

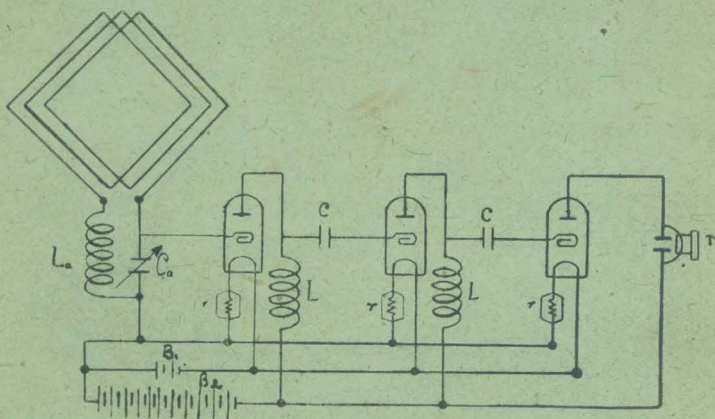
INŻ. KSAWERY GNOIŃSKI

# ELEKTROTECHNIKA PRĄDÓW SŁABYCH

WYDANIE 2-ie UZUPEŁNIONE

ZESZYT III

## TELEGRAFJA LINJE PRĄDU SŁABEGO RADJOTECHNIKA



NAKŁADEM  
STOWARZYSZENIA PRACOWNIKÓW  
KSIĘGARSKICH, SP. z O. O., WARSZAWA  
KRAKOWSKIE PRZEDMIEŚCIE 38

*TEGOŻ AUTORA:*

*Elektrotechnika prądów słabych (wydanie 2-ie):*

Zeszyt I Źródła prądu, sygnalizacja domowa i alar-  
mowa

Zeszyt II Telefonja

Zeszyt IV Sygnalizacja kolejowa, pożarowa, zegary  
elektryczne i inne zastosowania prądów  
słabych (w druku)

*Elektrotechnika w gospodarstwie społecznem*

Warszawa 1917 roku

*Piorunochrony budynkowe*

Warszawa 1916 roku

*Poczta pneumatyczna*

Warszawa 1914 roku

*Urządzenia elektryczne w nowym Teatrze Polskim w Warszawie  
i w teatrach wogóle*

Warszawa 1913 roku



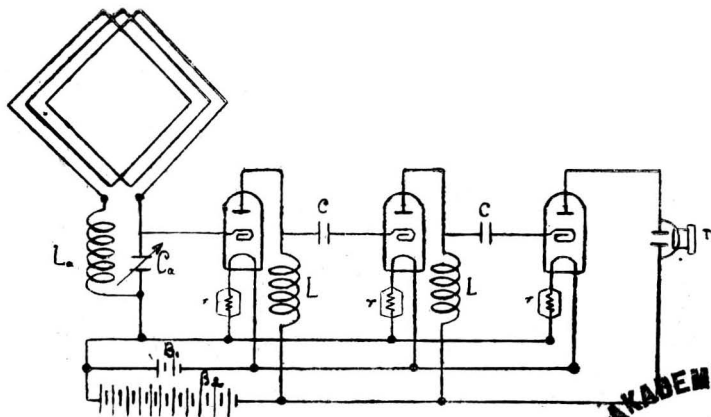
INŻ. KSAWERY GNOIŃSKI

# ELEKTROTECHNIKA PRĄDÓW SŁABYCH

WYDANIE 2-ie UZUPEŁNIONE

ZESZYT III

## TELEGRAFJA LINJE PRĄDU SŁABEGO RADJOTECHNIKA



NAKŁADEM  
STOWARZYSZENIA PRACOWNIKÓW  
KSIĘGARSKICH, SP. z O. O., WARSZAWA  
KRAKOWSKIE PRZEDMIEŚCIE 38

AKADEMIA GÓRNICZA  
KRA  KÓW  
BIBLIOTEKA GŁÓWNA

1512-  
III

# SPIS RZECZY

## CZĘŚĆ IV

### TELEGRAFJA

|  | Str.    |
|--|---------|
| ROZDZIAŁ XV. Przesyłanie znaków zapomocą prądu elektrycznego, płynącego w przewodnikach . . . . .                          | 225—231 |
| ROZDZIAŁ XVI. Źródła prądu, stosowane w telegrafji . . . . .   | 231—233 |
| ROZDZIAŁ XVII. System telegrafu Morsa . . . . .  | 233—244 |
| A. Przyrząd nadawczy . . . . .   | 233     |
| B. Przyrząd odbiorczy . . . . .  | 234     |
| C. Części składowe stacji tel. syst. Morsa . . . . .   | 237     |
| D. Znaki Morsa . . . . .   | 238     |
| E. Układy połączeń . . . . .   | 240     |
| F. Translatory . . . . .   | 243     |
| G. Przelączniki centralne . . . . .  | 243     |
| ROZDZIAŁ XVIII. Różne systemy układów telegrafowych: . . . . .   | 244—269 |
| A. Systemy wielokrotnego telegrafowania po jednej linii, przy pomocy specjalnych układów połączeń elektrycznych: . . . . . |         |
| 1) Telegrafowanie przeciwsojne . . . . .   | 245     |
| 2) Dwukrotne równoczesne telegrafowanie w tym samym kierunku . . . . .   | 247     |
| 3) Telegrafowanie wielokrotne po jednej linii w obu kierunkach . . . . .   | 248     |
| B. Systemy szybkiego telegrafowania, oparte na udoskonaleniach mechanicznej budowy przyrządów: . . . . .                   |         |
| 1) Aparaty Hughes'a . . . . .  | 249     |
| 2) Aparaty Wheatstone'a . . . . .  | 255     |
| 3) Aparaty Pollak-Virag'a . . . . .  | 258     |
| 4) Aparaty Baudot'a . . . . .  | 259     |
| 5) Aparaty maszynowe Siemens'a . . . . .   | 261     |
| 6) Aparaty drukujące Siemens'a . . . . .   | 265     |
| C. Telegraficzne przesyłanie rysunków, pisma i t. p.: . . . . .  |         |
| 1) Aparat samopiszący (Telewriter) . . . . .   | 266     |
| 2) Aparaty do odtwarzania obrazów na odległość . . . . .   | 268     |



|               |  |         |
|---------------|--|---------|
| ROZDZIAŁ XIX. | Aparaty telegrafu podmorskiego . . . . .   | 269—272 |
| ROZDZIAŁ XX.  | Równoczesne telegrafowanie i telefonowanie zapomocą tych samych przewodników . . . . . | 273     |

## CZĘŚĆ V

## LINJE PRĄDU SŁABEGO

|                 |   |         |
|-----------------|---|---------|
| ROZDZIAŁ XXI.   | Projektowanie linii: . . . . .                                | 275—284 |
| A.              | Wyznaczanie trasy . . . . .                                   | 275     |
| B.              | Wybór rodzaju przewodników i zestawienie materiałów . . . . . | 278     |
| ROZDZIAŁ XXII.  | Części składowe linii i jej budowa . . . . .                  | 284—327 |
| A.              | Linje napowietrzne: . . . . .                                 | 284     |
| 1)              | Druty przewodowe . . . . .                                    | 284     |
| 2)              | Izolatory . . . . .   | 292     |
| 3)              | Słupy i kroksztyny oraz podpory i odciągaczk . . . . .        | 294     |
| 4)              | Krzyżowanie i przeplatanie linii . . . . .                    | 300     |
| 5)              | Punkty problemowe . . . . .                                   | 306     |
| 6)              | Linje telefoniczne spupinizowane . . . . .                    | 307     |
| 7)              | Wprowadzanie linii napowietrznej do budynków . . . . .        | 309     |
| 8)              | Uziemienia . . . . .  | 311     |
| 9)              | Budowa linii . . . . .  | 313     |
| B.              | Linje wewnętrzne: . . . . .                                   | 315     |
| 1)              | Przewodniki izolowane . . . . .                               | 316     |
| 2)              | Materiały instalacyjne . . . . .                              | 318     |
| 3)              | Łączenie przewodników . . . . .                               | 319     |
| C.              | Linje kablowe podziemne i podwodne . . . . .                  | 320     |
| ROZDZIAŁ XXIII. | Sprawdzanie stanu linii . . . . .                             | 327—330 |
| A.              | Sprawdzanie oporu linii . . . . .                             | 327     |
| B.              | Sprawdzanie izolacji linii: . . . . .                         | 328     |
| 1)              | Ziemne połączenia . . . . .                                   | 329     |
| 2)              | Zetknięcie się dwóch przewodów . . . . .                      | 330     |
| 3)              | Przerwa w przewodniku . . . . .                               | 330     |

## CZĘŚĆ VI

## RADJOTECHNIKA

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ROZDZIAŁ XXIV.  | Wynalazek radjotelegrafii . . . . .  | 331—333 |
| ROZDZIAŁ XXV.   | Zjawiska, na których polega działanie urządzeń radjotechnicznych . . . . . | 333—337 |
| ROZDZIAŁ XXVI.  | System Marconiego pierwotny . . . . .                                      | 337—338 |
| ROZDZIAŁ XXVII. | Części składowe urządzeń radjotechnicznych . . . . .                       | 339     |
| A.              | Źródła prądu . . . . .   | 339     |
| B.              | Kondensatory i cewki samoindukcyjne . . . . .                              | 340     |
| C.              | Wytwarzacze fal elektrycznych: . . . . .                                   |         |
| 1)              | Iskierniki . . . . .   | 341     |
| 2)              | Wytwarzacze fal łukowe . . . . .   | 343     |
| 3)              | Wytwarzacze fal prądnicowe . . . . .                                       | 344     |
| 4)              | Lampy katodowe . . . . .   | 345     |

|   | Str     |
|---|---------|
| D. Anteny . . . . .   | 346     |
| E. Wykrywacze fal (detektory) . . . . .   | 352     |
| F. Falomierze . . . . .   | 354     |
| G. Wzmacniacze (amplifikatory) . . . . .  | 355     |
| H. Aparaty odbiorcze . . . . .  | 356     |
| ROZDZIAŁ XXVIII. Układy połączeń i urządzenie stacji ra-<br>djotelegraficznej . . . . . | 358—368 |
| A. Układy połączeń stacyj nadawczych . . . . .  | 359     |
| B. Układy połączeń stacyj odbiorczych . . . . .   | 363     |
| C. Urządzenie stacji radjotelegraficznej . . . . .                                      | 365     |
| ROZDZIAŁ XXIX. Radjotelegrafia kierunkowa . . . . .                                     | 368     |
| ROZDZIAŁ XXX. Radjotelefonja . . . . .  | 369—374 |
| ROZDZIAŁ XXXI. Rozmaite zastosowania radjotechniki . . . . .                            | 374—379 |
| A. Radjogoniometria . . . . .   | 375     |
| B. Radjotelegrafia i radjotelefonja przewodowa . . . . .                                | 376     |
| C. Telegrafia ziemna . . . . .  | 378     |
| D. Radjotelemechanika . . . . .   | 379     |

# CZĘŚĆ V

## LINJE PRĄDU SŁABEGO

---

Linje prądów słabych, czyli przewody elektryczne, łączące przyrządy, wraz z należącymi do nich: izolatorami, słupami i innymi przynależnościami, rozpatrzmy z trzech punktów widzenia: projektowania, budowy i sprawdzania ich stanu.

---

### ROZDZIAŁ XXI

#### PROJEKTOWANIE LINJI

W technice prądów słabych mamy do czynienia przeważnie z linjami o znacznej długości, wynoszącymi czasem tysiące kilometrów, lub też posiadającymi bardzo liczne rozgałęzienia, koszt więc tej części urządzeń jest zazwyczaj największy i z tego powodu na projektowanie linii powinna być zwrócona specjalna uwaga.

Projektowanie linii zasadza się na:

A) zbadaniu kierunku linii i jej przebiegu, z oznaczeniem na planie, oraz z przeprowadzeniem wstępnych rokowań w tym względzie, t. j. na wyznaczeniu trasy,

B) wyborze rodzaju przewodników i sporządzeniu zestawienia materiałów, potrzebnych do budowy linii.

#### A. Wyznaczenie trasy

Wyznaczenie trasy linii prądów słabych polega głównie na ustaleniu kierunku linii, jej przebiegu i miejsc skrzyżowań drutów z drogami i torami kolejowymi. Dane, ustalone w tym względzie, powinny być dokładnie utrwalone

na planie tak, by nietylko mogły służyć przy budowie projektowanej linii, lecz by w przyszłości, w razie potrzeby poprowadzenia dodatkowych przewodników na tej samej linii, lub zamiany przewodników istniejących, ponowne studia były zbyteczne. Kierunek linii wykreślony bywa często na planie o skali 1 : 300000. Do planu należy dołączyć rysunek układu przewodów, z oznaczeniem ich przekrojów, rozmieszczenia na słupach i miejsc ich przeplatań pomiędzy sobą.

Przy wyborze kierunku linii — oczywiście najodpowiedniejszy jest kierunek najkrótszy, jeżeli niema przeciw temu przeszkód specjalnych.

Należy przytem linie możliwie umieszczać wzdłuż dróg bitych lub torów kolejowych, gdyż w tych warunkach: jest ułatwiony dostęp do nich, znajdują się one na widoku, a zatem pod ciągłym dozorem, odległości są łatwiejsze do określenia a gotowe plany dróg łatwo mogą być od odpowiednich władz uzyskane.

Przy wyborze położenia linii wzdłuż toru kolejowego, należy starać się prowadzić ją po stronie przeciwnej tej, skąd wieją panujące wiatry, aby, w razie uszkodzenia przez nie linii, nie zagraadzać toru. Przy traktach natomiast — po stronie odwrotnej, by uniknąć uszkodzeń linii, wywoływanych spadaniem gałęzi lub nawet wywracaniem się całych drzew.

Należy dbać, aby trasa miała o ile możności przebieg prostoliniowy, również w miarę możności unikać skrzyżowań z drogami i krzyżowań z innymi linjami, w szczególności zaś z linjami o wysokiem napięciu elektrycznem.

Przy wyznaczaniu położenia linii wzdłuż toru kolejowego należy dbać, aby słupy znajdowały się możliwie daleko od szyn — zatem jaknajbliżej zewnętrznej granicy posiadłości kolejowej, w każdym zaś razie nie bliżej szyn, niż na to pozwala t. zw. gabaryt czyli *skrajnia*, t. j. przepisana swobodna przestrzeń ponad torem, niezbędna dla przebiegu wagonów. Również należy mieć na względzie, by słupy nie zasłaniały widoku na sygnały. W razie konieczności *skrzyżowania z linią toru kolejowego, należy to uskutecznić pod kątem prostym.*

Przy rozmieszczaniu słupów wzdłuż traktów należy umieszczać je możliwie daleko od drzew przydrożnych — by uniknąć stykania się przewodników z gałęziami i przytem nie w rowach — bo to tamowałoby swobodny odpływ wód i narażałoby słupy na szybsze gnicie.

Przy prowadzeniu linii napowietrznych przez ulice miast, czego zresztą należy unikać, powinna być przy stawianiu słupów zwrócona uwaga, aby nie tamowały one dostępu do domów i ruchu ulicznego, i aby przewodniki nie przeszkadzały otwieraniu okien. Nie jest zalecane przytwierdzanie odciągaczek słupów do domów, gdyż uzależnia to poniekąd linię od stanu i naprawy budynków; w razie konieczności takiego przytwierdzenia należy uzyskać od właściciela piśmienne pozwolenie na to i odciągaczkę uziemić — dla ochrony budynku od pioruna.

O sposobie zabezpieczenia linii prądu słabego od wpływu innych prądów słabych czy też silnych, płynących w przewodach sąsiednich, jak również o sposobie wykonywania przeplatań przewodów będzie mowa w następnym rozdziale, poświęconym budowie linii. Tu zaznamy tylko, że przy projektowaniu linii trzeba mieć na względzie, aby przy równoległym przebiegu linii prądu słabego z istniejącą linią prądu silnego mogła być zachowana odległość nie mniejsza od 7-miu metrów. Krzyżowań z taką linią należy w miarę możliwości, unikać, a jeżeli to jest konieczne, to uskutecznić je pod kątem prostym.

Określenie miejsc poszczególnych słupów nie wchodzi w zakres wyznaczania trasy, lecz w zakres budowy linii. Jednak należy i tu zgóry przewidzieć sposób ustawienia słupów w miejscach mniej dostępnych, jak naprz. na mostach, na gruntach prywatnych oraz przeprowadzić w tym względzie przedwstępne rokowania z władzami i właścicielami gruntów, tudzież oznaczyć te punkty na planie. Należy też unikać wyznaczania trasy przez grunta, podlegające zalewom.

Linje prądów słabych kablowe podziemne są dotąd na większych przestrzeniach, poza obrębem miast, stosowane rzadko z powodu wysokiego kosztu.

Przy wyznaczaniu trasy kabla podziemnego należy starać się wybrać drogę najkrótszą, o ile nie stają temu na przeszkodzie przewody kanalizacyjne, wodociągowe, gazowe i inne, o których istnieniu można się przekonać z właściwych planów. Należy też unikać układania kabli w pobliżu korzeni drzew, gdyż korzenie przy rozroście mogą uszkodzić kable i nawzajem przy układaniu kabli są kaleczone.

Kabel powinien być ułożony w stałym, już zleżałym, a nie nasypowym gruncie. Trzeba przytem unikać ziemi, przesiąkniętej czynnikami, mogącemi oddziaływać pod względem chemicznym szkodliwie na jego powłokę.

Wybór miejsca dla kabla powinien być taki, aby dostęp do niego był każdej chwili dogodny, bez zbytnich kosztów i bez tamowania ruchu ulicznego.

Należy unikać krzyżowywania kabli prądów słabych z kablami prądów silnych, a w razie konieczności zastosować odpowiednie urządzenia zabezpieczające, wskazane dalej przy opisie budowy linii.

W razie równoległego przebiegu kabli podziemnych prądu słabego z kablami prądu silnego odległość między nimi nie powinna być mniejsza, niż 0,3 m, w przeciwnym razie kable te powinny być oddzielone od siebie cementowymi rurami o grubości ścianek nie mniejszej od 60 mm.

Ze względu na wzrastającą w miastach coraz bardziej sieć różnorodnych kabli prądów słabych, przeznaczonych dla telegrafów, telefonów, dla sygnalizacji pożarowej, policyjnej i zegarów elektrycznych, pożądanoby było projektowanie od razu odpowiednich kanałów lub rur, mogących pomieścić większą liczbę takich kabli.

W razie potrzeby przekroczenia linią prądów słabych przestrzeni wodnych (rzek lub jezior), z kilku możliwych sposobów należy wybrać najodpowiedniejszy. Przy przejściu przez względnie nie szeroką przestrzeń wodną, można użyć przewodów napowietrznych, umieszczonych na odpowiednio wysokich słupach, ale pamiętać trzeba, że budowa i utrzymanie takiej linii są kosztowniejsze, niż linii zwykłej. Jeżeli istnieje most, można z niego korzystać dla umieszczenia na nim słupów. W razie zastosowania kabli do przejścia przez wodę, można również użytkować most dla przytwierdzenia do niego kabli. W przeciwnym razie kabel trzeba ułożyć na dnie. Przy wyborze miejsca przejścia przez rzekę należy szukać miejsca łatwiej zamulanego, aby uzyskać tą drogą zabezpieczenie kabla. Jeżeli rzeka jest spławna, to powinno być przewidziane dodatkowe urządzenie, zabezpieczające kabel od uszkodzeń mechanicznych (patrz budowa linii kablowych w następnym rozdziale).

## **B. Wybór rodzaju przewodników i zestawienie materiałów**

Charakterystyczne własności linii telegraficznych i telefonicznych, oraz przebieg w nich prądów elektrycznych były już rozpatrywane w odpowiednich rozdziałach. Z po-

równania tych własności wynika wielka różnica wymagań, stawianych dla linii telefonicznych i telegraficznych. Przyczyną tego są przede wszystkim różnice stosowanych przyrządów. Aparat telefonowy jest przyrządem daleko delikatniejszym od telegrafowego i nadzwyczaj czułym — oddziaływa już na prądy o natężeniu  $10^{-6}$  A. Następnie, gdy w linii telegraficznej mamy do czynienia z prądem pulsującym stałym — w linii telefonicznej z prądem zmiennym i to o znacznej częstotliwości, przeciętnie 800 okresów na sekundę. Zajmiemy się tu liniami dla prądów słabych w ogólności.

Główną część linii elektrycznej stanowi przewodnik metalowy. Przede wszystkim więc należy określić jego rodzaj, długość, przekrój i koszt, następnie koszt odpowiednich materiałów instalacyjnych, mianowicie słupów, izolatorów i t. d.

Gdy przy projektowaniu urządzeń prądu silnego zazwyczaj określamy z początku rodzaj prądu i napięcie i dopiero na podstawie czego oblicza się przekrój przewodników w zależności od spadku napięcia, nagrzewania się i wytrzymałości mechanicznej, w instalacjach o prądzie słabym rzecz ma się zupełnie inaczej. Tu mamy przeważnie do czynienia z bardzo słabymi natężeniami prądu, o których zgóry wiadomo, że nie mogą powodować zbytniego nagrzewania się przewodników. Co do spadku napięcia, to również ze względu na słabe natężenie stosowanych prądów, nie tyle jest on zależny od oporu omowego przewodnika, ile od jego oporu pozornego — wywołanego w liniach telefonicznych własnościami samoindukcyjnymi i pojemnościowymi, a w liniach telegraficznych — nieuniknionymi stratami z powodu niedoskonałej izolacji, czyli t. zw. *upływem*.

Upływ prądu na 1 km. podwójnej napowietrznej linii wynosi w simensach przeciętnie  $0,65 \cdot 10^{-6} S_1$  dla zwykłego zaś kabla papierowej izolacji m. w.  $3 \cdot 10^{-6} S$ .

Z powyższych względów przekrój przewodników projektowanej linii określany bywa przeważnie na mocy danych, zaczerpniętych z doświadczenia, oraz na podstawie obliczenia przypuszczalnych kosztów.

Wyjątek w tym względzie stanowią części przewodów niektórych urządzeń, jak naprz. przewodniki, doprowadzające energię drgań do anten radiotechnicznych, w których, z powodu względnie dużego natężenia prądu



i wielkiej liczby jego okresów, należy przy obliczeniu przekroju uwzględniać tak ogrzewanie przewodnika, jak i t. zw. zjawisko prądu naskórkowego i gdzie stosowane bywają czasem przewodniki o specjalnym przekroju — rurkowym. Tak samo, na wzór przewodników prądu silnego, obliczać przekrój przewodników w wypadkach, gdy natężenie prądu może być uważane jako silne, naprz. w przewodach do ładowania akumulatorów, dalej przewodników, łączących źródła prądu z pozostałymi częściami urządzenia i t. d.

Przy wyborze rodzaju przewodników, jakie mają być zastosowane w linii, należy brać na uwagę nie tylko ich koszt i opór omowy, lecz również i opór pozorny, o którym było już wspomniane, t. j. opór wywołany samoindukcją i pojemnością elektrostatyczną przewodnika, a w telefonii także i zjawiskiem naskórkowym. Jak wiadomo, czynniki te mają wielki wpływ na prądy szybkozmienne, t. j. takie właśnie, jakie stosują się w instalacjach telefonicznych.

Opór omowy linii można określić na podstawie wzoru  $R = 2000 \frac{\rho}{k}$  omów, w którym  $k$  — współczynnik oporu przy  $20^{\circ} C$  (dla żelaza 0,11, dla miedzi 0,0175, dla brązu krzemowego 0,02),  $\rho$  — przekrój drutu w  $mm^2$ . ( $\rho = d^2 \frac{\pi}{4} = 0,784 d^2 mm^2$ , gdzie  $d$  oznacza średnicę drutu w  $mm$ ).

Opór omowy jest głównym czynnikiem, wywołującym w przewodach telefonicznych tłumienie głosu (to znaczy, że głos dochodzi osłabiony), widać to ze wzoru (przytoczonego na str. 139)  $\beta = \frac{R}{2} \sqrt{\frac{C}{L}}$ , w którym  $\beta$  oznacza współczynnik tłumienia,  $R$  opór omowy,  $C$  pojemność,  $L$  indukcyjność. Jak widzimy, współczynnik tłumienia znajduje się w prostym stosunku do oporu omowego przewodnika.

Pojemność elektrostatyczna \*) jest szczególnie znaczna

---

\*) Pojemnością kondensatora nazywamy stosunek ładunku  $Q$  do różnicy potencjałów na okładkach  $V_1$  i  $V_2$ . Pojemność zatem wyraża się przez  $C = \frac{Q}{V_1 - V_2}$ . Pojemność kondensatora jest wielkością stałą, zależną tylko od jego kształtu i wymiarów oraz od położenia okładek względem siebie, oraz od własności elektrycznych ośrodka izolującego (dielektryku). Dla obliczenia pojemności jest stosowany wzór:

w kablach izolowanych podziemnych i podwodnych, z dużą dielektryczną warstwą izolacji (naprz. gutaperki), gdyż działają one na podobieństwo kondensatorów, w których przewód wewnętrzny i opancerzenie zewnętrzne stanowią okładki, rozdzielone izolacją.

Pojemność elektrostatyczna linii napowietrznej (bez względu na materiał przewodnika, t. j. na to, czy jest on żelazny czy brązowy) wynosi m. w. od 0,003 do 0,01  $\mu F$  na kilometr, gdy pojemność kabli podziemnych i podwodnych jest o wiele znaczniejsza i przytem różna, w zależności od rodzaju izolacji. Tak naprz. pojemność kabla telegraficznego z papierową izolacją wynosi 0,16  $\mu F$  na kilometr — z gutaperkową 0,25  $\mu F$  na 1 km. W kablach telefonicznych, szczególnie nowszej budowy z izolacją papierową, osiągnięto znacznie mniejsze pojemności, nie mniejsze jednak od 0,05  $\mu F$  na 1 km.

Pojemność podwójnej napowietrznej linii może być obliczona na podstawie wzoru:  $C = \frac{0,12 \cdot 10^{-6}}{\log \frac{a}{\rho}}$ , gdzie  $a$  — odległość pomiędzy przewodnikami, wyrażona w cm, a  $\rho = 0,05 d$  — promień przekroju drutu w cm.

Ujemne działanie pojemności przewodników w linii telefonicznej jest daleko szkodliwsze, niż w linii telegraficznej, mianowicie powoduje ono tłumienie mowy i jej skażenie. Skażenie polega na tem, że wysokie tony zmieniają się bardziej, niż niskie i wskutek tego mowa zmienia swą barwę.

Dla zmniejszenia współczynnika tłumienia, który wpływa zarówno na tłumienie głosu, jak i na jego skażenie, należy, jak widać ze wzoru  $\beta = \frac{R}{2} \sqrt{\frac{C}{L}}$ , nie tylko dążyć do zmniejszenia oporu omowego  $R$ , lecz i pojemności  $C$ , co możemy osiągnąć przez zwiększenie indukcyjności  $L$  przewodów. Inny wzór przytoczony na str. 139 dla przewodników o małej indukcyjności, mianowicie  $\beta = \sqrt{\frac{\omega CR}{2}}$  wska-

---

$C = \frac{Sk}{4\pi d}$ , w którym  $S$  oznacza powierzchnię okładki,  $d$  — grubość izolacji,  $k$  — zdolność elektryczną izolacji względem powietrza, czyli t. zw. stałą dielektryczną.

zuje zależność współczynnika tłumienia od  $C$ ,  $R$  i  $\omega$ , przy czym  $\omega = \pi \nu$ , gdzie  $\nu$  liczba okresów zmienności prądu na sekundę.

*Społczynniki samoindukcji* \*\*) w przeciwieństwie do współczynnika pojemności jest zależny od materiału przewodnika i jego kształtu. Własność indukcyjna drutu, w zależności wyłącznie od materiału, z którego jest zrobiony, wynosi dla drutu brązowego m.w. 0,0025 do 0,003 henrów na km, żelaznego zaś — 0,012 do 0,016 henrów, czyli dla żelaza prawie 5 razy większa, niż dla brązu. Oprócz tego na współczynnik samoindukcji wpływa kształt przewodnika i środowisko, w którym jest on umieszczony.

Społczynnik samoindukcji podwójnej linii na 1 km. w henrach wynosi dla miedzi i brązu:  $L = (0,92 \log \frac{a}{\rho} + 0,1) \cdot 10^{-3} H$ , dla zwykłego kabla  $L = 0,6 \cdot 10^{-3} H$ , gdzie  $a$  oznacza odległość między środkami przekrojów obu przewodników w cm, a  $\rho = 0,05 d$  promień przekroju przewodnika w cm.

Ze względu na duży współczynnik samoindukcji zdawałoby się więc, że, gdyby nie znaczny opór omowy, żelazo więcej nadaje się, jako materiał, na przewodniki telefoniczne, niż brąz. Jednak zarówno teoria, jak i praktyka, wykazują, że tak nie jest. Własność magnetyczna żelaznych przewodników, sprzyjająca indukcyjności, szkodliwie oddziałuje, szczególnie przy grubszych przekrojach, na prądy szybkozmienne. Wpływ ten powodowany jest t. zw. *zjawiskiem naskórkowym*, sprawiającem, że prądy tego rodzaju płyną nie jednakowo w całym przekroju przewodnika, lecz głównie po jego powierzchni. Z tego powodu opór przewodnika względem prądu zmiennego jest większy, niż względem stałego. Zjawisko to jest tem znaczniejsze, im lepsze jest przewodnictwo materiału, z którego przewód

---

\*\*) Samoindukcją nazywamy wpływ pola magnetycznego, istniejącego wokół przewodnika, przez który płynie prąd, na przebieg samego prądu. Współczynnik samoindukcji wyraża się wzorem:  $L = \frac{n N_t}{it}$ , gdzie

$n$  oznacza liczbę zwojów przewodnika,  $N_t$  — strumień magnetyczny, objęty w chwili  $t$  każdym zwojem,  $it$  — natężenie prądu w przewodniku również w chwili  $t$ . Pojęcie więc współczynnika samoindukcji danego obwodu jest to stosunek strumienia magnetycznego, objętego w danej chwili każdym zwojem przewodnika, pomnożonego przez liczbę zwojów obwodu elektrycznego, obejmującego ten strumień, do natężenia prądu elektrycznego, który ten strumień wywołał.

zrobiony, i im więcej się on namagnetyzuje. W rzeczywistości wynik jest ten, że pomimo mniejszego przewodnictwa żelaza, niż bronzu, zjawisko naskórkowe jest znaczniejsze w przewodnikach żelaznych z powodu ich magnetyzowania się. Przewodniki więc brązowe są odpowiedniejsze dla linii telefonicznych, niż przewodniki żelazne. Natomiast żelazo bywa używane dla zwiększenia indukcyjności przewodników miedzianych, w kształcie cienkiego drutu, owiniętego spiralnie według systemu Krapupa (patrz str. 141), lecz system ten można stosować tylko do kabli, ze względu na rdzewienie żelaza. Dla zmniejszenia oporu przewodników żelaznych względem prądów szybkozmiennych, powodowanego zjawiskiem naskórkowym, próbowano z dobrym skutkiem stosować zamiast drutów pojedynczych — linki, lub stosowano drut o powierzchni wyżłobionej.

Jak widać z wyżej przytoczonych danych, na wielkość pozornego oporu izolowanych kabli podziemnych i podwodnych głównie ma wpływ ich pojemność, w przewodnikach zaś napowietrznych pojemność jest bardzo nieznaczna i wpływ samoindukcji przeważa.

Mając na uwadze powyższe wskazówki i na podstawie tego, co powiedziano w następnym rozdziale o drutach przewodowych, można dokonać wyboru przewodnika pod względem materiału i przekroju.

Zestawienie, potrzebnych do budowy linii wszystkich materiałów jest zazwyczaj robione w stosunku do jednego kilometra linii, następnie zaś ilość ta zostaje pomnożona przez liczbę kilometrów. Należy jednak przytem uwzględnić zmiany ilości i jakości materiałów, spowodowane warunkami miejscowymi. Tak na przykład na łukach zazwyczaj stosuje się mniejsze odległości między słupami dla ich odciążenia, co wymaga większej liczby słupów, izolatorów i t. d.; przy przejściach przez tor kolejowy należy przewidzieć specjalny materiał instalacyjny i t. p.

Waga przewodników gołych na 1 km linii może być określona w kg według niżej podanej tablicy:

|                        |   |   |     |     |    |    |     |
|------------------------|---|---|-----|-----|----|----|-----|
| Średnica drutu w mm    | . | . | 5   | 4   | 3  | 2  | 1,5 |
| Drut brązowy kg        | . | . | 179 | 116 | 65 | 30 | 17  |
| „ żelazny cynkowany kg | . | . | 159 | 103 | 58 | —  | —   |

Waga drutu wiązałkowego dla 100 przewiązek wynosi: dla przewodnika o średnicy 5 mm — 3,5 kg drutu żelaznego o 2 mm śr., lub 9,8 kg drutu miedzianego o 3 mm śr.; dla przew. o śr. 4 mm — 3,5 kg drutu żel. o 2 mm śr. lub

9,3 kg dr. miedz. o 3 mm śr.; dla przew. o śr. 3 mm — 3,5 kg dr. żel. o 2 mm śr. lub 4,3 kg dr. miedz. o 2 mm śr.; dla przewodnika brązowego o śr. 2 mm — 2,3 kg dr. miedz. o 1,5 mm śr. i dla przew. brązowego o śr. 1,5 mm — 1,6 kg dr. miedz. o 1,5 mm śr.

Zestawienie materiałów powinno zawierać, oprócz przewodników, jeżeli linja ma być napowietrzna, słupy, izolatory, haki do nich, konstrukcje żelazne (kroksztyny), podpory do słupów, odciągaczki, drut wiązałkowy i t. d. Jeżeli zaś ma być ułożony kabel podziemny, to inne odpowiednie materiały.

Pod względem wyboru tych materiałów i niezbędnej ich ilości wskazówki są umieszczone w następnym rozdziale.

## ROZDZIAŁ XXII

### CZĘŚCI SKŁADOWE LINJI I JEJ BUDOWA

Linje elektryczne, przeznaczone do instalacji o prądzie słabym, można podzielić na trzy rodzaje, w zależności od sposobu ich prowadzenia i miejsca ich ułożenia, a mianowicie:

A) linje napowietrzne, B) linje, znajdujące się wewnątrz budynków i C) linje kablowe podziemne i podwodne.

#### A. Linje napowietrzne

Linje napowietrzne, przeznaczone do przesyłania prądów słabych, są stosowane na lądzie, szczególnie przy większych odległościach, dlatego, że ten sposób urządzenia jest tańszy od podziemnego. Dla linii telefonicznych przytem, jak już wspomniano, bardziej celowe jest stosowanie przewodów podwójnych, gdy w telegrafji najczęściej stosowany bywa przewód pojedynczy, na obu końcach uziemiony.

Linje napowietrzne składają się z trzech głównych części: 1) z drutów przewodowych metalowych, 2) izolatorów, na których są one zawieszone i 3) słupów dla izolatorów.

##### *1) Druty przewodowe*

Do linii napowietrznych używane są przeważnie druty gołe — izolowane przewodniki stosowane są tylko w wy-

jątkowych miejscach, na skrzyżowaniach z innymi linjami, dla uniknięcia wypadkowego zetknięcia z nimi.

Jako materiał, z którego są robione druty przewodowe w instalacjach telegraficznych, jest u nas przeważnie używane żelazo (w Niemczech czasem bronz), dla telefonicznych—bronz. Opór omowy żelaza przy prądzie stałym jest 7 razy większy, niż bronzu. Przewodniki żelazne dla instalacji telefonicznych nie nadają się ze względu na duży opór, który stawiają prądom zmiennym. Przy średnicach większych naprz. ponad 4 mm i liczbie okresów 1000 na sek. jest on około 100% większy, niż dla 500 okresów. Przewodniki stalowe są, ze względu na swą wytrzymałość na zerwanie, stosowane wyjątkowo w miejscowościach, gdzie panują silne wiatry.

Koszt przewodów żelaznych jest znacznie mniejszy od miedzianych i bronzowych, lecz i ich odporność na wpływ wilgoci, a co zatem idzie i trwałość, jest znacznie mniejsza, a opór gatunkowy omowy znacznie większy.

Dla zabezpieczenia od rdzewienia przewodniki żelazne cynkują się. Druty żelazne, przeznaczone do budowy linii, przy przyjęciu z fabryki bywają badane tak pod względem oporu elektrycznego (zapomocą pomiarów t. zw. mostkiem Thomsona z galwanometrem lusterkowym) jako też na wytrzymałość mechaniczną, przez wielokrotne wyginanie na wálku o określonym promieniu (3 lub 10 mm stosownie do grubości próbowanego drutu), przyczem drut powinien bez uszkodzenia wytrzymać przepisaną ilość wygięć i wyprostowań.

Najczęściej stosowane są druty żelazne o średnicy 3 do 5 mm, miedziane i bronzowe 1,5 do 4 mm.

Przewodniki żelazne przymocowywane są do izolatorów zapomocą żelaznego, wyżarzonego, cynkowanego drutu wiązałkowego o 1 do 2,5 mm średnicy, miedziane i bronzowe — zapomocą miedzianych drutów 1 mm do 2 mm średnicy.

Jako stop do wyrobu przewodników z bronzu, stosowany jest krzemo-bronz i fosforo-bronz. W zależności od domieszki ciał obcych do miedzi, przewodność elektryczna stopu oraz jego wytrzymałość na zerwanie zmienia się, przytem przewodność znajduje się w stosunku odwrotnym do wytrzymałości, czyli, że przewodnik, posiadający lepszą przewodność elektryczną, jest mniej wytrzymały na zerwanie.

*Przewodność* drutu brązowego w stosunku do przewodnika z czystej miedzi, przy wytrzymałości na zerwanie 90 do 100 kg na  $\text{mm}^2$  wynosi 10 do 30%, przy 70 kg na  $\text{mm}^2$  — 60%, a przy 50 kg na  $\text{mm}^2$  — 90%. Wytrzymałość przewodnika na zerwanie może być również zwiększona przez silniejsze walcowanie.

Przy dużych rozpiętościach, naprz. ponad rzekami, stosuje się drut o większej wytrzymałości, przy rozpiętościach normalnych — o mniejszej.

Poniżej podana tablica wskazuje *opór elektryczny i wytrzymałość na zerwanie* najczęściej stosowanych przekrojów i rodzajów przewodników, jak również ilość i rodzaj próbnych gięć, które przewodnik powinien wytrzymać, bez widocznych uszkodzeń. Warstwa cynkowa, pokrywająca powierzchnię przewodnika żelaznego, powinna posiadać taką grubość, by wytrzymać 6 do 8-miu zanurzeń w ciągu 1 minuty w 20% roztworze siarczanu miedzi bez zmian powierzchni.

Tablica najczęściej używanych przewodów

| RODZAJ                 | Średnica mm | Przekrój mm kw. | Waga 100 m kg. | Opór omowy przy 15°C na 100 m. | Długość 1 kg. drutu metrów | Wytrzymałość na zerwanie kg. | Próba na gięcie. Ilość gięć na łuku o promieniu |       |
|------------------------|-------------|-----------------|----------------|--------------------------------|----------------------------|------------------------------|---|-------|
|                        |             |                 |                |                                |                            |                              | 5 mm  | 10 mm |
| Drut żelazny cynkowany | 2           | 3,14            | 2,38           | 4,8                            | 42                         | 125                          | 9   | —     |
|                        | 3           | 7,06            | 5,88           | 2,2                            | 17                         | 283                          | 8   | —     |
|                        | 4           | 12,56           | 9,01           | 1,2                            | 11                         | 503                          | —   | 8     |
|                        | 5           | 19,63           | 14,5           | 0,64                           | 4                          | 786                          | —   | 7     |
| Drut brązowy           | 1,2         | 1,13            | 1,0            | 1,55                           | 99                         | 75                           | 18  | —     |
|                        | 1,5         | 1,76            | 1,6            | 1,04                           | 60                         | 120                          | 15  | —     |
|                        | 2           | 3,14            | 2,8            | 0,59                           | 34                         | 170                          | 10  | —     |
|                        | 2,5         | 4,5             | 4,0            | 0,42                           | 25                         | 250                          | 7   | —     |
|                        | 3           | 7,06            | 6,3            | 0,26                           | 16                         | 372                          | —   | 7     |
|                        | 4           | 12,56           | 11,2           | 0,15                           | 9                          | 640                          | —   | 6     |
| Drut stalowy cynkowany | 2           | 3,15            | 2,38           | 2,88                           | 42                         | 2,51                         | 8   | —     |
|                        | 3           | 7,06            | 5,88           | 6,5                            | 17                         | 5,66                         | 6   | —     |



Im większa jest wytrzymałość przewodnika na zerwanie, tem większa może być zastosowana odległość między punktami jego zawieszenia na izolatorach.

Przewodniki w czasie zakładania są naciągane zapomocą wielokrażków, przyczem, z powodu własnego ciężaru, przewodnik nigdy nie może przybrać kierunku linii prostej, lecz tworzy linię wygiętą w dół\*). Największą odległość między przewodnikiem i idealną linią prostą, łączącą jego punkty zawieszenia, nazywamy *zwisem*. Zwis powinien być regulowany w zależności od temperatury, panującej w czasie zawieszania przewodnika, od wzajemnej odległości punktów zawieszenia i od materiału, z którego przewodnik jest wykonany. Wielkość zwisu może być określona z wzoru:

$$Z = \frac{d^2 w}{8 \cdot H}$$

w którym  $Z$  oznacza zwis,  $d$  — odległość w linii prostej między punktami zawieszenia,  $w$  — wagę przewodnika między temi punktami i  $H$  jego naprężenie. Wielkość naprężenia  $H$  może być określona z równania:

$$H = \sqrt{\frac{l^3 w^2}{24 (1 - \alpha)}}$$

w którym  $l$  oznacza rzeczywistą długość przewodnika,  $\alpha$  — współczynnik wydłużania się (naprz. dla bronzu 0,000017, dla żelaza 0,000012 na 1° C).

Wpływ temperatury powietrza na przewodnik objawia się przez to, że przy niskiej temperaturze przewodnik metalowy się kurczy i z tego powodu naprężenie jego wzrasta i może nawet, w razie niedostatecznego zwisu spowodować zerwanie; przy wysokiej temperaturze — przewodnik się wydłuża, zwis się powiększa, to zaś w razie zbytniego zwisania może spowodować w czasie wiatru zetknięcie się zbyt zbliżonych do siebie drutów.

Wydłużanie się przewodnika pod wpływem temperatury może być obliczone z wzoru:

$$l = l_0 (1 - \alpha t),$$

---

\*) Linja ta jest t. zw. krzywą łańcuszkową, lecz z powodu swej małej krzywizny może być uważana za paraboliczną.

w którym  $l$  oznacza długość przewodnika przy temperaturze  $t_0^{\circ}\text{C}$ ,  $l_0$  — jego długość przy temperaturze  $0^{\circ}\text{C}$ ,  $\alpha$  — współczynnik wydłużania się.

Wielkość zwisu będzie tem większa, im większa będzie odległość między punktami zawieszenia przewodnika.

Ponieważ wielkość zwisu znajduje się w stosunku odwrotnym do naprężenia przewodnika, więc przewodnikom z materiałów, mniej wytrzymałych na zerwanie, należy nadawać większy zwis. Oprócz temperatury, mają również wpływ na zwis przewodników i mogą nawet spowodować ich zerwanie, z powodu zwiększenia ich naprężenia, inne zjawiska atmosferyczne: sadz i wichry.

Przy określaniu najodpowiedniejszego zwisu w zależności od materiałów i rozpiętości przewodnika, najlepiej posilkować się tablicami, z których poniżej dwie podajemy.

Tablica zwisania i naprężenia drutu brązowego o wytrzymałości 70 kg na  $\text{mm}^2$  przekroju

Najmniejszy dopuszczalny zwis — w cm i naprężenie na  $1 \text{ mm}^2$  — w kg.

| Temperatura        | ROZPIĘTOŚĆ w m. |      |      |      |      |      |      |      |       |      |
|--------------------|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|
|                    | 40 m            |      | 50 m |      | 60 m |      | 80 m |      | 100 m |      |
| $^{\circ}\text{C}$ | cm              | kg   | cm   | kg   | cm   | kg   | cm   | kg   | cm    | kg   |
| —25                | 10              | 17,5 | 16   | 17,5 | 22   | 17,5 | 40   | 17,5 | 62    | 17,5 |
| —20                | 11              | 16,4 | 17   | 16,4 | 24   | 16,5 | 42   | 16,6 | 65    | 16,6 |
| —15                | 11              | 15,4 | 18   | 15,4 | 25   | 15,4 | 44   | 15,6 | 69    | 15,7 |
| —10                | 12              | 14,4 | 19   | 14,4 | 27   | 14,5 | 47   | 14,7 | 73    | 14,8 |
| — 5                | 13              | 13,4 | 20   | 13,4 | 29   | 13,5 | 50   | 13,8 | 78    | 13,9 |
| 0                  | 14              | 12,4 | 22   | 12,5 | 31   | 12,6 | 54   | 12,9 | 82    | 13,2 |
| + 5                | 15              | 11,4 | 24   | 11,5 | 34   | 11,6 | 57   | 12,1 | 87    | 12,4 |
| +10                | 17              | 10,4 | 26   | 10,5 | 36   | 10,8 | 61   | 11,3 | 93    | 11,7 |
| +15                | 18              | 9,5  | 28   | 9,7  | 39   | 9,2  | 66   | 10,5 | 99    | 11,0 |
| +20                | 20              | 8,5  | 31   | 8,8  | 43   | 9,1  | 71   | 9,8  | 105   | 10,3 |
| +25                | 23              | 7,7  | 34   | 8,0  | 47   | 8,4  | 76   | 9,1  | 111   | 9,7  |

Tablica zwisania i naprężenia<sup>3</sup> drutu żelaznego o wytrzymałości  
40 kg na mm<sup>2</sup> przekroju

Najmniejsze dopuszczalne zwisanie — w cm i naprężenie na 1 mm<sup>2</sup> — w kg

| Tempe-<br>ratura | ROZPIĘTOŚĆ w m. |      |      |      |      |      |      |      |       |      |
|------------------|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|
|                  | 40 m            |      | 50 m |      | 60 m |      | 80 m |      | 100 m |      |
| °C               | cm              | kg   | cm   | kg   | cm   | kg   | cm   | kg   | cm    | kg   |
| —25              | 16              | 10,0 | 24   | 10,0 | 35   | 10,0 | 62   | 10,0 | 98    | 10,0 |
| —20              | 17              | 9,0  | 27   | 9,1  | 38   | 9,2  | 67   | 9,3  | 104   | 9,4  |
| —15              | 19              | 8,1  | 30   | 8,3  | 42   | 8,4  | 72   | 8,7  | 110   | 8,9  |
| —10              | 22              | 7,2  | 33   | 7,5  | 46   | 7,7  | 77   | 8,1  | 116   | 8,4  |
| — 5              | 24              | 6,4  | 36   | 6,8  | 50   | 7,1  | 82   | 7,6  | 122   | 8,0  |
| 0                | 27              | 5,7  | 40   | 6,2  | 54   | 6,5  | 87   | 7,1  | 129   | 7,6  |
| + 5              | 30              | 5,1  | 43   | 5,6  | 58   | 6,0  | 93   | 6,7  | 135   | 7,2  |
| +10              | 34              | 4,6  | 47   | 5,2  | 63   | 5,6  | 98   | 6,4  | 141   | 6,9  |
| +15              | 37              | 4,2  | 51   | 4,8  | 67   | 5,2  | 103  | 6,0  | 147   | 6,6  |
| +20              | 40              | 3,9  | 55   | 4,4  | 71   | 4,9  | 109  | 5,7  | 154   | 6,3  |
| +25              | 44              | 3,6  | 59   | 4,1  | 76   | 4,6  | 114  | 5,5  | 160   | 6,1  |

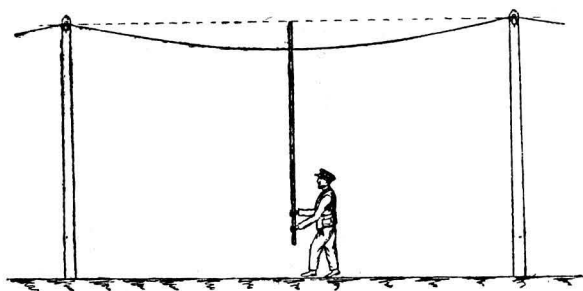
Dla drutów o wytrzymałości pośredniej pomiędzy 70 kg i 40 kg na mm<sup>2</sup> można dopuścić zwisy i naprężenie średnie pomiędzy wielkościami, wskazanymi w powyższych tablicach.

Przy prowadzeniu przewodników, dla nadania im odpowiedniego zwisu, można się posilkować zwykłą tyczką z oznaczoną na niej gwoździem wielkością zwisu, która ma być uwzględniona. W tym celu wierzchołek tyczki powinien dotykać wysokości linii prostej, łączącej punkty zawieszenia przewodnika (rys. 226), a najniższy punkt zwieszającego się przewodnika powinien się znajdować na wysokości gwoździa.

Bardzo celowe jest również stosowanie przy zawieszaniu przewodników wagi sprężynowej (siłomierza), dla określenia siły ich naprężenia.

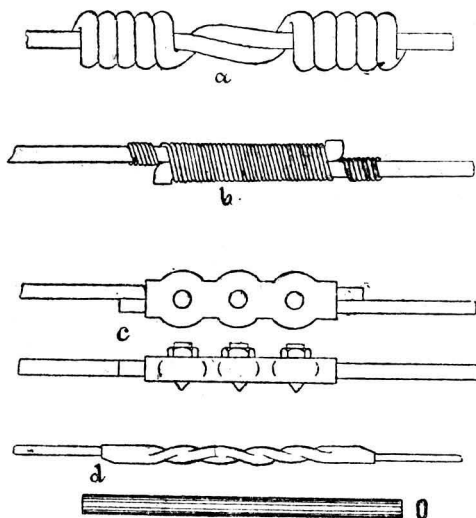
Ponieważ przewodniki są dostarczane w kręgach o ograniczonej długości drutu, na dłuższych liniach wypada druty sztukować i w tym celu końce ich powinny być dokładnie połączone zapomocą odpowiedniego skręce-

nia (rys. 227) i zlutowania, lub przez zastosowanie specjalnych łączników.



Rys. 226.

Przy wykonywaniu złącza zapomocą skręcenia, jak na rys. 227 a, drut często się nadwiera i traci na wytrzymałości, z tego powodu sposób ten nie może być zalecany.

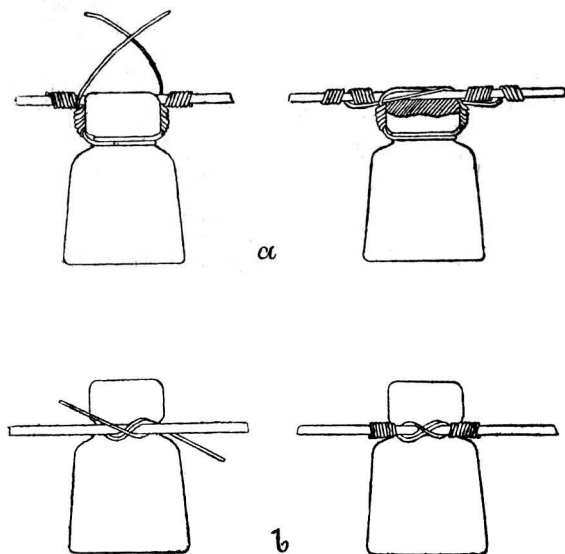


Rys. 227.

Obecnie częściej stosuje się wykonanie złącz zapomocą cienkiego drutu wiązałkowego, w sposób, wskazany na rysunku 227 b, poczem miejsce połączenia przewodników zostaje dokładnie zlutowane. Przed lutowaniem należy powierzchnię drutów oczyścić przez pogrążenie ich w specjalnym płynie, który nie powinien zawierać kwasu. Do lutowania stosuje się stop, złożony z 3-ch części ołowiu na 2-wie części cyny. Lutowanie najczęściej skutecznia się przez pogrążanie w tyglu, którego otwór powinien mieć nie mniej, niż 25 cm długości. Dobry wynik dały złącza, robione z zastosowaniem zaci-

żony z 3-ch części ołowiu na 2-wie części cyny. Lutowanie najczęściej skutecznia się przez pogrążanie w tyglu, którego otwór powinien mieć nie mniej, niż 25 cm długości. Dobry wynik dały złącza, robione z zastosowaniem zaci-

sków lub rurek łącznikowych. Łączniki tego rodzaju mają kształt pochwy metalowych (rys. 227 c) z tego samego, co przewodnik, metalu, z otworem równym podwójnej grubości drutu; posiadają one wypukłości w miejscach, gdzie przez nie przepuszczone są bolce, których śruby posiadają stożkowe końce. Gdy po wsunięciu końców obu przewodników do otworów pochwy bolce zostaną przykręcone, przewodniki wegną się w wyżłobienia i w ten sposób zapewnione jest dobre zmocowanie drutów, oraz dobry kontakt elektryczny w miejscu złącza. Dla przewodników



Rys. 228.

brązowych od 1,5 do 5 mm śr. może być stosowane złącze uproszczone, wskazane na rys. 227 d. Pochwa metalowa z tego samego, co i przewodnik, metalu posiada otwór formy owalnej. Końce przewodników wsuwa się w tę pochwę (nie do samego końca), poczem zostaje ona przytrzymana specjalnem imadłkiem, a następnie innem imadłkiem wraz ze znajdującymi się w niej przewodnikami skręcona sposobem, wskazanym na rysunku, z obu stron środka, w tym samym kierunku. Istnieje wiele konstrukcyj łączników — dobre są te, które zapewniają złącze wytrzymałość na zerwanie równą tej, jaką posiada

pozostała część przewodnika i dobrą przewodność elektryczną. Przy zastosowaniu odpowiednich łączników, lutowanie miejsca złącza jest zbyt częste. Złącze przy dwu odmiennych metalach (naprz. żelazo i miedź) należy zabezpieczyć od wpływu wilgoci przez owinięcie taśmą izolacyjną lub przez posmołowanie.

W każdym razie należy zwracać uwagę, aby złącza były wykonane starannie i prawidłowo, gdyż często mają one pozór dobrych, a posiadają opór elektryczny, dochodzący nieraz do kilkuset omów.

Przewodniki są przymocowywane do izolatorów za pomocą wspomnianego poprzednio (str. 283, 285) drutu wiązałkowego, do główki lub do szyjki izolatora. Jeden ze sposobów takiego przywiązywania wskazany jest na rys. 228 *a*, drugi na rys. 228 *b*. Sposobów tych nie opisujemy, gdyż tylko praktyka może nauczyć prawidłowego wiązania. Dla pierwszego z nich potrzebne są dwa kawałki drutu wiązałkowego m. w. po 40 cm każdy, dla drugiego — jeden o długości m. w. 70 cm. Przy linjach prostych przewodniki przywiązywane są przeważnie do główek izolatorów lub do szyjki od strony słupa, aby w razie pęknięcia przewiązki drut nie spadł na ziemię, lecz zatrzymał się na haku. Na załamaniach zaś linii przewodnik bywa zwykle przymocowywany do szyjki izolatora i przytem tak, aby siły naprężające przyciskały go do izolatora.

## 2) Izolatory

Przewodniki napowietrzne są przymocowywane do izolatorów porcelanowych (rzadziej szklanych) glazurowanych, kształtu okapowego. Izolatory posiadają zazwyczaj glazurę koloru białego, czasem jednak stosuje się glazurę kolorową (zielonkawą) mniej widoczną — dla uniknięcia uszkodzeń, powodowanych przez rzucanie przez psotników kamieni.

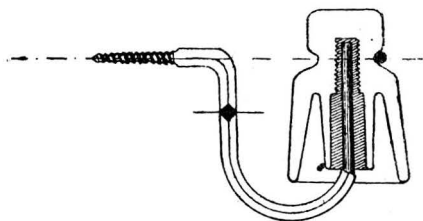
Wymiary izolatorów powinny być dostosowane do przekrojów przewodników, co zwykle można określić z wskazówek, umieszczonych w cennikach.

Działanie izolatorów polega na wprowadzeniu, dzięki własności materiału, z którego są zrobione, i kształtowi, dużego oporu pomiędzy przewodnik i hak żelazny, na którym izolator jest osadzony i który często bywa uziemiony. Część dolna izolatora stanowi okap dla wilgoci atmosferycznej.

rycznej i przeciwdziała w ten sposób tworzeniu się warstwy wodnej, któraby łączyła elektrycznie przewodnik z hakiem. Dla skutecznego działania w tym względzie okapu, *nieodzwonne jest, aby izolator był zawsze umieszczany pionowo, okapem w dół.*

Izolatory powinny być wykonane z dobrego materiału (ze szpatowej porcelany) i posiadać glazurę bez szkaz. O jakości materiału izolatora można się praktycznie przekonać po jego rozbiciu, przez opuszczenie kropli atramentu na obnażoną jego powierzchnię, — jeżeli atrament nie wsiąka — materiał jest ścisły. Dobry izolator przy uderzeniu wydaje czysty dźwięk. Stan izolacji można sprawdzić za pomocą pomiaru, zanurzwszy izolator okapem do góry w roztwór kwasu siarkowego, którym też należy napęlnić jego wnętrze do poziomu równego z poziomem kwasu w naczyniu. Jeden z biegunów przewodu pomiarowego powinien być połączony za pomocą przewodnika z wnętrzem izolatora, drugi — z naczyniem oławianem, w którym został on umieszczony.

Izolatory są obsadzane na hakach żelaznych za pomocą konopi, nasyconych olejem lnianym z minją, lub też za pomocą specjalnego kitu. Stosowanie w tym celu siarki jest niedopuszczalne, gdyż izolatory tak umocowane w czasie mrozów często



Rys. 229.

pękają. Dla lepszego przylegania masy uszczelniającej, końce haków powinny być zaopatrzone w ostre karby. Izolatory wkręca się na haki w kierunku nawinięcia konopi.

*Haki* powinny posiadać odpowiedni kształt i należyte wymiary, aby mogły wytrzymać duże względnie obciążenie, na jakie są narażone. Dla izolatorów mniejszych wymiarów mogą one być z żelaza okrągłego, dla większych zwykle z żelaza o przekroju kwadratowym. Koniec haka, wchodzący w izolator powinien posiadać taką wysokość (rys. 229), aby sztyka osadzonego na nim izolatora wypadła na jednym poziomie z ramieniem haka, gdyż w przeciwnym razie hak mógłby ulec przekręceniu przez przewodnik. Drugi koniec haka bywa zaopatrzony w nacięcie śrubowe — jeżeli ma być wkręcony w drzewo,



w bolec — jeżeli ma być przymocowany do podpory z żelaza fasonowego, lub też — w odpowiednią rozszczepioną powierzchnię, jeżeli ma być umocowany w murze.

### 3) Słupy i łąkościyny oraz podpory i odciągaczk

Długie linie powietrzne prowadzone są przeważnie na słupach drewnianych. Najczęściej stosuje się u nas w tym celu drzewa sosnowe i dębowe. Słupy dębowe są trwalsze, lecz zato droższe i rzadko dostatecznie proste.

Ze względu na niską stosunkowo cenę drzewa słupy u nas dotąd przeważnie nie były nasycane. W krajach, gdzie drzewo jest drogie, słupy bywają nasycane zapomocą: kreozytu, sublimatu, siarczanu miedzi i innych chemikaljów, istnieje w tym względzie wiele patentowanych sposobów. Średnia trwałość zwykłych słupów wynosi do 7 lat; słupy, odpowiednio nasycane, zachowują się dobrze w ciągu lat 15-tu, a nawet i dłużej.

Najbardziej narażona na gnienie jest część słupa, znajdująca się przy powierzchni gruntu w miejscu, gdzie drzewo znajduje się pod wpływem wilgoci ziemi i powietrza. Miejsce to należy zabezpieczyć przynajmniej na parę stóp nad i pod powierzchnią gruntu zapomocą warstwy smoły. Opalenie końców słupów nie jest celowe, gdyż wprowadzie niszczy znajdujące się na powierzchni zarazki gnilne, ale zato zwęglona powierzchnia drzewa łatwiej pochłania wilgoć.

W ostatnich czasach wchodzi w użycie, szczególnie przy liniach kolejowych, zwyczaj umieszczania słupów ponad powierzchnią gruntu przez umocowanie ich pomiędzy dwiema szynami kolejowymi, wpuszczonemi głęboko w ziemię (1,4 m i więcej w zależności od wysokości słupa); jest to racjonalne, gdyż usuwa część słupa drewnianego, najbardziej narażoną na gnienie. Sposób ten bywa stosowany również przy remoncie podgniłych słupów. W tym celu dolną część słupa odpilowywa się, a jego podstawę umieszcza pomiędzy dwie szyny lub dwa słupki, wkopane w ziemię, i przymocowywa do nich zapomocą dwu silnych przewiązek z linki drucianej (naprz. zrobionej z 4-ch drutów żelaznych o 4 mm śr. każdy).

Drzewo używane na słupy powinno być zimowego cięcia, możliwie proste, bez sęków i skaz.

Dyrekcja Warszawska Kolei Państwowych stawia następujące warunki przy dostawie słupów telegraficznych:

„Sosnowe słupy winny być wyrabiane z materiału, pochodzącego od odziomka; powinny być proste, niezmurszałe, ze zdrowym rdzeniem, bez sęków, garbów i śladów toczenia przez robaki, dokładnie oczyszczone z kory na całej długości.

Niedopuszczalne jest obciosywanie słupów w celu ich wyprostowania.

Słupy winny być zimowego cięcia (w czasie od 1 Listopada do 1 Marca) i pochodzić z miejscowości, nie zarazzonej grzybem.

Słupy powinny być u wierzchołka z dwu stron zaciosane“

*Średnica wierzchołka słupa* nie powinna być mniejsza od 15 cm. Długość słupa (nie mniejsza, niż 7 m) jest zależna od ilości zawieszonych na nim przewodników przy uwzględnieniu, że odległość najniższego drutu od powierzchni ziemi nie może być mniejsza od 3 metrów, a przy przejściu ponad drogami jeszcze większa w zależności od miejscowych przepisów. Zazwyczaj słupy drewniane posiadają następujące średnice wierzchołka w zależności od długości:

|         |         |                 |            |
|---------|---------|-----------------|------------|
| długość | 7 m     | śr. wierzchołka | 14 — 16 cm |
| „       | 8—9 „   | „               | 15 — 17 „  |
| „       | 11 „    | „               | 16 — 18 „  |
| „       | 12—13 „ | „               | 17 — 19 „  |

Najmniejsza odległość pomiędzy najbliższymi przewodnikami na jednym słupie nie może być mniejsza, niż 30 cm. Należy jednak dążyć, by przez stosowne rozmieszczenie izolatorów osiągnąć większą odległość pomiędzy drutami dla ułatwienia monterowi dostępu do izolatorów.

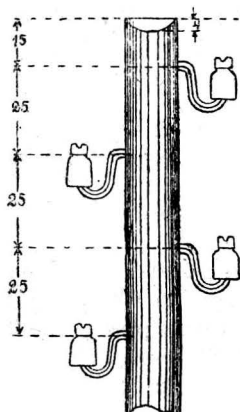
Dla określenia średnicy wierzchołka słupa, może być zastosowany wzór (podług Uppenborna)  $z = 1,2 \times \sqrt{D \cdot H}$ , w którym  $D$  oznacza sumę średnic zawieszonych na słupie drutów, wyrażoną w milimetrach, a  $H$  średnią wysokość drutów od powierzchni ziemi, mierzoną przy słupie, w metrach.

Haki z osadzonemi na nich uprzednio izolatorami wkłada się w słup przed jego ustawieniem.

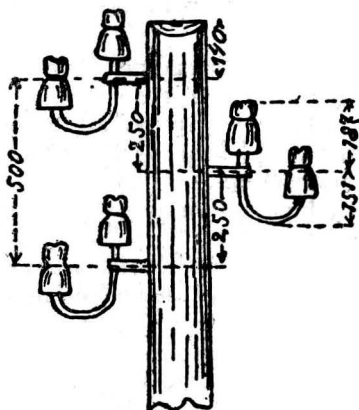
*Rozmieszczenie haków na słupie* \*) skutecznia się tak, jak wskazano na rys. 230. Górny hak jest umieszczony na 15 cm od wierzchołka słupa w kierunku kantu wierzchołka.

\*) patrz również artykuł K. Dobrskiego w Prz. El. 1922 r. w Z. 2. p. t. „Ospłzet słupów telegraficznych i telefonicznych“.

Następne haki są wkręcane naprzemiennie w odstępach 25-cio centymetrowych, jak wskazano na rysunku. Takie rozmieszczenie izolatorów ułatwia racjonalne, zapobiegające



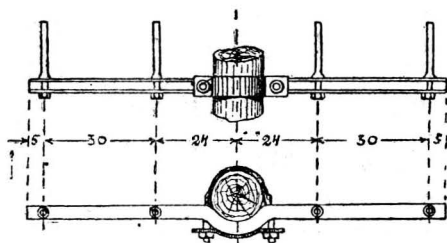
Rys. 230.



Rys. 231.

indukcji, rozmieszczenie drutów. Wadliwe byłoby umieszczenie dwu haków na jednym poziomie, bo osłabiałoby przekrój słupa w tem miejscu.

Jeżeli na jednym słupie ma umieścić się więcej, niż 8 przewodników, zaleca się stosowanie haków po-



Rys. 232.

dwójnych (rys. 231) lub haków przymocowanych do poprzeczników z fasonowego żelaza formy U (rys. 232). Poprzeczniki te są przymocowywane do słupa zapomocą nakładek i bolców. Pojedynczy poprzecznik mieści 4 do 8 trzonów do izolato-

rów, — dla większej ilości izolatorów umieszcza się na słupie kilka poprzeczników. Dla lepszego wyzyskania miejsca czasem oprócz prostych trzonów do izolatorów (wskazanych na rys. 232) do poprzeczników bywają przymocowywane haki wygięte.

Poprzeczniki są przymocowywane do słupów zazwyczaj już po ich ustawieniu. Należy dbać, aby wszystkie ich

nakładki były umieszczone po tej samej stronie słupa. Odległość poprzecznika od wierzchołka słupa zazwyczaj wynosi 15 cm, odległość od górnej części poprzecznika do następnego 50 cm. Odległość od haka izolatorowego, wkręconego w słup, do poprzecznika 40 cm.

Dyrekcja Kolejowa Warszawska dopuszcza obciążenie słupów drewnianych przewodami w liczbie podanej w umieszczonej niżej tabeli, przy uwzględnieniu najsilniejszego naporu wiatru  $125 \text{ kg/m}^2$  i obciążeń powłoką lodową do dwukrotnej średnicy drutu.

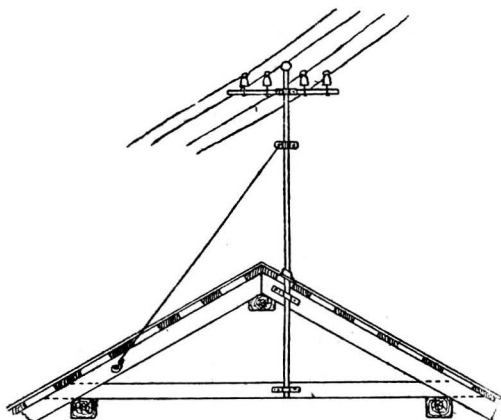
| Słupy o długości | średnica w m/m | Dopuszczalna ilość przewodów sieci |      |      |      |                                     |      |      |      |                               |      |      |      |
|------------------|----------------|------------------------------------|------|------|------|-------------------------------------|------|------|------|-------------------------------|------|------|------|
|                  |                | dla słupów linjowych o przelocie   |      |      |      | dla słup. rozkraczanych o przelocie |      |      |      | dla słupów typu H o przelocie |      |      |      |
|                  |                | 75 m                               | 60 m | 50 m | 40 m | 75 m                                | 60 m | 50 m | 40 m | 75 m                          | 60 m | 50 m | 40 m |
| 7                | 1,5            | 23                                 | 28   | 34   | 42   | 81                                  | 101  | 121  | 151  | 69                            | 87   | 114  | 130  |
|                  | 2              | 17                                 | 21   | 25   | 32   | 61                                  | 76   | 91   | 114  | 52                            | 65   | 78   | 97   |
|                  | 4              | 8                                  | 11   | 13   | 16   | 30                                  | 38   | 45   | 56   | 26                            | 32   | 39   | 49   |
|                  | 5              | 7                                  | 8    | 10   | 13   | 24                                  | 30   | 36   | 45   | 21                            | 26   | 31   | 39   |
| 8,5              | 1,5            | 20                                 | 25   | 30   | 38   | 82                                  | 103  | 123  | 154  | 67                            | 83   | 100  | 125  |
|                  | 2              | 15                                 | 19   | 23   | 28   | 62                                  | 77   | 92   | 115  | 50                            | 62   | 75   | 94   |
|                  | 4              | 8                                  | 9    | 11   | 14   | 31                                  | 38   | 46   | 58   | 25                            | 31   | 37   | 47   |
|                  | 5              | 6                                  | 8    | 9    | 11   | 25                                  | 31   | 37   | 45   | 20                            | 25   | 30   | 37   |
| 10               | 1,5            | 18                                 | 23   | 27   | 34   | 84                                  | 106  | 127  | 158  | 65                            | 82   | 98   | 123  |
|                  | 2              | 14                                 | 17   | 21   | 26   | 63                                  | 79   | 95   | 119  | 49                            | 61   | 74   | 92   |
|                  | 4              | 7                                  | 9    | 10   | 13   | 32                                  | 49   | 48   | 59   | 25                            | 31   | 37   | 46   |
|                  | 5              | 5                                  | 7    | 8    | 10   | 25                                  | 32   | 38   | 48   | 19                            | 25   | 29   | 37   |

Jeżeli przewody przechodzą przez miasto, poprzeczники mogą być przymocowane do murów w kształcie krokosztynów, lub też umieszczone na żelaznych stojakach rurowych, wpuszczonych w dachy domów (rys. 233). W tym celu stosuje się rury o 70 mm średnicy i 2 do 4 m długości. Rury umocowuje się zapomocą nakładek i śrub do wiązania dachowego, a w razie potrzeby wzmacnia odciągaczkami z drutu żelaznego, przymocowanymi do górnej części rur. Dla zabezpieczenia od wilgoci górny otwór rury powinien być zamknięty czopem (w formie galki), miejsce przejścia rury przez dach uszczelnione daszkiem z blachy cynkowej, przylutowanej do rury.

Słupy drewniane, używane do izolatorów prądu słabego, posiadają, jak już wspomniano, długość 7 do 13 m. Wierzchołek ich powinien być ostro zakończony; czasem zaopatruje go się dla ochrony od wilgoci w blaszany daszek. Słupy zakopuje się w ziemię na głębokość co naj-

mniej 1,5 m; za normę głębokości przyjmuje się zazwyczaj  $\frac{1}{5}$  wysokości słupów (jednak zwykle nie więcej ponad 2 m).

Słupy, narażone na nierównomierne obciążenie w dwu przeciwnych kierunkach, jak naprz. słupy krańcowe, lub umieszczone w punktach zmiany kierunku przewodów, należy wzmocnić przez dodanie



Rys. 233.

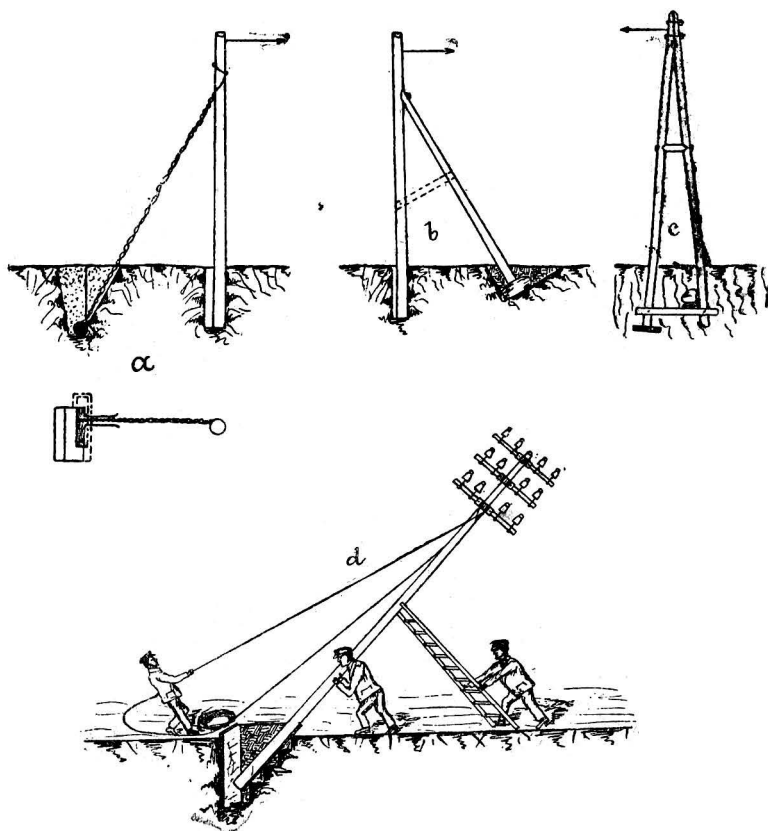
podpór lub odciągaczek. Nawet słupy, ustawione w zupełnie prostej linii, wymagają w pewnych odstępach, naprz. co dziesiąty słup, takiego wzmocnienia dla zapobieżenia uszkodzeniu linii na większej przestrzeni w razie przewrócenia się jednego słupa. Przytem ponieważ nie wiadomo, w którym kierunku nastąpi większe obciążenie, najlepiej zastosować równocześnie odciągaczkę i podpórę (z tej samej strony słupa).

Odciągaczki i podpory należy ustawiać w takim kierunku, aby przeciwdziałyły nierównomiernemu obciążeniu.

Pochylenie podpór w stosunku do słupa powinno wynosić od 30 do 45°.

Odciągaczki wykonywa się przeważnie z dwukrotnie lub czterokrotnie skręconego drutu żelaznego o 4 mm średnicy, dwukrotnie okręconego na górnej części słupa i umocowanego zapomocą żelaznego haka (rys. 234 a). Na drugim końcu należy przymocować odciągaczkę do kamienia lub do odcinka słupa metrowej długości, który powinien być zakopany na głębokości m. w. 1 m, w kierunku poprzecznym do słupa izolatorowego.

Jako podpory, stosuje się słupy tej samej średnicy, co słupy izolatorowe (rys. 234 b). Grubszym końcem zakopuje się na głębokość  $\frac{1}{2}$  m i opiera na kamieniu. Górny koniec przymocowuje się do słupa izolatorowego zapomocą 2 śrub. Nadcinanie słupa jest niedopuszczalne, by



Rys. 234.

nie osłabiać jego przekroju. Czasem stosuje się podpory równej ze słupem długości i łączy z nim zapomocą dwu żelaznych bolców. Urządzenie takie jest jeszcze odporniejsze, jeżeli je wzmocnić drewnianą poprzeczką, jak wskazano na rysunku 234 c.

Słupy, narażone na uszkodzenia przez przejeżdżające wozy, należy zabezpieczyć słupkami, lub wkopaniami na sztorc kamieniami — t. zw. *odbojami*.

*Doły pod słupy* powinny być kopane wąskie, podłużne, z zagłębieniem schodkowatym (rys. 234 d). Sposób taki zmniejsza ilość wyrzucanej ziemi, przez co robota jest prędsza i tańsza, przytem, dzięki mniejszemu poruszeniu gruntu, obsadzenie słupa jest mocniejsze. Wystarczające są wymiary dołów: szerokość — 0,30 do 0,40 m, długość — 0,80 do 1,20 m. Głębokość zakopywania słupów w ziemi zwykłej, na równym gruncie, winna być nie mniejsza od  $\frac{1}{5}$  długości słupa, na gruncie pochyłym — równa  $\frac{1}{4}$  długości słupa, a w gruncie skalistym —  $\frac{1}{7}$  dług. słupa. Do gruntów błotnistych i syckiego piasku taki sposób kopania dołów nie nadaje się tu; należy kopać doły szerokie, okrągłe, które w czasie kopania cembruje się cienkimi deskami, usuwanymi po ustawieniu słupa; dla wzmocnienia obsady słupów doły napełniane są kamieniami i szabrem, a czasem daje się drewniany krzyżulec.

Przed ustawieniem słupów wkręca się haki z izolatorami, często też przytwierdza się poprzeczniki.

Dla ustawiania słupów lekkich, przeznaczonych dla paru izolatorów, wystarcza dwóch ludzi, dla słupów cięższych nieco więcej; aby ułatwić podnoszenie, stosuje się liny i podpórki (rys. 234 d). Brzegi dołów dla zapobieżenia przedwczesnemu zasypywaniu się ich wskutek obsuwania się ziemi należy zabezpieczyć zapomocą desek.

Były robione, z dobrym wynikiem, próby mechanicznego ustawiania słupów zapomocą przyrządu przewoźnego (siłą pociągową zwierząt), zaopatrzonego w silnik o mocy 40 k. m. \*) Stwierdzono, że przy pomocy tego przyrządu można wywiercić w ziemi dół 1,6 m głęboki w ciągu 1,5 min. i następnie zapomocą podnośnicy mechanicznej ustawić słup. Stosowanie tego przyrządu dało możność ustawienia 10 słupów w ciągu godziny.

#### 4) Krzyżowanie i przeplatanie linii

Przy krzyżowaniu drutów napowietrznych z przewodnikami prądów o wyższym napięciu, druty te powinny

---

\*) opis patrz „Przegl. El.” — 1922 r. Z. 3 str. 45.



być zabezpieczone od przypadkowego zetknięcia się z nimi przez zastosowanie przewodnika izolowanego, odpornego na wpływy atmosferyczne (posiadającego t. zw. izolację Hoopera lub Hacketahla), lub też przez zawieszenie pod nim uziemionej siatki ochronnej, złożonej z drutów żelaznych (dwóch lub czterech drutów podłużnych—przymocowanych do poprzeczników, znajdujących się na słupach, i z drutów poprzecznych—łączących podłużne w metrowej odległości). Krzyżowania takie powinny być możliwie krótkie i z tego powodu najdogodniejsze są takie, które są wykonane pod kątem prostym.

Jeżeli linia prądu silnego ma napięcie niskie, t. j. jeżeli napięcie między każdym z przewodników a ziemią nie przekracza 250 V., to dla zabezpieczenia przewodników w razie ich przypadkowego zetknięcia się dopuszczalne jest zastosowanie przewodnika w izolacji odpornej na wpływy atmosferyczne. Jeżeli natomiast mamy do czynienia z wysokim napięciem, to nieodzowne jest stosowanie specjalnych urządzeń, jak naprz. siatek ochronnych, dodatkowych zawieszek drutu, drążków metalowych uziemiających i t. d., uniemożliwiających zetknięcie się przewodnika prądu silnego i słabego.

Przy krzyżowaniach przewodników najmniejsza pionowa odległość pomiędzy częściami składowymi obu linii nie powinna wynosić mniej, niż 1 m, a w kierunku poziomym — 1 m 25 cm.

Przy równoległym przebiegu dwu rodzajów przewodów należy przewodniki zabezpieczyć na łukach od możliwości zetknięć w razie zerwania się przewiązek drutów, za pomocą dodatkowych przewiązek, haków oporowych i t. d.

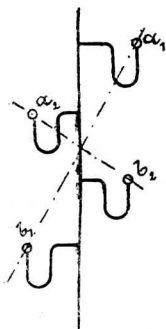
Przewodniki napowietrzne prądów słabych, jeżeli są zawieszone w pobliżu anten telegrafu bez drutu, powinny być zabezpieczone od zetknięcia się z nimi. Przy krzyżowaniach z nimi powinna być zachowana odległość co najmniej 5 m. Równoległy przebieg tych dwu rodzajów przewodów jest dopuszczalny, przy zachowaniu jednak między nimi odległości nie mniejszej, niż 15 m.

Odległość części składowych linii napowietrznej od kabli podziemnych silnego prądu powinna być nie mniejsza, niż 0,8 m.

Oprócz zabezpieczenia przewodów prądów słabych od bezpośredniego zetknięcia się z innymi przewodami, szczególnie zaś z takimi, w których płynie prąd o wysokim napięciu, bardzo ważne jest *zabezpieczenie* tych prze-

wodów od wpływów indukcji, wynikającej z wzajemnego oddziaływania prądów, płynących w różnych przewodnikach, bo może ona bardzo ujemnie wpływać na przebieg prądu w linii, a nawet uniemożliwić zupełnie prawidłowe działanie jej.

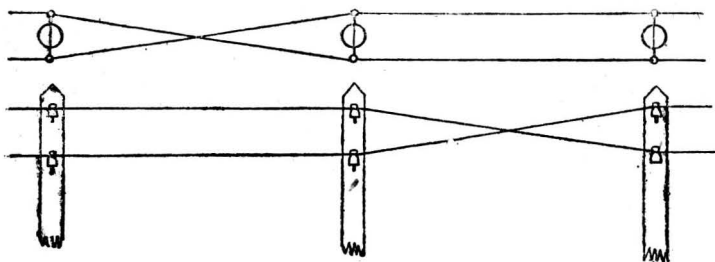
Jak wiadomo, *indukcją wzajemną* nazywamy oddziaływanie pola elektromagnetycznego, wytworzonego przez prąd, płynący w przewodniku, na drugi przewodnik, wzniecające w nim siłę elektromotoryczną. Ponieważ oddziaływanie indukcji wzajemnej jest najsilniejsze w przewodnikach biegnących równolegle, należy więc, w miarę możliwości unikać takiego właśnie położenia przewodów prądu słabego względem przewodów prądu silnego, w szczególności zaś względem prądu zmiennego albo nawet stałego, lecz posiadającego zmienne natężenie i wysokie napięcie. Przy krzyżowaniu z takimi przewodami, starać się należy, aby te krzyżowania były wykonane możliwie pod kątem prostym, lub do prostego zbliżonym. Gdy równoległy przebieg przewodów takich jest nie do uniknięcia, należy w celu zniweczenia szkodliwego wpływu indukcji wzajemnej, zastosować jeden z następujących sposobów: a) możliwe zbliżenie do siebie dwu przewodników, należących do jednego obwodu, co się daje jednak praktycznie uskutecznić tylko w kablach izolowanych, b) odpowiednie rozmieszczenie przewodników na izolatorach, jak wskazuje rysunek 235, c) prawidłowe przeplatanie pomiędzy sobą przewodników w równych odstępach. Tu rozpatrzmy tylko sposoby b i c, jako dające się zastosować do przewodników napowietrznych.



Rys. 235.

O ile linie są dwuprzewodowe, to w celu uniknięcia indukcji, należy je tak zawiesić, aby linie, łączące  $a_1$  z  $b_1$  i  $a_2$  z  $b_2$  przecinały się pod kątem prostym i dzieliły się wzajem na dwie równe połowy (rys. 235). Przy takim rozmieszczeniu przewodników oddziaływanie indukcyjne przewodnika  $a_2$  na przewodniki  $a_1$  i  $b_1$  jest jednakowej siły, jak oddziaływanie  $b_2$  na te przewodniki, lecz ma odwrotny kierunek, wobec czego wzajemnie się znoszą. Tak samo oddziałują przewodniki  $a_1$  i  $b_1$  na  $a_2$  i  $b_2$ . Sposób ten jest jednak skuteczny tylko przy dwóch dwuprzewodowych liniach, przy większej zaś ilości linii, lub przy liniach jedнопrzewodowych nie może być stosowany.

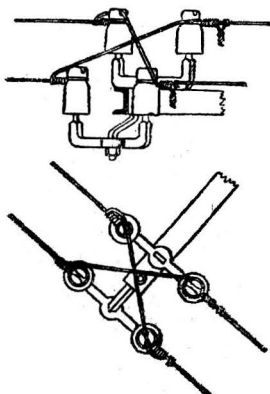
Najczęściej stosowanym sposobem osłabiania indukcji jest planowe przeplatanie przewodników w określonych odstępach, przez co zmieniamy ich wzajemne po-



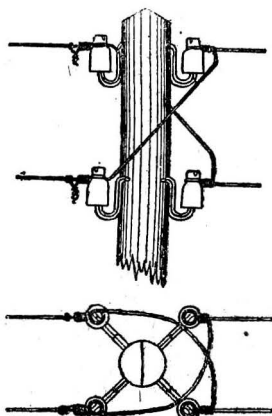
Rys. 236.

łożenie. W ten sposób w różnych odcinkach linii wywołuje się powstawanie prądów indukowanych o odmiennym kierunku, które się wzajemnie znoszą.

Przeplatanie przewodników można naprz. wykonać tak, że między dwoma sąsiednimi słupami przewódnik przechodzi z jednej strony słupów na drugą, a między następnymi słupami — z jednej wysokości na inną (rys. 236).



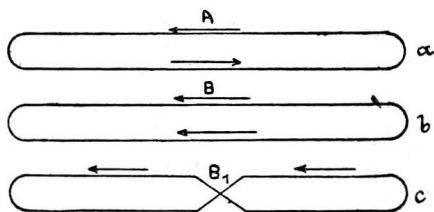
Rys. 237.



Rys. 238.

Taki sposób przeplatania jest jednak niewygodny, bo drutom, założonym skośnie pomiędzy słupami, trudno nadać odpowiedni zwis i przytem łatwiejsze są zetknięcia pomię-

dzy przewodnikami. Z tego powodu przewody bywają zawieszane równoległe między słupami, a przeplatań dokonywa się na słupach przy pomocy dodatkowo w tym celu umieszczonych izolatorów, naprz. w sposób wskazany na rysunku 237, w razie, jeżeli haki izolatorów są osadzone na poprzecznikach, lub według rys. 238, jeżeli haki są umocowane bezpośrednio

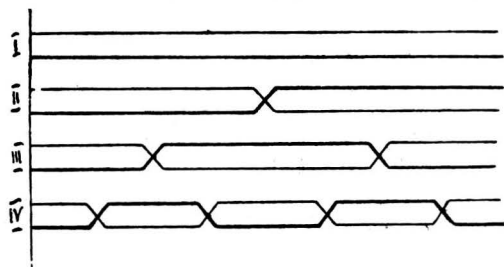


Rys. 239.

w słupie. Oba te sposoby wymagają haków specjalnych niejednakowej długości.

Dla unaocznienia wpływu indukcji na sąsiednie przewody, rozpatrzmy z początku dwie dwuprzewodowe linie, zawie-

szone równoległe (rys. 239), z których w jednej (A) przepływa prąd, wywołujący indukcję w przewodnikach drugiej sąsiedniej linii (B). Prąd, płynący w przewodniku linii (A), położonym najbliżej linii (B), będzie wywoływał w obu przewodnikach ostatniej pary o kierunku przeciwnym swemu kierunkowi i o natężeniu, znajdującym się m. w. w stosunku odwrotnym do drugiej potęgi odległości. Wobec tego prądy, wzniecone w obwodzie zamkniętym linii B, będą się niweczyły tylko częściowo, gdyż w przewodzie a natężenie będzie większe, niż w przewodzie b. Jeżeli pośrodku obwodu B przepleciemy przewodniki, jak wskazano na rys. 239 B<sub>1</sub>, to prądy wzniecone w obu połowach jednego przewodka będą się dodawały i natężenie prądu wznieconego w obu przewodnikach obwodu tego będzie równe, wskutek czego prądy te będą się wzajemnie niweczyły, jako posiadające przeciwne kierunki.

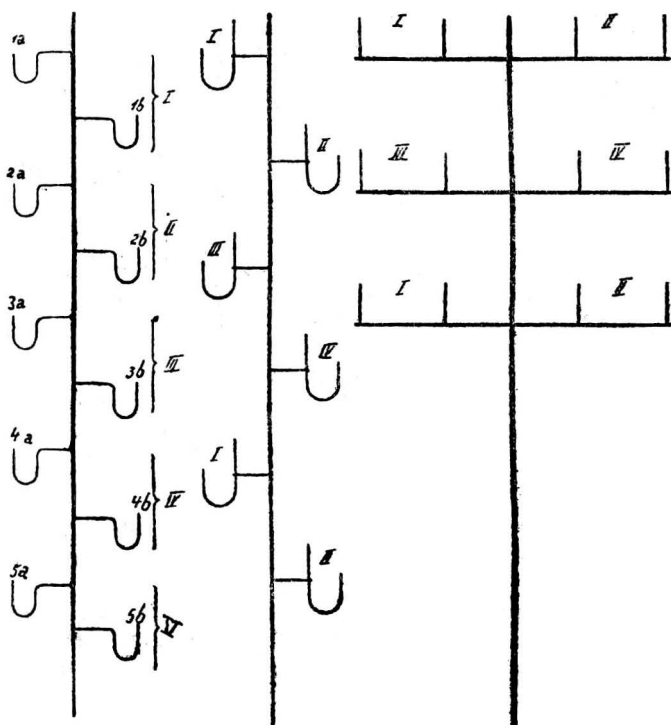


Rys. 240.

Przy większej ilości równoległych linii należy przeplatać pomiędzy sobą obydwa przewodniki każdej linii

w taki sposób, aby średnia ich odległość od przewodu, mogącego spowodować indukcję, na całym przebiegu była jednakowa. W tym celu przeplatania bywają wykonywane naprz. w sposób wskazany na rys. 239. Przy ilości linii większej ponad 4, przewodniki linii następnych należy przeplatać znów w taki sam sposób, jak wskazano na rysunku 239.

Ilość przeplatań jest zależna od wielkości wpływu in-

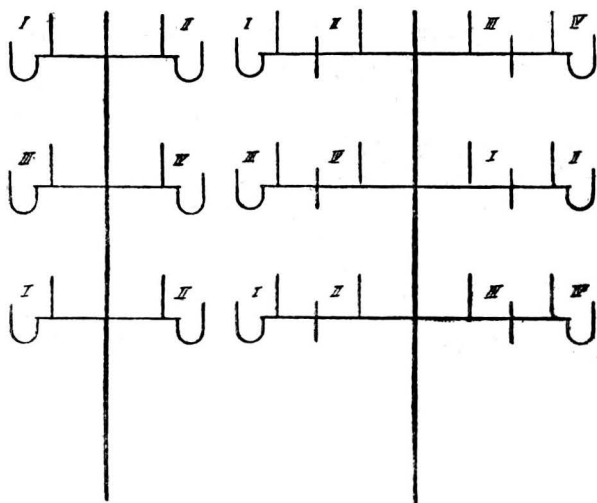


Rys. 241.

dukcyjnego. Jeżeli naprz. na słupach znajdują się same linie telefoniczne, to można wykonać przeplatania według wzoru, wskazanego na rys. 240, a mianowicie: dla pierwszej linii co 4 km., dla drugiej — co 3 km., dla trzeciej — co 2 km. i dla czwartej — co 1 km. Jeżeli natomiast na tych samych słupach są umieszczone również przewody telegraficzne, to przeplatania powinny być częstsze — w odstępach od 1 do 2 km.

W jaki sposób należy wykonywać przeplatania przy rozmaitem ugrupowaniu większej ilości przewodników, wskazują rysunki 241 i 242, na których temi samemi liczbami rzymskimi są oznaczone pary przewodników, należących do tej samej linii.

Gdy przewód przechodzi na inny rząd słupów, należy



Rys. 242.

uskutecznić jego przeplatania zgodnie z ustalonym dla tych słupów planem, bez względu na poprzednie jego przeplatania.

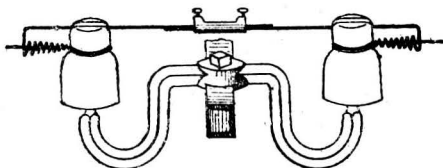
Szczególnie ważne jest przeplatanie drutów na końcach linii. Najodpowiedniejsze odległości przeplatań mogą być obliczone na tych samych podstawach, co obliczenia linii.

### 5) Punkty probiercze

W celu umożliwienia szybkiego sprawdzania stanu linii oraz wydzielania jej części w razie uszkodzenia urządzone są w liniach napowietrznych t. zw. *punkty probiercze*.

Miejsce na taki punkt należy wybrać tak, aby było ono pod dozorem i było łatwo dostępne (naprz. w pobliżu stacji kolejowej). Punkty probiercze powinny się znajdować w określonych odstępach od siebie, naprz. co 10 do 15 kilometrów.

Na rys. 243 przedstawiony jest sposób wykonania punktu probierczego. Do dwu izolatorów, umieszczonych na odpowiednich hakach, przymocowywa się końce linii, poczem do każdego z przewodów przylutowuje drut miedziany lub brązowy (przeważnie po 1,5 m długości o średnicy od 3 do 4 mm). Miejsce styku przewodnika żelaznego z miedzianym lub brązowym powinno być zabezpieczone od wpływów atmosferycznych zapomocą odpowiedniego pomalowania (naprz. lakiem asfaltowym). Przewodniki łączące zwiija się w pobliżu izolatorów w zwitki kształtu stożkowego, (jak wskazano na rysunku), swobodne zaś ich końce łączy się między sobą zapomocą zacisków, zaopatrzonych w dwie śrubki.



Rys. 243.

Każdemu punktowi probierczemu należy dać dobre uziemienie — nieodzowne dla wykonywania prób. Powinno ono być wykonane według wskazówek, zawartych w punkcie 8 niniejszego rozdziału (rys. 246).

### 6) Linje telefoniczne spupinizowane

O umożliwieniu porozumiewania się telefonicznego na zwiększoną odległość zapomocą zastosowania na linii urządzeń systemu Pupina była już mowa na str. 140\*). Wprowadzenie w linię stosownie rozmieszczonych cewek samoindukcyjnych daje możność podwojenia odległości, na którą możliwe jest dokładne porozumiewanie się, i wpływa na zmniejszenie skażenia głosu.

Można powiedzieć, że bez pupinizacji linja telefoniczna ze zwykłych przewodników żelaznych zdalna jest do użytku tylko na przestrzeni do 100 km. Ponad tę odległość powinny być już stosowane cewki samoindukcyjne.

Doświadczenia wykazały, że najdalsza dopuszczalna odległość dla linii telefonicznej o drutach żelaznych wynosi przy:

\*) Patrz również A. Ebeling Über Fernsprech-Freileitungslinien m. Pupinischen System ETZ. 1900 s. 550, oraz tegoż autora ETZ. 1921 r. Z. 32, str. 873 „Fernkabel und Verstärkung“.

|                                   |         |        |
|-----------------------------------|---------|--------|
| 3 mm drucie bez cewek Pupina      | . . .   | 100 km |
| " " " z cewkami                   | " . . . | 150 "  |
| 4 " " bez cewek                   | " . . . | 125 "  |
| " " " z cewkami                   | " . . . | 200 "  |
| Linka żelazna z 4 drutów 2 mm śr. | . . .   | 300 "  |
| " " " 7 " " " "                   | " . . . | 400 "  |

Próby wykonane na linii telefonicznej Gdańsk—Pruska Łąka, \*) złożonej z dwu przewodników żelaznych o śr. 4 mm i dł. 116,75 km każdy, dały następujące wyniki:

| Ilość okre-<br>sów | b e z   c e w e k               |                |                        |                           |                                 | z   c e w k a m i |                        |                           |   |  | U W A G I |
|--------------------|---------------------------------|----------------|------------------------|---------------------------|---------------------------------|-------------------|------------------------|---------------------------|---|--|-----------|
|                    | Spółczyn-<br>nik tłumie-<br>nia | Tłumie-<br>nie | Skażenie<br>głosu      | Opór wzgl.<br>prądu stat. | Spółczyn-<br>nik tłumie-<br>nia | Tłumie-<br>nie    | Skażenie<br>głosu      | Opór wzgl.<br>prądu stat. |   |  |           |
|                    |                                 |                |                        |                           |                                 |                   |                        |                           |   |  |           |
| n                  | $\beta$                         | $\beta_1$      | %                      | $\Omega$ km               | $\beta$                         | $\beta_1$         | %                      | $\Omega$ km               |   |  |           |
| 500                | 0,0118                          | 1,37           | } — — — — —<br>50 20,8 | —                         | 0,00752                         | 0,878             | } — — — — —<br>37 21,0 | —                         | Indukcyjność<br>cewek 0,2H<br>Odległość<br>między cew-<br>kami 9,7 km |  |           |
| 650                | 0,0144                          | 1,68           |                        | —                         | 0,00878                         | 1,023             |                        | —                         |   |  |           |
| 800                | 0,0165                          | 1,93           |                        | —                         | 0,00950                         | 1,109             |                        | —                         |   |  |           |
| 950                | 0,0186                          | 2,17           |                        | —                         | 0,01052                         | 1,230             |                        | —                         |   |  |           |
| 1100               | 0,0198                          | 2,31           |                        | —                         | 0,01105                         | 1,290             |                        | —                         |   |  |           |

Przy odległości do 200 km mogą być stosowane przewo-  
dniki żelazne (4 mm średnicy, gdyż 5-cio milimetrowe  
mało ulepszają porozumiewanie się), ponad tę odległość  
zaś brązowe o średnicy 2 mm na 250 km bez pupinizacji  
i 550 km z pupinizacją — 2,5 mm na 300 km bez pupinizacji  
i 750 km z pupinizacją, — 3 mm na 400 km bez pupinizacji  
i 950 z pupinizacją.

Jeżeli w skład linii napowietrznej wchodzi również  
przewody izolowane kablowe o długości, przekraczającej  
300 m, to należy je zaopatrzyć w specjalne cewki samoind-  
ukcyjne.

Zazwyczaj cewki samoindukcyjne w linii napowietrz-  
nej rozmieszcza się w odległości 10 km jedna od drugiej,  
przyczem odległość krańcowych cewek od aparatów tele-  
fonowych wynosi połowę tej długości. Jeżeli długość linii  
nie dzieli się przez 10, można stosować mniejsze odcinki  
(naprz. do 8 km) między cewkami, byle odległości te były  
jednakowe.

\*) Patrz C. W. Kollatz „Die Fernsprechtechnik“, G. Siemens,  
Berlin, 1922.



Odległość pomiędzy cewkami dla przewodu abonenta może być obliczona według prof. Bresiga na podstawie wzoru:

$$S = \frac{1}{8000 \sqrt{CL_1}}$$

w którym  $L_1 = L + \lambda$ , a  $C$  i  $L$  oznaczają pojemność i indukcyjność przewodnika na 1 km,  $\lambda$  indukcyjność cewki odnośnie do 1 km przewodnika linowego,  $S$  odległość pomiędzy cewkami w km.

Cewki syst. Pupina dla przewodów napowietrznych, zaopatruje się w przykrywy, chroniące je od wpływów atmosferycznych. Pod temi przykrywami są umieszczone również cztery izolatory (oprócz innych czterech, znajdujących się zewnątrz w pobliżu cewki dla doprowadzenia przewodników linowych), oraz dwa piorunochrony, aby wyładowania atmosferyczne omijały cewki. Całość jest zaopatrzona w żelazny uchwyt lub hak dla umieszczenia na poprzeczkach żelaznych, przymocowanych do słupa.

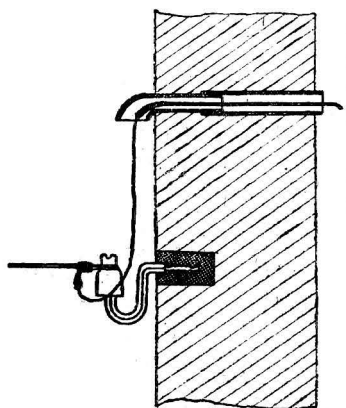
Spupinizowane przewodniki należy dla uniknięcia wzajemnej indukcji przeplatać narówni ze zwykłymi, a złącza (szczególnie przy żelaznych przewodnikach) starannie wykonać i polutować.

### 7) Wprowadzanie linii napowietrznej do budynków

Przy przejściu z linii napowietrznej, złożonej zwykle z przewodnika nieizolowanego, do linii wewnętrznej, wykonanej przewodnikiem izolowanym, należy zwrócić uwagę na zabezpieczenie linii wewnętrznej od wilgoci, od wyładowań atmosferycznych i od przenikania wewnątrz budynków dźwięków akustycznych, wywołanych drganiami mechanicznymi linii napowietrznej.

Odgałęzienie z linii napowietrznej jest uskuteczniane przy ostatnim izolatorze, zapomocą przewodnika izolowanego powłoką z t. zw. pełnej (t. j. wulkanizowanej) gumy. Przewodnik ten wprowadzamy do budynku przez porcelanową fajkę i rurkę izolacyjną, przepuszczoną przez mur, jak wskazano na rys. 244. Przewodnik izolowany powinien przytem być wygięty tak, aby spełniał czynność okapu i wchodził swobodnie z dołu w fajkę nie dotykając jej brzegu.

Zamiast izolatorów i fajek porcelanowych stosuje się czasem specjalne izolatory, służące do obu celów równocześnie.

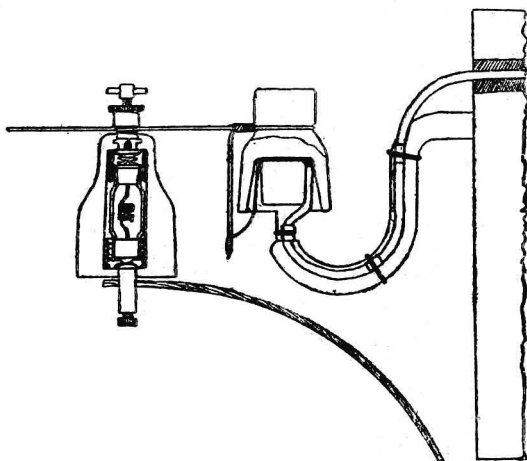


Rys. 244.

Przy przejściu z linii napowietrznej na wewnętrzną, ostatnia powinna być zaopatrzona w piorunochron, bezpiecznik i w tłumik dźwięków.

Na rys. 245 wskazany jest nowoczesny sposób wprowadzania przewodnika do budynku. Koniec izolowanego przewodu jest zabezpieczony od wilgoci płaszczem izolatora. Do przewodu gołego przymocowany jest piorunochron próżniowy (opisany na str. 105), przykryty izolatorem i połączony z ziemią za pomocą gołego przewodnika.

Piorunochrony i bezpieczniki linjowe były już opisane w odpowiednich rozdziałach, powiemy więc tu tylko kilka słów o *tłumikach dźwiękowych*.



Rys. 245.

Jak wiadomo, szczególnie w czasie wiatru i mrozu, druty napowietrzne wydają dość mocny dźwięk, który, szczegól-

nie przy większej ilości linii, mógłby być nieznosny dla mieszkańców domów, do których są przytwierdzone.

Aby przeszkodzić przenikaniu tych dźwięków do wnętrza domów, przewodniki w pobliżu budynku owijają się ołowianym drutem (na długości m. w. 1 m), lub też zaopatrzone są w specjalne gumowe tłumiki. Urządzenie tego rodzaju tłumi drgania drutu, przecinając bieg powstałych w drucie fal dźwiękowych.

### 8) Uziemienia

Uziemienia stosowane są w instalacjach prądów słabych bardzo często tak w celu połączenia piorunochronów z ziemią, jako też dla uzupełnienia obwodów elektrycznych przez t. zw. przewrót przez ziemię.

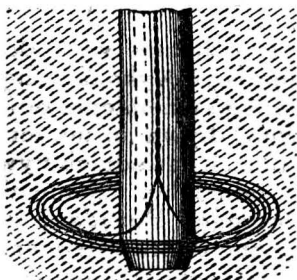
Należy nadmienić, że oprócz opisanych już piorunochronów linowych, dla ochrony przewodów, a szczególnie podpór, podtrzymujących przewodniki, stosowane są na słupach najprostszej budowy piorunochrony. Składają się one z żelaznego drutu, którego górny koniec wystaje nieco ponad wierzchołek słupa, dolny zaś jest uziemiony. Drut jest przymocowany do słupa zapomocą żelaznych skobelków. Piorunochrony tego rodzaju umieszcza się na słupach w pewnych odstępach (naprz. jeden na kilometr), przy czym gęstość ich jest zależna od stopnia, w jakim dana miejscowość narażona jest na pioruny.

W celu zapewnienia dobrego działania obwodów o prądzie słabym, uziemienie powinno być wykonane bardzo starannie. W razie niedostatecznego uziemienia porozumiewanie się, naprz. telegraficzne, bywa utrudnione, a czasem niemożliwe; indukcja w liniach sąsiednich bywa większa, nawet choćby posiadały oddzielne uziemienia, zamiast jednego, wspólnego, a dobrego. Pożądane jest naturalnie dla każdego obwodu osobne dobre uziemienie. Należy dążyć do tego, aby opór połączenia ziemnego był możliwie mały, a samo połączenie trwałe.

Uziemienie uskutecznia się zapomocą przewodnika, połączonego z ciałem zakopanym w ziemi, posiadającym dobrą przewodność i dużą powierzchnię kontaktową z gruntem. Drut, stosowany jako przewodnik, powinien być w miarę możliwości z tego samego materiału, co ciało uziemiane (dla uniknięcia zjawiska elektrolizy w miejscu zetknięcia tych dwóch części urządzenia, która ujemnie wpływa na trwałość połączenia).

Jako przedmioty uziemiające, mogą być użytkowane rury żelazne wodociągowe lub gazowe (wodociągowe są lepsze, bo gazowe zwykle bywają łączone na minję, która jest ciałem izolującym); rury takie ze względu na długi przebieg w ziemi, posiadają z nią dużą wspólną powierzchnię kontaktową. W braku takich uziemień naturalnych należy wykonać uziemienie sztuczne zapomocą przedmiotów metalowych o dużej powierzchni, zakopanych w nadający się do tego celu grunt.

Przy wyborze miejsca, odpowiedniego dla urządzenia uziemienia piorunochronu, należy szczególnie wybierać grunt, który stale pozostaje wilgotnym, co można poznać po bujnej na nim roślinności. Przytem w zależności od klimatu danej miejscowości powinno się urządzać uziemienia na takiej głębokości, na jakiej ziemia nie zamarza, bo zmarznięta ziemia jest złym przewodnikiem. W braku wilgotnego gruntu w miejscu, gdzie potrzebne jest uziemienie, należy umieścić ciało kontaktowe głębiej w ziemi, możliwie w wodzie gruntowej. Czysta woda jest złym przewodnikiem, odpowiedniejszym więc miejscem dla uziemień jest grunt błotnisty, doły nawozowe, doły do pompy (nawet obmurowane) i t. d.; pograżanie płyt miedzianych naprz. w studniach, jak to się praktykuje, daje gorsze uziemienie i przytem może zepsuć smak wody.



Rys. 246.

W celu wykonania sztucznych uziemień stosowane są przeważnie przedmioty metalowe (żelazne lub miedziane) w kształcie blach, rur, szyn, siatek i t. d. Jednostronna powierzchnia tych przedmiotów nie powinna być mniejsza od  $\frac{1}{2} m_2$ . Grubość płyt miedzianych, koniecznie cynowanych — 2 mm. Zamiast płyt jednolitych, mogą być również stosowane siatki metalowe z drutu

o średnicy 4 mm, z otworami o powierzchni, nie przynoszącej 100 mm<sup>2</sup>. Stosując blachy, nie należy ich zwijać ślimakowo (spiralnie) lecz co najwyżej walcowo (cylindrycznie), najlepiej zaś nie zwijać wcale.

Często stosowane bywa uziemienie zapomocą linki żelaznej, cynowanej, składającej się z 4-ch drutów o średnicy 4 mm każdy, zwiniętej w 5 do 6 okręgów o średnicy  $\frac{1}{2} m$ , jak wskazano na rys. 246.

W razach, gdy dopuszczalny jest duży względnie opór uziemień — 30 do 50 omów, można stosować system J. v. Grüner'a, polegający na zastąpieniu płyty metalowej bryłą koksu, w którą wpuszcza się i zalewa ołowiem przewodnik metalowy. Bryłę obsypuje się w ziemi luźnymi kawałkami koksu. Uziemienie tego rodzaju jest trwałe.

Przewodnik uziemiający prowadzimy pod ziemią od miejsca uziemienia do ściany budynku i następnie po ścianie do jego wnętrza. Przewodnik powinien być zabezpieczony od uszkodzenia przynajmniej do wysokości 2 m nad powierzchnią gruntu. Wewnątrz budynku należy stosować, jako przewodnik uziemiający, drut izolowany, dla uniknięcia możliwości zetknięć z innymi przewodami.

### 9) Budowa linii

Dla osiągnięcia szybkiego postępu robót i prawidłowego ich wykonania niezbędnymi warunkami są: fachowe i energiczne kierownictwo, uprzednie przygotowanie materiałów i należyty podział pracy pomiędzy wykonawcami.

Roboty przy budowie linii napowietrznej składają się z następujących okresów: a) wyznaczenie kołkami trasy, b) rozwieszenie materiałów wzdłuż linii, c) wykopanie dołów, d) przygotowanie słupów z umocowaniem na nich poprzeczek, izolatorów i t. d., e) ustawienie i zakopanie słupów oraz umocowanie podpór i odciągaczek, f) obcięcie gałęzi i usunięcie innych przeszkód do prowadzenia linii, g) zawieszenie i przymocowanie drutów.

Miejsca na słupy należy oznaczyć zapomocą kołków (m. w. 0,5 m długości i 5 cm średnicy na grubszym końcu), ociosanych na dolnym końcu, wbitym w ziemię i ściętych skośnie na końcu górnym, na którym należy oznaczyć ołówkiem kolorowym numer słupa. Równocześnie w odpowiednim spisie daje się wykaz, jakiego rodzaju słupy i inne urządzenia mają być ustawione w miejscach, oznaczonych numerami.

Słupy należy zawczasu rozwieźć wzdłuż linii i poukładać tak, aby nie tamowały przejazdu.

Izolatory i inne materiały rozwozi się zazwyczaj tylko w ilości, przeznaczonej na jednodniową robotę — dla ułatwienia dozoru.

Następnie kopie się doły pod słupy według wskazówek, podanych w p. 3.

Słupy po odpowiednim przygotowaniu (umocowaniu poprzeczników, osadzeniu izolatorów i t. d.) ustawia się i zakopuje.

Po usunięciu gałęzi i innych przedmiotów, które stać mogą na przeszkodzie w ciągnięciu linji, można przystąpić do tej czynności.

Drut z początku rozciąga się wzdłuż linji na ziemi. Odwijając go z kręgów należy bardzo ostrożnie, aby go nie poskręcać i nie porobić na nim pętlic. W tym celu, szczególnie dla drutu brązowego, który jest bardzo łamliwy, należy stosować kołowrotki, umieszczone na noszach lub na wózkach, drut zaś żelazny można rozwijać wprost przez toczenie rolki po ziemi.

Po rozwinięciu całej rolki trzeba wykonać starannie połączenie końca drutu z początkiem drutu rolki następnej. Gdy dwie rolki są rozwinięte i złączone, można przystąpić do wyprostowania drutu i następnie do zawieszenia go na słupach. W tym celu koniec drutu przymocowywa się zapomocą żabki i wielokrążków (bloku) do mocnej podpory, naprz. do dolnej części pnia drzewa, poczem drut na powierzchni ziemi napręża się i prostuje. Jeżeli przy tej czynności okażą się jakie uszkodzenia drutu, należy je niezwłocznie naprawić. Wyprężać drut brązowy o średnicy 1,5 do 2 mm powinno się ręcznie (bez wielokrążków) ze względu na jego łamliwość. Następnie zapomocą widełek (rososzek), osadzonych na długich tyczkach (3 do 4 m. długości), zakładamy drut na haki izolatorów lub na krokosztyny. Po zawieszeniu w ten sposób drutu na przestrzeni 5 do 7 słupów, przymocowujemy go do słupa również żabką z wielokrążkami, zapomocą których zostaje on wyprężony i jego zwis uregulowany, jak było wskazane w p. 2. Wyprężanie to wykonywa się czasem zapomocą specjalnego przyrządu, składającego się z bębna z korbką, umocowanego do słupa. Przy wyprężaniu drutu na słupach należy dbać, by jego powierzchnia nie uległa porysowaniu o krokosztyny, a dla zapobieżenia temu trzeba umieścić na nich drewniane podkładki. Po wyregulowaniu zwisu należy przymocować drut do izolatorów zapomocą przewiązek, jak to było wskazane w p. 2.

Do oddziału, budującego linję, oprócz kierownika, potrzebnych jest kilku fachowych pomocników-monterów (2 do 3), kilku kopaczy (3) i zwykłych robotników (do 6). Podział pracy można zastosować następujący. Po wytknięciu linji przez kierownika (technika) i oznaczeniu jej pali-

kami, wbijanemi przez robotnika, jeden z monterów dozoruje rozwieszenia materiałow, drugi rozstawia kopaczy (po jednym do każdego dołu) i osadza na słupach poprzeczki i izolatory. Po rozwieszeniu pierwszy monter przy pomocy 3-ch ludzi ustawia słupy. Gdy ustawiono już dostateczną ich ilość do zawieszania drutów, można nie przerywając roboty przy dalszem kopaniu dołów i montowaniu słupów, przystąpić do zawieszania. Czynnością tą kieruje jeden z monterów, główny zaś kierownik powinien dozorować całokształtu robót, dbać o dostawę materiałow i załatwiać inne czynności, związane z budową. Jeden z robotników idzie naprzód i odwija przewodnik, drugi go prostuje, dwu pozostałych zakłada go na haki. Ten sam monter ze swoimi pomocnikami wypręża następnie przewodnik, a dwóch z pomiędzy nich przymocowuje go do izolatorów.

Dobra robota wymaga dobrych narzędzi, należy przeto zaopatrzyć monterów w dostateczną ilość odpowiednich narzędzi, a mianowicie: słupolazów, żabek, wielokrażków, świdrów, kleszczy i t. d.

## **B. Linje wewnętrzne**

Urządzenia przewodów wewnętrznych do prądów słabych, szczególnie przy mniejszych urządzeniach sygnalizacyjnych, często wykonywane są nieprawidłowo, a materiały nieodpowiednie. Instalacje dzwonekowe, a nawet czasem i telefoniczne, urządzone są zapomocą przewodników, posiadających niedostateczną izolację, przymocowanych często zwykłemi gwoździami, wskutek czego warstwa izolacyjna ulega uszkodzeniu. W urządzeniach o większej ilości linii spotyka się jeszcze i obecnie przewodniki skręcone razem i, wraz z giętką rurką, zamurowane pod tynkiem. Oczywiście urządzenia takie ulegają łatwo uszkodzeniu wskutek wilgoci lub naprz. z powodu przebicia wbitym w mur gwoździem; uszkodzone w ten sposób miejsca trudne są do odnalezienia a naprawa niemożliwa bez naruszenia tynku. Koszt i niedogodności, które z tego powodu wynikają, przewyższają pozorną oszczędność, osiągniętą na materiale instalacyjnym.

Obecnie przy wykonywaniu przewodów urządzeń prądów słabych stawiane są wymagania takie same, jak dla urządzeń silnego prądu; i tu również ustalono przepisy i wskazówki. Powinny te przepisy być przestrzegane bezwarunkowo, dla osiągnięcia urządzeń dobrze działających

i trwałych. Uwzględnione są też przy podanych poniżej normach izolacji przewodników i sposobie ich układania.

Wybór rodzaju przewodników jest przede wszystkim zależny od tego, czy pomieszczenie, w którym mają być prowadzone, jest suche, gdyż wilgoć najwięcej szkodzi izolacji przewodników, jeżeli zastosowano ją nieodpowiednio. Poza to rodzaj przewodników jest zależny od tego, czy urządzenie może być wykonane na tynku, czy też ma być ukryte pod tynkiem; pierwszy sposób jest tańszy, lecz mniej estetyczny i wygodny ze względu na uszkodzenia, na jakie przewody są narażone przy malowaniu ścian lub zmianie tapet.

### *1) Przewodniki izolowane*

W urządzeniach wewnętrznych, przeznaczonych dla prądów słabych, używamy przeważnie przewodników z miedzi elektrolitycznej posiadające współczynnik przewodnictwa 57, t. j. taki, jaki posiadają przewodniki prądu silnego. Należy unikać spotykanych czasem w handlu przewodników izolowanych, zrobionych ze stopów miedzi, gdyż różnią się one mało ceną od poprzednich, a ich własność przewodnicza nie jest określona.

Izolowane przewodniki miedziane, najczęściej stosowane wewnątrz budynków mają średnicy od 0,8 do 0,9 mm.

Izolacja przewodników, przeważnie sprzedawanych dotąd u nas pod nazwą izolacji podwójnej, potrójnej i w taśmie gumowej, nie odpowiada obecnie ustanowionym za granicą normom i powinna być uważana za niedostateczną.

Przewodnik, przeznaczony do ułożenia na tynku w pomieszczeniach zupełnie suchych, powinien posiadać conajmniej następującą izolację: na żyłę miedzianej dwie warstwy bawełnianego owinięcia — w odmiennych kierunkach, przytem dolne owinięcie powinno być nasyczone masą asfaltową, a wierzchnie — parafinowane lub woskowane.

Przewodniki, posiadające izolację tego rodzaju, mogą być stosowane tylko jako pojedyncze i nie mogą być skręcane w sznury.

Przewodnik przeznaczony do ułożenia w rurkach pod tynkiem, powinien posiadać izolację w t. zw. pełnej gumie, t. j. składać się z żyły miedzianej cynowanej, otoczonej jednolitą warstwą wulkanizowanej gumy, okrytej opleceniem bawełnianem, przesyconem masą izolacyjną.



Średnice przewodników i grubość izolacji powinny odpowiadać następującym normom:

| Średnica żyły miedzianej mm | Grubość powłoki gumowej co najmniej mm. | Średnica całkowitego przewodnika mm |
|-----------------------------|---|-------------------------------------|
| 0,8                         | 0,5                                     | 2,3                                 |
| 0,9                         | 0,5                                     | 2,4                                 |
| 1,0                         | 0,6                                     | 2,8                                 |
| 1,2                         | 0,6                                     | 3,0                                 |
| 1,5                         | 0,6                                     | 3,3                                 |

Powłoka gumowa powinna zawierać co najmniej 33,3% czystego kauczuku.

*Kabel wielożyłowy, bez opony ołowianej* może być układany zarówno na tynku, jak i w rurkach pod tynkiem, zależnie od tego, z jakich przewodników się składa. Rodzaj izolacji pojedynczych żył powinien odpowiadać wyżej przytoczonym normom — z tą różnicą, że zamiast zewnętrznego oplecenia może być zastosowane owinięcie bawełną. Kolor zewnętrznej powłoki każdego z przewodników powinien być odmienny, dla łatwiejszego ich rozpoznania. Dopuszczalna jest również w tym razie mniejsza średnica żyły miedzianej, mianowicie 0,6 mm. Pojedyncze przewodniki powinny być razem owinięte taśmą lub oplecione.

*Kabel w oponie ołowianej* może być układany tak na tynku, jak i w rurkach pod tynkiem. Normy dla pojedynczych żył kabla są te same, co dla wyżej opisanego kabla z tą różnicą, że dla izolacji pojedynczych przewodników jest dopuszczalny papier, przesycony masą izolacyjną, bez wszelkiego owinięcia i oplecenia. Wszystkie przewodniki są natomiast razem owinięte taśmą izolacyjną i następnie pokryte jednolitą oponą ołowianą. Grubość opony tej powinna wynosić, zależnie od ilości zawartych w kablu przewodników, od 1 do 3 mm.

Opona ołowiana jednolita jest nieprzenikalna dla wilgoci, więc kable tego rodzaju mogą być układane zarówno w pomieszczeniach suchych, jak i w wilgotnych, także i na zewnątrz budynków.

*Sznury giętkie* powinny składać się z żył miedzianych linkowych, przyczem średnica pojedynczego drucika nie może być większa, niż 0,2 mm. Przekrój pojedynczej żyły

natomiast — nie mniejszy od  $0,3 \text{ mm}^2$ . Każda miedziana żyła powinna być owinięta bawełną i ponadto opleciona bawełną albo jedwabiem.

## 2) Materiały instalacyjne

Jeżeli chodzi przede wszystkim o taniość urządzenia, to w pomieszczeniach suchych dopuszczalne jest układanie przewodników izolowanych bezpośrednio na tynku. W takich urządzeniach do umocowania przewodników najczęściej stosowane są gwoździe, które powinny być cynowane dla uniknięcia szkodliwego oddziaływania rdzy na izolację. Przewodnik przed przybiciem gwoźdźcia owija się dookoła niego. Przy takim umocowywaniu izolacja może być łatwo uszkodzona, lepiej więc jest zamiast gwoździ stosować skobelki, z podkładką kartonową, zabezpieczającą izolację od uszkodzenia.

Miejsca umocowania — co 1 m.

Przewodniki sznurowe można prowadzić na gałkach porcelanowych składanych (t. zw. peszłowskich), umocowanych na murze przy pomocy kołków stalowych, ze śrubkami, naśrubkami i podkładkami.

Przy większej ilości przewodników, prowadzonych w jednym kierunku, w celu ich umocowania, stosowane bywają wspólne listewki lub zaciski drewniane, przymocowane do ściany. Przewodniki są do nich przytwierdzone bezpośrednio, lub zapomocą małych gałek porcelanowych. Taki sposób montowania pozwala na równoległe umieszczenie szeregu przewodników i ułatwia robotę.

Przy większej ilości przewodników, idących w tym samym kierunku, jeszcze dogodniej jest stosować rurki izolacyjne, lub kabelki, szczególnie w *oponie ołowianej*, jak to się spotyka często w instalacjach telefonicznych miejskich.

Przy przejściach przewodników przez ściany i sufity należy je prowadzić w rurkach izolacyjnych.

Dla przymocowania kabli z *oponą ołowianą* do muru stosuje się specjalne klamerki, bez ostrych kantów, by zabezpieczyć powłokę od uszkodzeń.

W pomieszczeniach, w których chodzi o wygląd estetyczny i zabezpieczenie przewodników od uszkodzeń, należy stosować przewodniki w pełnej gumie, ułożone w rurkach pod tynkiem, lub też w ten sam sposób zmontowany kabel. Jako rurki izolacyjne pod tynkiem mogą być stosowane

wane tylko rurki *opancerzone* z powłoką obołowioną. Zamiast rurek izolacyjnych dopuszczalne są również stalowe emaljowane.

Rurki pod tynkiem powinny być układane tylko w pionowym lub poziomym kierunku (nie zaś ukośnie), tak, iżby z położenia pudełek wlotowych, przycisków i gniazd dołącznych można było określić ich położenie pod tynkiem.

Po umieszczeniu rurek w przeznaczonych dla nich rowkach, wyciętych w murze, należy je dokładnie obrzucić gipsem, tak, by wapno nie dotykało ich bezpośrednio.

Rurki powinny być założone zawczasu a przewodniki wtedy dopiero wciągnięte, gdy tynk obeschnie.

Średnica rurki powinna być odpowiednio większa od ogólnej średnicy umieszczonych w niej przewodników; dla kabli wielożyłowych co najmniej o 10 mm tak, iżby mogły one być z łatwością do rurki wciągnięte.

Do każdego rozgałęzienia rurki powinno być użyte pudełko wlotowe, przyczem odległość między pudełkami nie może przewyższać 10 m.

*W pomieszczeniach wilgotnych* może być stosowany tylko kabel w oponie ołowianej, lub też przewodnik, zawieszony na izolatorach okapowych. Zaleca się przytem dla ochrony od wpływów chemicznych tak oponę ołowianą kabla, jak i powierzchnię zwykłego przewodnika, pomalować minją lub specjalną farbą emaljową, odporną na działanie kwasów. Miejsca wejścia przewodników do przycisków i innych przyrządów powinny być specjalnie zabezpieczone od wilgoci.

### 3) Łączenie przewodników

Należy możliwie unikać łączenia końców przewodników między sobą bezpośrednio, t. j. bez pomocy zacisków, a *łączenie przewodników wewnątrz rurek jest wogóle niedopuszczalne*. Gdy nie można uniknąć bezpośredniego łączenia przewodników, prowadzonych na tynku, złącza powinny być wykonane starannie, zlutowane i izolowane.

Szczególłą uwagę trzeba zwrócić na miejsca rozgałęzień; są one wykonywane często niedbale, wskutek czego powstają w nich przypadkowe zetknięcia przewodników, a wtedy odszukiwanie właściwych przewodników jest bardzo utrudnione.

W pudełku rozgałęznych powinna być umieszczona płytka (najlepiej ebonitowa) z mosiężnymi zaciskami. Przy

zaciskach należy umieścić napisy, wskazujące przeznaczenie poszczególnych przewodów. Przewodniki powinny być dokładnie przyśrubowane do zacisków, doprowadzone przytem do nich bez skrętek (spiralek), które tylko gmatwają połączenia.

W miejscu doprowadzenia przewodników do tabliczek rozgałęźnych i do przyrządów, należy je dokładnie ułożyć i położenie ich utrwalić, przez przymocowanie każdego poszczególnego przewodnika, lub przez zwiazywanie sąsiednich grup przewodników pomiędzy sobą. Przy układaniu tych przewodników można posilkować się odpowiednim szablonem, w rodzaju używanego przy montowaniu połączeń w centralach telefonicznych (rys. 149).

### C. Linje kablowe podziemne i podwodne

Przy liniach podziemnych i podwodnych, jako przewodniki stosowane są wyłącznie kable, w powłoce zabezpieczającej od wilgoci. Żył przewodnia lub żyły takie w większej liczbie, zaopatrzone są w różnorodną, w zależności od przeznaczenia kabla, izolację. Na zewnątrz kabel ma pancerz żelazny lub stalowy — dla ochrony od uszkodzeń mechanicznych.

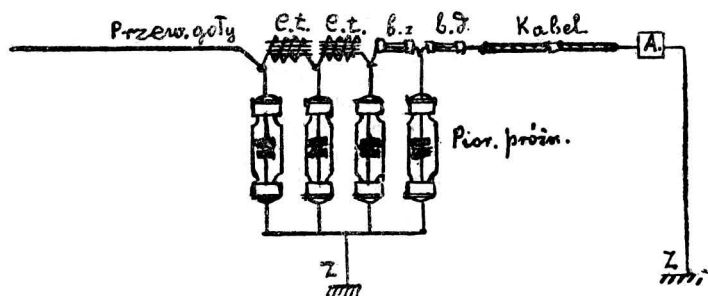
Dla małych urządzeń sygnalizacyjnych są używane czasem, jako przewody podziemne, kable, posiadające tylko oponę ołowianą — bez dodatkowego opancerzenia. Dla zabezpieczenia takiego kabla od wpływów chemicznych trzeba przed ułożeniem go w ziemi wysmołować jego powierzchnię, a dno przeznaczonego dla niego rowu wysypać grubą warstwą czystego piasku. Dla zabezpieczenia zaś od przypadkowych uszkodzeń mechanicznych należy przykryć kabel warstwą cegły, kładzionej na płask, lub ułożyć go w rurze.

Kable tylko obołowione, lecz nieopancerzone, są stosowane czasem również i dla wielkich instalacji, jak naprz. w sieci telefonów Warszawskich, gdzie kable są wciągnięte do okrągłych kanalików, znajdujących się w większej liczbie w rurach cementowych. Wnętrze tych kanalików jest wysmołowane, co ułatwia wciąganie kabli i chroni ich powierzchnię od wpływów chemicznych. Rury posiadają pewną ilość kanalików zapasowych. Takie urządzenie ma tę dogodną stronę, że, w razie potrzeby sprawdzania kabla istniejącego, lub też potrzeby ułożenia kabla dodatkowego,

rozkopywanie gruntu jest zbyt ciężkie, a czynności tych dokonywają za pośrednictwem umieszczonych w tym celu studzienek.

Jeżeli nie są stosowane specjalne urządzenia dla ochrony od uszkodzeń mechanicznych, jak naprz. opisane rury cementowe lub inne podobne,—a istnieje ich wiele—to używać należy kabli opancerzonych taśmą lub drutem stalowym albo żelaznym. Pancierz taki jest dla ochrony od wpływów chemicznych owinięty jeszcze jutową, asfaltowaną powłoką. Kable opancerzone, pomimo większej ich odporności na uszkodzenia mechaniczne, należy również dodatkowo zabezpieczać naprz. warstwą cegieł.

Kable ziemne prądów słabych powinny być prowadzone możliwie z dala od kabli prądu silnego, a w żadnym razie nie bliżej, niż na 0,3 m; w przeciwnym razie



Rys. 247.

trzeba kable oddzielić od siebie zapomocą muf cementowych o grubości ścianek nie mniejszej, niż 60 mm, albo umieścić je w osobnych rurach lub kanałach.

Odgąlenia kabli, ułożonych w ziemi, wykonywane są w łatwo dostępnych studzienkach, zapomocą szczelnie zamkniętych muf. Również szczelne mufy innego rodzaju umieszcza się na końcach kabli przy połączeniach ich ze skrzynkami rozgałęźnymi. Szczelność muf na końcach kabla jest niezbędna dla zapobieżenia dostaniu się wilgoci wewnątrz kabla pod oponę ołowianą.

W miejscach połączenia linii napowietrznej z kablową niezbędne jest umieszczenie bezpieczników i piorunochronów dla zabezpieczenia kabla od uszkodzenia przez wyładowanie atmosferyczne, lub przez prądy, pochodzące z instalacyj prądu silnego.

Szczególnie dla zabezpieczenia kabli podwodnych stosowane są urządzenia, zaopatrzone w wielorakie przyrządy ochronne, naprz., jak wskazano na rys. 247. Widzimy tutaj układ połączeń, w którego skład wchodzi 4 piorunochrony próżniowe, 2 cewki tłumikowe (samoindukcyjne), bezpiecznik zwykły i bezpiecznik dokładny. Dla zabezpieczenia kabli podziemnych stosuje się układ przyrządów ochronnych taki, jak już wskazano na rys. 92 (w dziale Telefonja).

Pod względem wewnętrznej budowy kable, stosowane w urządzeniach prądu słabego, można podzielić na dwa zasadnicze typy: *telegraficzne i telefoniczne*. Żyłą miedzianą kabli telegraficznych podziemnych i podwodnych posiada izolację, składającą się z materji włóknistej lub z gutaperki, a kable podmorskie są wyłącznie tylko izolowane gutaperką. Żyły miedziane kabli telefonicznych są natomiast prawie wyłącznie izolowane taśmą papierową, pomiędzy warstwami której znajduje się powietrze. Kable, posiadające izolację papierową lub włóknistą, nie mogą być bezpośrednio łączone z przewodami napowietrznymi ani ze stacjami, ze względu na łatwość przedostawania się do nich wilgoci; w tym celu musi być zastosowany kawałek kabla o innej izolacji, bardziej odpornej na działanie wilgoci.

*Kable telegraficzne* posiadają przeważnie, jako żyły przewodzące, druty miedziane o średnicy 1,5 mm — w kablach izolowanych owinięciem włóknistym (naprz. juta), lub z 7 drucików o średnicy 0,73 mm — w kablach gutaperkowych. W kablach, w których pojedyncze żyły są izolowane owinięciem włóknistym, są one w odpowiedniej do potrzeby liczbie skręcone razem i owinięte podwójną warstwą wstęgi papierowej i pojedynczą taśmą. Całość jest otoczona jednolitą oponą z ołowiu, zawierającego 3% cyny. Dla kabli, które mają być umieszczone wprost w ziemi, niezbędne jest jeszcze dodatkowe zewnętrzne opancerzenie, złożone ze stalowych lub żelaznych drutów. W kablach telegraficznych gutaperkowych, każda żyła przewodnia (składająca się z kilku drucików miedzianych), posiada powłokę z Chatterton compound, (należy wymawiać chatterton kompaund), na której znajdują się dwie lub trzy powłoki z czystej gutaperki, podzielone warstewkami Chatterton compound. W kablach wielożyłowych wszystkie żyły są skręcone razem, a wolna przestrzeń pomiędzy nimi jest wypełniona przesyconymi wkładkami jutowymi;

następnie wszystkie razem są owinięte jutą i ujęte w pan-cerz ochronny z żelaznych drutów, pokryty warstwą masy asfaltowej.

*Kable telefoniczne* posiadają żyły przewodzące mied-ziane, składające się z pojedynczych drutów o średnicy 0,8 do 2 mm, zależnie od odległości. Dla każdego ob-wodu są przeznaczone po dwa druty, z których jeden dla odróżnienia jest zwykle cynkowany. Każda żyła umiesz-czona jest w oddzielnej papierowej pochewce, w której pozostawiona jest pewna przestrzeń powietrzna. Tak izo-lowane żyły zwija się razem — po dwie, stanowiące jeden obwód, poczem wszystkie przewodniki, należące do jed-nego kabla są umieszczone obok siebie (wspólne ich skrę-cenie jest niedopuszczalne), owinięte taśmą i pokryte jed-nolitą powłoką ołowianą, zawierającą domieszkę cyny (3%). W razie potrzeby, jak to było już nadmienione, tak zbudowany kabel otrzymuje jeszcze odpowiednie opance-rzenie ochronne, złożone ze stalowych albo z żelaznych drutów lub taśmy.

W sieci przewodów telefonicznych miejskich w War-szawie i wogóle w sieciach, budowanych przez Polską Akcyjną Spółkę Telefoniczną, przyjęty jest następujący system. W centrum miasta stosowana jest kanalizacja pod-ziemna zapomocą kabli obołowionych, wciągniętych w ru-ry cementowe, na przedmieściach—przewody napowietrz-ne na izolatorach, umocowanych na stojakach żelaznych, umieszczonych na dachach.

Od stacji centralnej kable, prowadzone są w rurach betonowych (do 37 otworów) do szafek rozdzielczych. Ka-ble te posiadają tyle żył podwójnych, ile szafka obsługuje abonentów. Posiadają one żyły miedziane o średnicy 0,5 mm w izolacji papierowej w ilości 600 lub 900 par, w oponie ołowianej.

Od szafki rozdzielczej rozprowadzone są przewody również kablami podziemnymi w rurach cementowych (każdy od 10 do 100 par żył), do puszek naściennych w do-mach z większą ilością abonentów, względnie do puszek na stojakach sieci napowietrznej na krańcach miasta. Z pu-szek naściennych przewody idą w jedno lub dwuparowych kablach obołowionych, przymocowanych do ścian domów, do poszczególnych abonentów.

Szafki rozdzielcze są umieszczone na chodnikach i przy nich się znajdują studzienki kablowe. Rury cemen-towe leżą pod chodnikami na głębokości 70 do 90 cm.

Studzienki znajdują się też na skrzyżowaniach ulic. Posiadają one przykrywy cementowe, lub dla większych ilości kabli — przykrywy z żelaza lanego.

Od stojaków do domów, posiadających jednego lub dwóch abonentów, są prowadzone przewodniki napowietrzne z drutu brązowego o śr. 1 mm (wytrż. na zerw. 55 kg, opór 43,5 omów na 1 km); wprowadza się je na strych w postaci t. zw. przewodników smołowanych (żyła miedziana pojedyncza śr. 0,7 mm, o oporze 0,45 omów na km izolowana warstwą gumy czystej, warstwą gumy wulkanizowanej i opleciona bawełną, nasyconą masą smołową compound). Przewodniki te są łączone zapomocą mufek lub zacisków z kabelkiem ołowianym, prowadzącym do aparatu telefonowego. W razie większej ilości abonentów w jednym domu, zamiast pojedynczych gołych przewodników, są stosowane kable napowietrzne obołowione, wielożyłowe. Kable te, do trzydziestoparowego włącznie, zawieszają się na pojedynczym ocynkowanym drucie żelaznym (śr. 5,2 mm — wytrzymałość na zerw. 1500 kg). Przy większej ilości par są używane linki stalowe cynkowane (do 50-parowych o 7 drutach, każdy o średnicy 2,11 mm i wytrż. na zerw. 2500 kg, do 100-parowych o 19 drutach, każdy o śr. 1,65 mm i wytrż. na zerw. 5000 kg).

Ustrój kabli obołowionych wielożyłowych jest następujący. Żyły miedziane składają się z pojedynczego, dobrze wyżarzonego drutu miedzianego o śr. 0,5 mm i przewodności 98%. Każda żyła jest owinięta spiralnie taśmą papierową tak, iż każdy zwój pokrywa na 2 mm zwój poprzedni. Tak izolowane dwie żyły są skręcone razem i owinięte przędzą bawełnianą. Każda z nich dla rozróżnienia posiada inny kolor papieru. Pary żył są ułożone warstwami współśrodkowymi i całość jest owinięta taśmą papierową i bawełnianą i otoczona jednolitą oponą ołowianą (z zawartością 3% cyny). Grubość powłoki ołowianej wynosi od 1,3 mm (dla kabla 10-par.), do 2,6 mm (dla kabla 600-parowego). Pojemność każdej żyły — przeciętnie 0,06 p.F. Opór izolacji 1 km żyły w stosunku do ziemi — nie mniej od 1000 megomów. Kabel powinien być wolny od indukcji.

Ustrój kabelka obołowionego dwużyłowego jest następujący. Żyła miedziana z pojedynczego, dobrze wyżarzonego drutu miedzianego o 0,7 mm śr. Każda taka żyła jest pociągnięta lakierem emaljowym i owinięta dwiema warstwami (w przeciwnym kierunku) nici bawełnianych nasyconych. Dwie takie żyły są razem owinięte bawełnianą



taśmę nasyloną i otoczoną jednolitą powłoką ołowianą, o grubości 0,75 mm, zawierającą od 1,5 do 2% cyny. Opór izolacji 1 km każdej żyły w stosunku do drugiej i do ziemi nie mniejszy, niż 1000 megomów.

Dla umożliwienia rozmów telefonicznych na duże odległości przy kablach telefonicznych bywa stosowana pupinizacja oraz przekaźniki (lampy) katodowe.

O stosowaniu cewek *Pupina* była już mowa w dziale Telefonji (str. 140) oraz przy budowie linii spupinizowanych (str. 307). Cewki (często o indukcyjności 0,20 H) włączane w przewody kablowe, są umieszczane zazwyczaj w pudełkach z blachy cynowej, wypełnionych masą izolacyjną i następnie umieszczone w szczelnych żelaznych skrzynkach. O ile w kablach żyły pojedyncze są połączone po dwie razem i są zużytkowane do rozmów przeciwsobnych, to w powyższych skrzynkach są umieszczane dodatkowe cewki *Pupina* w odległościach co 2 km. Dzięki pupinizacji zmniejsza się tłumienie dla żył o śr. 0,9 mm do  $\beta l = 0,022$ , a dla żył o śr. 1,4 mm do  $\beta l = 0,011$ .

*Lampy katodowe* (patrz str. 143), stosowane przy długich kablach jako wzmacniacze prądu (przekaźniki telefonowe), są umieszczane na stacjach pośrednich lub krańcowych, a czasem na jednych i na drugich równocześnie. Zastosowanie przekaźników katodowych nie tylko ulepsza komunikację telefoniczną zapomocą istniejących przewodów, lecz i umożliwia stosowanie mniejszych przekrojów żył w przewodnikach kablowych (zamiast żył miedzianych o śr. 2 i 3 mm, — żyły 0,9 i 1,4 mm, które w Niemczech uważane są obecnie za normalne). Zależnie od długości linii bywają stosowane na stacjach pośrednich wzmacniacze, złożone z 2, 3, 4 i więcej lamp katodowych.

Wzmacniacze na stacjach są włączane w przewody linijowe na stałe lub są umieszczane w obwodach sznurów wtyczkowych i w ten sposób mogą być włączane w obwody różnych aparatów telefonowych.

Przy bardzo długich kablach można włączyć w kilku miejscach wzmacniacze katodowe, stosując większą ilość lamp i specjalny układ połączeń. \*) Przy zastosowaniu wyżej wspomnianych normalnych kabli, dla śr. żył 0,9 mm — odległość rozmieszczenia wzmacniaczy wynosi m. w. 75 km, dla śr. 1,4 mm m. w. co 140 km.

---

\*) szczegóły patrz: C. W. Kollatz „Die Fernsprechtechnik“, Berlin, 1922.

*Łączenie kabli telefonicznych* pomiędzy sobą wymaga dużej staranności i wprawy, podajemy więc sposób wykonywania tej czynności (dla kabli w jednolitej powłoce ołowianej, posiadających żyły z izolacją papierową).

Należy z początku usunąć z kabla powłokę ołowianą, na tem większej przestrzeni, im kabel posiada więcej żył. Następnie pojedyncze przewodniki odgina się symetrycznie w różne strony, aby je uczynić łatwo dostępnymi i wtedy zapomocą pomiaru elektrycznego zostaje sprawdzony ich stan izolacji. Potem żyły miedziane poszczególnych przewodników odizolowywa się (na długości m. w. 20 cm) i łączy zapomocą splecenia i zlutowania (jak zwykle przewodniki), lub specjalnemi owalnemi rurkami miedzianemi. W razie zastosowania do złącz takich rurek, należy z każdego z łączonych przewodników usunąć izolację na długości 20 cm, oczyścić powierzchnię papierem szmerglowym, wsunąć w rurkę oba końce drutów jeden obok drugiego z dwu przeciwnych kierunków i następnie ścisnąć rurkę zapomocą specjalnie do tego celu przeznaczonych kleszczy. Wargi tych kleszczy wytłaczają w rurce 4 do 5 wgłębień, dzięki czemu następuje ścisłe połączenie pomiędzy obu drutami i rurką. Następnie należy na gotowe złącze wsunąć pochewkę papierową (30 mm dł.), która uprzednio, przed przystąpieniem dołączenia przewodników, powinna być wsunięta na jeden z nich. Pochewka ta powinna ściśle przylegać do powierzchni przewodników.

Z początku w ten sposób zostają połączone przewodniki, znajdujące się w środku kabla, następnie, kolejno, przewodniki umieszczone bliżej powierzchni. Po uskutecznieniu połączeń i uporządkowaniu przewodników należy je wszystkie razem obwinać taśmą. Jeżeli robota ta została wykonana starannie, to zewnętrzna średnica miejsca złącza niewiele przewyższa zwykłą średnicę kabla. Prawdliwość wykonania połączeń należy sprawdzić pomiarem przewodności poszczególnych przewodników, wykonaniem na jednym z końców kabla (na drugim końcu — przewodniki, należące do jednego obwodu, na czas pomiaru zostają połączone pomiędzy sobą). Na zakończenie miejsce złącza kabla zabezpiecza się od wilgoci zapomocą ołowianej pochwy, (która przed wykonaniem złącza została wsunięta na jeden z końców kabla) i dokładnie przylutowywa się ją do ołowianej powłoki; powinno to być wykonane nadzwyczaj starannie, tak, aby wewnątrz kabla było szczelnie zabezpieczone od wilgoci. Jeżeli pochwa jest zbyt obszerna,

trzeba między nią i powierzchnią kabla umieścić podkładki ołowiane. Powierzchnie powłoki ołowianej kabli i pochwy (jak również podkładek) cynuje się, zapomocą specjalnej lampki benzynowej, oczyszcza kalafonją i następnie lutuje. Do lutowania stosowany bywa stop ołowiu z cyną, w stosunku m. w. 1 część cyny na 1,5 części ołowiu.

Kable, przeznaczone do układania na dnie morskiem, mało się różnią pod względem wewnętrznej budowy od poprzednio opisanych kabli gutaperkowych, tylko ilość żył przewodzących jest w nich zwykle mniejsza; dla krótkich kabli nie przewyższa czterech, a długie zawierają tylko żyłę jedną. Opancerzenie kabli podwodnych jest mocniejsze, niż kabli oddziemnych; czasem nawet stosuje się opancerzenie podwójne: w dwu oddzielnych warstwach.

## ROZDZIAŁ XXIII

### SPRAWDZANIE STANU LINJI

Długie linje, szczególnie linje kablowe, wymagają stałego sprawdzania ich stanu, co wykonywa się przy pomocy odpowiednich prób elektrycznych.

Pomiary takie robione są codziennie i ich wynik jest systematycznie notowany.

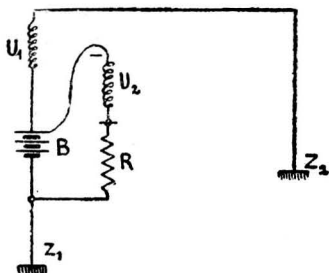
W tym celu na większych stacjach powinny być zmontowane specjalne pomiarowe obwody elektryczne, w których skład wchodzi przyrządy pomiarowe, bateria, wyłącznik, oraz przełączniki, pozwalające bez zachodu, włączać do obwodu pomiarowego poszczególne linje i uziemienie.

Pomiary codzienne dotyczą: oporu przewodnika linjowego, oporu jego izolacji, a przy kablach i ich pojemności elektrycznej,

#### A. Sprawdzanie oporu linji

Opór przewodnika linjowego mierzy się zazwyczaj zapomocą galwanometru różnicowego. Galwanometr taki posiada dwa równe, niezależne od siebie uzwojenia (rysunek 248). Ze wspólnej baterji  $B$  są zasilane dwa obwody: jeden, składający się z uziemienia  $Z_1$ , baterji  $B$ , jednego z uzwojeń  $U_1$  galwanometru, linji i uziemienia  $Z_2$ , znajdującego się na drugim jej końcu; drugi obwód stanowi —

baterja  $B$ , drugie uzwojenie  $U_2$  galvanometru (które jest włączone w przeciwnym do pierwszego kierunku) i opornik pomiarowy  $R$ .



Rys. 248.

Przy pomiarze opór opornika  $R$  zmieniamy dopóki galvanometr nie przestanie ujawniać odchylenia, co wskazuje, że znaleziony wtedy opór (włączony w oporniku  $R$ ) równa się oporowi linii wraz z jej uziemieniami.

## B. Sprawdzanie izolacji linii

Sprawdzania stanu izolacji domowych urządzeń sygnalizacyjnych dokonywa się, jak to było już wspomniane, zapomocą bezpośredniego pomiaru oporu między przewodnikiem a ziemią. W tym celu stosuje się obwód, utworzony z paru ogniów galwanicznych i galvanoskopu lub galvanometru, zaopatrzonego w induktor. Instrumenty wzorcuje się w omach.

Przy długich liniach pewne wady izolacji nie są do uniknięcia. Ma to miejsce tak w liniach napowietrznych (szczególnie przy wilgotnem powietrzu), jak i w kablach podziemnych i podwodnych. Aby wady te nie wpływały zbyt ujemnie na działanie urządzenia, wymaga się, by izolacja posiadała opór (mierzony między przewodnikiem a ziemią) nie mniejszy od ustanowionej normy. Dla przewodników telegraficznych napowietrznych, uważana jest za dostateczną norma 1.000.000 omów na kilometr ( $1 M\Omega$ -km, przy dłuższych liniach poniżej tej normy schodzić nie wolno); zwykle wymagana jest jednak izolacja 5 do 15  $M\Omega$ -km; dla kabli podziemnych zaś 200.000.000 omów na kilometr ( $200 M\Omega$ -km). Dla sprawdzenia, czy norma ta jest zachowywana dla całej linii, należy podzielić podaną wyżej ilość omów przez całkowitą ilość kilometrów i sprawdzić, czy wynik pomiarów izolacji odpowiada tej wymaganej ilości omów.

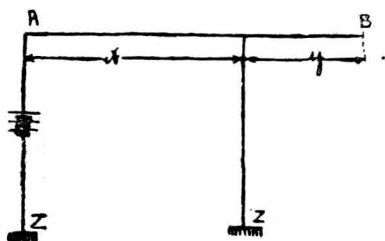
Ponieważ opór izolacji zmniejsza się w razie jej uszkodzenia, więc jeżeli przy codziennych pomiarach okaże się, że stopień izolacji nie odpowiada przepisanej normie, przyczyny tego domyslać się trzeba w uszkodzeniu linii; powinna więc być ona odszukana i uszkodzenie naprawione.

Uszkodzenia linii bywają przeważnie trojakiego rodzaju: 1) połączenia z ziemią, 2) zetknięcie się przewodów pomiędzy sobą i 3) przerwy przewodnika, nie powodujące połączenia ziemnego.

### 1) Ziemne połączenie

Połączenie linii napowietrznej z ziemią może być spowodowane: pęknięciem drutu, pęknięciem izolatora, zetknięciem się z drutem obcego dobrego przewodnika elektryczności i t. d. Przyczynę, która spowodowała połączenie ustalić nie trudno, przez objazd i obejrzenie linii. Trudniej jest natomiast odnaleźć uszkodzenie w instalacji kablowej podziemnej lub podwodnej, szczególnie jeśli są to instalacje istniejące od dłuższego czasu.

W długich liniach napowietrznych i w liniach kablowych miejsce uszkodzenia można określić drogą pomiarów elektrycznych.



Rys. 249.

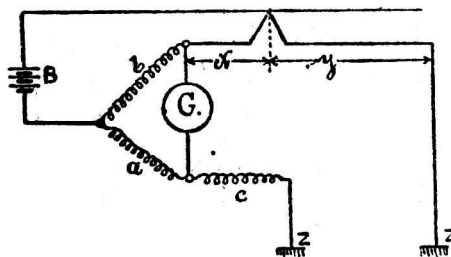
Jeżeli oznaczymy przez  $X$  i  $Y$  (rys. 249) opory odcinków linii, łączącej miejsce przypadkowego połączenia z końcami linii, to na podstawie codziennych pomiarów znany nam jest zwykły opór linii  $r_1 = X + Y$ . Po odizolowaniu linii od ziemi na końcu  $B$ , przez pomiar otrzymamy opór  $r_2 = X + Z$ . Trzeci pomiar należy wykonać po ponownym uziemieniu linii w punkcie  $B$ , przez co otrzymamy  $r_3 = X + \frac{YZ}{Y+Z}$ . Z powyższych trzech równań otrzymujemy opór przewodnika na przestrzeni od punktu  $B$  do miejsca uszkodzenia  $Z$ , a mianowicie:

$$Y = r_1 - r_2 \pm \sqrt{(r_2 - r_3)(r_1 - r_3)}$$

i na podstawie tego oporu, znając przekrój i materiał przewodnika, możemy określić odległość od punktu  $B$  do miejsca uszkodzenia.

## 2) Zetknięcie się dwóch przewodników

W celu określenia przy pomocy pomiarów elektrycznych miejsca zetknięcia się dwóch przewodników należy odizolować koniec jednego przewodnika od ziemi, koniec



Rys. 250.

drugiego uziemić (rysunek 250). Drugie końce obu przewodników włącza się w układ mostku Wheatstone'a z dołączeniem baterji B, galvanometru C i oporników a, b i c. Przez pomiary określamy stosunek opo-

rów:  $\frac{X}{Y+C}$ , z co-

dziennych zaś pomiarów wiadomym nam jest opór  $X + Y$ ; z tych dwóch równań możemy określić opór linii od jej końca do miejsca uszkodzenia i na tej podstawie — odległość od końca linii do miejsca uszkodzenia.

## 3) Przerwa w przewodniku

W razie zerwania przewodnika linii napowietrznej, końce jego zwykle spadają na ziemię, przez co powstaje uziemienie. Miejsce takiego wypadku może być więc określone przez opisane w punkcie 1) pomiary. W razie zaś przerwy przewodnika napowietrznego bez spowodowania uziemienia, lub też przerwy przewodnika w kablu, miejsce uszkodzenia można określić przez pomiar pojemności elektrostatycznej linii. Ponieważ na podstawie codziennych pomiarów znana jest normalna pojemność linii na kilometr, więc podług otrzymanej z pomiaru wartości pojemności pozostałego odcinka linii możemy określić jego długość do miejsca uszkodzenia.

Przytoczyliśmy powyżej kilka najczęściej stosowanych sposobów sprawdzania stanu linii. Samej techniki pomiarów, jako wchodzącej w zakres ogólnej nauki o pomiarach elektrycznych\*), nie podajemy.

\*) Patrz M. Pożaryski. Podstawy naukowe elektrotechniki łączone z zasadami pomiarów. Warszawa, 1915 r., K. Drewnowski „Pomiary elektrotechniczne“, Lwów, 1914, oraz H. Dreisbach „Die Telegraphen-Messkunde“, Braunschweig.

# Wydawnictwa Stowarzyszenia Pracowników Księgarskich w Warszawie

- Baczyński S.** Miecz i korona.  
**Gąssowski J.** Wiosna śmierci.  
**Gąsiorowski W.** Pigularz. Powieść.  
**Gnoński K. inż.** Elektrotechnika prądów słabych.  
z. I. Źródła prądu. Sygnalizacja domowa i alarmowa.  
z. II. Telefonja.  
z. III. Telegrafja, linje prądu słabego, Radio.  
z. IV. Sygnalizacja kolejowa i inne.  
**Gomulicki W.** Bój olbrzymów.. Powieść.  
**Grodzicka-Czechowska.** Poezję. W Stepach.  
Ku Ojczyźnie.  
**Jeske-Choiński T.** Historia żydów w Polsce.  
**Konar A.** Jesień. Powieść.  
**Maziński-Tarło W.** Zasady radjotelegrafji.  
**Merunowicz T.** Żydowska polityka narodowa doby obecnej.  
**Minkiewicz R.** U wiecznych wrót tęsknicy.  
**Młynarski Dr. F.** Siła nabywczą pieniądza.  
**Modelski J.** Podręcznik do powlekania metali za pomocą elektryczności.  
**Noyszewski St.** Dziennik człowieka niepotrzebnego.  
**Olechowski G.** Legja rycerska.  
" Księga nowej wiary.  
" Przodownicy.  
" U wrót Barbarji.  
**Olkiewicz A.** Opaczne historie.  
Załamania.  
**Przybyszewski S.** Gody życia. Dramat.  
**Radliński I.** J e h o w a.  
**Rappaport Dr. E.** Carat i rewolucja.  
**Sclavus.** Ugodowcy. Powieść  
**Walewska G.** Błąd. Powieść.  
**Zaleska I. M.** Pamiętnik dobrego dziecka.

## OSTATNIO WYDANE:

- Andrejew I.** Pamiętnik szatana.  
**Conan Doyle.** Mistrz z Krocksley.  
**Garlikowska H.** Żar. Powieść, wyd. III.  
**Maclejowski J.** Jabłko szatana. Powieść.  
**Mille Pierre.** Kurtyzana.  
**Mirbeau O.** Ogród udręczeń.  
**Olechowski G.** Dzieje mężczyzny. Powieść.  
" Psycholog i poganek. Powieść.  
**Thomas S.** Teorja arytmetyki, cz. I. Wydanie nowe przerobione i uzupełnione.  
**Ostrowska B.** Pierścień życia, opr.