, to:

$$\alpha = \pm \sqrt{\frac{\omega}{2k}} = \pm \sqrt{\frac{2\pi f}{2k}} = 2\pi \sqrt{\frac{\mu f}{\sigma}}$$

a calką rownania (10a) będzie:

$$w = A e^{\alpha x} \sin(\omega t + \alpha x) + B e^{-\alpha x} \sin(\omega t - \alpha x),$$

gdzie A i B są wielkości stałe, ktore należy wyznaczyć z warunków zagadnienia.

Ponieważ przy $x = \infty$, ma być $w = 0$, to $A = 0$. Z drugiej zaś strony przy $x = 0$ (na powierzchni) ma być $w = J_0 \sin \omega t$, a wiec $B = J_0$.

Ostatecznie wiec otrzymujemy to samo, co poprzednio:

$$w = J_0 e^{-x\sqrt{\frac{\omega}{2k}}} \sin \left[\omega t - x \sqrt{\frac{\omega}{2k}} \right].$$

Otrzymane rownanie wyraża gęstość prądu wewnątrz przewodnika w zależności od głębokości x oraz od czasu t .

Zastosujemy to do kilku szczególnych przypadków: Przypuścimy, że chcemy wyznaczyć przenikanie wgląd przewodnika miedzianego, prądu zmiennego o 100 okresach na sekunde. A wiec: $\omega = 2\pi f = 2\pi \cdot 100$.

Mamy dla miedzi $\mu = 1, \sigma = 1600$ (t. j. opór centymetra sześciennego miedzi wynosi 1600 jednostek elektromagnetycznych c. g. s. oporu; chcąc ów opór wyrazić w omach, należy liczbę 1600 podzielić przez 10^9).

Natenczas:

$$k = \frac{\sigma}{4\pi\mu} = \frac{1600}{4\pi} = \frac{400}{\pi},$$

$$\sqrt{\frac{\omega}{2k}} = \sqrt{\frac{2\pi \cdot 100}{2 \cdot 400}} = \frac{\pi}{2}.$$

A zatem, gdy na powierzchni przewodnika największa gęstość prądu czyli amplituda gęstości prądu wynosi J_0 , to wgląd przewodnika największe gęstości wynoszą:

$$\text{w głębokości } 1 \text{ cm: } J_0 e^{-\frac{\pi}{2}} = 0.208 J_0$$

$$\text{" " } 2 \text{ cm: } J_0 e^{-\pi} = 0.043 J_0$$

$$\text{" " } 3 \text{ cm: } J_0 e^{-\frac{3\pi}{2}} = 0.008 J_0.$$

Wiec już w głębokości 10 milimetrów prąd zmienny o 100 okresach na sekunde dosięga zaledwie mniej więcej $\frac{1}{2}$ największej swej wartości na powierzchni. Innymi słowy warstwy leżące na głębokości 10 milimetrów przedstawiają dla prądu zmiennego wspomnianej częstotliwości opór prawie 5 razy większy od normalnego oporu warstw na powierzchni przewodnika. Zapytajmy teraz, jak głęboko leżą warstwy, w których największa wartość gęstości prądu o 100 okresach będzie się równała $\frac{1}{1000}$ największej gęstości na powierzchni? Wyznamy to z zależności:

$$J_0 e^{-\frac{\pi}{2}} = \frac{J_0}{1000},$$

wiec:

$$e^{-\frac{\pi}{2}} = \frac{1}{1000},$$

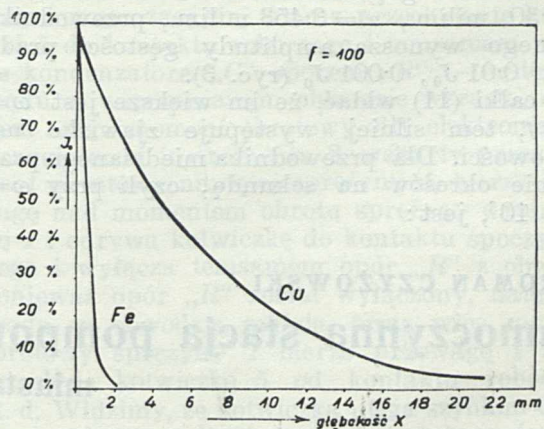
$$-\frac{\pi}{2} x = \log_n \frac{1}{1000} = -6.9078,$$

zatem:

$$x = 6.9078 \cdot \frac{\pi}{2} = 4.4 \text{ cm},$$

jest szukaną głębokością.

Na jeszcze większych głębokościach amplituda gęstości prądu maleje do tego stopnia, że warstwy tam leżące nie biorą praktycznie udziału w przebiegu prądu i faktycznie tylko wierzchnie warstwy (skin-effect) współdziałają w przesyłaniu zakłóceń elektrycznych.



Ryc. 3.

Ryc. 3. przedstawia amplitudy gęstości prądu w zależności od głębokości x , czyli wykres funkcji: $y = f(x)$ dla prądu zmiennego o 100

okresach na sekundę. Rzędne podają wartości amplitudy gęstości prądu w procentach w zależności od głębokości x wewnątrz przewodnika miedzianego, oraz żelaznego.

Wpływ przenikliwości magnetycznej μ bardzo silnie osłabia przenikanie prądów do wnętrza przewodnika, a więc zwiększa zjawisko naskórkowości. Zastosujmy rozważony wyżej przypadek do żelaza, kładąc $\mu = 1000$, $\sigma = 10000$, wówczas:

$$k = \frac{\sigma}{4\pi\mu} = \frac{10000}{4\pi \cdot 1000} = \frac{10}{4\pi},$$

$$\sqrt{\frac{\omega}{2k}} = \sqrt{\frac{2\pi \cdot 100}{20}} = \sim 20,$$

więc na głębokości jednego milimetra amplituda gęstości prądu stanowić będzie zaledwie 0,13 amplitudy gęstości prądu na powierzchni.

W jakich głębokościach gęstość prądu spadnie do $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{100}$, $\frac{1}{1000}$ części gęstości na powierzchni, obliczymy podobnie jak poprzednio:

$$a) \quad J_0 e^{-20x} = \frac{J_0}{10},$$

$$e^{-20x} = \frac{1}{10},$$

$$-20x = \log_n \frac{1}{10},$$

$$\text{stad:} \quad x = \frac{2,3026}{20} = 0,1151 \text{ cm.}$$

$$b) \quad e^{-20x} = \frac{1}{100},$$

$$-20x = \log_n \frac{1}{100} = -4,605,$$

$$x = \frac{4,605}{20} = 0,230 \text{ cm.}$$

$$c) \quad e^{-20x} = \frac{1}{1000},$$

$$-20x = \log_n \frac{1}{1000} = -6,9078,$$

$$x = 0,3453 \text{ cm.}$$

A zatem w głębokościach $x = 1,151$ milimetra, $x = 2,30$ milim., $x = 3,453$ milim., przewodnika żelaznego wynoszą amplitudy gęstości prądu $0,1 J_0$, $0,01 J_0$, $0,001 J_0$ (ryc. 3).

Z całki (11) widać, że im większe jest $\omega = 2\pi f$, tem silniej występuje zjawisko naskórkowości. Dla przewodnika miedzianego przy milionie okresów na sekundę, czyli przy $\omega = 2\pi \cdot 10^6$, jest:

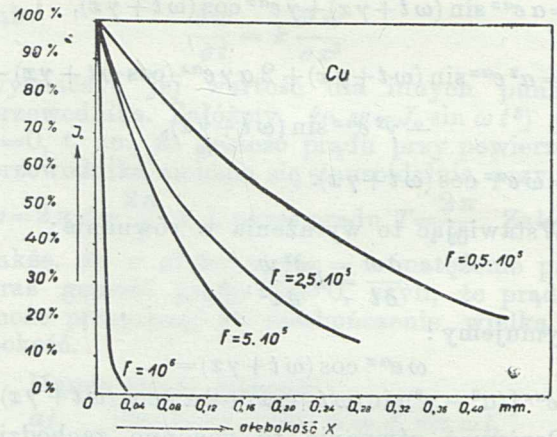
$$\sqrt{\frac{\omega}{2k}} = \sqrt{\frac{2\pi^2 \cdot 10^6}{2 \cdot 400}} = 50\pi$$

i największe gęstości prądów w głębokościach x będą $J_0 e^{-50x\pi}$.

Warstwy, w których największa gęstość prądu przy tej częstotliwości będzie się równała n. p. $\frac{1}{1000}$ największej gęstości na powierzchni, wyznacza się, jak w poprzednich przykładach, z zależności:

$$e^{-50x\pi} = \frac{1}{1000},$$

stad: $x = \sim 0,45$ milimetra.



W ten sposób obliczone są wartości funkcji tej dla $f = 0,5 \cdot 10^5$, $f = 2,5 \cdot 10^5$, $f = 5 \cdot 10^5$ oraz $f = 10^6$ i przedstawione wykreślnie na ryc. 4.

Powracając do całki (11) zauważymy, że gęstość prądu zmiennego osiąga w głębokości x przewodnika maksimum t. j. równa się $J_0 e^{-x\sqrt{\frac{\omega}{2k}}}$ zawsze, gdy $\sin\left(\omega t - x\sqrt{\frac{\omega}{2k}}\right) = 1$, czyli gdy:

$$\omega t - x\sqrt{\frac{\omega}{2k}} = \frac{\pi}{2},$$

lub kiedy:

$$t = \frac{x}{\sqrt{2\omega k}} + \frac{\pi}{2\omega} = \frac{T}{4} + x\sqrt{T\mu c},$$

$$\text{przyczem:} \quad \omega = \frac{2\pi}{T}, \quad c = \frac{1}{\sigma}.$$

Na powierzchni przewodnika czyli w głębokości $x = 0$ osiąga prąd sinusoidalny swą maksymalną wartość po czasie $t = \frac{T}{4}$ jak być powinno istotnie. (Dok. nast.).

Inż. ROMAN CZYŻOWSKI

Samoczynna stacja pompowa Zakładów Wodociągowych miasta Lwowa.

Zakłady Wodociągowe wykonały w r. 1933 dla zaopatrzenia w wodę ludności wyżej położonych okolic na krańcach miasta oddzielne urządzenie wodociągowe składające się ze stacji pompy, wieży wodnej oraz sieci rurociągów. Ze

względu na szczupłość miejsca potrzebnego na pomieszczenie stacji pomp oraz na słaby początkowy ruch, przewidziano dla stacji pompy pełno-samoczynne urządzenie. Ponieważ tak w czasie postoju jak i ruchu pompy ciśnienie

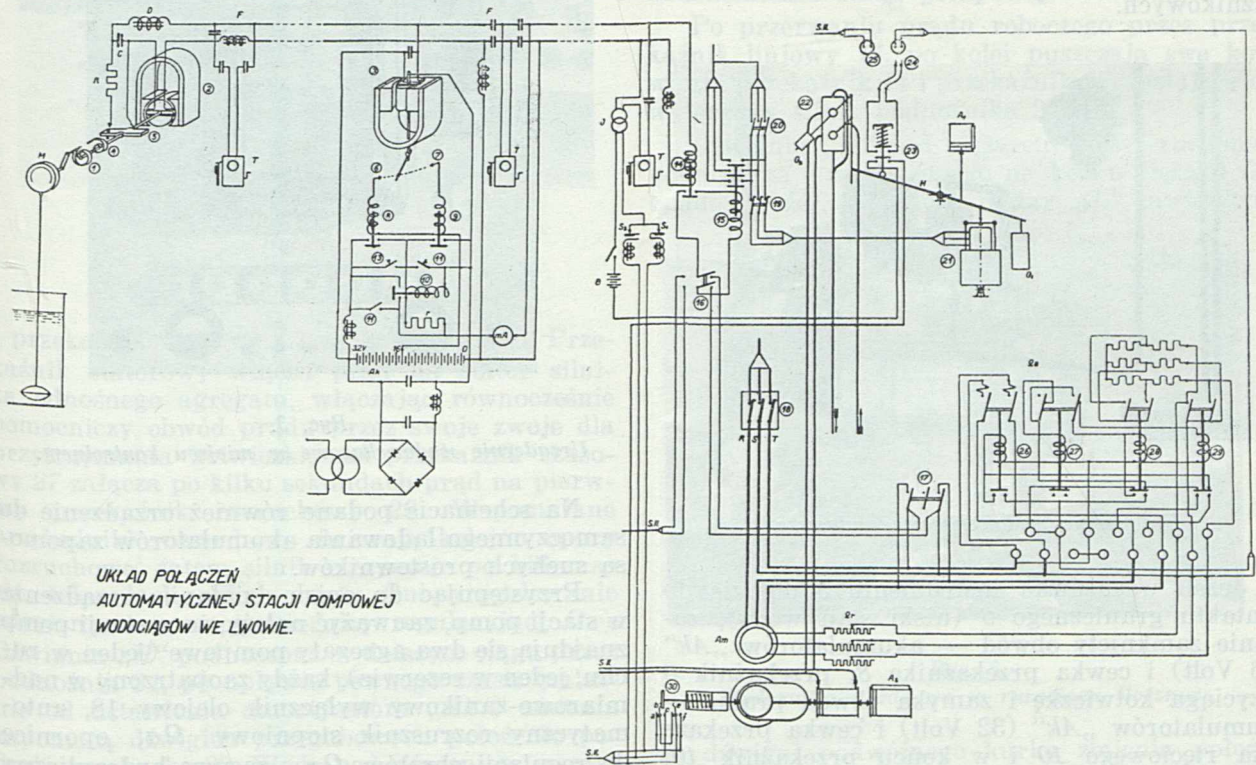
w rurociągu jest wysokie (11,6 i 9,9 atm. w stacji pomp), silniki zaopatrzone w stopniowe samoczynne rozruszniki, zaś pompy w zasuwę hydrauliczną z regulacją otwierania i zamykania oraz w banię powietrzną (Windkessel), dla łagodzenia uderzeń wodnych. Aparaty elektryczne do sterowania na odległość, jak urządzenie wodowskazowe systemu kompensacyjnego, przekaźniki linjowe i miejscowe, podnośnik elektrohydrauliczny Eldro, samoczynne rozruszniki stopniowe oraz prostownik suchy zostały zakupione w firmie A. E. G., natomiast aparaty hydrauliczne i mechaniczne, sygnalizacja głosowa kontrolna oraz ogólne zestawienie aparatów zostały wykonane według pomysłu biura technicznego Zakładów Wodociągowych.

stacji pompowych), a stamtąd następuje zapomocą przekaźników sterowanie stacji pomp odległej o dalszych 5 km.

Sposób działania urządzenia (patrz ryc. 1) przedstawia się następująco:

Ciśnienie słupa cieczy przenosi się za pośrednictwem powietrza zawartego w pęcherzu, umieszczonym na dnie zbiornika i połączonym rurką kapilarną z manometrem, na manometr *M*.

Oś wskazówki manometru jest połączona elastycznie zapomocą sprężyny 1 z osią przekaźnika spolaryzowanego 2, włączonego parą przewodów telefonicznych w obwód instrumentu odbiorczego 3 i baterji akumulatorów „Ak”. Odchyłka wskazówki manometru powoduje napięcie sprę-



UKŁAD POŁĄCZEŃ
AUTOMATYCZNEJ STACJI POMPOWEJ
WODOCIĄGÓW WE LWOWIE.

Ryc. 1.
Schemat urządzenia.

Do wyboru aparatów A. E. G., a w szczególności urządzenia wodowskazowego systemu kompensacyjnego skłoniły trudne warunki techniczne, jak znaczna odległość (około 8 km), brak źródła prądu we wieży wodnej, konieczność użycia do przekazywania na odległość tylko jednej pary przewodów telefonicznych bez możliwości użycia ziemi jako przewodu powrotnego, a to ze względu na indukcję w sąsiednich przewodach oraz fałszowanie wskazań i w końcu warunków — użycie tej samej pary przewodów telefonicznych do równoczesnej komunikacji telefonicznej. Należy podnieść, że nie można było sobie życzyć lepiej funkcjonującego urządzenia, dotyczy to tak wodowskazu jak i podnośnika elektrohydraulicznego Eldro.

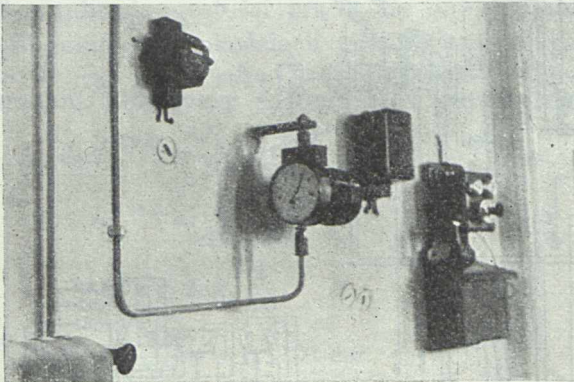
Ze względu na konieczność kontroli działania tego wodociągu, wskazania wodociągowe przenosi się do 8 km odległego miejsca kontrolnego, posiadającego stałą obsługę fachową (jedna ze

zyny kompensacyjnej 4 oraz przechylenie kotwiczki 5 do kontaktu roboczego i tesaemem zwarcie kondensatora „C” oporem „R” — natężenie prądu w wspomnianym obwodzie wzrasta, skutkiem czego moment obrotowy siły elektromagnetycznej cewki instrumentu 2, wsparty przez moment obrotowy napiętej sprężyny 4, bierze przewagę nad momentem obrotu sprężyny napinającej 1 i odrywa kotwiczkę do kontaktu spoczynkowego i wyłącza tesaemem opór „R” z obwodu. Ponieważ opór „R” został wyłączony, natężenie prądu w obwodzie maleje, teraz więc moment obrotowy sprężyny 1 bierze przewagę i znów przechyla kotwiczkę 5 od kontaktu roboczego i t. d. Widzimy, że kotwiczka ulega szybkim drganiom, przyczem ilość drgnień jest bezpośrednio zależną od wielkości momentu obrotu sprężyny 1, a więc od wysokości słupa cieczy w zbiorniku. Zależnie od częstości drgnień ustala się w obwodzie pewne natężenie prądu, które działając na

cewkę obrotową instrumentu odbiorczego 3, powoduje proporcjonalną odchyłkę jego wskazówki; wprowadzie natężenie prądu w obwodzie podlega szybkim wahaniom, jednakże opór „R”, pojemność kondensatora „C” oraz samoindukcja dławika „D” są tak dobrane, że przy normalnym tłumieniu wskazówka instrumentu 3 nie drga.

Wskazówka instrumentu 3 odchylając się, kreśli równocześnie na przesuwającej się taśmie linię odpowiadającą każdoczesnemu stanowi w zbiorniku.

Na torze wskazówki instrumentu 3 po obu stronach znajdują się nastawialne kontakty graniczne 6 i 7, służące do uruchamiania względnie wyłączania stacji pomp zapomocą szeregu przekaźników pomocniczych i pary przewodów przekaźnikowych.



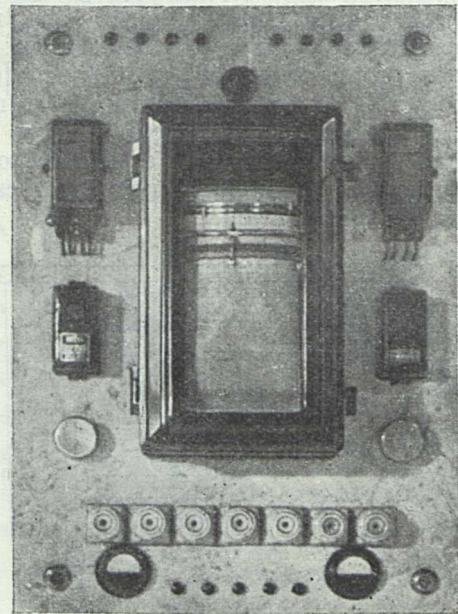
Ryc. 2.

Urządzenie wodowskazowe nadawcze.

Jeżeli wskazówka instrumentu 3 dojdzie do kontaktu granicznego 6 (niski stan wody), zostanie zamknięty obwód — akumulatorów „Ak” (16 Volt) i cewka przekaźnika 8; przekaźnik 8 przyciąga kotwiczkę i zamyka obwód prądu — akumulatorów „Ak” (32 Volt) i cewka przekaźnika rtęciowego 10 i w końcu przekaźnik 10, przyciągając kotwiczkę, zwiera dwa obwody: jeden obwód pomocniczy — akumulatorów „Ak” (32 Volt), opór i cewka przekaźnika 10 — dla przytrzymania kotwiczkę w położeniu pracy, gdy kotwiczką przekaźnika 8 odpadnie i drugi obwód (t. zw. obwód pracy) — akumulator „Ak” (32 Volt), milimpermierz MA (sygnał optyczny) i przekaźnik linjowy 14 w stacji pomp, dla uruchomienia urządzenia elektrycznego w tej stacji pomp. Przekaźnik 10 i przekaźnik linjowy 14 mogą być odrębnie uruchomione w miejscu kontrolnym przez naciśnięcie guziczka 11, lub też tylko przekaźnik linjowy, przez naciśnięcie guziczka 13.

Jeżeli wskazówka instrumentu 3 dojdzie do kontaktu 7, zostanie zamknięty obwód — akumulatorów „Ak” (16 Volt) i przekaźnik 9; przekaźnik 9, przyciągając kotwiczkę zwiera krótko cewkę przekaźnika 10, wskutek czego przekaźnik ten puszcza swą kotwiczkę, i przerywa wspomniany powyżej obwód pomocniczy i obwód pracy — przekaźnik linjowy 14 puszcza kotwiczkę, następuje zatem zatrzymanie ruchu w stacji

pomp. Obsługujący w miejscu kontrolnym może odrębnie przez naciśnięcie guziczka 11 przerwać działanie przekaźnika 10 (krótko spaść), lub też wprost wyłączyć prąd roboczy, idący od przekaźnika linjowego 14, przez wyłączenie zacisku 11, o ile przedtem prąd roboczy był tym zaciskiem włączony.



Ryc. 3.

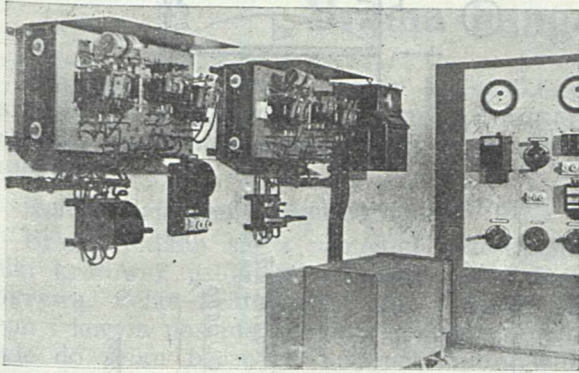
Urządzenie wodowskazowe w miejscu kontrolnym.

Na schemacie podano również urządzenie do samoczynnego ładowania akumulatorów zapomocą suchych prostowników.

Przystępując do opisu działania urządzenia w stacji pomp, zauważyć należy, że w stacji pomp znajdują się dwa agregaty pompowe (jeden w ruchu, jeden w rezerwie), każdy zaopatrzony w nadmiarowo-zanikowy wyłącznik olejowy 18, automatyczny rozrusznik stopniowy Ωa , opornicę do regulacji obrotów Ωr , zasuwę hydrauliczną z tłoczkiem 30 i amortyzatorem „A₂”, oraz wyłącznik 17 — dla umożliwienia odrębnego załączania silnika do ruchu (w razie przeszkód w rozruszniku automatycznym i t. p.), natomiast wspólnymi aparatami dla agregatów pompowych są przekaźnik linjowy 14, przekaźnik miejscowy 15, przekaźnik 16, wyłączniki 20 i nadmiarowo-termiczny 19, aparat elektrohydrauliczny 21, wraz z dźwignią dwuramienną „H”, kurkiem podwójnym „22”, ciężarami „G₁” i „G₂” i amortyzatorem „A₁” i wyłącznikami podwójnym 23, oraz urządzenie dla sygnalizacji głosowej składające się z cewki indukcyjnej „I”, brzęczków „S₁” i „S₂” i baterji „B” (4,5 Volt). Przekaźnik linjowy 14 w czasie pracy włącza z fazy „S” i „T” prąd na przekaźnik miejscowy 15, ten zaś, przyciągając kotwiczkę, włącza prąd trójfazowy na silnik podnośnika elektrohydraulicznego 21. — Przekaźnik 16 służy do przerzucania ruchu na drugi system, a wyłącznik 20 do odrębnego, w razie potrzeby, załączania podnośnika.

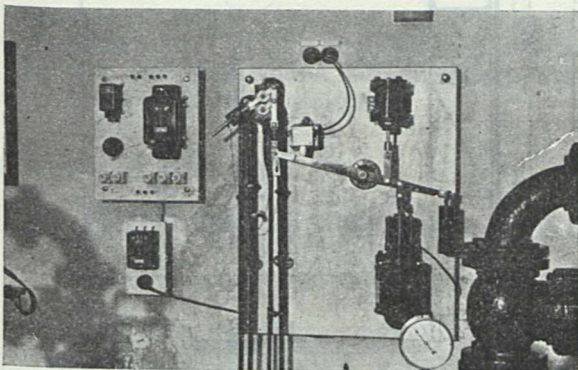
Tłok podnośnika pod ciśnieniem oliwy tłoczzonej przez pompkę odśrodkową, obracaną przez

wspomniany silnik, podnosi dźwignię „H”, przy-
czem ruch dźwigni jest odpowiednio uregulowa-
ny doбором ciężaru „G₁” i oporem amortyzatora
glicerynowego „A₁”. Już bardzo mały ruch dźwi-
gni powoduje spięcie kontaktów wyłącznika 23 —
wtyczka 24 i gniazda 25 służą do włączenia od-
powiedniego agregatu. Spięcie górnych kontak-
tów 23 załącza prąd na przekaźnik statorowy 26



Ryc. 4.
Samoczynny rozrusznik.

i przekaźnik czasowy 27 rozrusznika Ωa Prze-
kaźnik statorowy włącza prąd na stator silni-
ka odnośnego agregatu, włączając równocześnie
pomocniczy obwód prądu przez swoje zwoje dla
przytrzymania kotwiczki, zaś przekaźnik czaso-
wy 27 załącza po kilku sekundach prąd na pierw-
szy przekaźnik rozruchowy 29. Wspomniane
przekaźniki rozruchowe zwierają kolejno opory
rozruchowe, zatem silnik otrzymuje po kilkun-
astu sekundach pełne obroty (lub zregulowanie
odręcznie zapomocą opornicy regulacyjnej Ωr).
Dźwignia „H” podnoszona w dalszym ciągu przez
podnośnik 21, po upływie pewnego czasu (zależ-
nie od ustawienia amortyzatora „A_k”) zmienia
zapomocą dźwigni przegubowych położenie pod-
wójnego kurka 22. Woda pod ciśnieniem wypły-
wa do cylindra roboczego zasuwy hydraulicznej
ze strony lewej i przesuwa tłok w prawo, otwie-
rając w ten sposób zasuwę na rurociągu tłocz-
nym pompy; woda ze strony prawej cylindra ro-
boczego odpływa do kanału — agregat pompowy
jest już w pełnym ruchu.

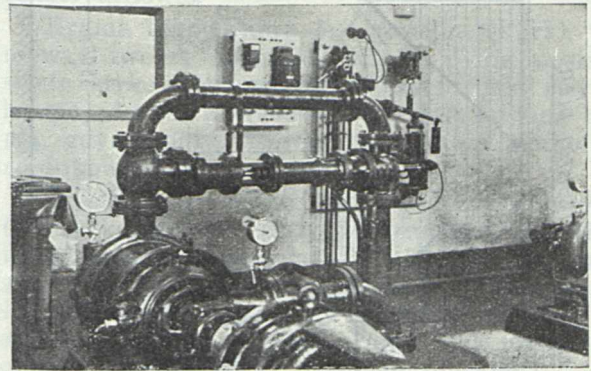


Ryc. 5.
Urządzenie mechaniczne z podnośnikiem.

Spięcie dolnych kontaktów wyłącznika 23 za-
myka obwód prądu — bateria, cewka indukcyj-
na „J”, brzęczek „S₁” i kontakty „a”, „b” zwarte
przez tłoczek 30, w miejscu kontrolnym słyży ob-
sługujący w słuchawce ton wysoki — jako znak
uruchomienia silnika. Gdy zasawa zaczyna się
otwierać, to klin zasuwy przesuwa się w pra-
wo zwalnia napiętą sprężynę, tłoczek 30 przesu-
wa się również w prawo, wskutek czego sprężyna
„b” odchyli się od kontaktu „a” do kontaktu „c”,
teraz obsługujący słyży ton niski — brzęczek
„S₂” jest włączony — jako znak otwierania się
zasuwy. Gdy tłoczek 30 dojdzie do sprężyny „e”
i odchyli ją ku sprężynie „f”, obsługujący słyży
z powrotem ton wysoki — jako znak całkowitego
uruchomienia stacji pompowej.

Po przerwaniu prądu roboczego przez prze-
kaźnik linowy 14, po kolei puszcza ją swe kot-
wiczki przekaźnik 14 i przekaźnik 15, zostaje więc
wyłączony silnik podnośnika 21.

Dźwignia „H” pod ciężarem części ruchomej
podnośnika i zawieszono na końcu ciężaru G₁,
opada na dół, zwolniony ciężar „G₂” zawieszony



Ryc. 6.
Hydrauliczna zasuwa w rurociągu tłocznym.

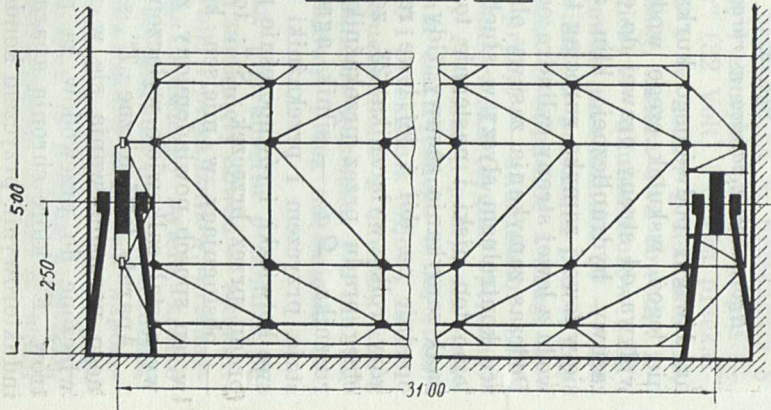
na dźwigni podwójnego kurka zmienia położe-
nie tegoż, wskutek czego woda pod ciśnieniem
wpływa od strony prawej do cylindra roboczego
zasuwy hydraulicznej, klin zasuwy przesuwa
się w lewo i zamyka rurociąg tłoczny na pompie,
woda z lewej strony cylindra odpływa do kanału.
Podczas zamykania zasuwy obsługujący w miej-
scu kontrolnym słyży w słuchawce telefonu ko-
lejno ton niski i następnie ton wysoki — jako
znak zamykania zasuwy. Gdy dźwignia zupełnie
opadnie na dół i jej lewe ramię podniesie do
góry rolkę wyłącznika 23, zostanie przerwany
obieg prądu przez przekaźnik prądowy 26 roz-
rusznika Ωa — silnik agregatu pompowego
staje, przy czym i przekaźniki 28 i 29 puszcza ją
swe kotwiczki, i równocześnie przerywa się obieg
prądu przez brzęczek „S₁”; ton wysoki milknie
— obsługujący w miejscu kontrolnym zostaje
w ten sposób powiadomiony, że agregat pompo-
wy został całkowicie wyłączony z ruchu.

Aparaty telefoniczne „T”, służące do wzajem-
nego porozumiewania się w razie potrzeby, są
włączone do przewodów za pośrednictwem fil-
trów „F”, które chronią aparaty przed prądami
induktorowymi, przy czym kondensatory i dławiki

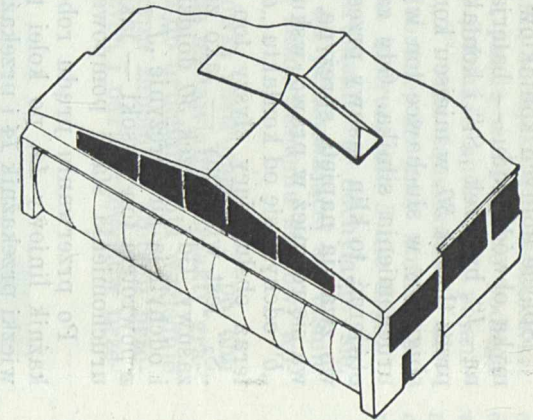
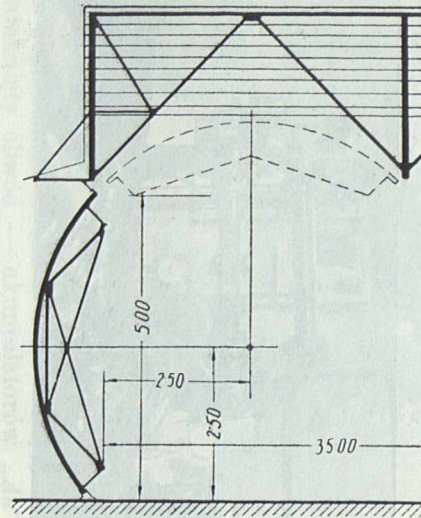
(Tabl. do artykułu Dr. Inż. F. Wasilkowskiego).

Brama segmentowa 30x5 m św.
1:50

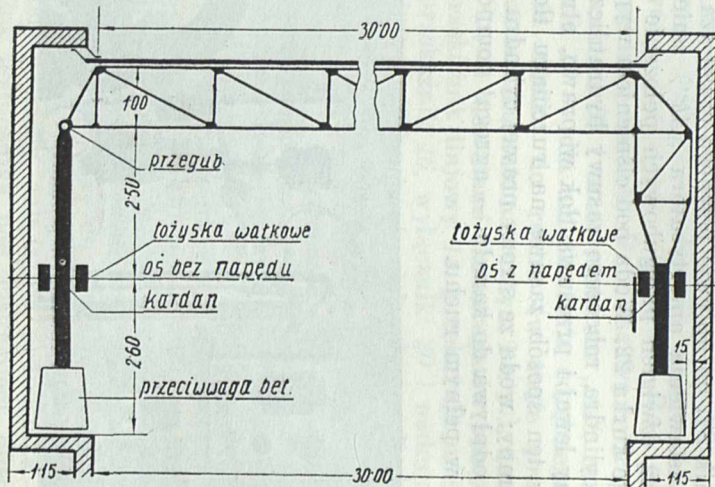
Widok od wnętrza.



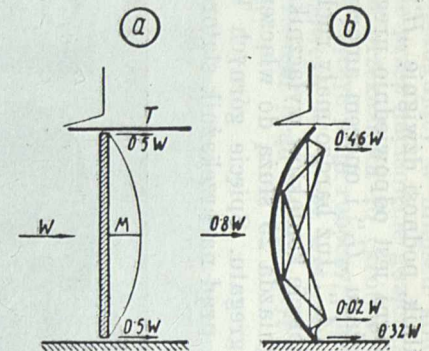
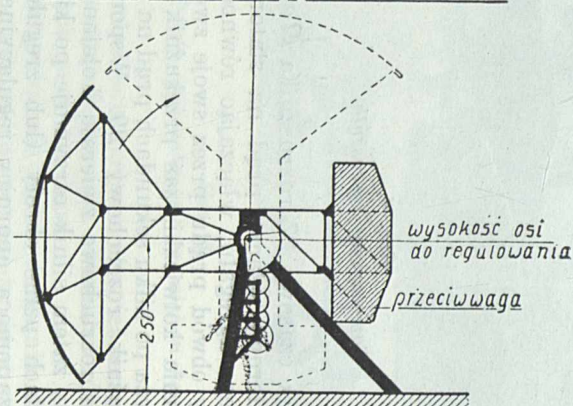
Przekrój pion



Widok z góry.



Łożysko prawe (z napędem i hamulcem).



Brama hangaru na samoloty.

filtrów są tak dobrane, że aparat odbiorczy 3 zupełnie nie reaguje na prądy wytwarzane przez induktory.

Dla zobrazowania urządzenia podaję kilka fotografii. Ryc. 2 przedstawia urządzenie wodowskazowe nadawcze wieży wodnej, a ryc. 3 urzą-

dzenie wodowskazowe w miejscu kontrolnym. — Rozrusznik automatyczny stopniowy (ze zdjętą osłoną) podano na ryc. 4, zaś ryc. 5 i 6, przedstawiają urządzenie mechaniczne z podnośnikiem oraz zasuwę hydrauliczną zamontowaną w rurociągu tłocznym pompy.

Inż. Dr. FRANCISZEK WASILKOWSKI

Brama hangaru na samoloty.

Pragnąłbym zwrócić uwagę konstruktorów na pewne korzyści, jakie może dać zastosowanie segmentowego zamknięcia do bram hangarów na samoloty.

Konstrukcja jest następująca:

Brama składa się z poziomej przestrzennej belki kratowej, osłoniętej od zewnątrz walcową pokrywą. Belka kratowa na obu końcach prawnym i lewym posiada kratowe dźwignie, równoległe do ścian bocznych hangaru (por. widok z góry). Dźwignie te osadzone są obrotowo, za pośrednictwem kardanów, w łożyskach wałkowych, spoczywających na dwu kołach. Na końcach dźwigni umieszczone są przeciwwagi betonowe dla zrównoważenia ciężaru całej konstrukcji. Kratowa dźwignia prawa połączona jest z przestrzenno-kratową konstrukcją bramy sztywnie, zaś lewa przegubowo. Przy prawym łożysku obrotowym znajduje się napęd ręczny (korba i przekładnia kół zębatach) oraz samoczynny hamulec. Brama otwiera się przez obrót konstrukcji o 90° dokoła osi poziomej — wtedy cała brama chowa się u góry między skrajnymi więzarami hangaru (przekrój pion.). Zawieszenie bramy w jej osi obrotu na kardanach zapewnia konstrukcji możliwość zupełnie swobodnego odkształcania się. Konstrukcja kratowa bowiem pracuje na zginanie z obciążenia wiatrem i ciężarem własnym jak belka wolno podparta, oraz na skręcanie z powodu jednostronnego napędu (rozruch i hamowanie). Przy rozpiętościach bramy mniejszych, konstrukcja w położeniu zamkniętym nie dotyka posadzki, natomiast przy rozpiętościach większych (np. ponad 40 m) można zastosować odpowiednie oparcie dolnej krawędzi bramy o posadzkę (ob. tabl. ryc. b), przez co odciąża się bardzo wydatnie konstrukcję ze względu na parcie wiatru.

Brama segmentowa jest stosunkowo lekka i tania oraz szczelna i ciepła, przede wszystkim zaś w obsłudze jest niezawodna i nadzwyczaj łatwa, a to z następujących powodów:

Konstrukcja kratowa bramy odciąża równocześnie czołowy tętnik T bramy płaskiej (ob. tabl. ryc. a), i zastępuje szkielet nośny poszczególnych tafli; pozatem przy bramie segmentowej są zbędne prowadnice u góry i szyny u dołu, które normalnie pochłaniają znaczne ilości materiału. Ponadto brama segmentowa z powodu walcowości swej pokrywy dźwiga mniejsze parcie wiatru, aniżeli płaska brama taflowa. Z tych przyczyn koszt bramy segmentowej, traktując ją łącznie z konstrukcją ściany czołowej hangaru, wypadła mniej więcej taki sam, jak koszt zwykłej bramy taflowej.

Brama segmentowa jest szczelna (kurz), ponieważ tworzy jednolitą ścianę i nie posiada szpar stykowych międzysfalowych, jak zwykła brama płaska; a wskutek tego jest też ona ciepła, gdyż szpary, które wiać może zimno, są zredukowane do minimum.

Brama jest w obsłudze niezawodna, ponieważ tworzy konstrukcję statycznie zupełnie niezależną od konstrukcji hangaru (nie opiera się o hangar). Dlatego odkształcenia hangaru (osiadanie i uginanie się więzarów) nie mają wpływu na sprawne funkcjonowanie bramy (tak częste zacinalanie się tafli przy bramach płaskich).

Brama segmentowa jest w obsłudze nadzwyczaj łatwa; wypadkowa z parcia wiatru na bramę przechodzi zawsze przez oś obrotu, skutkiem zaś dokładnego wyważenia mas i zastosowania łożysk wałkowych potrzeba do poruszania bramy minimalnej siły. Dlatego to bramę segmentową nawet o rozpiętości 50 m może z łatwością otworzyć lub zamknąć jeden człowiek zapomocą korby w ciągu pół minuty.

Brama segmentowa jest dla hangarowania maszyn wygodną, ponieważ posiada posadzkę całkiem gładką (bez szyn lub progów) i ponieważ otwiera się od razu na całej rozpiętości.

Z powyższych względów zdaje się, że konstrukcja ta mogłaby z powodzeniem współzawodniczyć z bramami płaskimi.

Inż. HENRYK GRIFFEL

Stal wyborowa o wysokiej granicy plastyczności w konstrukcjach żelbetowych.

Pisząc o stali wyborowej mam na myśli stal węglową t. zw. półszlachetną, o naturalnej wysokiej granicy plastyczności, w odróżnieniu od żelaza, które dzięki różnym zabiegom, (rozciągnięcie, skręcenie i t. p.) uzyskało podwyższenie

swej naturalnej granicy plastyczności wzgl. wytrzymałości, a które można nazwać niejako żelazem częściowo uszlachetnionem. Nie jest celem niniejszego artykułu przeciwstawianie sobie tych dwu różnych rodzajów stali, omówienie ich zalet

lub wad; chodzi tutaj wyłącznie tylko o przedstawienie pewnego przez autora opracowanego sposobu zastosowania stali o naturalnej wysokiej granicy plastyczności w konstrukcjach żelbetowych.

Jak wiadomo ustroje żelbetowe zginane ulegają załamaniu pod wpływem obciążenia albo z powodu zgniecenia betonu w strefie ściskanej, albo przez przekroczenie granicy plastyczności uzbrojenia w strefie rozciąganej, przyczem ten ostatni wypadek zachodzi z reguły przy większości stosowanych w praktyce procentów uzbrojenia, wahających się między 0,8 do 1,5. Miarodajnym kryterjum dla oceny wielkości naprężenia dopuszczalnego dla stali stosowanej jako uzbrojenie konstrukcji żelbetowej, będzie więc jej granica plastyczności. Granica ta w żelazie handlowym (stal A-35)¹⁾ waha się od 2000 do 2900 kg/cm² zależnie od składu chemicznego, rodzaju produkcji, wielkości przekroju pręta i t. d. Polskie normy PN/195 § 12 przyjmują minimalną granicę plastyczności w żelazie użytym jako uzbrojenie konstrukcji żelbetowych 2000 kg/cm², zaś przepisy M. R. P. dla obliczeń statycznych z roku 1927, obowiązujące jeszcze dla konstrukcji stalowych — 2400 kg/cm², przyczem należy zauważyć, że ta druga cyfra obowiązuje także i w większości przepisów innych państw. Normy nasze jako też i przepisy innych państw przewidują możliwość podniesienia dopuszczalnych naprężeń dla stali w stosunku do stwierdzonej granicy plastyczności; chcąc zatem uzyskać naprężenie dopuszczalne 1800 kg/cm², zatem o 50% wyższe od normalnego 1200 kg/cm² musimy mieć do dyspozycji stal o granicy plastyczności według PN-195 3000 kg/cm², wg. innych przepisów 3600 kg/cm². Osobiście uważam, iż przepis PN-195 przewidujący minimalną granicę plastyczności 2000 kg/cm², jest nieco za liberalny, powinno się raczej ze względu na bezpieczeństwo budowli pozostawić przepis pierwotny, t. j. 2400 kg/cm² z pewną dopuszczalną tolerancją. W dalszym ciągu niniejszych rozważań opieram się zatem na tej ostatniej cyfrze, t. j. przyjmuję za obowiązującą przy ocenie podwyższonego napięcia dopuszczalnego granicę plastyczności żelaza zlewego 2400 kg/cm².

Stal o wyższej wytrzymałości wzgl. granicy plastyczności, która mogłaby być z powodzeniem zastosowana w konstrukcjach żelbetowych musi posiadać pewne właściwości, które naogół są dosyć trudne do osiągnięcia i stanowią same przez się osobny problem techniczny dla metalurga. I tak ważna jest przy takiej stali nietyle ogólna jej wytrzymałość, jak jej granica plastyczności, która w stosunku do wytrzymałości powinna być dość wysoka. Jeżeli weźmiemy pod uwagę, iż przy normalnych rodzajach stali węglowej granica plastyczności wynosi około 55 do 65% ogólnej wytrzymałości, to przy tego rodzaju stali węglowej granica ta powinna by wynosić co najmniej 75% całkowitej wytrzymałości. Stal taka musiałaby się dawać bez trudu giąć jak zwykłe żelazo, musiałaby zatem posiadać dużą giętkość i ciągliwość. Jest to również trudne do osiągnięcia, gdyż wiemy dobrze, iż ze wzrostem zawartości wę-

gla rośnie również i wytrzymałość stali, staje się ona jednak równocześnie zazwyczaj kruchą; przy wygięciu już o stosunkowo niewielki kąt pęka, daje się trudniej obrabiać, spawać i t. p. Jak widzimy trudności dla metalurga są znaczne, tembardziej, jeśli weźmiemy pod uwagę, iż cena jednostkowa tej stali nie może być wysoka. Stale t. zw. szlachetne, t. j. z dużą zawartością miedzi, chromu lub niklu, nie wchodzą tu zatem zupełnie w rachubę, a podniesienie granicy plastyczności oraz inne potrzebne własności musi się tutaj osiągnąć środkami stosunkowo najtańszymi t. j. przede wszystkim węglem, manganem i krzemem, doborem surowców, zawierających mineralne ilości szkodliwych składników, t. j. siarki i fosforu, starannym wyrobem i t. p.

Stosowanie tego rodzaju stali, o granicy plastyczności powyżej 3600 kg/cm² zatem o naprężeniu dopuszczalnym 1800 do 2000 kg/cm², może obecnie przynieść duże korzyści ekonomiczne, widzimy zatem, iż problem ten jako bardzo aktualny nie schodzi prawie ze szpalt literatury fachowej. U nas opublikowali kilka cennych prac z tego zakresu prof. Bryła, Huber, Inż. Bukowski i inni, z zagranicznych uczonych specjalnie tą kwestją zajmuje się Emperger, który ogłosił szereg, można powiedzieć, rewelacyjnych prac, dotyczących tego problemu. Autor niniejszego artykułu zajmując się od dłuższego czasu tą sprawą, współpracując z jednym z największych koncernów metalurgicznych w Polsce, doszedł do pomysłu nowego typu uzbrojenia stalowego, o naprężeniu dopuszczalnym 1800 do 2000 kg/cm².

Nim przystąpię do szczegółowego opisu tego nowego typu uzbrojenia, chciałbym jeszcze pokrótce rozważyć warunki, które powinny być spełnione, by stal o tak wysokim naprężeniu dopuszczalnym, mogłaby być z korzyścią i bez trudności w konstrukcjach żelbetowych zastosowana. Warunki te w ogólności można podzielić na dwie główne grupy: do pierwszej z nich będą należały warunki związane z samym materiałem t. j. stalą, do drugiej zaś warunki, wynikające ze sposobu zastosowania. Warunki pierwszej grupy będą zatem następujące:

1. Odpowiednio wysoka granica plastyczności w stosunku do obranego naprężenia dopuszczalnego, przyczem ta granica powinna stanowić przynajmniej 75% całkowitej wytrzymałości stali.

2. Wydłużenie jednostkowe możliwie wielkie, co najmniej 20%.

3. Łatwość gięcia.

4. Łatwość spawania, przyczem stal nie powinna tracić swoich własności skutkiem obróbki termicznej.

5. Jeżeli chodzi o stal w prętach, to powinno być możliwym zastosowanie tychże we wszystkich częściach konstrukcji, t. j. zarówno na wkładki rozciągane jak i ściskane, tak na wkładki nośne jak i na strzemiona, wkładki rozdzielcze i montażowe.

6. Pręty stalowe powinny być na pierwszy rzut oka do odróżnienia od prętów żelaznych, dla uniknięcia pomyłek na budowie.

7. Cena musi być tak dobrana, by użycie stali dawało realne korzyści.

¹⁾ W Niemczech St. 37.

Przypuśćmy, iż posiadamy już materiał o wyżej wyszczególnionych właściwościach, to chcąc go zastosować w konstrukcjach żelbetowych, możemy wykonać uzbrojenie albo w postaci siatki, który to sposób nadaje się tylko do niektórych konstrukcyj i w ogólności mniej nas tu interesuje, albo w postaci prętów jak przy uzbrojeniu ze zwykłego żelaza okrągłego. Gdybyśmy się zdecydowali na zastosowanie tej stali w prętach, to należy zauważyć, iż pręt stalowy pracuje w belce żelbetowej na rozciąganie lub ściskanie, przyczem w zależności od tych sił pozostaje jedynie wielkość powierzchni przekroju tego pręta i jego jakość (naprężenie dopuszczalne), pozatem pozostaje on pod działaniem siły przyczepności betonu do stali, która to siła zależy tylko od obwodu uzbrojenia i jakości betonu. Stosując stal o wysokiej wytrzymałości, otrzymujemy znacznie mniejsze przekroje prętów niż przy żelazie zwykłym, zatem i mniejsze obwody, a w związku z tem i zmniejszoną przyczepność, co może się odbić ujemnie na nośności belki. Musimy zatem, stosując pręty okrągłe ze stali o wyższej wytrzymałości o tem pamiętać i stosować tyle prętów, by przy obliczonym łącznie przekroju odpowiedni obwód wkładek był zapewniony. Prowadzi to zatem do stosowania wielu cienkich prętów, zatem do uzbrojenia drogiego, mogącego zniwieczyć oszczędność, jaka mogłaby powstać przez zmniejszenie wagi. Druga droga to sztuczne zwiększenie przyczepności, a więc stosowanie prętów odpowiednio profilowanych, żeberkowych, węzłowych lub będących kombinacją tych sposobów²⁾. — Uzbrojenie wykonane z tego rodzaju typów prętów, daje bardzo dobre wyniki wytrzymałościowe, niestety walcowanie takich prętów jest zwykle trudniejsze a zatem i droższe. Wkładki węzłowe posiadają oprócz tego i tą wadę, iż przekrój a zatem i naprężenie w nich raptownie się zmienia, co nie jest korzystnym, zwłaszcza przy obciążeniach szybko zmiennych. Pozatem wymagają one pewnej nadwyżki materiału na żeberka, węzły i t. p., która właściwie idzie na marne, i podraża tylko koszt wykonania.

Przy wprowadzeniu uzbrojenia stalą o wysokiej granicy plastyczności musimy wziąć pod uwagę jeszcze jedną szczególnie ważną okoliczność, zwłaszcza w początkowym okresie stosowania. Musimy bowiem liczyć się z faktem, iż wiele nieraz kosztownych projektów jest już wykonanych na uzbrojenie żelazem okrągłym, następnie zaś wiele konstruktorów nie mogłoby się odrazu przestawić na obliczanie konstrukcyj z zastosowaniem wyższego naprężenia choćby tylko z powodu braku środków pomocniczych, jak tabel i t. p., które jeśli chodzi np. o naprężenie 1800 kg/cm^2 , nie znajdują się w handlu księgarskim, a nawet nie są może jeszcze opracowane. Wyłania się więc problem dodatkowy szczególnie nas tutaj interesujący — problem łatwej zamienności. Chodzi zatem o to, by można było uzbrojenie z żelaza okrągłego bez trudu zastąpić uzbrojeniem ze stali o wyższej wytrzymałości, bez potrzeby przeliczeń i zmian w projekcie, które normalnie musiałyby nastąpić. Do tego celu prowa-

dzi tylko jedna droga — należy zaprojektować wkładki stalowe równoważne z odpowiednimi wkładkami z żelaza okrągłego. Równoważnymi będą wkładki stalowe z odpowiednimi wkładkami żelaznymi wtedy, gdy przy odpowiednio zmniejszonym przekroju w stosunku do obranego naprężenia dopuszczalnego, będą miały ten sam obwód. Siły działające wtedy na pręt będą identyczne, albowiem iloczyn z przekroju i naprężenia dopuszczalnego będzie ten sam, zaś przyczepność z powodu równości obwodów również ta sama. Jeżeli zatem zaprojektujemy oznaczoną ilość przekrojów specjalnych, odpowiadających normalnie używanym średnicom żelaza okrągłego, będziemy mogli bez trudu i bez zmian w obliczeniach wkładki żelazne zamieniać na stalowe z jednym jednakożo zastrzeżeniem — o ile chodzi o wkładki rozciągane, które stanowią 70 do 100% całości uzbrojenia, zależnie od rodzaju konstrukcji. Jeżeli nazwiemy przekrój żelaza okrągłego o danej średnicy „ d ” przekrojem macierzystym, to dadzą się zaprojektować różne przekroje związane z nim w ten sposób, iż przekrój będzie mniejszy w stosunku do obranego naprężenia dopuszczalnego, zaś obwód ten sam.

Profile te jednak powinny odpowiadać następującym warunkom:

1. powinny być łatwe do walcowania, by można było ze stali wykonać nawet najmniejsze przekroje.

2. Nie powinny zabierać dużo miejsca, o ile możliwości nie więcej niż profil macierzysty, lepiej mniej.

3. Odpowiedni numer profilu powinien być łatwy do sprawdzenia.

4. Profil powinien się składać o ile możliwości z krzywych wzgl. łuków kołowych a nie z prostych, gdyż jest znaną rzeczą, iż największą przyczepność okazują pręty o przekroju okrągłym, zaś profile o przekroju ograniczonym prostymi i o kantach ostrych, posiadają przyczepność daleko mniejszą.

Z pośród rozmaitych możliwych kształtów profilów, które przy opracowywaniu tego problemu brałem pod uwagę, przytoczę tu niektóre, najbardziej charakterystyczne.

Założmy, iż przekroje te mają być obliczone na naprężenie dopuszczalne 1800 kg/cm^2 . Jeżeli dana średnica przekroju macierzystego żelaza okrągłego jest „ d ”, powierzchnia przekroju tegoż

$$F_z = \frac{d^2 \pi}{4} = 0,7854 d^2, \text{ to w myśl założenia będzie}$$

powierzchnia przekroju profilu stalowego

$$F = \frac{F_z}{1,5} = 0,5236 d^2, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 1$$

zaś jego obwód

$$U = d\pi = 3,1416 d. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 2$$

Przyjmijmy jako kształt przekroju, kształt prostokąta z zaokrąglonymi narożnikami wg. ryc. 1. Równania zasadnicze dla tego przekroju będą następujące:

$$F = r^2 \pi + 2ar + 2cr + ac = 0,5236 d^2 \quad . \quad 3$$

$$U = 2r\pi + 2a + 2c = 3,1416 d \quad . \quad 4$$

²⁾ Np. stosowana w Czechosłowacji stal „Roxor“ jest stalą profilową z żeberkami.

Najkorzystniejszy przekrój otrzymamy, podstawiając w powyższych równaniach $c = r$, otrzymamy zatem równania 3 i 4 w postaci:

$$F = 5,14 r^2 + 3 ar = 0,5236 d^2 \quad . \quad . \quad 5$$

$$U = 8,28 r + 2 a = 3,1416 d \quad . \quad . \quad 6$$

Rozwiązanie tych równań daje nam zasadnicze wymiary profilu, zatem:

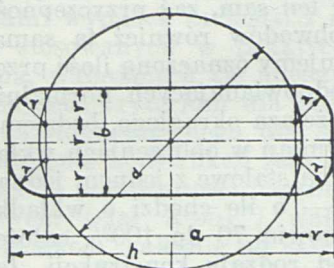
$$r = 0,1427 d, \quad a = 0,9800 d, \quad h = 1,2654 d \quad . \quad . \quad 7$$

r promień łuku wypukłego żebra profilu,
 r_1 " " wklęsłego " "
 s długość prostej przejściowej,

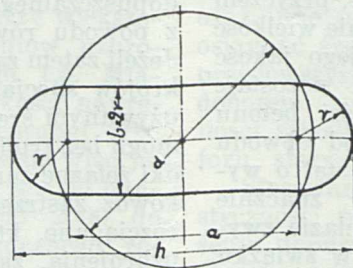
to chcąc wyznaczyć niewiadome r, r_1, s postępujemy w sposób następujący:

Przyjmujemy dla wszystkich profiliów:

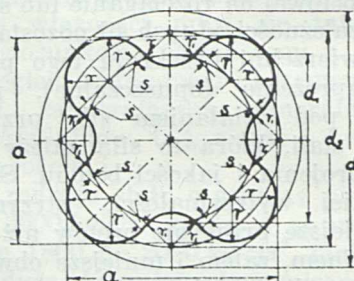
$$r = \frac{a d}{1,5 n} = 0,6667 \frac{a d}{n} \quad . \quad . \quad . \quad 9$$



Ryc. 1.



Ryc. 2.



Ryc. 3.

Podstawiając w równaniach 3 i 4, $c = 0$, otrzymujemy kształt profilu wg. ryc. 2, o wymiarach zasadniczych:

$$r = 0,2113 d, \quad a = 0,9070 d,$$

$$b = 0,4226 d, \quad h = 1,3296 d \quad . \quad . \quad . \quad 8$$

Przekroje wg. ryc. 1 i 2, jak widać nie spełniają w zupełności wszystkich wymogów poprzecznie wyszczególnionych; są wprawdzie bardzo łatwe do walcowania, jednakowoż z innych względów niezbyt zadowalniające. Musimy zatem przejść do innych rozwiązań. Nasuwa się tu na myśl kształt przekroju żebrowy, oparty na wieloboku umiarowym, a złożony z łuków kołowych. Najprostszy byłby tutaj kształt oparty na kwadracie (pr. ryc. 3 i 4) chociaż możliwe są i inne, oparte na trójkącie, pięciokącie, sześciokącie i ośmiokącie (por. ryc. 5 do 8). Obliczanie tego rodzaju profilu przedstawi się następująco:

na wyznaczenie zaś pozostałych wartości otrzymujemy następujące dwa równania:

$$F = \frac{n}{2} r \pi + 2 n r s + \mu (2 r + 2 r_1)^2 - r_1^2 \pi \frac{n-2}{2} \quad 10$$

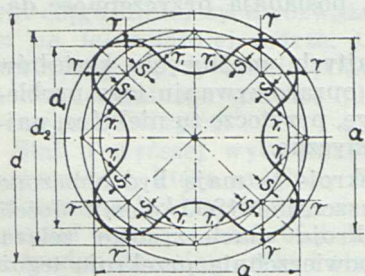
$$\frac{d}{2} = r + s + (r + r_1) \operatorname{ctg} \varphi / 2 \quad . \quad . \quad . \quad 11$$

Przyjmując: $F = m d^2$, $r = x d$, $r_1 = y d$, $s = z d$, otrzymujemy te równania w nieco zmienionej postaci:

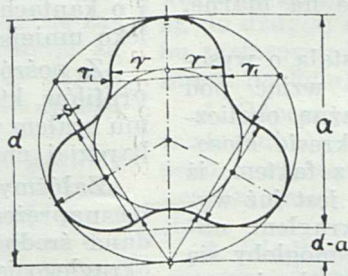
$$x = 0,6667 \frac{a}{n} \quad . \quad . \quad . \quad 12$$

$$\left(\frac{n \pi}{2} + 4 \mu \right) x^2 + \left[4 \mu - \frac{\pi (n-2)}{2} \right] y^2 + 8 \mu x y + 2 n z - m = 0 \quad . \quad . \quad 13$$

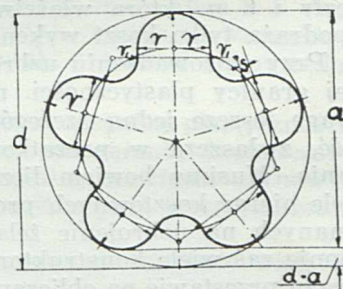
$$\left(1 + \operatorname{ctg} \frac{\varphi}{2} \right) x + \operatorname{ctg} \frac{\varphi}{2} y + z - \frac{1}{2} = 0 \quad . \quad 14$$



Ryc. 4.



Ryc. 5.



Ryc. 6.

nazwijmy przez:

n ilość boków wieloboku opisanego na profilu, o kole wpisanem w ten wielobok, równem średnicy „ d ”,

d średnicy danego przekroju żelaza okrągłego,

$\varphi = 360^\circ / n$,

$\mu = n 4 \operatorname{ctg} \varphi / 2$,

F powierzchnię profilu daną w zależności od naprężenia dop.,

α współczynnik zależny od naprężenia dop. (dla 1800 kg/cm^2 $\alpha = 1$),

Z powyższych trzech równań można wyznaczyć wszystkie potrzebne wartości dla jednoznaczного określenia profilów. Obwód obliczamy ze wzoru:

$$U = n \left[r \pi + 2 s + \frac{r_1 \pi}{180^\circ} (180^\circ - \varphi) \right] =$$

$$= 3,14 n \left[r + r_1 \left(1 - \frac{\varphi}{180^\circ} \right) + 0,637 s \right] \quad . \quad 15$$

względnie, jeżeli podstawimy: $U = \mu d \pi$:

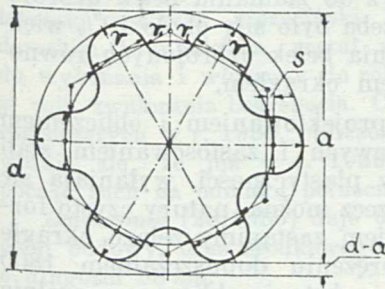
$$\mu = n \left[x + \left(1 - \frac{\varphi}{180^\circ} \right) y + 0,637 z \right] \quad . \quad 16$$

I tak otrzymujemy np. dla przekroju oparte-
go na kwadracie wg. ryc. 3:

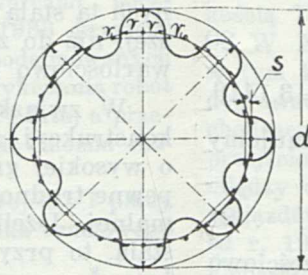
$$\text{dla } k_2 = 1800 \text{ kg/cm}^2: F = 0,5236 d^2, U = 3,1950 d, \\ d_1 = 0,6666 d, d_2 = 0,8552 d, r = 0,1667 d, \\ r_1 = 0,1357 d, a = 0,8048 d, s = 0,0310 d,$$

$$\text{zaś dla takiegoż przekroju, lecz dla } k_2 = 2000 \text{ kg/cm}^2 \text{ (ryc. 4): } F = 0,4712 d^2, U = 3,2365 d, \\ d_1 = 0,7200 d, d_2 = 0,8617 d, r = 0,1400 d, r_1 = 0,1647 d, \\ a = 0,7891 d, s = 0,0553 d.$$

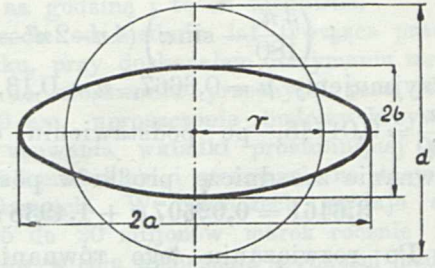
promieniem r łuki odwrotne, to jak z rysunku widać, obwód profilu będzie równy obwodowi koła. Ulepszony taki profil nadający się lepiej do użytku przedstawia ryc. 11. Jak już na pierwszy rzut oka widać, profil ten odpowiada najlepiej wszystkim żądanym wymaganiom; jest łatwy do walcowania, da się użyć w dwóch położeniach: poziomem i pionowym, przyczem w położeniu poziomem nie zabiera więcej miejsca niż macierzysty profil okrągły; odpowiedni nr. profilu jest bardzo łatwy do sprawdzenia, gdyż wysokość je-



Ryc. 7.



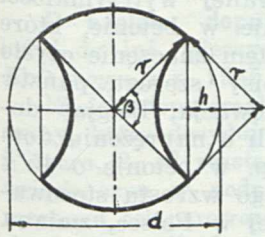
Ryc. 8.



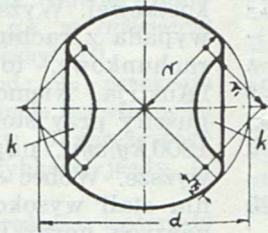
Ryc. 9.

Jak widzimy, obwody tych przekrojów są na-
wet nieco większe, niż obwód koła macierzystego,
co naturalnie jest tylko korzystne.

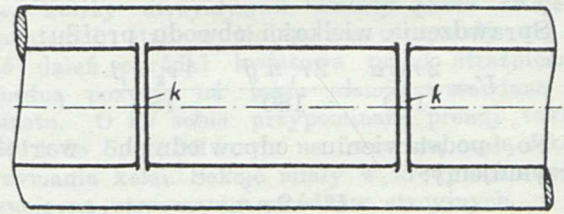
go równa się średnicy przekroju macierzystego;
w końcu składa się z samych tylko łuków koło-
wych, przyczemność jego będzie zatem zadowal-



Ryc. 10.

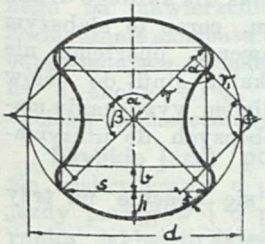


Ryc. 12.

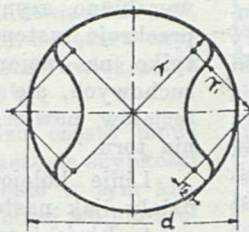


Profile te, zwłaszcza zaś te wg. ryc. 3 i 4,
odpowiadałyby już prawie zupełnie żądanym
wymaganiom. Jedna trudność, jakaby tu zachodziła, to stosunkowo trudne walcowanie, przy
najmniejszych profilach prawie że niemożliwe.
Należałoby zatem poszukiwać przekroju jeszcze
lepszego.

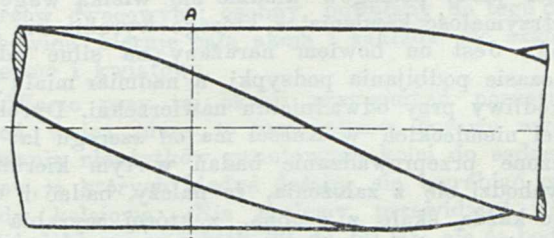
niająca. Profil ten z powodu swej prostoty po-
siada zatem zalety, predysponujące go w pierw-
szym rzędzie do użytku praktycznego; w połącze-
niu ze stalą o wysokiej granicy plastyczności,
o której była mowa poprzednio, stanowi on wła-
śnie nowy typ uzbrojenia dla konstrukcyj żelbe-
towych systemu autora, odznaczający się



Ryc. 11.



Ryc. 13.



Pominąwszy, o znaczeniu czysto teoretycznym
profil eliptyczny wg. ryc. 9, znajdujemy bardzo
proste rozwiązanie tego problemu, przedstawio-
ne na ryc. 10. Jeżeli bowiem dobierzemy kąt β
tak, by powierzchnia przekroju była równa żą-
danej, następnie zaś prowadzimy tym samym

w pierwszym rzędzie tem, iż pręty stalowe roz-
ciągane są zamienialne z odpowiednimi pręta-
mi żelaznymi bez naruszenia warunków statycz-
nych, o czym będzie jeszcze mowa w dalszym cią-
gu. Obliczenie tego profilu (ryc. 11) przedstawia
się zatem następująco:

nacisków osiowych. Przy wymianie ciągłej pierwszej kategorii odzyskany materiał, po naprawieniu, względnie usunięciu zbitych styków szyn, idzie na nawierzchnię tej kategorii kolei, gdzie ma służyć 20 do 22 lat.

3. Ta kategoria obejmuje wszystkie inne pozostałe tory, które mają być konserwowane odzyskiem z wymiany nawierzchni kategorii drugiej (*Verkehrstechnische Woche* 34/1935, *Przegląd pism. kolej.* 10/1935).

Nowa linja kolejowa przez środek Berlina. Projekt przeprowadzenia linii średnicowej w Berlinie, łączącej dworzec szczeciński z dworcami poczdamskim i anhalckim, został w r. 1933 przyjęty do wykonania i włączony do robót, podejmowanych w celu zwalczania bezrobocia. Czas wykonania robót rozpoczętych w r. 1934, obliczono na 4 lata, a przewiduje się, że już w r. 1936 będzie można rozpocząć ruch na odcinku północnym.

Bautechnik (28/1935) daje opis projektu i plany całej budowy, oraz środkowego odcinka tunelowego o długości 58 km.

Całkowity koszt budowy ma wynosić 170 milj. marek, zaś po odjęciu kosztów na wywłaszczenia i ogólnych 135 milionów marek, z czego przypadnie 72% na budowę, 18% na urządzenia elektryczne, 3% na nawierzchnię, 7% na tabor. Zajęcie otrzyma 11.000 ludzi, z tego 5.000 na miejscu budowy.

O nacisku dopuszczalnym na nawierzchnię mówi dr. inż. Mieczysław Bessaga w *Inżynierze Kolejowym* z r. 1935, str. 287, zeszyt 10.

Nacisk dopuszczalny zależy od: 1. przekroju szyny, który decyduje o jej momencie bezwładności i oporu, 2. od rozstępu podkładów, 3. sprężystości ugięcia szyn w podporach, 4. szybkości jazdy, 5. rozstawu osi parowozów i t. d.

Autor analizuje wzór na naprężenie materiału szyny, zalecony przez Min. Komunikacji w maju 1934, przyczem podciąga pod rozbiór i wzór dra inż. Karola Skibińskiego; daje dwa nomogramy i pięć tablic, dochodząc ostatecznie do rezultatu, że zwiększenie powierzchni podkładki o 100% t. j. z 200 na 400 cm² zwiększa nacisk dopuszczalny zależnie od innych okoliczności, od 4% do 8%. Zmniejszenie rozstępu podkładów z 85 cm do 65 cm zwiększa nacisk w granicach od 8% do 17%. Najwybitniejszą rolę w odniesieniu do nacisku dopuszczalnego na nawierzchnię odgrywa przekrój szyny. Zwiększenie momentu bezwładności z 500 na 1000 cm⁴, odpowiadające zwiększeniu przekroju i ciężaru szyny o około 40%, pociąga za sobą zwiększenie nacisku dopuszczalnego o 40 do 50%.

Szybkie jazdy pociągów. Bardzo często mówi się bezkrytycznie o potrzebie zwiększenia szybkości jazdy pociągów i o powolnym postępie w tym kierunku, jakby to zależało tylko od dobrej woli miarodajnych czynników i niewielkiego wkładu pieniędzy.

Zapomina się przytem, że gdy budowano na kontynencie Europy koleje, nikomu nie przychodziło na myśl przypuszczenie, że będziemy kiedykolwiek chcieli po nich jeździć z szybkością 150 km na godzinę, jaką osiągnął „latający hamburczyk“. Nie biorąc w rachubę konstrukcji parowozów, należy pamiętać, że ani łuki, ani spadki, założenia stacyj i mostów nie są liczone dla takich szybkości, a wszel-

kie odnośne przeróbki połączone są z olbrzymimi kosztami. Nie są to bowiem przeróbki drobne, łączą się one nieraz z koniecznością przesunięcia mostów, przekładania nasypów, wykopów, oraz całych stacyj.

W Niemczech poświęca się temu przedmiotowi baczna uwaga, a nawet wiele działa w tym kierunku. *Verkehrstechnische Woche* (zeszyt 34 i 35 z r. 1935) podaje, że w Niemczech $\frac{1}{3}$ kolei założona jest w łukach, z tego $\frac{1}{3}$ o promieniu 500 m, a nawet poniżej 300 m.

Mając na uwadze bezpieczeństwo ruchu, oraz bezpieczeństwo podróżnych i ich wygodę, w łukach o promieniu 300 m można jechać najwyżej z szybkością 75 km na godzinę i to od niedawna.

W Niemczech od siedmiu lat trwająca praca w tym kierunku, przy doskonałym utrzymaniu toru, doprowadziła do stosowania przechyłki toru, dochodzącej 160 mm, uproszczenia budowy krzywej przejściowej, usuwania wkładki prostolinijnej pomiędzy dwoma kontrlukami i stosowania na stacjach rozjazdów łukowych. W Niemczech wydaje się od r. 1929 15 do 20 milionów marek rocznie na ulepszenie torów w celu wzmoczenia szybkości jazdy.

Ogrodnictwo a koleje. Sprawa zieleńców i ozdób kwiatowych na kolejach jest tak starą jak kolejnictwo samo. W Małopolsce za czasów zaborczych przy prywatnej kolei lwowsko-czerniowieckiej był osobny urzędnik-ogrodnik do nadzorowania ogrodów stacyjnych i żywoptów. Austrjackie koleje państwowe przeznaczały stale nagrody dla droźników, którzy utrzymywali kwiaty przed swoimi strażnicami, stąd w Małopolsce utrzymały się po dziś dzień ogródki kwiatowe przed strażnicami. Odnośną pozycję na takie premje wstawiano do budżetu. O ile sobie przypominam premij takich było 3 do 5 po 20 koron na ówczesną małą sekcję utrzymania kolei. Sekcje miały w kredytach swoich pozycję na utrzymanie ogródków stacyjnych.

Wedle *Zeitung d. Vereines mitteleurop. Eisenbahnverwaltungen* (24/1935) po wojnie światowej akcję w tym kierunku wznowiło Tow. Kolei Niemieckich i ogłosiło nawet w r. 1929 konkurs na przyozdabianie kwiatami i roślinami gmachów kolejowych, wyznaczając za najlepsze wyniki nagrody pieniężne. Akcja ta wydała korzystne rezultaty, nawet rywalizację, dochodzącą do pielęgnacji krzewów użytecznych, jak morele, brzoskwinie, latorośl winna i różne jagody. Akcja postępuje w tym kierunku dalej, personalowi dostarcza się sadzonek i drzew owocowych; osobny, powołany do tego celu fachowiec kieruje całą akcją i zakłada się szkółki drzewne i kwiatowe.

Warto przy tej okazji przypomnąć poruszaną przed wojną przez to samo pismo, sprawę wyżytkowania nieużytków gruntowych kolei do sadzenia drzew, z których kiedyś dałoby się wyrabiać podkłady kolejowe. Nie możemy przewidzieć jaka będzie ich cena za jakich 30 do 50 lat, ale że będzie wysoka, to rzecz pewna, bo drzewostan światowy maleje w gwałtownym tempie.

Pierwszy polski wagon silnikowy. Inż. Oskar Ogurek podaje w *Inżynierze Kolejowym* (8/1935) opis wagonu silnikowego, wykonanego całkowicie w Polsce. W pracy podany jest opis: 1. silnika, 2. przekładni, 3. wagonu i 4. wyniku jazd próbnych. Całość uzupełnia 14 rysunków.

Wagon został zbudowany przez Warszawską Spółkę Akcyjną Budowy Parowozów, obecną wytwórną parowozów Zakładów Ostrowieckich i wytwórną wagonów Lilpop-Rau i Loewenstein. Zastosowany w wagonie zespół napędny, składający się z silnika dieslowskiego i przekładni mechanicznej jest również pochodzenia czysto krajowego i został opracowany przez dr. inż. L. Ebermana, prof. Politechniki Lwowskiej.

Stwierdzone podczas prób szybkości jazdy wagonu przedstawiają się jak następuje:

W poziomie:	maksimum	85 km	na godzinę
na wzniesieniu 8 ⁰ / ₀₀ :	65	do 70	" " "
" 10 " :	55	" 60	" " "
" 19 " :	45	" 48	" " "
" 25 " :	25	" 32	" " "

Przy normalnej ilości 800 obrotów na minutę największa szybkość jazdy wynosi 80 km na godzinę, jeżeli średnica okręgu tocznego kół napędnych wynosi około 1000 mm. Przy planowaniu rozkładów jazdy należy brać największą szybkość 75 km na godzinę.

Ponieważ wagon jest przeznaczony do ruchu miejscowego na drugorzędnych liniach bocznych, szybkość ta jest wystarczająca. Wzmocnienie jej przy innych wagonach jest wykonalne.

Inż. A. W. Krüger.

Mosty

Most na kanale Alberta w Vroenhoven opisują Dalarcq i Santilman w *Ann. des trav. publ. de Belgique* (1934, str. 597). Jest to most trzyprzęglowy, sklepiony, betonowy, o łukach trójprzęglowych, przekraczający kanał ukośnie, pod kątem $\alpha = 80^{\circ} 20'$. Wykonano go jednak jako prosty, zwiększając nieco rozpiętość przęsła środkowego na $l = 48,99$ m. Pomost jest żelbetowy. Kształt łuku przyjęto wedle linii ciśnienia dla ciężaru stałego. Przeguby zastosowano Freyssineta.

Most łukowy żelbetowy na przełęczy Trient pod Gneuroz opisuje Schw. *Bauz.* (1934/II, str. 303). Śmiała dwa łuki mają po 98,5 m rozpiętości; szerokość pomostu 5 m. Dr. M. Thullie.

Recenzje i krytyki

„Nowsze mosty stalowe niemieckich kolei państwowych“ (Neuere Stahlbrücken der deutschen Reichsbahnen) napisał J. Karig (Berlin 1934).

Z okazji dziesięciolecia wydawnictwa „Die Bautechnik“ autor opisuje mosty zbudowane w czasie od 1923 do 1932 r. przez kolej państwową w Niemczech, opierając się na artykułach w „Die Bautechnik“ i innych danych urzędowych. Z początkiem tego okresu Niemcy składały się z wielu państw i państewek, które wydawały rozmaite przepisy techniczne. Obecnie Niemcy stanowią jedną całość i te same przepisy obowiązują w całych Niemczech. W tym przeciągu czasu wprowadzono do budowy mostów w szerokim zakresie stal wyborową i spawanie i powiększono znacznie obciążenie mostów.

Nowe przepisy mostowe niemieckie omówiono tu szczegółowo. Zwiększono bardzo obciążenie pociągiem normalnym o 50 do 100%. Gdy według dawniejszych przepisów ciężar parowozu wynosił 7 do 8 t/m, to teraz przy pociągu N wynosi on 13,7 t/m. Gdy przedtem przyjmowano dwa parowozy na przedzie pociągu, teraz przyjmuje się wozy ciężarowe z obu stron grupy parowozów, zdaniem moim zupełnie niepotrzebnie, bo w praktyce takie obciążenie jest niedopuszczalne. Także zniesiono różnicę między kolejami głównymi i drugorzędymi z po-

wodu, że podobno nie opłaca się dla tych kolei utrzymywanie osobnych lepszych parowozów. Jeżeli tak się rzecz ma z torami dojazdowymi i krótszymi kolejami drugorzędowymi, to nie wydaje mi się to uzasadnionem dla licznych dłuższych kolei drugorzędnych, gdzie opłaca się używanie lepszych parowozów. Podwyższono też znacznie naprężenia dopuszczalne, uwzględniając jednak spólczynnik wstrząśnień, który jest różny wedle tego, czy szyny są podparte wprost, dźwigarami głównymi, czy spoczywają na podkładach poprzecznych, czy też pomost jest żwirowany. Jako natężenie dopuszczalne przy uwzględnieniu siły odśrodkowej, zmiany ciepłoty i wstrząśnień wyznaczono dla St 37 1400 kg/cm², a więc aż 60% naprężeń przy granicy ciastowatości. Przy uwzględnieniu wiatru, hamowania, tarcia i t. d. nawet 1600 kg/cm² (1). W stosunku do zwiększonej granicy ciastowatości dla stali wyborowej zwiększa się też proporcjonalnie naprężenie dopuszczalne. Spólczynnik wybożenia w także zwiększono równie, jak i ciśnienie dopuszczalne na ściankę dziury nitu do 2,5-krotnej wielkości naprężenia dopuszczalnego. Niemcy wyznaczają więc wymiany zeszkłałów stalowych nawet przy mostach kolejowych znacznie śmieiej, niż my, przyczem chodzi o oszczędność choćby z pomniejszeniem pewności.

Dalej autor opisuje, wykonane w tym perjodzie, mosty nowe względnie wzmocnienia starych. Najprzód opisuje on mosty blaszane, używane obecnie do znacznie większych rozpiętości do 42 m, przyczem wysokość ścianki wynosiła 3,3 m. Przy moście w Ulmie zbudowano belki blaszane ciągle czteroprzęglowe dla rozpiętości 37,35, 62,25, 49,8 i 41,5 m. Dalej omawia autor dźwigary ramowe i obetonowane. Ostatnie używane są zwłaszcza przy przejazdach nad koleją. Obetonowanie usuwa niebezpieczeństwo rdzy i tłumi turkot.

Mosty kratowe mają przeważnie belki równoległe, nawet dla znacznych rozpiętości. Zakończenie tych belek jest zwykle trapezowe. Most na Renie pod Wesel ma $l = 103,55$ m i belki ciągle. Most na Mozeli w Alt-Buliy ma belki równoległe i $l = 88$ m. Mniejsza ilość mostów kratowych ma belki wieloboczne. Mosty łukowe budują przeważnie tylko dla większych rozpiętości. Wykonano też pewną ilość mostów ruchomych, obrotowych, jak na Odrze w Szczecinie, podnoszonych, jak na Bregoli w Królewcu i innych. Następnie autor omawia mosty spawane; dowiadujemy się że dla badania szwów używają tam przyrządów Röntgena.

Osobny ciekawy rozdział poświęca autor zestawieniu mostów żelaznych. Mniejsze mosty ustawia się gotowe na łożyska zapomocą dźwigów. Niektóre wypadki przedstawiają znaczne trudności, jeżeli ruch pociągów niema doznać przerwy.

Następny rozdział o wzmocnianiu mostów jest bardzo ciekawy. Wiadomo, że przy wzmocnianiu mostów dodane nowe części niosą tylko część ciężaru ruchomego i są niewyżyskane. Aby dalsze części mostu współdziałały w noszeniu także ciężaru własnego, musi się most cały podeprzeć, aby uwolnić konstrukcję starą od naprężeń z ciężaru własnego. Wtedy wykorzystujemy dobrze dodane części. Tego sposobu często w Niemczech używają.

W następnym rozdziale omawia autor pomost mostów kolejowych. Dla zmniejszenia wstrząśnień unika się obecnie zetknięć szyn. Przy małych mostach używa się w tym celu długich szyn (do 30 m), przy większych spawa się szyny na zetknięciach. Szyny spoczywają zwykle na podkładach z drzewa miękkiego, napawanego. Trwają one zwykle do 14 lat. Między szynami pokrywa się pomost blachą falistą. Przy użyciu żwirówki używano dawniej pukłówek lub blach łukowych. Ale odwodnienie ich jest trudne, gdyż otwory w blasze łatwo się zamulają. Obecnie używa się zwykle blach płaskich, odpowiednio podpartych, ze spadem ku belkom, gdzie zakłada się rury odwadniające. Dla uzyskania nachylenia 15 do 20% pomocnicze mają kształt wypukły.

Książka Kariga, opatrzona licznymi rycinami, zobrazowuje dobrze postęp w budowie mostów kolei niemieckich i godna jest pilnego przestudjowania.

Dr. M. Thullie.

Prof. W. Mozer: „Budowa i obliczanie części parowozów“ (190 str. i tabele). Lwów, 1935. Kom. wydawn. Bratniej Pomocy Politechniki. Znany już ze swych dzieł z dziedziny maszyn kolejowych profesor Politechniki Lwowskiej, inż. W. Mozer opracował obecnie nowe

dział, obejmujące „Budowę i obliczanie typowych części nowoczesnych parowozów“, z uwzględnieniem nowych postępów i typów, wprowadzonych w ostatnich czasach w kolejnictwie polskim. Dzieło to, ocenione już przez specjalistów pochlebnie, podaje w doskonałym, krótkim ujęciu zasady konstrukcji kilkunastu ważnych elementów lokomotyw parowych z odpowiednimi obliczeniami i rozważaniami krytycznymi. Autor przedstawia kolejno osie pędowe i luźne, koła z obręczami, ciężary wyrównawcze czyli odciażki, wały proste i wygięte, korby, łoża zwane maźnicami, łącznie z przedstawieniem nowych zasad poprawnego smarowania czopów, łączniki (korbowody) pędowe i sprzęgowe, wodziki (krzyżulce) i prowadnice, cylindry z pokrywami, dławikami i dodatkami, tłoki, trzony tłokowe i t. d. Następnie podaje dwie tabele normalnych metali używanych w budowie i ruchu maszyn kolejowych i tablice rysunkowe większych rozmiarów.

Ryciny są starannie dobrane i wzorowo wykonane. Na rys. 87 zauważyłem, że strzałki dla sił P/2 powinny być odwrotnie skierowane jak strzałki ciśnień panewki na poprzeczną część głowicy. Zawily rozkład momentów na rys. 63 przedstawiono wyraźnie za pomocą używanej u nas metody wykresów przestrzennych.

Ogólne wrażenie tej pracy prof. Mozera jest bardzo korzystne i dlatego sądzę, że dzieło to znajdzie pełne uznanie we wszystkich biurach konstrukcyjnych i pracowniach kolejowych.

E. Hauswald

Listy nadesłane do Redakcji

P. Prof. Dr. Mieczysław Wolfke (Warszawa, Politechnika), nadsyła następującą notatkę, dotyczącą artykułu p. doc. Dr. Alfonsa Chmielowca p. t. „Prawo refleksji jako jako wypadek szczególny ogólniejszego prawa przyrody“ (por. Cz. T. Nr. 13, str. 261):

„Autor powyższej wymienionej pracy, na podstawie elementarnych rozważań nad odbiciem się promieni świetlnych od zwierciadła płaskiego, dowodzi, że „promień światła wyszukuje sobie drogę najkrótszą, aby się dostać do oka“ i przypuszcza, że prawo to „obejmuje... także prawo rozchodzenia się promieni wogóle“. Wniosek ten jest zasadniczo błędnym i wystarczyłoby, aby autor przeprowadził swoje rozważania nad załamaniem się promieni świetlnych przy przejściu ich z jednego ośrodka do drugiego, żeby sam się przekonał, iż tam droga promienia bynajmniej nie jest najkrótszą.

Wniosek autora jest jedynie wtedy słusznym, gdy mamy do czynienia tylko z jednym ośrodkiem optycznym. W takim wypadku twierdzenie autora pokrywa się w skutkach z najelementarniejszą formą zasady Fermata, według której promień świetlny biegnie pomiędzy dwoma punktami po takiej drodze, aby czas (nie zaś sama droga) zużyty na jej przebycie był najkrótszym. W ogólnym wypadku zasada Fermata wyraża się twierdzeniem, że cała linjowa drogi optycznej wzdłuż promienia pomiędzy dwoma punktami P_1 i P_2 tej drogi posiada wartość ekstremalną, czyli że jej warjacja musi być równą zeru:

$$\delta \int_{P_1}^{P_2} n \cdot ds = 0,$$

gdzie n oznacza współczynnik załamania w danym punkcie elementu drogi ds .

P. Dr. Chmielowiec, w sprawie powyższej nadesłał następującą odpowiedź:

„Z zainteresowaniem przeczytałem uwagi p. Prof. Wolfkego. Oczywiście miałem na myśli jeden ośrodek optyczny. Przyznaję, że nie zaznaczyłem tego wyraźnie, zatem dobrze się stało, że ze strony kompetentnej naprawiono tę niedokładność“.

Kronika techniczna

Oddział Lwowski S. I. M. P. organizuje w dniach 23 i 24 b. m. dwudniową wycieczkę do Fabryki Związków Azotowych w Mościcach. Część uczestników będzie mogła wziąć również udział w wycieczce z Mościc do Rożnowa

celem zwiedzenia terenu budowy zapory wodnej na Dunajcu.

Wyjazd ze Lwowa nastąpi w sobotę, 23 b. m. o godz. 6,15; powrót w poniedziałek, o godz. 0,15.

Koszta wycieczki obejmą utrzymanie i nocleg w Tarnowie oraz przejazd koleją. Zniżka kolejowa zależy będzie od ilości uczestników wycieczki.

Zgłoszenia na wycieczkę przyjmuje Sekretarjat S. I. M. P. (Politechnika, kat. turbin parowych) do dnia 15 b. m. Przy zgłoszeniu należy złożyć zaliczkę w wysokości 15 złotych.

Nekrologia

Dnia 4-go b. m. zmarł Dr. Inż. Jan Łopuszański, Profesor Politechniki Lwowskiej, b. minister Robót Publicznych, wybitny polski hydrotechnik.

Ś. p. Jan Łopuszański urodził się dnia 5 sierpnia 1875 r. Dyplom inżynierski otrzymał w Politechnice Lwowskiej, poczem wstąpił do służby technicznej w Galicyjskim Wydziale Krajowym. W roku 1911 promowany na doktora nauk technicznych, w roku 1913 objął Katedrę Budownictwa Wodnego w Politechnice Lwowskiej. We wrześniu 1922 objął po ś. p. Narutowiczu tekę Robót Publicznych, którą piastował do grudnia 1923. Powróciwszy do pracy naukowej, w roku 1925/26 był Dziekanem Wydz. Inżynierji, zaś w r. akad. 1926/27 piastował godność Rektora Politechniki Lwowskiej. Przedwczesna śmierć odebrała go od żywotnego warsztatu pracy naukowej i pedagogicznej.

W pochodzie pogrzebowym na cmentarz Łyczakowski w dniu 6-go b. m. trumnice Zmarłego towarzyszyli Senat i Profesorowie Politechniki Lwowskiej, liczni reprezentanci lwowskich sfer inżynierskich, wśród nich delegacja P. T. P., licznie zebrana młodzież technicka i tłumy publiczności. Przed domem żałoby przemówił imieniem Wydziału Inżynierji P. L. Dziekan Wereszczyński. Kondukt zatrzymał się przed gmachem Politechniki, gdzie Zmarłego pożegnał przemówieniem J. M. Rektor Nadolski. Nad mogiłą, na cmentarzu, przemówili: Prof. Dr. Matakiewicz imieniem Kolegów Zmarłego, oraz przedstawiciele Asystentów Politechniki i Młodzieży technickiej.

Ś. p. Profesor Łopuszański był członkiem P. T. P. od roku 1900. Prace swe publikował często w *Czasopiśmie Technicznym*. Za Jego sprawą, w roku 1923, *Czasopismo Techniczne* zostało przekształcone na organ Ministerstwa Robót Publicznych.

Cześć Jego pamięci!

Sprawy Stanu Inżynierskiego.

Organizacja Świata Technicznego. W związku z organizacją Świata Technicznego omawianą obecnie w Prezydium N. O. I., odbyła się dnia 5 maja b. r. w lokalu P. T. P. we Lwowie konferencja, na którą przybyli z Warszawy: Prezes N. O. I. Wiceminister Inż. A. Bobkowski, Wiceprezesi Inż. J. Straszewicz i Inż. Diakiewicz oraz z Poznania Wiceprezes Inż. Z. Sochacki. Z ramienia Stow. Pol. Inż. Przem. Naft. przybyli z Borysławia: Inż. Wojciechowski i Inż. T. Bielski. Z ramienia Izby Inżynierskiej udział w konferencji wzięli: Inż. Inż. Kolbuszowski, Kinel i Marszałek Pol. Tow. Polit. reprezentowali: Inż. Inż. Blum, Kozłowski, Marynowski, Prof. Dr. Matakiewicz, Rektor Dr. Nadolski, Nosowicz i Rybicki.

Sprawozdanie z przebiegu Konferencji opublikowane będzie w następnym numerze *Czasopisma Technicznego*. (S. S.).

Sprawy Towarzystwa

Wydział Główny P. T. P. uchwalił na posiedzeniu dnia 13 stycznia 1936 r. rozpisac konkurs na pracę naukową, na dowolny temat z dziedziny techniki, za którą nagroda w wysokości 600 zł. (która ewentualnie może być podzieloną na dwie lub trzy po 300 zł. lub 200 zł.) wypłaconą będzie z funduszu im. Romana br. Gostkowskiego, przyczem zalecone są następujące tematy:

1. „Kwestja zajęcia bezrobotnych z uwzględnieniem ekonomiki budowy“.

2. „Rekonstrukcja krzywizn na naszych drogach dostosowana do potrzeb ruchu mieszanego“.

3. „Zadrzewienie dróg“.

4. „Ekonomia mostów kratowych w Polsce“.

5. „Zabezpieczenie przejazdów kolejowych“.

6. „Drzewo w budownictwie“.

7. „Jak poprzeć rozwój wodociągów i kanalizacji miast“.

8. „Znaczenie Instytutów badawczych dla rozwoju przemysłu“.

9. „Meljoracje rolne a ekonomja produkcji rolnej w rozmaitych stronach Polski“.

Nadto wypłacone będą nagrody po 200 zł. z fundusów ofiarowanych przez Syndykat Polskich Hut Żelaznych, za prace na tematy:

10. „Najekonomiczniejsze typy mostów stalowych mającej rozpiętości“.

11. „Stal i szkielec stalowy jako czynniki twórcze w architekturze“.

12. „Rury i przekroje rurowe w zastosowaniu do konstrukcyj budowlanych“.

O nagrody mogą się ubiegać autorzy, tak będący już członkami P. T. P. jak i ci, którzy posiadając warunki statutowe P. T. P. zgłaszają swoje przystąpienie do Towarzystwa i zostaną przez Wydział Główny P. T. P. przyjęci jako członkowie zwyczajni, przed terminem konkursu.

Termin wręczenia prac konkursowych w biurze Towarzystwa we Lwowie (ul. Zimorowicza 9) upływa dnia 30 grudnia 1936 r. o godz. 18-ej. Prace mają być opatrzone godłem uwidocznionem również na zamkniętej kopercie, zawierającej wewnątrz imię i nazwisko, oraz adres autora, jak również uwagę, o którą z powyższych nagród autor się ubiega. O przyznaniu nagrody rozstrzyga Wydział Główny P. T. P. we Lwowie na podstawie wniosków Komisji konkursowej, złożonej z trzech profesorów Politechniki i Prezesa P. T. P. pod przewodnictwem urzędującego Rektora Politechniki Lwowskiej.

Wydział Główny P. T. P.

Protokół z posiedzenia Wydziału Głównego Polskiego Towarzystwa Politechnicznego z dnia 2 marca 1936 r.

Obecni: Prezes inż. St. Rybicki, wiceprezes inż. Prachtel - Morawiański i 12 członków Wydziału.

1. Protokół z ostatniego posiedzenia z dnia 10 i 13 II b. r. po odczytaniu przyjęto.

2. Przyjęto na członków P. T. P. Inż. Marcina Wala-wendera i Inż. Piotra Krasickiego.

3. Sprawozdanie Tow. z działalności z a r. 1935. Inż. Marynowski referuje sprawozdanie Wydziału Głównego za r. 1935. Po dyskusji uchwalono przy-jąć powyższe sprawozdanie do zatwierdzającej wiadomości.

4. Zamknięcie rachunków Towarzystwa za r. 1935 omawia Inż. Nosowicz. Po dyskusji, w której zabierali głos Inż. Ciechanowicz, Inż. Nosowicz, Inż. Marynowski, Prof. Krzyczkowski, Inż. Blum, Inż. Prachtel - Morawiański, przyjęto do wiadomości zamknięcie rachunkowe P. T. P. za rok 1935.

5. Projekt N. O. I. Organizacji Świata Technicznego. Prezes Inż. Rybicki oświadcza, że sprawa powyższa zostanie przedyskutowana na posiedzeniu Komisji i zreferowana na najbliższym posiedzeniu Wydziału Głównego.

6. Sprawozdanie Delegata Towarzystwa do Komisji Matki. Inż. Welcher omawia dotychczasowy przebieg obrad Komisji Matki i porusza sprawę wniesienia rezygnacji przez Prezesa Inż. St. Rybickiego.

Po dyskusji, w której zabierali głos: Prezes Inż. Rybicki, Inż. Blum, Inż. Ciechanowicz, uchwalono wniosek Inż. Marynowskiego: „Wobec złożonego na posiedzeniu Wydziału Głównego dnia 2 marca 1936 r. oświadczenia Prezesa Towarzystwa p. Inż. Stanisława Rybickiego, że zamierza na Walnem Zgromadzeniu złożyć mandat Prezesa Polskiego Towarzystwa Politechnicznego już teraz, mimo, że mandat ten wygasa dopiero w r. 1937, uzupełnia się porządek obrad Walnego Zgromadzenia zgłoszeniem rezygnacji przez Pana Prezesa Inż. Rybickiego i wyborem Prezesa Towarzystwa na rok jeden.“

7. Wniosek Inż. Ciechanowicza w sprawie ankiety. Odczytano pismo Inż. Ciechanowicza z dn. 19. II. b. r., w którym przedkłada Wydziałowi kilka wniosków. Wnioski te zostały w pow. piśmie szerzej umotywowane. Po ożywionej dyskusji nad powyższymi wnioskami, w której zabierali głos Prezes Inż. Rybicki, Inż. Welcher, Dr. Aulich, na wniosek Inż. Nosowicza poparty przez Inż. Kozłowskiego, uchwalono wnioski Inż. Ciechanowicza zwrócić referentowi z prośbą o przeprowadzenie zmian stylistycznych, poczem wnioski powyższe zostaną dopiero poddane pod obrady Wydziału Głównego.

Uchwalono wniosek Prezesa Inż. Rybickiego, który wyłonił się po wykładzie inauguracyjnym prof. dr. E. Romera dn. 26. II. b. r. z okazji rozpoczęcia Kursu Żeglarskiego przez Akad. Zw. Morski o podjęcie akcji w sprawie uzyskania Kolonij dla Polski.

Odczytano pismo Izby Przemysłowo - Handlowej we Lwowie z zaproszeniem na konferencję porozumiewawczą w sprawie zaprojektowania dworców towarowych we Lwowie, która się odbędzie dnia 6. III. b. r.

Uproszono Inż. Marynowskiego do reprezentowania P. T. P. na powyższej konferencji.

Na tem posiedzenie zamknięto.

Nowi członkowie P. T. P. Wydział Główny P. T. P. przyjął jednogłośnie w dniu 4 maja b. r. następujących członków P. T. P.:

1. Inż. Michała Jarosława Brzostowskiego z Pragi Czeskiej, asystenta Politechniki Lwowskiej.

2. Inż. Izydora Kierniakiewicza z Jezupola, st. asystenta Politechniki Lwowskiej.

3. Inż. Mieczysława Lerskiego ze Lwowa, emer. Urz. Wojew.

4. Inż. Franciszka Remisza z Wilkowie bezpośr. po dyplomie.

5. Dr. Inż. Franciszka Wasilkowskiego z Pleszowa, adjunkta Politechniki Lwowskiej.

TREŚĆ: Inż. Łukasz Dorosz: Zjawisko naskórkowości prądów szybkozmiennych. — Inż. Roman Czyżowski: Samoczynna stacja pompowa Zakładów wodociagowych miasta Lwowa. — Inż. Dr. Franciszek Wasilkowski: Brama hangaru na samoloty. — Inż. Henryk Griffel: Stal wyborowa o wysokiej granicy plastyczności. — Przegląd czasopism technicznych. — Recenzje i krytyki. — Listy nadesłane do Redakcji. — Kronika techniczna. — Nekrologja. — Sprawy Stanu Inżynierskiego. — Sprawy Towarzystwa.

„CZASOPISMO TECHNICZNE“ WYCHODZI 10-go i 25-go KAŻDEGO MIESIĄCA.

Ceny ogłoszeń jednorazowych:

1/1 str. zł. 240; 1/2 str. zł. 140

1/4 „ „ 80; 1/8 „ „ 50

1/16 „ „ 30; 1/32 „ „ 20

Ogłoszenia na miejscach specjalnie rezerwowanych o 25% drożej. Dla ogłoszeń o zaofiarowaniu lub poszukiwaniu pracy opust 50%.

Adres Redakcji i Administracji:

Lwów, ul. Zimorowicza l. 9.

Telefon Redakcji 226—60. Telefon

Redaktora 117—75. Konto P. K. O.

151,857.

Prenumerata w kraju: rocznie

zł. 32; kwartalnie zł. 8.

Cena pojedynczego zeszytu zł. 1.60.

Przy ogłoszeniach powtarzanych udziela się następujących opustów:

2-krotnie 10% 3-krotnie 12%

4- „ 15% 6- „ 20%

10- „ 25% 12- „ 30%

18- „ 40% 24- „ 50%

Dla ogłaszających się stale, zmiany w tekstach ogłoszeń są bezpłatne