

# WIADOMOŚCI

# TELEKOMUNIKACYJNE

## MIESIĘCZNIK POPULARNY

WYDAWANY PRZEZ SEKCJĘ TELEKOMUNIKACYJNĄ STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH  
przy poparciu  
MINISTERSTWA POCZT I TELEGRAFÓW oraz MINISTERSTWA KOMUNIKACJI

### KOMITET REDAKCYJNY:

Przewodniczący: inż. E. SZACKI — Sekretarz: inż. R. STEFAŃSKI — Członkowie: inż. ST. JUDYCKI  
inż. ST. KIELAN, inż. K. KONWERSKI, inż. H. ŚMIGIELSKI

### TREŚĆ Nr 10—11—12

	str.		str.
1. Oscylograf katodowy — inż. L. Knoch . . . . .	129	5. Technika drobnych konstrukcji — St. Olechowicz . . . . .	162
2. Odbudowa Centrali Międzymiastowej w War- szawie — inż. L. Rydz . . . . .	142	6. Zagadnienie wykorzystania energii atomowej na skalę techniczną — inż. inż. J. Oderfeld i M. Danysz . . . . .	167
3. Glinowe przewody napowietrzne — Z. Skolimowski . . . . .	146	7. Pomiary linii telekomunikacyjnych — inż. W. Żochowski . . . . .	171
4. Dalekopisy — inż. W. Żochowski . . . . .	158	8. Skrzynka telekomunikacyjna . . . . .	176

inż. LEONARD KNOCH

## Oscylograf katodowy

### 1. WSTĘP

Oscylograf katodowy został poraz pierwszy zastosowany w roku 1897 przez J. J. Thomsona i w tymże samym roku użyty dla celów przemysłowych przez F. Brauna. W ciągu połowy wieku użytkowania przeszedł szereg ewolucji, charakteru raczej fabrykacyjnego, zasadnicza bowiem koncepcja nie uległa zmianie.

Oscylograf stał się podstawowym przyrządem wielu urządzeń w różnych dziedzinach życia. Znalazł wszechstronne zastosowanie nie tylko w laboratoriach naukowych, ale w praktyce codziennej. Przykładowo zacytuujemy kardiografię, telewizję, urządzenia określone ogólną nazwą „radar“ itp.

Znajomość zasad jego pracy jest konieczna dla każdego technika. Jakkolwiek bowiem prosty w działaniu, nowoczesny oscylograf ze względu na swą uniwersalność może wydać się skomplikowanym w obsłudze przyrządem, jeśli weźmiemy pod uwagę, że np. oscylograf laboratoryjny Dumont ma jedenaście gałek regulacyjnych i dwa przełączniki.

Celem niniejszego artykułu jest zaznajomienie czytelnika z działaniem oscylografu katodowego wraz z urządzeniami pomocniczymi.

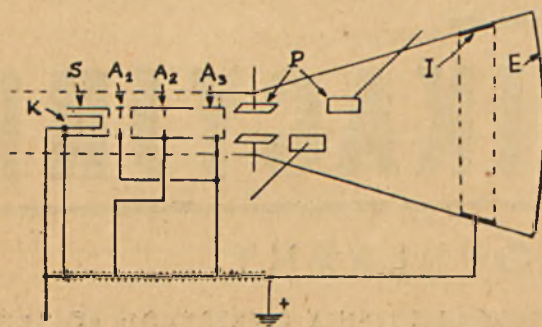
### 2. OPIS LAMPY OSCYLOGRAFICZNEJ.

Przebieg zjawiska w lampie oscylograficznej, będącej w zasadzie odmianą zwykłej lampy elektronowej jest następujący: elektrony wyrzucone z katody doznają przyspieszenia pod wpływem potencjału elektrody, zwanej anodą. Przyspieszenie to działa w kierunku osi lampy. Elektrony przesuując się wzdłuż osi lampy tworzą wiązkę rozproszoną, która, podobnie do promienia świetlnego musi być skoncentrowana. Wiązka elektronów, napotykać na swej drodze ekran z substancji fluoryzującej, pobudza go w punkcie padania do świecenia, dostępnego dla obserwacji gołym okiem, względnie dla zarejestrowania na kliszy fotograficznej. W pewnym punkcie drogi wiązka zostaje odchylna od kierunku osiowego dla kreślenia rysunku na ekranie.

1.2.5817



Zgodnie z tym oscylograf będzie zawierał następujące części składowe uwidocznione na rys. 1: 1) źródło elektronów, t.zw. katodę, 2) zespół elektrod do formowania w wiązkę elektronów wy-



K	katoda
S	siatka (cylinder Wehnelta)
A <sub>1</sub>	pierwsza anoda przyspieszająca
A <sub>2</sub>	elektroda skupiająca
A <sub>3</sub>	druga anoda przyspieszająca
P	płytka odchyłająca
I	elektroda przyspieszająca po odchyleniu
E	ekran fluorujący

Rys. 1. Schemat oscylograficznej lampy katodowej ze zwiększoną czułością przy elektrostatycznym odchyleniu wiązki.

zrzuconych z katody, urządzenie 3) do regulacji natężenia wiązki, 4) — do skupiania wiązki, 5) — do odchyłania wiązki, 6) ekran fluorujący pod wpływem uderzających elektronów.

Rozpatrzmy teraz pracę poszczególnych elementów składowych oscylografu szczegółowo.

### 21. Katoda.

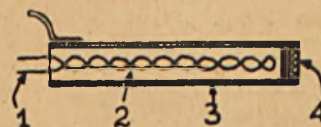
Katoda, jak powiedzieliśmy, jest źródłem emisji elektronów. Inaczej mówiąc katoda emituje elektrony. Zastanówmy się bliżej nad przebiegiem tego procesu. W dowolnym metalu znajdują się liczne elektrony „pozostające w stałym ruchu, t.zw. elektrony wolne, nie związane z żadną z cząsteczek. Te wolne elektrony poruszają się wewnątrz przewodnika z różnymi szybkościami, przy czym średnia szybkość elektronów zależna jest od temperatury bezwzględnej. Elektrony wywołują wewnątrz przewodnika ciśnienie, podobne do ciśnienia gazu zamkniętego w pewnej objętości. Ciśnienie to jednak nie wystarcza, ażeby wyrzucić elektrony poza granicę metalu do sąsiadującej przestrzeni, ponieważ na powierzchni metalu istnieją pewne siły, znacznie większe od ciśnienia „gazu elektronowego“, które powstrzymują elektrony od opuszczenia swego siedliska. Ażeby opuścić przewodnik, elektron musi wykonać pewną pracę przewyciężenia działania sił powierzchniowych, t.zw. pracę wyjścia. Pracę tę elektron może wykonać dzięki energii, jaką posiada wskutek swego ruchu (t.zw. energia ruchu czyli kinetyczna). Dopóki więc energia kinetyczna elektronu nie przekroczy wartości „pracy wyjścia“, elektron nie będzie mógł opuścić przewodnika. W normalnej temperaturze otoczenia dla wszystkich zna-

nych substancji emitujących, ilość elektronów posiadających dostatecznie dużą energię kinetyczną jest tak niewielka, że praktycznie w tych temperaturach emisji nie ma. Przez podwyższenie temperatury, zwiększamy średnią szybkość wolnych elektronów, a co za tym idzie zwiększa się ilość elektronów mających dość dużą energię kinetyczną dla wykonania pracy wyjścia. Dlatego też katoda musi być podgrzewana albo bezpośrednio, t. zn. grzejnik jest jednocześnie materiałem emitującym (wolfram, torowany wolfram itp.) lub pośrednio wtedy, gdy substancja emitująca musi być podgrzewana osobnym grzejnikiem (pasty tlenkowe). Co się tyczy materiału na katodę, dążymy do uzyskania materiału, któryby przy stosunkowo nie wysokiej temperaturze, dawał dość dużą emisję; inaczej mówiąc, ażeby sprawność emisji, t.zn. ilość emitowanych elektronów z jednostki powierzchni katody, na jednostkę mocy zużytej do podgrzania katody była jak największa. Pod względem sprawności emisji, katody tlenkowe wykazują znaczną wyższość nad katodami z czystego metalu i tak:

sprawność katody wolframowej wynosi 2 — 10 mA cm<sup>2</sup> watt

sprawność katody torowanej wynosi 5 — 100 mA cm<sup>2</sup> watt

sprawność katody tlenkowej wynosi do ok. 1000 mA cm<sup>2</sup> watt.



1	Grzejnik
2	materiał izolacyjny ceramiczny
3	rurka niklowa
4	substancja emitująca

Rys. 2. Konstrukcja katody lampy oscylograficznej.

Rys. 2 podaje przykład katody używanej w oscylografie. Katoda jest podgrzewana pośrednio przy pomocy spiralki z drutu wolframowego, umieszczonej w ceramicznej tulejce. Na końcu tej tulejki w zagłębieniu umieszczona jest substancja emitująca. Jako substancji emitującej używa się na ogół mieszaniny tlenków baru i strontu, o dużej sprawności emisji. Katoda może być żarzona prądem zmiennym lub stałym. Dla zmniejszenia niepożądanych wpływów pola magnetycznego, pochodzącego z grzejnika, żarzonego prądem zmiennym, przewody grzejnika są splecione.

Skonstruowana w ten sposób katoda, podgrzana do odpowiedniej temperatury będzie emitować elektrony. Elektrony opuszczające katodę będą się gromadzić wokół katody, tworząc pewnego rodzaju chmurę, t.zw. ładunek przestrzenny pozostający tak długo w miejscu, dopóki jakaś siła zewnętrzna nie zmieni jego położenia.



## 22. Anoda

Ponieważ elektrony stanowią elementarne ujemne ładunki elektryczności, będą przyciągane przez elementy o potencjale dodatnim, a odpychane przez elementy o potencjale ujemnym. Właściwość tę wykorzystujemy dla sformowania z chmury elektronów wiązki elektronów, poruszających się w kierunku ekranu z pewną szybkością dla wywołania efektu świetlnego. Dla nadania ruchu elektronom emitowanym przez katodę, w niewielkiej odległości od katody umieszczona jest elektroda o dodatnim potencjale, w kształcie płytki z otworem o średnicy 1—2 mm w środku. Płytkę tę nosi nazwę „anody”. Przesuwająca się pod wpływem dodatniego pola anody chmura elektronów, zasilana stale z katody, dotrze do anody i utworzy prąd analogiczny, jak w dwuelektrodowej lampie elektronowej. Niewielka część elektronów przeleci przez otwór w anodzie i dzięki szybkości, uzyskanej pod wpływem pola elektrycznego, dotrze do ekranu, wywołując swym bombardowaniem jego fluorescencję. Otrzymana tym sposobem plama świetlna na ekranie będzie dość duża i nieostro zarysowana, wskutek wzajemnego odpychania się elektronów w czasie ich drogi do ekranu.

## 23. Skupianie wiązki elektronów.

Dla zmniejszenia plamy świetlnej do możliwie małych rozmiarów stosuje się specjalne urządzenia oparte na trzech zasadniczych metodach skupiania:

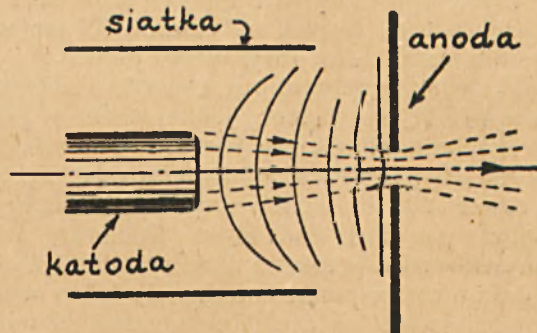
- przy pomocy pola magnetycznego,
- przez wprowadzenie niewielkiej ilości gazu do lampy,
- przy pomocy pola elektrostatycznego.

Zanim przejdziemy do opisu sposobu skupiania wiązki, wrócimy jeszcze do miejsca tworzenia się wiązki elektronów z chmury.

**231. Siatka czyli cylinder Wehnelta.** Jak już wyżej wspomniano, zaledwie część elektronów przelatuje przez otwór w środku anody, tworząc pożądaną wiązkę, natomiast większość elektronów jest dla nas stracona w postaci bezużytecznego prądu anodowego. Ażeby zwiększyć ilość użytecznych elektronów zastosowano elektrodę, zwaną siatką lub cylindrem Wehnelta. Elektroda ta w postaci cylindra z blachy niklowej łączy całkowicie katodę i ma potencjał ujemny w stosunku do niej. Patrz rys. 3. Elektrony wyrzucone przez katodę, będą odpychane przez siatkę w kierunku osi układu i w ten sposób promień elektronowy będzie bardziej skupiony — mniej elektronów osiągnie anodę, więcej przeleci przez otwór. Zwiększając potencjał ujemny siatki można tak skupić wiązkę, że większość elektronów przeleci przez otwór w anodzie, a prąd anodowy utworzą tylko elektrony rozproszone. Obecność tej siatki, jak widzimy, zwiększa znacznie

„sprawność” wiązki, wyrażoną stosunkiem ilości elektronów, tworzących wiązkę do ilości osiagających anodę.

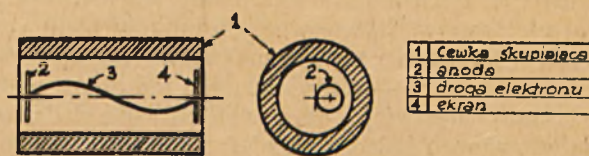
Jeśli w dalszym ciągu będziemy zwiększać potencjał ujemny siatki (poza konieczny do osią-



Rys. 3. Działanie skupiające siatki, czyli cylindra Wehnelta.

gnięcia dostatecznego skupienia wiązki) działanie jej może zneutralizować całkowicie działanie anody, polegające na przyciąganiu elektronów i strumień elektronów zostanie przerwany. Widzimy więc, że działanie tej elektrody jest analogiczne do działania siatki w lampie trójelektrodowej, a ponieważ jasność plamy świetlnej jest zależna od ilości elektronów, osiagających ekran, może być regulowana w pewnych granicach przez zmianę potencjału siatki. Ta właściwość umożliwia np. zastosowanie oscylografu do reprodukcji obrazów w telewizji.

**232. Skupianie wiązki elektronów przy pomocy pola magnetycznego.** Najstarszą metodą jest skupianie przy pomocy pola magnetycznego, wytworzonego przez cewkę, otaczającą oscylograf, zasilaną prądem stałym. Jeśli cewka jest dość długa w porównaniu z średnicą, pole w środku cewki będzie równoległe do osi oscylografu, a więc do wią-



Rys. 4. Działanie skupiające długiej cewki.

zki elektronów. Elektrony, poruszające się w kierunku osiowym w lampie, nie będą poddane działaniom żadnej siły, te natomiast elektrony, których kierunek ruchu tworzy pewien kąt z osią pola zakreślą drogę, której rzut na płaszczyznę prostopadłą do osi pola będzie kołem. Patrz rys. 4. Elektron powróci do punktu, z którego się oddalił — zostanie sprowadzony na oś wiązki. Ponieważ, oprócz szybkości poprzecznej, elektron posiada szybkość wzdłuż osi oscylografu, w rzeczywistości załoczy



linię spiralną. Z rozważań teoretycznych wynika, że bez względu na szybkość poprzeczną wszystkie elektrony powrócą do jednego punktu na osi. Ponieważ skok spirali zależy od natężenia pola magnetycznego, możemy dobrać takie natężenie, aby koniec spirali (a więc miejsce skoncentrowania elektronów) wypadł na ekranie. W ten sposób otrzymamy ostro zarysowany punkt.

Jakkolwiek teoretycznie jest możliwe silne skupienie wiązki przy pomocy jednej cewki, w praktyce działanie skupiające jest zakłócanie obecnością innych pól, działających na wiązkę. Np. para cewek elektromagnetycznych, odchylających promień, powoduje dodatkową składową szybkość elektronów, przesuwając drogi spiralne i w efekcie daje nieostry punkt świetlny. Podobny wpływ ma odchylające pole elektrostatyczne. Również trudno jest otrzymać jednolite pole magnetyczne osiowe, chociaż, jeśli powierzchnia emitująca katody jest dostatecznie mała i cewka symetrycznie zmontowana, skupianie wiązki jest dość skuteczne. Przy większej powierzchni emitującej plamka na ekranie otoczona jest promienistym kołem; występuje tu zjawisko podobne do „sferycznej aberacji” w wypadku promienia świetlnego. Ta metoda skupiania wiązki nie przyjęła się w mniejszych oscylografach, dzięki większej dokładności i wygodzie użycia innych metod.

233. *Skupianie przy pomocy gazów.* Bardzo dobrą metodą skupiania wiązki, która zadecydowała o rozpowszechnieniu oscylografów nisko napięciowych jest wprowadzenie pewnej niewielkiej ilości gazu obojętnego, jak argon lub hel, do lampy. Ciśnienie gazu waha się w granicach od  $1 \times 10^{-3}$  mm dla argonu, do  $20 \times 10^{-3}$  mm sł. rtęci dla helu.

Na swej drodze wzdłuż lampy elektrony w wiązce zderzają się z cząsteczkami gazu i jonizują je. Jonizacja polega na tym, że pod wpływem bombardowania elektronów, z elektrycznie obojętnej cząsteczki gazu zostaje wyrzucony jeden lub więcej elektronów. Równowaga ładunków elektrycznych w cząsteczce zostaje zachwiana, gdyż zabraknie elektronów — elementarnych ładunków elektryczności ujemnej — dla zubożenia dodatnio naładowanego jądra. Tak zdeformowana cząsteczka, zwana jonom, będzie miała przewagę ładunków dodatnich. Wzdłuż wiązki elektronów zjawi się szereg jonów. Jony, jako stosunkowo ciężkie i wolno poruszające się w porównaniu z szybkimi elektronami, pozostają na drodze wiązki, tworząc pewnego rodzaju dodatni rdzeń. Rdzeń ten będzie przyciągał ujemne elektrony, które skupią się, przesuwając się w kierunku osi wiązki.

Ta prosta i skuteczna metoda skupiania daje dobre wyniki, tak, że można łatwo otrzymać punkt świetlny o średnicy  $0,2 - 0,5$  mm. Intensywność skupiania elektronów zależy od ilości jonów w rdzeniu, a ta ilość z kolei zależy od ilości elektronów w wiązce. Ilość elektronów możemy

regulować zmieniając napięcie siatki, względnie temperaturę katody. Z obserwacji okazuje się, że dla pewnego napięcia siatki otrzymujemy maksymalną ostrość punktu świetlnego na ekranie. W niewielkich granicach powyżej i poniżej tej wartości możemy regulować jasność punktu, zmieniając napięcie siatki, wzgl. temperaturę katody. Jednakże przy większych zmianach napięcia siatki wraz ze zmniejszeniem jasności zanika skupienie wiązki. Tłumaczy się to tym, że mniejsza ilość elektronów w wiązce, odpowiadająca mniejszej jasności nie jest zdolna do wytworzenia dostatecznej ilości jonów, któreby skupiły wszystkie elektrony. Jeślibyśmy chcieli zmieniać jasność punktu dla odwzorowania jakiegoś obrazu przez zmianę napięcia siatki, zmianom jasności towarzyszyłoby zmniejszenie ostrości.

Z tych względów ten system skupiania wiązki, jakkolwiek bardzo prosty, nie znalazł szerszego zastosowania w oscylografach, używanych w telewizji. Inną wadą tego systemu skupiania jest nierównomierna czułość przy elektrostatycznym odchylaniu wiązki. Wskutek obecności dodatnich jonów między płytkami odchylającymi czułość oscylografu w pobliżu środkowego położenia wiązki (dla mniejszych napięć odchylających) jest mniejsza niż dla większych wychyleń. Powoduje to zniekształcenie rzeczywistego przebiegu zjawiska, obserwowanego na oscylografie.

Przy dużych szybkościach odchylania wiązki, a więc przy dużych częstotliwościach zanika skupianie. Spowodowane jest to tym, że ciężkie jony nie nadążając za elektronami przy ruchu poprzecznym wiązki, pozostają poza wiązką, i nie tylko że nie skupiają elektronów, ale nawet powodują ich rozproszenie. Graniczna częstotliwość, przy której daje się zauważyć zanik ostrości wynosi ok. 25 kc/s, zależy jednak od zastosowanego gazu i ciśnienia w lampie; dla helu dochodzi do 100 kc/s; na niektórych oscylografach osiągnięto dobre wyniki jeszcze przy częstotliwości 750 kc/s.

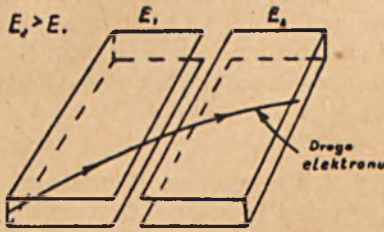
Trwałość lamp gazowych jest stosunkowo niewielka, wynosi ok. 200 godz., a spowodowana jest niszczącym działaniem jonów na katodę, które przesuwając się w kierunku przeciwnym niż elektrony, tworzą ciągle deszcz ciężkich pocisków bombardujących katodę.

Inne jednak zalety skupiania przy pomocy gazu, jak większa czułość, niższe napięcia pracy (ok. 300 V), a co zatem idzie łatwa przystosowalność do urządzeń przenośnych, zapewniają użycie tych oscylografów dla celów specjalnych, jak kardiografia lub tp.

234. *Skupianie przy pomocy pola elektrostatycznego.* Wady i braki poprzednich systemów doprowadziły do opracowania metody skupiania przy pomocy pola elektrostatycznego, zastosowanej do lamp wysokopróżniowych. Badania wykazały, że



wiązka elektronów, przechodząc przez pole elektrostatyczne, istniejące np. pomiędzy dwoma płytkami o różnych potencjalach, zachowuje się jak promień świetlny, przechodzący przez optyczny ośrodek, w którym współczynnik załamania zmie-



Rys. 5. Drogi elektronu w polu elektrostatycznym.

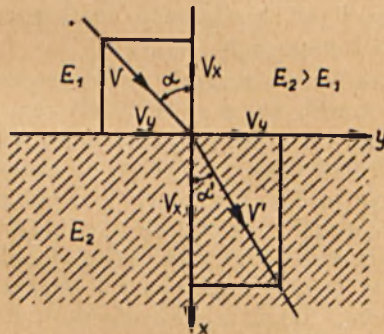
nia się wzdłuż drogi. Patrz rys. 5. Współczynnik załamania wiązki elektronów wyraża się wzorem:

$$n = \sqrt{\frac{E_2}{E_1}} \quad (1)$$

gdzie:  $E_1$  jest potencjałem pola na początku wiązki,

$E_2$  — potencjałem pola na końcu wiązki.

Wzór ten wyprowadza się w sposób prosty z rozważań nad zmianą szybkości elektronów przy przejściu z obszaru o potencjale niższym do obszaru o potencjale wyższym.



Rys. 6. Załamanie drogi elektronu w polu elektrostatycznym.

Załóżmy, że wiązka wchodzi do obszaru o potencjale wyższym pod kątem  $\alpha$  z szybkością  $v$  (patrz rys. 6).

Składowe szybkości  $v$  będą następujące: w kierunku prostopadłym do granicy obszarów —  $v_x$  w kierunku stycznym —  $v_y$ . Szybkość  $v_y$ , nie ulega zmianie, gdyż w kierunku stycznym nie działają żadne siły. Natomiast w kierunku „ $x$ ” elektrony doznają przyspieszenia pod wpływem większego potencjału i szybkość  $v_x$  zwiększy się do  $v'_x$ . Otrzymamy nową szybkość wypadkową  $v'$  i kąt załamania  $\alpha'$ , tak, że:

$$\sin \alpha' = \frac{v_y}{v'}$$

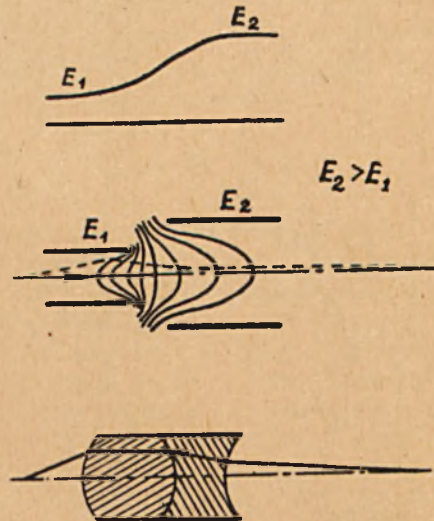
z rys. mamy

$$\sin \alpha = \frac{v_y}{v}$$

stąd współczynnik załamania  $n$

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \alpha'} = \frac{v'}{v} \quad (2)$$

Ponieważ szybkość  $v$  jest proporcjonalna do pierwiastka kwadratowego z potencjału  $v = k_1 \sqrt{E}$  cm/sek, wzór (2) możemy napisać w formie (1).  
mie (1).



Rys. 7. Soczewka elektronowa i soczewka optyczna o podobnym działaniu.

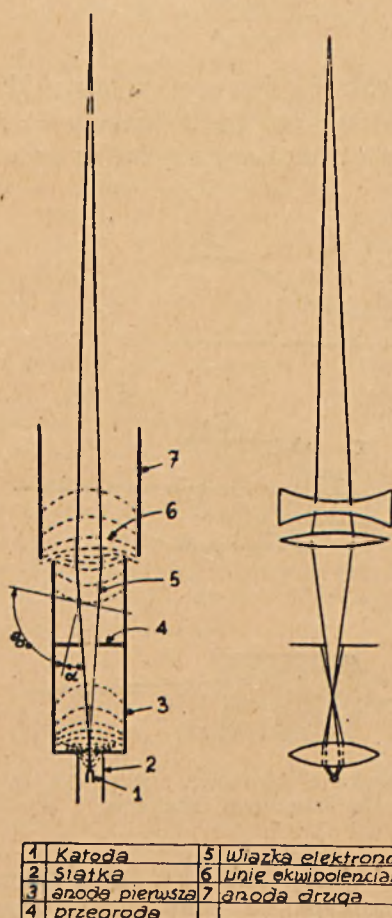
Wiązka elektronów może być załamywana, rozczepiana i skupiana w polu elektrostatycznym podobnie jak promień świetlny w soczewkach. Ponieważ do tych przebiegów elektronowych mają zastosowanie prawa optyki fizycznej przez analogię nazwano ten dział nauki „optyką elektronową”. Rys. 7 podaje przykład soczewki elektronowej z analogią soczewki optycznej. Soczewka ta składa się z pola pomiędzy dwoma współosiowymi cylindrami o różnych potencjalach, zbliżonymi do siebie podstawami. Wykreślona jest również zmiana potencjału wzdłuż osi cylindrów.

Równoważna soczewka fizyczna składa się z kombinacji powierzchni wklęsłych i wypukłych.

W elektronowej soczewce cylindrycznej, podanej na rys. 7, w pierwszym cylindrze linie równych potencjałów (ekwipotencjalne) są wypukłe w kierunku wzrastającego potencjału, podczas gdy w drugim cylindrze linie te są wklęsłe. Elektrony poruszają się wzdłuż linii pola elektrostatycznego, prostopadłych do linii ekwipotencjalnych. W wyniku, elektron wchodząc pod małym kątem w stosunku do osi układu od strony niższego potencjału najpierw zostaje poddany działaniu siły dośrodkowej, a następnie odśrodkowej. Pierw-



sza część ma działanie skupiające, druga rozszerzająca. Działanie skupiające jest silniejsze ponieważ w pierwszej części elektrony mają mniejszą szybkość i zostają silniej odchylone.



Rys. 8. Elektrostatyczne skupienie wiązki elektronów w oscylografie katodowym i podobne skupianie promienia świetlnego.

Zasady optyki elektronowej zostały zastosowane w oscylografie katodowym. Przykład prostego elektrostatycznego układu skupiającego podany jest na rys. 8. Pierwsza anoda stanowi część składową soczewki elektronowej. Jest ona podstawą cylindra zwróconą ku katodzie. Wewnątrz cylindra znajduje się jedna lub kilka przegród z otworami, służących do zatrzymania silnie rozproszonych elektronów, któreby utrudniły skupienie wiązki. Ostatnia elektroda skupiająca zwana drugą anodą ma również kształt cylindra i umieszczona jest za anodą pierwszą w kierunku ruchu elektronów. Główne działanie skupiające przebiega w polu elektrostatycznym między pierwszą i drugą anodą. Między potencjalami obu cylindrów musi być zachowany pewien określony stosunek ażeby otrzymać skuteczne skupianie. Jeśli ten stosunek ulega zmianie, obraz zarysowuje

się przed ekranem albo za ekranem. W krańcowym przypadku na ekranie można otrzymać powiększony obraz powierzchni emitującej katody, podobnie jak w zwykłym aparacie projekcyjnym obraz łuku lub żarówki. Regulacja skupienia odbywa się przez zmianę potencjału drugiej anody, podobnie jak regulacja jasności punktu przez zmianę potencjału siatki. Te dwie regulacje są prawie niezależne od siebie, jakkolwiek niecałkowicie t. zn. zmiana jasności wpływa na ostrość i odwrotnie.

Soczewki elektronowe mają podobne wady jak soczewki fizyczne, z których główną jest aberacja sferyczna. Poza tym niedokładności w skupianiu wiązki powoduje trudność centrowania elektrod. Jest to trudność fabrykacyjna i jakkolwiek byśmy się jej pozbyli nie można uniknąć aberacji sferycznej, spowodowanej skończonymi wymiarami wiązki (t. zn. wiązki nie możemy uważać za teoretyczny punkt: ma ona swoją średnicę o określonej wielkości). Aberacja sferyczna polega na tym, że plamka świetlna, która na środku ekranu jest okrągła, przy odchyleniu w jakimkolwiek kierunku ku brzegowi ekranu, deformuje się i przybiera kształt wydłużony. Jakkolwiek wada ta nie przeszkadza w pomiarach, jest zasadniczym brakiem przy telewizji. Występuje ona szczególnie silnie w układach prostych np. jednosoczewkowych skupiających gdzie kąt padania  $\alpha$  wiązki jest duży, patrz rys. 8. Dla mniejszego kąta padania stosuje się układy o większej ilości kombinacji soczewek skupiających i rozczepiających.

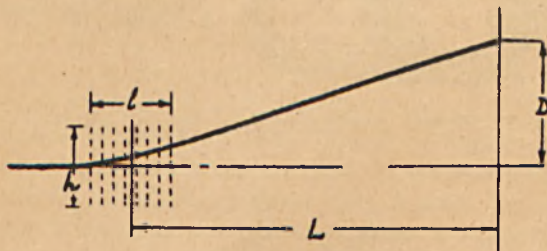
Większość nowoczesnych oscylografów o dużej średnicy ekranu ma trzy elektrody tworzące optykę elektronową. Jako przykład może służyć układ oscylografu podany na rys. 1. Pierwsza anoda w kształcie płytki z otworem ma potencjał równy potencjałowi trzeciej elektrody (druga anoda). Druga elektroda t. zw. skupiająca o niższym potencjale tworzy z pierwszą i trzecią soczewkę elektronową. Regulacja skupienia odbywa się przez zmianę potencjału drugiej elektrody. Układy takie wykazują znacznie mniejszą aberację sferyczną. Niższe napięcie drugiej elektrody nie jest regułą, a zależy od indywidualnego rozwiązania firmy produkującej. Stosowane są również następujące napięcia: anoda pierwsza  $A_1$  : 500 V, elektroda skupiająca  $A_2$  : 750 V, anoda druga  $A_3$  : 3000 V; względnie  $A_1$  : 250 V,  $A_2$  : 1500 V,  $A_3$  : 6000 V. Napięcia te odnoszone są w stosunku do katody. Dzięki nieobecności ciężkich jonów w lampach wysokopróżniowych trwałość ich jest znacznie większa niż gazowych, dochodząc do 2000 godz. Z tych samych względów skupienie nie ulega zmianie przy dużych szybkościach rysowania pozwalając na rejestrowanie przebiegów o częstotliwości 500 Mc/sek. Również jasność punktu może być regulowana niezależnie od skupienia, przy czym czynność ta odbywa się bez opóźnienia.



## 24. Odchylenie wiązki elektronów.

Odchylenie wiązki elektronów dla zarejestrowania przebiegu zjawiska na ekranie, może odbywać się przy pomocy pola elektrostatycznego lub pola magnetycznego.

Przebieg odchylenia w oscylografie pokazany jest na rys. 9.



Rys. 9. Odchylenie wiązki elektronów w polu elektrostatycznym lub magnetycznym.

Zakreskowane pole przedstawia obszar objęty polem odchyłającym. Elektrony wchodzi w ten obszar wzdłuż osi z szybkością  $v$ , wywołaną napięciem  $E_a$  ostatniej anody. Energia kinetyczna (ruchu) elektronu wchodzącego w pole odchyłające równa jest iloczynowi napięcia przyspieszającego  $E_a$  przez ładunek elektronu  $e$ . Według praw ruchu Newtona energia kinetyczna równa się połowie iloczynu masy  $m$  przez kwadrat szybkości  $v$ . Te dwie wielkości muszą być sobie równe:

$$e \cdot E_a = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

stąd

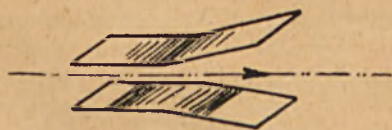
$$v = \sqrt{2E_a \frac{e}{m}} \text{ cm/sek}$$

ponieważ  $\frac{e}{m}$  jest wielkością stałą, możemy napisać

$$v = k_1 \sqrt{E_a} \text{ cm/sek} \quad (3)$$

gdzie  $E_a$  — napięcie przyspieszające w woltach  
 $k_1 = 5,9 \times 10^7$

241. Odchylenie przy pomocy pola elektrostatycznego. Zasada odchylenia elektrostatycznego polega na tym, że wiązka zostaje przepuszczona przez pole elektrostatyczne, wytworzone między dwiema płytkami przewodzącymi o różnych potencjalach (rys. 10). Pod wpływem tego pola wią-



Rys. 10. Para płytek odchyłających.

zka zostanie odchylona proporcjonalnie do różnicy potencjałów i odwrotnie proporcjonalnie do szybkości elektronów. Uwzględniając wzór (3) otrzymamy (patrz rys. 9)

$$D_e = \frac{L \cdot E_e \cdot l}{2h \cdot E_a} \text{ cm.} \quad (4)$$

gdzie  $D_e$  — wychylenie na ekranie w cm,

$E_e$  — napięcie płytek odchyłających w woltach,

$E_a$  — napięcie ostatniej anody w woltach,

$L$  — długość wiązki od środka pola odchyłającego do ekranu w cm,

$l$  — długość płytek odchyłających w cm,

$h$  — odległość między płytkami w cm.

Ponieważ  $l$ ,  $L$  i  $h$  są wielkościami stałymi dla danej lampy możemy napisać:

$$D_e = k_2 \cdot \frac{E_e}{E_a} \text{ cm.} \quad (4a)$$

Zwykle stosuje się dwie pary płytek odchyłających wiązkę w kierunkach prostopadłych do siebie. Ażeby umożliwić odchylenie wiązki, płytki tworzą niewielki kąt z osią lampy, tak, że odległość na końcu w kierunku ekranu jest większa niż w kierunku katody. Druga para jest bardziej rozsunęta ze względu na odchylenie spowodowane pierwszą parą. Połączenia od każdej z płytek są wyprowadzone do cokołu lampy. Jednakże w niektórych lampach jedna z płytek każdej pary jest połączona wewnątrz z ostatnią anodą. Ponieważ potencjał odchyłający jest określony w stosunku do tej elektrody (jako uziemionej), stałe połączenie upraszcza zewnętrzne obwody. Przy pomiarach wysokiej częstotliwości pożądana jest możliwie mała pojemność między płytkami. Stosuje się specjalne oscylografy z końcówkami płytek wyprowadzonymi nie do podstawy a zatopionymi wprost w szkle po obu stronach lampy.

Czułość oscylografu przy odchyłaniu elektrostatycznym  $S_e$  określamy z ilorazu odchylenia przez napięcie powodujące to wychylenie:

$$S_e = \frac{D_e}{E_e} = K_2 \cdot \frac{E_e}{E_a \cdot E_e} = \frac{K_2}{E_a} \text{ cm/wolt} \quad (5)$$

Zatem czułość oscylografu jest odwrotnie proporcjonalna do napięcia przyspieszającego i wyraża się zwykle w milimetrach na wolt napięcia odchyłającego ( $E_e$ ).

Rozpatrzmy lampę oscylograficzną typu Cossor 3232 o skupianiu gazowym, o napięciu anody  $E_a = 300 \div 3000 \text{ V}$  i czułości  $D_e = \frac{375}{E_a}$ . Przy napięciu anody  $E_a = 300 \text{ V}$  czułość oscylografu wyniesie  $\frac{375}{300} = 1,25 \text{ mm/wolt}$ , co przy założeniu napięcia odchyłającego na płytkach  $E_e = 20 \text{ wolt}$



da nam wychylenie  $De = 1,25 \times 20 = 25$  mm. Przy napięciu anody 3000 V czułość wyniesie  $\frac{375}{3000} = 0,125$  mm/volt, i to samo napięcie odchylające  $E_e = 20$  volt da nam wychylenie 2,5 mm czyli dziesięć razy mniejsze niż poprzednio.

Czułość oscylografów z odchyleniem elektrostatycznym waha się zależnie od napięcia ostatniej elektrody w granicach 0,08 do 0,58 mm/volt (skupianie elektrostatyczne). Dla zwiększenia czułości, niektóre oscylografy zaopatrzone są w urządzenia dodatkowe w postaci pierścienia metalowego umieszczonego w pobliżu ekranu. (Patrz. rys. 1.). Pierścień ten ma potencjał najwyższy z całego układu optyki elektronowej i ma za zadanie przyspieszyć elektrony po ich odchyleniu. Czułość oscylografu zwiększa się gdyż wiązka jest odchylana przy mniejszej szybkości, a następnie przyspieszona dla wywołania dostatecznego efektu świetlnego na ekranie. Część zwiększonej czułości jest stracona ze względu na to, że ostatnie pole przyspieszające jest nieco skupiające, co zmniejsza wychylenie. Pomimo tego czułość oscylografu z takim urządzeniem jest 3 do 5 razy większa od czułości oscylografu zwykłego.

242. *Odchylenie przy pomocy pola magnetycznego.* Wiazka elektronów może być uważana za przewodnik przewodzący prąd. Umieszczona w polu magnetycznym, będzie przesuwana prostopadle do kierunku pola, zależnie od jego biegunowości. Całkowite wychylenie wiązki w polu magnetycznym o natężeniu  $H$  wyrazi się wzorem (patrz rys. 9):

$$D_m = 0,297 \frac{L \cdot l \cdot H \cdot \mu}{\sqrt{E_a}} \text{ cm} \quad (6)$$

gdzie:  $D_m$  — wychylenie na ekranie w cm,

$H$  — natężenie pola magnetycznego w gausach,

$\mu$  — przenikalność względna rdzenia cewek odchylających,

$L$  — długość wiązki między środkiem pola odchylającego a ekranem w cm.,

$l$  — osiowa długość jednorodnego pola magnetycznego w cm.

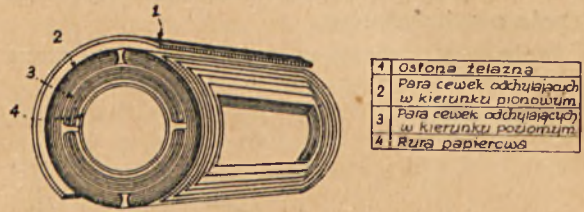
Ponieważ dla określonej lampy i jarzma  $l$  i  $L$  są stałe możemy napisać:

$$D_m = K_3 \frac{H \cdot \mu}{\sqrt{E_a}} \text{ cm} \quad (6a)$$

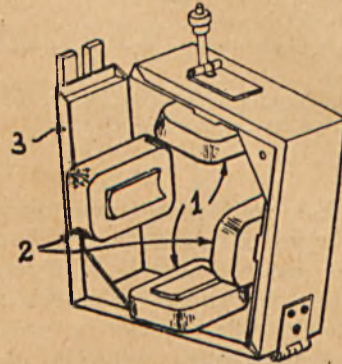
tzn., że odchylenie w polu magnetycznym jest proporcjonalne do natężenia pola i odwrotnie proporcjonalne do pierwiastka kwadratowego napięcia przyspieszającego.

Zwykle używa się dwóch par cewek powietrznych lub z rdzeniem żelaznym, umieszczonych na zewnątrz lampy za ostatnią anodą. Rys. 11 i 12. Wiazka zostaje poddana działaniu dwóch poprze-

cznych prostopadłych do siebie pól magnetycznych. Każde pole przesuwają wiązkę w kierunku prostopadłym do swej osi, tzn. w płaszczyźnie cewek. Cewek z rdzeniem żelaznym używa się dla



Rys. 11. Zespół powietrznych cewek odchylających.



Rys. 12. Zespół cewek odchylających z rdzeniem żelaznym.

dokładniejszego skoncentrowania pola magnetycznego, ale normalnie cewki powietrzne zupełnie wystarczają. Dla odchylenia wymagane jest stosunkowo słabe pole magnetyczne, tak, że cewki z rdzeniem żelaznym nie przedstawiają żadnych specjalnych korzyści.

Czułość oscylografu przy odchyleniu magnetycznym  $S_m$  dla danej lampy i jarzma określa się stosunkiem wychylenia do prądu wywołującego to wychylenie:

$$S_m = \frac{D_m}{I_j} \text{ (mm/amp.)} \quad (7)$$

(gdzie  $I_j$  prąd mierzony w amperach w cewkach pola magnetycznego odchylającego) i zależy od amperozwojów oraz długości i kształtu zastosowanych cewek.

Odchylenie spowodowane polem elektrostatycznym jest odwrotnie proporcjonalne do napięcia przyspieszającego, a odchylenie spowodowane polem magnetycznym — odwrotnie proporcjonalne do pierwiastka kwadratowego tego napięcia. Zmniejszenie czułości wskutek użycia wysokich napięć przyspieszających jest większe przy odchyleniu elektrostatycznym; dlatego też odchyła-



nie magnetyczne jest stosowane w lampach wysoko napięciowych, o ile to tylko jest możliwe. Lampa może być znacznie krótsza i akcesoria pomocnicze mniej skomplikowane, niż dla równoważnego systemu elektrostatycznego. Również w telewizji chętniej jest stosowane odchylenie magnetyczne ze względu na większą czułość. Z odchylenia elektrostatycznego musimy korzystać przy obserwacji zjawisk krótkotrwałych przebiegających z dużą szybkością. Indukcyjność cewek odchylających powoduje, że obwód magnetyczny nie nadąża za szybkimi zmianami prądu.

W obu systemach istnieje liniowa zależność między odchyleniem a czynnikiem je wywołującym. Odchylenie elektrostatyczne jest wprost proporcjonalne do natężenia pola między płytkami względnie napięcia do nich przyłożonego. Podobnie odchylenie magnetyczne jest proporcjonalne do natężenia pola między cewkami względnie do prądu przepływającego przez nie.

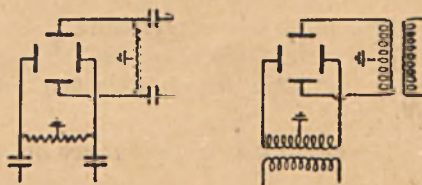
Mniejsza czułość oscylografów wysokopróżniowych wymaga dużej wartości potencjału odchylającego szczególnie w lampach o większej średnicy ekranu. Powoduje to następujące wady:

1. zwykle jedna z płytek każdej z par odchylających jest połączona z drugą anodą (w niektórych urządzeniach na stałe przez duży opór, względnie jeśli anoda i jedna z płytek są uziemione w układzie zewnętrznym). Napięcie drugiej płytki odchylającej zmienia się wówczas o kilkakrotnie więcej lub mniej potencjału anody. Wiązka przechodzi przez zmienne pole, które ją rozszczepia szczególnie silnie w pobliżu płytek odchylających. W wyniku trudno jest otrzymać ostry obraz na całej długości.

2. Ażby czułość oscylografu była stała, wartość napięcia przyspieszającego nie powinna ulegać zmianie. Ten warunek nie jest zachowany w wypadku gdy pierwsza para płytek odchylających wpływa na szybkość elektronów, kiedy napięcie w stosunku do ostatniej elektrody ulega zmianie. Wówczas czułość drugiej pary płytek będzie się zmieniać. Jeśli np. jedna z płytek pierwszej pary odchylającej ma stały potencjał w stosunku do anody a napięcie drugiej np. rośnie dla przesunięcia wiązki wówczas jednocześnie z ruchem wiązki w poprzek lampy, szybkość elektronów w kierunku osiowym będzie wzrastała. Czułość drugiej pary płytek będzie w tym samym czasie malała w zależności od położenia wiązki. Wychylenie wiązki wywołane napięciem o pewnej stałej wielkości na drugiej parze płytek dla jednego krańcowego położenia będzie większe, dla drugiego mniejsze. W konsekwencji figura w kształcie prostokąta zostanie odwzorowana w postaci trapezu.

Ażby tego uniknąć stosujemy odchylenie magnetyczne. W oscylografach natomiast z odchyleniem elektrostatycznym płytki odchylające należy łączyć symetrycznie w stosunku do anody, tak aże-

by ich średni potencjał w odniesieniu do anody był równy zeru. Schemat takiego układu podany jest na rys. 13.



Rys. 13. Symetryzowanie potencjału na płytkach odchylających w stosunku do ziemi.

Poza tym w oscylografach z odchyleniem elektrostatycznym pożądanym jest, ażeby ostatnia elektroda skupiająca (druga anoda) była uziemiona ze względu na jej bliskość płytek odchylających, które zwykle, symetrycznie lub nie, są połączone z ziemią. Duża różnica potencjałów mogłaby być źródłem zakłóceń wskutek indukowania niepożądanych SEM'nych przez nieuziemione przewody wysokiego napięcia na układ odchylający.

## 25. Ekran.

Ekran oscylografu umieszczony jest na wewnętrznej powierzchni wypukłej podstawy stożka, który tworzy rozszerzoną część lampy. Ekran jest jedną z najistotniejszych części składowych oscylografu. Zadaniem jego jest uwidocznienie drogi rysowanej przez wiązkę.

Niektóre substancje, pod wpływem bombardowania elektronami wydzielają światło. Substancje takie nazywamy fluoryzującymi, ponieważ przestają świecić prawie natychmiast po ustąpieniu bombardowania. Substancje te różnią się między sobą pod względem koloru świecenia, poświaty (czasu świecenia po ustąpieniu bombardowania) i sprawności świetlnej, i stosowane są zależnie od przeznaczenia oscylografu. Poświata, np. jest korzystna przy wielu pomiarach, ponieważ daje dość czasu obserwatorowi na zapisanie, względnie zmierzenie rysunku; jednakże w wypadku zmieniających się szybko obrazów będzie niepożądana. Substancją zwykle używaną na ekran jest t.zw. Willemit (ortokrzemian cynku  $Zn_2SiO_4$ ). Daje żywą zieloną fluorescencję i ma dużą sprawność świetlną. Willemit nie uszkadza się łatwo przez długotrwałe naświetlanie jednego miejsca wiązką silnie skupioną, t.zw. przeświecenie. Jasność linii rysowanej przy wartości napięcia przyspieszającego 1100 wolt jest wystarczająca dla obserwacji przy świetle dziennym. Kolor jest dość aktywny dla celów fotograficznych, a poświata dostateczna dla uniknięcia migania przy pomiarach z częstotliwości 50 c/s. Kiedy wymagana jest wyjątkowo duża czułość dla celów fotograficznych, lub, kiedy wymagany jest całkowicie brak poświaty, ekrany z wolframianu wapnia ( $CaWO_4$ ) o niebiesko-fio-



letowej fluorescencji dają zadawalające wyniki już przy napięciach przyspieszających rzędu 1100 wolt. Dla uzyskania długiej poświaty stosuje się ekrany z soli fosforowych cynku, dających czerwoną fluorescencję; dla otrzymania jednakże takiej samej jasności, jak przy materiałach podanych wyżej, napięcie przyspieszające musi być rzędu 3000 wolt.

Porównanie czasu trwania poświaty dla różnych ekranów:

Wolframian wapnia 0,000008 sek ( $8 \mu$  sek),  
Willemit 0,002 — 0,008 sek (2000 — 8000  $\mu$  sek),  
Fosforan cynku 0,25 sek (250000  $\mu$  sek).

Ekran są wrażliwe na prześwietlenie; szczególnie szkodliwe jest stosowanie nadmiernie dużej jasności i pozostawianie przez czas dłuższy silnie skoncentrowanej wiązki nieruchomo w jednym punkcie. Fluorescencja miejsc prześwietlonych słabnie i sprawność świetlna maleje. Obraz staje się niekontrastowy. Podobny wpływ na ekran ma światło słoneczne.

### 26. Znaczenie napięcia anodowego (przyspieszającego).

Wielkość napięcia przyłożonego między katodą i anodą (drugą) waha się w dużych granicach, zależnie od rodzaju oscylografu. Napięcie to nazywamy anodowym względnie przyspieszającym, ponieważ bezpośrednim wynikiem jego działania jest nadanie szybkości elektronom. Należy je odróżniać od napięcia odchyłającego, przyłożonego do płytek względnie cewek. Zasada jest, że im wyższe napięcie tym jaskrawszy jest ślad kreślony przez wiązkę na skranie.

Przy użyciu skupiania przy pomocy gazu w lampie, napięcia rzędu 300 wolt, a nawet mniej, dają dostatecznie jaskrawy rysunek na ekranie.

Lampy wysokopróżniowe wymagają napięcia minimum 100 wolt, które zwiększa się do 3000 lub 5000 wolt dla celów specjalnych, jak użycie wyjątkowo dużych ekranów, względnie wywołanie długiej poświaty, lub zapisanie bardzo krótkotrwałego przebiegu albo uzyskanie niezwykle jasnego śladu dla celów fotograficznych.

Wysokie napięcie anodowe powoduje zmniejszenie czułości oscylografu, skutkiem czego dla spowodowania takiego samego wychylenia musi wzrastać napięcie odchyłające. Dlatego napięcie anodowe dla danej lampy jest utrzymywane na najniższej wartości, wystarczającej dla uzyskania dostatecznie jaskrawego śladu. Z drugiej strony bardzo czule oscylografy są wrażliwe na wszelkie zakłócenia spowodowane niepożądanymi polami rozproszonymi. Najodpowiedniejsze napięcie jest pewnego rodzaju kompromisem, godzącym wszystkie warunki.

Praktyka obecna dąży do następujących standardów napięciowych:

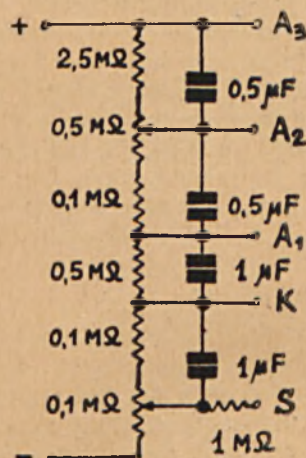
Lampy z skupianiem gazowym	300 wolt
Lampy wysokopróżniowe z ekranem z Willemitu lub niebieskim	1100 wolt
Lampy wysokopróżniowe z ekranem o długiej poświacie	3000 wolt
Lampy wysokopróżniowe dla rejestrowania krótkotrwałych przebiegów nieustalonych	5000 wolt

Ważnym jest dla trwałości lampy, jak i dla czułości, ażeby napięcie anodowe nie było wyższe, niż to jest wymagane każdorazowymi warunkami pracy; decydującym czynnikiem w tych wypadkach jest zwykle jasność linii rysunku.

## 3. URZĄDZENIA POMOCNICZE.

### 31. Zasilanie.

Oscylografy laboratoryjne zasilane są prądem zmiennym z sieci przemysłowej. Napięcia anodowe i siatkowe otrzymujemy z prostownika jedno-



Rys. 14. Schemat dzielnika napięć zasilających.

połówkowego. Ponieważ pobór prądu jest mały w porównaniu do napięcia (parę miliamperów), filtr prostownika jest bardzo prosty: składa się z dwóch kondensatorów o pojemności ok.  $1 \mu F$  każdy i dużego oporu. Napięcie na poszczególne anody otrzymujemy z dzielnika napięcia o schemacie jak na rys. 14. Katoda względnie grzejnik katody żarzony jest ze specjalnego uzwojenia głównego transformatora. Ponieważ ostatnio elektroda układu optyki elektronowej (druga anoda) jest zwykle uziemiona, biegun dodatni wysokiego napięcia jest połączony z ekranem. Katoda znajduje się pod dużym potencjałem ujemnym w stosunku do ziemi. Uzwojenie żarzenia i przewody muszą być izolowane na pełne napięcie prostownika, w niektórych oscylografach jak wiemy do 5000 wolt.



32. Wzmacniacze.

Czułość normalnych oscylografów nie przekracza około 1 mm/V. W wielu wypadkach wielkość napięcia obserwowanego względnie pomocniczego jest zbyt mała dla wywołania dostatecznego wychylenia wiązki. Stosujemy wówczas wzmacniacze podobnie jak w technice akustycznej lub radiowej. Wzmacniacz taki musi spełniać dwa zasadnicze warunki: 1) nie może zniekształcać wzmacnianego napięcia, gdyż prowadzi to bezpośrednio do błędów; wzmocnienie musi być stałe na całym zakresie częstotliwości i dla różnych stopni wzmocnienia, 2) powinien odwzorowywać składową stałą, często występującą w obserwowanych przebiegach; wyklucza to użycie sprzężenia transformatorowego.

Ponieważ oscylograf pobiera znikomo małą moc z obwodu mierzonego, te same warunki musi spełniać wzmacniacz. Warunek ten jest spełniony zwykle przez użycie lampy o dużym oporze wejściowym ok. 1 MΩ.

Zasadniczo nie jest wymagane takie same wzmocnienie dla obu par płytek odchylających. „Podstawa czasu“ (patrz p. 33.) na ogół nie wymaga wzmocnienia i dlatego małe oscylografy zwykle wyposażone są tylko w jeden wzmacniacz.

Dobry oscylograf laboratoryjny do wszechstronnych pomiarów, w którym oba wychylenia mogą być wykorzystane do obserwacji bez podstawy czasu może mieć jeden wzmacniacz dwustopniowy dla jednej pary płytek i drugi jedno-stopniowy dla drugiej pary. Odpowiednie przełączniki i galki umożliwiają dowolne załączenie stopni i regulację wzmocnienia.

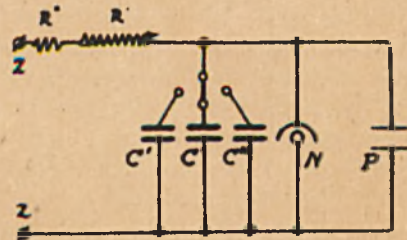
33. Liniowa podstawa czasu.

Obserwacje przebiegów pewnych wielkości w czasie wymagają jednostajnego ruchu (ze stałą szybkością) wiązki w płaszczyźnie poziomej i szybkiego jej powrotu do położenia początkowego po odbyciu zakreślonej drogi. Taki ruch, odwzorowujący współrzędną czasu, nazywamy liniową „podstawą czasu“.

Większość układów liniowej podstawy czasu zasada się na zjawisku ładowania kondensatora przez pewien opór i wyladowania go w krótkim czasie przez zwarcie. Otrzymane w ten sposób napięcie ma przebieg następujący: wzrasta stopniowo od pewnego napięcia niższego do wyższego, a następnie spada gwałtownie do napięcia niższego. Przyłożone na płytki odchylające da nam pożądaną jednostajny ruch poziomy wiązki.

Najprostszym układem liniowej podstawy czasu jest układ o schemacie jak na rys. 15: kondensator C jest załączony do źródła napięcia poprzez opór (R' + R''). Równoległe do kondensatora załączona jest neonówka. Przy załączeniu kondensator ładuje się do napięcia zapłonu neonówki (ok. 170 volt). W tym momencie neonówka

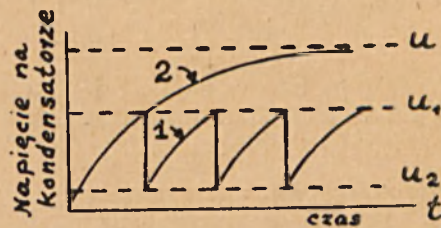
zaczyna przewodzić i kondensator gwałtownie się rozładowuje, dając stromy spadek napięcia. Przy napięciu ok. 130 volt neonówka gaśnie —



Z-Z	zaciśki źródła napięcia
R'	Opór zmienny
R''	Opór stały
C	Przełączane kondensatoru
N	Neonówka
P	Prutki odciążające

Rys. 15. Prosty układ liniowej podstawy czasu z neonówką.

przestaje przewodzić, kondensator znów się ładuje. Przebieg się powtarza. Otrzymamy przebieg napięcia pokazany na rys. 16 krzywa 1. Chwilo-



U	Napięcie źródła
U <sub>1</sub>	napięcie zapłonu lampy gazowanej
U <sub>2</sub>	napięcie gaśnięcia lampy gazowanej

Rys. 16. Przebieg napięcia liniowej postawy czasu, krzywa 1.

we napięcie  $u_c$  na kondensatorze wyrazi się wzorem.

$$u_c = U(1 - e^{-\frac{t}{RC}})$$

gdzie:  $u_c$  — napięcie w woltach na kondensatorze w chwili  $t$  sek od momentu rozpoczęcia ładowania kondensatora.

$U$  — napięcie źródła w woltach.

$R = (R' + R'')$  całkowity opór w obwodzie ładowania kondensatora.

$e = 2,71828$  podstawa naturalnych logarytmów.

wzór ten wyraża krzywa "2" z rys. 16.

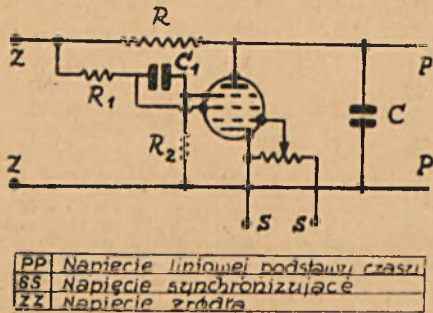
Iloczyn „CR“ jest l.z.w. stałą czasu, mówiącą nam o szybkości ładowania kondensatora. Zmieniając opór  $R$  albo kondensator  $C$  zmieniamy stałą czasu układu i w ten sposób regulujemy szybkość ruchu wiązki w kierunku poziomym czyli częstotliwość liniowej podstawy czasu. Regula-



cja skokami odbywa się przez zmianę kondensatora układu, a dokładna (w sposób ciągły) oporem zmiennym  $R'$ . Opór wstępny  $R''$  służy do zabezpieczenia źródła przed zwarcieniem w wypadku zmniejszenia oporu  $R'$  do zera.

Ujemną cechą neonówki jest mała różnica napięć między punktem zapłonu a punktem gaśnięcia; jak np. w podanym przykładzie 40 wolt, co przy czułości oscylografu rzędu 1 mm/wolt da odchylenie 400 mm. Dla uzyskania większych wychyleń stosuje się wzmacniacze.

Trioda wypełniona gazem ma charakterystykę podobną do neonówki, z tym tylko ulepszeniem, że punkt zapłonu może być regulowany napięciem siatki sterującej. Może on osiągnąć wartość powyżej 1000 wolt. Napięcie gaśnięcia jest rzędu 20 wolt. Dzięki tym zaletom ten typ lampy, zwanej tyratronem, jest powszechnie używany w oscylografach stosowanych zarówno w technice pomiarowej, jak w telewizji. Układ z lampą gazowaną podany jest na rys. 17.

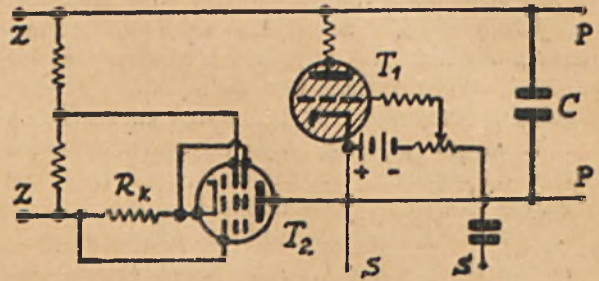


Rys. 17. Układ wytwarzający napięcie liniowe podstawy czasu z lampą gazowaną.

Krzywa ładowania w swej części początkowej może być uważana za prostą, jednakże w dalszej części odbiega znacznie od prostej. Napięcie rozładowania kondensatora musi być małe w porównaniu do napięcia źródła, aby liniowość krzywej była zadawalająca. Należy stosować albo duże napięcia źródła albo wzmocnienie przy napięciach niskich. Stosowana jest raczej druga metoda. Lepsze wykorzystanie napięcia zasilania daje nam schemat rys. 18. Jeśli kondensator będziemy ładowali prądem o stałej wielkości, wzrost napięcia na nim będzie liniowy. Dioda pracująca w zakresie nasycenia i pentoda dają prąd stały dla napięć w pewnym zakresie. Zamiast oporu  $R$  w schemacie rys. 17, została zastosowana pentoda (rys. 18 :  $T_2$ ). Napięcie ujemne na siatkę sterującą otrzymujemy ze spadku napięcia na oporze katodowym  $R_k$ . Kiedy kondensator  $C$  ładuje się i prąd płynący przez lampę maleje, spadek napięcia na oporze  $R_k$  maleje również i „stara się” utrzymać prąd anodowy na jego pierwotnej wysokości. Metoda ta daje bardzo dobrą liniowość i wykorzystanie napięcia zasilającego do 75 procent.

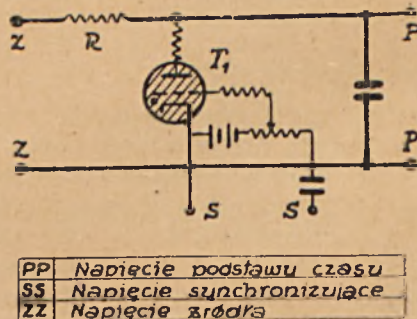
Szybkość następujących po sobie ładowań i rozładowań kondensatora czyli częstotliwość pod-

stawy czasu jest ograniczona bezwładnością jonów w lampie gazowanej. Przy zbyt dużej szybkości gaz niedejonizuje się i lampka nie przerywa obwodu rozładowania kondensatora a przewo-



Rys. 18. Układ wytwarzający napięcie liniowe podstawy czasu z lampą gazowaną i pentodą.

dzi stale. Zjawisko to ogranicza częstotliwość podstawy czasu przy użyciu lamp wypełnionych neonem do ok. 10000 c/s. Przy specjalnych lampach daje się osiągnąć częstotliwość do 300 kc/s. Wyjątkowo duże częstotliwości podstawy czasu wymagają zastosowania lamp wysokopróżniowych. Typowym przykładem jest układ na rys. 18. Układ ten jest podobny do układu z rys. 16. z tą różnicą, że lampka gazowana została zastąpiona wysokopróżniową. Prąd z źródła zasilającego może płynąć dwiema drogami przez lampę: przez



Rys. 19. Układ do wytwarzania napięcia liniowej podstawy czasu z lampą wysokopróżniową (pentodą).

opór  $R$  i anodę do katody oraz przez opór  $R$ , i ekran do katody. Przypuścimy, że kondensator  $C_1$  ma nadmiar ładunku dodatniego na płycie przyłączonej do oporu  $R_1$ . Będzie się rozładowywał przez opór  $R_2$ , wytwarzając tak duże ujemne napięcie na siatce 3, że prąd anodowy przestanie płynąć. W tym czasie kondensator  $C$  ładuje się przez opór  $R$ . Po pewnym czasie prąd wyładowania kondensatora  $C_1$  spadnie do takiej wartości, że odblokuje siatkę 3 i prąd anodowy popłynie. Prąd ekranu będzie maleć na korzyść prądu anodowego — spadek na oporze  $R_1$  zmniejszy się.



Wówczas zaczyna się ładować kondensator  $C_1$ . Prąd ładowania, płynąc przez  $R_2$  wytwarza dodatni potencjał na siatce 3. Przewodność lampy wzrasta i kondensator  $C$  rozładowuje się. Kiedy napięcie na anodzie spada prąd ekranu wzrasta. Wskutek spadku na oporze  $R_1$  napięcie na ekranie spada poniżej napięcia na kondensatorze  $C_1$ . Kondensator  $C_1$  rozładowuje się i przebieg się powtarza.

Opisane układy podstawy czasu dostarczają napięcia o kształcie jak rys. 16, które jest przyłożone do płytek odchylających. Przy odchylaniu magnetycznym potrzebny jest prąd w cewkach o podobnym przebiegu. Napięcie układów opisanych nie może być wykorzystane bezpośrednio jako źródło prądu o analogicznym kształcie. Obciążenie bowiem stanowią cewki o pewnej indukcyjności, a ponieważ opór źródła jest mały, prąd płynący przez indukcyjność nie odwzoruje kształtu napięcia źródła, ponieważ obwód taki będzie nieliniowy. Najprostszą metodą dla uzyskania prądu o przebiegu odpowiadającym napięciu źródła jest użycie cewek odchylających jako obciążenia wzmacniacza z pentodą na wyjściu i przyłożenia napięcia podstawy czasu na wejście. Ponieważ opór wewnętrzny pentody jest bardzo duży w porównaniu z oporem indukcyjnym cewek prąd przez nie płynący będzie miał ten sam kształt jak napięcie przyłożone do siatki sterującej pentody.

Poza tym stosowane są inne układy, których opis jednak wybiega poza ramy niniejszego artykułu.

Układy wyżej podane mogą być synchronizowane przez przyłożenie impulsów napięciowych do siatki sterującej.

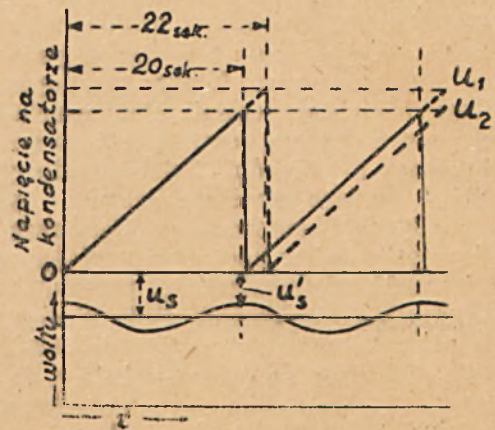
Oprócz liniowej podstawy czasu w pomiarach stosowane są czasem inne, jak sinusoidalna, kołowa, eliptyczna, spiralna itp.

### 34. Synchronizacja.

Przy obserwacji przebiegów powtarzających się, pożądanym jest, aby obraz na ekranie był nieruchomy. Dla celów fotografii jest to konieczne. Wyłącznie przez regulowanie podstawy czasu trudno jest osiągnąć stabilną synchronizację. Natomiast jeśli część badanego napięcia przyłożymy do siatki lampy układu liniowej podstawy czasu (patrz rys. 17, 18, 19) wówczas uzyskamy automatyczną synchronizację bardzo stabilną. Uprzednio jednak musimy częstotliwość podstawy czasu zbliżyć do częstotliwości przebiegu badanego. Przebieg synchronizacji układu z rys. 16 jest pokazany na rys. 19. Założymy, że obserwujemy napięcie o częstotli-

wości przemysłowej  $f = 50$  c/s, którego okres wynosi  $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50} = 0,020$  sek = 20 m/sek i chcemy

unieruchomić obraz na ekranie. Regulujemy częstotliwość podstawy czasu tak, ażeby osiągnąć powolne przesuwanie się obrazu. Przypuścimy, że teraz okres częstotliwości podstawy czasu wynosi 22 m/sek. Kondensator  $C$  (rys. 16) rozładowuje się



Rys. 20. Przebieg synchronizacji.

przy napięciu  $U_1$  dla pewnego ustalonego napięcia  $U_s$  siatki lampy gazowanej. Jeśli teraz na siatkę załączymy niewielkie napięcie o częstotliwości badanej, wówczas wystąpi na niej napięcie tętniące, które w momencie swej najmniejszej wartości chwilowej  $U'_s$  spowoduje zapłon lampy i rozładowanie kondensatora przy niższym napięciu  $U_2$  od napięcia  $U_1$ , a więc jak widzimy z rys. 19 czas ładowania skróci się o ok. 2 msek. Poza tym z wykresu widać, że synchronizacja może przebiegać tylko wtedy, gdy częstotliwość podstawy czasu jest mniejsza od częstotliwości napięcia badanego.

### 35. Ekranowanie.

Oscylograf katodowy jest bardzo wrażliwy na wszelkie rozproszone zewnętrzne pola magnetyczne, czy też elektrostatyczne. Dlatego też jest zawsze ekranowany. Zwykle odbudowa (chassis) oscylografu w postaci skrzynki z blachy o dużej przenikalności służy za ekran magnetyczny. Poza tym sama lampa oscylograficzna jest zaekranowana wewnątrz skrzynki przy pomocy rury metalowej, całkowicie ją otaczającej. Wpływ rozproszonych pól magnetycznych usuwa się przez odpowiednie wzajemne ustawienie obwodów elektromagnetycznych (transformatorów, dławików itp.), względnie przez użycie konstrukcji, zapewniających małe rozproszenie, jak np. rdzenie toroidalne.



nż. LUCJAN RYDZ

## Odbudowa centrali międzymiastowej w Warszawie

W czasie powstania Niemcy zdemontowali i wywieźli z warszawskiej centrali międzymiastowej (MM) wszystkie urządzenia techniczne (stojaki z wyposażeniem, zasobniki, przetwornice itp.) oraz kable stacyjne, pozostawiając jedynie same łącznice międzymiastowe. Zanim przystąpiono do odbudowy właściwej centrali MM, uruchomiono najpierw prowizoryczną centralę MM; w tym celu wypożyczono z Urzędu Telekomunikacyjnego w Łodzi 4 łącznice dwustanowiskowe, systemu Ericssona, które zmontowano w Warszawie i oddano do użytku już w lipcu 1945 r. Mając zapewnioną łączność międzymiastową, przystąpiono do odbudowy właściwej centrali MM. W ciągu niespełna pół roku, wybudowano część brakujących wyposażań i oddano na początku 1946 r. do użytku pierwsze 44 stanowiska ruchu z oczekiwaniem, mogące obsłużyć 152 obwoły międzymiastowe.

Obecnie praca nad odbudową warszawskiej centrali MM trwa nadal i w miarę uzyskiwania sprzętu i pieniędzy, uruchamia się coraz to nowe stanowiska, tak, że być może w niedługim już czasie centrala MM w Warszawie osiągnie przedwojenną cyfrę 260 stanowisk.

Należy zaznaczyć, że wszystkie te prace wykonuje Urząd Telekomunikacyjny w Warszawie we własnym zakresie, siłami wyłącznie własnego personelu technicznego.

Zanim zapoznamy czytelników z odbudowywaną centralą MM, musimy pokrótce przypomnieć, w jaki sposób pracowała przed wojną zdemontowana przez Niemców centrala MM.

W zdemontowanej centrali MM było 6 rodzajów stanowisk (p. rys. 1), które przeprowadzały połączenia międzymiastowe, a mianowicie:

- 1) stanowiska ruchu z oczekiwaniem (RO),
- 2) stanowiska ruchu przychodzącego (RP),
- 3) stanowiska ruchu wychodzącego (RWm) dla załatwiania połączeń międzymiastowych od abonentów miejskich, 4) stanowiska ruchu wychodzącego (RWa) dla załatwiania połączeń międzymiastowych od abonentów bezpośrednich, 5) stanowiska tranzytu wzmacnianego i 6) stanowiska podmiejskie oraz stanowiska pomocnicze: informacyjne, reklamacji, obserwacji ruchu, kierowniczk, pomiarowe itp.

Dla pierwszych czterech rodzajów stanowisk międzymiastowych, łącznice były wykonane w postaci płaskich stołów. Obwoły sznurowe tych łącznic składały się tylko z lampek sygnalizacyjnych i przełączników przerzutowych. W tych obwodach sznurowych lampki W sygnalizują wywołanie z przewodu międzymiastowego. Lampki B sygnalizują, że dany przewód międzymiastowy jest rezerwowany przez inną telefonistkę (miganie lamp-

ki B) lub oddany (palenie się lampki B) dla innego połączenia międzymiastowego. Lampki Sa i Sl służą do sygnalizowania telefonistei międzymiastowej końca rozmowy od abonenta warszawskiego względnie od innej telefonistki międzymiastowej.

Przełączniki L służą do zajmowania przewodu międzymiastowego. Na stanowiskach RO przełączniki te są przechylne na dwie strony, przez co uzyskuje się rozwidlony obwód sznurowy; w ten sposób telefonistka ma możliwość podczas trwania jednej rozmowy międzymiastowej przygotować następne połączenie. Ma to na celu lepsze wykorzystanie przewodów międzymiastowych.

Na stanowiskach RW zajmowanie przewodów międzymiastowych odbywa się poprzez wybierak grupowy i wybierak liniowy automatycznej centrali międzymiastowej.

Telefonistka włącza się do obwołu sznurowego przy pomocy przełącznika R, zaś, przyłącza do drugiej strony sznura abonenta miejskiego lub inny przewód międzymiastowy przy pomocy przełącznika A, który z tego powodu ma dwie pozycje: jedna — służy jako wyjście do centrali miejskich, druga — jako wyjście do automatu międzymiastowego.

300 obwodów wyjściowych do centrali miejskich tzw. połączeniowych, przemieszane za pośrednictwem wybieraków obrotowych Wp., doprowadzone były przed powstaniem do centrali PAST-y przy ul. Zielnej, gdzie znajdowało się 60 rejestrów przystosowanych do współpracy z klawiaturą, przy pomocy której telefonistki międzymiastowe wybierały. Zakończenie tych obwodów stanowiły wybieraki liniowe międzymiastowe, rozmieszczone na poszczególnych centralach PAST-y

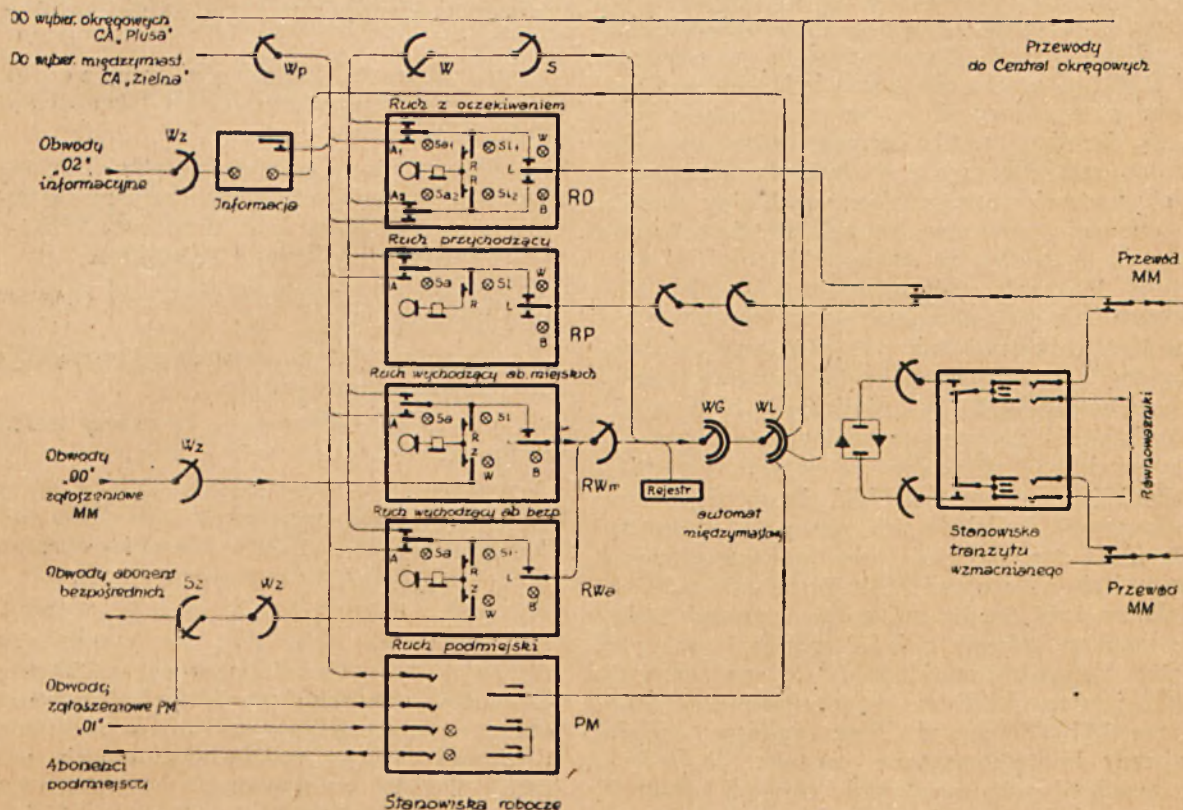
Obwoły wyjściowe do automatu międzymiastowego, po przejściu przez układ redukujący, wybierak — szukacz, połączone były z rejestrami, przy pomocy których telefonistka, również tą samą klawiaturą, mogła wybrać przewód międzymiastowy, okręgowy, abonenta bezpośredniego lub stanowisko podmiejskie.

Stanowiska ruchu wychodzącego (RW) posiadają oprócz obwodów sznurowych jeszcze obwoły zgłoszeniowe, zakończone lampką W i przełącznikiem Z. Zgłoszenie abonenta na rozmowę międzymiastową trafiało poprzez wybierak Wz do telefonistki, która była wolna, to znaczy, nie miała przechylnego żadnego przełącznika rozmównego R. Ten system rozdziału zgłoszeń powodował to, że w pewnych godzinach abonentci mieli utrudniony dostęp do centrali MM. W odbudowanej centrali MM sygnał wywoławczy z linii zgłoszeniowej jest niezależny od stanu zajętości telefoni-



stki. Sygnał ten natomiast jest zwielokrotniony na kilku stanowiskach R/W, oczywiście w danej chwili obsadzonych. W ten sposób uzyskuje się większą dostępność abonentów do centrali MM i skraca czas ich oczekiwania na zgłoszenie się telefonistki.

schematy centrali MM muszą jednakże spełniać dodatkowy warunek, a mianowicie: że w żadnym stadium łączenia przewodu ze wzmacniakiem końcowym przewód ten nie może być w stanie jałowym (otwarty), gdyż wtedy na przewodzie takim powstają gwizdy.



Rys. 1. Schemat zasadniczy Centrali Międzydzielowej w Warszawie, zniszczonej przez Niemców w czasie powstania.

Stanowiska tranzytowe służyły do załatwiania wzmacnianych rozmów przechodzących przez Warszawę. Telefonistki tych stanowisk wykonywały połączenia na zlecenia innych telefonistek międzymiastowych i w tym celu mogły przełączać same (w ruchu szybkim) lub miały przełączane na swoje stanowiska obwody międzymiastowe. Odbywało się to przy pomocy specjalnego przełącznika, znajdującego się w obwodzie rozmównym telefonistek międzymiastowych, nie pokazanym na rys. 1. Przełączanie przewodów międzymiastowych z jednych stanowisk na drugie oraz włączanie wzmacniaków sznurowych nastęrczało pewne trudności eksploatacyjne, przeto w odbudowanej centrali MM ten system wzmacniania rozmów tranzytowych został zaniechany. W nowej centrali MM wszystkie przewody międzymiastowe, przeznaczone do tranzytu otrzymują wzmacniaki t. zw. końcowe, przez co można uzyskać tłumienie zerowe na tych przewodach. Wszystkie połączenia tranzytowe wykonywane są wówczas na stanowiskach roboczych. Przy tym systemie wykonywania połączeń tranzytowych,

Stanowiska podmiejskie miały zastosowanie tylko w warunkach przedwojennych, gdy w Warszawie były właściwie dwie sieci telefoniczne: jedna — zakreślona promieniem długości 8 km. z centrali miejskiej, znajdującej się przy ul. Zielnej. Sieć ta należała do Polskiej Akcyjnej Spółki Telefonicznej. Druga sieć była państwowa i obejmowała obszar znajdujący się poza tym promieniem.

Stanowiska podmiejskie obsługiwały abonentów, należących do miejskiej sieci telefonicznej i załatwiała wszystkie połączenia z abonentami PAST-y i okręgowymi oraz z przewodami międzymiastowymi.

Ponieważ obecnie cała sieć telefoniczna w Warszawie należy do Państwa, przeto istnienie centrali podmiejskiej jest zbędne.

Należy jeszcze dla całości wspomnieć o przewodach okręgowych, łączących centralę MM z automatyzowanymi miejscowościami podwarszawskimi, jak Otwock, Grodzisk, Pruszków itp. Ruch telefoniczny w sieci okręgowej, również ze względu na koncesyjny nie był jednakowo traktowany.



Mianowicie, rozmowy wchodzące do Warszawy były załatwiane ruchem pełnoautomatycznym. Abonent Otwocka, czy innej miejscowości zautomatyzowanej, łączył się z abonentem sieci miejskiej w Warszawie bez udziału telefonistki; obliczanie należności za rozmowę okręgową odbywało się za pomocą licznika telefonicznego, włączonego do obwodu abonenta. Ponieważ miejska sieć telefoniczna w Warszawie była w eksploatacji PAST-y, przeto nie można było pobierać należności za rozmowy okręgowe przy pomocy tych samych liczników telefonicznych, które notowały rozmowy miejskie; chyba, że dodaloby się każdemu abonentowi warszawskiemu specjalny licznik dla notowania przeprowadzonych rozmów okręgowych, ale to byłoby za bardzo kłopotliwe w wykonaniu. Pozostało najprostsze rozwiązanie: wychodzące rozmowy okręgowe od abonentów warszawskich traktować tak, jak rozmowy międzymiastowe. Abonent musiał taką rozmowę zamówić na centrali MM i był zwrótnie łączony przez telefonistkę z żądanym przewodem okręgowym.

Przechodzące przewody okręgowe również przechodziły przez centralę MM. Przewody te były zakończone, podobnie jak przewody okręgowe wychodzące, translacjami prądu zmiennego, znajdującymi się na centrali MM. Translacje te przerabiała sygnały prądu zmiennego na prąd stały, przy pomocy których z kolei uruchamiane były rejestry okręgowe, znajdujące się na centrali miejskiej przy ul. Piusa. Automatyczna centrala systemu SALME przy ul. Piusa częściowo ocalała i rejestry te wykorzystane zostały do pracy z przewodami połączeniowymi obecnej centrali MM. Aby, jednakże, nie przerabiać rejestrów na centrali Piusa obsługujących dawne translacje prądu zmiennego i wysyłające sygnały początku i końca rozmowy przy pomocy krótkich impulsów, nowe obwody połączeniowe zostały zaprojektowane tak, że odbierają sygnały z centrali miejskiej również w postaci impulsów. Impulsy te w specjalnym wyposażeniu obwodów połączeniowych centrali MM są przerabiane na kryteria stałe i przekazywane na stanowiska robocze.

Rozplanowanie dawnej centrali MM z wielu przyczyn nie zawsze zależnych od konstruktorów nie było dobre. Pod salą międzymiastową, zamiast stojaków z wyposażeniem, umieszczone były dwie baterie akumulatorów, pojemności 2000 amperogodzin każda, baterie żarzenia i anodowe wraz z prądnicami do ich ładowania. Stojaki z wyposażeniem mieściły się w innej sali położonej o piętro niżej w odległości 120 m. od centrali międzymiastowej; takie rozmieszczenie łącznie i stojaków spowodowało, że ogólna długość kabli połączeniowych w centrali MM wynosiła około 300000 m. W odbudowanej centrali MM ten błąd w rozplanowaniu urządzeń usunięto. Przebudowano salę akumulatorni i maszynowni tak, że otrzymano pod salę międzymiastową jedno duże pomieszczenie, w którym można będzie pomieścić całość wyposażenia technicznych centrali MM. Dla akumulatorni i ma-

szynowni znaleziono inne pomieszczenie na parterze bardziej odpowiadające temu celowi.

Na sali stojakowej dawnej centrali MM znajdowały się wyposażenia:

1) automatycznej centrali międzymiastowej na 1000 obwodów, przy pomocy której, jak wiadomo, telefonistki łączyły się z przewodami międzymiastowymi;

2) automatycznej centrali służbowej na 300 numerów, obsługującej stanowiska robocze centrali międzymiastowej;

3) automatycznej centrali wewnętrznej na 800 numerów, obsługującej biura Urzędu Telekomunikacyjnego, urzędów p.t. Warszawa 1, Warszawa 2 i Ministerstwo Poczty i Telegrafów;

4) przewodów międzymiastowych, zgłoszeniowych, informacyjnych itp.;

5) rozdziału wywołań z przewodów międzymiastowych, zgłoszeniowych itp.;

6) przewodów okręgowych, to znaczy translacji prądu zmiennego.

Wyposażenia te były zamontowane na 35 stojakach, na których znajdowało się około 26 000 przekaźników, około 1500 wybieraków obrotowych i 600 wybieraków skokowo-obrotowych,

Wszystkie te urządzenia zostały wywiezione przez Niemców; taki sam los spotkał stację wzmacniakową wyposażoną w około 120 wzmacniaków, jak również akumulatornię, maszynownię, pocztę pneumatyczną i wiele innych urządzeń pomocniczych. Koszt ogólny wyposażenia wywiezionego wyniósł w przybliżeniu według cen przedwojennych około 8 000 000 zł. Z wyposażenia tego do tej pory nie się nie odnalazło.

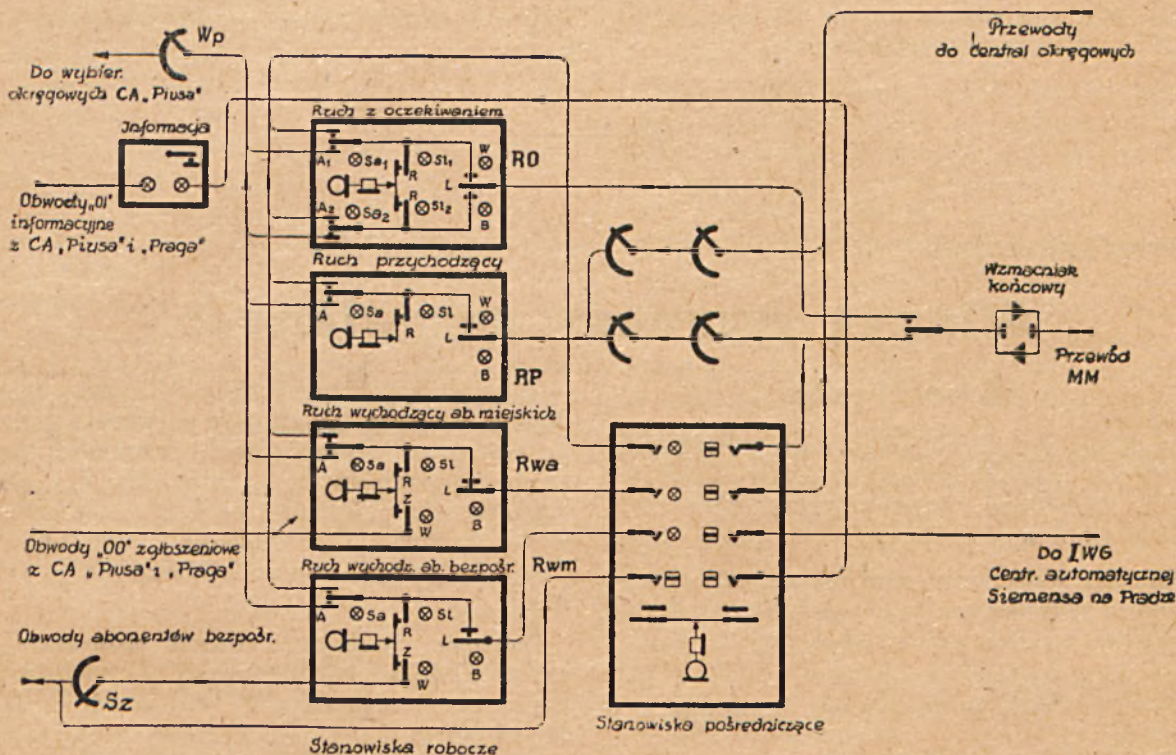
Zasadniczą cechą odbudowanej centrali MM jest to, że automat międzymiastowy został zastąpiony przez telefonistki pośredniczące, które włączają na stanowiska robocze potrzebne do połączeń obwody (p. rys. 2). Telefonistka robocza, przechylając odpowiedni przełącznik sznurowy, zapala lampkę wywoławczą w polu zgłoszeniowym stanowisk pośredniczących. Jedną z wolnych telefonistek pośredniczących włącza się do alarmującego obwodu sznurowego i po porozumieniu się z telefonistką włącza jej żądany przewód. Rozłączenie następuje, gdy telefonistka robocza postawi odpowiedni przełącznik na wprost, wówczas lampka wywoławcza zapali się ponownie; jest to sygnałem rozłączenia dla telefonistki pośredniczącej. W polu wielokrotnym obwodów na stanowiskach pośredniczących zajętość obwodów jest cechowana przy pomocy prostokątnych wskaźników, które znajdowały się na nieczynnych obecnych stanowiskach tranzytowych.

W związku z zainstalowaniem stanowisk pośredniczących stanowiska robocze nie były przerabiane, pomimo trudności schematowych, wynikających z ilości żył, które można było przeprowadzić przez 3-stykowe gniazdko łącznicy pośredniczącej. W starej centrali MM ilość żył wyprowadzonych



z obwodu sznurowego, wynosiła 6. Redukcja żył z sześciu na trzy, spowodowała tylko skasowanie w nowej centrali MM automatycznego, zbiorowego i indywidualnego rezerwowania przewodów międzymiastowych. W sprawie rezerwowania przewodów telefonistki mogą obecnie porozumiewać się tylko na drodze służbowej za pośrednictwem telefonistki pośredniczącej. Zachowano w dalszym ciągu blokadę przewodu międzymiasto-

wstępne wolny przewód połączeniowy do miejskich central lewobrzeżnej Warszawy (Piusa, Mokotów). Do centrali praskiej telefonistki dostają się przez stanowiska pośredniczące. Stanowiska pośredniczące włączają tylko obwód połączeniowy, telefonistka zaś robocza łączy się sama i następnie może rozłączyć abonenta i ponownie go wybrać nie alarmując telefonistki pośredniczącej. Należy zaznaczyć, że praca na obwodach połącze-



Rys. 2. Schemat zasadniczy Centrali Międzymiastowej W Warszawie, odbudowanej obecnie przez Urząd Telekomunikacyjny.

wego—na przewodzie oddanym do połączenia tranzytowego na odpowiednim stanowisku RQ zapala się lampka B. Zachowano również tę charakterystyczną cechę wyposażenia przewodów centrali MM, a mianowicie, że jeden i ten sam przekaźnik spełnia jednocześnie rolę przekaźnika wywoławczego i rozłączeniowego, w związku z tym wysyłanie sygnału indukcyjnego na linię odbywa się z wyposażenia a nie ze stanowiska.

Zgłoszenia przychodzące z przewodów międzymiastowych, włączonych na ruch szybki, tak jak i poprzednio kierowane będą za pomocą pierwszych i drugich wybieraków obrotowych, do jednej z wolnych telefonistek stanowisk RP.

Obwody okręgowe, zanim zostaną odbudowane transylacje prądu zmiennego, są włączone do centrali MM tak samo jak przewody międzymiastowe, z tą tylko różnicą, że stale te przewody pracują na ruchu szybkim.

Telefonistki robocze, podobnie jak w zdemontowanej centrali MM, uzyskując przez wybieraki

niowych do centrali Praga, która jest, jak wiadomo, systemu Siemens, jest nieco odmienna od pracy telefonistek na tychże obwodach do central pozostałych, które są systemu SALME. W centrali Siemens telefonistka międzymiastowa nie może abonentów rozłączyć, gdy są zajęci rozmową. Może ich natomiast uprzedzić, że do jednego z nich jest rozmowa międzymiastowa. Po położeniu mikrofonu przez abonenta pożądanego, telefonistka musi go ponownie wybrać, aby go włączyć do obwodu sznurowego międzymiastowego. Oczywiście, że sygnały podniesienia, względnie położenia mikrofonu przez abonenta CA Siemens, względnie CA SALME są sygnalizowane w normalny sposób przy pomocy lampki Sa na stanowisku telefonistki międzymiastowej.

Wywołania z obwodów zgłoszeniowych, jak już zaznaczyłem, w odbudowanej centrali MM są zwielokrotnione na stanowiskach RW, gdyż to pozwala na szybsze załatwienie alarmującego abonenta, niż skierowywanie wywołania na poszcze-



gólne stanowiska. Na centrali MM sygnalizuje się, gdy abonent miejski nie znalazł wolnej linii zgłoszeniowej; wówczas, jego wybierak grupowy zajmuje ostatnią pozycję w polu wielokrotnym, skąd wysyłany jest sygnał niedostępności do abonenta wywołującego, a na centralę MM alarm. Prócz tego, alarmuje się również na centrali MM, gdy abonent miejski blokuje linię zgłoszeniową, to znaczy, nie rozłącza się z centralą MM po upływie czasu dłuższym, niż 30 sek. W takim wypadku obsługa centrali MM zawiadamia o tym obsługę centrali miejskiej, która zrzuca tego abonenta.

W taki ogólnie opisany sposób przedstawia się praca odbudowanej warszawskiej centrali MM. Rozwiązania techniczne, jakie przyjęto przy odbudowie centrali, odpowiadają całkowicie warunkom, w jakich znalazła się teletechnika polska po wojnie. Za kilka lat, gdy zniszczony przemysł teletechniczny odbuduje się, zagadnienie modernizacji urządzeń centrali MM na dalszej drodze automatycznej, na pewno będzie znowu aktualne. W obecnych warunkach przyjęte rozwiązania, jak wykazuje praktyka, są całkowicie zadawalniające.

ZYGMUNT SKOLIMOWSKI

## Glinowe przewody napowietrzne\*)

### 1. Wiadomości ogólne.

Znajdujące się obecnie na terenach polskich napowietrzne przewody glinowe są wykonane ze stopu glinu, magnezu i krzemu; zawartość w nich czystego glinu wynosi 98,8%.

Ponieważ właściwości elektryczne przewodów glinowych są mniej korzystne, niż przewodów brązowych lub miedzianych, stosuje się:

drut glinowy  $\phi$  2 i 2,5 mm. —  
zamiast brązowego  $\phi$  1,5 mm.

drut glinowy  $\phi$  3 mm. —  
zamiast brązowego  $\phi$  2 mm.

drut glinowy  $\phi$  4 mm. —  
zamiast brązowego  $\phi$  3 mm.

Właściwości fizyczne drutów glinowych, w stosunku do brązowych i miedzianych wykazuje tabela:

1	2	3	4	5	6	7
Rodzaj materiału	Średnica w mm	Przekrój w mm <sup>2</sup>	Waga na 1000 m	Wytrzymałość na zerwanie w kg	Oporność na 1000 m w $\Omega$ przy temperaturze do 20°	Współczynnik tłumienia w neperach na 1000 m
Glin	2	3,14	8,48	90	10,61	0,0121
	2,5	4,91	13,25	145	6,78	0,0089
	3	7,07	19,09	210	4,71	0,0066
	4	12,57	33,9	370	2,65	0,0041
Brąz	1,5	1,77	15,73	120	15,71	0,017
	2	3,14	28,—	205	8,85	0,0087
	3	7,07	62,9	365	2,96	0,0049
Miedź	3	7,07	62,9	310	2,53	0,0047

Glin jest trzykrotnie lżejszy od brązu i miedzi, dlatego też przewody glinowe na wietrze podlegają większemu kołysaniu się od przewodów brązowych lub miedzianych tej samej średnicy, wobec czego szybciej przecierają się w miejscach umocowania. Zachodzi więc konieczność stosowania bardziej elastycznych wiązań, tłumiących te wahania.

Sprężyste wydłużanie drutów glinowych jest znacznie większe, niż brązowych lub miedzianych, wobec czego niebezpieczeństwo zerwania się na skutek zmian atmosferycznych, np. sadzi, jest daleko mniejsze.

Rozszerzalność cieplna drutów glinowych, brązowych i miedzianych jest różna, dlatego też i zwisy muszą być różne i stosowne do materiału drutów.

Druty glinowe nie są twarde, dlatego też trzeba się z nimi obchodzić ostrożnie przy zawieszaniu, naciąganiu i wiązaniu, gdyż wszelkie zadrapania i skaleczenia powierzchni są przyczyną późniejszych zerwań. Przy robotach liniowych należy unikać stosowania szczyków i uchwyłów, kalcujących druty, lecz stosować raczej naciąg ręczny.

Wiązanie jednak drutów glinowych nie może być wykonane zbyt słabo, ponieważ tworzący się na tych drutach nalot chemiczny, twardszy niż sam metal, ściiera się przy kołysaniu i drganiach przewodu, a w wypadkach pęknięcia — nastąpiłoby rozregulowanie na dłuższym odcinku.

\*) Przy opracowaniu artykułu posiłkowano się:

1. Telegraphenbauordnung der Deutschen Reichspost. Teil 7. Freileitungen.
2. Bauanleitung für Fernmeldefreileitungen aus Aludrey.



Tworzący się na drutach glinowych nalot chemiczny daje słabą przewodność, wobec czego przy robieniu łączeń, należy nalot ten starannie usunąć wewnątrz złączki i na końcach drutu.

Druty glinowe podlegają łatwo elektrolizie przy zetknięciu się z wieloma materiałami, jak: brązem, miedzią, wapnem, siarką, chlorem, nawozem sztucznym itp., które w połączeniu — przy dostępie wilgoci — tworzą lokalne ogniwa.

Należy więc druty glinowe odpowiednio chronić od zetknięcia z wymienionymi wyżej materiałami, a w wypadku konieczności łączenia glinu z brązem, miejsca łączeń winny być dobrze zabezpieczone od dopływu wilgoci.

Kręgów drutu glinowego nie należy rzucać, ani też kłaść na gołej ziemi, lecz należy je układać na deskach. Przy przewożeniu drutów glinowych wagonami lub samochodami, konieczne jest podkładanie worków, papy itp.

Natluszczenie drutów glinowych, przedłużaczy do poprzeczników, złączek, bandaży do owijania drutów itp. winno być wykonane tylko tłuszczem *neutralnym*, nie zawierającym składników kwasowych, natomiast przewiązki, złączki i łączenia należy pokrywać masą izolacyjną (kleistą).

Drut glinowy  $\phi$  3 i 4 mm należy zawieszać na izolatorach typu I, natomiast drut  $\phi$  2 i 2,5 mm — na izolatorach typu III.

## 2. Ustalenie miejsca dla przewodów.

Z uwagi na różne właściwości glinu i miedzi, jako też częściowo inny sposób budowy i stosowanie specjalnego osprzętu, zaleca się budowę przewodów glinowych wyodrębniać na oddzielnych liniach, a gdzie nie ma tych możliwości — druty glinowe  $\phi$  3 i 4 mm zawieszać na takich miejscach, aby różnice zwisów nie powodowały uszkodzeń.

Należy jednak dążyć do tego, aby druty glinowe zawieszane były po jednej stronie słupa lub na najniższym poprzeczniku.

Z powodu znacznych różnic w rozszerzalności cieplnej przewodów glinowych i brązowych, przewody, które przy pewnej określonej temperaturze zawieszane były z jednakowymi zwisami, będą miały przy zmianie temperatury zwisy różne. Jednak przy podstawowych naprężeniach, przyjętych dla przewodów glinowych, niebezpieczeństwo rozregulowania się przewodów nie jest na tyle duże, aby zachodziła obawa powstania połączeń z przewodami brązowymi.

Przy budowie przewodów glinowych na odrębnej linii, należy stosować jako podstawowe naprężenie 7,5 kg/mm<sup>2</sup>, które zmienia się do 8,2 kg/mm<sup>2</sup> przy zawieszaniu drutów glinowych nad lub obok drutów z innego materiału.

Nie tak korzystnie układają się stosunki, gdy w sąsiedztwie są druty brązowe  $\phi$  1,5 i 2 mm.

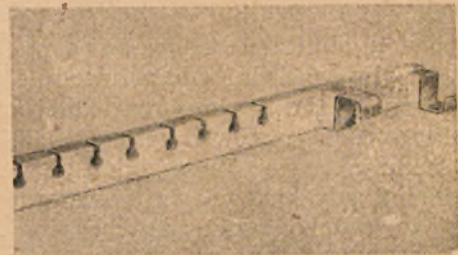
obok których lub nad nimi druty glinowe nie mogą być zawieszane, lecz muszą być zawieszane pod nimi lub na drugiej stronie słupa. Jeżeli jednak nie można uniknąć zawieszania obok lub nad istniejącymi przewodami, to dla obwodów glinowych należy wówczas stosować naprężenie 9,1 kg/mm<sup>2</sup>.

W okolicach obfitujących w sadz lub posiadających niską temperaturę należy zrezygnować z zawieszania przewodów glinowych.

## 3. Rozwijanie drutu.

Rozwijanie drutów glinowych należy uskuteczniać wyłącznie z bębnow lub kołowrotek — zasadniczo nowych (nie używanych) lub też starannie oczyszczonych od pozostałości z brązu i miedzi, a części metalowe, np. wazy kołowrotka itp. winny być owijane natłuszczonym gałganem.

Przy rozwijaniu drutu nie mogą powstawać oczka. Drut winien być rozwijany wolno i w tym celu konieczne jest, aby bezpośrednio za kołowrotkiem stał robotnik, który zwraca uwagę na rozwijanie, uniemożliwia powstawaniu oczek i przepuszcza drut trzymany w ręku przez gałgan. Drut nie może być również rozciągany po ziemi i przedmiotach ostrych, a winien być zakładany bezpośrednio z kołowrotka na słupy, za pomocą widełek do podnoszenia drutów, przy czym części żelazne widełek winny być owinięte natłuszczonym gałganem. Poprzeczniki i trzony, po których będzie ślizgał się drut glinowy, winny być również owinięte natłuszczonym gałganem. Celowe jest używanie drewnianego przedłużacza do poprzeczników (rys. 1), w którym wykroje do



Rys. 1. Przedłużacz do poprzeczników.

drutów winny być gładkie, bez kantów i w trakcie robót natłuszczane.

## 4. Zakończanie drutów.

Stosowane dawniej przy zakończaniu przewodu na izolatorze owinięcia (barylki) czynione były zwój przy zwoju, co powodowało sztywność barylki i przecieranie się przewodu o ostatni koniec owinięcia.

W celu zapewnienia giętkości (u elastycznienia) zakończenia przewodów na izolatorze, należy po dwukrotnym okręceniu na główce izolatora.



koniec drutu owinać sześciokrotnie wokół przewodu nieściśle zwój przy zwoju, lecz linią śrubową tam i z powrotem.

Gdy chodzi jednak o zakańczanie drutów glinowych, dla stłumienia (złagodzenia) drgań i zmniejszenia przecierania się drutu przewodowego o ostatni koniec owinięcia (baryłki), należy stosować wzmocnione zakończenie i w tym celu należy umieścić na izolatorze oddzielny kawałek drutu przewodowego tak, aby jeden koniec drutu pomocniczego do 3/4, drugi do 1/2 jego długości sięgał w głąb owinięcia (baryłki) skróconego z drutu liniowego. W ten sposób baryłka (owinięcia) obejmują z początku trzy druty (liniowy i dwa pomocnicze), dalej dwa druty (liniowy i pomocniczy), a następnie sam tylko drut liniowy, przez co tworzy się coś w rodzaju złożonego resoru, uelastyczniającego drgania (wibracje) drutu liniowego. Ostatni zwój baryłki należy owinać nie linią śrubową, lecz prostopadłe do drutu liniowego i szczególnie ściśle, aby drut liniowy nie miał swobody ruchu (nie miał gry - wibracji).

Dla drutów glinowych  $\phi$  4 mm stosuje się jako pomocniczy — drut  $\phi$  3 mm.

Owinięcia (baryłki) drutów glinowych  $\phi$  2,5 i 2 mm. pokrywa się warstwą masy izolacyjnej (kleistej).

### 5. Zwisy przewodów.

Z względu na różnorodne właściwości, wytrzymałość i rozszerzalność cieplną, druty glinowe nie mogą być tak naciągane (regulowane), jak druty brązowe, miedziane lub stalowe.

Naciąg i zwisy przewodów glinowych należy regulować:

- wg tabeli 1, gdy linie budowane są wyłącznie z drutów glinowych lub gdy przewody glinowe zgrupowane są wyłącznie po jednej stronie słupa, lub też gdy przewody glinowe zawieszane są na najniższym poprzeczniku,
- wg tabeli 2, gdy przewody glinowe prowadzone są nad lub obok przewodów brązowych lub stalowych  $\phi$  3 i 4 mm.,
- wg tabeli 3, gdy przewody glinowe muszą być wyjątkowo zawieszane nad lub obok przewodów brązowych  $\phi$  1,5 lub 2 mm.

Zwisy należy regulować bardzo dokładnie, posilkując się tabelą zwisów i przyrządami: termometrem — dla określenia temperatury dnia, przyrządem do zwisów lub dynamometrem.

### 6. Umocowanie drutów na izolatorach.

#### a) Wiązki.

Dla wiązania przewodów glinowych  $\phi$  2, 2,5, 3 i 4 mm. stosuje się:

- drut stalowy ogumowany  $\phi$  1,5 mm.,
- odżarzony drut stalowy ocynkowany  $\phi$  1,7 mm.

c) półtwardy przewiazkowy drut glinowy  $\phi$  2 mm, o wytrzymałości 11 — 13 kg/mm<sup>2</sup> dla przewodów  $\phi$  2, 2,5 i 3 mm, oraz  $\phi$  2,5 mm — dla przewodów  $\phi$  4 mm, o ile nie ma innych drutów wiązalkowych.

Dla przyczyn wyszczególnionych wyżej w punkcie 4, wiązanie drutów glinowych należy wykonywać w sposób specjalny, podany na rysunkach 2 — 15.

TABELA 1

Naciągi i zwisy  
dla drutów glinowych przy wytrzymałości  
na zerwanie 30 kg/mm<sup>2</sup>

Podstawowe napężenie 7,5 kg/mm<sup>2</sup> (czterokrotnie)

Naciągi w kg						
Rozpiętość prześlu w m	30 m	40 m	50 m	60 m	80 m	100 m
Drut glinowy 2,0 mm						
Temperatura w °C						
+40	2	3	4	4	5	6
+35	3	3	4	5	6	7
+30	3	4	5	5	7	8
+25	4	5	5	6	7	8
+20	5	6	6	7	8	9
+15	6	7	8	8	9	10
+10	8	8	9	9	10	11
+5	10	10	11	11	12	13
0	12	12	13	13	14	14
-5	14	14	15	15	15	16
-10	17	17	17	17	17	18
-15	19	19	19	19	19	20
-20	21	21	21	21	21	21
-25	24	24	24	24	24	24
Drut glinowy 2,5 mm						
+40	3	5	6	7	8	10
+35	4	5	6	7	9	11
+30	5	6	7	8	10	12
+25	6	7	8	9	11	13
+20	7	9	10	11	12	14
+15	10	11	12	13	14	16
+10	12	13	14	15	16	17
+5	15	16	17	17	18	20
0	19	20	20	20	21	22
-5	22	22	23	23	24	25
-10	26	26	27	27	27	28
-15	29	29	30	30	30	30
-20	33	33	33	33	33	33
-25	37	37	37	37	37	37
Drut glinowy 3,0 mm						
+40	5	7	8	10	12	14
+35	6	8	9	11	13	16
+30	7	9	10	12	15	17
+25	9	11	12	14	16	18
+20	11	13	14	16	18	20
+15	14	16	17	18	20	22
+10	18	19	20	21	23	25
+5	23	23	24	25	26	28
0	28	28	28	29	30	31
-5	33	33	33	34	35	35
-10	37	37	38	38	39	40
-15	42	42	43	43	43	44
-20	48	48	48	48	48	48
-25	54	54	54	54	54	54



Rozpiętość przęsła w m.	30 m	40 m	50 m	60 m	80 m	100 m
Drut glinowy 4,0 mm						
Temperatura w °C						
+40	9	13	15	18	21	25
+35	10	14	16	19	24	28
+30	13	16	19	21	26	30
+25	15	19	21	24	29	32
+20	19	23	25	28	31	36
+15	25	28	30	32	36	40
+10	31	34	35	38	41	44
+5	40	41	42	44	47	50
0	49	50	50	51	54	56
-5	58	58	59	59	62	63
-10	67	67	68	68	69	70
-15	75	76	77	77	77	78
-20	85	85	85	85	85	85
-25	94	94	94	94	94	94

Rozpiętość przęsła w m.	30 m	40 m	50 m	60 m	80 m	100 m
Drut glinowy 2,5 mm						
Temperatura w °C						
+40	4	5	6	7	9	11
+35	5	6	7	8	10	12
+30	6	7	8	9	11	13
+25	7	9	10	11	12	14
+20	10	11	12	12	14	16
+15	12	13	14	15	16	17
+10	15	16	17	17	18	19
+5	19	19	20	20	21	22
0	22	22	23	23	24	25
-5	26	26	26	27	27	28
-10	29	29	29	30	30	30
-15	33	33	33	33	33	33
-20	37	37	37	37	37	37
-25	42	42	42	42	42	42

Zwisy w cm

+40	41	55	70	87	124	166
+35	36	49	65	81	114	154
+30	30	43	57	72	105	142
+25	25	37	50	64	95	130
+20	20	31	43	56	85	118
+15	15	25	36	48	76	107
+10	12	20	30	41	67	96
+5	10	16	25	35	58	86
0	8	14	21	30	51	77
-5	7	12	18	26	45	68
-10	6	10	16	23	39	61
-15	5	9	14	20	35	55
-20	4	8	12	18	32	49
-25	4	7	11	16	29	45

Drut glinowy 3,0 mm

+40	6	8	9	11	13	15
+35	7	9	11	12	14	17
+30	8	11	12	13	16	18
+25	11	13	14	16	18	20
+20	14	16	17	18	20	23
+15	18	19	20	21	23	25
+10	22	23	24	25	26	28
+5	27	28	28	29	30	32
0	32	33	33	34	34	35
-5	37	37	37	38	38	39
-10	42	42	42	43	43	43
-15	47	47	47	48	48	48
-20	53	53	53	53	53	53
-25	58	58	58	58	58	58

Drut glinowy 4,0 mm

+40	10	14	16	19	24	28
+35	13	16	18	21	26	30
+30	15	19	21	24	29	33
+25	19	23	25	28	31	35
+20	25	28	30	32	35	40
+15	31	34	36	38	40	44
+10	39	41	43	44	46	50
+5	48	49	50	51	53	56
0	57	58	58	59	60	63
-5	67	67	67	68	69	70
-10	75	75	75	76	77	78
-15	84	84	84	84	84	85
-20	94	94	94	94	94	94
-25	103	103	103	103	103	103

TABELA 2

Naciągi i zwisy

dla drutów glinowych przy wytrzymałości na zerwanie 30 kg/mm<sup>2</sup>

Podstawowe naprężenie 8,2 kg/mm<sup>2</sup> (3,6-krotne)

Naciągi w kg

Rozpiętość przęsła w m.	30 m	40 m	50 m	60 m	80 m	100 m
Drut glinowy 2,0 mm						
Temperatura w °C						
+40	3	3	4	5	6	7
+35	3	4	5	5	6	8
+30	4	5	5	6	7	8
+25	5	6	6	7	8	9
+20	6	7	7	8	9	10
+15	8	8	9	9	10	11
+10	10	10	11	11	12	13
+5	12	12	13	13	13	14
0	14	14	14	15	15	16
-5	17	17	17	17	17	18
-10	19	19	19	19	19	20
-15	21	21	21	21	21	21
-20	23	23	23	23	23	23
-25	26	26	26	26	26	26

Zwisy w cm

+40	37	50	65	81	114	151
+35	30	44	58	72	105	141
+30	25	37	51	64	96	130
+25	20	31	43	57	86	119
+20	16	25	36	49	76	107
+15	12	20	30	41	67	96
+10	10	17	25	35	58	85
+5	8	14	21	30	51	76
0	7	12	18	26	45	68
-5	6	10	16	23	39	61
-10	5	9	14	20	35	54
-15	5	8	13	18	32	49
-20	4	7	11	16	29	45
-25	4	7	10	15	26	41



TABELA 3

Naciągi i zwisy dla drutów glinowych przy wytrzymałości na zerwanie 30 kg/mm<sup>2</sup>  
Podstawowe naprężenie 9,1 kg/mm<sup>2</sup> (3,3-krotne)

Naciągi w kg						
Rozpiętość przesła w m	30 m	40 m	50 m	60 m	80 m	100 m
Temperatura w °C	Drut glinowy 2,0 mm					
	+40	3	4	5	5	7
+35	4	5	5	6	7	8
+30	5	6	6	7	8	9
+25	7	7	8	8	9	10
+20	8	9	9	10	11	12
+15	10	11	11	11	12	13
+10	13	13	13	13	14	14
+5	15	15	15	15	16	16
0	17	17	17	17	18	18
-5	19	19	19	19	20	20
-10	22	22	22	22	22	22
-15	24	24	24	24	24	24
-20	26	26	26	26	26	26
-25	28	28	28	28	28	28
Drut glinowy 2,5 mm						
+40	5	6	7	8	10	12
+35	6	7	8	9	11	13
+30	8	9	10	11	13	15
+25	10	11	12	13	15	16
+20	13	14	14	15	17	18
+15	16	17	17	18	19	20
+10	19	20	21	21	22	23
+5	23	24	24	24	25	26
0	26	27	27	27	28	29
-5	30	30	30	30	30	31
-10	34	34	34	34	34	35
-15	38	38	38	38	38	38
-20	41	41	41	41	41	41
-25	44	44	44	44	44	44
Drut glinowy 3,0 mm						
+40	7	9	11	12	15	18
+35	9	11	12	13	16	19
+30	11	13	14	15	18	21
+25	15	16	17	18	21	23
+20	19	20	21	22	24	25
+15	23	24	25	26	28	29
+10	28	29	30	30	31	33
+5	33	34	34	34	35	37
0	38	39	39	39	40	41
-5	44	44	44	44	45	45
-10	49	49	49	49	50	50
-15	54	54	54	54	54	54
-20	59	59	59	59	59	59
-25	64	64	64	64	64	64
Drut glinowy 4,0 mm						
+40	13	16	19	21	26	31
+35	16	19	21	24	29	34
+30	20	23	25	28	33	38
+25	26	29	30	33	38	41
+20	34	35	36	39	43	45
+15	42	43	44	45	49	52
+10	50	52	53	53	55	58
+5	59	60	61	61	63	65
0	68	69	69	69	70	73
-5	78	78	78	78	79	80
-10	87	87	87	87	88	89
-15	96	96	96	96	97	97
-20	105	105	105	105	105	105
-25	114	114	114	114	114	114

Rozpiętość przesła w m	30 m	40 m	50 m	60 m	80 m	100 m
Temperatura w °C	Zwisy w cm					
	+40	29	42	56	71	103
+35	24	36	49	62	93	126
+30	19	30	42	54	83	114
+25	15	24	35	47	74	103
+20	12	19	29	40	65	93
+15	9	16	24	34	56	83
+10	8	13	20	29	49	73
+5	7	11	18	25	43	65
0	6	10	15	22	38	58
-5	5	9	14	20	34	53
-10	4	8	12	18	31	48
-15	4	7	11	16	28	44
-20	4	6	10	14	26	40
-25	3	6	9	13	24	37

Jako drut pomocniczy do wiązań specjalnych, stosuje się drut liniowy tej samej średnicy co i przewód, jednak dla przewodów  $\phi$  4 mm, stosuje się drut pomocniczy  $\phi$  3 mm.

Obydwa owinięcia drutu wiązkowego wokół główki izolatora winny być ułożone równomierne, jedno obok drugiego i tak owinięte, aby przewiązka tworzyła możliwie najmniejszy kąt w stosunku do drutu liniowego. Przy robieniu przewiązki należy drut wiązkowy ściśle obciążać, gdyż przy luźno zrobionej przewiązce drut liniowy szybko się wyciera.

Przewiązki winny być robione przepisowo, a za prawidłowe wykonanie wiązań odpowiedzialny jest prowadzący roboty.

W celu zabezpieczenia przewiązek glinowych od rozluźniania się przy kołysaniu przewodu, należy przewiązkę zaraz po wykonaniu pokryć masą izolacyjną (kleistą), którą o ile jest za gęsta, można ewentualnie rozcieńczać.

Przy wiązaniu drutów glinowych odzaronym drutem stalowym  $\phi$  1,7 mm., należy zarówno przewód, jak i przewiązkę dobrze oczyścić natłuszczonym gałgankiem, a po wykonaniu wiązania, pokryć lakierem do żelaza. Pokrywanie lakierem należy odnawiać w miarę potrzeby.

#### b) Wiązki mechaniczne.

Wiązki mechaniczne stosowane były od 1941 r. tytułem próby.

Kształt i użycie wiązki mechanicznej uwiidocznione jest na rys. 16, 17 i 18.

Do robienia wiązań mechanicznych używa się szczypców uwiidocznionych na rys. 19, zaś do rozrabiania na rys. 20.

Szerokość otworu wkładek wiązki mechanicznej dostosowana jest ściśle do średnicy drutu przewodowego i odróżnia się kolorami, a mianowicie: dla drutu  $\phi$  2,5 mm — żółtym,  $\phi$  3 mm — zielonym i  $\phi$  4 mm — czerwonym.



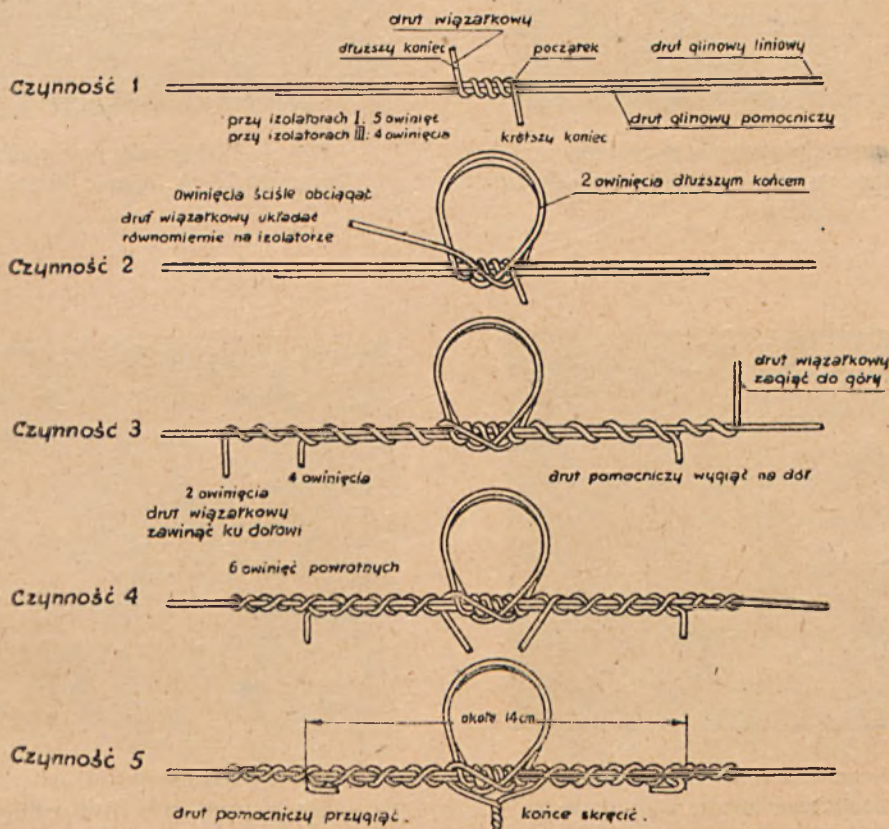
Przy wiązaniu mechanicznym stosują się przekładki między izolatorem i drutem przewodowym, które nożycami do cięcia blachy, obcina się na odpowiednią długość z aluminiowej taśmy profilowej, dostarczanej w odcinkach długości 1 m. Różne długości przekładek powstają na słupach narożnych, gdzie wiązanki mechaniczne muszą być odpowiednio rozszerzane ręcznie. Dla

### 7. Łączenie drutów.

#### a) Łączenie drutów glinowych z glinowymi.

Druty glinowe łączy się za pomocą złączek glinowych, które zarówno wewnątrz, jak i zewnątrz, winny mieć gładką powierzchnię, końce zlekką rozszerzone i zaokrąglone — bez chropowatości, aby drut liniowy przy wkładaniu wchodził gładko i nie rysował się.

### Przewiązka specjalna



Gotową przewiązkę pokryć dokładnie masą izolacyjną (kleistą).

Izolator typ	Przewód $\varnothing$ mm	Drut pomocniczy (glinowy)		Drut wiązarkowy		Długość drutu cm
		$\varnothing$ mm	długość cm	dłuższy koniec cm	krótszy koniec cm	
I	3	3	20	80	50	130
	4	3	20	85	50	135
III	2	2	17	70	40	110
	2,5	2,5	17	75	45	120
	3	3	17	80	45	125

Rys. 2. Wykonanie przewiązki specjalnej na przewodzie glinowym.

tego też, jest więcej celowe stosowanie na słupach narożnych nie wiązań mechanicznych, lecz przewiązek z drutu wiązarkowego. Odpada wtedy potrzeba posilkowania się na linii nożycami do cięcia, gdyż przekładki jednej długości mogą być wtedy przygotowane fabrycznie lub w warsztacie.

Stosownie do wielkości izolatorów są konstruowane wiązanki mechaniczne, bądź dla izolatorów typu I, bądź też typu III.

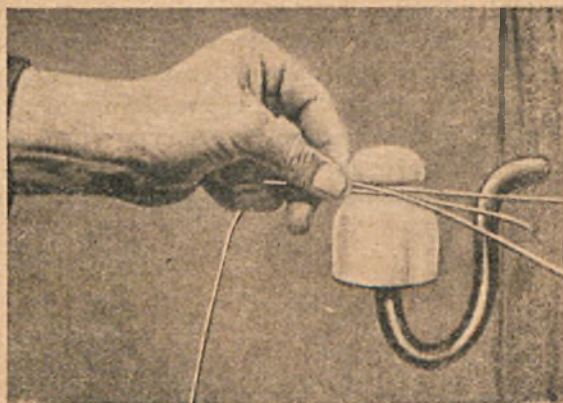
Złączki glinowe muszą odpowiadać następującym wymaganiom technicznym:

Srednica drutu w mm	Długość złączki w mm	Grubość ścianki w mm	Otwór złączki w świetle w mm	M n. wytrzymałości na rozerwanie w kg
2	150	0,8	4, 2 × 2,1	100
2,5	175	0,8	5, 2 × 2,6	120
3	200	0,8	6, 2 × 3,1	150
4	250	1,0	8,24 × 4,12	200

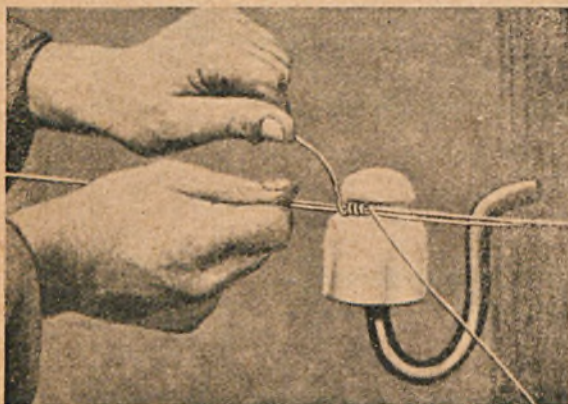




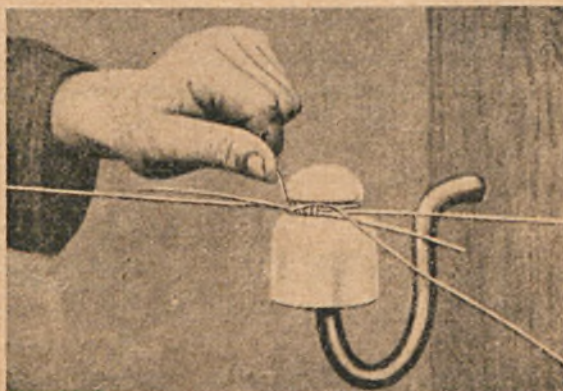
Rys. 3. Wykonanie przewiązki specjalnej.  
Czynność 1: przykładanie przewodu liniowego do izolatora



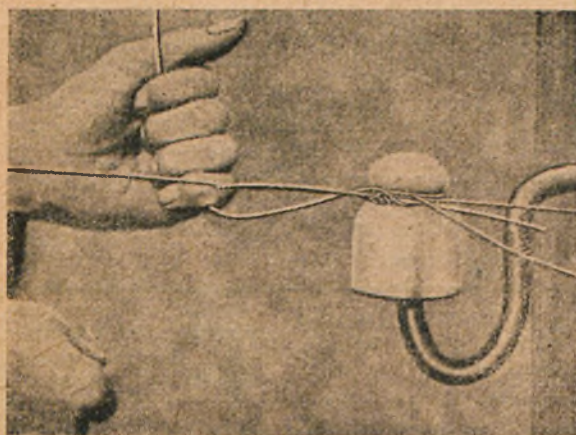
Rys. 4. Wykonanie przewiązki specjalnej.  
Czynność 2: zakładanie drutu pomocniczego



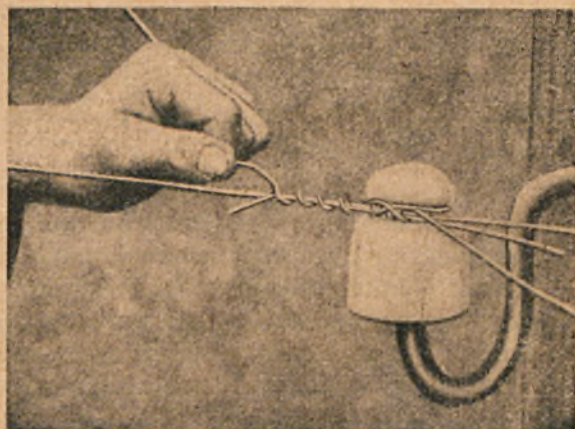
Rys. 5. Wykonanie przewiązki specjalnej.  
Czynność 3: Zakładanie drutu wiązałkowego.



Rys. 6. Wykonanie przewiązki specjalnej.  
Czynność 4: okręcanie dwukrotne drutu przewiązkowego na główce izolatora

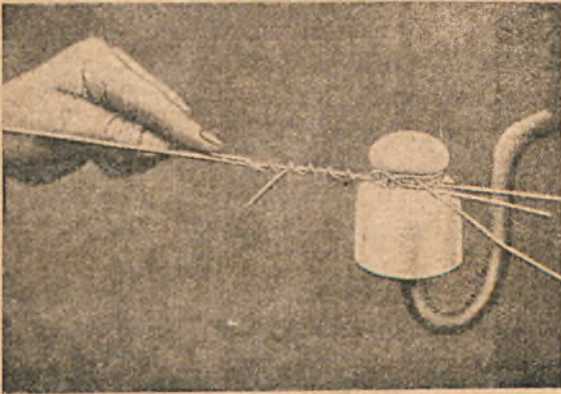


Rys. 7. Wykonanie przewiązki specjalnej.  
Czynność 5: okręcanie przewodu liniowego i drutu pomocniczego drutem wiązałkowym.

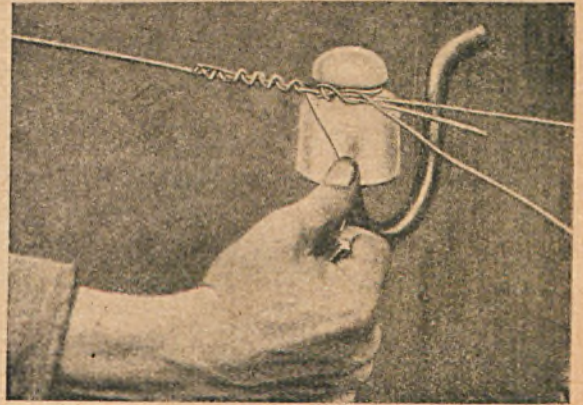


Rys. 8. Wykonanie przewiązki specjalnej.  
Czynność 6: czterokrotne okręcanie drutem wiązałkowym.

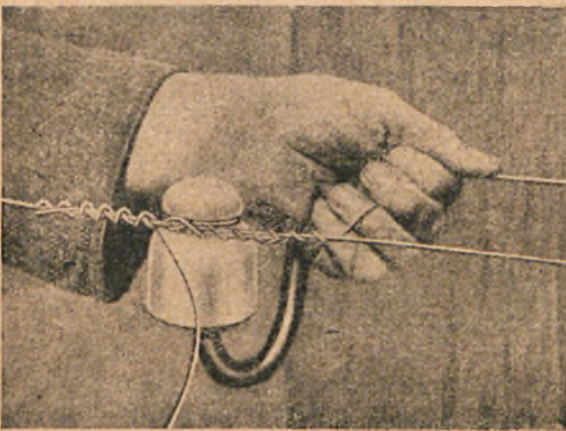




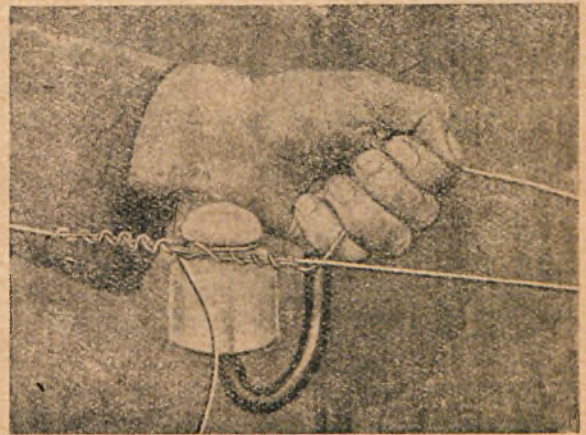
Rys. 9. Wykonanie przewiązki specjalnej.  
Czynność 7: okrecanie drutu wiązalkowego na przewodzie liniowym.



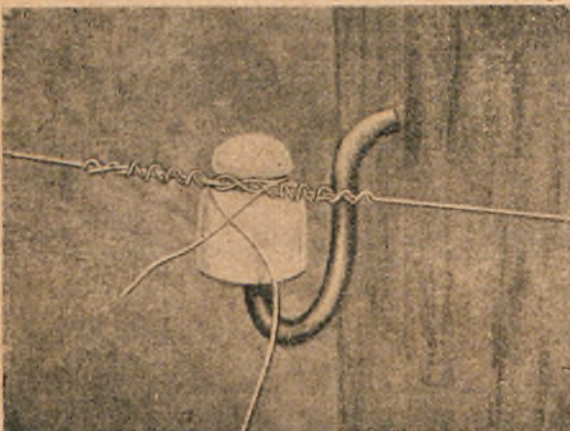
Rys. 10. Wykonanie przewiązki specjalnej.  
Czynność 8: powrót 6-ciokrotnym okrecaniem do izolatora.



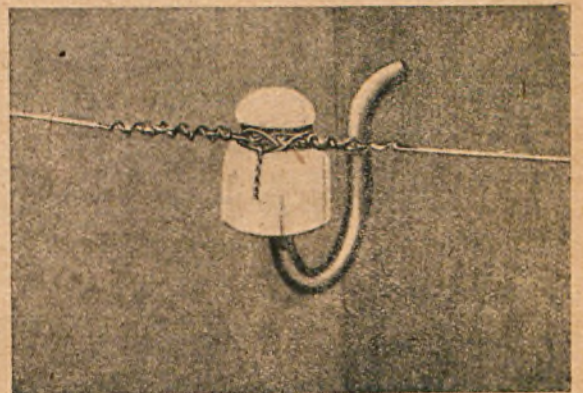
Rys. 11. Wykonanie przewiązki specjalnej.  
Czynność 9: czterokrotne okrecanie drutem wiązalkowym z prawej strony izolatora.



Rys. 12. Wykonanie przewiązki specjalnej.  
Czynność 10: 2 okrecenia na przewodzie liniowym.

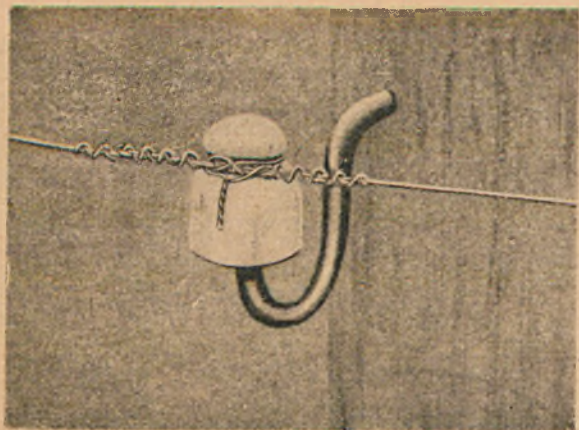


Rys. 13. Wykonanie przewiązki specjalnej.  
Czynność 11: powrót 6-ciokrotnym owinięciem do izolatora.



Rys. 14. Wykonanie przewiązki specjalnej.  
Czynność 12: skręcanie końców drutu wiązalkowego.





Rys. 15. Wykonanie przewiązki specjalnej.  
Czynność 13: pokrycie gotowej przewiązki lakierem do żelaza.

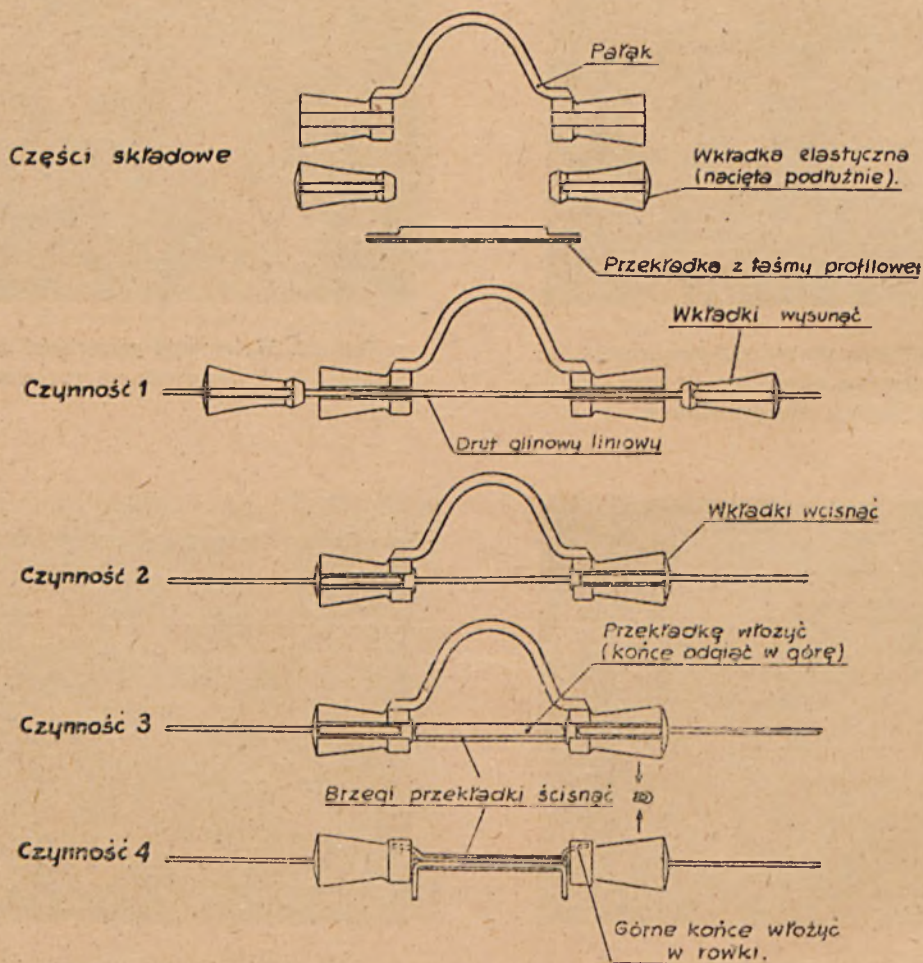
Kolejność robót przy łączeniu drutów glinowych za pomocą złączki, uwidoczniona została na rys. 21.

Wewnętrzną powierzchnię złączki oczyszcza się z nalotu chemicznego specjalną szczotką dostosowaną do otworu złączki, a drut liniowy — drobnym szmerglowym papierem oraz konieczne jest przetarcie oczyszczonego drutu natluszczonym galvanem. Końce drutów należy włożyć w złączkę tak, aby wystawały nazwewnątrz złączki około 5 mm.

Złączkę z drutami chwyta się na końcach specjalnymi wrotkami, uwidocznionymi na rys. 22 i 23, a następnie pośrodku złączki skręca się oddzielną wrotką, czyniąc 2½ obrotu.

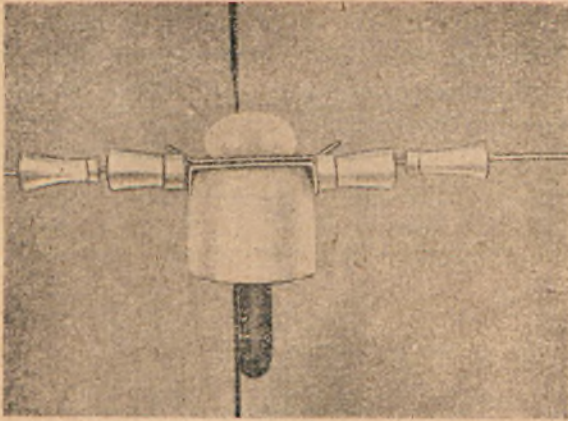
Z braku wrotek specjalnych można stosować wrotki zwykłe, lecz z niezbyt ostrymi kantami, aby uniknąć skaleczeń i pęknięcia złączki.

### Wiązarka mechaniczna dla liniowych drutów glinowych

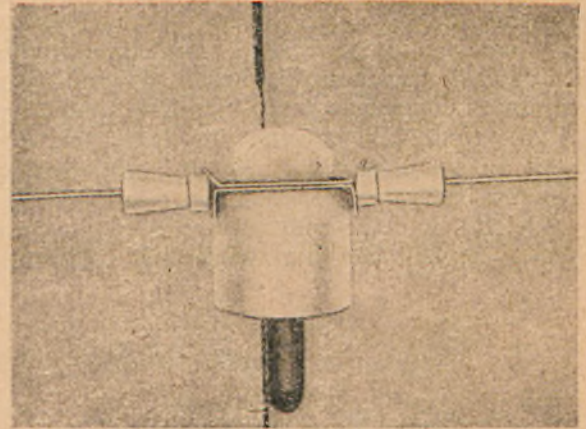


Rys. 16. Zakładanie wiązarki mechanicznej na liniowych drutach glinowych.

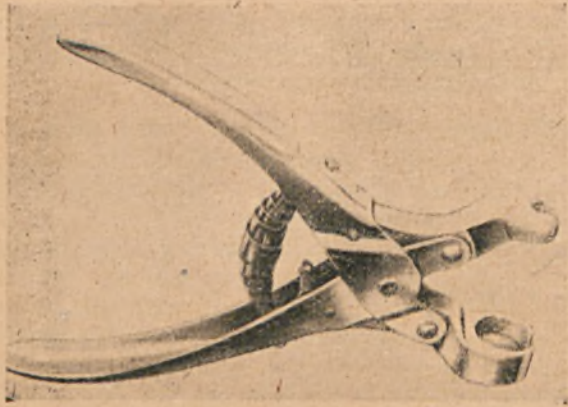




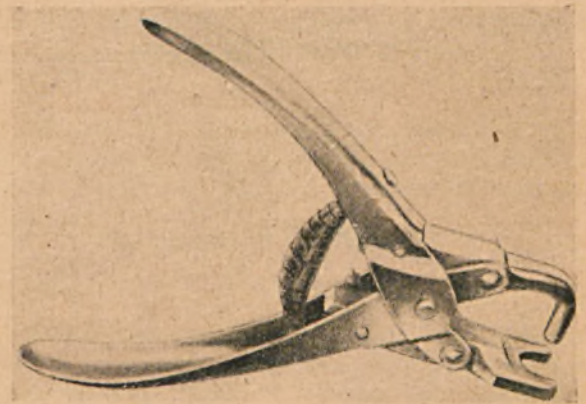
Rys. 17 Zakładanie wiązki mechanicznej.  
Czynność 1.



Rys. 18. Zakładanie wiązki mechanicznej.  
Czynność 2.



Rys. 19. Szczypcy do zakładania wiązki mechanicznej.



Rys. 20. Szczypcy do zdejmowania wiązki mechanicznej.

Przy takim sposobie skręcania złączki, drut przewodowy jest mniej narażony na przekręcenie i tym samym obawę późniejszego pęknięcia.

Złączkę po skręceniu należy przetrzeć natłuszczonym galganem, a końce złączki zasklepić masą izolacyjną (kleistą) w celu zabezpieczenia od dopływu wilgoci.

Należy dążyć do robienia złączek w pobliżu izolatorów, a nie pośrodku przęsła, aby uniknąć zwarć lub połączeń przy rozregulowaniu się przewodów.

#### b) Łączenie drutów glinowych z brązowymi lub miedzianymi.

Łączenie abonentowych drutów glinowych z brązowymi lub miedzianymi należy wykonać wewnątrz główki specjalnego izolatora przejściowego, różniącego się tym od zwykłego izolatora, że posiada dwa boczne otwory do wprowadzenia drutów.

Przy zakańczaniu drutów na główce izolatora przejściowego, przewód glinowy umieszcza się

ponad przewodem brązowym. Końce drutów oczyszcza się dokładnie i wprowadza przez boczne otwory do wewnątrz główki izolatora, następnie wyciąga nazewnątrz, przeciera natłuszczonym galganem i skręca w złączce długości około 50 mm. O ile zachodzi konieczność użycia większej złączki, złączkę taką wypełnia się drutem pomocniczym.

Do takich połączeń mogą być używane złączki glinowe lub miedziane.

Gotową złączkę zgina się i wciska do wewnątrz główki izolatora, następnie główkę izolatora uszczelnia się masą izolacyjną (kleistą) w celu zabezpieczenia od wilgoci.


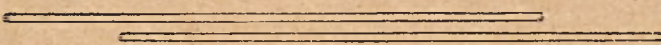
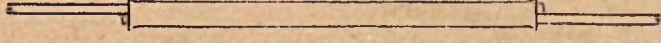


Przy obwodach międzymiastowych drut glinowy zakańcza się na izolatorze przejściowym, natomiast drut miedziany lub brązowy na oddzielnym izolatorze zwykłym. Oddzielny izolator umieszcza się na haku, wsporniku lub na poprzeczniku dodatkowym, gdy brak jest odpowiedniego miejsca na poprzeczniku istniejącym. Do tego celu nadają się również dobrze widlice proste.



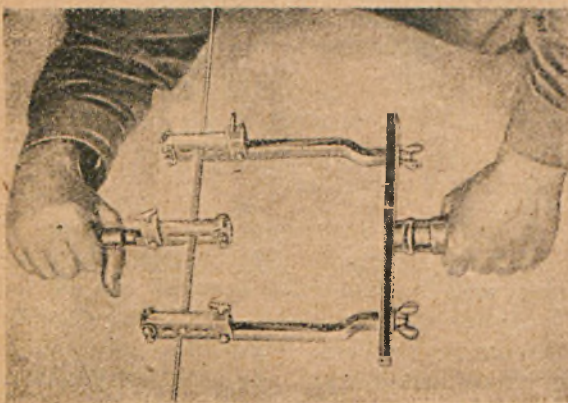
Wolne końce drutów wprowadza się przez boczne otwory do wewnątrz izolatora przejściowego, nieco wyciąga nazewnątrz i oczyszcza na długości około 30 mm, a następnie zakłada na zaciski specjalnie skonstruowanego łącznika (patrz rys. 24 i 25). Uprzednio wygina się druty tak, aby łącznik razem z drutami mógł być umieszczony wewnątrz izolatora i uszczelniony masą izolacyjną (kleistą), w celu zabezpieczenia od dopływu wilgoci. Zaciski łącznika winny być starannie

dokręcone. Znajdujący się pośrodku łącznika uchwyt winien być ustawiony w kierunku zacisków, gdyż tylko wtedy otrzymuje się dobre połączenie między zaciskami. Gdy uchwyt ten ustawiony jest poprzecznie do zacisków, połączenie zostaje przerwane. Przy łącznikach posiadających śrubę zamiast uchwyty, dla połączenia drutów dokręca się śrubę do końca w dół, a przy rozkręcaniu odkręca aż do górnego oporu.

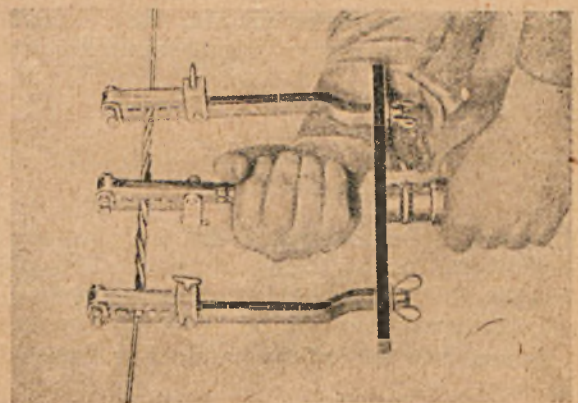
### Łączenie drutów glinowych za pomocą złączki

- Czynność 1** Złączka  0
- Złączkę dokładnie oczyścić wewnątrz szczotką
- Czynność 2** 
- Druty dokładnie oczyścić i natłuścić.
- Czynność 3** 
- Druty wsunąć w złączkę
- Czynność 4**  2 1/2 obrotów
- Złączkę zacisnąć we wrotkach i skrócić na 2 1/2 obrotu
- Czynność 5** 
- Złączkę natłuścić, a końce uszczelnić masą

Rys. 21. Łączenie przewodów glinowych za pomocą złączek rurkowych.



Rys. 22. Zakładanie wrotek na złącze rurkowe.



Rys. 23. Skręcanie złącza rurkowego za pomocą wrotek.



Pewność styku bada się za pomocą woltomierza i suchych ogniw.

Łączniki nadają się również do urządzenia miejsc badaniowych.

W miejscach łączenia drutów glinowych z kablem, wprowadza się żyłę kablową przez dolny otwór do wewnątrz izolatora przejściowego i tam łączy się w sposób podany wyżej dla przewodów abonentowych lub międzymiastowych.



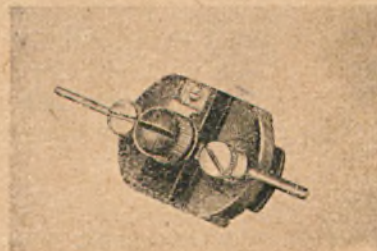
Rys. 24. Łączenie drutów glinowych z brązowymi za pomocą łącznika z uchwytem.

O ile dla ochrony kabla winny być zastosowane ochronniki, należy stosować wówczas dwa izolatory przejściowe. W głowce jednego izolatora umieszcza się wówczas zwykły ochronnik, od którego prowadzi kawałek drutu brązowego lub miedzianego do drugiego izolatora przejściowego, na którym zakończony jest drut glinowy. Drugi izolator przejściowy najlepiej umieścić na sąsiednim słupie, gdzie łączenie drutu brązowego lub miedzianego z glinowym, w głowce izolatora przejściowego, należy wykonać w sposób wyżej podany.

#### 8. Wprowadzenie przewodów.

Wprowadzenie przewodów glinowych do wnętrza budynków stacji abonentowych i telefonicznych uskutecznia się w ten sam sposób, jak przewodów brązowych i miedzianych.

W celu usunięcia brzęczenia przewodów glinowych, w wypadku doprowadzenia ich do drewnianych budynków stacji abonentowych, należy przynajmniej na przestrzeni 6 m zastosować drut



Rys. 25. Łączenie drutów glinowych z brązowymi za pomocą łącznika ze śrubami.

izolowany. Drut izolowany zakańcza się na zwykłym izolatorze i wprowadza do wnętrza budynku w sposób przyjęty dla wprowadzeń abonentowych.

#### 9. Przeplecenia.

Dla ochrony przewodów glinowych przed indukcją, stosować należy skrzyżowania i przeplecenia według zasad przyjętych dla przewodów brązowych i miedzianych.



inż. WACŁAW ŻOCHOWSKI

## Dalekopisy

(d. c. do str. 125 W. T. Nr 9.)

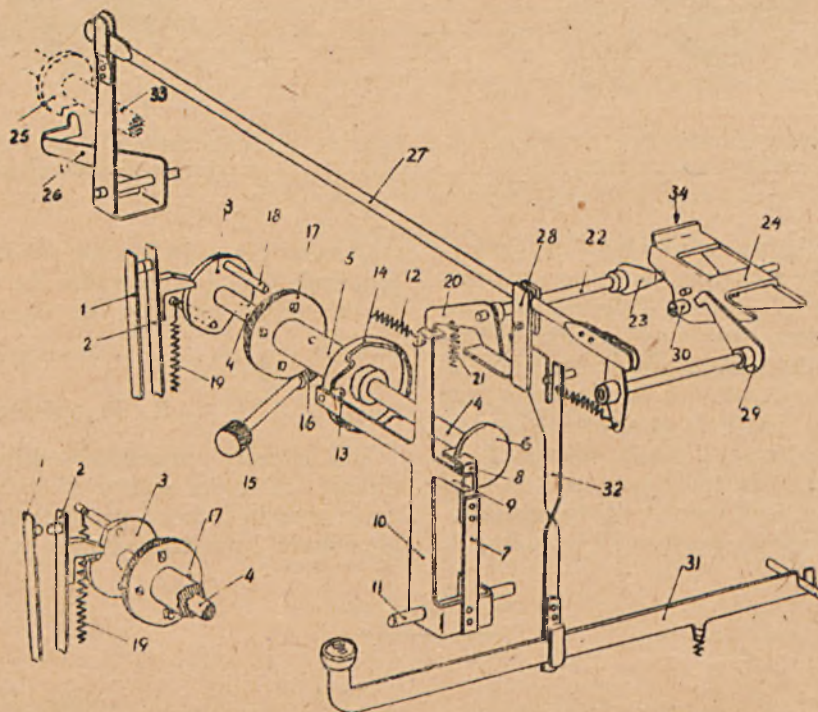
### Urządzenia dodatkowe.

#### Włączanie zdalne.

Ważną zaletą dalekopisu jest jego natychmiastowa gotowość do pracy bezpośrednio po włączeniu silnika. Wpadnięto na myśl, aby włączanie to odbywało się za pośrednictwem samoczynnego wyłącznika prądem liniowym, co umożliwi włą-

żaden znak nie zostanie ponownie przesłany, wyłącznik ten wyłącza samoczynnie silnik. Jeżeli dalekopisy są przyłączone do centrali pośredniczącej, to zamiast samoczynnego wyłącznika każdy z nich otrzymuje skrzynkę z dwoma przyciskami do włączania i wyłączania prądu.

Włączanie i wyłączanie prądu silnika w wyłączniku samoczynnym odbywa się za pomocą



1	sprężyny stykowe	18	sztuff zabierakowy
2		19	sprężyna
3	tarcza sterująca	20	zapadka
4	oś	21	sprężyna
5	tuleja	22	oś
6	kołnierż	23	dźwignia
7	plaska sprężyna	24	łazmo podrzutowe
8	szpon	25	tarcza sterująca
9	ramię dźwigni 10	26	dźwignia
10	dźwignia	27	drążek
11	oś	28	część sterująca
12	sprężyna odciążowa	29	dźwignia blokująca
13	rolka	30	rolka
14	tarcza z krzywizną	31	klawisz „Buchstaben (litery)”
15		32	sztaba pociągowa
16	napęd ślimakowy	33	oś nadelnika
17		34	krawędź, tabliczka przez 5 kołn.

Rys. 34. Wyłącznik samoczynny.

czenie każdego aparatu poprzez linię dalekosiężną. Podczas pracy samoczynny wyłącznik jest utrzymywany w stanie włączonym, zaś po ukończeniu przesyłania znaków, o ile w ciągu pół minuty

sprężyn stykowych 1 i 2 (rys. 34). Sprężyna 2 sprężyna na tarczy sterującej 3, połączonej sztywno z osią 4. Ta ostatnia może przesuwac się w tulei 5 i posiada na drugim końcu kołnierż 6, któ-



ry ochwytuje szpon 8, przymocowany do płaskiej sprężyny 7. Wspomniany szpon opiera się z pewnym naciskiem o ramię 9 dźwigni 10, która może obracać się koło osi 11 i znajduje się pod działaniem sprężyny odciągowej 12. Wskutek działania tej sprężyny rolka 13, umieszczona na dźwigni 10, jest dociskana do krzywizny tarczy 14. Wspomniana tarcza wraz z tuleją 5 pokręcana jest powoli za pomocą napędu ślimakowego 15, 16, 17, sprzęgniętego ze stale wirującą częścią napędowego walka nadajnika. Kółko ślimacze 17 posiada otwory, naprzeciw których znajduje się sztyft zabierakowy 18. Sprężyna 19 sprowadza tarczę sterującą 3 do pozycji, w której styki 1 i 2 są zamknięte. Ponad dźwignią 10 jest umieszczona zapadka 20, która znajduje się pod działaniem sprężyny 21 i za pomocą osi 22 łączy się z dźwignią 23. Dźwignia ta mieści się pod krawędzią jarzma podrzutowego 24 w odbiorniku, wskutek czego bierze ona udział w ruchach tego jarzma.

Rysunek 34 uwidoczni samoczynny wyłącznik w pozycji roboczej. Z powodu obecności występów w krzywiznie tarczy 14, dźwignia 10 jest w regularnych odstępach czasu naciskana wstecz, lecz zapadka 20 nie może opaść ku dołowi, gdyż przy odbiorze każdego znaku jest ona podniesiona przez opadnięte jarzmo podrzutowe 24 w odbiorniku. Jeżeli przesyłanie znaków nie odbywa się już więcej, to jarzmo podrzutowe w stanie spoczynku pozostaje w pozycji podniesionej i zapadka 20 może zaczepić o dźwignię 10. Wskutek tego sprężyna 7 pociąga oś 4 i przesuwają ją tak, że sztyft 18 wchodzi w jeden z otworów kółka ślimaczego 17. Przy dalszym obrocie kółka ślimaczego 17 zabiera ono sztyft 18 wraz z tarczą sterującą 3, przy czym następuje rozciągnięcie sprężyny 19, w chwili, gdy sztyft stanowiący zawieszenie sprężyny 19 przekroczy najwyższą swoją pozycję, wycięcie w tarczy sterującej podchodzi pod sprężynę stykową 2, wskutek czego sprężyna ta przerywa nagle i z dużym skokiem prąd silnika. Wyłącznik posiada wówczas pozycję, uwidocznioną z lewej strony rys. 34.

Jeżeli obydwa komunikujące się ze sobą aparaty mają być ponownie włączone, to wówczas strona rozpoczynająca nadawanie naciska klawisz, oznaczony przez „Bu“ (Buchstaben), co w polskim języku oznacza „litery“. Na rysunku 34 klawisz ten jest zaznaczony liczbą 31. Z klawiszem tym łączy się szlaba pociągowa 32, która zapadkę 20 pokręca tak dalece, że zwalnia ona dźwignię 10. Dźwignia ta pod działaniem sprężyny 12 przesuwa oś 4 w lewo i powoduje wysunięcie sztyfta 18 z otworu kółka ślimaczego 17. Pod działaniem naciągniętej sprężyny 19 następuje wtedy obrót tarczy sterującej 3 w tym samym kierunku jak poprzednio, przy czym sprężyna stykowa 2 pod wpływem wznoszącej się krzywej obwodu tarczy sterującej zostaje dociśnięta do sprężyny 1. W

ten sposób silnik zostaje włączony, zaś aparat jest nastawiony na nadawanie liter, jak również zostaje wyzwolony nadajnik. Podczas jednego obrotu osi nadajnika następuje jak wiadomo jedna tylko przerwa prądu, wywołana impulsem rozruchowym, natomiast wszystkie pozostałe impulsy odpowiadają włączaniu prądu. Wysyłanie impulsu rozruchowego powoduje w odległym odbiorniku odadnięcie kotwiczek, które naciskają na krawędź 34 (rys. 34) jarzma podrzutowego 24. Jarzmo to obraca się i podnosi zapadkę 20, powodując również wyłączenie silnika odległego aparatu.

W wypadku, gdy odbiornik własny nadającego aparatu nie powinien działać, należy stosować dodatkowe urządzenie, które uniemożliwiłoby wyłączenie silnika przy dłuższej pracy samego tylko nadajnika. Do tego celu służy tarcza sterująca 25, umieszczona na osi 33 nadajnika, przy czym na obwodzie tej tarczy opiera się koniec dźwigni 26. W pozycji spoczynkowej nadajnika koniec ten spoczywa we wgłębieniu tarczy 25, zaś po rozpoczęciu obrotu osi nadajnika zostaje on natychmiast odepchnięty przez krzywiznę obwodu tarczy ku dołowi. Wskutek tego dźwignia 26 pociąga drążek 27 wraz z częścią sterującą 28, która trafia na przedłużenie zapadki 20 i powoduje pokręcenie tej ostatniej, wyzwalając w ten sposób dźwignię 10. Drążek 27 uruchamia również blokadę odbiornika, stosowaną wówczas, gdy przy szeregowym połączeniu nadajnika i odbiornika ten ostatni nie powinien reagować na wysyłane znaki. Dźwignia blokująca 29 została przy tym tak ustawiona, że podczas pracy nadajnika znajduje się ona przed rolką 30, umieszczoną na jarzmie podrzutowym odbiornika i rolkę tę zwalnia tylko wówczas, gdy nadajnik znajduje się w stanie spoczynku. Przy wysyłaniu impulsów przez własny nadajnik uruchomienie odbiornika zostaje więc mechanicznie uniemożliwione, natomiast znaki przychodzące od odległego nadajnika zostają wydrukowane.

W wielu innych wypadkach pracy, zwłaszcza przy stosowaniu urządzeń pośredniczących, obsługiwanych samoczynnie lub ręcznie, są używane inne metody włączania silnika. Aparat nie posiada wówczas żadnego samoczynnego wyłącznika, natomiast włączanie i wyłączanie silnika odbywa się za pomocą przekaźnika, umieszczonego w skrzynce.

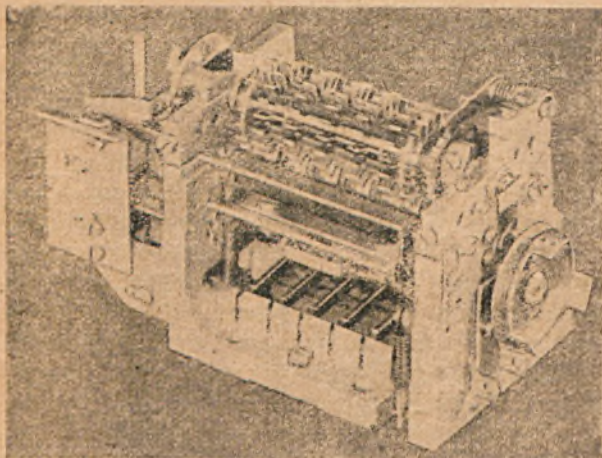
#### *Urządzenie do nadawania nazwy stacji.*

Jeżeli praca dalekopisów odbywa się poprzez centrale pośrednicze, to wzywający abonent winien posiadać możliwość przekonania się, czy jest on połączony z żadaną przez niego stacją. Do tego celu służy umieszczony w klawiaturze specjalny klawisz z napisem „Wer da (kto tam)“. Przy naciśnięciu tego klawisza nadajnik wysyła serię impulsów (patrz rys. 6), które na odległym końcu uruchamiają urządzenie do nadawania na-



zwy stacji. Urządzenie to uruchamia nadajnik zwanego aparatu i w ten sposób melduje nazwę wzywanej stacji.

Rysunek 35 uwidacznia nadajnik, zaopatrzony w urządzenie do nadawania nazwy stacji, zaś rysunek 36 umożliwi poznanie sposobu działania tego urządzenia. Pionowo ponad osią  $e$  nadajnika (na rys. 36 uwidoczono niewielką część tej osi) znajduje się oś walca, zawierającego nazwę stacji. W walcu tym, w kołnierze  $r$  są wstawione grzebienie wybierakowe  $s$ , które od stro-



Rys. 35. Nadajnik, zaopatrzony w urządzenie do nadawania nazwy stacji.

ny zewnętrznej posiada różne wycięcia. Za pomocą dźwigni sterującej  $t$ , kółka sterującego  $u$  oraz umiejscawiającej dźwigni  $v$ , grzebienie te mogą być kolejno ustawiane przed końcami kolanek stykowych  $n$ . Przy tym podczas każdego obrotu osi nadajnika dźwignia sterująca  $t$  zostaje uruchamiana jeden raz za pomocą tarczy sterującej  $w$ . Oś walca z nazwą stacji jest prócz tego zaopatrzona w kołnierz sterujący  $x$ , w którego wycięcie w pozycji spoczynkowej wchodzi sztyft, znajdujący się na sterującej szynie  $y$ . O jeden koniec szyny  $y$  zaczepia kabląk  $z$  o kształcie litery U, którego drugie ramię zaczepia się z dźwignią kątową  $a_1$ . Drugie ramię dźwigni kątowej  $a_1$  znajduje się przed drążkiem pociągowym  $b_1$  drukarki.

W pozycji spoczynkowej walca z nazwą stacji przed kolankami stykowymi  $n$  nie ma żadnego grzebienia wybierakowego, jak również szyna sterująca  $y$  blokuje dźwignię sterującą  $t$ , wskutek czego walec z nazwą stacji nie jest pokręcany. Normalne działanie nadajnika nie jest więc w żaden sposób zakłócone. Jeżeli natomiast w odległym nadajniku zostanie naciśnięty klawisz „Wer da” (kto tam), to po odebraniu przynależnej kombinacji impulsów w drukarce zostanie wyciągnięty drążek pociągowy  $b_1$ . Wskutek tego dźwignia kątowa  $a_1$  pokręci w lewo górny koniec

kabląka  $z_1$  wyzwalającego równocześnie kilka przebiegów mechanicznych, a mianowicie: listwa, znajdująca się u dołu kabląka  $z_1$  przesuwa w prawo wszystkie szyny wybierakowe  $o$  (na rys. 36 linią kreskowaną są zaznaczone tylko końce tych szyn). Szyna sterująca  $y$  zostaje przesunięta w lewo, przy czym sztyft zwalnia kołnierz sterujący  $x$ . Prócz tego szyna  $y$  popycha górny koniec kabląka blokującego  $g$  i powoduje wyzwolenie nadajnika (por. rys. 15). Zaraz po rozpoczęciu obrotu nadajnika dźwignia sterująca  $t$  wpada we wgłębienie tarczy  $w$ , bowiem dźwignia ta znajduje się obecnie przed wycięciem szyny sterującej  $y$ . Walec z nazwą stacji zostaje pokręcony o jeden skok i pierwszy grzebień wybierakowy  $s$  zostaje ustawiony przed kolankami stykowymi  $n$ . Ponieważ kolanka stykowe są zwolnione przez przesunięcie w prawo szyny wybierakowe, to kolejność impulsów (włączenie lub wyłączenie prądu przez poszczególne kolanka stykowe) jest uwarunkowane tylko wycięciami lub występami grzebienia wybierakowego. Wskutek obrotu walca z nazwą stacji sztyft szyny sterującej nie może wpaść z powrotem w wycięcie kołnierza sterującego. Szyna sterująca pozostaje więc w pozycji przesuniętej w lewo i utrzymuje ona kabląk blokujący  $g$  w położeniu, które odpowiada wyzwoleniu nadajnika. Przy każdym obrocie nadajnika walec z nazwą stacji zostaje pokręcony o jeden skok dalej i ruch nadajnika trwa tak długo, aż walec ten wykona jeden pełny obrót. Wówczas sztyft szyny sterującej wpada z powrotem w wycięcie kołnierza sterującego, wskutek czego szyna sterująca  $y$  i kabląk blokujący  $g$  powracają do pozycji spoczynkowej i zatrzymują oś nadajnika. Przed kolankami stykowymi przesunęły się wszystkie grzebienie wybierakowe, które są rozmieszczone w takiej odległości, że w odległym odbiorniku zostaje wydrukowana nazwa wzywanej stacji. Tym sposobem wzywająca stacja nie tylko zyskuje pewność, czy jest ona połączona z właściwą stacją, lecz również ma ona możliwość sprawdzenia, czy odległy aparat pracuje prawidłowo.

Ponieważ w stosowanym układzie połączeń (por. rys. 33) wychodzące impulsy prądowe uruchamiają również własny odbiornik, to po naciśnięciu klawisza „Wer da” nastąpiłoby wyzwolenie nie tylko odległego, lecz i własnego urządzenia do nadawania nazwy stacji. Dla uniknięcia tego służy rygiel  $c_1$ , umieszczony na wyzwalającej dźwigni  $a$  nadajnika. Gdy w nadajniku zostanie naciśnięty klawisz, wówczas rygiel  $c_1$  podchodzi pod drążek pociągowy  $b_1$  i uniemożliwia wpadnięcie tego drążka w kanalik oraz pochwycenie go przez blachę podchwytową. Urządzenie do nadawania nazwy stacji nie zostanie więc uruchomione.

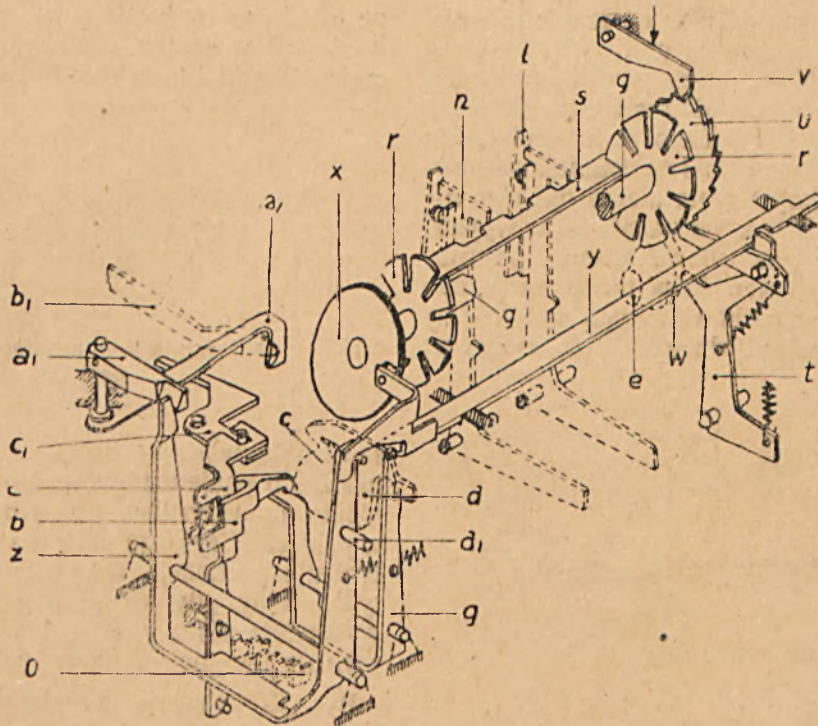
Walec z nazwą stacji może być łatwo wymieniany, jak również wstawianie grzebieni wybier-



rakowych, po jednym dla każdej litery, nie sprawia żadnych trudności.

Kabłąk z posiada sztyft  $d_1$ , który umożliwia odręczne wyzwalenie walsnego urządzenia do nadawania nazwy stacji. Obsługa posiada więc możliwość wysyłania nazwy własnej (nadającej) stacji.

rządzenia taśmy dziurkowanej. Taśma ta służy potem do sterowania nadajnika, który w ten sposób przygotowaną depeszę przesyła za pośrednictwem linii dalekosiężnej z największą możliwą szybkością, wynoszącą 428,6 znaków na minutę.



a	dzwignia wyzwalająca	t	dzwignia sterująca
b	zapadka wyzwalająca	u	kółko sterujące
c	zaczep	v	dzwignia umiejscawiająca
d	dzwignia pośrednia	w	tarcza sterująca
e	oś nadajnika	x	kołnierz sterujący
g	kabłąk blokujący	y	szyna sterująca
l	styki	z	kabłąk
n	kolanko stukowe	a <sub>1</sub>	dzwignia katowa
o	szyny wybierakowe	b <sub>1</sub>	drażek pociągowy (kto tam)
q	oś wałca z nazwą stacji	c <sub>1</sub>	tużel
r	kołnierz	d <sub>1</sub>	sztyft
s	grzebień wybierakowy		

Rys 36. Urządzenie do nadawania nazwy stacji.

#### Dziurkacz odbiorczy.

Każdy dalekopis nadaje się do wbudowania w niego dziurkacza odbiorczego, co przy dalekopisie nie przyłączonym do linii umożliwia jego stosowanie zamast dziurkacza ręcznego do spo-

Jeżeli przy odbiorze depeszy z odległej stacji jest czynny również dziurkacz odbiorczy, to prócz normalnego druku czcionkowego otrzymuje się również taśmę dziurkowaną, która może służyć do przesyłania tej samej depeszy do innych stacji.

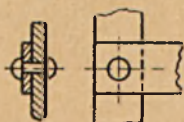


STANISŁAW OLECHOWICZ

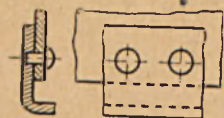
## Technika drobnych konstrukcji

(d. c. do str. 120 W. T. Nr 9.)

*B. Przykłady połączeń nitowanych pośrednich.*  
*Nity pełne.* Rys. 9 przedstawia normalne połączenie dwóch części za pomocą nita z główką i nakówkiem półokrągłym, który zwykle stosowany jest tam, gdzie wytrzymałość materiału nitowanego na to pozwala. Nie podano tu zabezpieczenia od obracania; w wypadku konieczności zastosowania takiego zabezpieczenia można dać dwa nity, jak na rys. 10. Nity kryte stosuje się w wypadku, gdy powierzchnia nitowana musi pozostać gładka, bez wystających łbów nitów, które mogłyby przeszkadzać ruchowi innych części. Przy konstruowaniu należy jednak zwrócić uwagę na

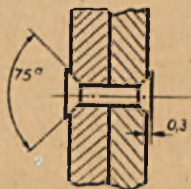


Rys. 9. Nitowanie nitem pełnym.



Rys. 10. Nitowanie części blaszanych nitami krytymi.

to, że wykonanie nitowania krytego jest droższe, gdyż konieczne jest wykonanie nawiercenia. Szczególnie wyraźnie widać to przy częściach tłoczonych, w których otwory są wybijane i nawiercania muszą być wykonywane oddzielnie na wiertarce. Przy nitowaniu blach stosowanie nitowania krytego (rys. 11) ograniczone jest grubością bla-

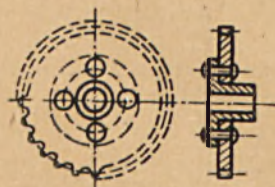


Rys. 11. Nit obustronnie kryty.

chy. Aby można było otrzymać gładką powierzchnię po zanitowaniu nitów krytych, łby ich i nakówki powinny nieco wystawać. Wystające części usuwa się później przy pomocy frezowania lub szlifowania.

Rys. 12 przedstawia przykład zastosowania nitowania w celu potaniania produkcji. Dawniej cały

detal był toczone z pełnego pręta, a zęby nacinał oddzielnie w każdym kółku. Przy masowej produkcji detal ten jest wykonywany z dwóch części: tulejki i tarczy uzębionej. Tulejki toczone



Rys. 12. Nitowanie koła zębatego z tulejką nitami pełnymi.

są na automacie, a tarcze tłoczone, a następnie, po nałożeniu pakietu tarcz na bolec frezuje się uzębienie na wszystkich tarczach, znajdujących się w pakiecie. Uzyskuje się w ten sposób znaczne potaniecie produkcji. Oczywiście możliwe jest to tylko wtedy, gdy wymagania co do precyzyjności wykonania nie są wielkie (nie nadaje się do maszyn do liczenia, aparatów pomiarowych).

Rys. 13 wskazuje przykład połączenia krążków kontaktowych izolowanych od siebie elektrycznie. Jako materiał izolacyjny musi być użyty materiał o dużej wytrzymałości na ściskanie, np. turbax. Rurka izolacyjna musi być nieco krótsza od sumy grubości krążków i przekładek izolacyjnych, aby zapewnić uzyskanie dużego ściś-



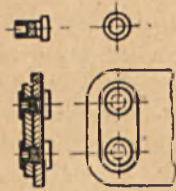
Rys. 13. Połączenie nitowane izolowanych krążków kontaktowych.

nięcia. Ze względu na to ostatnie, nie wskazany jest stosowanie w tym wypadku nitów rurkowych. Ścisnięcie potrzebne jest dla zabezpieczenia od obracania. Materiał na nit musi być dość miękki.

Przy nitowaniu części łatwo łamliwych z materiałów ceramicznych, izolacyjnych, szkła itp. musimy uważać, aby siły do tego potrzebne, występowały możliwie niewielkie. Taki przykład połączenia wskazuje rys. 14. Zastosowano tu nity nawiercane, aby zabezpieczyć przed przejściem wilgoci przez miejsce nitowane.



Rys. 15 wskazuje zasadnicze zastosowanie nitów rurkowych z kołnierzem i zamkniętych. Stosuje się je do połączeń części blaszanych lub cienkich materiałów izolacyjnych tektury, preszpanu, papierów izolacyjnych itp.



Rys. 14. Nitowanie łatwo łamliwych części nitami nawiercanymi.

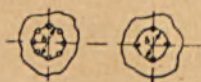


Rys. 15. Nitowanie nitami rurkowymi ciągnionymi.

C. *Przykłady połączeń nitowanych bezpośrednich.* Przy czopach, tworzących część toczoną detalu, przewidzianą do roznitowania, stosuje się kształt nakówek półokrągłych (jak na rys. 2), gdy jednak nakówek nie może być wystający można go wykonać tak, jak wskazuje rys. 16. Przy częściach o małej wytrzymałości można czop nawiercić i kształtować nakówek, jak przy nitach nawiercanych lub zamiast kształtowania normalnego nakówka wykonać kilka nacięć na obwodzie



Rys. 16. Nakówki czopów nitowanych na powierzchni gładkiej.



Rys. 17. Nitowanie przez (kernerowanie) punktowanie.

czopa (rys. 17), co daje również pewne zabezpieczenie od obracania. Sposób powyższy wymaga oczywiście zastosowania specjalnego stempla i stosowany jest najczęściej przy mało precyzyjnych zabawkach lub t. p. i tylko wtedy, gdy materiał czopa jest mniej twardy niż części z otworem.

Mocniejsze połączenia niż wyżej opisane można otrzymać przez nawiercanie, lub przy większych średnicach, wytoczenie końca czopa tak, jak to wskazuje rys. 18 i 19. Wykonanie to stosowane

było najczęściej w budowie mechanizmów zegarowych.

Zamocowanie części na wałku przelotowym może być wykonane jak na rys. 20. Jeżeli przed roz-

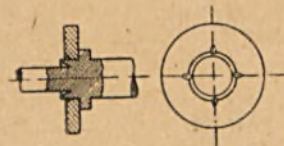


Rys. 18. Nitowanie czopa.



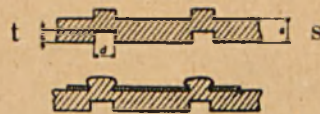
Rys. 19. Nitowanie czopa.

nitowaniem część mocno przylegającą do kołnierza wałka namoletować promieniowo, otrzymamy po nitowaniu połączenie mocne i zabezpieczone przed obracaniem, które często stosuje się do umocowania kół zębatach, dźwigni, wyłączników, zderzaków itp.



Rys. 20. Nitowanie na wałku przelotowym.

Do umocowania tabliczek, cienkich płytek itp. służy często wykonanie pokazane na rys. 21. Możliwe ono jest jednak wtedy, gdy blacha, do której mocuje się płytki posiada grubość co najmniej



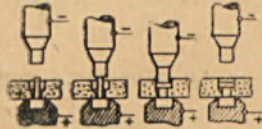
Rys. 21. Nitowanie przy pomocy wyłaczanych czopów.

2 mm. Średnica wytłoczeń powinna być o ile to możliwe większa od grubości blachy ( $d \geq s$ ), a głębokość  $t$  może wynosić najwyżej połowę grubości blachy, aby uniknąć wycięcia czopa, który przy nitowaniu wcisnąłby się do wyciętego otworu.

Na rys. 22 pokazano sposób mocowania części metalowych w materiałach ceramicznych. Łamliwość tych materiałów nie pozwala na stosowanie zwykłego sposobu nitowania z użyciem dużej siły. Części metalowe doprowadza się przez ogrzewanie do stanu plastycznego i wówczas można przy użyciu niewielkiego nacisku uzyskać uformowanie nakówka. Ogrzewanie uzyskuje się spo-

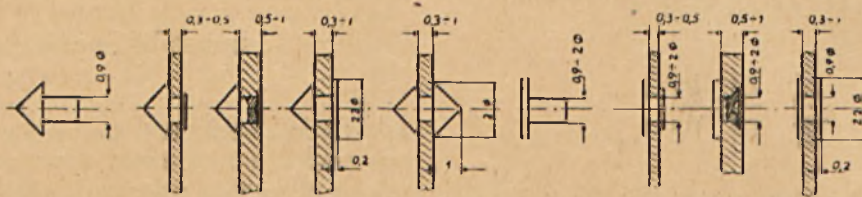


sobem podobnym jak przy spawaniu punktowym; górny i dolny stempel połączone są z biegunami źródła prądu stałego. Część metalowa stygnąc zaciska się mocno na części ceramicznej. Do takiego sposobu nitowania może być zastosowana zwykła punktarka odpowiednia do danego przekroju części metalowej.



Rys. 22. Nitowanie części metalowych w materiałach ceramicznych.

i drugie specjalnie ukształtowane (nie okrągło); można również zabezpieczyć od tego części łączące przez wytwarzanie dostatecznie dużego tarcia między nimi. Należy tu zauważyć, że połączenia nitowane z zabezpieczeniem od obracania są zawsze droższe w wykonaniu od niceń zwykłych. Rys. 27 wskazuje nit zabezpieczony od obracania przez sfrezowanie dwóch powierzchni trzona oraz odpowiednio ukształtowanego otworu. To wykonanie może być użyte tylko przy produkcji masowej, gdyż wykonanie otworu wymaga zastosowania specjalnego narzędzia (przebijak, igła). Ponieważ przebijanie — szczególnie długich otworów — jest zwykle drogie, można przy grubych ściankach wy-

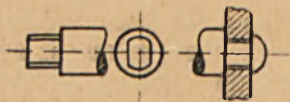


Rys. 23. Rys. 24. Rys. 25. Rys. 26  
Czopki i kowadełka stykowe nitowane.

Na rys. od 23 do 26 widzimy czopki i kowadełka stykowe nitowane na sprężynach np. w przekaznikach, gniazdkach telefonicznych itp. Podane na rysunkach wymiary są znormalizowane. Dla blach o grubości powyżej 0,5 mm stosuje się dla zaniwienia styku otwory nawiercane w celu zaoszczędzenia srebra. Zwykle w układach sprężyn styko-

konać nitowanie w sposób podany na rys. 28. W tym wypadku około 2/3 całej grubości wywiercone jest z luzem, a część frezowana trzona oraz otwór przebijany pozostają w granicach wymiarów normalnych.

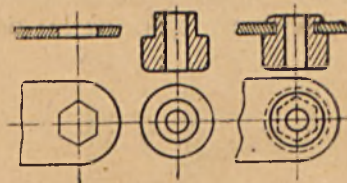
Przy mniej dokładnych robotach blacharskich stosowane jest czasem wykonanie nitowania przed



Rys. 27. Nitowanie z zabezpieczeniem od obracania.

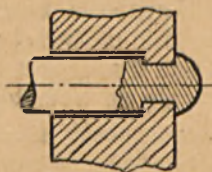
wych pracują parami czopek z kowadelkiem; w układach specjalnych spotyka się czopek dwustronny, pracujący między dwoma kowadelkami.

Części nitowane narażone na naprężenia przy możliwości obracania względem siebie muszą być zabezpieczone od tego specjalną konstrukcją. Naj-



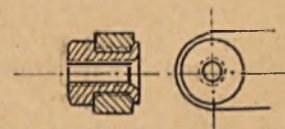
Rys. 29. Czop zabezpieczony od obracania przez roznitowanie w otworze sześciokątnym.

stawione na rys. 29. Cylindryczny czop roznitowany jest w otworze sześciokątnym. Średnica czopa odpowiada średnicy koła wpisanego w sześciokąt. Przy tym nitowaniu potrzebna jest duża siła, celem przeprowadzenia znacznej deformacji nitowanego końca czopa, a przez to czas potrzebny da-



Rys. 28. Nitowanie z zabezpieczeniem od obracania.

prostszy zabezpieczeniem przy połączeniach pośrednich jest danie dwu lub więcej nitów; przy bezpośrednich musi być otwór albo czop, lub jedno



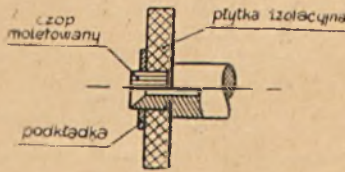
Rys. 30. Wkręcona tulejka zabezpieczona przed obluzowaniem przez roznitowanie.

zaniwienia jest dłuższy niż przy zwykłym nitowaniu. Ponieważ niebezpieczeństwo przesunięcia się osi otworu jest duże, sposób ten może być sto-



sowane tylko przy niezbyt dokładnych częściach. (Zależnie od wielkości średnicy przesunięcie osi czopa względem osi otworu wynosi 0,5 do 1 mm).

Nakrętki, które z różnych powodów nie powinny się odkręcać, zabezpiecza się np. przez danie podkładek sprężynujących, lakierowanie, danie przeciwnakrętki, jak również przez nitowanie.



Rys. 31. Zabezpieczenie czopa przed obracaniem przez moletowanie.

(Blizsze dane o zabezpieczeniu części skręcanych na gwint znajdują się w części: „Śruby“). Jako przykład takiego połączenia może służyć wykonanie przedstawione na rys. 30. Wystająca część tulejki, wkręconej w płytkę jest roznitowana. Celem tu jest po zanitowaniu, wewnętrzną część gwintu uszkodzonego ściąć.

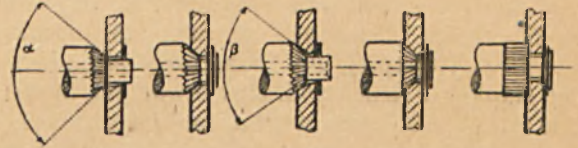
W celu zwiększenia tarcia między czopem i otworem stosuje się moletowanie części czopa przeznaczonej do roznitowania. Gdy czop jest z materiału twardszego, niż część z otworem, można zastosować sposób podany na rys. 31. Przed moletowaniem czop wykonany jest z tolerancją zwykłą ruchową; po moletowaniu średnica wzrasta tak, że czop należy wcisnąć w otwór.

W celu dokładnego przylegania części obtoczonej molet musi być przy kołnierzu podcięty. W przedstawionym przykładzie czop jest stalowy a płytkę z otworem z materiału izolacyjnego. Jeżeli płytkę będzie metalowa, wówczas czop musi być zastosowany ze stali o większej twardości. W razie konieczności utrzymania współosiowości czopa i otworu, przy obu częściach okrągłych, jedna z nich musi być po nitowaniu obtoczona.

Bardzo dobre sposoby zabezpieczenia od obracania pokazuje rys. 32. Kąt  $\alpha$  powinien wynosić ok.  $90^\circ$ . Przy materiałach miękkich (materiały izolacyjne, glin, magnez) nawiercenie otworu jest zbyt głębokie, gdyż stożek metalowy dostatecznie głęboko się wciska; natomiast przy twardszych materiałach nawiercenie jest konieczne, przy czym kąt  $\beta$  powinien być mniejszy od  $90^\circ$ , aby zęby moletu najsilniej były dociśnięte na zewnętrznym obwodzie otworu, przez co uzyskuje się większy opór dla obracania.

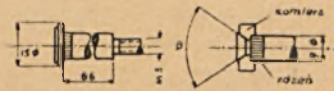
Dalszy przykład zastosowania moletu jako zabezpieczenia przed obracaniem podają rysunki 33 i 34. Przedstawiają one wykonanie rdzenia magnetycznego dla przekąźnika słaboprądowego. Rys. 33 przedstawia gotowy rdzeń, wykonany całkowicie na automacie. Wykonanie to jednak przeczy zasadom nowoczesnej, a przede wszystkim właści-

wej gospodarczo konstrukcji, gdyż daje tylko około 20% wykorzystania surowca, (stosunek wagi gotowego przedmiotu do wagi potrzebnego surowca), czyli 80% pełnowartościowego materiału zostaje stracone. Ostatnio stosuje się wykonanie przedstawione na rys. 34. Podkładka tworząca kołnierz posiada cylindryczne wgłębienie, w które



Rys. 32. Przykłady zabezpieczenia od obracanie części nitowanych za pomocą moletowania.

wciska się część moletowaną rdzenia, następnie koniec rdzenia roznitowuje w kształcie nita wpuszczonego. Kąt  $\beta$  wynosi  $60^\circ$ , gdyż materiał rdzenia musi posiadać specjalne własności magnetyczne (wielka przenikalność, mała pozostałość magnetyczna, magnetyzm szczątkowy), a przez to jest mało podatny na kształtowanie.



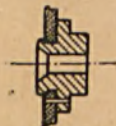
Rys. 33.

Rys. 34.

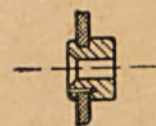
Rdzeń przekąźnika.

Zabezpieczenie przed obracaniem jest potrzebne ze względu na konieczność splanowania części nitowanej. Widzimy tu szczególnie przypadek, w którym wykonanie pewnej operacji (zabezpieczenie przed obracaniem) nie jest związane z właściwą pracą przedmiotu, a tylko przewidziane jest dla umożliwienia wykonania następnych operacji. Podkładka stanowiąca kołnierz rdzenia jest wytłaczana wraz z obustronnymi wgnieceniami, zastępującymi nawiercenia. Koszty wykonania, pomimo większej ilości operacji, są tu takie same, jak w poprzednim przykładzie, natomiast wykorzystanie materiału wzrasta z około 20% na około 80%.

Inny sposób zabezpieczenia od obracania nitowanych części wskazują rys. 35 i 36. Tu zabezpieczenie osiągnięte jest przez kołkowanie. Jeżeli obie części pod względem twardości materiału są zbliżone, stosuje się sposób podany na rys. 35. W



Rys. 35.



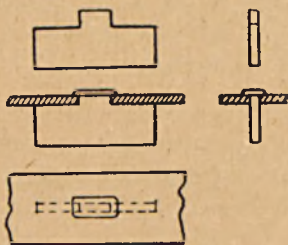
Rys. 36.

Zabezpieczenia od obracania części nitowanych przez kołkowanie.



wypadku, gdy jedna część jest z materiału twardszego i zachodzi obawa, że przy wierceniu otworu na kolek wiertło może się obsunąć, należy część nitowaną zaprojektować z kołnierzem. Oczywiście to wykonanie jest droższe od poprzedniego.

W produkcji masowej z blachy, często stosowane jest tłoczenie. Związane z tym i w szerokim zakresie stosowane jest tzw. nitowanie płaskie. Polega ono na rozwiązaniu zagadnienia nitowania dwóch części blaszanych ze sobą, najprostszym sposobem. Najlepiej, gdy jedna część posiada występ (łapkę), a druga podłużny otwór, jak to wskazuje rys. 37. Ponieważ według zasad tłoczenia najmniejsza średnica otworu lub najmniejsza szerokość przecięcia musi być równa grubości blachy, więc część nitowana posiadająca otwór nie może być grubsza od części, którą się roznitowuje, oraz część ta powinna być miększa od części z otworem, gdyż przy stosunkowo małych grubościach blachy, najczęściej używanych, można ją niewielką siłą obciążyć, bez wielkich i szkodliwych znie-



Rys. 37. Nitowanie części blaszanych.

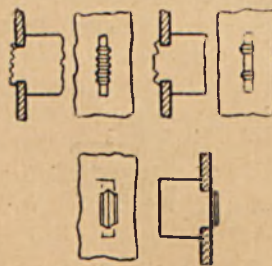
kształceń. Części nitowane sposobem wskazanym na rys. 37 powinny być ukształtowane tak, jak pokazuje rys. 38. W celu oszczędnego wykorzystania materiału, występy (łapki) służące do nitowania są tu przewidziane nieco z boku detalu.



Rys. 38. Rozmieszczenie detali tłoczonych z taśmy.

Szerokość detalu powinna być tak dobrana, aby odpowiadała szerokości taśm do tłoczenia, będących w handlu. Tym sposobem oszczędza się na cięciu pasów blachy z arkuszy oraz unika się str-

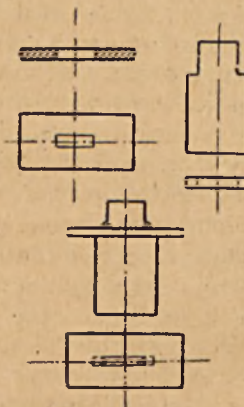
ty odpadków przy tym cięciu. Przy tłoczeniu detali z taśmy unika się strat na częste zakładanie krótkich pasów (ciętych z arkusza), a przez możliwość zastosowania automatycznego przesuwu taśmy osiąga się dalsze potanie produkcji.



Rys. 39. Różne wykonania nitowań części blaszanych.

Rys. 39 wskazuje inne sposoby nitowania, które posiadają jednak mniejszą wytrzymałość, niż sposób pokazany na rys. 37.

Dalsze możliwości nitowania delikatnych części ze sobą wskazuje rys. 40. Występy (łapki) zamocowane są na części posiadającej otwór przez wgniecenie (kernerowanie).



Rys. 40. Nitowanie delikatnych części blaszanych przez wgniatanie (kernerowanie).

Ten sposób łączenia nadaje się do części o powierzchni wykończonej, np. niklowanej, lakierowanej; w założeniu, że powłoka ta posiada dostateczną wytrzymałość na tłoczenie oraz nie luźczy się.

d. c. n.



inż. inż. J. ODERFELD i M. DANYSZ

## Zagadnienie wykorzystania energii atomowej na skalę techniczną

(d. c. do str. Nr 128 WT. Nr 9)

W latach 1942—1945 w Tennessee Valley (USA) zbudowano olbrzymi zakład dyfuzyjny dla oddzielenia izotopów uranu.

Mimo pozornej prostoty działania natrafiono w konstrukcji i prowadzeniu zakładu na szereg poważnych trudności technologicznych. Pierwszą z nich nastęrczał wybrany gaz roboczy. Sześciofluorek uranu ( $UF_6$ ) wrze pod ciśnieniem atmosferycznym dopiero w temp.  $56^\circ$ , zatem wszystkie komory dyfuzyjne musiały pracować pod ciśnieniem znacznie niższym i w podwyższonej temperaturze, co od razu wysunęło na pierwszy plan zagadnienie szczelności całej kaskady. Gazowy  $UF_6$  posiada ponadto właściwość silnego nagryzania większości materiałów, normalnie w technologii chemicznej używanych. Stąd ogromne trudności w rurociągach, sprężarkach, a zwłaszcza w ścianach porowatych. Dlaczegoż więc wybrano ten właśnie związek uranu jako wyjściowy? Po prostu dlatego, że wybór był niewielki. Nie bez znaczenia była też okoliczność, że sam fluor należy do nielicznych pierwiastków, występujących w jednej tylko izotopowej odmianie. Dla pełniejszego zrozumienia tej sprawy wyobraźmy sobie, że łączymy uran, praktycznie biorąc dwuizotopowy, z pierwiastkiem, powiedzmy, 3-izotopowym. W wyniku otrzymujemy wtedy 6 możliwych kombinacji ciężarów cząsteczkowych, występujących w związku, co może poważnie utrudnić, a nawet uniemożliwić rozdział sposobem dyfuzji.

Najważniejszą i najbardziej kłopotliwą częścią składową instalacji okazały się ściany porowate, zawierające niezmierną ilość otworków średnicy 0,01 mikrona. Nawet niewielka zawartość pyłu w gazie roboczym powodowała ich zapychanie się, a korozyjne działanie gazu — ich powiększanie się. Szczególnie przegrrody olbrzymich pierwszych stopni, o łącznej powierzchni wielu hektarów nastęrczały wiele trudności. Warunek pełnej szczelności tysięcy sprężarek zmusił do nowych rozwiązań. Dobre wyniki dały sprężarki odśrodkowe zupełnie zamknięte, napędzane bez sprzężenia mechanicznego przez indukcję. Sposób ten był znany wprawdzie i przed 1939 rokiem, ale po raz pierwszy zastosowano go tutaj w skali przemysłowej. Ogólnie biorąc, przewidywane trudności technologiczne były tak wielkie, że dla zapewnienia sobie szybkiego powodzenia Amerykanie postanowili nie rezygnować i z innych możliwych metod separacji izotopów.

W sposób zupełnie naturalny narzuciła się metoda centryfugowania. Tak jak w zwykłej wirówce gospodarskiej oddziela się lekką śmietanę od cięższego mleka chudego, tak samo poddając wirowaniu mieszaninę dwóch izotopów można uzyskać rozdział.

Prosty rachunek wskazuje, że współczynnik wzbogacenia przy centryfugowaniu zależy od stosunku ciężarów cząsteczkowych, a przy dyfuzji od jego pierwiastka kwadratowego. Przynajmniej więc w zasadzie centryfugowanie zapowiadało się korzystniej od dyfuzji. I ta metoda była dobrze znana przed wojną\*), jednak zastosowanie jej w skali przemysłowej wymagało licznych prób, których ostatecznym wynikiem były centryfugi złożone z wysokich wirujących cylindrów, przez które przepuszczano strumień gazów w ten sposób, aby kierunek przepływu w okolicy osi cylindrów był skierowany ku dołowi, a w okolicy obwodu ku górze.

W granicznej strefie zetknięcia obu prądów następowała dyfuzja, co w połączeniu z silnym działaniem pola odśrodkowego dawało w wyniku zwiększoną koncentrację lekkiego izotopu w środku cylindrów.

Wypróbowano wreszcie i zastosowano z dużym powodzeniem zasadę dyfuzji termicznej. Opiera się ona na następującym zjawisku: jeśli w osi pionowo ustawionej rury, wypełnionej mieszaniną gazów o różnych ciężarach cząsteczkowych, rozciągnąć drut i ogrzać go elektrycznie do temperatury około  $600^\circ$  — nastąpi zwiększona koncentracja cięższych cząsteczek przy ścianach. Zjawisko to jest skomplikowane i miewa też odwrotny przebieg, w każdym razie efekt separacji istnieje.

Wszystkie dotąd opisane metody opierają się na przeciwnym zachowaniu się dużej ilości atomów — noszą przeto wspólną nazwę statystycznych. Ich ogólną cechą charakterystyczną jest zasadnicza prostota instalacji, ułatwiająca pracę w wielkiej skali. Wadą — niskie współczynniki wzbogacenia.

\*) Próbowano jej między innymi w r. 1935 nasze Państwowe Zakłady Lotnicze — Wytwórnia Silników w Warszawie. Szło wtedy co prawda nie o separację izotopów, a o wzbogacenie powietrza atmosferycznego w tlen celem zwiększenia mocy silnika lotniczego.



### 3. Metody elektromagnetyczne

Zupełnie przeciwne cechy posiadają metody elektromagnetyczne. Olbrzymie przyspieszenia, jakie można przy ich użyciu nadać cząsteczkom, a raczej jonom gazów, pozwalają osiągnąć niemal zupełną separację izotopów nawet w jednostopniowej instalacji. Urządzenia tego typu są powszechnie znane, zadowolnimy się więc tylko krótkim przedstawieniem zasady.

Strumień gazowych jonów wytworzony np. pod wpływem wyładowań elektrycznych w rozrzedzonej gazie przepuszcza się przez przesłonę, służącą do wyodrębnienia wąskiej równoległej wiązki, i następnie nadaje się jej bardzo znaczną szybkość w potężnym polu elektrycznym (napięcia rzędu setek tysięcy lub milionów wolt). Dalej poddaje się jony działaniu silnego pola magnetycznego. Łatwo wykazać, że torem każdej cząsteczki będzie w tych warunkach luk koła, którego promień zależy jedynie od masy cząsteczki. Umieszczając odpowiednio naczynia zbiorcze, można dokonać rozdziału izotopów. Tak pracowały znane od dawna spektroskopy masowe. Ich bezpośredniemu zastosowaniu do przemysłowego rozdzielania izotopów uranu stały na przeszkodzie następujące trudności:

- konieczność stosowania olbrzymich napięć (kosztowna instalacja),
- trudności uzyskania silnego, a ostro ograniczonego strumienia jonów. Zwykły spektrograf masowy z r. 1940 pozwalał przepuścić przez aparaturę około 0,001 miligrama gazu w ciągu 16-togodzinnego dnia pracy, czyli dał zaledwie 0,00001 miligrama  $U_{235}$ .

Z tych przyczyn użyto opisanej metody tylko do zebrania próbek potrzebnych do badań.

Dużo lepsze wyniki dał cyklotron. I ten schemat jest na tyle znany, że wystarczy krótki opis zasady pracy. Istotną cechą cyklotronu jest zastosowanie szybkozmiennego prądu o stosunkowo niskim napięciu ( $V=50.000$  woltów, 20.000 Kilocykli). Napięcie to jest przyłożone do pustych elektrod, a cała aparatura umieszczona w bardzo silnym polu magnetycznym. Cząsteczki, wytworzone w zwykły sposób podlegają przyspieszającemu działaniu pola elektrycznego tylko na szerokości szczeliny między elektrodami i opisują wewnątrz elektrod luki kół. Częstotliwość zmiany kierunku pola elektrycznego jest tak dobrana, że cząsteczka otrzymuje przy każdym przejściu szczeliny nowy impuls i zwiększa swą szybkość. Po przebiegnięciu około 100 zwojów cząsteczka nabiera takiej szybkości, jaką otrzymałaby na skutek jednorazowo przyłożonej różnicy potencjałów 5 mil. woltów.

Stany Zjednoczone dysponowały w 1941 r. potężnym 37-calowym cyklometrem, który został przez swego wynalazcę Lawrence'a przystosowany w ciągu kilku tygodni do separacji izotopów uranu. Nową instalację nazwano Calutronem.

Wobec bardzo zachęcających pierwszych wyników zmobilizowano kilkunastu amerykańskich i angielskich uczonych, powierzając im opracowanie produkcji, opartej na tej zasadzie i wykończono olbrzymi magnes cyklotronu 70-calowego, którego budowę przerwała wojna. Celem zwiększenia wydajności opracowano sposób wykorzystania magnesu — głównej części składowej — dla jednoczesnego wytwarzania znacznej ilości spiral jonowych. Bardzo intensywne studia wyjaśniły wiele szczegółów, dotyczących rozmiarów kolektora, rodzaju i ciśnienia gazu w aparaturze, siły pola elektrycznego i magnetycznego itd. Tempo pracy badawczej, prowadzonej w 1943 r. już na 6-u zespołach doświadczalnych było tak szybkie, że wiele ważnych udoskonaleń zdołano wprowadzić jeszcze przed ostatecznym wykończeniem ogromnego zakładu separacji elektromagnetycznej w Clinton. Dobre wyniki Calutronu i konieczność zespolenia wszystkich fachowców spowodowały przerwanie prac nad bardzo pomysłowym przyrządem — izotronem — opracowanym na uniwersytecie w Princeton.

Izotron różni się od innych separatorów elektromagnetycznych tym, że stosuje się w nim bardzo silny i gruby strumień jonów, nie troszcząc się o jego ściśle ograniczenie (konieczne w układzie zwykłym dla rozdzielania torów lekkich i ciężkich izotopów). Strumień ten przyspiesza się w silnym polu elektrycznym o stałym potencjale, a następnie poddaje się modulującemu działaniu dość słabego pola elektrycznego, zmieniającego się w tempie używanym w technice radiowej według wykresu podobnego do obrysu zębów pily. W ten sposób wywołuje się małe periodyczne zmiany w szybkości jonów i zwiększanie się ich koncentracji w pewnej odległości od źródła. Ze względu na niejednakową masę izotopów  $U_{235}$  i  $U_{238}$  występuje przesunięcie w fazie strumieni tych izotopów. Strumienie przechodzą następnie przez poprzeczne zmienne pole elektryczne, synchronizowane tak, że jego działanie odchyłające osiąga maksimum, gdy nadbiegają wiązki  $U_{238}$ , a wartość zero — gdy nadbiegają wiązki  $U_{235}$ .

W ten sposób zostaje przeprowadzona separacja obu izotopów.

## IV. PRODUKCJA PLUTONU

### 1. Porównanie z uranem

Przedstawione w poprzednim rozdziale metody rozdzielania izotopów uranu imponują niewątpliwie rozmachem i pomysłowością. Niewiele w nich jednak elementów, któreby stanowiły istotną nowość dla techniki roku 1939. Co zdumiewa tylko — to śmiałość, z jaką eksperymenty znane jedynie w skali laboratoryjnej uwielokrotniono, przechodząc z pominięciem faz pośrednich od razu do wielkiego przemysłu.



Inaczej przedstawia się zagadnienie plutonu. Trzeba było przede wszystkim pluton stworzyć. Stworzyć pierwiastek, który w przyrodzie nie występuje, a problem ten niewątpliwie różni się od problemu syntezy istniejących pierwiastków na tak nawet skomplikowane związki, jak np. sztuczna guma. Prawa tego tworzenia były mało znane, nie mówiąc już o metodach.

## 2. Pierwsza bateria uranowa

Jak wiemy, pluton można otrzymać z izotopu  $U_{238}$  przez bombardowanie go neutronami.

Na skalę przemysłową można tę reakcję przeprowadzić w t.zw. baterii uranowej, zawierającej naturalny uran (a więc mieszaninę  $U_{238}$  i  $U_{235}$ ) oraz moderator (np. grafit lub ciężką wodę). W baterii przebiegają prócz tego liczne reakcje innych typów, częściowo szkodliwe — pochłanianie neutronów, częściowo konieczne — wytwarzanie neutronów nowych. Warunkiem działania baterii jest, aby na każdy neutron tracony w użytecznej reakcji tworzenia plutonu, reakcje dodatkowe wytworzyły co najmniej jeden neutron wolny, mający służyć do dalszej produkcji plutonu.

Doświadczenia Ferimiego, prowadzone zresztą w bardzo małej skali, zdawały się wskazywać, że spodziewany przyrost naturalny neutronów w reakcji łańcuchowej baterii omawianego typu może wynosić 70 na 10.000 ( $k = 1,007$ ). Compton na drodze teoretycznej podał jako górną granicę 400—500 neutronów na 10.000 ( $K < 1,04 - 1,05$ ). Należy podkreślić, że decydujące doświadczenie jest w małej skali niemożliwe, gdyż zgodnie z naszymi wstępnymi rozważaniami reakcja łańcuchowa może się zawiązać w baterii dopiero wtedy, gdy jej wymiary przekroczą pewną wartość krytyczną.

Gdy w listopadzie 1942 r. przemysł amerykański dostarczył dostatecznej ilości potrzebnych surowców — uranu i bardzo czystego grafitu, przystąpiono do budowy baterii atomowej i wykonano ją w ciągu 30 dni.

Początkowy plan przewidywał kulisty kształt baterii, w której zamierzano pomieścić 7,5 tonny uranu. Ponieważ wyniki okazały się lepsze niż najoptimistyczniejsze obliczenia wymiaru krytycznego, umieszczono ostatecznie w baterii 5,5 tonny uranu i uzyskano kształt silnie spłaszczony.

Elementami budowy były szkieletowe cegły grafitowe. Uran był umieszczony w naróżach każdej cegły. We wnętrzu baterii przewidziano 10 kanałów. Część ich służyła do pomieszczenia aparatur pomiarowych, w części zaś umieszczono wysuwane pręty ze stali borowej i kadmowej, silnie pochłaniającej neutrony. W ten sposób głębokość zanurzenia prętów miała regulować tempo reakcji łańcuchowej. Prócz prętów, wysuwanych ręcznie, przewidziano automatyczny bezpiecznik, działający w następujący sposób: komora jonizacyjna re-

jestrowała samoczynnie intensywność wydzielenia neutronów; po przekroczeniu z góry określonego maksimum następowało poprzez system przekładników włączenie dwóch motorów elektrycznych, które z kolei wsuwały w głąb baterii pręt stalowy, zmniejszając przez to intensywność reakcji.

Niezależnie od tego stosowano kontrolne paski z indu i badano stopień zmian ich aktywności pod wpływem promieniowania wewnątrz baterii. Ponadto mierzono stale radioaktywność powietrza wewnątrz i zewnątrz budynku ze względu na bezpośrednie niebezpieczeństwo wybuchu i pośrednio niebezpieczeństwo silnego promieniowania.

Bateria zaczęła działać 2-go grudnia 1942 roku. Dzień ten można śmiało uznać za początek ery atomowej.

Pomiar wykazał, że przyrost ilości neutronów wynosił 6 na 10.000.

Z produkcją plutonu łączy się wydzielanie energii. Początkowa moc baterii wynosiła 0,5 W, po tygodniu podwyższono ją do 200 W. Na uwagę zasługuje zależność wskazująca, że moc baterii jest wprost proporcjonalna do produkcji plutonu. Bateria, wytwarzająca dziennie 1 kg plutonu, ma moc około 1 miliona KW. Wytworzone w ten sposób ciepło musi być odprowadzone i powinno być o ile możliwości wykorzystane do celów energetycznych.

## 3. Typy baterii atomowych

Znamienną cechą amerykańskich prac nad energią atomową było przewidujące planowanie. Zgodnie z tą zasadą na długo przed doświadczalnym sprawdzeniem reakcji łańcuchowej przedyskutowano możliwe typy baterii.

Oto ich krótki przegląd:

Nr	Surowiec	Moderator	Chłodziwo
1	Uran naturalny	Grafit	Powietrze
2		Grafit	Hel
3		Grafit	Woda
4		Grafit	Stopiony bizmut
5		Ciężka woda	Ciężka woda
6	Uran wzbogacony w $U^{235}$	Grafit	Różne
7		Ciężka woda	
8		Zwykła woda	

Jako surowiec oczywiście wydajniejszy jest uran wzbogacony. W instalacjach stacyjnych użycie jego nie wydaje się celowe, natomiast należy się spodziewać jego rozpowszechnienia w instalacjach ruchomych (komunikacja).



W klasie moderatorów wybierać można między ciężką wodą (skuteczniejszą) i grafitem (tańszym i łatwiejszym do produkcji). Zwykła woda może być stosowana tylko łącznie z uranem wzbogaconym.

Ciekawa, z punktu widzenia techniki, jest dyskusja chłodziw. Powietrze i hel są o wiele kłopotliwsze od wody ze względu na zawiłą instalację chłodzącą, ogromne sprężarki, niebezpieczeństwo i gorszą wydajność. Natomiast nie powodują korozji. Zagadnienie korozji wydawało się zrazu decydujące i dało się rozwiązać dopiero po niezmiernie ilości prób. W każdym razie doświadczalna wytwórnię plutonu o mocy nominalnej 1.000 KW zbudowaną w Clinton, wyposażono w chłodzenie powietrzem lub helem, natomiast wytwórnia główna, zbudowana w Hanford w r. 1943 o mocy nominalnej prawdopodobnie rzędu 1,5 miliona KW, posiadała chłodzenie wodne.

Bardzo obiecujące wydaje się chłodzenie bizmutowe ze względu na możliwość wykorzystania ciepła do celów energetycznych. Doświadczalne dane nie są jednak znane.

#### 4. Niektóre szczegóły konstrukcyjne wytwórni plutonu w Hanford

Opisany w § 1 schemat umieszczania uranu w narożach grafitowych cegieł był teoretycznie idealny, ale bardzo niedogodny w praktyce. O wiele dogodniejsze okazało się użycie uranu w postaci prętów wsuwanych w otwory w masie grafitowej. Nie tylko osiągnięto lepsze chłodzenie przez skierowanie chłodziwa wprost na pręty, ale umożliwiono łatwą wymianę prętów i zmechanizowano instalację tak, że całą obsługę można było prowadzić z bezpiecznej odległości. Również ze względów bezpieczeństwa silnie radioaktywny produkt otrzymany z baterii kierowano w sposób mechaniczny do separatorów. Nawet analizy chemiczne prowadzono na odległość, z poza niezmiernie grubych betonowych ścian.

#### 5. Obieg materiału i zarys metody separacji.

Uran załadowany do baterii ulega częściowej przemianie na pluton. Szereg czynników decyduje o optymalnym czasie pozostawania uranu w baterii. Pręty wyjęte z baterii przechodzą do działu separacji. Dział ten wykonano w Hanford w postaci długiego wąwozu, potężnie obetonowanego i całkowicie niemal przykrytego ziemią. Wnętrze wąwozu było podzielone na pomieszczenia, wyposażone w zbiorniki, instalacje rurowe, pompy i centryfugi. Pręty uranowe podlegały rozpuszczeniu, po czym roztwór przechodził przez szereg operacji chemicznych, mających za ostateczny cel wyodrębnienie czystego plutonu.

Należy mieć tutaj na uwadze, że skład chemiczny materiału pochodzącego z baterii nie ogranicza się do uranu i plutonu, ale zawiera też i pro-

dukty rozszczepienia uranu  $U_{235}$ . Ponieważ zaś jądro tego pierwiastka rozpada się w sposób nieregularny, w wyniku otrzymuje się jako produkty uboczne izotopy około 30-u pierwiastków. Część tych izotopów jest wybitnie niestala i sama szybko zanika, część jednak musi być chemicznie oddzielona.

W Hanford przyjęto dobrze znaną w chemii związków radioaktywnych metodę strącania z obciążaczem. Kolejność czynności była mniej więcej następująca:

utlenianie plutonu na czterotlenek, strącenie wraz z ciałem obciążającym, rozpuszczenie, utlenienie na sześciotlenek i strącenie obciążacza. Proces ten musiał być powtarzany wielokrotnie aż do zupełnego usunięcia szkodliwych i wysoce niebezpiecznych substancji radioaktywnych oraz wielkich ilości nierozłożonego uranu.

Z uwagi na wysoką cenę uranu i konieczność wykorzystania jego szczupłych dostaw opracowano metody (nieopublikowane) pozwalające na przepuszczanie uranu przez baterię w wielokrotnym obiegu.

## V. ZASTOSOWANIE.

### 1. Zastosowanie obecne.

Jednym, jak dotąd znanym zastosowaniem praktycznym energii atomowej, jest bomba atomowa i każda publikacja z tej dziedziny byłaby niekompletna, gdyby o bombę atomową nie zawnężyła.

Warto, być może, omówić technikę wywołania detonacji bomby. Jak już kilkakrotnie w artykule podkreślano, istnieje pewien wymiar krytyczny poniżej którego wybuch jest niemożliwy, a powyżej nieunikniony. Jeśli zatem substancja wybuchowa zostanie podzielona na dwie lub więcej części, z których żadna nie osiąga rozmiarów krytycznych bądź ze względu na ilość substancji, bądź ze względu na niekorzystny kształt, to wystarczy te części złożyć, aby spowodować wybuch. Obecnie źródło neutronów nie jest potrzebne, zawsze bowiem znajdzie się dostateczna ilość neutronów pochodzących z samoczynnego rozkładu lub promieni kosmicznych, aby reakcję łańcuchową zawiązać.

Musi być tylko zachowany warunek bardzo szybkiego złączenia obu części, tak szybkiego w każdym razie, aby złączenie nastąpiło nim reakcja łańcuchowa zdąży się poważnie rozwinąć. W przeciwnym wypadku słaby wybuch, rozrywając bombę na kawałki, obniżyłby ich wymiary poniżej krytycznych i uniemożliwił doprowadzenie reakcji do końca.

Bardzo szybkie połączenie można osiągnąć po prostu przez wystrzelenie pocisku zawierającego jedną część materiału do celu zawierającego część pozostałą. Oczywiście oba elementy muszą być zawarte we wnętrzu bomby.



Narzuca się ponadto myśl, aby przez otoczenie bomby potężnym pancernem przedłużyć czas, jaki stoi do dyspozycji dla zupełnego przeprowadzenia reakcji. Myśl ta jest słuszna, ale wobec niezmiernie wysokich ciśnień, jakie się wewnątrz bomby wywiązują, wytrzymałość mechaniczna pancerza nie odgrywa żadnej roli. Z uwagi natomiast na wysoką szybkość rozpadu decydującą rolę gra gęstość materiału pancerza, tym bardziej, że materiały o wysokiej gęstości intensywnie odbijają do wewnątrz bomby neutrony i zwiększają w ten sposób skuteczność.

## 2. Widoki na przyszłość.

Stany Zjednoczone wydały do roku 1945 na badanie energii atomowej około 3 miliardów dolarów i mniej więcej 3 razy tyle w ciągu ostatniego roku. Ponieważ ponadto istnieje pewien oczywisty odstęp czasu, jaki zachodzi między pewnym wydarzeniem w technice wojskowej, a dniem jego publikacji i ponieważ publikacje zagraniczne

nie od razu do nas docierają, można śmiało powiedzieć, że poważna część materiału, jaki został podany w tym artykule odnosi się mniej więcej do r. 1944.

Jest rzeczą wysoce prawdopodobną, że w chwili obecnej w Stanach Zjednoczonych i innych krajach:

- opracowano lepsze metody produkcji uranu  $U_{235}$  i plutonu,
- są znane inne reakcje łańcuchowe rozpadu (a być może i syntezy) związane z nie mniej intensywnym wydzielaniem energii, a używające bardziej rozpowszechnionych materiałów wyjściowych,
- wojskowe zastosowania tych prac wyszły daleko poza klasyczny zakres bomby z Hiroshimy,
- trwają intensywne prace nad wykorzystaniem energii jądrowej do energetyki i komunikacji oraz do produkcji surowców przemysłowych.

inż. WACŁAW ŻOCHOWSKI

## Pomiary linii telekomunikacyjnych

Pomiary linii telekomunikacyjnych dzielą się na pomiary prądem stałym i pomiary prądem zmiennym. Do pomiarów prądem stałym należy:

- miar oporu omowego pojedynczych żył lub pętli,
- miar oporu izolacji żyłowej lub pary żył,
- miar pojemności żyłowej lub pary żył.

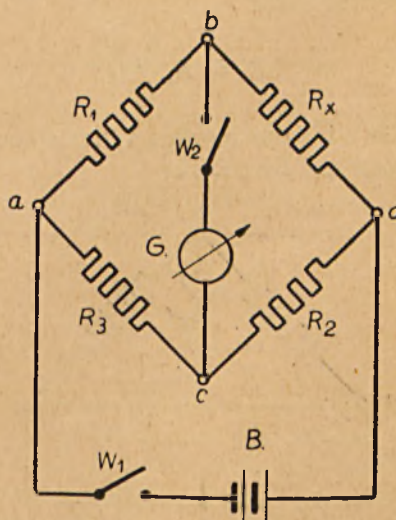
Rozpatrzmy kolejno każdy z powyższych trzech rodzajów pomiarów.

### a) Pomiar oporu omowego pojedynczych żył lub pętli.

Do pomiaru oporu omowego żył linii telekomunikacyjnych stosuje się mostek, wynaleziony w roku 1843 przez angielskiego fizyka Wheatstone'a (czytaj Witstona). Wspomniany mostek składa się z czterech oporów omowych, tworzących czworobok. W jedną przekątną tego czworoboku jest włączony czuły galwanometr wskazówkowy lub lusterkowy, zaś w drugą jego przekątną jest włączone źródło prądu stałego. Rysunek 1 uwidocznia schemat teoretyczny tego mostku, w którym  $R_x$  oznacza mierzony opór. Opór  $R_1$  nazywa się oporem porównawczym, zaś  $R_2$  i  $R_3$  — oporami stosunkowymi. W przekątnej  $bc$  znajduje się galwanometr  $G$ , zaś w przekątnej  $ab$  — bateria  $B$ , która może być akumulatorem lub małą baterijką kieszonkową. Pomiar polega na takim dobraniu oporu

porównawczego  $R_1$  oraz oporów stosunkowych  $R_2$  i  $R_3$ , aby wskazanie galwanometru  $G$  zostało sprowadzone do zera. Mówimy wówczas, że mostek znajduje się w stanie równowagi, przy czym mierzony opór  $R_x$  w wypadku wspomnianej równowagi wyraża się wzorem:

$$R_x = R_1 \cdot \frac{R_2}{R_3} \quad (1)$$



Rys. 1. Schemat teoretyczny mostka Wheatstone'a.



Jak widać z powyższego wzoru opory  $R_2$  i  $R_3$  występują w nim w postaci stosunku  $\frac{R_2}{R_3}$ , wyrażającego się liczbą większą lub mniejszą od jedności, co usprawiedliwia ich nazwę jako oporów stosunkowych, natomiast opór  $R_1$  występuje tu jako czynnik, który jest mnożony przez stosunek  $\frac{R_2}{R_3}$ . Wzór ten określa więc, przez jaką liczbę należy pomnożyć opór  $R_1$ , aby otrzymać wartość mierzonego oporu  $R_x$ . Opór  $R_1$  stanowi więc wielkość porównawczą, co usprawiedliwia jego nazwę, jako oporu porównawczego.

Jeżeli np.  $R_2 = 1000\Omega$ ,  $R_3 = 2000\Omega$ ,  $R_1 = 10000\Omega$  to wartość mierzonego oporu  $R_x$  wynosi:

$$R_x = 10000 \cdot \frac{1000}{2000} = 5000\Omega.$$

Można byloby również zastosować nastawienie  $R_2 = R_3 = 1000\Omega$ , wtedy w danym przykładzie opór  $R_1$  musiałby wynosić  $5000\Omega$ , gdyż wówczas byłoby również:

$$R_x = 5000 \frac{1000}{1000} = 5000\Omega.$$

Po pomnożeniu obydwóch stron wzoru 1) przez  $R_3$  otrzymamy:

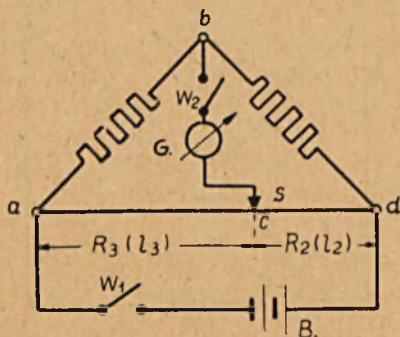
$$R_x \cdot R_3 = R_1 \cdot R_2 \tag{2}$$

Wzór 2) stanowi postać łatwą do zapamiętania, gdyż z wzoru tego wynika, że w wypadku równowagi mostku (patrz rys. 1) iloczyny oporów, leżących w bokach przeciwnych mostku winny równać się sobie.

Opory  $R_2$  i  $R_3$  na rys. 1 mogą być zastąpione przez goły, naprężony i dokładnie wykalibrowany drut mierniczy, po którym ślizga się ruchomy styk  $s$ , jak wskazano na rys. 2. Stosunek oporów  $R_2$  i  $R_3$  wyraża się wówczas stosunkiem długości  $l_2$  i  $l_3$  odcinków drutu mierniczego. Wzór 1) przyjmuje wówczas postać:

$$R_x = R_1 \frac{l_2}{l_3} \tag{3}$$

Ta druga odmiana mostku Wheatstone'a nazywa się mostkiem Kirchoff'a.



Rys. 2. Schemat teoretyczny mostka Kirchoff'a.

Jeżeli na rys. 1 opory stosunkowe  $R_2$  i  $R_3$  są wykonane w postaci oporników wtyczkowych lub korbkowych, to wówczas najwygodniejszy sposób pomiaru polega na tym, że przy stałym stosunku  $\frac{R_2}{R_3}$  zmienia się opór porównawczy  $R_1$  tak długo, aż wskazówka galvanometru zostanie wprowadzona do punktu zerowego skali.

W wypadku mostku Kirchoff'a suma oporów  $R_2 + R_3$  jest niezmienna, natomiast suma ta za pomocą ruchomego styku  $s$  może być dzielona na dwie części w stosunku dowolnym. Przy wykonywaniu pomiaru tym mostkiem nastawiamy pewną określoną wartość oporu porównawczego  $R_1$ , a następnie przez przesuwanie ruchomego styku zmieniamy tak długo stosunek długości  $\frac{l_2}{l_3}$ , aż galvanometr przestanie wychylać się. Stosunek ten odczytuje się bezpośrednio na skali, umieszczonej wzdłuż naprężonego drutu mierniczego.

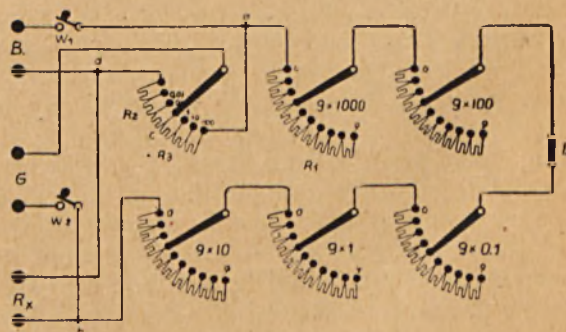
Zadaniem wyłącznika  $W_2$  w gałęzi galvanometru jest ochrona tego ostatniego przed dużymi prądami indukcyjnymi, które powstają przy włączaniu i wyłączaniu źródła prądu za pomocą wyłącznika  $W_1$ , w tym celu przy włączaniu prądu należy naprzód zamknąć wyłącznik  $W_1$ , a następnie wyłącznik  $W_2$ . Przy wyłączaniu prądu naprzód otwiera się wyłącznik  $W_2$ , a następnie wyłącznik  $W_1$ .

Najkorzystniejsze warunki pomiaru mają miejsce wówczas, gdy jest spełniony warunek (patrz rys. 1):

$$R_1 = R_2 = R_3 = R_x$$

t.j. gdy opory we wszystkich czterech gałęziach mostku są sobie równe. Warunek ten w praktyce jest nie zawsze możliwy do osiągnięcia, należy jednak starać się chociaż o przybliżone jego spełnienie.

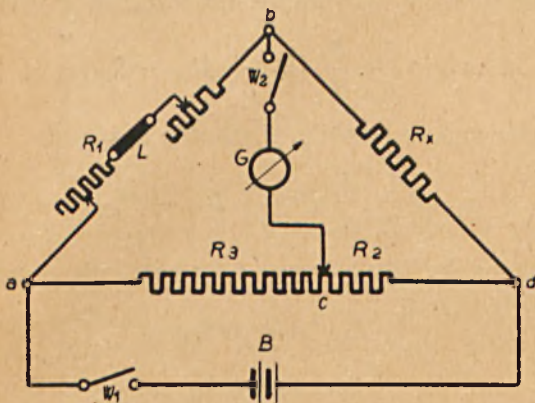
W celu uzyskania najkorzystniejszych warunków pomiaru w mostku Kirchoff'a, należy nastawić wartość oporu porównawczego  $R_1$  możliwie równą mierzonej wartości  $R_x$ . Wówczas w stanie równowagi ruchomy styk znajdzie się w okolicy środka drutu mierniczego, gdzie odczyt stosunku  $\frac{l_2}{l_3}$  jest obarczony najmniejszym błędem.



Rys. 3. Mostek firmy „Siemens-Halske“ z opornikami korbkowymi.



Jeżeli zależy na szybkim i dokładnym wykonywaniu masowych pomiarów oporów żył lub pętli, jak to ma miejsce przy masowej kontroli kablowych odcinków fabrykacyjnych w wytwórniach lub przy pomiarach montażowych i odbiorczych trasy kablowej, to zaleca się używanie mostków z opornikami korbkowymi, które w użyciu są o wiele wygodniejsze od mostków z opornikami wtyczkowymi. Na rys. 3 jest przedstawiony jako przykład schemat montażowy precyzyjnego mostku w wykonaniu firmy „Siemens-Halske“ z opornikami korbkowymi, zaś na rys. 4 jego schemat

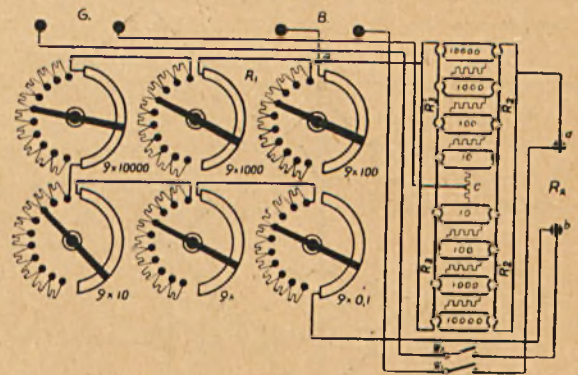


Rys. 4. Schemat wyprostowany mostka pomiarowego z rysunku 3.

wyprostowany. W mostku tym opornik porównawczy  $R_1$  oraz oporniki stosunkowe  $R_2$  i  $R_3$  są nastawiane za pomocą korbek. Opornik porównawczy jest utworzony z pięciu stopni, a mianowicie: dla tysięcy, setek, dziesiątek, jednostek i dziesiętnych części. Najwyższa wartość oporu porównawczego wynosi więc 9999,9  $\Omega$ . Szósty stopień, uwidoczony w górnej części rysunku po lewej stronie, służy do nastawiania stosunku oporów stosunkowych  $R_2$  i  $R_3$ , których suma jest wielkością stałą i równą 1000  $\Omega$ . Do zacisków B dołącza się źródło prądu, zaś do zacisków G — galvanometr. Mierzony opór przyłącza się do zacisków  $R_x$ .

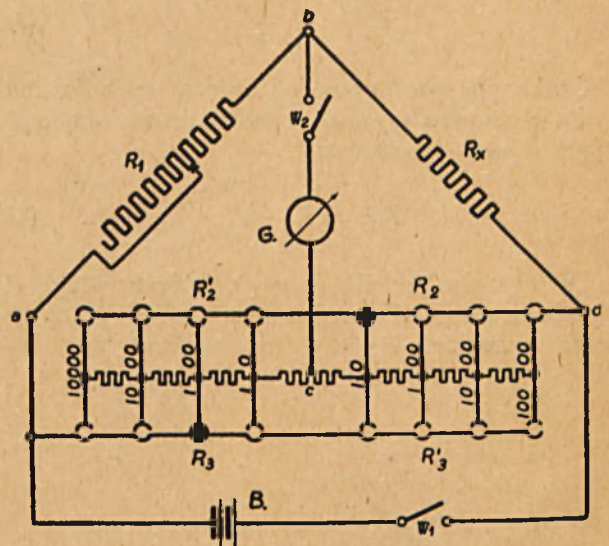
Przy pomiarach dokładnych, wymagających wyeliminowania doprowadzeń, łączący mierzony opór z zaciskami  $R_x$ , zdejmuje się kłamię  $L$  a następnie włącza pomiędzy jej zaciski opornik wyrównawczy. Odłącza się wówczas wspomniane doprowadzenie od oporu mierzonego i zwiera nimi zaciski  $R_x$ . Po wykonaniu tych czynności nastawia się wszystkie pięć stopni opornika porównawczego na zero i dobiera się tak długo opór wyrównawczy, aż galvanometr przestanie wychylać się. Następnie przyłącza się doprowadzenia do oporu mierzonego i, nie ruszając opornika wyrównawczego i oporników stosunkowych, dobiera opór porównawczy, doprowadzając ponownie mostek do stanu równowagi. Otrzymana w ten sposób wartość mierzonego oporu jest wartością rzeczywistą, niewymagającą korekcji ze względu na doprowadzenia.

Rysunek 5 przedstawia schemat montażowy mostku korbkowego firmy „Siemens-Halske“ z wtyczkowymi opornikami stosunkowymi. W mostku



Rys. 5. Mostek korbkowy firmy „Siemens-Halske“ z wtyczkowymi opornikami stosunkowymi.

tym wszystkie wartości stosunków 1000, 100, 10, 1,  $\frac{1}{10}$  i  $\frac{1}{100}$  i  $\frac{1}{1000}$  uzyskuje się za pomocą dwóch wtyczek, zaznaczonych na rysunku zaczerzonymi krążkami. Rysunek 6 przedstawia schemat wyprostowany tego mostku.



Rys. 6. Schemat wyprostowany mostka pomiarowego z rysunku 5.

Zależnie od sposobu włożenia wtyczek, opór mierzony oblicza się ze wzoru:

$$R_x = R_1 \frac{R_2}{R_3}$$

lub ze wzoru:

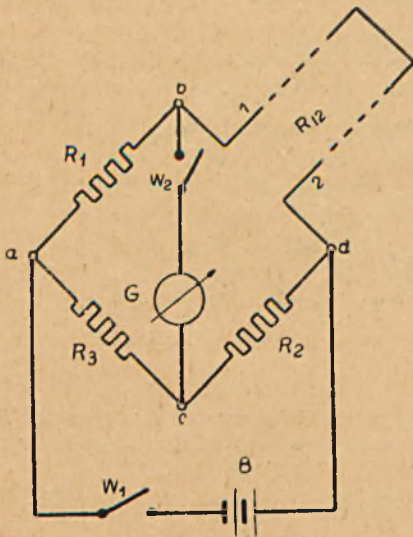
$$R_x = R_1 \frac{R'_2}{R'_3}$$

W każdym z tych dwóch wypadków wtyczki winny znajdować się po przeciwnych stronach.

Przy pomiarze oporu pętli obydwie żyły 1 i 2, tworzące np. pętlę kablową, zwiera się ze sobą



na odległym końcu, zaś od strony pomiarowej przyłącza je do punktów *b* i *d* mostku Wheatstone'a, jak uwidoczniło na rys. 7. Po uzyskaniu



Rys. 7. Pomiar oporu pętli 1 + 2 mostkiem Wheatstone'a

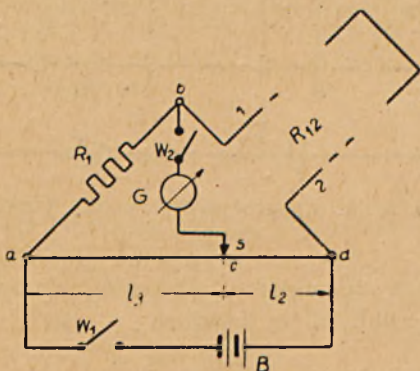
równowagi mostku opór  $R_{12}$  pętli oblicza się ze wzoru:

$$R_{12} = R_1 \frac{R_2}{R_3} \quad (4a)$$

W taki sam sposób postępuje się w wypadku mostku Kirchoff'a (rys. 8), w którym mierzony opór pętli oblicza się ze wzoru:

$$R_{12} = R_1 \frac{l_2}{l_3} \quad (4b)$$

W celu zmierzenia oporu pojedynczej żyły w kablu, nawiniętym na bęben lub ułożonym w postaci pierścienia, należy przyłączyć obydwa koń-



Rys. 8. Pomiar oporu pętli 1 + 2 mostkiem Kirchoff'a.

ce tej żyły do punktów *b* i *d* mostku Wheatstone'a lub Kirchoff'a i wykonać pomiar oporu pętli w sposób powyżej wskazany.

W kablu zainstalowanym (np. ułożonym w ziemi) pomiar oporu pojedynczej żyły wykonywa się za pomocą pomiaru trzech różnych pętli, a mianowicie: w celu zmierzenia oporu  $r_1$  pojedynczej ży-

ły w kablu wielożyłowym zwieramy na odległym końcu żyłę 1 z pomocniczą żyłą 2 i przyłączamy je od strony pomiarowej do punktów *b* i *d* mostku. Po wykonaniu pomiaru oporu pętli w sposób powyżej wskazany otrzymujemy pewną wartość  $R_{12}$ . Następnie w taki sam sposób mierzymy opór  $R_{13}$  pętli, utworzonej z żyły 1 i drugiej pomocniczej żyły 3, jak również opór  $R_{23}$  pętli, utworzonej z obydwóch pomocniczych żył 2 i 3. Przy pomiarze oporu każdej następnej pętli należy poprzednią zmierzoną pętlę rozłączyć na odległym końcu. Mierzony opór  $r_1$  pojedynczej żyły 1 w wypadku mostku Wheatstone'a oblicza się ze wzoru:

$$r_1 = \frac{1}{2} \cdot \frac{R_2}{R_3} (R_{12} + R_{13} - R_{23}) \quad (5a)$$

zaś w wypadku mostku Kirchoff'a ze wzoru:

$$r_1 = \frac{1}{2} \cdot \frac{l_2}{l_3} (R_{12} + R_{13} - R_{23}) \quad (5b)$$

W wypadku szczególnym przy równych oporach stosunkowych:

$$R_2 = R_3 = 1000 \Omega$$

lub:

$$R_2 = R_3 = 100 \Omega$$

względnie, gdy w mostku Kirchoff'a w stanie równowagi ruchomy styk znajduje się pośrodku drutu mierniczego, t.j.

$$l_2 = l_3$$

otrzymujemy ze wzorów 5a) i 5b):

$$r_1 = \frac{1}{2} (R_{12} + R_{13} - R_{23}) \quad (6)$$

gdy opór  $r_1$  żyły 1 został zmierzony, to w kablu wielożyłowym  $r_n$  każdej innej żyły  $n$  mierzy się przez zwarcie ze sobą żył 1 i  $n$  na odległym końcu i wykonanie pomiaru oporu  $R_{1n}$  pętli 1 +  $n$ . Mierzony opór pojedynczej żyły  $n$  wyrazi się wówczas wzorem:

$$r_n = R_{1n} - r_1$$

W kablach wykonanych według systemu czwórkowego, jak to ma miejsce w kablach międzymiastowych, w celu zmierzenia oporu żył którejkolwiek czwórki mierzy się opory czterech pętli 1 + 4, 2 + 4, 3 + 4 i 1 + 2. Przy równych oporach stosunkowych na podstawie wzoru 6) można obliczyć opór  $r_4$  żyły 4, a mianowicie:

$$r_4 = \frac{1}{2} (R_{14} + R_{24} - R_{12})$$

Skoro mamy obliczony opór  $r_4$  żyły 4, to opory pozostałych żył będą:

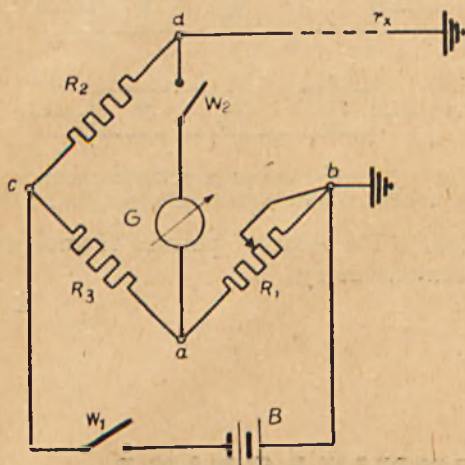
$$r_1 = R_{14} - r_4$$

$$r_2 = R_{24} - r_4$$

$$r_3 = R_{34} - r_4$$



Opór pojedynczej żyły można również mierzyć bezpośrednio, w tym celu należy uziemić punkt *b* mostku (rys. 9), jak również uziemić odległy



Rys. 9. Bezpośredni pomiar oporu pojedynczej żyły.

koniec mierzonej żyły. Od strony pomiarowej koniec mierzonej żyły przylacza się do punktu *d* mostku. Po osiągnięciu równowagi opór  $r_x$  w wypadku mostku Wheatstone'a oblicza się ze wzoru:

$$r_x = R_1 \frac{R_2}{R_3} \quad (7a)$$

zaś w wypadku mostku Kirchoff'a ze wzoru:

$$r_x = R_1 \frac{L_2}{L_3} \quad (7b)$$

Przy tym sposobie mierzenia może zajść wypadek, że przez galwanometr *G* prócz prądu ze źródła *B* płynąć będzie jeszcze obcy prąd zmienny. W tym wypadku przy wyrównoważeniu mostku jako punkt zerowy galwanometru nie należy uważać jego rzeczywistego punktu zerowego, jaki otrzymuje się przy otwarciu wyłącznika  $W_2$  (lub zwarciu cewki galwanometru), lecz należy uważać położenie wskazówki galwanometru, otrzymane przy włączonym galwanometrze i wyłączonym źródle prądu. Jest to tak zwany fałszywy punkt zerowy. Jeżeli jest spełniony warunek równowagi 7a) lub 7b), to ten fałszywy punkt zerowy nie ulega zmianie przy włączaniu i wyłączaniu źródła prądu *B*.

Na początku pomiaru nastawiamy opór porównawczy  $R_1$  na wartość w przybliżeniu odpowiadającą wartości oporu mierzonej żyły, a następnie nie włączając źródła prądu włączamy galwanometr i obserwujemy jego wychylenie, wywołane obcym prądem ziemnym. Obecnie wyłączamy galwanometr, włączamy naprzód źródło prądu a następnie galwanometr i regulujemy opór  $R_1$ , tak, aby otrzymać poprzednie wychylenie galwanometru. Po uprzednim wyłączeniu galwanometru wyłączamy źródło prądu i włączamy z powrotem galwanometr, obserwując jego wychylenie. Ponieważ opór  $R_1$  obecnie posiada inną wartość, niż na po-

czątku obserwacji, to pozycja wskazówki galwanometru będzie nieco inna. Należy więc teraz włączyć galwanometr, włączyć naprzód źródło prądu a następnie włączyć z powrotem galwanometr i regulować opór  $R_1$ , tak, aby otrzymać ostatecznie zaobserwowane wychylenie galwanometru. Opisane manipulacje powtarza się na przemian tak długo, aż wychylenie wskazówki galwanometru przy włączonym źródle prądu będzie takie samo, jak przy wyłączonym źródle. Otrzymany w ten sposób opór pojedynczej żyły zawiera również opory obydwóch uziemień.

#### Pomiar różnicy oporów.

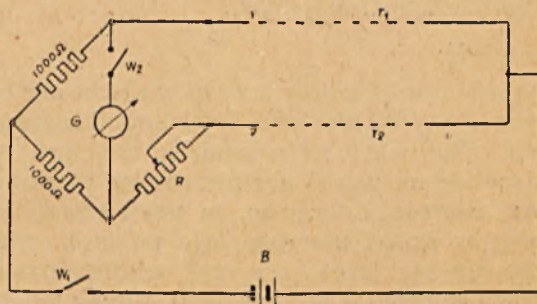
W celu stwierdzenia czy obydwie żyły 1 i 2, tworzące obwód dwuprzewodowy, posiadają równe opory  $r_1$  i  $r_2$ , stosuje się mostek pomiarowy, uwidoczniiony na rys. 10, w którym opory stosunkowe są sobie równe i wynoszą po 1000  $\Omega$  każdy. Po osiągnięciu równowagi mostku jest spełniony warunek:

$$r_1 = R + r_2$$

skąd wynika:

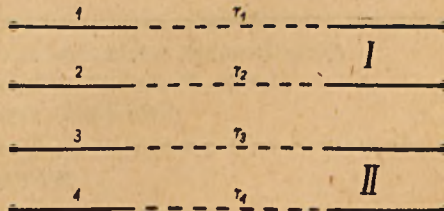
$$r_1 - r_2 = R$$

Z pomiaru otrzymuje się więc bezpośrednio różnicę oporów żył w omach, którą odczytuje się na oporniku *R*.



Rys. 10. Pomiar różnicy oporów żył w omach

Jeżeli opór  $r_1$  jest mniejszy od oporu  $r_2$ , to w mostku pomiarowym należy żyły zamienić miejscami. Poznaje się to po niemożności osiągnięcia równowagi mostku.



Rys. 11. Układ żył jednej czwórki telefonicznego, międzymiastowego kabla.

Przy odbiorczych pomiarach odcinków wzmacniakowych telefonicznego kabla międzymiastowego, wykonanego według systemu czwórkowe-

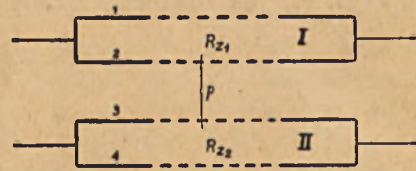


go, mierzy się różnicę oporów żył w obwodach macierzystych i pochodnych. Jeżeli na rys. 11 opory poszczególnych żył 1, 2, 3 i 4 jednej czwórki telefonicznego kabla międzymiastowego oznaczmy odpowiednio przez  $r_1$ ,  $r_2$ ,  $r_3$  i  $r_4$ , to w celu zmierzenia różnicy oporów żył w obwodach macierzystych I i II mierzy się opory trzech pęlli 1 + 3, 2 + 3 i 2 + 4. Oznaczając wartości tych oporów przez  $R_{13}$ ,  $R_{23}$  i  $R_{24}$ , obliczamy różnice oporów żył w obwodach macierzystych I i II ze wzorów:

$$r_1 - r_2 = R_{13} - R_{23} \quad (8)$$

$$r_3 - r_4 = R_{23} - R_{24} \quad (9)$$

W celu utworzenia obwodu pochodnego  $p$  z dwóch obwodów macierzystych I i II należy żyły



Rys. 12. Sposób tworzenia obwodu pochodnego  $p$  z obydwóch obwodów macierzystych I i II.

1 i 2 oraz 3 i 4 połączyć parami równoległe, jak uwidoczniło na rys. 12.

d. c. n.

## SKRZYŃKA TELEKOMUNIKACYJNA

Waydowicz Józef, starszy technik Rejonowego Urzędu Telefoniczno-Telegraficznego w Tarnowie.

**Pytanie:**

Zapytuję, czy opisany w Nr. 3 Wiadomości Telekomunikacyjnych przyrząd zmniejszający trzaski w słuchawce telefonistki może mieć zastosowanie w odbiorniku radiowym, celem zmniejszenia trzaskó; jednocześnie proszę o podanie szczegółów konstrukcyjnych.

**Odpowiedź:**

Przyrząd, zmniejszający trzaski w słuchawce opisany w Nr. 3 Wiadomości Telekomunikacyjnych, działa tylko wtedy, gdy napięcie zmienne, zjawiające się na uzwojeniu pierwszym przekroczy pewną wartość. Znaczący to, że jeżeli trzaski występują w linii i nie dają tego napięcia, wtedy lampa się nie jarzy, przyrząd zaś nie zadziała i trzaski przechodzą do słuchawki. Gdyby założyć,

że trzasków nie ma, wtedy prądy mówne, akustyczne po przekroczeniu pewnej wartości zostaną również stłumione — przyrząd działa więc jako ogranicznik amplitudy przebiegów zmiennych w linii.

Jest rzeczą jasną, że takie samo urządzenie można zastosować i w odbiorniku radiowym, jednak korzyść z tego nie będzie duża. Przyrząd będzie ogranicznikiem mocy oddawanej przez głośnik. Z chwilą zadziałania urządzenia nie tylko trzaski się zmniejszają, ale również i moc oddawana przez głośnik. Z tych właśnie względów urządzenia te nie znalazły zastosowania w odbiornikach.

O sposobach usuwania trzasków mówi artykuł Mieczysława Hutnika p.t. „Amerykańskie odbiorniki radiokomunikacyjne“, zamieszczony w numerze 3 5.6 i 7.8 „Wiadomości Telekomunikacyjnych“. Urządzenia te są dość skomplikowane i drogie. Środkami domowymi ich zrobić nie można.

Adres Redakcji i Administracji: Warszawa, Nowogrodzka 45, III p., telef. 871-70.

Konto: „Przegląd Telekomunikacyjny“, PKO w Warszawie Nr. I 4430

Sekretariat czynny codziennie od godz. 9 do 14.

### WARUNKI PRENUMERATY:

Rocznie . . . . .	ZŁ. 250.—
Kwartalnie . . . . .	ZŁ. 65.—
Pojedynczy numer . . . . .	ZŁ. 65.—

Redaktor: inż. Henryk Kowalski.

Wydawca: Sekcja Telekomunikacyjna SEP.

Zakłady Graficzne „KSIĄŻKA“, W-wa, Smolna 12. Nr. B-19501.