

WIADOMOŚCI TELETECHNICZNE

DODATEK MIESIĘCZNY DO PRZEGLĄDU TELETECHNICZNEGO

	str.		str.
1. Uszkodzenia akumulatorów ołowiowych	1	3. Odbiór słupów	6
2. Obliczenia wielkości elektrycznych	3	4. W sprawie prądnicy prądu stałego bez kolektora . . .	8

USZKODZENIA AKUMULATORÓW OŁOWIOWYCH.

W artykule p. t. „Utrzymywanie akumulatorów ołowiowych”, zamieszczonym w Nr. 11/37 r. Wiadom. Telet., podane zostały najważniejsze przepisy, dotyczące właściwej obsługi baterji akumulatorów ołowiowych. Jednakże nawet przy najbardziej starannym przestrzeganiu wspomnianych przepisów mogą się zdarzać uszkodzenia akumulatorów, dlatego też należy poznać rodzaje tych uszkodzeń oraz sposoby ich usuwania. Należy przy tym podkreślić, że uszkodzeniom częściej ulegają akumulatory ołowiowe, aniżeli żelazo-niklowe, dlatego też w niniejszym artykule zajmiemy się tylko uszkodzeniami akumulatorów ołowiowych.

Uszkodzenia akumulatorów ołowiowych można wykrywać różnymi sposobami, a więc np. przez pomiar napięcia baterji. Jeśli przy pomiarze okaże się, że bateria ma zbyt małe napięcie, to mierząc po kolei napięcia poszczególnych ogniw baterji, można łatwo znaleźć ogniwo, względnie ogniwa, o zbyt małym napięciu, a przez to samo określić miejsce uszkodzenia baterji.

Podobne wyniki dają pomiary ciężaru właściwego elektrolitu w poszczególnych naczyniach baterji. Jeśli przy pomiarach tego ciężaru właściwego okaże, że jest on w niektórych ogniwach zbyt mały, będzie to wskazywać na to, że te ogniwa są nadmiernie wyładowane. Zdarza się to np. przy zwarciu różnoimiennych płyt tych ogniw. Jeśli ciężar właściwy elektrolitu jest w niektórych ogniwach zbyt duży, to wskazuje to na to, że prawdopodobnie ogniwa te były kiedyś zwarte, wskutek czego wyładowały się, przy czym ciężar właściwy ich elektrolitu zmniejszył się; następnie powiększono go za bardzo, dolewając zbyt stężonego elektrolitu, a zwarcie minęło samo przez się.

Uszkodzenia akumulatorów ołowiowych często można wykryć przez oględziny. A więc np. akumulator, wyładowując się, może wydzielac gaz, co wskazuje na to, że jest on zanieczyszczony przez szkodliwe domieszki metaliczne. Następnie na dnie naczynia akumulatora może się zebrać w przeciągu krótkiego czasu zbyt wielka ilość pulchnego szlamu koloru ciemnobrązowego. Jest to oznaką tego, że akumulator

ładowano lub wyładowywano nadmiernym prądem. Należy tutaj zaznaczyć, że wydzielanie się podczas pracy akumulatora niewielkiej ilości szlamu, zbierającego się na dnie naczynia, jest rzeczą normalną i nie stanowi uszkodzenia akumulatora.

Poniżej rozpatrzmy najczęściej spotykane uszkodzenia akumulatorów ołowiowych: **zwarcie i zasiarczenie**.

Zwarcie. Możemy spotkać się w praktyce zarówno ze zwarcie poszczególnych ogniw baterji akumulatorów ołowiowych, jak i ze zwarcie całej baterji. Przyczyny tego zwarcia mogą być następujące:

a) Zwarcie różnoimiennych płyt akumulatorów ołowiowych może spowodować osad (szlam), zbierający się w nadmiernej ilości na dnie naczynia. Osad ten jest dobrym przewodnikiem elektryczności, to też dotknąwszy dolnych krawędzi elektrod powoduje on ich zwarcie.

Ponadto osad, wypadający z masy czynnej elektrod, może zatrzymywać się np. na krzywo ułożonych pałeczkach izolacyjnych, względnie na jakichkolwiek nierównościach i tworzyć t. zw. mostki zwierające różnoimienne płyty.

b) Zwarcie różnoimiennych płyt akumulatorów ołowiowych może powstać przez nieprawidłowe ich zawieszenie, przez powstanie zagięć płyt oraz przez zbyt opuszczone sprężyny ołowiane, znajdujące się pomiędzy skrajnymi ujemnymi elektrodami, a ściankami naczynia.

c) Zwarcia różnoimiennych płyt mogą powodować kawałeczki ołowiu, które spadły podczas montażu baterji pomiędzy płyty, a także ciała nawet nie przewodzące elektryczności, jak kawałki drzewa, słomki i t. p., na których zebrał się osad.

d) Zwarcia pomiędzy płytami akumulatorowymi mogą powstać wreszcie przez wypaczenie się ich. Zwykle więcej paczą się elektrody dodatnie; elektrody ujemne paczą się zazwyczaj w wyniku zmiany biegunowości płyt. Zmiana biegunowości płyt akumulatorów ołowiowych może nastąpić albo przez ładowanie ich w niewłaściwym kierunku, albo przy końcu silnego wyładowania baterji, której słabsze ogniwa mo-

gą zmienić biegunowość płyt, będąc ładowane przez ogniwa silniejsze.

Zjawisko paczenia się płyt akumulatorowych należy pilnie śledzić i w czas przeciwdziałać mu, aby nie przyjęło ono nadmiernych rozmiarów. Środkiem zaradczym jest wkładanie pomiędzy płyty, mające tendencję do wypaczania się, szklanych pałeczek.

Oznaki, po których poznajemy, że ogniwo akumulatorowe jest zwarte, są następujące: 1) ogniwo nie gazuje podczas ładowania równocześnie z innymi ogniwami, 2) ciężar właściwy elektrolitu takiego uszkodzonego ogniwa jest mniejszy od ciężaru właściwego innych ogniw oraz 3) napięcie jego jest mniejsze od napięcia innych ogniw. Ponadto temperatura elektrolitu takiego „chorego” ogniwa wzrasta ponad poziom normalny.

Zwarcie powoduje ciągłe wyładowanie akumulatora bez żadnej korzyści, a nawet ze szkodą dla trwałości płyt akumulatorów, bowiem wyginają się one wówczas, a ich masa czynna wypada. Odnosi się to zwłaszcza do płyt dodatnich.

Dlatego też zauważone zwarcie akumulatora należy natychmiast usunąć, np. przez wyjęcie ciała, powodującego zwarcie pomiędzy płytami, przy pomocy pałeczki szklanej. Czynność powyższą należy wykonywać ostrożnie, aby omawiane szkodliwe ciało nie spowodowało nowego zwarcia oraz aby nie zamącić elektrolitu, co spowodowałoby utrudnienie w dalszych oględzinach akumulatora.

Wypaczone płyty należy próbować wyprostować przy pomocy wsuwanych pomiędzy nie pałeczek szklanych. Jeśli się to nie udaje, to uszkodzone ogniwo należy wyłączyć z baterii, rozebrać je i powykrzywiane płyty ostrożnie wyprostować pomiędzy czystymi deseczkami o równych powierzchniach. Jeśli płyty nie dają się wyprostować bez uszkodzenia ich, to należy je wymienić.

Po usunięciu zwarcia akumulator powinien być dokładnie naładowany.

Po za zwarciami akumulatorów przy złej izolacji oraz brudnym utrzymywaniu mogą powstać upływy prądu, zmniejszające pojemność baterij. Na wielkość tych upływów ma wpływ wilgoć naczyń akumulatorów, które też należy utrzymywać w suchym stanie, chroniąc zwłaszcza od osadzania się na nich kwasu siarkowego.

Zasiarczenie (sulfatacja). Przy końcu wyładowania akumulatora ołowiowego masa czynna obu rodzajów jego elektrod zamienia się na siarczan ołowiu, równomiernie rozłożony na powierzchniach płyt. Jeśli wyładowanie i ładowanie akumulatora następują prawidłowo, to po powtórny jego naładowaniu wspomniany siarczan ołowiu zostaje rozłożony, a masa czynna płyt powraca do poprzedniego stanu, a mianowicie: na płycie dodatniej powstaje na nowo dwutlenek ołowiu, zaś na płycie ujemnej—ołów gąbczasty.

Jeśli akumulator zostaje wyładowany nadmiernie, to powstający przy tym siarczan ołowiu

w w większej mierze pokrywa przewodzące części płyt, zmniejszając ich porowatość. Przy powtórny normalnym ładowaniu akumulatora nie cały siarczan ołowiu zostaje rozłożony, a nawet często rozkład ten jest zupełnie niemożliwy. W wyniku powyższego płyty nie mogą powrócić do poprzedniego stanu. Mówimy wówczas, że płyty **zasiarczyły się**. Nadmierne zasiarczenie (sulfatacja) płyt akumulatora ołowiowego może spowodować naruszenie ich masy czynnej oraz wypadanie jej. Jest to zatem zjawisko bardzo szkodliwe i należy z nim walczyć.

Zasiarczenie płyt może nastąpić: 1) podczas zwarcia akumulatora, 2) przez stałe niedoładowanie akumulatora, 3) przez powiększenie temperatury elektrolitu oraz nieodpowiednie zmiany gęstości elektrolitu (siarczan ołowiu rozpuszcza się najtrudniej w kwasie siarkowym o gęstości, wynoszącej 1,22), 4) przez zalanie ogniwa nieczystym elektrolitem, 5) przez dolewanie do naczyń akumulatorów wody w niewłaściwym czasie, przez co pozwala się na nadmierne powiększenie się stężenia elektrolitu, które wpływa na znaczne zasiarczenie płyt. Również obniżenie się poziomu elektrolitu poniżej górnych krawędzi wpływa na silne zasiarczenie odkrytych części płyt.

Tłumaczy się to tym, że powierzchnia tych odkrytych części jest znaczna i w skutek tego następuje szybkie wyparowanie wody z elektrolitu, którym ona jest przesiąknięta, zaś kwas siarkowy pozostaje wśród masy czynnej i działa na nią szkodliwie. Cierpią na tym zwłaszcza płyty ujemne, których masa czynna zamienia się w szarą maź, wyciekającą ze szkieletów płyt. Masa czynna płyt ujemnych jest na tego rodzaju wpływy bardziej odporna.

Zasiarczenie płyt akumulatorów poznaje się po następujących objawach: 1) po wysokim napięciu podczas ładowania, przy którym napięcie na jedno ogniwo dochodzi do 3—3,5V, 2) po niskim napięciu przy wyładowaniu, podczas którego napięcie jednego ogniwa wynosi około 1V, 3) po zmniejszeniu się pojemności akumulatora, 4) po niewłaściwej gęstości elektrolitu, 5) po zmianie koloru płyt, 6) po stwardnieniu masy czynnej płyt i powiększeniu się jej objętości.

Istnieje kilka sposobów usunięcia zasiarczenia płyt akumulatorów ołowiowych, z których ważniejsze podamy poniżej. Przed tym jednak, nim przystąpimy do usuwania zasiarczenia płyt, należy się upewnić, czy nie zostało ono wywołane wewnętrznym zwarcieniem akumulatora, względnie nieczystością elektrolitu. W tych bowiem przypadkach, przed przystąpieniem do usuwania zasiarczenia, należy usunąć zwarcie, względnie wymienić elektrolit.

Niewielkie zasiarczenie płyt daje się usunąć przez kilkakrotne ładowanie i wyładowanie akumulatora prądem, którego natężenie wynosi od $\frac{1}{4}$ do $\frac{1}{2}$ natężenia normalnego, przy czym akumulator należy napełnić wówczas elektrolitem, którego natężenie wynosi od 3 do 5⁰ Bomec. Powyższe ładowania i wyładowania należy przepro-

wadzać dopóty, dopóki płyty nie osiągną swego normalnego koloru.

W miarę rozkładania się osadu, będącego wynikiem zasiarczenia, gęstość elektrolitu będzie się powiększać do pewnej granicy, po czym przestanie wzrastać. Wówczas należy gęstość elektrolitu powiększyć do właściwej normy i akumulator będzie gotów do normalnej pracy.

Niektórzy polecają usuwanie zasiarczenia następującym sposobem:

Najpierw ładuje się zasiarczony akumulator normalnie, następnie pozostawia go się bez prądu w przeciągu 1/4 godziny, po czym przeprowadza się ładowanie prądem, którego natężenie wynosi 1/10—1/15 normalnego prądu w przeciągu 3—6 godzin.

Jeśli zasiarczenie akumulatora nie jest głębokie, to nalot, znajdujący się na płytach można usunąć drogą mechaniczną. Następnie należy akumulator naładować i rozładować 6—8 razy normalnym prądem.

Jeśli zasiarczenie akumulatora jest głębokie, to zespół jego płyt, po wyjęciu z naczynia, umieszcza się w dużym szklanym naczyniu, napełnionym wodą destylowaną. W wodzie tej płyty pozostają w przeciągu 10—12 godzin. Następnie wodę wylewa się, napełniając naczynie 5%-wym roztworem wodnym soli glauberskiej, po czym przeprowadza się ładowanie normalnym sposobem, przedłużając je jednak w przeciągu 35—45 godzin bez przerwy. Należy przy tym sprawdzać, czy temperatura elektrolitu nie przekroczyła 45°C. Następnie akumulator rozładowu-

je się normalnym sposobem, roztwór wylewa się, a płyty przemywa się wodą destylowaną. Akumulator zalewa się kwasem siarkowym o gęstości 1,20 i ładuje oraz rozładowuje kilkakrotnie normalnym prądem.

Jedno ze źródeł francuskich podaje następujący sposób usuwania nadwyzwyczaj wielkiego zasiarczenia akumulatorów ołowiowych:

Zasiarczone płyty przemywa się 3—4 razy wodą, a następnie umieszcza się je w naczyniu akumulatorowym, napełnionym 35%-wym wodorotlenkiem amonowym, tak, aby płyty były całkowicie nim pokryte. Akumulator ładuje się w przeciągu 48 godzin prądem, którego natężenie nie powinno być większe od 5% normalnego natężenia prądu ładującego. Pożądane jest, aby czas trwania ładowania możliwie przedłużyć, a zmniejszać natężenie prądu ładującego.

Po ukończeniu powyższego ładowania akumulator rozładowuje się bardzo małym prądem. Następnie akumulator na nowo ładuje się, ale w odwrotnym niewłaściwym kierunku, t. j. dodatni zacisk źródła prądu ładującego łączymy z ujemnym zaciskiem baterii akumulatorów, a ujemny zacisk źródła prądu—z dodatnim zaciskiem baterii.

W dalszym ciągu baterię rozładowuje się, wylewa się wodorotlenek amonowy i przemywa się starannie wodą naczynie akumulatorów i ich płyty. Przemyte akumulatory napełniamy kwasem siarkowym o normalnym stężeniu i ładujemy je zwykłym sposobem, po czym są one zdatne do pracy.

OBLICZANIE WIELKOŚCI ELEKTRYCZNYCH.

(Dokończenie do strony 191 Nr 12 Wiadomości Teletechnicznych 1937 r.)

Dla przykładu znajdziemy liczbę zwojów z jednowarstwowej cewki bez rdzenia żelaznego o średnicy $D=5$ cm, której przewodnik z izolacją ma średnicę $d=0,35$ mm= $0,035$ cm. Indukcyjność cewki L powinna wynosić 320 000 cm.

Spróbujemy najpierw wykonać obliczenia, zakładając np., że liczba zwojów cewki $z=60$. Długość cewki l obliczymy, mnożąc średnicę d przewodnika z izolacją przez liczbę zwojów z .

$$l = d \cdot z = 0,035 \cdot 60 = 2,1 \text{ cm.}$$

Mając długość cewki znajdziemy stosunek tej długości l do średnicy D cewki. Stosunek ten wynosi:

$$\frac{l}{D} = \frac{2,1}{5} = 0,42$$

Mając powyższy stosunek, znajdziemy dla niego z tabeli 11 odpowiadający mu współczynnik pomocniczy k_1 . Współczynnik ten wynosi $k_1 = 11,4$.

Znając średnicę cewki D , liczbę zwojów z oraz współczynnik pomocniczy k_1 , indukcyjność cewki L obliczymy z następującego wzoru:

$$L = D \cdot z \cdot z \cdot k_1.$$

Podstawiając do ostatniego wzoru odpowiednie wartości, otrzymamy:

$$L = 5 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 11,4 = 205\,000 \text{ cm.}$$

Indukcyjność ta jest za mała, wobec czego powiększamy liczbę zwojów np. do 80-u. Wówczas długość cewki $l = 0,035 \cdot 80 = 2,8$ cm.

$$\text{Stosunek: } \frac{l}{d} = \frac{2,8}{0,035} = 80.$$

Dla powyższego stosunku współczynnik k_1 , znaleziony z tabeli 11, wynosi 9,7.

Tabela 11.

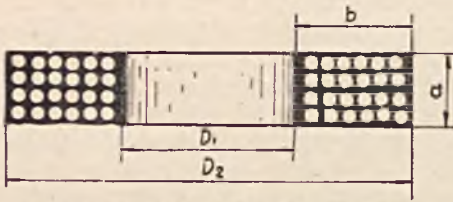
Stosunek l/D	Współczynnik k_1	Stosunek l/D	Współczynnik k_1
0,3	13,5	1,2	6,1
0,4	11,7	1,4	5,5
0,5	10,5	1,6	5
0,6	9,5	1,8	4,5
0,7	8,7	2	4,1
0,8	8	2,5	3,3
0,9	7,5	3	2,9
1	7	—	—

Podstawiając powyższe dane do wzoru na L , otrzymamy:

$$L = 5 \cdot 80 \cdot 80 \cdot 9,7 = 310\,000 \text{ cm.}$$

W danym przypadku indukcyjność cewki niewiele różni się od 320 000 cm, dlatego też pozostaniemy przy liczbie zwojów równej 80.

Z kolei zajmiemy się sposobem obliczania cewki wielowarstwowej bez rdzenia żelaznego. Przekrój takiej cewki jest pokazany na rys. 3. Na rysunku tym D_1 oznacza średnicę wewnę-



RYŚ. 3. CEWKA WIELOWARSTWOWA.

trzną cewki, D_2 — jej średnicę zewnętrzną, a — długość cewki oraz b — grubość warstwy uzwojenia.

Dla cewek tego rodzaju należy, podobnie jak i dla cewek jednowarstwowych, znać współczynnik pomocniczy k_2 dla stosunku:

$$\frac{D_1 + D_2}{a + b}$$

Tabela 12 podaje właśnie wartości tego współczynnika.

Tabela 12.

$\frac{D_1 + D_2}{a + b}$	Spółczynnik k_2	$\frac{D_1 + D_2}{a + b}$	Spółczynnik k_2
0,5	0,7	6	5,5
1	1,4	7	6
1,5	2	8	6,5
2	2,5	9	7
2,5	3	10	7,4
3	3,4	12	8,2
3,5	3,8	14	9,0
4	4,2	16	9,8
5	4,9	—	—

Dla przykładu znajdziemy wielkość indukcyjności L cewki w cm., jeśli wymiary jej są następujące: $a = 0,5$ cm, $b = 1$ cm, $D_1 = 4$ cm, $D_2 = D_1 + 2b = 4 + 2 \cdot 1 = 6$ cm oraz liczba zwojów $z = 100$.

Najpierw znajdziemy wartość stosunku:

$$\frac{D_1 + D_2}{a + b} = \frac{4 + 6}{0,5 + 1} = \frac{10}{1,5} = 6,67.$$

Dla powyższego stosunku znajdujemy z tabeli 12, że współczynnik pomocniczy $k_2 = 5,75$.

Mając wymiary cewki, liczbę jej zwojów z oraz współczynnik k_2 , indukcyjność cewki obliczamy z następującego wzoru:

$$L = (D_1 + D_2) \cdot z \cdot z \cdot k_2.$$

Podstawiamy znane nam wartości i otrzymujemy szukaną indukcyjność:

$$L = (4 + 6) \cdot 100 \cdot 100 \cdot 5,75 = 575 000 \text{ cm.}$$

A więc szukana indukcyjność cewki wielowarstwowej $L = 575 000$ cm.

Podany sposób obliczania indukcyjności cewek wielowarstwowych jest mniej dokładny, ani-

żeli sposób obliczania indukcyjności cewek jednowarstwowych, tym niemniej jednak daje on dostatecznie wielką dokładność dla celów praktycznych radioamatora.

Indukcyjność cewek wysokiej częstotliwości z rdzeniami zależy w większej mierze od materiału rdzenia, aniżeli od kształtu cewek, dlatego też sposób jej obliczania jest trudny. Dla orientacji można podać, że dla częstotliwości w zakresie od 500 000 do 1 500 000 okr./sek. (fale krótkie) należy stosować cewki o ilości zwojów 50 — 60, zaś dla częstotliwości mniejszych (fale długie) — o ilości zwojów, wynoszących 160 — 190. Dla cewek o małych przekrojach rdzenia należy przytem stosować większą liczbę zwojów, a dla cewek o rdzeniach zamkniętych — mniejszą ich liczbę.

4. Pojemność.

Jednostki pojemności. Pojemność mierzymy w następujących jednostkach: w **faradach** (F), **mikrofaradach** (μF), **mikromikrofaradach** ($\mu\mu F$) oraz **centymetrach**. Mikromikrofarady nazywają niektórzy **pikofaradami** (oznaczenie: pF). Farad jest jednostką zbyt wielką, aby w nim wyrażać spotykane w praktyce pojemności, dlatego też poniżej zajmiemy się pozostałymi jednostkami, przystosowanymi do celów praktycznych, a więc: centymetrami, mikrofaradami oraz pikofaradami.

Zależności pomiędzy trzema powyższymi jednostkami są następujące:

Pojemność w $cm =$ pojemności w $pF \times 0,9$
 Pojemność w $cm =$ pojemności w $\mu F \times 900 000$
 Pojemność w $pF =$ pojemności w $cm \times 1,1$
 Pojemność w $pF =$ pojemności w $\mu F \times 1 000 000$
 Pojemność w $\mu F =$ pojemności w $cm : 900 000$
 Pojemność w $\mu F =$ pojemności w $pF : 1 000 000$

TABELA 13.

μF	pF	cm	cm	pF	μF
0,000 01	10	9	10	11	0,000 011
0,000 02	20	18	20	22	0,000 022
0,000 05	50	45	50	56	0,000 056
0,000 1	100	90	100	110	0,000 11
0,000 2	200	180	200	220	0,000 22
0,000 5	500	450	500	560	0,000 56
0,001	1 000	900	1 000	1 100	0,001 1
0,002	2 000	1 800	2 000	2 200	0,002 2
0,003	3 000	2 700	3 000	3 300	0,003 3
0,004	4 000	3 600	4 000	4 400	0,004 4
0,005	5 000	4 500	5 000	5 600	0,005 6
0,006	6 000	5 400	6 000	6 700	0,006 7
0,007	7 000	6 300	7 800	7 000	0,007 8
0,008	8 000	7 200	8 900	8 000	0,008 9
0,009	9 000	8 100	9 000	10 000	0,010
0,01	10 000	9 000	10 000	11 000	0,011
0,02	20 000	18 000	20 000	22 000	0,022
0,03	30 000	27 000	30 000	33 000	0,033
0,04	40 000	36 000	40 000	44 000	0,044
0,05	50 000	45 000	50 000	56 000	0,056
0,06	60 000	54 000	60 000	67 000	0,067
0,07	70 000	63 000	70 000	78 000	0,078
0,08	80 000	72 000	80 000	89 000	0,089
0,09	90 000	81 000	90 000	100 000	0,10
0,1	100 000	90 000	100 000	110 000	0,11
0,2	200 000	180 000	200 000	220 000	0,22

Zamiast stosować podane powyżej zależności pomiędzy trzema stosowanymi w praktyce jednostkami pojemności, można posługiwać się przy przeliczaniu jednych jednostek na drugie tabelą 13, ułożoną dla małych pojemności, nie przekraczających 0,22 μF . Tabela ta zawiera przeliczenie pikofaradów na mikrofarady i centymetry oraz centymetrów na pikofarady i mikrofarady.

Pojemność kondensatorów. Pojemność kondensatorów można obliczać, znając ich geometryczne wymiary. Np. pojemność kondensatora płaskiego C w cm można obliczyć z następującego wzoru:

$$C = \frac{8 \cdot \epsilon \cdot s}{10 \cdot d}$$

gdzie ϵ jest stałą dielektryczną dielektryka kondensatora, s —powierzchnią jego okładzin w cm^2 , a d —grubością dielektryka (czyli odległością pomiędzy okładzinami) w mm.

Chcąc znaleźć np. pojemność kondensatora płaskiego, którego dielektrykiem jest mikanit, (którego stała dielektryczna $\epsilon = 5$), powierzchnia okładzin $s = 40 cm^2$, a odległość pomiędzy okładzinami $d = 1 mm$, obliczamy ją według podanego wzoru:

$$C = \frac{8 \cdot 5 \cdot 40}{10 \cdot 1} = 160 cm.$$

Pojemności kondensatorów płaskich o danych wymiarach można otrzymywać z tabeli 14-ej bez potrzeby wykonywania wyliczeń.

Tabela 14.

Grubość dielektryka (w mm)	Pojemność (w cm) przy następujących powierzchniach (w cm^2)							
	dielektryk—powietrze ($\epsilon = 1$)				dielektryk—mika ($\epsilon = 7$)			
	1	2	5	10	1	2	5	10
0,1	8	6	40	80	56	42	280	560
0,2	4	8	20	40	28	56	140	280
0,5	1,6	3,2	8	16	11,2	22,4	56	112
1	(0,8)	1,6	4	8	(5,6)	11,2	28	56
2	(0,4)	(0,8)	2	4	(2,8)	(5,6)	14	28

Tabela 16.

Pojemność w:		Pojemność w Ω i (pod linią łamaną) w $M \Omega$ przy następujących częstotliwościach (w okr./sek.):					
μF	cm	50	500	2 000	10 000	100 000	1 000 000
500	—	6,4	0,64	0,16	0,032	—	—
10	—	320	32	8	1,6	0,16	0,016
6	—	530	53	13	2,6	0,26	0,026
4	—	800	80	20	4	0,4	0,04
2	—	1600	160	40	8	0,8	0,08
1	—	3200	320	80	16	1,6	0,16
0,1	—	0,032	3 200	800	160	16	1,6
—	50 000	0,057	5 700	1 400	290	29	2,9
—	10 000	0,29	0,029	7 000	1 400	140	14
—	5 000	0,57	0,057	0,014	2 900	290	29
—	1 000	2,9	0,29	0,07	0,014	1 400	140
—	500	5,7	0,57	0,14	0,029	2 900	290
—	100	29	2,9	0,7	0,14	0,014	1 400

Wielkości, podane w tabeli 14 w nawiasach są przybliżone, ponieważ odnoszą się one do kondensatorów, których grubość dielektryka jest znaczna w porównaniu z wielkością powierzchni okładzin kondensatora. W tych zaś przypadkach podany powyżej wzór na pojemność kondensatora płaskiego jest tylko przybliżony.

Pojemność przewodów ekranowanych. Pojemność przewodów ekranowanych obliczamy w centymetrach na metr długości. Wielkość tej pojemności waha się od 15 cm do 250 cm na 1 m długości przewodnika.

Wielkość pojemności przewodu ekranowanego zależy: 1) od stosunku wewnętrznej średnicy ekranującej powłoki do średnicy wewnętrznego przewodnika oraz 2) od rodzaju dielektryka, oddzielającego ekranującą powłokę od przewodnika (zazwyczaj dielektrykiem tym jest powietrze).

Wielkości pojemności przewodów ekranowanych podaje tabela 15. Mając stosunek k wewnętrznej średnicy ekranującej powłoki do średnicy wewnętrznego przewodnika możemy z tabeli 15 znaleźć wielkość pojemności przewodu w cm na metr długości dla przewodów, posiadających jako izolację powietrze (rubryka A), względnie twardy materiał izolacyjny (rubryka B).

Tabela 15.

Stosunek k	2	3	4	5	6	7	8	10	12	14	16	20	30	40	50
Pojemność (w cm) na 1 m długości	A 100	67	54	46	42	38	36	33	30	28	27	24	23	20	19
	B 170	110	90	76	70	63	60	55	50	47	45	40	38	33	32

Jak wiadomo, kondensatory nie przepuszczają prądu stałego, a dla zmiennego przedstawiają opór pojemnościowy, tym mniejszy, im większa jest częstotliwość prądu, przepływającego przez kondensator i im większa jest pojemność kondensatora.

Opór pojemnościowy X_c kondensatora w omach (Ω), względnie megomach ($M\Omega$), można jego wielkość w zależności od jednostek pojemności i częstotliwości.

$$X_c (w \Omega) = \frac{160\,000}{\text{częstotliwość w okr./sek.} \times \text{pojemność w } \mu F}$$

$$X_c (w \Omega) = \frac{160}{\text{częstotliwość w okr./sek.} \times 1000 \times \text{pojemność w } \mu F}$$

$$X_c (w M\Omega) = \frac{143\,000}{\text{częstotliwość w okr./sek.} \times \text{pojemność w } cm}$$

$$X_c (w M\Omega) = \frac{143}{\text{częstotliwość w okr./sek.} \times 1000 \times \text{pojemność w } cm}$$

Zamiast obliczania oporów pojemnościowych kondensatorów według podanych powyżej wzorów, można posługiwać się tabelą 16, podającą wielkość tych oporów dla różnych pojemności i częstotliwości.

ODBIÓR SŁUPÓW.

J.J.

Pozornie wydawało by się, że przy odbiorach materiałów nieskomplikowanych dobrze opracowane normy wystarczają całkowicie do oceny jakości tych materiałów i że zbyteczne jest żądanie od komisji odbiorczej wszechstronnych i gruntownych kwalifikacyj, szczególnie przy dużej różnorodności materiałów z jakimi ma się do czynienia w teletechnice.

I rzeczywiście, przy materiałach o prostej konstrukcji wytwarzanych fabrycznie, można w normach ustalić takie wymagania, do których musi zastosować się wytwórca. Odstępstwo od tych wymagań, czyli ilość stwierdzonych przez komisję odbiorczą braków, jest wtedy tylko miarą sprawności fabryki czy warsztatu.

Fachowość komisji odbiorczych może nie wymagać wówczas specjalnego przygotowania. Opiera się ona głównie na wprawie i spostrzegawczości. Jeżeli bowiem materiał posiada przepisane normami wymiary, wytrzyma wymagane próby i czyni zadość wszystkim innym warunkom zastrzeżonym w normach, komisja może stwierdzić bez obawy, że materiał jest dobry.

Inaczej przedstawia się sprawa odbioru materiałów bardziej skomplikowanych lub materiałów, na których powstanie człowiek ma wpływ jedynie pośredni i uboczny, gdzie wytwórczość jest regulowana prawami przyrody. Normy nie wyczerpują tu wszystkich wariantów jakości materiału.

Naprzykład jeśli chodzi o słupy teletechniczne; każde drzewo z którego pochodzi słup to już inny organizm.

Kształt i wygląd zewnętrzny słupa to zaledwie jedno z wielu czynników określających jego przydatność. Gdybyśmy chcieli w normach określić ściśle wymagania techniczne dla słupów, spowodowałibyśmy niepotrzebne wyeliminowanie z użycia wielu słupów o dużej wartości użytkowej tylko dlatego, że nie odpowiadałyby dokładnie warunkom ustanowionym. Byłoby to zbędnym marnotrawstwem, niepożądanym tak dla dostawcy jak i dla odbiorcy.

Przystosowanie natomiast norm na słupy do różnorodnych warunków rzeczywistych, obarczyłoby je niepotrzebnym balastem przepisów i wymagań szczegółowych, które i tak nie dawałyby odpowiedzi na wszystkie wątpliwości, wobec których staje komisja w trakcie odbioru. Normy

straciłyby na zwięzłości i przejrzystości — przestałyby być normami.

Z tego też względu normy na słupy teletechniczne ustalają jedynie ogólne wytyczne, jakimi ma się kierować komisja przy odbiorze. Posługiwanie się nimi koniecznie wymaga zapoznania się przynajmniej z podstawowymi zasadami drzewoznawstwa. W przeciwnym razie komisja może popełniać kardynalne błędy. Z uwagi na to, że materiał słupowy jest użytkowany masowo i że od jakości tego materiału zależy całość inwestycji włożonych w budowę linii i sprawne jej działanie, błędy te mogą spowodować w sumie b. poważne straty.

Aby uprzystępnąć zaznajomienie się z zasadniczymi wiadomościami z zakresu drzewoznawstwa, dostosowanymi specjalnie do odbiorów słupów, będzie tu podany pokrótce zarys tych wiadomości ujmujący:

- A) budowę drewna
- B) choroby i wady drewna
- C) zasady sortowania słupów teletechnicznych.

A. Budowa drewna.

Gatunki drzew używanych na wyrób słupów.

Słupy teletechniczne drewniane są wyrabiane u nas wyłącznie z drzew iglastych. Drzewa liściaste, bowiem, nie posiadają tak prosto wykształconych strzał (pni) i, z wyjątkiem dębu, odznaczają się małą odpornością na gnicie, szczególnie będąc wystawione na wpływ zmiennych warunków atmosferycznych.

Z drzew iglastych wchodzi w grę: sosna, modrzew, świerk i jodła. Pod względem **wytrzymałości** na złamanie wszystkie te rodzaje drewna mają wartość prawie jednakową. Pod względem natomiast **trwałości**, tj. odporności na zgnicie, sosna i modrzew mają wartość dwukrotnie większą niż świerk i jodła.

Ponieważ drzewostany modrzewiowe są bardzo nieliczne i praktycznie biorąc nie wchodzi w rachubę, zaś świerk i jodła posiadają małą trwałość w stanie surowym i nie dają się łatwo impregnować, jedynym rodzajem drewna do którego sprowadza się wyróbka słupów jest sosna.

Przy rozpatrywaniu zatem budowy i wad drewna za podstawę będzie brane drzewo sosno-

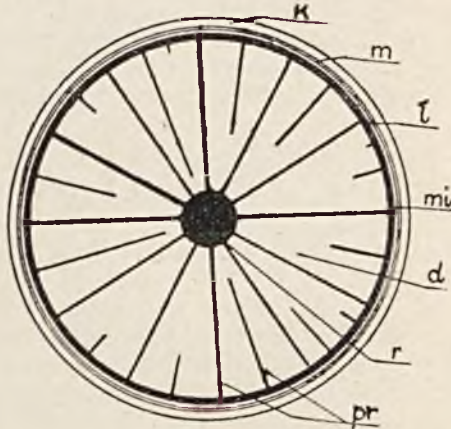
we, a jedynie dla odróżnienia go od świerka i jodły, będą podane cechy charakterystyczne dotyczące tych ostatnich.

Budowa (struktura) tkanki drzewnej.

Budowa tkanki drzewnej jest charakterystyczną dla każdego rodzaju i gatunku drewna. Dzięki temu tylko możemy gatunki i rodzaje rozróżnić, gdy mamy do czynienia z drewnem okorowanym.

Drewnem w potocznym języku nazywamy te wszystkie warstwy, które widzimy na przekroju poprzecznym pnia i które mieszczą się między korą i rdzeniem. Oglądane gołym okiem warstwy te wydają się początkowo jednakowe. Dopiero przy bliższym badaniu spostrzegamy różnicę.

Drobna siateczka na przekroju poprzecznym, której oczka wydawały się jednakowe, wykazuje w rzeczywistości znaczne zróżniczkowanie przystosowane do różnorodnych funkcji jaką w drewnie spełnia. Siatka—to zespół komórek z których składa się tkanka drzewna, oczka—to właśnie komórki o różnej budowie i przeznaczeniu.



RYŚ. 1. SCHEMATYCZNY UKŁAD TKANEK NA PRZEKROJU POPRZECZNYM PNIA:

k — kora, m — miękisz, l — łyko, mi — miazga, d — drewno, r — rdzeń, pr — promień rdzeniowy.

Za życia rośliny istnieją dwie zasadnicze grupy komórek. Komórki żywe i martwe. Pierwsze biorą czynny udział w procesie rozwoju i życia rośliny, rola drugich jest bierna. Aby komórki mogły spełnić swoje zadanie grupują się one w tkankach których rozlokowanie jest schematycznie przedstawione na rys. 1.

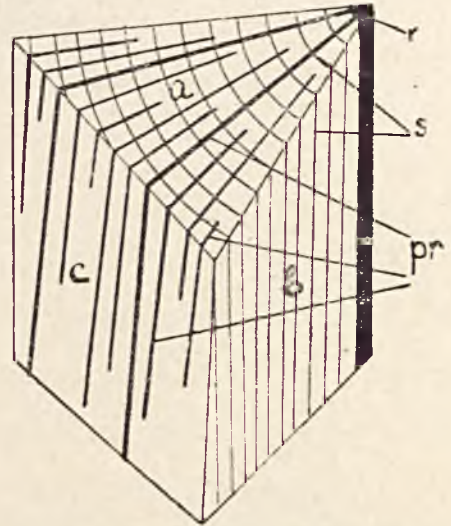
Rozpatrując poniżej kolejno widziane na rysunkach 1 i 2 warstwy, określimy zarazem rolę jaką w życiu drzewa spełniają.

1) **Kora** składa się z komórek martwych i ma za zadanie ochronę warstw pod nią leżących.

2) Warstwa żywych komórek tak zwanego **miękiszu, łyka i miazgi twórczej** odgrywa w życiu drzewa rolę najważniejszą. W niej bowiem odbywa się proces wzrostu i rozwoju drewna. Warstwa ta jest b. cienka i przy korowaniu pnia bywa usuwana razem z korą. Jak z powyższego wynika drewno narasta od strony

zewewnętrznej, czyli w środku pnia leżą warstwy najstarsze.

3) Warstwa, którą nazwiemy „**drewnem właściwym**“ składa się z komórek martwych tak zwanych cewek poprzegradzanych pasemkami promieni rdzeniowych i u iglastych światłami kanałów żywicznych. Warstwa ta ma za zadanie:



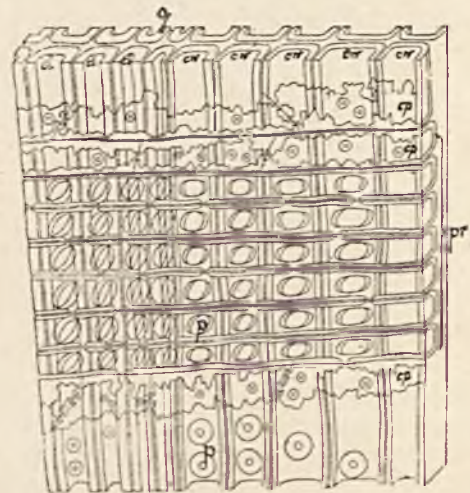
RYŚ. 2. UKŁAD TKANEK W PRZEKROJU: a) POPRZECZNYM, b) PROMIENIOWYM I c) STYCZNYM.

r — rdzeń, s — słoje roczne, pr — promień rdzeniowy.

a) przeprowadzenie wody i pokarmów z korzeni do liści i rozprowadzanie ich po całym pniu za pośrednictwem promieni rdzeniowych;

b) mechaniczne zabezpieczenie pnia—tworzy kolumnę na której spoczywa ciężar korony.

Jedną i drugą rolę spełniają wyżej wymienione cewki. Są to komórki wydłużone o ścianach zgrubiałych z licznymi przepustkami przez któ-



RYŚ. 3. PRZEKRÓJ PROMIENIOWY DRZEWA SOSNOWEGO:

cl — cewki letnie, cw — cewki wiosenne, g — granica słoju, p — przepusty, pr — promień rdzeniowy, cp — cewki promienia rdzeniowego, pow. 300 razy (według Sokolowskiego).

re uzyskują połączenie między sobą i między promieniami rdzeniowymi (rysunek 3).

4) W środku pnia leży **rdzeń**. Wraz z promieniami rdzeniowymi tworzy on zespół komórek żywych i jest w początkowym rozwoju życia rośliny jak gdyby jej spichlerzem. Po pewnym

jednak czasie komórki rdzenia zamierają i wypełniają się powietrzem. Zadanie gromadzenia pasów przejmują wtedy promienie rdzeniowe. (c. d. n.)

W SPRAWIE PRĄDNICY PRĄDU STAŁEGO BEZ KOLEKTORA.

A. P.

W zeszycie listopadowym Wiadomości Teletechnicznych ukazał się w rubryce „O czym mówią praktycy” artykuł pod tytułem „Prądnica prądu stałego bez kolektora”.

Autor artykułu podaje projekt budowy bezkolektorowej prądnicy prądu stałego i opisuje szczegółowo konstrukcję na której realizację swego projektu chce oprzeć.

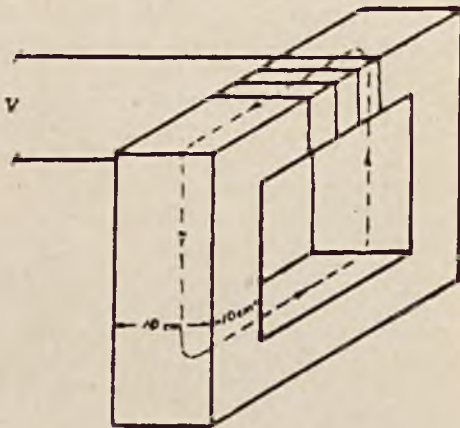
W artykule niniejszym postaram się wykazać, że projekt podany przez autora jest nie realny, gdyż prądnica jego konstrukcji nie da napięcia. W tym celu omówię na wstępie nieco szerzej zjawiska, występujące w obwodach magnetycznych.

1. Obwody magnetyczne.

Najprostrzym obwodem magnetycznym jest zamknięty rdzeń żelazny o dowolnym przekroju.

Siła magnetomotoryczna potrzebna do wywołania strumienia magnetycznego Φ , jest wytworzona przez prąd, płynący w uzwojeniu umieszczonym na rdzeniu.

Taki obwód magnetyczny jest pokazany na rys. 1.



RYS. 1.

Przypuśćmy, że przy określonym natężeniu prądu płynącego przez uzwojenie, zostaje wywołany strumień magnetyczny $\Phi = 500\,000$ linii magnetycznych. O ile przenikalność magnetyczna żelaza z którego został wykonany rdzeń jest stała, wówczas linie magnetyczne rozłożą się równomiernie na całej powierzchni przekroju rdzenia.

W tych warunkach ilość linii magnetycznych przypadających na jednostkę powierzchni przekroju, czyli indukcja magnetyczna, jest wielkością stałą.

Dla naszego przykładu indukcja magnetyczna

$$B = \frac{\Phi}{s};$$

s — powierzchnia przekroju rdzenia żelaznego.

$$B = \frac{500\,000}{10 \times 10} = 5\,000 \text{ linii magnetycz./cm}^2$$

Ponieważ powierzchnia przekroju rdzenia na całej długości obwodu jest jednakowa, więc indukcja magnetyczna B w każdym miejscu rdzenia posiada tę samą wartość.

Rozpatrzmy obwód utworzony przez rdzeń żelazny posiadający różne powierzchnie przekroju.

Na rys. 2 podana jest część obwodu magnetycznego, utworzonego przez rdzeń żelazny, w której następuje zmiana powierzchni przekroju.



RYS. 2.

Strumień Φ przepływający przez tę część obwodu wynosi, przypuśćmy, 600 000 linii magnetycznych. Ponieważ ten sam strumień magnetyczny Φ jaki przepływa przez rdzeń o większym przekroju przepływa również i przez rdzeń o mniejszym przekroju, to gęstość linii magnetycznych w rdzeniu o mniejszym przekroju musi być większa.

Indukcja magnetyczna w rdzeniu o większym przekroju wynosi:

$$B_1 = \frac{600\,000}{20 \times 10} = 3000 \text{ l. m./cm}^2.$$

natomiast w rdzeniu o mniejszym przekroju:

$$B_2 = \frac{600\,000}{10 \times 5} = 12000 \text{ l. m./cm}^2$$

Jak widzimy, czterokrotne zmniejszenie powierzchni przekroju rdzenia na pewnym odcinku obwodu magnetycznego wywoła czterokrotny wzrost indukcji magnetycznej w rdzeniu żelaznym na tym odcinku.

Ogólnie biorąc, indukcja magnetyczna w dwóch jakichkolwiek rdzeniach będzie równa:

a) dla rdzenia 1-go $B_1 = \frac{\Phi_1}{s_1} \text{ l. m./cm}^2$

b) dla „ 2-go $B_2 = \frac{\Phi_2}{s_2} \text{ l. m./cm}^2$

Dzieląc wzór 1-y przez 2-i otrzymamy:

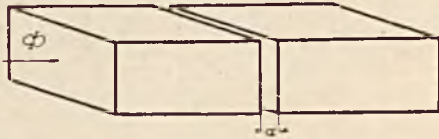
$$\frac{B_1}{B_2} = \frac{s_2}{s_1} \cdot \frac{\Phi_1}{\Phi_2}$$

W wypadkach gdy określamy indukcję magnetyczną w rdzeniach należących do tego samego obwodu magnetycznego, możemy przyjąć (pomijając zjawisko rozproszenia strumienia magnetycznego), że wielkość strumienia przepływającego przez obwód na całej jego długości jest stała. Wówczas wzór ostatni przekształca się na

$$\frac{B_1}{B_2} = \frac{s_2}{s_1};$$

t. zn. że indukcja magnetyczna w poszczególnych miejscach rdzenia tego samego obwodu magnetycznego jest odwrotnie proporcjonalna do powierzchni przekrojów rdzenia w tych miejscach.

Rozpatrzmy z kolei obwód magnetyczny utworzony z rdzenia żelaznego i szczeliny powietrznej „a”, powstałej wskutek przecięcia rdzenia w jakimkolwiek miejscu (rys. 3).



RYS. 3.

Przy stosunkowo małej grubości szczeliny powietrznej, możemy przyjąć, że przekrój szczeliny równy jest przekrojowi rdzenia żelaznego.

Jeśli więc przez rdzeń żelazny przepływa strumień o wartości Φ, to ten sam strumień przepływa i przez szczelinę powietrzną „a”. Wobec powyższego, indukcja w szczelinie powietrznej będzie miała tę samą wartość co i indukcja w rdzeniu żelaznym. Rys. 4. przedstawia część obwodu magnetycznego utworzonego przez rdzeń



RYS. 4.

żelazny, przekrój którego na nieznaczącej długości został zmniejszony dwukrotnie, w sposób uwidoczniony na rysunku.

Strumień magnetyczny płynący w obwodzie na odcinku zwężonym może płynąć dwiema drogami, a mianowicie:

- a) przez rdzeń żelazny,
- b) przez szczelinę powietrzną.

Oczywistą jest rzeczą, że wskutek tego że szczelina powietrzna stanowi duży opór magnetyczny w porównaniu z rdzeniem żelaznym, większa część strumienia przepływać będzie przez rdzeń, natomiast znikoma tylko ilość linii magnetycznych przejdzie przez szczelinę powietrzną.

Obliczmy w jaki sposób rozłożą się linie magnetyczne na tym odcinku drogi, t. zn. jaka ilość linii magnetycznych przejdzie przez rdzeń żelazny, a jaka przez szczelinę.

Dla tego musimy określić opór magnetyczny S_1 obwodu na odcinku zwężonym w szczelinie powietrznej, oraz opór magnetyczny S_2 obwodu na tym samym odcinku drogi w rdzeniu żelaznym.

Z podstaw elektrotechniki wiemy, że analogicznie do wzoru na oporność omową—oporność magnetyczna wyraża się wzorem:

$$S = \frac{l}{\mu \cdot s};$$

gdzie:

- l—długość obwodu magnetycznego,
- s—powierzchnia przekroju obwodu magnetycznego,
- μ—przenikalność magnetyczna środowiska stanowiącego obwód magnetyczny.

Ogólnie biorąc:

$$S_1 = \frac{l_1}{\mu_p s_1} \text{ oraz } S_2 = \frac{l_2}{\mu_z s_2}$$

Zgodnie z założeniem, że:

- a) określamy opór magnetyczny zarówno rdzenia żelaznego jak i szczeliny powietrznej na odcinku tej samej długości, możemy napisać że $l_1 = l_2$.
- b) przekrój rdzenia żelaznego został na odcinku zwężonym zmniejszony dwukrotnie, możemy napisać:

$$s_1 = s_2$$

wobec powyższego:

$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{\mu_z}{\mu_p}$$

Przenikalność magnetyczna powietrza μ_p jest wielkością stałą i równą 1, natomiast przenikalność magnetyczna żelaza jest wielkością zmienną. Średnio możemy przyjąć, że dla żelaza miękkiego $\mu_z = 1200$.

W ten sposób

$$\frac{S_1}{S_2} = 1200;$$

t. zn., że oporność magnetyczna szczeliny powietrznej będzie 1200 razy większa od oporności magnetycznej rdzenia żelaznego.

Rozkład strumienia magnetycznego, w wypadku gdy strumień może płynąć dwiema drogami, następuje według tego samego prawa co i rozkład prądu elektrycznego przepływającego przez dwie gałęzie równoległe o różnych opornościach. Wobec powyższego, wielkość strumienia magnetycznego płynącego przez każdą gałąź będzie odwrotnie proporcjonalna do oporności magnetycznej tych gałęzi, t. zn.

$$\frac{\Phi_1}{\Phi_2} = \frac{S_2}{S_1}.$$

Jeśli całkowity strumień magnetyczny, płynący przez obwód podany na rys. 4 wynosi, przypuść-

my, 600 500 linii magnetycznych, wówczas strumień płynący przez rdzeń żelazny będzie = 600 000 l. m. natomiast strumień płynący przez szczelinę powietrzną = 500 l. m.

W tych warunkach indukcja magnetyczna w rdzeniu żelaznym wyniesie

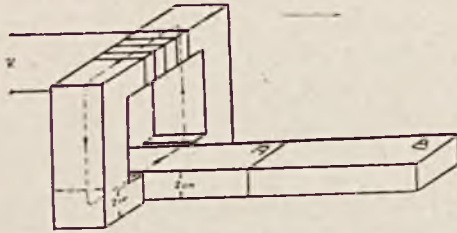
$$B_z = \frac{600\,000}{10 \times 10} = 6\,000 \text{ l. m./cm.}^2$$

natomiast w szczelinie powietrznej

$$B_p = \frac{500}{10 \times 10} = 5 \text{ l. m./cm.}^2$$

Przejdźmy obecnie do rozpatrzenia obwodu magnetycznego, w którym część tego obwodu jest ruchoma.

Rys. 5 przedstawia obwód magnetyczny składający się z dwóch przylegających do siebie



RYS. 5.

nieruchomych płytek żelaznych A i B oraz ruchomego elektromagnesu, obejmującego biegunami płytki. Przekroje płytek żelaznych są jednakowe.

Przy posuwaniu elektromagnesu wzdłuż płytki A, strumień magnetyczny będzie przesuwiał się również wzdłuż płytki. Szybkość posuwania się strumienia magnetycznego wewnątrz płytki będzie, oczywiście, równa szybkości posuwania elektromagnesu.

Podczas ruchu w kierunku wskazanym strzałką, w momencie gdy płytka B znajdzie się pomiędzy biegunami, linie magnetyczne będą przechodzić z płytki A na płytkę B, tak że po upływie pewnego czasu strumień magnetyczny będzie przepływał tylko przez płytkę B. Rozpatrzmy obecnie w jaki sposób nastąpi przejście strumienia magnetycznego z płytki A na płytkę B, w wypadku gdy rozsunie my obie płytki, tworząc pomiędzy nimi szczelinę powietrzną o długości 2 cm.

Poszczególne fazy położenia biegunów elektromagnesu względem płytek, podczas ruchu elektromagnesu, podane są na rys. 6. (widok z góry). Przypuśćmy, że strumień magnetyczny przepływający przez obwód wynosi 600 000 linii magnetycznych i że narazie pomiędzy biegunami elektromagnesu znajduje się tylko płytka A (rys. 6a).

Przekrój bieguna ma kształt prostokąta o powierzchni $10 \times 2 = 20 \text{ cm}^2$. Kształt takiegoż samego prostokąta będzie miał przekrój strumienia w płytce.

Wobec powyższego, indukcja magnetyczna w płytce żelaznej wyniesie:

$$B_z = \frac{600\,000}{10 \times 2} = 30\,000 \text{ l. m./cm.}^2$$

Gdy pomiędzy biegunami elektromagnesu znajdzie się zarówno płytka A jak i płytka B (rys. 6b), wówczas część strumienia magnetycznego będzie przepływać przez płytki, a część — przez szczelinę powietrzną. Wielkość strumienia magnetycznego Φ_p przepływającego przez szczelinę określamy w następujący sposób.

Powierzchnia szczeliny przez którą przepływa strumień wynosi $2 \times 2 = 4 \text{ cm}^2$. Na podstawie poprzednich naszych rozważań możemy powiedzieć, że oporność magnetyczna szczeliny powietrznej S_p o przekroju 4 cm^2 będzie średnio 1200 razy większa niż oporność S_z płytki żelaznej o tym samym przekroju t. zn.:

$$\frac{S_z}{S_p} = \frac{1}{1200}$$

Ponieważ indukcja magnetyczna w płytce żelaznej wynosi $B_z = 30\,000 \text{ l. m./cm.}^2$, więc strumień magnetyczny przepływający przez płytkę o przekroju 4 cm^2 wyniesie $\Phi_z = 30\,000 \times 4 = 120\,000 \text{ l. m.}$

Z drugiej strony mamy, że

$$\frac{\Phi_p}{\Phi_z} = \frac{S_z}{S_p}$$

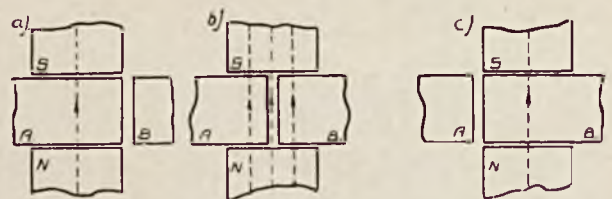
skąd

$$\Phi_p = \Phi_z \cdot \frac{S_z}{S_p} = 120\,000 \cdot \frac{1}{1200} = 100 \text{ l. m.}$$

Strumień przepływający przez obie płytki żelazne będzie:

$$600\,000 - 100 = 599\,900 \text{ l. m.}$$

W miarę posuwania się elektromagnesu w kierunku oznaczonym strzałką, linie magnetyczne będą przechodzić z płytki A na płytkę B. Jeśli szybkość posuwania się elektromagnesu wynosi $v = 2 \text{ cm/sek.}$, to w ciągu sekundy $2 \times 2 \times 30\,000 = 120\,000 \text{ l. m.}$ przejdzie z jednej płytki na drugą.



[RYS. 6.

Ponieważ przeskok linii magnetycznej nie może nastąpić przez zanik jej na płytce A i ponowne powstanie na płytce B, więc każda linia magnetyczna musi przejść przez szczelinę powietrzną. Z drugiej strony ilość linii magnetycznych znajdujących się w każdej chwili w szczelinie powietrznej nie może być, jak to obliczyliśmy wyżej, większą niż 100 l. m.

Ażeby w ciągu jednej sekundy 120 000 l. m. mogło przejść przez szczelinę i to w ten sposób, że w każdej chwili ilość linii magnetycznych

znajdujących się w szczelinie nie przekracza 100, szybkość v_p przebiegu tych linii w szczelinie musi być $\frac{12\ 000\ 0}{100}$ razy większa od szybkości

przebiegu ich w płycie żelaznej.
Biorąc pod uwagę, że:

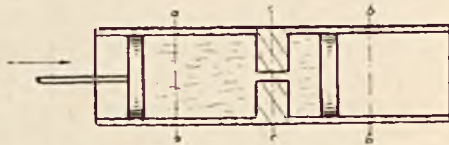
$$\frac{\mu_z}{\mu_p} = 1200,$$

możemy napisać

$$v_p = v_z \cdot \frac{\mu_z}{\mu_p}.$$

Dla lepszego zrozumienia zjawiska przymusowego zwiększenia szybkości przebiegu linii magnetycznych w szczelinie powietrznej, podam przykład zaczerpnięty z hydrauliki.

Przypuśćmy, że mamy rurkę szklaną napełnioną wodą, znajdującą się pomiędzy dwoma tłokami (rys. 7). Rurka ta posiada w części



RYS. 7.

środkowej zwężenie. Powierzchnia przekroju rurki w miejscach $a-a$ i $b-b$ jest jednakowa i wynosi $s_1=200\text{ mm}^2$, natomiast powierzchnia w miejscu $c-c$ wynosi $s_2=10\text{ mm}^2$.

Gdy będziemy posuwać tłok lewy w kierunku wskazanym strzałką z szybkością 2 cm/sek. to z taką samą szybkością będzie się posuwał tłok prawy, oznacza to, że szybkość posuwania się wody wewnątrz rurki na odcinkach gdzie przekrój jej równa się 200 mm^2 , wynosi $v_1=2\text{ cm/sek.}$

Przy takiej szybkości tłoka lewego ilość wody jaka w ciągu jednej sekundy przejdzie z lewej rurki na prawą wyniesie:

$$s_1 \times v_1 = 200 \times 2 = 4000\text{ mm}^3$$

Ażeby w ciągu tej sekundy przez zwężony przekrój rurki mogło przepłynąć $4\ 000\text{ mm}^3$ wody, szybkość przepływu jej w miejscu $c-c$ musi być

$$v_2 = v_1 \cdot \frac{s_1}{s_2} = 2 \cdot \frac{200}{10} = 40\text{ cm/sek.}$$

2. Siła elektromotoryczna indukcji.

Z podstaw elektrotechniki wiemy, że w przewodniku poruszonym w polu magnetycznym w ten sposób, że w ruchu swym przewód przecina linie magnetyczne, powstaje siła elektromotoryczna indukcji. Wielkość tej S. E. M.-nej indukcji wyraża się wzorem

$$E = B \cdot l \cdot v \cdot 10^{-8}\text{ V.}$$

gdzie

B —indukcja magnetyczna,
 l —długość czynna przewodu, t. zn. ta część

przewodu która znajduje się w polu magnetycznym,

v —szybkość z jaką przewód porusza się w polu magnetycznym.

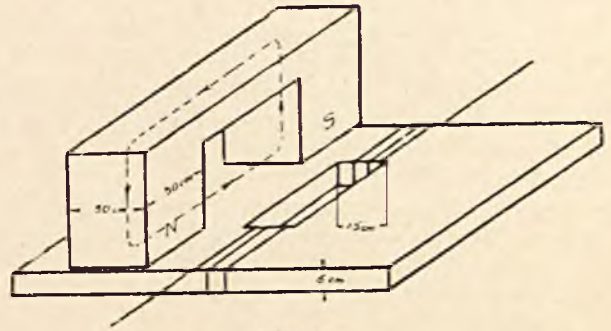
Z powyższego wzoru widzimy, że możemy otrzymać tę samą wartość S. E. M.-nej indukcji przez dowolne, lecz odpowiednie dobranie czynników znajdujących się po prawej stronie wzoru. Fizycznie oznacza to, że niezależnie od tego;

a) jaki będziemy mieli kształt strumienia magnetycznego, (kształt strumienia stanowi o długości czynnej przewodu).

b) jaką gęstość linii magnetycznych będzie posiadać pole magnetyczne,

c) z jaką jednostajną szybkością będziemy poruszali przewód w polu magnetycznym,

o ile zachowamy warunek, że przewód w określonym czasie będzie przecinał tę samą ilość linii magnetycznych—S. E. M.-na powstająca w przewodzie będzie miała tę samą wartość.



RYS. 8.

Rozpatrzmy obecnie obwód magnetyczny projektowanej bezkolektorowej prądnicy. Dla uproszczenia rozumowania, zastąpię obwód magnetyczny tej prądnicy przez równoważny obwód podany na rys. 8 z dowolnie obranymi wymiarami, które będą nam potrzebne do przeprowadzania obliczeń.

Założmy, że przez obwód magnetyczny przepływa strumień $\Phi = 3\ 600\ 000\text{ l.m.}$ Strumień magnetyczny wychodzący z bieguna N będzie miał przekrój równy $30 \times 30 = 900\text{ cm}^2$. Ponieważ szczelina powietrzna pomiędzy biegunem a płytką jest stosunkowo mała, przeto możemy uważać, że przekrój strumienia w szczelinie powietrznej będzie również kwadratem o powierzchni $= 900\text{ cm}^2$.

Wobec powyższego indukcja magnetyczna zarówno w magnesie jak i w szczelinie powietrznej wyniesie:

$$B_p = \frac{3\ 600\ 000}{900} = 4\ 000\text{ l. m./cm}^2$$

Na odcinku drogi pomiędzy biegunami N i S , strumień przepływa przez płytkę żelazną. Przekrój strumienia w płytce będzie prostokątem o bokach 30 cm i 6 cm. Indukcja magnetyczna w żelazie płytki wyniesie:

$$B_z = \frac{3\ 600\ 000}{6 \times 30} = 20\ 000\text{ l. m./cm}^2$$

Gdy pomiędzy biegunami elektromagnesu znajdzie się otwór w płytce, strumień magnetyczny będzie przepływał zarówno przez żelazo płytki jak i przez otwór w płytce.

Określmy strumień przepływający przez otwór w płytce.

Powierzchnia otworu w płytce prostopadła do kierunku przebiegu linii magnetycznych wynosi $s = 15 \times 6 = 90 \text{ cm}^2$.

Przez taką samą powierzchnię w płytce żelaznej przepływa strumień:

$$\Phi_z = s \cdot B_z = 90 \times 20000 = 1\,800\,000 \text{ l. m.}$$

Z równań poprzednich wiemy że w tym wypadku:

$$\frac{\Phi_p}{\Phi_z} = \frac{S_z}{S_p} = \frac{\mu_p}{\mu_z}$$

skąd

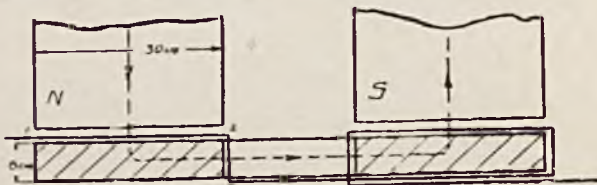
$$\Phi_p = \Phi_z \frac{\mu_p}{\mu_z} = 1\,800\,000 \frac{1}{1200} = 1500 \text{ l. m.}$$

Indukcja magnetyczna w otworze płytki wyniesie:

$$B_p = \frac{1500}{90} = 16\frac{2}{3} \text{ l. m/cm}^2$$

Obliczymy z kolei siłę elektromotoryczną powstającą w uzwojeniu przy założeniu, że szybkość posuwania się płytki pod biegunami wynosi przypuścmy 5 cm/sek.

Dla uproszczenia rozumowania rozpatrujemy uzwojenie składające się z 1-go zwoju (rys. 9).



RYC. 9.

Weźmiemy przewód znajdujący się pod biegunem N. Długość czynna przewodu, t. zn. ta część jego która przecina linie magnetyczne, będzie składać się z dwóch odcinków, a mianowicie:

- odcinka 1—2, o długości 30 cm, znajdującego się w szczelinie powietrznej jaka istnieje pomiędzy biegunem a płytką,
- odcinka 2—3, o długości 6 cm, znajdującego się w otworze płytki żelaznej.

Gdy będziemy przesuwac płytkę w kierunku prostopadłym do płaszczyzny rysunku, oba odcinki będą przecinać linie magnetyczne, skutkiem czego w tych przewodach powstaną S. E. M-ne indukcji.

Określając, zapomocą reguły prawej ręki, kierunki sił elektromotorycznych, stwierdzamy, że S. E. M-na indukowana w odcinku 1—2 ma

kierunek przeciwny niż S. E. M-na indukowana w odcinku 2—3.

Wielkości tych sił elektromotorycznych, obliczymy, wychodząc ze wzoru:

$$E = B \cdot l \cdot v \cdot 10^{-8} \text{ V.}$$

Dla odcinka 1—2.

B = indukcji magnetycznej w szczelinie powietrznej, która zgodnie z naszym obliczeniem wynosi $4\,000 \text{ l. m/cm}^2$

$l = 30 \text{ cm.}$

v = szybkości z jaką przewód przecina linie magnetyczne w szczelinie. Szybkość ta będzie równa szybkości z jaką posuwa się płytka ze znajdującym się na niej przewodem.

$$E_{1-2} = 4000 \times 30 \times 5 \times 10^{-8} = 6 \cdot 10^{-3} \text{ V.}$$

Dla odcinka 2—3.

B = indukcji magnetycznej w otworze płytki, która, jak obliczyliśmy poprzednio, wynosi $16\frac{2}{3} \text{ l. m/cm}^2$.

$l = 6 \text{ cm.}$

v = szybkości z jaką przewód przecina linie magnetyczne w otworze płytki. Szybkość ta nie będzie równa szybkości posuwania się płytki. Znajdzie tu, jak wspomnieliśmy wyżej, zjawisko przymusowego zwiększenia szybkości przebiegu linii przez otwór. Wytworzy się taki stan, że przewód będzie posuwał się w jednym kierunku z szybkością 5 cm/sk., natomiast linie magnetyczne będą zdążać w kierunku przeciwnym z inną o wiele większą szybkością. Tę wypadkową szybkość z jaką linie magnetyczne przecinają przewód obliczymy ze znanego już nam wzoru, a mianowicie:

$$v_p = v_z \cdot \frac{\mu_z}{\mu_p} = 5 \cdot \frac{1200}{1} = 6\,000 \text{ cm/sek}$$

a więc

$$E_{2-3} = 16\frac{2}{3} \times 6 \times 6\,000 \times 10^{-8} = 6 \cdot 10^{-3} \text{ V.}$$

Wobec powyższego, w przewodzie znajdującym się pod biegunem N, pomimo iż przewód ten porusza się w polu magnetycznym, nie powstanie żadna siła elektromotoryczna. To samo będzie miało miejsce i w przewodzie znajdującym się pod biegunem S.

Dla tego też tak skonstruowana prądnica prądu stałego nie da żadnego napięcia.

Zaznaczmy jednak że w zasadzie otrzymanie S. E. M-nej przy powyższym obwodzie magnetycznym jest możliwe. Musielibyśmy tylko część 1—2 (rys. 9) każdego zwoju połączyć z dwoma pierścieniami zbiorczymi, tak że zbudowana w ten sposób prądnica posiadała by dwukrotnie większą ilość pierścieni zbiorczych niż zwojów.