

Prądy powrotne tramwajów elektrycznych, zasilanych prądem stałym i korzystających z przewodności szyn.

(Referent p. Wendrowski).

Zjazd Elektrotechników Polskich uważa za konieczne, aby tak przy zaprowadzaniu tramwajów elektrycznych prądu stałego, korzystających z przewodności szyn, jako też i w istniejących urządzeniach tramwajowych typu wymienionego, znalazły należyte uwzględnienie środki, wskazane w r. 1910 przez Międzypaństwową Komisję w Niemczech pod przewodnictwem W. H. Lindleya, mające na celu zabezpieczenie rurociągów podziemnych od szkodliwego wpływu prądów błądzących.

Wniosek prof. Dzieślewskiego.

1) Z uwagi na istniejących przeszło sześć środków płatniczych w obrębie Państwa, których kurs wzajemny z dnia na dzień się zmienia, przez co niemożliwą jest jakakolwiek kalkulacja przedsiębiorstw przemysłowych na dalszą metę, zawieranie jakichkolwiek umów i t. p., a cierpi na tem i tak zrujnowany przemysł, Zjazd wzywa Rząd do jaknajrychlejszego wprowadzenia waluty polskiej i ustalenia wzajemnego jej stosunku do istniejących środków płatniczych.

2) Zjazd poleca Komitetowi zjazdowemu powołanie konferencji z czynników interesowanych, któraby określiła warunki, pod którymi bez znaczniejszej szkody dla interesu narodowego, możnaby było wprowadzać do przedsiębiorstw polskich kapitał obcy.

Wniosek Komisji Wnioskowej o upoważnieniu Komitetu zjazdowego do objęcia funkcji Komitetu Wykonawczego Zjazdu połączono z wnioskami p. Pawłowskiego, który proponował zwoływanie zjazdów w terminach dwuletnich, za każdym razem w innym miesiącu Państwa Polskiego, i powołać stały Sekretaryat Ogólnopolski Zjazdów Elektrotechnicznych.

Uchwalono wniosek następujący:

Zjazd Elektrotechników Polskich uprasza, a zarazem upoważnia Komitet Zjazdowy do objęcia funkcji Komitetu Wykonawczego Zjazdu, ogłoszenia uchwał Zjazdu, wzgl. podanie tych uchwał do wiadomości kół decydujących i interesowanych. Komitet wykonawczy Zjazdu może też według swego uznania przekazać pewne sprawy Stowarzyszeniu Elektrotechników Polskich, wzgl. powołać stały Sekretaryat Ogólnopolski Zjazdów Elektrotechnicznych z siedzibą w Warszawie, składający się z 5-ciu członków.

W wolnych głosach udzielono głosu przedstawicielowi Polskiego Związku Zawodowego Pracowników Elektrotechnicznych w Warszawie, który nawołując do porozumienia się pracowników i pracodawców, zwraca się do pp. pracodawców z prośbą o dobieranie pracowników do wykonywania, czy prowadzenia instalacji elektrycznych, robót warsztatowych, przy eksploatacji elektrowni i t. p. za pośrednictwem P. Z. Z. P. E., który będzie udzielał informacji fachowej i moralnej o członkach przez siebie polecanych; oprócz tego szersza styczność Związku umożliwi zdolniejszym i chętnym

członkom znaleźć ujście do osiągnięcia obranej specjalności zawodowej.

Następnie udzielono głosu p. Trylskiemu, który w uznaniu, że uruchomienie przemysłu jest sprawą niezwykle doniosłości dla celowego i spokojnego rozwoju budowy Państwa Polskiego — stwierdza, że wszystkie fabryki mechaniczne, fabryki maszyn oraz fabryki materiałów elektrotechnicznych, które posiadają dostateczną ilość surowca, oraz które nie zostały zniszczone przez bieg wypadków wojennych, względnie są już w stanie zdolnym do ruchu, zobowiązane są do natychmiastowego podjęcia ruchu oraz do ujawnienia swych zapasów. Uchylenie się od powyższych obowiązków mówca piętnuje, jako postępowanie nieobywatelskie, idące na rękę lichwie i spekulacji oraz sabotażowi robotników, i wzywa Rząd do obmyślenia środków zaradczych i represyjnych. Zebrani przychylnie przyjęli powyższe oświadczenie, potwierdzając to oklaskami.

Po wyczerpaniu programu zjazdowego, przewodniczący p. Ruśkiwicz wezwał Zjazd do najgorętszej owacy dla żołnierza polskiego, dzięki któremu Zjazd mógł się odbyć i obradować. Zebrani odpowiedzieli entuzjastycznymi, długotrwałymi oklaskami.

Przewodniczący Komitetu Organizacyjnego prof. Pożaryski zamknął Zjazd, dziękując za pracę uczestnikom i podkreślając, że wszystkie myśli, poruszane na Zjeździe, zmierzały ku podniesieniu nauki i techniki polskiej na pożytek wszystkich warstw narodu.

Wreszcie prof. Dzieślewski wyraził podziękowanie wszystkim, którzy Zjazd zainicjowali i postawił wniosek, przyjęty oklaskami, wyrażenia uznania Komitetowi Organizacyjnemu.

Nowoczesne poglądy na istotę przepięć elektrycznych i ochronę przed niemi.

Napisał Major Kazimierz Drewnowski.

(Ciąg dalszy do str. 6 w № 1 r. b.)

4. *Zakłócenia w obwodach o stałych skupionych.* Przejście od jednego stanu ustalonego do drugiego nie odbywa się momentalnie, ponieważ pola elektryczne, wzgl. magnetyczne, nie mogą nagle energii wydać, wzgl. przyjąć. To przejście uskutecznia *prąd przejściowy*, trwający zwykle czas krótki i skierowany — zależnie od warunków — w jedną lub drugą stronę (względem prądu ustalonego), który dodaje się algebraicznie w każdej chwili do prądu istniejącego. Jeżeli nazwiemy prąd ustalony początkowy przez i_0 , prąd przejściowy przez i_p , to podczas zmiany czyli zakłócenia, musi być w każdej chwili natężenie prądu

$$i = i_0 + i_p \dots \dots \dots (3a)$$

podobnie napięcie $v = v_0 + v_p \dots \dots \dots (3b)$

Ażeby zrozumieć, jaki jest przebieg zakłócenia, musimy znać przebieg prądu przejściowego. Postępujemy przytem według znanych sposobów wyznaczania prądów wyrównawczych przy różnych zakłóceniach.

Jak wiadomo, w obwodzie musi napięcie być w każdej chwili

$$v = Ri + L \frac{di}{dt} + \frac{1}{C} \int i dt \dots (4)$$

podstawmy za i wartości z równ. (1):

$$v = \left(Ri_0 + L \frac{di_0}{dt} + \frac{1}{C} \int i_0 dt \right) + \left(Ri_p + L \frac{di_p}{dt} + \frac{1}{C} \int i_p dt \right).$$

Ponieważ w stanie ustalonym całe napięcie zużywa się na pokonanie spadków napięcia spowodowanych prądem i_0 , przeto v musi się równać pierwszemu członowi po stronie prawej, tak że:

$$Ri_p + L \frac{di_p}{dt} + \frac{1}{C} \int i_p dt = 0 \dots (5)$$

Przez rozwiązanie równania otrzymamy przebieg prądu przejściowego. Różniczkujemy równ. (5) i piszemy w postaci:

$$\frac{d^2 i_p}{dt^2} + \frac{R}{L} \frac{di_p}{dt} + \frac{1}{LC} i_p = 0.$$

To równanie daje nam znane rozwiązanie w postaci

$$i_p = A \cdot e^{at} \dots (6)$$

gdzie A jest stałą dowolną, e jest podstawą logarytmów naturalnych, a a ma dwie wielkości:

$$a_1 = -\frac{R}{2L} + \sqrt{\left(\frac{R}{2L}\right)^2 - \frac{1}{LC}} \dots (7a)$$

$$a_2 = -\frac{R}{2L} - \sqrt{\left(\frac{R}{2L}\right)^2 - \frac{1}{LC}} \dots (7b)$$

Wobec tego i_p musi mieć dwa rozwiązania, zależnie od stosunku R do L i C .

1) Jeżeli $R > 2\sqrt{\frac{L}{C}}$, to a_1 i a_2 mają wartości rzeczywiste i ujemne.

Rozwiązanie równania (6) jest wtedy:

$$i_p = A_1 e^{a_1 t} + A_2 e^{a_2 t} \dots (8)$$

t. zn. prąd przejściowy maleje (ponieważ a_1 i a_2 są ujemne) według dwóch funkcji wykładniczych, których jeden czynnik tłumiący (a_1) jest większy niż $\frac{R}{2L}$, a drugi (a_2) mniejszy.

Przebieg taki nazywa się *aperiodyczny* (rys. 4). Stan ustalony drugi osiąga się stale.



Rys. 4.

2) Jeżeli $R < 2\sqrt{\frac{L}{C}}$, to a_1 i a_2 mają wartości urojone; wtedy po przeprowadzeniu podstawień otrzymamy

$$i_p = A e^{-\alpha t} \left(\cos \beta t + \frac{\alpha}{\beta} \sin \beta t \right) \dots (9)$$

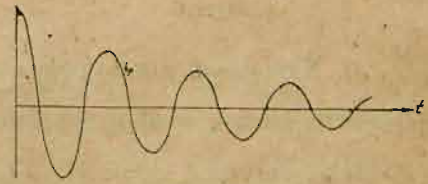
gdzie $\alpha = \frac{R}{2L}$ a $\beta = \sqrt{\frac{1}{LC} - \left(\frac{R}{2L}\right)^2}$.

Prąd przejściowy znika więc z malejącą amplitudą według funkcji peryodycznej sinusoidalnej. Przebieg taki nazywa się *oscylacyjny* (rys. 5); β ma tu ten sam charakter, co ω przy prądach zmiennych.

Wobec tego

$$v = \frac{\beta}{2\pi} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{LC}} = \left(\frac{R}{2L}\right)^2 \dots (10)$$

jest częstotliwością okresów oscylacji prądu przejściowego; nazywa się także *częstotliwością drgań własnych* lub *swobodnych*, w przeciwieństwie do częstotliwości drgań *wymuszonych* (f), pochodzących ze źródła prądu zmiennego.



Rys. 5.

Energia elektryczna, pozostawiona swobodnie w obwodzie o stałych R , L i C , odpowiadających warunkowi drugiemu $R < 2\sqrt{\frac{L}{C}}$, odbywać będzie drga-

nie o częstotliwości określonej ostatnim wzorem, stąd nazwa *drżanie własne*. Amplituda drgań będzie tem mniejsza, im większy jest opór R , czyli im większe jest tłumienie.

Energia oscylować będzie między pojemnością (jako energia elektryczna) a samoindukcją (jako energia magnetyczna) tak długo, dopóki cała nie przemieni się na ciepło w oporze.

Przebieg prądu przejściowego charakteryzuje nam — jak z tego widać — istotę zakłócenia. Jest on niezależny od charakteru prądu ustalonego, wzgl. niby-ustalonego; jedynie początkowa wartość jego zależy od wartości chwilowej prądu ustalonego. Jeżeli częstotliwość drgań własnych jest równa częstotliwości drgań wymuszonych, co, w razie gdy $\frac{R}{2L}$ jest bardzo małe, za-

chodzi gdy $v = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$, to występuje wtedy przypadek rezonansu między temi drżaniami; prowadzi to do powstawania przepięć rezonansowych, o których jeszcze będzie mowa.

Przypadek obwodu o stałych skupionych jest rzadki, tak że przepięcia, których powstawanie można przypisać zakłóceniom w takim obwodzie, sprowadzają się tylko do nielicznych zdarzeń, gdy jedne stałe obwodu przeważają w pewnych miejscach nad drugimi, np. prądnica (duże L) ładuje kabel (duże C). Przeważnie mamy do czynienia z obwodami o stałych rozłożonych, w których zakłócenia przejawiają się w zupełnie inny sposób.

5) *Zakłócenia w obwodach o stałych rozłożonych.* Przyjmujemy, że w obwodzie złożonym (rys. 6) z dwóch przewodów równoległych w tym samym od siebie odstępie, stałe obwodu są równomiernie rozłożone, tak, że na jednostkę długości przypadają w każdym miejscu obwodu te same R , L , C i G ; na długości l przewodu

przypadną wobec tego Rl , Ll , Cl i Gl . Przez przewód płynie prąd i . Weźmy pod uwagę element dl przewodu. Na początku tego elementu panuje napięcie v , na



Rys. 6.

końcu $v + \frac{\partial v}{\partial l} dl$. Napięcie v ma do pokonania na długości dl napięcie końcowe, spadek napięcia na oporze $R dl$ i siłę elektromotoryczną indukcji $-L dl \frac{\partial i}{\partial t}$, czyli:

$$v = R dl i + L dl \frac{\partial i}{\partial t} + \left(v + \frac{\partial v}{\partial l} dl \right)$$

z tego
$$-\frac{\partial v}{\partial l} = Ri + L \frac{\partial i}{\partial t} \dots \dots \dots (11a)$$

Do elementu wpływa prąd i , wypływa $i + \frac{\partial i}{\partial l} dl$ oraz przez pojemność prąd $C dl \frac{\partial v}{\partial t}$ i skutkiem upływów $G dl v$, czyli

$$i = G dl v + C dl \frac{\partial v}{\partial t} + \left(i + \frac{\partial i}{\partial l} dl \right),$$

z tego
$$-\frac{\partial i}{\partial l} = Gv + C \frac{\partial v}{\partial t} \dots \dots \dots (11b)$$

Celem uproszczenia przyjmijmy — a idzie tu przecież nie o ścisłe obliczenie konkretnego przypadku — że straty w oporze i skutkiem upływów są znikomo małe, wtedy:

$$-\frac{\partial v}{\partial l} = L \frac{\partial i}{\partial t} \dots \dots \dots (12a)$$

$$-\frac{\partial i}{\partial l} = C \frac{\partial v}{\partial t} \dots \dots \dots (12b)$$

Zrózniczkujmy równanie (12a) cząstkowo według l :

$$-\frac{\partial^2 v}{\partial l^2} = L \frac{\partial}{\partial l} \left(\frac{\partial i}{\partial t} \right) = L \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial i}{\partial l} \right);$$

w $\frac{\partial i}{\partial l}$ wartość z (12b) będzie

$$\frac{\partial^2 v}{\partial l^2} = LC \frac{\partial^2 v}{\partial t^2} \dots \dots \dots (13a)$$

podobnie różniczkując (12b) podług t , otrzymamy:

$$\frac{\partial^2 i}{\partial t^2} = LC \frac{\partial^2 i}{\partial l^2} \dots \dots \dots (13b)$$

Rozwiązanie tego rodzaju równań różniczkowych cząstkowych zostało podane przez d'Alemberta (dla struny drgającej). Jest ono w postaci:

$$x = f(l - at) \dots \dots \dots (14)$$

gdzie x jest równe v lub i , f jest jakąś dowolną funkcją, a a stałą, którą należy wyznaczyć.

Zrózniczkujmy cząstkowo równanie (14) według l i t :

$$\frac{\partial^2 x}{\partial l^2} = \frac{\partial^2 f(l - at)}{\partial (l - at)^2} = f''$$

a
$$\frac{\partial^2 x}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 f(l - at)}{\partial (l - at)^2} \cdot \left(\frac{d(l - at)}{dt} \right)^2 = a^2 f''.$$

Wstawmy to do równania (13) (przekształconego według $x = v$ lub i):

$$f'' = LC \cdot f' a^2 f''.$$

Będzie to spełnione, jeżeli $a^2 = \frac{1}{LC}$ czyli $a = \pm \frac{1}{\sqrt{LC}}$.

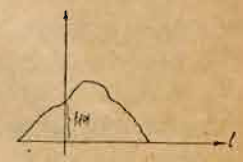
Załóżmy $\frac{1}{\sqrt{LC}} = c$, przeto $a = \pm c$. Wobec tego można napisać całość równania (13):

$$x = f_1(l - ct) + f_2(l + ct) \dots \dots (15)$$

Rozpatrzmy obie całki f_1 i f_2 z osobna.

Całka $x_1 = f_1(l - ct)$

będzie w chwili $t=0$ $x_1 = f_1(l)$, jest więc funkcją długości, co można przedstawić (rys. 7) w układzie współrzędnych jako jakąś krzywą w czasie $t=0$. Dla $l=0$ jest $v_1 = f_1(0)$. Tę samą wartość osiąga v_1 dla $l = ct$. Można to wyrazić w ten sposób, że funkcja przybiera z rosnącym czasem w coraz to dalszych punktach osi l (wzgl. przewodu) wartość $x_1 = f_1(0)$, jaką ma x_1 w czasie $t=0$ i w punkcie $l=0$. A żeby dojść np. do punktu $l=l$, potrzeba na to czasu $t = \frac{l}{c}$, czyli $\frac{l}{t} = c$, przedstawia chyżość posuwania się funkcji $f_1(0)$ w kierunku dodatnim osi l .



Rys. 7.

To samo da się powiedzieć o każdej wartości, czyli o całej krzywej, tak że wyobrażamy sobie, że cała krzywa posuwa się niezmienną z chyżością $c = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ w stronę dodatnią l .

W podobny sposób otrzymamy, że

$$x_2 = f_2(l + ct)$$

przedstawia funkcję, przesuwaną się z chyżością $c = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ w stronę przeciwną niż x_1 .

W ten sposób równanie (15) przedstawia dwie fale posuwające się ze stałą chyżością $v = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ i nie-

zmieniającą postacią: fala f_1 porusza się w kierunku rosnących długości l , a fala f_2 w kierunku przeciwnym.

Chyżość c jest właśnie chyżością rozchodzenia się fal elektromagnetycznych w powietrzu, co zgadza się ze znanym wzorem $c = \frac{1}{\sqrt{LC}}$.

Przy uwzględnieniu strat z powodu upływów i w oporze omowym, otrzymamy — po zastosowaniu podobnego do poprzedniego sposobu rozwiązania równań różniczkowych napięcia i prądu (11a) i (11b) — przebieg napięcia $v = e^{-\frac{R}{L}t} [f_1(l - ct) + f_2(l + ct)]$ (16a)

i przebieg prądu $i = c \sqrt{\frac{G}{L}} e^{-\frac{R}{L}t} [f_1(l - ct) - f_2(l + ct)]$. (16b)

Napięcie i natężenie przedstawione więc będzie każde dwiema falami biegnącymi w kierunkach prze-

ciwnych, przyczem napięcie jest sumą tych pól, a natężenie ich różnicą. Amplitudy tych fal maleją według funkcyi wykładniczej $e^{-\frac{r}{L}}$. Stosunek fali napięcia i fali prądu, biegnących w tym samym kierunku, jest określony przez $\sqrt{\frac{L}{C}} = Z$, co jest t. zw. *oporem falowym*.

Szybkość rozchodzenia się fal zależną jest od natury środowiska, i wynosi, jak wiadomo $\frac{c}{\sqrt{\epsilon\mu}}$, gdzie ϵ jest stałą dielektryczną, a μ przenikliwością środowiska. Przy przewodach napowietrznych szybkość ta jest prawie równą szybkości światła, w kablach odpowiednio mniejsza. Jako środowisko uważamy przestrzeń okalającą przewody, w niem bowiem, a nie w przewodach odbywają się — według Faradaya i Maxwella — zjawiska tu traktowane.

Kształt fali zależy od warunków jej powstawania. W przeważnej większości jest on zbliżony do kształtu prostokątnego. Zależnie od tłumienia, przebieg jest więcej lub mniej łagodny, t. j. bardziej lub mniej odbiegający od prostokątnego. Będzie o tem jeszcze później mowa.

Tego rodzaju fale nazywamy *falami wędrownymi*; powstają one przy wszelkich zakłóceniach w obwodach o stałych rozłożonych, stanowiąc przejście z jednego stanu ustalonego do drugiego. Podczas tego zanikają stopniowo skutkiem występujących strat (tłumienie!).

Przebieg napięcia czy prądu w czasie zakłócenia otrzymamy — podobnie jak poprzednio — przez superpozycyę prądu ustalonego i prądu przejściowego. Podczas takiego przebiegu wyrównawczego można przeto zastosować równanie:

$$i = i_o + i_p \quad \text{oraz} \quad v = v_o + v_p.$$

6. *Fale wędrowne.* Fale wędrowne odznaczają się tem, że — skutkiem ruchu — posiadają pole zarówno elektryczne, jak magnetyczne; przedstawiają zatem pewien zasób energii elektrycznej i magnetycznej w polu elektromagnetycznem, wynoszącej na długości fali l :

$$W = \frac{1}{2} Clv^2 + \frac{1}{2} Lli^2 = W_e + W_m.$$

Ponieważ
$$v = i \sqrt{\frac{L}{C}},$$

przeto
$$\frac{1}{2} Clv^2 = \frac{1}{2} Lli^2 \dots \dots \dots (17)$$

Pole elektryczne fal wędrownych przedstawia więc taki sam zapas energii, jak ich pole magnetyczne, $W_e = W_m$.

Fale wędrowne, rozchodząc się po przewodach, podlegają podobnym prawom jak inne fale, np. głosowe. W razie, gdy napotkają jakąś przeszkodę, zostają odbite. Taką przeszkodą jest np. wolny koniec przewodu. Fala biegnąca od początku przewodu zostaje tam odbita, powraca, zostaje znowu odbita i t. d. Występują przytem peryodycznie pewne charakterystyczne zjawiska, zależne od warunków powstawania fali, które później poznamy. Wspólnem dla wszystkich przypadków jest to, że taki przebieg wędrowania i od-

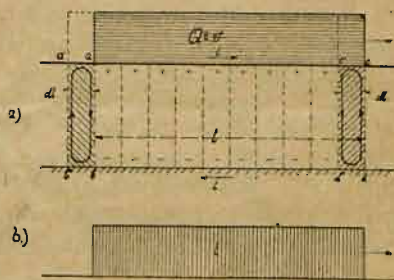
bijania powtarza się po czterokrotnem przebiegnięciu przewodu. Nazywamy to okresem fali v , a czas przebiegu T — czasem trwania okresu, podobnie jak przy zwykłych falach peryodycznych. Wobec tego, jeżeli długość przewodu jest l' , to:

$$\left. \begin{aligned} \text{czas trwania okresu} \quad T &= \frac{1}{v} = \frac{4l'}{c} = 4l' \sqrt{LC} \\ \text{częstotliwość} \quad v &= \frac{1}{4l' \sqrt{LC}} \\ \text{a długość fali} \quad \lambda &= c \cdot T = \frac{1}{\sqrt{LC}} \cdot 4l' \sqrt{LC} = 4l' \end{aligned} \right\} \dots \dots (18)$$

czyli długość przewodu odpowiada $\frac{1}{4}$ długości fali.

Abstrahujmy na razie od tego, w jaki sposób powstają fale wędrowne w poszczególnych przypadkach, zajmijmy się tem później, a przyjmijmy, że taka fala znajduje się już w przewodzie i zbadajmy, jak się odbywa ruch fal wędrownych i jakie są zjawiska temu towarzyszące.

Wyobraźmy sobie¹⁾ przewód poprowadzony równolegle do ziemi (rys. 8), na obu końcach otwarty, na którym znajduje się fala elektryczna (wędrowna) w postaci ładunku dodatniego $+Q$, rozłożonego na pewnej



Rys. 8.

długości l przewodu. Ładunek niech będzie w postaci prostokąta. Temu ładunkowi odpowiadać musi napięcie v , panujące między przewodem a miejscem, gdzie znajduje się ładunek ujemny $-Q$, a więc np. ziemia,

$$v = QCl.$$

Istnienie tego izolowanego ładunku jest możliwe tylko wtedy, gdy fala bieży z chyżością światła. Ładunki $+Q$ i $-Q$ fali bieżącej są na długości l ładunkami w spoczynku; ich ruch postępowy odbywa się w ten sposób, że każdorazowy ładunek znajdujący się na końcu płynie pod warstwą pozostającą w spoczynku ku początkowi, na czoło fali, w postaci prądu i . To tłumaczy nam nagły przeskok od miejsc przewodów pozbawionych napięcia do znajdujących się pod napięciem.

Przebieg odgrywający się w przewodzie o ładunku $+Q$, musi się odgrywać tak samo tam, gdzie płynie ładunek $-Q$, a więc w ziemi. Wobec tego prądowi $+i$ zależnemu od ładunku $+Q$ musi odpowiadać prąd $-i$ w ziemi. Oba te prądy stanowią, mimo otwartych przewodów, obwód zamknięty przez prąd przesunięcia

¹⁾ Petersen. Hochspannungstechnik, str. 115 i n.

w dielektryku, na początku i na końcu ładunku. Wystarczy więc, jeżeli będziemy mówili o jednym ładunku Q i jednym prądzie i .

Do ładunku Q należy pole elektryczne; linie natężenia pola wychodzą promieniowo (na razie) z ładunku $+Q$ (czyli z przewodu) i kończą się na ładunku $-Q$ (na ziemi). Do prądu i należy pole magnetyczne; linie natężenia pola wychodzą prostopadle z powierzchni ograniczonej przez obwód prądu ($a c d b$).

W warstwach krańcowych pola, a więc na początku i na końcu fali, powstają i znikają linie natężenia pola i odbywają się przemiany energii.

Przebieg napięcia i prądu można przedstawić wykresnie. Przebieg napięcia (rys. 8a) będzie taki sam, jak ładunku, do którego napięcie jest proporcjonalne. Przebieg prądu (rys. 8b) przedstawiony jest zapomocą rzędnych, podających jego natężenie i kierunek (nad osią — dodatni, pod osią — ujemny).

Weźmy element powierzchni o długości dl ograniczony liniami pola. Jeżeli L jest indukcyjnością jednostki długości, to strumień przechodzący przez tę powierzchnię będzie

$$d\Phi = L dl \cdot i.$$

Strumień niech będzie dodatni, jeżeli linie pola wchodzi do powierzchni.

Skutkiem znikania strumienia $d\Phi$ na końcu ładunku w czasie dt , powstaje siła elektromotoryczna indukcji

$$e = - \frac{d\Phi}{dt} = - L dl \frac{di}{dt} \dots (19)$$

Chyżość, z jaką ładunek — a więc i prąd — biegnie, $c = \frac{1}{\sqrt{LC}}$. Prąd i przebył w czasie t drogę dl , podczas tego spadł od wartości i (w położeniu $a' b'$) do wartości $i = 0$ (w położeniu $a b$), czyli zniknął w tym miejscu;

odbywa się to przeto w czasie $t = \frac{dl}{c} = \sqrt{LC} dl$.

Przeto zmiana prądu (zanikającego)

$$\frac{di}{dt} = - \frac{i}{t} = - \frac{i}{\sqrt{LC} \cdot dl}$$

To, wstawione w równanie (19) da SEM indukowaną:

$$e = + \frac{L \cdot dl \cdot i}{\sqrt{LC} \cdot dl} = i \sqrt{\frac{L}{C}} \dots (20)$$

Prąd i powstaje skutkiem znikania ładunku dQ na końcu fali, a więc i napięcia v . Ładunek, jaki przepływie z chyżością c w jednostce czasu będzie:

$$Qc = Cvc,$$

a w czasie dt : $Q \cdot c \cdot dt = Cvc \cdot dt = dQ$,

gdzie C jest pojemnością jednostki długości.

Ponieważ $i = \frac{dQ}{dt} = Cvc$, a $c = \frac{1}{\sqrt{LC}}$, przeto

$$i = v \sqrt{\frac{C}{L}}, \dots (21)$$

a
$$e = v \sqrt{\frac{L}{C}} \cdot \sqrt{\frac{C}{L}} = v \dots (22)$$

Z tego widać, że znikanie prądu na końcu fali indukuje rzeczywiście SEM o wielkości i znaku równym napięciu, która więc umożliwia istnienie napięcia w obrębie fali.

Podobne zjawiska zachodzą na początku fali. W odcinku $c' c d d'$ powstaje strumień $\Phi = L dl i$ w takim samym czasie $t = \sqrt{LC} \cdot dl$. Ponieważ w takim przypadku zmiana prądu (powstającego)

$$\frac{di}{dt} = \frac{i}{t} = \frac{i}{\sqrt{LC} \cdot dl},$$

przeto SEM indukowane $e = -i \sqrt{\frac{L}{C}}$,

a ponieważ według poprzedniego (równ. 21) $v = i \sqrt{\frac{L}{C}}$,

przeto
$$e = -v \dots (23)$$

Siła elektromotoryczna powstająca na końcu fali ma więc przeciwny kierunek, niż powstająca na początku.

To odnieść można do każdego elementu pola, ograniczonego liniami natężenia pola, co w rezultacie da, że wewnątrz pola objętego przez ładunek, napięcie będzie miało ten sam kierunek i tę samą wielkość, tylko na samym początku i na samym końcu będą kierunki przeciwne tam znika, wzgl. powstaje napięcie. Oznaczone to jest liniami pełnymi ze strzałkami na zakreskowanych polach.

Stąd pochodzi stromy przebieg napięcia na początku i końcu fali, jako charakterystyczna cecha fal wędrownych.

Przy wyprowadzaniu powyższych wzorów nie uwzględnialiśmy spadku napięcia w oporze. Uwzględniwszy go, otrzymalibyśmy pewne różnice między napięciem a siłą elektromotoryczną indukowaną. Świadczyłoby to, że czoło, wzgl. tył fali nie przebiega tak stromo (t. j. pionowo), lecz że następuje pewne, większe lub mniejsze złagodzenie przebiegu fali (rys. 9).



Rys. 9.

W każdym razie liczyć się musimy, że mamy do czynienia z przebiegami napięcia znacznie odbiegającymi od sinusoidy i wykazującymi *skok napięcia*, więcej lub mniej stromy, powodujący właśnie *przepięcia* elektryczne.

Im czoło fali jest bardziej strome, tem na mniejszej długości przewodu panuje całe napięcie fali, czyli różnica potencjałów między punktem przewodu, gdzie jest pełne napięcie a punktem, w którym jeszcze ładunku, a więc i napięcia niema. Może się zdarzyć, że ta długość jest właśnie długością jednego zwoju, wtedy między sąsiednimi zwojami występuje — w chwili wpływania fali — całe napięcie, mogące przekroczyć normę przepisana dla izolacji. Pzy normalnym prądzie spadek napięcia między poszczególnymi zwojami jest minimalny.

Skutkiem tych zjawisk jest częste przebijanie izo-

lacy pierwszych uzwojeń cewek, transformatorów i t. p., które z tego względu powinny być szczególnie starannie i mocno izolowane.

Fale wędrownie powyżej opisane mogą się zjawiać

zarówno na przewodach pozbawionych napięcia, wzgl. prądu, jak powstających pod prądem roboczym. W tym przypadku następuje superpozycja napięć i te same zjawiska. (c. d. n.)

Sprawy Związku Elektrowni Polskich.

Drugi Zjazd Związku, odbyty w Warszawie (w sali Stowarzyszenia Techników) dnia 6 Czerwca r. 1919.

Związek Elektrowni Polskich, powołany do życia na I-ym Zjeździe w dniu 24 kwietnia r. b., zorganizował w przeddzień Ogólnego Zjazdu Elektrotechników Polskich, II-gi Zjazd Elektrowni, dla omówienia najpilniejszych spraw, związanych z uchwałami, powziętymi na Zjeździe poprzednim i porozumienia się co do dalszej akcji w obronie zagrożonego przemysłu elektrycznego.

Liczne obesłanie Zjazdu, w którym wzięło udział kilkadziesiąt elektrowni już w charakterze członków Związku, i obecność przedstawicieli wielu innych, jeszcze nie zapisanych, dały dowód ogólnego zainteresowania się poruszaniem sprawami, a liczne deklaracje o przystąpieniu do Związku, składane po Zjeździe, świadczyły o zrozumieniu konieczności zrzeszania się w tym krytycznym momencie, przeżywanym przez nasze elektrownie.

Zjazd odbył się dnia 6 czerwca w sali Stowarzyszenia Techników. Obradom przewodniczył prezes Związku p. Sułowski, protokółował p. Roguski.

O godzinie 10-ej rano przewodniczący zagał posiedzenie przemówieniem, w którym powitał zebranych przedstawicieli elektrowni wszystkich dzielnic Polski, oraz przedstawicieli Min. Rob. Publ., Min. Przemysłu i Handlu, Urzędu Elektryfik., Inspekcji Elektryczn. i Tow. Przemysłowców. Zaznaczył celowość i konieczność zrzeszenia się elektrowni i podkreślił ważniejsze sprawy, które, oprócz kwestyi omawianych na Zjeździe poprzednim, zainteresować muszą członków Związku. Do spraw tych należą: zorganizowanie spółki dla zakupu materiałów demobilizacyjnych we Francji; nawiązanie kontaktu z powstałym Instytutem torfowym; przyjęcie udziału w naradach Komisji do spraw celnych, oraz sprawa robotnicza.

Zatwierdzono następujący porządek obrad:

1) Sprawozdanie z wykonania uchwał Zjazdu Związku Elektrowni Polskich w d. 24 kwietnia r. 1919 oraz z działalności Prezydium i Rady.

2) Uchwalenie budżetu Związku i ostateczne ustalenie w zależności od tego wysokości składek członkowskich.

3) Sprawa założenia spółki dla wspólnego zakupu materiałów surowych i pomocniczych.

4) Wolne wnioski.

Odczytania protokołu z posiedzeń I-go Zjazdu zaniechano, wobec drukowania tegoż i rozesłania wszystkim elektrowniom, przyjęto tylko do wiadomości sprostowanie p. Sokolnickiego, poczem przewodniczący przystępując do *pierwszego punktu porządku obrad*,

daje sprawozdanie z wykonania uchwał I-go Zjazdu. Zawiadania obecnych o złożeniu władzom memoriału w sprawie: 1) Urzędu Elektryfikacyjnego, 2) ustawy o rewizji taryf za prąd, 3) podatku od węgla, 4) podziału kontyngentu węgla. Złożone memoriały i odbyte konferencje dały wyniki następujące:

1) Na wspólnej konferencji z przedstawicielami Urzędu Elektryfikacyjnego omówiona została organizacja Rady fachowej, do której wejdą przedstawiciele Związku, mając w ten sposób możność bronięcia interesów elektrowni.

2) Sprawa rewizji taryf spotkała się z uznaniem Ministerstwa Przem. i Handlu. Odpowiedni projekt ustawy jest już opracowany i wkrótce ma być wniesiony do Sejmu. Należy żywić nadzieję, że ze strony gmin spotka się ona ze zrozumieniem ciężkiego położenia elektrowni.

3) Wyjaśniono, że sprawa podatku od węgla polegała na nieporozumieniu. Otrzymano zawiadomienie od Sekcji Górniczo-Hutniczej, że podatek w dalszym ciągu pobierany jest od wydobycia, a nie od wysyłki.

4) Sprawa podziału węgla zależna jest od kategorii, na jakie rząd podzielił odbiorców i związanego z tem prawa pierwszeństwa do otrzymywania węgla. Elektrownie należą do kategorii trzeciej (instytucje użyteczności publicznej). Możliwym jest tylko przesunięcie elektrowni, jako zakładów pracujących oszczędnie na potrzeby wojskowe i kolejowe, na pierwsze miejsce w tej kategorii. Położenie utrudnia brak wagonów kolejowych, o czem będzie mowa przy czwartym punkcie porządku obrad.

Następnie przewodniczący informował zebranych o dalszej działalności Rady w ubiegłym okresie czasu, streszczając ją do następujących faktów: 1) zgłoszono przystąpienie Związku, jako grupy do T-wa Przemysłowców Król. Polsk.; 2) zawiadomiono o powstaniu Związku, Komisję sejmową, ofiarując jej swoje usługi; 3) wyjednano uczestnictwo przedstawiciela Związku w Radzie torfowej; 4) opracowano ostatecznie statut Związku i złożono go w Min. Spraw Wewn. do legalizacji; 5) opracowano wnioski w sprawie wspólnych zakupów, o czem będzie mowa w punkcie trzecim porządku obrad; 6) postanowiono zwrócić uwagę na tematy obrad Ogólnego Zjazdu Elektrotechników Polskich i dla zreferowania spraw szczególnie ważnych dla elektrowni delegować przedstawicieli Związku; 7) postanowiono dalej porozumieć się z administracją „Przeгляdu Elektrotechnicznego“ i zaprenumerować pismo dla wszystkich członków Związku.

W sprawie ustawy o rewizji taryf zabiera głos p. Straszewski, kwestyonuje niektóre punkty projektu Urzędu Elektryfikacyjnego i porównywa z projektem opracowanym przez Radę Związku. Wywiązuje się dyskusja, w której biorą udział pp.: Gierlicz, Gole, Tomicki i Sułowski, i w rezultacie postanowiono wątpliwe kwestye przedstawić Urzędowi Elektryfikacyjnemu.