

# **Technika pracy monterów instalacji elektrycznych**



**Biblioteka elektryka wiejskiego**

*Stanisław Studziński  
Stanisław Krakowiak*

**TECHNIKA PRACY  
MONTERA  
instalacji elektrycznych**

Warszawa 2006

Opiniodawca *prof. dr hab. inż. Zdzisław Trzaska*

Redaktor *mgr inż. Barbara Chojnowska-Ślisz*

ISBN 978-83-903048-3-0

© Wszelkie prawa zastrzeżone

Ośrodek Rzeczoznawstwa w Warszawie  
Izby Rzeczoznawców Stowarzyszenia Elektryków Polskich  
00-020 Warszawa, ul. Chmielna 6, lok. 6  
tel. (022) 826-61-07  
e-mail: [irsep@neostrada.pl](mailto:irsep@neostrada.pl)

# Spis treści

<b>1. Wiadomości ogólne</b> .....	7
1.1. Działalność zawodowa elektryka wiejskiego .....	7
1.2. Wymagane wykształcenie .....	8
1.3. Możliwości zatrudnienia .....	10
<b>2. Organizacja pracy</b> .....	12
2.1. Uwagi wstępne .....	12
2.2. Narzędzia elektromonterskie .....	12
2.3. Przyrządy pomiarowe .....	20
2.4. Podręczny magazyn i warsztat .....	26
2.5. Inne ustalenia .....	28
<b>3. Materiały elektroinstalacyjne</b> .....	30
3.1. Przewody instalacyjne .....	30
3.2. Osprzęt instalacyjny .....	35
3.3. Sprzęt instalacyjny .....	40
3.4. Sprzęt sterowniczy i sygnalizacyjny .....	44
3.5. Urządzenia zabezpieczające .....	47
3.6. Rozdzielnice tablicowe i skrzynkowe .....	50
<b>4. Prace wstępne i kontrole</b> .....	54
4.1. Przegląd instalacji .....	54
4.2. Ustalanie prac do wykonania .....	55
4.3. Sprawdzanie stanu instalacji .....	57
4.4. Pomiary instalacyjne .....	59
4.5. Badania skuteczności ochrony przeciwporażeniowej .....	66
<b>5. Montaż instalacji wewnętrznych</b> .....	73
5.1. Instalacje podtynkowe .....	73
5.2. Instalacje wtykowe .....	79

---

5.3. Instalacje naścienne w rurach . . . . .	83
5.4. Instalacje naścienne przewodami wielożyłowymi . . . . .	89
5.5. Instalacje w listwach instalacyjnych. . . . .	92
5.6. Instalacje w korytkach i podwieszane na drabinkach . . . . .	96
5.7. Połączenia instalacyjne. . . . .	99
<b>6. Wykonywanie instalacji zewnętrznych . . . . .</b>	<b>104</b>
6.1. Instalacje na ścianach zewnętrznych . . . . .	104
6.2. Przerzuty napowietrzne . . . . .	106
6.3. Układanie kabli w ziemi. . . . .	107
<b>7. Montaż rozdzielnic. . . . .</b>	<b>110</b>
7.1. Instalowanie tablic licznikowych i bezpiecznikowych . . . . .	110
7.2. Montaż rozdzielnic skrzynkowych. . . . .	113
7.3. Instalowanie wyłączników samoczynnych. . . . .	118
<b>8. Inne prace elektroinstalacyjne . . . . .</b>	<b>119</b>
8.1. Wykonywanie instalacji ochronnych . . . . .	119
8.2. Montaż urządzeń sygnalizacyjnych i sterujących . . . . .	124
8.3. Przyłączanie odbiorników stałych i ruchomych. . . . .	126
8.4. Prace konserwacyjne i naprawcze . . . . .	135
<b>9. Szczególne czynności montażowe . . . . .</b>	<b>139</b>
9.1. Łączenie przewodów w zaciskach . . . . .	139
9.2. Połączenia lutowane i spawane . . . . .	143
9.3. Mocowanie elementów instalacji . . . . .	146
9.4. Uszczelnianie instalacji i ochrona przed korozją . . . . .	149
<b>10. Bezpieczeństwo i higiena pracy. . . . .</b>	<b>151</b>
10.1. Warunki bezpiecznej pracy . . . . .	151
10.2. Ratowanie porażonego prądem . . . . .	155
10.3. Bezpieczne użytkowanie narzędzi i sprzętu pomocniczego. . . . .	157
<b>11. Sprawy formalne . . . . .</b>	<b>161</b>
11.1. Podstawowe dokumenty. . . . .	161
11.2. Podatki za działalność usługową . . . . .	162
11.3. Rejestr usług . . . . .	163
<b>Podstawowe normy i przepisy. . . . .</b>	<b>165</b>

# **1. Wiadomości ogólne**

## **1.1. Działalność zawodowa elektryka wiejskiego**

Podstawowym zadaniem elektryka wiejskiego są prace elektroinstalacyjne wykonywane dla wiejskich odbiorców energii elektrycznej w okolicy jego miejsca zamieszkania. Obejmują one nie tylko gospodarstwa domowe i rolnicze, lecz także obiekty handlowe, komunalne, szkolne i inne, z wyjątkiem przemysłowych. Celem jego działalności jest zapewnienie dobrego stanu technicznego instalacji elektrycznych, a zwłaszcza aparatów, maszyn i urządzeń zasilanych energią elektryczną. Są one zwykle użytkowane przez osoby niemające wiedzy o zagrożeniach związanych z prądem elektrycznym ani o bezpieczeństwie pod względem porażeniowym i pożarowym.

Elektryk wiejski powinien się zajmować konserwacją instalacji elektrycznych oraz usuwać występujące w nich uszkodzenia i usterki. Mógłby także rozbudowywać istniejące obwody stosownie do zwiększającej się liczby zainstalowanych odbiorników elektrycznych. Przedmiotem jego zainteresowania byłaby przebudowa instalacji znajdujących się w złym stanie technicznym lub nieodpowiadających aktualnym wymaganiom norm oraz przepisów dotyczących ochrony przed pożarem, przepięciami i porażeniem prądem elektrycznym ludzi i zwierząt. Ponadto mógłby on realizować nowoczesne rozwiązania techniczne instalacji w budowanych obiektach. Szacuje się, że praca taka byłaby opłacalna, gdyby w zasięgu jednego elektryka znajdowało się co najmniej 200 odbiorców energii elektrycznej.

Byłoby celowe, aby elektryk wiejski objął swym działaniem również odbiorniki energii elektrycznej, ograniczając się do ustalenia rodzaju uszkodzenia wymagającego naprawy w specjalistycznym serwisie. Byłoby pożądane, by w takich przypadkach podejmował się on zarówno przekazania niesprawnego urządzenia do serwisu w celu naprawy, jak i odbioru po naprawie, a następnie zainstalowania i ponownego uruchomienia w miejscu użytkowania.

Elektryk wiejski mógłby także oferować pomoc przy zakupie nowych urządzeń elektrycznych. Wówczas doradzałby w doborze ich typu, kompletowaniu wyposażenia, instalowaniu oraz uruchamianiu. Mógłby też sugerować zakup innych urządzeń, przydatnych w określonych warunkach. Wówczas

pomocna byłaby jego współpraca z pobliskimi hurtowniami artykułów elektrotechnicznych.

Poza tym mógłby reprezentować mieszkańców wsi w kontaktach z placówkami przedsiębiorstw energetycznych. Polegałoby to na zgłaszaniu niesprawnego działania lub uszkodzenia sieci rozdzielczych, występowaniu w imieniu odbiorcy o zmianę warunków dostawy energii elektrycznej, na przykład w razie konieczności zwiększenia mocy zapotrzebowanej. Mając odpowiednie uprawnienia, mógłby wymieniać bezpieczniki topikowe lub załączać wyłączniki samoczynne po ich zadziałaniu w złączach w budynkach mieszkalnych lub nawet w rozdzielnicach niskiego napięcia w wiejskich stacjach transformatorowych.

Jak wynika z powyższego, elektrycy wiejscy mają ogromną szansę wykonywania różnych prac, które mogą im zapewnić godziwe zarobki i to przy niewielkim wstępnym nakładzie finansowym. Na ich usługi będzie zawsze zapotrzebowanie, jeśli tylko będą pracować fachowo i solidnie. Nadal bowiem w budynkach mieszkalnych i zabudowaniach gospodarskich na terenach wiejskich występują instalacje elektryczne, których stan nie odpowiada obowiązującym obecnie przepisom prawnym.

## **1.2. Wymagane wykształcenie**

Do pełnienia funkcji elektryka wiejskiego niezbędne jest odpowiednie przygotowanie zawodowe. Wymaga się przynajmniej tytułu wykwalifikowanego elektromontera instalacji elektrycznych, potwierdzonego egzaminem komisyjnym. Poza tym trzeba mieć uprawnienia do pracy przy czynnych urządzeniach elektrycznych niskiego napięcia, przyznane przez odpowiednią komisję egzaminacyjną Stowarzyszenia Elektryków Polskich lub innej upoważnionej instytucji. Niezależnie od tego, pożądane jest pewne rozeznanie wiejskich instalacji odbiorczych oraz znajomość sposobu użytkowania urządzeń elektrycznych w gospodarstwach domowych i rolniczych. Jest to ważne, gdyż elektryk wiejski w pracy najczęściej może liczyć tylko na siebie. Zwykle nie ma on możliwości szybkiego porozumienia się z innym fachowcem w trudnych przypadkach praktycznych.

W większości wsi brak jest odpowiednich fachowców, którzy mogliby podjąć się realizacji zadań elektryka wiejskiego. Trzeba bowiem przyznać, że wykonywanie prac elektroinstalacyjnych, przewidywanych dla elektryków wiejskich, a niezbędnych dla odbiorców energii elektrycznej nie jest opłacalne dla większych przedsiębiorstw ani nie jest atrakcyjne dla wykwalifikowanych elektrotechników. Tymczasem duże bezrobocie i trudna sytuacja finansowa małych gospodarstw rolnych powodują, że oferta pracy w roli elektryka



wiejskiego może znaleźć chętnych kandydatów. Muszą oni być jednak do tego właściwie przygotowani.

Stowarzyszenie Elektryków Polskich we współpracy ze Związkiem Rolników, Kółek i Organizacji Rolniczych podjęło się zorganizowania odpowiednich kursów szkoleniowych dla mieszkańców wsi zdecydowanych wykonywać pracę monterów instalacji elektrycznych. Szkolenia te są organizowane w różnym wymiarze czasu: pełnym (sześć tygodni) – dla kandydatów bez wykształcenia technicznego, ale po ukończonej szkole podstawowej, oraz skróconym (cztery tygodnie) – dla zgłaszających się ze świadectwem ukończenia szkoły zawodowej lub technikum, w których programie występował osobny przedmiot elektrotechniki (zaliczony pozytywnie przez kandydata). Osoba ze średnim wykształceniem elektrotechnicznym zdobytym w technikum elektrycznym może zostać elektromonterem instalacji pod warunkiem jednak dodatkowego przeszkolenia na jednytgodniowym kursie uzupełniającym jego wiedzę w zakresie obowiązków elektryka wiejskiego. Wszystkie te szkolenia mają charakter stacjonarny. Realizuje się tam intensywny program szkolenia w zakresie teorii i praktyki, lecz ograniczony tylko do przedmiotów i tematyki niezbędnych do uzyskania gruntownych umiejętności potrzebnych w pracy elektryka wiejskiego. Po zakończeniu wykładów, ćwiczeń rachunkowych i zajęć praktycznych oraz pomyślnym zdaniu końcowego egzaminu komisyjnego absolwenci kursu uzyskują odpowiednie świadectwo jego ukończenia. Umożliwia ono przystąpienie do egzaminu na uprawnienia do pracy przy czynnych urządzeniach elektrycznych niskiego napięcia, a po ich uzyskaniu – do podjęcia pracy elektryka wiejskiego w zakresie ograniczającym się jednak tylko do odbiorczych, zalicznikowych urządzeń elektroenergetycznych.

Po rocznej pracy absolwenci kursów muszą się poddać kontroli prowadzonej przez uprawnionych członków Stowarzyszenia Elektryków Polskich, którzy mają prawo potwierdzić prawidłowe wykonywanie zleconych zadań. Jest to równoznaczne z zaliczeniem wymaganej praktyki. W przypadku pozytywnej oceny praktyki elektrycy wiejscy mogą wystąpić o przyznanie im tytułu wykwalifikowanego elektromontera. Dokonują tego specjalne komisje kwalifikacyjne działające przy większych przedsiębiorstwach elektroinstalacyjnych.

Ze względu na szybki postęp techniczny w dziedzinie elektrotechniki i następujące w jego wyniku zmiany w normach i przepisach technicznych, a także nieustanne pojawianie się na rynku nowych wyrobów elektrotechnicznych, konieczne jest ciągle uzupełnianie wiadomości i umiejętności elektryków wiejskich. Stowarzyszenie Elektryków Polskich przewiduje pomoc w ich samokształceniu. Może to polegać między innymi na wydawaniu broszur poświęconych szczegółowemu omówieniu aktualnych zagadnień technicznych. Broszury te, opracowane przez specjalistów, tworzyłyby podręczną bibliotekę

elektryka wiejskiego opartą na podręcznikach szkolenia, które zawierają niezbędną wiedzę podstawową. Zamierza się także organizować coroczne zebrania informacyjno-szkoleniowe, na których oprócz referatów na aktualne tematy techniczne i organizacyjne byłaby możliwa wzajemna wymiana praktycznych doświadczeń z pracy elektryków wiejskich.

Źródłem informacji są także instrukcje obsługi, wskazówki montażu i napraw, a nawet ulotki reklamowe wydawane przez producentów elektrotechnicznych aparatów, sprzętu i innych materiałów. Warto je więc gromadzić, wzbogacając osobistą bibliotekę.

### 1.3. Możliwości zatrudnienia

Elektryk wiejski może podjąć pracę jako:

- pracujący samodzielnie, na własne ryzyko, uzyskując zgodę od urzędu gminnego na otwarcie zakładu rzemieślniczego i wykonując prace zlecone na zasadach prawa handlowego;
- członek kółka rolniczego lub innej jednostki związków rolniczych, spółdzielni pracy, prowadząc działalność na własny rachunek, lecz opartą na aparacie administracyjnym związków;
- pracownik najemny przedsiębiorstwa elektroinstalacyjnego, budowlano-montażowego lub usługowo-handlowego, przyjmując zlecenia i rozliczając się za wykonaną pracę za pośrednictwem tego przedsiębiorstwa.

W pierwszych dwóch wariantach elektryk wiejski ma największą swobodę działania, ale ponosi największą odpowiedzialność finansową i prawną. Jako działający samodzielnie musi prowadzić odpowiednie rejestry wymagane przez urząd podatkowy i rozliczać się z tym urzędem. O ile w pierwszym przypadku może osiągnąć wyższe zarobki (sam ustala ceny za usługi), choć musi płacić stosowne podatki za działalność gospodarczą, o tyle w drugim przypadku współuczestniczy w kosztach utrzymania związku, w tym jego administracji.

W trzecim wariantcie zarobki ustala pracodawca, ale elektryk wiejski jest uwolniony od kłopotów związanych z prowadzeniem przedsiębiorstwa. Niezależnie jednak od tego, powinien on prowadzić księgę zleceń i wykonanych prac. Jest ona potrzebna nie tylko do rozliczeń z pracodawcą, lecz także w celu udokumentowania zakresu prac w razie dochodzenia o odszkodowanie ze strony zleceniodawcy za ewentualne niewłaściwe wykonanie prac. Księga ta ułatwia elektrykowi rozeznanie przy podejmowaniu innych prac u tego samego zleceniodawcy.

Wybierając formę zatrudnienia, warto wziąć pod uwagę to, że podjęcie zadań elektryka wiejskiego nie wymaga dużych nakładów finansowych. Oprócz umiejętności są również potrzebne odpowiednie narzędzia i jeden lub dwa nie-

zbyt drogie przyrządy pomiarowe. Ponadto przydałoby się nieco materiałów instalacyjnych, których koszt szybko się zwraca, ponieważ jest składnikiem wynagrodzenia za usługi. Ułatwia to decyzję o podjęciu pracy na własny rachunek i własną odpowiedzialność.

Można również wystąpić do władz gminnych z prośbą o wsparcie finansowe na rozpoczęcie samodzielnej pracy, szczególnie użytecznej dla lokalnej społeczności. Przy podjęciu takiej decyzji należy:

- zgłosić się do urzędu gminnego w sprawie uzyskania zgody na taką działalność i zarejestrowanie nowego podmiotu gospodarczego z powołaniem się na obowiązujące w gminie zarządzenia;

- wystąpić do lokalnego urzędu pracy o udzielenie wsparcia finansowego na podjęcie samodzielnej działalności gospodarczej;

- wystąpić do lokalnego urzędu podatkowego o zwolnienie z obciążeń podatkowych przez pierwsze dwa lata od podjęcia działalności elektryka wiejskiego.

## **2. Organizacja pracy**

### **2.1. Uwagi wstępne**

Właściwa organizacja pracy ma zawsze korzystny wpływ na osiągnięte efekty. Pomaga bowiem w sprawnym i terminowym wykonywaniu zadań zawodowych oraz w uzyskaniu dobrych wyników finansowych.

Organizację pracy sprowadza się zwykle do układania planów wykonania zadań i przestrzegania ścisłej ich realizacji. Jest oczywiście bardzo ważne, by stworzyć tzw. harmonogram, czyli kalendarz prac, na podstawie otrzymywanych zleceń. Uwzględnia się wówczas możliwość ich realizacji z uwagi na dysponowany czas, umiejętności oraz materiały i narzędzia. Taki harmonogram, bieżąco uzupełniany i korygowany stosownie do okoliczności, powinien być przewodnikiem codziennych zajęć.

Ważne jest również systematyczne prowadzenie księgi zleceń i ich wykonania. Umożliwia to nie tylko kontrolę realizacji harmonogramu prac w sposób uporządkowany, lecz także stanowi podstawę rozliczeń podatkowych. Może to być bardzo pomocne w razie ewentualnych pretensji ze strony zleceniodawców co do zakresu i jakości wykonanych prac, a nawet – oby to się nie zdarzało – przy dochodzeniach sądowych w tym zakresie.

Organizację pracy ułatwia kompletowanie i utrzymywanie w dobrym stanie potrzebnych narzędzi i przyrządów pomiarowych niezbędnych do wykonywania przewidzianych prac. Również powinna być przygotowana odzież robocza.

Jednym z warunków organizacji pracy jest respektowanie zasad ochrony środowiska polegających na odpowiednim usuwaniu i przekazywaniu do utylizacji wszelkich odpadków i materiałów zniszczonych podczas pracy. Pracę elektryka wiejskiego wspomagają środki komunikowania się i transportu.

### **2.2. Narzędzia elektromonterskie**

Każda praca wymaga użycia odpowiednich narzędzi. Z tego względu również elektryk wiejski powinien mieć komplet narzędzi dostosowany do zakresu wykonywanych prac. W ramce podano zestaw narzędzi elektromonterskich:

## Typowy zestaw narzędzi i materiałów pomocniczych dla elektryka wiejskiego

### • Narzędzia ręczne:

- cęgi uniwersalne izolowane długości 180 mm, przeznaczone m.in. do cięcia przewodów,
- szczypce do zdejmowania izolacji z żył przewodów o przekroju od 1 do 10 mm<sup>2</sup>,
- szczypce okrągłe izolowane do wykonywania oczek z żył przewodów,
- płaskoszczypcy izolowane długości 180 mm,
- wkrętaki izolowane płaskie szerokości 3, 5, 7 i 10 mm oraz krzyżowe,
- nóż monterski,
- 2 młotki stalowe o masie 0,5 i 1,5 kg,
- przecinaki szerokości od 1,5 do 30 mm,
- komplet szpicaków o średnicy 10 do 20 mm i długości do 300 mm,
- piłka do metali z ramką i kompletem brzeszczotów do wymiany,
- przebijaki rurkowe o średnicy od 10 do 30 mm i długości 300–500 mm lub większej do wykonywania otworów w murze,
- nożyce do cięcia blach (pożądane lewe i prawe),
- cęgi izolowane (czołowe i boczne) do cięcia drutu.

### • Narzędzia mechaniczne:

- wiertarka elektryczna uniwersalna, z możliwością wiercenia udarowego,
- wiertarka do drewna z wiertłami od 3 do 15 mm,
- komplet wiertel o średnicy 5–10 mm (ewentualnie do 12 mm) z nakładkami widiowymi,
- wiertła do metalu – komplet od 1 do 10 mm, ewentualnie 12 mm,
- lutownica elektryczna o mocy 200–300 W.

### • Wyposażenie dodatkowe:

- sprężyna śrubowa stalowa do gięcia rur winidurowych o średnicy 18 i 22 mm,
- kalibrator do rur winidurowych,
- gwintownice ręczne do rur stalowych z pierścieniami i narzynkami radiacyjnymi do rur o średnicy 11–21 mm i 29–42 mm,
- aparat do wstrzeliwania kołków,
- piłka do drewna.

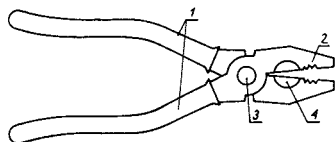
### • Materiały pomocnicze:

- sprężyna taśmowa długości 10–30 m do wciągania przewodów,
- pilniki do metalu – komplet: płaski, okrągły, trójkątny, kwadratowy i płasko-okrągły, długości 200 i 300 mm,
- taśma miernicza długości 200 lub 300 cm,
- liniał długości 400 mm,
- poziomica,
- sznurek (szpagat),
- kreda (paczka),
- ołówki stolarskie,
- kleje: wikol, butapren,
- szpachelka wąska,
- kołki rozporowe o średnicy 6 i 8 mm oraz długości 25 i 30 mm,
- wkręty o różnej średnicy i długości,
- śruby z nakrętkami (różne),
- kołki do wstrzeliwania o gwintach M6 i M8, długości 30, 45 i 60 mm,
- taśma izolacyjna,
- szczotka stalowa.

- podstawowy – do prostych prac elektroinstalacyjnych,
- uzupełniający – do prac przy urządzeniach elektromechanicznych, a także zestaw narzędzi oraz urządzeń, ułatwiających i przyspieszających wykonywanie cięższych czynności.

Do podstawowych narzędzi ręcznych należą cęgi (cażki) o dwóch szczękach, umocowanych przegubowo. Zależnie od budowy są przeznaczone do: cięcia, gięcia, wyrywania gwoździ, ściągania izolacji z żył przewodów itd.

Najczęściej jednak elektromonterzy posługują się cęgami uniwersalnymi, zwanymi potocznie kombinerkami (rys. 1). Umożliwiają one wykonywanie takich czynności, jak cięcie drutów, zginanie przewodów, prostowanie końcówek, chwytanie obrabianej części itp.



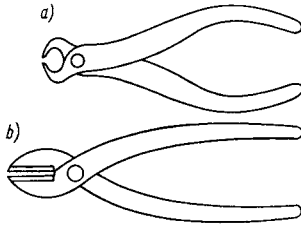
**Rys. 1.** Cęgi uniwersalne:

1 – chwyt, 2 – szczeka, 3 – sworzeń, 4 – ostrze do cięcia

Przydatność cęgów uniwersalnych przy pracach elektromontażowych jest tak znaczna, że trudno się bez nich obyć, pod warunkiem jednak, że nie są uszkodzone. Cęgi te mają co najmniej dwa ostrza do cięcia drutów zarówno miedzianych, jak i aluminiowych. Nie można ich używać do cięcia drutów stalowych, grozi to bowiem wyszczerbieniem ostrzy. Czołowa część cęgów służy do chwytania blach oraz płaskich części konstrukcyjnych sprzętu i osprzętu elektroinstalacyjnego, a także przewodów i drutów. Ząbkowany otwór w środku szczęk umożliwia chwytanie nakrętek, nasadek i rur o średnicy do 1 cm. Należy uważać, aby nie uszkodzić powierzchni chwytanych, gdyż wyszczerbione lub wygładzone nie pełnią wymaganej funkcji.

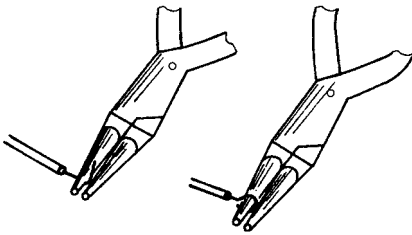
Cęgi uniwersalne występują w dwóch wielkościach i obie powinny się znajdować w zestawie narzędzi elektryka wiejskiego. Powinny być starannie wykonane. Przy zakupie należy sprawdzić, czy krawędzie tnące i powierzchnie uchwytów ściśle przylegają do siebie. Zamocowanie szczęk w przegubie powinno umożliwiać swobodne poruszanie ich względem siebie.

W przypadku gdy do cięcia przewodów nie można użyć cęgów uniwersalnych, należy skorzystać z cęgów specjalnych: czołowych (rys. 2a) lub bocznych (rys. 2b). Te dwa rozwiązania różnią się ustawieniem ostrzy względem osi podłużnej cęgów: odpowiednio prostopadłym lub równoległym. Zaletą tych cęgów jest to, że nie zasłaniają miejsca cięcia drutu ani przewodu. Występują one w dwóch wielkościach: większe do montażu instalacyjnego, a mniejsze zwykle do użycia wewnątrz aparatów.



Rys. 2. Cęgi do cięcia: a) czołowe; b) boczne

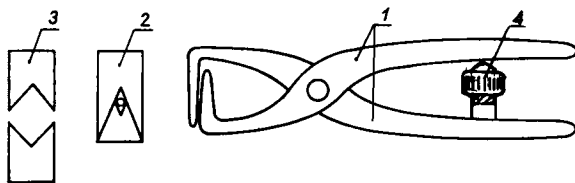
Cęgi spiczaste (rys. 3) mają szczęki proste, okrągłe, zwężające się ku końcom. Są one przydatne w pracach montażowych, gdyż umożliwiają wprowadzenie przewodu do zacisku, łagodne wyginanie przewodu bez narażania na pęknięcie oraz wykonywanie oczek na końcach przewodu, gdy jest to potrzebne dla mocowania go w zacisku. Są wytwarzane w dwóch wielkościach i obydwie rodzaje powinny znaleźć się w zestawie narzędzi monterów wiejskiego.



Rys. 3. Cęgi spiczaste

Cęgi do ściągania izolacji z przewodów umożliwiają nie tylko szybkie i łatwe odizolowanie końców żył przewodów, lecz także usunięcie zewnętrznych powłok przewodów bez obawy uszkodzenia (skaleczenia) samych żył. Cęgi takie spotyka się w różnych odmianach. Są one skonstruowane w taki sposób, że ich ostrza przecinają izolację na całym obwodzie żyły bez uszkodzania jej powierzchni. Umożliwia to ściągnięcie odcinka izolacji z żyły za pomocą zamkniętych cęgów. Cęgi do ściągania izolacji mogą mieć szczęki z półokrągłymi wrębami tnącymi (dostosowanymi do średnicy żył przewodów) albo szczęki z wrębami tnącymi, które zamykają się w stopniu zależnym od średnicy żyły dzięki nastawalnemu ogranicznikowi.

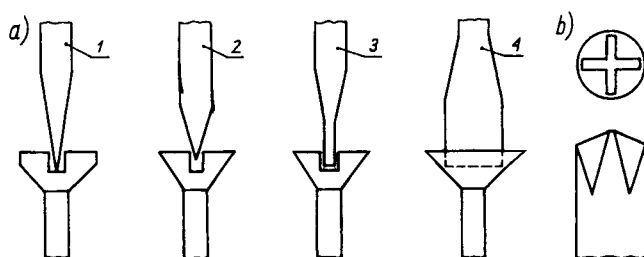
Na rysunku 4 pokazano jedno z omówionych rozwiązań takich cęgów. Szczęki w tym przypadku mają zagięte do środka końce z wyciętymi klinowymi wrębami. Za pomocą śrub w ramionach chwytów można regulować głębokość zachodzenia na siebie szczęk, dostosowując w ten sposób narzędzie do średnicy odizolowywanych żył przewodów. Nie jest to duże utrudnienie, ponieważ przy pracach instalacyjnych monter ma zwykle do czynienia z przewodami o jednym przekroju żył.



**Rys. 4.** Cęgi do ściągania izolacji:

1 – chwyt, 2 – szczęki zamknięte, 3 – szczęki otwarte, 4 – ogranicznik regulowany

Wkrętaki (rys. 5) są narzędziem elektromontera niezbędnym jak cęgi. Służą one do wkręcania oraz wykręcania śrub i wkrętów w gwintowanych połączeniach metalowych części konstrukcyjnych osprzętu i sprzętu instalacyjnego. Są stosowane także do połączeń różnych aparatów i urządzeń, w których są wkręcane w nienagwintowane otwory w częściach drewnianych, z tworzyw sztucznych oraz w blachach. Dotyczy to śrub i wkrętów z naciętym łbem lub końcem, umożliwiającym obracanie ich wkrętakiem. Końcówka wkrętaka musi być dostosowana do rodzaju takiego nacięcia (prostego lub krzyżowego) i jego szerokości, a długość wkrętaka do głębokości osadzenia śrub lub wkrętów. Wymaga to całego zestawu wkrętaków.



**Rys. 5.** Wkrętaki: a) płaskie; b) krzyżowy (widok od czoła i z boku):

1 – zbyt ostry, 2 – zbyt gruby, 3, 4 – dopasowane

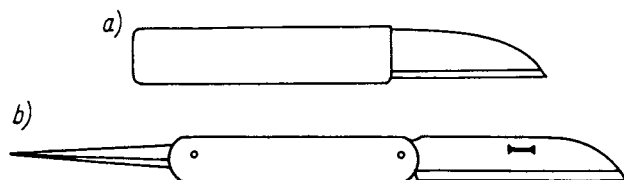
Cęgi i wkrętaki stosowane przez elektromonterów powinny mieć uchwyty pokryte odpowiednią izolacją dla ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym przy dotyku bezpośrednim podczas pracy pod napięciem. Izolacja taka, zwykle jaskrawa (czerwona lub pomarańczowa), powinna pokrywać cały uchwyt obejmowany dłonią. Ma ona odpowiedni występ lub osłonę uniemożliwiającą dotknięcie palcami dalszych niesłoniętych części metalowych narzędzia. Osłony muszą być tak wykonane, by nie można było ściągnąć ich z narzędzi.

Przy zakupie narzędzi należy zwrócić uwagę na napisy wytłoczone na ich



izolowanych osłonach. Określają one dopuszczalne napięcie robocze i probiercze. Do pracy przy urządzeniach zasilanych z sieci 230/400 V narzędzia powinny być izolowane na napięcie co najmniej 500 V, a badane napięciem probierczym 5000 V.

Często pomocnym ręcznym narzędziem tnącym okazuje się nóż monterski (rys. 6). Jest to specjalny nóż o grubym, prostym ostrzu ze spiczastym końcem z trzonkiem ergonomicznym (dobrze dopasowanym do ręki). Nóż powinien się znajdować w futerale lub być składany. W tym drugim przypadku jego budowa powinna uniemożliwiać złożenie się noża w czasie pracy. Ostrze noża powinno być zawsze zaostrzone, nieuszkodzone, zamocowane sztywno w trzonku. Jeśli wymagania te nie są spełnione, należy nabyć nowy nóż monterski.

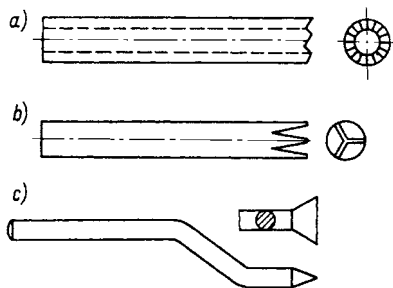


**Rys. 6.** Noże monterskie: a) sztywny; b) składany

Przy pracach elektroinstalacyjnych w budynkach murowanych, wykonanych z betonu, płyt żelbetonowych itp. korzysta się z narzędzi pomocniczych, takich jak przebijaki, wycinaki, przecinaki i szpicaki. Muszą one być wykonane z twardej stali, takiej jednak by nie pękały przy uderzeniach młotkiem.

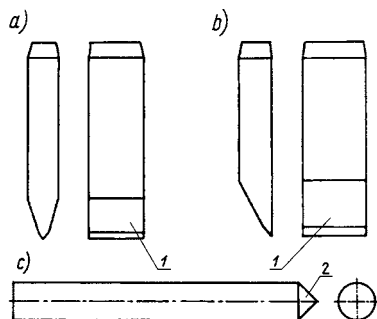
Przebijaki (rys. 7a, b) służące do przebijania otworów przelotowych w ścianach i stropach powinny mieć postać rury z ząbkami na jednym końcu i zasklepionej na drugim. Najlepiej kupić zestaw kilku specjalnie wykonanych przebijaaków o różnych średnicach (od 1 do 3 cm).

Wycinaki (rys. 7c) do wykuwania rowków na przewody i rury mają postać długiego dłuta, wygiętego na kształt wyprostowanej litery Z, o szerokości ostrza od 1 do 3 cm.



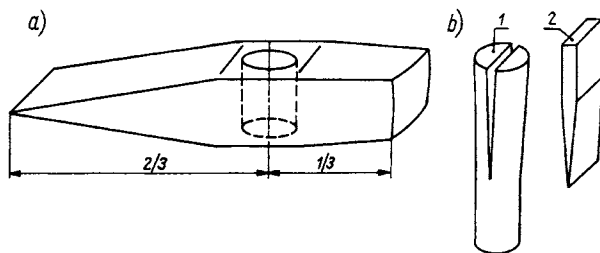
**Rys. 7.** Narzędzia do kucia otworów i bruzd w ścianach: a) przebijak do ścian ceglanych, gipsowych itp.; b) przebijak do ścian betonowych; c) wycinak do kucia bruzd w murze

Przecinaki i punktaki (rys. 8) używane do wykuwania otworów pod puszkę i sprzęt instalacyjny są narzędziami stosowanymi przez ślusarzy do obróbki metalu. Wymagają one częstego ostrzenia i dlatego należałoby mieć ich zapas, a w zestawie narzędzi – gruboziarnistą oślekę i pilnik. Pilnik jest potrzebny także do wyrównywania krawędzi narzędzi w miejscach uderzenia młotkiem, by zapobiec metalowym odpryskom, chociaż najlepiej byłoby wykorzystać do tego celu wirującą ostrzałkę.



**Rys. 8.** Narzędzia do obróbki metali: a) przecinak kowalski; b) przecinak elektromonterski; c) punktak:  
1 – ostrze płaskie, 2 – ostrze spiczaste

Oprócz tych narzędzi są potrzebne odpowiednie młotki. W zestawie narzędzi powinny się znajdować dwa lub trzy młotki o masie 30, 50 i 80 dag. Młotek musi wykazywać odpowiednie proporcje wymiarowe (rys. 9). Długość trzonka powinna być dostosowana do masy młotka i wynosić odpowiednio 25, 35 i 50 cm. Trzonek powinien być wykonany z twardego drewna (dębu, buka, jesionu lub akacji). Koniec trzonka musi być wpasowany ściśle w owalny otwór młotka i wbity tak, by wystawał około 0,5 cm za młotek. Młotki muszą być zawsze w dobrym stanie. Przede wszystkim trzonki powinny być nieuszkodzone, dobrze osadzone i zaklinowane; w przeciwnym razie należy je wymienić na nowe. Gdy uszkodzi się obuch, należy go opłówać, by uniknąć odprysków metalu przy dalszej pracy.



**Rys. 9.** Młotek montażowy: a) proporcje wymiarowe; b) osadzenie trzonka:  
1 – koniec trzonka, 2 – klin

Praca przy odbiornikach elektrycznych wymaga częstego odkręcania i dokręcania nakrętek śrub. Aby wykonywać to poprawnie, monter powinien mieć komplet kluczy płaskich, oczkowych i ewentualnie sztorcowych, ale wystarczy w zestawie „mini”, do śrub nie większych niż 17 mm.

Cały zestaw narzędzi ręcznych powinien być przechowywany razem w torbie lub skrzynce, najlepiej w specjalnej, szczelnej skrzynce narzędziowej z tworzywa sztucznego. Zestaw ten powinien być ułożony w uporządkowany i przejrzysty sposób, aby można było łatwo znaleźć potrzebne narzędzie oraz zauważyć brak któregoś w komplecie. Należy dbać o to, by narzędzia były zawsze oczyszczone, osuszone i nieuszkodzone.

Pożądane jest, by w skrzynce znajdowały się także materiały pomocnicze, takie jak wkrety, śruby, nakrętki i podkładki o różnych wymiarach oraz drut wiązalkowy, taśma izolacyjna, klej uniwersalny, gwoździe itp. Należy je umieszczać w kasetach lub pojemnikach, aby można było je łatwo znaleźć, gdy są potrzebne. Nie należy jednak przechowywać żadnych rzeczy zbędnych i uszkodzonych.

Z narzędzi zmechanizowanych elektryk wiejski potrzebuje tylko wiertarki elektrycznej. Na ogół nie ma trudności z jej zasilaniem, ponieważ wszystkie domostwa na wsi są zelektryfikowane. Jednak występują przypadki, gdy jest to niemożliwe, na przykład w nowo wznoszonym budynku lub w gospodarstwie odłączonym czasowo od sieci zasilającej; dlatego w zestawie narzędzi powinna się znaleźć wiertarka ręczna, najlepiej dwubiegowa, napędzana korbą.

Zaleca się wiertarka elektryczna była zasilana napięciem przemianym 230 V i mogła być stosowana do pracy ciągłej i udarowej, z głowicą do wiertel o średnicy do 10 mm. Powinna być produkcji znanej w kraju firmy, a to dla umożliwienia naprawy gwarancyjnej oraz zakupu części zamiennych i wyposażenia dodatkowego. Spośród bogatej oferty handlowej należy wybrać wiertarkę możliwie lekką, małą i poręczną.

Do wiertarki jest potrzebny komplet wiertel o średnicy od 1 do 10 mm, przy czym należy mieć zapas wiertel cienkich (do 3 mm), gdyż często się łamią. Tymi samymi wiertłami można wykonywać otwory w drewnie i metalu. Nie nadają się one jednak do wiercenia otworów w murze i betonie, bo szybko się tępią. Do takich prac jest wymagany komplet specjalnych wiertel utwardzonych, tzw. wiertła widiowe, z nakładkami ze spieków. Średnice ich wynoszą od 4 do 12 mm (i więcej), z tym, że ich szyjki są dostosowane do uchwytów w głowicy wiertarek do 10 mm. Stosując wiertła do muru i betonu, należy zawsze utrzymywać pewien ich zapas na wymianę uszkodzonych lub stępionych.

Wiertarki udarowe wykonują ruchy skokowe, bardzo pomocne przy wierceniu otworów w murze, betonie i kamieniu. Są wiertarki z wbudowanym mechanizmem do takiego napędu; inne są wyposażone w odpowiednie przystawki przetwarzające ruch ciągły obrotowy na skokowo-udarowy.

Na wrzecionie wiertarki może być zakładane narzędzie w postaci kubka wykonanego z blachy ze stali narzędziowej o średnicy około 60 mm z uzębioną krawędzią i zaopatrzonego w odpowiedni uchwyt. Używa się go do wycinania otworów pod puszkę instalacyjną przy układaniu instalacji pod tynkiem w budynku wykonanym z bloków styropianowych lub podobnych.

W wyposażeniu wiertarki powinny się znaleźć ostrzałki (tarcze szlifierskie) oddzielnie do wiertel stalowych (twardych) i do wiertel nakładkowych (miękkich). Ostrzenie wiertel wymaga staranności i pewnej wprawy. Rozpoczęcie wiercenia ułatwia punktak (rys. 8c), którym przez pobijanie młotkiem zaznacza się miejsce wykonania otworu.

Warto pamiętać, że wiertarki mają zwykle dwa biegi, czyli mogą pracować przy różnych prędkościach obrotowych. Wyższe obroty można stosować przy wierceniu otworów cieńszymi wiertłami, do 3 mm. Korzystne jest, by otwory o większych średnicach wykonywać etapami, używając najpierw wiertła cieńszego, a następnie grubszego.

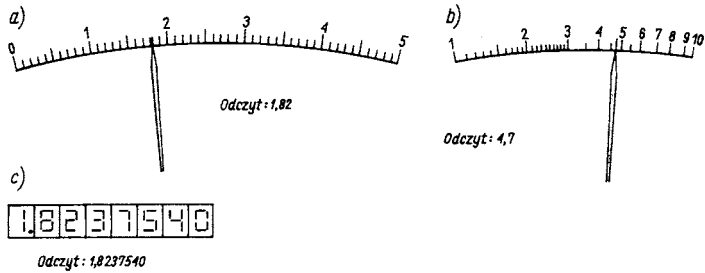
### 2.3. Przyrządy pomiarowe

Każdy elektromonter powinien wykazywać się umiejętnością wykonania pomiaru przynajmniej podstawowych wielkości elektrycznych, takich jak napięcie, prąd, rezystancja i moc elektryczna – zależnie od zakresu pracy. Różnią się: wskaźniki i mierniki. Wskaźniki (sygnalizatory) sygnalizują tylko występowanie określonej wielkości, na przykład napięcia, za pomocą sygnału świetlnego (np. przez zapalenie się lampki) lub dźwiękowego (np. przez włączenie się buczenia czy dzwonka). Natomiast mierniki umożliwiają ustalenie wartości liczbowej mierzonej wielkości, między innymi napięcia wyrażanego w woltach lub rezystancji w omach.

Mierniki mogą być wskazówkowe (inaczej analogowe), w których wychylająca się wskazówka umożliwia odczyt zmierzonej wartości na nieruchomej

#### Typowy zestaw przyrządów pomiarowych i elementów pomocniczych

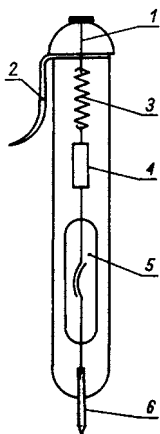
- jednobiegunowy wskaźnik napięcia jarzeniowy,
- dwubiegunowy wskaźnik napięcia (próbnik lampowy),
- omomierz indukcyjny 500 V do pomiaru rezystancji izolacji,
- multimetr (najlepiej cyfrowy),
- przewody połączeniowe,
- elektryczne lampy przenośne, osiatkowane, w bezpiecznym wykonaniu,
- ewentualnie walizka pomiarowa monterska z zestawem zawierającym woltomierz z przełącznikiem, amperomierz i watomierz.



**Rys. 10.** Skala mierników wskazówkowych równomierna (a) i logarytmiczna (b) oraz wyświetlacz cyfrowy miernika (c)

skali, oraz cyfrowe ukazujące zmierzoną wartość liczbową na tzw. wyświetlaczu. Na rysunku 10 przedstawiono przykładową skalę mierników wskazówkowych oraz ośmiosegmentowy wyświetlacz miernika cyfrowego. Obecnie prawie powszechnie stosuje się mierniki cyfrowe, które pozwalają na dokładniejsze pomiary (nie ma błędu odczytu) i łatwiejszą obsługę.

Przed rozpoczęciem prac elektroinstalacyjnych konieczne jest sprawdzenie, czy dane urządzenie, sprzęt lub obwód instalacyjny są pod napięciem. Często istnieje potrzeba pomiaru rezystancji izolacji urządzeń odbiorczych, rezystancji uziemienia uziomów i badania skuteczności ochrony przeciwporażeniowej. Jeśli natomiast oferta usług elektryka obejmuje prace przy odbiornikach elektrycznych, duże znaczenie ma pomiar prądu, mocy, rezystancji części przewodzących oraz rezystancji izolacji. W ramce zestawiono potrzebne do tego wskaźniki i przyrządy pomiarowe.



Do niezbędnego wyposażenia elektryka wiejskiego należą jarzeniowe wskaźniki napięcia jedno- i dwubiegunowy. *Jarzeniowy wskaźnik napięcia* (rys. 11), zwany powszechnie neonówką, ma kształt długopisu z materiału izolacyjnego, w którym znajduje się mała lampka wyładowcza, widoczna przez otwór z boku obudowy wskaźnika. Na jednym końcu wskaźnika jest umieszczony metalowy grot (pełniący funkcję wkrętaka w niektórych rozwiązaniach), a na drugim końcu – styk metalowy. Lampka jest włączona między stykiem a grotem.

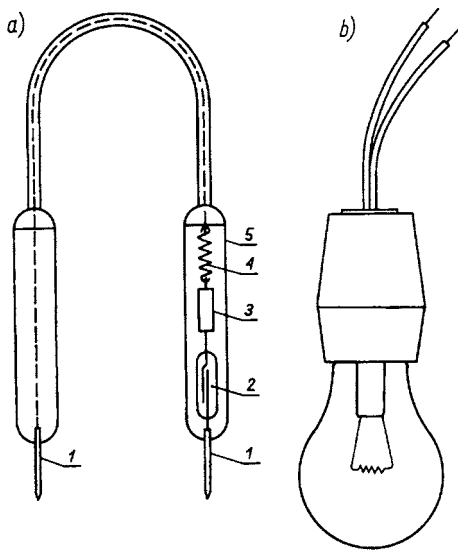
W celu sprawdzenia, czy urządzenie znajduje się pod na-

**Rys. 11.** Jarzeniowy wskaźnik napięcia:

1 – styk, 2 – zaczepek, 3 – sprężyna, 4 – rezystor, 5 – lampka jarzeniowa, 6 – grot

pięciem, należy dotknąć części przewodzącej badanego urządzenia grotem wskaźnika, trzymanego w ręce, a kciukiem – styku wskaźnika. Stwarza to drogę przepływu prądu od urządzenia przez ciało trzymającego wskaźnik do ziemi. Prąd ten o wartości nie większej niż 0,5 mA powoduje zaświecenie się lampki. Nie stanowi on żadnego zagrożenia porażeniem prądem elektrycznym pod warunkiem, że wskaźnik nie jest uszkodzony. Wskaźnikiem tym można sprawdzać wszystkie urządzenia prądu przemiennego zasilane napięciem 230/400 V, badając napięcie względem ziemi. Wskaźnik wykrywa napięcie wyższe niż 80 V.

*Dwubiegunowy wskaźnika napięcia* (zwany lampą probierczą lub próbni-kiem lampowym) składa się z oprawki, małej lampy jarzeniowej lub żarówki i dwóch przewodów zakończonych metalowymi końcówkami (rys. 12). Umożliwia on stwierdzenie występowania napięcia, na przykład w gniazdach wtyczkowych, oprawkach oświetleniowych, między zaciskami odbiornika, choć nie gwarantuje braku zagrożenia porażeniowego. Są także dostępne prób-niki z żarówką na napięcie 230 V z włączonym szeregowo rezystorem, aby ona nie uległa uszkodzeniu przy napięciu międzyprzewodowym 400 V. Mimo to prób-nik taki nie jest pewny w użyciu, gdyż można nie zauważyć przepalenia się żarówki.



**Rys. 12.** Lampy probiercze: a) jarzeniowa; b) żarówkowa:

1 – grot, 2 – lampka jarzeniowa, 3 – rezystor, 4 – sprężyna, 5 – chwyt

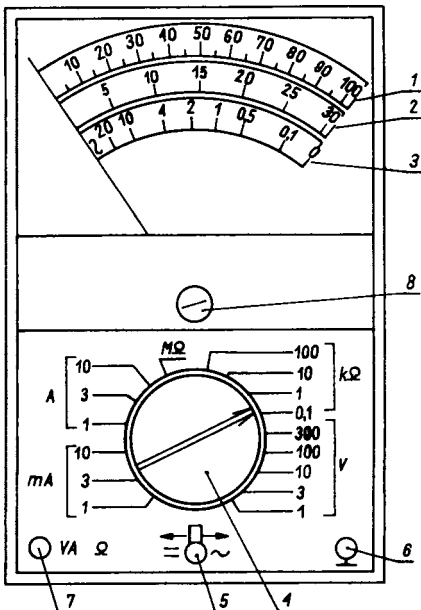
Nowoczesne wskaźniki napięcia dwubiegunowe mają tak zwany bargraf, czyli świecąca linijkę zawierającą diody LED. Diody te wskazują poziom występującego napięcia sygnalizowany świeceniem kolejnych diód.

Z przyrządów pomiarowych najbardziej przydatny i poręczny jest *przyrząd uniwersalny*, zwany potocznie multimetrem. Jest on przeznaczony do wykonywania podstawowych pomiarów napięcia, prądu przemiennego i stałego (w szerokim zakresie), rezystancji oraz sprawdzenia ciągłości obwodu. Niektóre z multimetrów umożliwiają też pomiar innych wielkości, na przykład pojemności elektrycznej.

Na rynku występuje wiele odmian multimetrów wskazówkowych i cyfrowych, różniących się ceną, przy czym przyrządy cyfrowe są zwykle droższe, umożliwiają jednak dokładniejszy pomiar różnych wielkości i mają na ogół większe zakresy pomiarowe.

Na rysunku 13 pokazano najprostszy multimetr wskazówkowy. Można nim wykonywać pomiary napięcia przemiennego i stałego w zakresie od 1 do 1500 V, prądu stałego i przemiennego w zakresie od 1 mA do 10 A oraz rezystancji w zakresie od zera do milionów omów. Przyrząd przełącza się na pomiar różnych wielkości i właściwy zakres ich wartości za pomocą pokrętki umieszczonego na wierzchu obudowy.

W okienku przyrządu są najczęściej widoczne trzy skale: górna podzielona na 100 działek, środkowa na 30 i dolna na 20 działek. Pierwszą skalę wykorzystuje się do pomiarów napięcia lub prądu w zakresach kończących się na 10, 100 lub 1000, środkową – w zakresach 3, 30, 300 itd. Trzecia skala (dol-

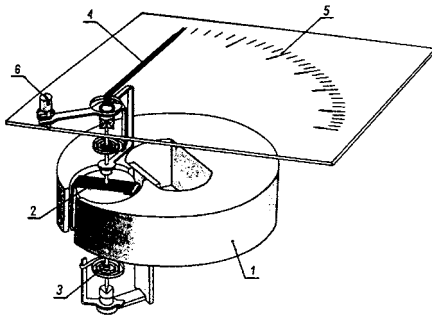


**Rys. 13.** Przyrząd uniwersalny wskazówkowy:

1, 2 – skala do pomiaru napięcia i prądu, 3 – skala do pomiaru rezystancji, 4 – przełącznik zakresów pomiarowych, 5 – przełącznik rodzaju prądu, 6, 7 – zaciski pomiarowe, 8 – korektor ustawienia wskazówki na zerze

na) służy tylko do pomiarów rezystancji w zakresie od zera do bardzo dużych wartości. Na tej ostatniej skali wartości wzrastają od prawej strony do lewej w kierunku przeciwnym niż na skalach poprzednich. Przyrząd ma przy tym jedną tylko wskazówkę.

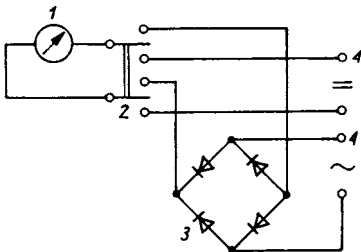
Podstawowym członem wskazówkowego miernika uniwersalnego jest organ pomiarowy, zwykle magnetoelektryczny. Zasadę jego konstrukcji pokazano na rysunku 14. Obrót cewki następuje przy przepływie prądu przez jej zwoje wskutek oddziaływania elektrodynamicznego. Im większe jest natężenie prądu w cewce, tym większe następuje wychylenie wskazówki. Oznacza to, że przyrząd mierzy wartość prądu.



**Rys. 14.** Organ pomiarowy przyrządu uniwersalnego:

1 – magnes trwały, 2 – cewki ruchome, 3 – sprężyny zwrotne doprowadzające prąd do cewki, 4 – wskazówka, 5 – skala, 6 – śruba korektora

Aby można było wykonać pomiary w obwodach prądu przemiennego, miernik wyposaża się we włączony w razie takiej potrzeby prostownik półprzewodnikowy (rys. 15). Miernik wskazuje wtedy wartości skuteczne prądu i napięcia.



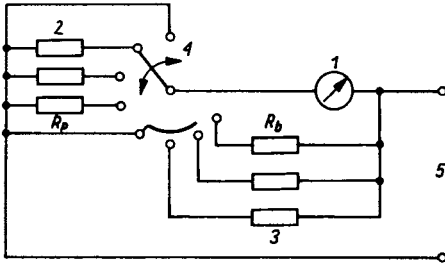
**Rys. 15.** Układ połączeń z przełącznikiem rodzaju prądu:

1 – organ pomiarowy, 2 – przełącznik, 3 – układ prostowniczy, 4 – zaciski przyłączeniowe

Prąd o większej wartości można zmierzyć, włączając równolegle do cewki rezystory pełniące funkcję boczników (rys. 16).

Pomiar rezystancji wykonuje się w układzie przedstawionym na rysunku 17. Układ zasila się z baterii galwanicznej, umieszczonej w osobnej kasie miernika. Przycisk *P* występujący w układzie na obudowie miernika – po jego

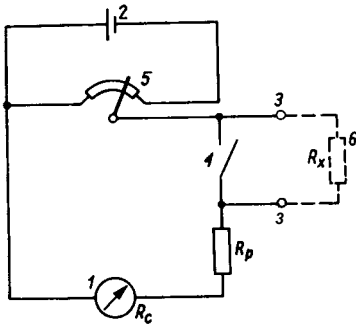




**Rys. 16.** Układ połączeń z przełącznikiem zakresów pomiarowych:

1 – organ pomiarowy, 2 – boczniki, 3 – posobniki, 4 – przełącznik zakresów pomiarowych

naciśnięciu – powoduje przepływ prądu  $I_o = U/(R_c + R_p)$ , przy czym:  $U$  – napięcie zasilania,  $R_c$  i  $R_p$  – rezystancja odpowiednio cewki i posobnika. Odpowiada to maksymalnemu wychyleniu wskazówki do zera na skali pomiaru rezystancji. Ponieważ napięcie baterii ulega zmianom w czasie (obniża się), na mierniku jest umieszczona śrubka korekcyjna, którą przed każdym pomiarem należy ustawić wskazówkę miernika na zerze skali przy naciśnięciu przycisku  $P$ .

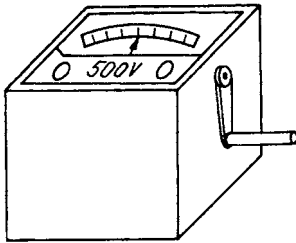


**Rys. 17.** Układ do pomiaru rezystancji:

1 – organ pomiarowy, 2 – ogniwa zasilania, 3 – zaciski przyłączeniowe, 4 – przycisk zwierający, 5 – potencjometr korekcyjny, 6 – mierzona rezystancja

Po dołączeniu elementu o badanej rezystancji  $R_x$  do zacisków na obudowie miernika przez cewkę pomiarową popłynie prąd:  $I = U/(R_c + R_p + R_x)$ , który obróci wskazówkę w położenie odpowiadające na skali zmierzonej wartości  $R_x$ . Przy bardzo dużej wartości  $R_x$  prąd  $I_x$  jest bliski zera. Wskazówka zatem nie wychyli się z położenia spoczynku; dlatego w tym miejscu skali podano symbol nieskończoności  $\infty$  określający, że wartość rezystancji jest praktycznie nieskończenie duża.

Drugim przyrządem pomiarowym niezbędnym dla elektryka wiejskiego jest miernik do badania stanu izolacji instalacji oraz odbiorników elektrycznych, zwany *induktorem* (rys. 18). Jest nim omomierz zasilany z prądnicy, napędzanej ręcznie za pomocą korbki aparatu. Prądnica wytwarza napięcie zależne od jej konstrukcji. Wartość napięcia zależy także od prędkości obracania korbką. Im prędkość ta jest większa, tym napięcie indukowane w uzwojeniu prądnicy jest wyższe.



Rys. 18. Omomierz indukcyjny

Induktory buduje się na różne napięcia, nawet do 2,5 kV i więcej. Do badania urządzeń pracujących przy napięciu 230/400 V wystarcza induktor wytwarzający napięcie 500 V przy normalnych obrotach korbką. Chodzi bowiem o to, by przy pomiarze rezystancji izolacji badać jednocześnie jej wytrzymałość elektryczną, doprowadzając do przebicia izolacji, a w rezultacie do zwarcia w miejscu jej uszkodzenia lub osłabienia. Aparat ma postać prostopadłościennego pudełka o odpowiednich wymiarach i masie. Najczęściej jest umieszczany w specjalnym futerale z paskiem do noszenia na ramieniu.

W zestawie aparatów pomiarowych wykorzystywanych przez elektromontera występuje też między innymi miernik rezystancji uziemienia uziomów, amperomierz cęgowy do pomiaru prądu w żyłach przewodów zasilających (bez potrzeby ich rozłączania) oraz zestaw walizkowy: woltomierz, amperomierz i watomierz do dokładniejszych pomiarów napięcia, prądu i mocy czynnej.

Stosowanie tych przyrządów pomiarowych wymaga dokładnego zaznajomienia się z zasadami ich działania oraz instrukcjami obsługi. Należy jednak pamiętać, że korzystanie z nich przy czynnych urządzeniach elektrycznych wymaga odpowiednich kwalifikacji osoby wykonującej pomiary.

## 2.4. Podręczny magazyn i warsztat

Elektryk wiejski przy pracach elektroinstalacyjnych powinien korzystać z materiałów elektrotechnicznych i prefabrykowanych elementów montażowych, a nawet całych zespołów produkowanych przemysłowo. W ten bowiem sposób może najlepiej spełnić wymaganie dotyczące wysokiej jakości oraz estetyki wykonania robót. Nie przewiduje się też, by mógł naprawiać odbiorniki elektryczne, a tym bardziej zmechanizowany sprzęt domowy, jak też maszyny i urządzenia rolnicze zasilane energią elektryczną, bo przekracza to jego możliwości i uprawnienia. Z tego względu nie ma on potrzeby tworzenia własnego warsztatu rzemieślniczego.

Jednak elektryk wiejski powinien zorganizować magazyn materiałów potrzebnych do pracy oraz uzyskać miejsce, gdzie mógłby wykonywać najprost-

sze prace warsztatowe. Takie wydzielone miejsce jest konieczne po to, by przygotować niedostępne w handlu elementy instalacyjne, na przykład specjalne uchwyty, wsporniki, obejmę, podkładki, a także usunąć usterki mechaniczne urządzeń (np. wymieniając uszkodzone śruby), wykonać dodatkowe otwory gwintowane, przygotować narzędzia do pracy (np. zaostrzyć, obsadzić w rękojeści) itd. Potrzebne jest również miejsce na przechowanie zarówno narzędzi do bieżących napraw urządzeń, jak i ubrania robocze, drabiny oraz innych rzeczy wykorzystywanych przy pracy.

Przeznaczone na ten cel pomieszczenie powinno być wyposażone w odpowiednią instalację elektryczną, suche, z podłogą łatwą do sprzątania. Najważniejsze, by było dobrze zagospodarowane, a więc by wydzielono w nim miejsce na magazyn i ustawienie stołu do prac warsztatowych, pozostawiono niezastawioną powierzchnię w celu łatwego dostępu do wszystkich urządzeń. Ważne jest właściwe oświetlenie stanowiska pracy, dzięki opracom oświetleniowym odpowiednio dobranym i rozmieszczonym.

Magazyn korzystnie jest urządzić przy wybranej ścianie, zakładając półki drewniane na całej wysokości pomieszczenia, a najlepiej ustawiając stojak ze specjalnych listew montażowych, łatwy w montażu i demontażu. Na takiej konstrukcji wydziela się miejsce na rury instalacyjne i przewody, na większe aparaty, skrzynki rozdzielnic, oprawy oświetleniowe oraz umieszcza się zestawy specjalnych kaset z tworzyw sztucznych, umożliwiających odpowiednie uporządkowanie sprzętu i osprzętu instalacyjnego oraz innych drobnych materiałów instalacyjnych, a także śrub, wkrętów, gwoździ itp. Wszystko to powinno być zawsze opisane, by nie było trudności ze znalezieniem potrzebnych materiałów.

Stół warsztatowy najlepiej ustawić przy innej ścianie i umieścić nad nim półki, a bezpośrednio pod blatem szuflady oraz poniżej odkrytą półkę. Stół powinien mieć gruby blat drewniany z obrzeżem metalowym i stać na metalowych nogach, tworząc sztywną i wytrzymałą konstrukcję. Narzędzia najlepiej wieszać w uporządkowany sposób na ścianie, a pozostałe przetrzymywać w szufladach lub na półce pod stołem. Chodzi o to, by blat stołu nie był zastawiony, lecz cała jego powierzchnia przeznaczona do wykonywania robót. Do blatu należy przytwierdzić na stałe dwa imadła: większe do cięższych i mniej-

### **Typowe wyposażenie warsztatowe**

- wiertarka elektryczna, stołowa, ewentualnie stojak do wiertarki ręcznej,
- imadło większe i mniejsze; do tego stół z desek (3 cm grubości),
- spawarka transformatorowa jednofazowa do spawania blach i drobnych elementów,
- komplety kluczy do śrub, płaskich, oczkowych i sztorcowych.

sze do lżejszych prac. Ponadto potrzeba zamontować wiertarkę stołową lub stojak do wiertarki ręcznej.

Warsztat musi być wyposażony nie tylko w narzędzia ręczne, takie jak łutownicy, cęgi, młotki, piłki i pilniki do metalu, piły i pilniki do drewna, komplet wiertel do metalu i drewna, zestaw gwintowników i narzynarek, suwmiarka, kątownik i inne miarki, kleje i luty, lecz także w takie materiały, jak wkręty, śruby, nakrętki i gwoździe o różnych wymiarach oraz w kawałki blach, płaskowników i inne.

Zaleca się, by wymienione narzędzia, stanowiące wyposażenie warsztatu nie były wykorzystywane do prac u klientów. Narzędzia do takich zadań powinny zawsze znajdować się w komplecie w torbie lub skrzynce monterskiej, gotowe do zawieszenia na miejsce wykonywanych usług. Elektryk wiejski powinien mieć przy sobie rękawice izolacyjne i podręczną apteczkę z lekarskimi i opatrunkami.

Bardzo ważne jest wyposażenie warsztatu w odpowiednie skrzynie na odpadki metali (oddzielne dla metali kolorowych), ceramiczne, z tworzyw sztucznych i papieru. Po zakończeniu pracy w obiekcie budowlanym wszystkie te odpadki powinny być usunięte. Należy je przewieźć do miejsca, gdzie są umieszczone skrzynie, posegregować i zapakować. Co pewien czas skrzynie te należy opróżniać, a ich zawartość wywozić do specjalnych składnic w celu zutylizowania.

Wskazane jest, by prace w warsztacie były wykonywane w odpowiednim ubraniu roboczym, najlepiej drelichowym, jednoczęściowym, zapinanym aż pod szyję i z zapinanymi mankietami rękawów. Obuwie należy zakładać wygodne, ale sztywne, chroniące przed zranieniem nóg przez upadające przedmioty. Należy mieć drelichowe lub skórzane rękawice robocze, a niekiedy także okulary ochronne, które powinny być przechowywane w widocznym miejscu.

## **2.5. Inne ustalenia**

W miarę rozwoju usług świadczonych przez elektryka wiejskiego jest wskazane, aby dysponował on środkami transportu i łączności. Przydałby mu się samochód dostawczy w postaci półciężarówki czy mikrobusa, gdyż umożliwiłaby przewóz urządzeń do naprawy i z naprawy, a także nowo zakupionych urządzeń do zainstalowania u klienta. Pozwalałby też na przewiezienie drabiny, tak potrzebnej w wielu przypadkach. Najlepiej jest zaopatrzyć się w drabinę rozstawną, przynajmniej o pięciu szczeblach, aluminiową, gdyż jest lekka i trwała.

Środki łączności usprawnią zbieranie zamówień od klientów i porozumie-

---

wanie się z nimi co do zakresu i terminu wykonania prac, przerw w dostawie energii, wyłączeń w sieci niskiego napięcia, zauważonych uszkodzeń na liniach i w wiejskich stacjach transformatorowych, z punktami naprawczymi sprzętu i maszyn elektrycznych co do możliwości i terminów wykonania potrzebnych usług z ich strony, z hurtowniami materiałów elektronicznych w sprawie asortymentu, cen i warunków dostawy itd.

## 3. Materiały elektroinstalacyjne

### 3.1. Przewody instalacyjne

Do wykonywania instalacji elektrycznych stosuje się *przewody izolowane*. Mają one żyły z materiału przewodzącego, otoczone izolacją wytłoczoną z materiału elektroizolacyjnego. Tak wykonane przewody wymagają dodatkowej osłony, chroniącej je przed uszkodzeniami mechanicznymi wywołanymi czynnikami z otoczenia. Dlatego najczęściej wciąga się je do rur instalacyjnych. Aby uniknąć stosowania takich rur, wytwarza się wielożyłowe przewody instalacyjne, w których kilka (od dwóch do pięciu) żył izolowanych jest skręcone ze sobą i otoczone powłoką izolacyjną. Produkuje się także przewody wielożyłowe, których żyły izolowane są nieskręcone, lecz rozciągnięte wzdłuż osi przewodu, a na nich jest wytłoczona powłoka. Są to *przewody płaskie*.

Najlepszym praktycznie materiałem przewodzącym na żyły przewodów jest miedź elektrolityczna i takie tylko przewody są obecnie dopuszczone do stosowania w instalacjach w budownictwie wiejskim.

Jeszcze w latach osiemdziesiątych ubiegłego wieku stosowano przewody instalacyjne z żyłami aluminiowymi. Są one nadal dostępne i dlatego należy się zapoznać z ich cechami, a zwłaszcza wadami, które zadecydowały o zaniechaniu ich stosowania. Główną wadą przewodów aluminiowych jest to, że w miarę upływu czasu na pozbawionych izolacji końcach przewodów tworzy się coraz grubsza warstewka tlenków źle przewodzących prąd elektryczny. Powoduje to szybkie pogarszanie się styku i nagrzewanie się przewodów w zaciskach. Ze względu na dużą rozszerzalność cieplną aluminium i jego miękkość żyły obluźwiają się w zaciskach po pewnym czasie. Jest to przyczyną iskrzenia i coraz gorszego stanu połączeń. Inną wadą przewodów aluminiowych jest ich mała wytrzymałość mechaniczna oraz pęknięcie po kilku zgięciach. Poza tym ich przewodność elektryczna o około 40% mniejsza niż miedzi wymaga stosowania większych przekrojów żył aluminiowych, a więc większych średnic przewodów w porównaniu z żyłami miedzianymi.

Izolację przewodów, a także powłokę zewnętrzną przewodów wielożyłowych wykonuje się obecnie niemal wyłącznie z polichloru winylu, zwanego

w skrócie polwinitem. Przed wielu laty izolację i powłokę przewodów instalacyjnych wykonywano z gumy.

Polwinit ma bardzo dobre właściwości elektroizolacyjne, jest bowiem odporny na wilgoć, a odpowiednio utwardzony – dość odporny na uszkodzenia mechaniczne. Wadą jego jest natomiast stosunkowo mała odporność na temperaturę wyższą niż 70°C. Jeśli więc przewody są przeznaczone do pracy w pomieszczeniach o podwyższonej temperaturze otoczenia, powinny mieć izolację z innego materiału, najlepiej z polwinitu ciepłoodpornego, gumy silikonowej lub włókna szklanego.

Przewody instalacyjne dzieli się na dwie grupy: do instalowania na stałe oraz do odbiorników ruchomych i przenośnych.

Rozróżnia się następujące *przewody do instalowania na stałe*:

- jednożyłowe (mają tylko izolację) do prowadzenia w rurach instalacyjnych lub ułożenia pod osłonami (m.in. w rozdzielnicach),
- wielożyłowe, nazywane kablakami, do układania bez osłon,
- wtynkowe (mają izolację i powłokę).

*Przewody giętkie* – do odbiorników ruchomych i przenośnych – dzieli się natomiast na sznury mieszkaniowe do zasilania małych odbiorników w mieszkaniach i przewody oponowe: warsztatowe i przemysłowe, do odbiorników użytkowanych w innym otoczeniu, m.in. w obiektach rolniczych i na dworcu, a przede wszystkim zasilające odbiorniki o większych mocach.

Elektryk wiejski może mieć też niekiedy do czynienia z przewodami przeznaczonymi do stosowania na stałe na zewnątrz budynków. Są to przewody na napięcie znamionowe 0,6/1 kV:

- przewody nieizolowane (gołe), w postaci linki skręconej z drutów, zwykle aluminiowych lub ze stopu aluminiowego, lub z umieszczonym wewnątrz rdzeniem stalowym (przewody stalowo-aluminiowe) dla uzyskania większej wytrzymałości mechanicznej na rozciąganie – stosowane niekiedy w napowietrznych przyłączach domowych i połączeniach między budynkami;
- przewody napowietrzne izolowane, wykonane jako wielożyłowe (dwu-, trój- i czterożyłowe) z wkomponowaną stalową linką nośną – stosowane najczęściej do wykonania przyłączy, połączeń między obiektami, a także specjalnych instalacji podwieszanych wewnątrz budynków gospodarczych;
- kable elektroenergetyczne, przystosowane do układania bezpośrednio w ziemi lub w kanałach ziemnych, lub pod podłogą w budynkach produkcyjnych.

Żyły przewodów i kabli mają znormalizowany przekrój z następującego szeregu: 1,5; 2,5; 4; 6; 10; 25; 35; 50; 70; 95; 120 mm<sup>2</sup>. Przewody izolowane jednożyłowe miedziane są produkowane w pełnym, wymienionym wyżej zakresie przekrojów, z tym że do 10 mm<sup>2</sup> włącznie mają żyłę albo jednodruto-

wą, albo wielodrutową (jest to linka giętka, skręcona z wielu cienkich drutów), a powyżej 10 mm<sup>2</sup> – linkę z mniejszej liczby drutów odpowiednio grubszych. Przewody aluminiowe natomiast stosuje się z żyłami wielodrutowymi o przekroju od 16 do 120 mm<sup>2</sup>.

Przewody instalacyjne wielożyłowe są produkowane z dwiema, trzema, czterema, a niektóre typy również z pięcioma żyłami o jednakowym przekroju w zakresie od 1 do 10 mm<sup>2</sup> (żyły miedziane), a od 16 do 120 mm<sup>2</sup> – miedziane lub aluminiowe wielodrutowe. Są też w sprzedaży przewody z żyłami wielodrutowymi (w postaci linki) miedzianymi o przekroju 1,5–10 mm<sup>2</sup> i aluminiowymi o przekroju od 16 do 120 mm<sup>2</sup>.

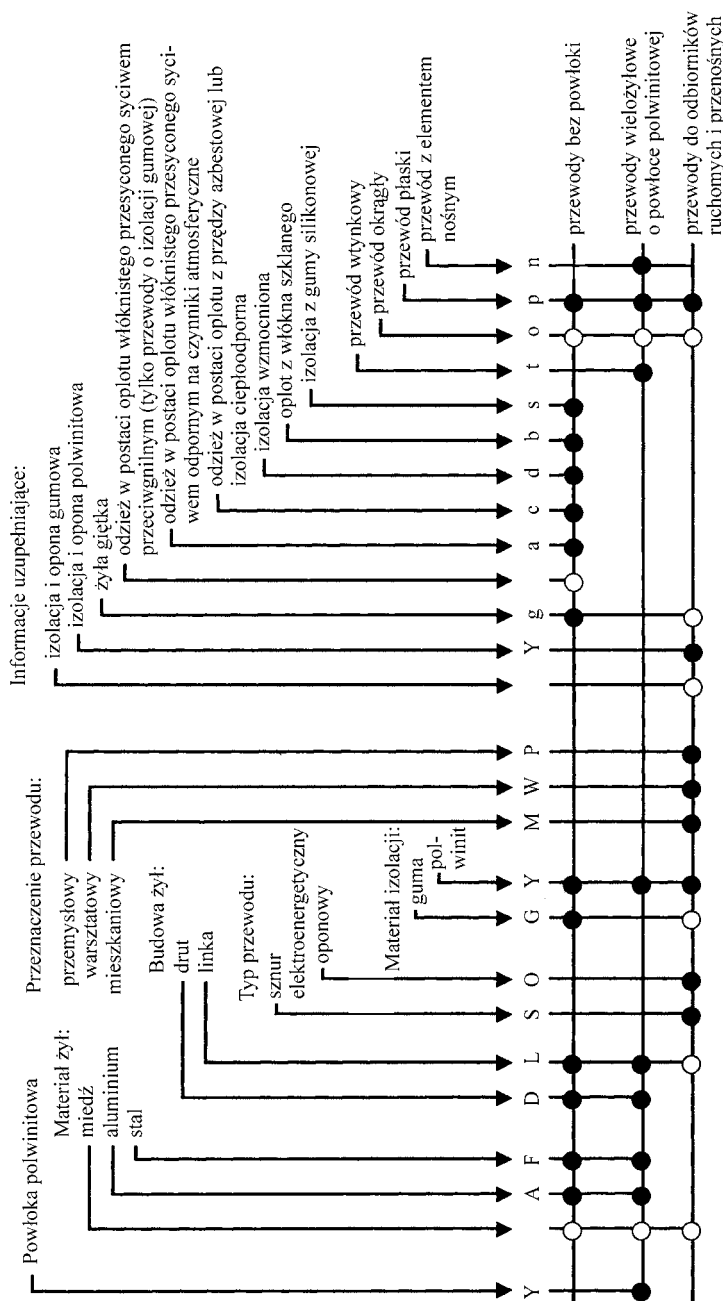
Przewody instalacyjne wykonuje się na następujące napięcia znamionowe  $U_0/U$ : 300/300 V, 300/500 V, 450/750 V i 600/1000 V, przy czym  $U_0$  – napięcie fazowe,  $U$  – napięcie międzyprzewodowe. Tylko przewody na napięcie znamionowe 300/300 V stosuje się w instalacjach jednofazowych o napięciu 230 V i niższym, a na napięcie 300/500 V, 450/750 V lub 600/1000 V – w instalacjach trójfazowych o napięciu 230/400 V. Natomiast pod względem dostosowania do różnych sposobów ułożenia i warunków środowiskowych przewody instalacyjne wytwarza się w wielu różnych typach.

Typ przewodów zawiera symbol literowy oznaczający ich budowę i użyte materiały. Na rysunku 19 podano znaczenie poszczególnych symboli. Na przykład symbolem DY oznacza się przewód jednożyłowy z żyłą miedzianą jednodrutową o izolacji polwinitowej, a symbolem LgYc przewód jednożyłowy z żyłą miedzianą wielodrutową giętą o izolacji z polwinitu ciepłoodpornego. Natomiast YDYp oznacza przewód wielożyłowy z żyłami miedzianymi jednodrutowymi o izolacji i powłoce polwinitowej, płaski.

Do linii napowietrznych stosuje się przewody nieizolowane wytwarzane jako wielodrutowe (linki): miedziane (L) i stalowo-aluminiowe (AFL) o przekroju począwszy od 16 mm<sup>2</sup>, a aluminiowe (AL) – od 25 do 120 mm<sup>2</sup>. Coraz częściej wykorzystuje się również wielożyłowe izolowane przewody miedziane samonośne typu YDYn z dwiema, trzema, czterema lub pięcioma żyłami jednodrutowymi o przekroju od 1,5 do 25 mm<sup>2</sup> oraz z żyłami wielodrutowymi aluminiowymi typu YALYn – o przekroju 16 i 25 mm<sup>2</sup>. Na uwagę zasługuje to, że jako żyłę neutralną wykorzystuje się linkę nośną wykonaną z przewodu stalowo-aluminiowego, aluminiowego lub stopu Al, wkomponowaną w strukturę przewodów.

Kable elektroenergetyczne układane w ziemi, oznaczane w symbolu literą K są wytwarzane jako cztero- lub pięciożyłowe, z żyłami miedzianymi wielodrutowymi (np. YKY o przekroju 16–300 mm<sup>2</sup>) oraz z żyłami aluminiowymi jednodrutowymi sektorowymi (np. YAKY) o przekroju od 16 do 120 mm<sup>2</sup>, z izolacją na napięcie znamionowe 0,6/1 kV.





Objaśnienia: ● — składnik symbolu literowego, ○ — brak symbolu stanowi informację. Pisownia znaków symboli obowiązuje w podanej kolejności.

Rys. 19. Kod literowy w oznaczeniach instalacyjnych przewodów elektrycznych, stosowany w Polsce

Do wykonania instalacji sygnalizacyjnych i teletechnicznych układanych na stałe służą specjalne przewody, których symbol zawiera literę T (telekomunikacyjne) lub I (informatyczne). Są one izolowane na napięcie znamionowe 150 V (przeznaczone do urządzeń pracujących przy obniżonym napięciu) oraz na 300 V.

Niektóre z wymienionych przewodów mają pod powłoką oplot z drutów miedzianych, służący jako tzw. ekran, który chroni przed oddziaływaniem zmiennych pól elektromagnetycznych na prąd w przewodach, co mogłoby zakłócać pracę przyłączonych urządzeń elektronicznych.

*Przewody do elektroenergetycznych odbiorników ruchomych i przenośnych* (przełączalnych lub przewoźnych), przyłączanych do zamocowanych na stałe gniazd wtyczkowych, mają odmienną budowę. Są to przewody dwu-, trój- lub czterożyłowe, w których żyły – wyłącznie miedziane – są wykonane jako giętkie, splecione z wielu cienkich drutów. Przewody te mają odmienną budowę, zależną od mocy zasilanych odbiorników i warunków środowiskowych. Rozróżnia się:

- sznury mieszkaniowe (oznaczane symbolem SM) wykonane jako dwu- lub trójżyłowe, o przekrojach 0,5 do 1,5 mm<sup>2</sup>, o izolacji polwinitowej lub gumowej i dodatkowo oplocie włóknistym; do zasilania małych przenośnych odbiorników grzejnych, na przykład żelazek, kolb lutowniczych, w pomieszczeniach suchych;

- przewody oponowe mieszkaniowe (oznaczone symbolami OMY i OM) w wersji dwu-, trój- lub czterożyłowej, o przekroju 0,5 do 2,5 mm<sup>2</sup>, o izolacji i oponie polwinitowej (typu OMY) lub o izolacji i oponie gumowej (typu OM), do zasilania małych odbiorników przenośnych w pomieszczeniach suchych;

- przewody oponowe warsztatowe (oznaczone symbolami OWY i OW) wykonane jako dwu-, trój-, cztero- i pięćżyłowe, a typu OWY – nawet siedmiożyłowe, o przekroju od 0,75 do 6 mm<sup>2</sup>, o izolacji i oponie polwinitowej grubszej niż poprzednie (typu OWY) lub gumowej (typu OW); służą one do zasilania w pomieszczeniach suchych i wilgotnych ze średnimi narażeniami mechanicznymi, na przykład OWY do pralek, lodówek, OW zaś do narzędzi zmechanizowanych;

- przewody oponowe przemysłowe (oznaczone symbolem OPd) wykonane jako jedno-, dwu- i trójżyłowe, o przekroju od 0,75 do 120 mm<sup>2</sup>, jak też od cztero- do osiemnastożyłowe o przekroju od 0,75 do 4 mm<sup>2</sup> oraz 19–36-żyłowe o przekroju 0,75–2,5 mm<sup>2</sup> o izolacji gumowej i grubej oponie z gumy neoprenowej, odpornej na wilgoć, olej i udary mechaniczne oraz trudno palnej, które można stosować w każdych warunkach, nawet w przestrzeniach zewnętrznych;

- przewody jak wyżej, lecz typu OPl: jednożyłowe o przekroju 1–120 mm<sup>2</sup>, dwu- do pięćżyłowe 1–25 mm<sup>2</sup> oraz 7–36-żyłowe o przekroju 1–2,5 mm<sup>2</sup>,

stosowane w pomieszczeniach wilgotnych, do przyłączania odbiorników przenośnych w rolnictwie, budownictwie itp.

Do przyłączania przenośnych urządzeń elektronicznych do stałej instalacji teletechnicznej, w tym też cyfrowej, są wytwarzane specjalne, giętkie przewody wielożyłowe (od 2 do 61 żył), oznaczane symbolem LIYCY, z żyłami miedzianymi wielodrutowymi, o jednakowym przekroju od 0,14 do 2,5 mm<sup>2</sup>, izolacji polwinitowej na napięcie 300 V, owinięte taśmą z nałożonym ekranem z drutów miedzianych ocynowanych i otoczone powłoką polwinitową.

### 3.2. Osprzęt instalacyjny

Do osprzętu instalacyjnego zalicza się przede wszystkim *rury instalacyjne*, osłaniające przewody (zwykle jednożyłowe) przed uszkodzeniem mechanicznym, układane na stałe pod tynkiem lub na tynku (na wierzchu ścian). Wyróżnia się następujące rodzaje rur instalacyjnych:

- cienkościenne polwinitowe – do układania w bruzdach wykonanych w ścianach i stropach murowanych, pod tynkiem;
- gładkie, sztywne z twardego polwinitu – do mocowania na tynku ścian i sufitów w pomieszczeniach suchych i wilgotnych;
- karbowane cienkościenne z twardego polwinitu – do układania instalacji pod tynkiem i na tynku ścian;
- stalowe do wykonywania instalacji szczelnych na tynku ścian i sufitów w pomieszczeniach wilgotnych, zapyłonych itp. oraz na słupach i innych konstrukcjach budowlanych, a także pod podłogą.

Rury instalacyjne mają następujące znormalizowane średnice (wewnętrzne): 11; 13,5; 16; 23; 29; 36 i 42 mm. Średnica jest podstawową cechą rur, według której dobiera się je do montażu w taki sposób, by przewody danego obwodu instalacyjnego można było do nich wciągnąć i swobodnie z nich wyciągnąć. A więc średnica rur powinna odpowiadać liczbie i średnicy przewodów. W rurach układa się najczęściej przewody jednożyłowe; doboru rur dokonuje się według liczby przewodów i przekroju żył w danym odcinku obwodu instalacyjnego. W tablicy 1 ustalono tę zależność dla rur układanych pod tynkiem lub na ścianach.

Do wykonania estetycznej i szczelnej instalacji w rurach ułożonych na ścianach służą złączki polwinitowe, na przykład dwukielichowe połączenia (kolanka), oraz łatwe do wyginania rury karbowane o stosownej średnicy. Są także dostępne odpowiednie uchwyty z tworzywa sztucznego lub klamery metalowe, dobierane do średnicy rur. Te ostatnie występują jako jednostronne – do mocowania rur pojedynczych – oraz dwustronne – do dwóch lub trzech rur przebiegających równolegle.

**Tablica 1.** Dobór średnicy wewnętrznej rur instalacyjnych do przewodów typu DY oraz LY

Przekrój żył przewodów mm <sup>2</sup>	Liczba przewodów w rurze				
	1	2	3	4	5
	minimalna średnica rur, mm				
1,5	11	11	11	13,5	13,5
2,5	11	11	13,5	16	16
4	11	13,5	16	16	16
6	11	16	16	23	23
10	13,5	23	23	23	29
16	13,5	23	23	29	29
25	16	29	29	36	36
35	23	29	36	36	48
50	23	36	36	48	48
70	23	48	48	48	–

Instalacja w rurach wymaga także zastosowania dodatkowego osprzętu w postaci *puszek instalacyjnych*. Przy układaniu rur pod tynkiem używa się puszek winidurowych do umieszczenia pierścieni rozgałęźnych i łączników. W ściankach bocznych takich puszek występują miejsca osłabione w postaci kołistych wrębów, które ułatwiają wycięcie otworów potrzebnych w celu wprowadzenia końców rur. Do łączników i gniazd wtyczkowych stosuje się puszkę okrągłą bez pokrywek, o średnicy 55 mm i głębokości 40 mm.

Puszki umieszczone w górnych strefach instalacyjnych – zawierające pierścienie rozgałęźne – muszą mieć pokrywkę. Wymiary tych puszek zależą od wymiarów zacisków i pierścieni rozgałęźnych, a te z kolei od przekroju żył przewodów elektrycznych. Puszki takie są okrągłe o średnicy 70 i 80 mm lub kwadratowe o wymiarach boku 95 lub 135 mm. Pierścienie rozgałęźne mają zwykle cztery zaciski, choć rzadko wykorzystuje się wszystkie do połączeń. Pierścieni nie mocuje się w puszkach. Do nich należy dobrać odpowiednie wymiary puszkę z uwzględnieniem wskazań w tablicy 2.

W instalacjach w rurach instalacyjnych, mocowanych na powierzchni ścian, stosuje się specjalne puszki rozgałęźne z umieszczanymi wewnątrz pierścieniami rozgałęźnymi. Puszki te mają dwa, trzy lub cztery otwory ograniczone szybkami złącznymi, na które nasuwa się rury. Dzięki temu cała instalacja jest sztywna, a przewody w pełni osłonięte. Sprzęt stosowany do łączników i gniazd wtyczkowych nie wymaga stosowania puszek, gdyż ma własną obudowę.

Rury stalowe są wytwarzane specjalnie do instalacji elektrycznych jako cienkościennie, ciągnione, o średnicy od 10 do 65 mm, a nawet większej. W tablicy

**Tablica 2.** Dobór puszek instalacyjnych do rur winidurowych

Średnica rury , mm	Wymiary puszki, mm
Puszki końcowe	
11	55 x 40
13,5	55 x 40
Puszki rozgałęźne okrągłe	
11	55 x 40
13,5	70 x 40
16	78 x 40
23	78 x 40
Puszki rozgałęźne kwadratowe	
23	95 x 95
29	95 x 95
29	135 x 135
36	135 x 135

3 zestawiono wymiary takich rur stosowanych w instalacjach wiejskich. Dawniej instalacje wykonywano grubościennymi rurami stalowymi, takimi jakie stosuje się w instalacjach gazowniczych.

W tablicy 4 podano dane umożliwiające dobór rur stalowych, stosownie do liczby i przekroju żył przewodów, jakie mają być do nich wciągnięte.

Do łączenia rur służą gwintowane mufki, dopasowane do średnicy rur lub redukcyjne do łączenia rur o różnych średnicach; natomiast na załamaniach tras rur stosuje się łączniki kątowe.

**Tablica 3.** Rury instalacyjne stalowe cienkościenne

Średnica znamionowa, mm	Średnica rzeczywista, mm	
	zewnątrzna	wewnętrzna
10	17	12
15	21	16
20	27	21
25	33	27
32	42	36
40	48	41
50	60	52

**Tablica 4.** Dobór średnicy rur stalowych układanych na wierzchu ścian do przewodów typu DY oraz LY

Przekrój żył przewodów mm <sup>2</sup>	Liczba przewodów w rurze			
	1	2	3	4
	średnica znamionowa rury, mm			
1,5	10	10	10	15*
2,5	10	10	15*	15*
4	10	10*	15*	15*
6	10*	15*	15	25
10	15*	15*	25	25*
16	25	25	25*	32
25	25	25*	32	40
35	32	32	40	40
50	32	32	40	50
70	40	40	50	50

\* Średnica rury układanej pod tynkiem powinna być większa o jeden stopień, np. dla 3 przewodów typu DY o przekroju 1,5 mm<sup>2</sup> zamiast rury o średnicy 10 mm należy stosować rurę o średnicy 15 mm.

Do mocowania rur stalowych bezpośrednio do ścian służą uchwyty stalowe, jedno- lub dwustronne, dostosowane do średnic rur; są też uchwyty do wspólnego mocowania dwóch lub więcej rur prowadzonych równolegle. W instalacjach realizowanych w pomieszczeniach wilgotnych stosuje się uchwyty odstępowe do mocowania rur. Uchwyty te są wyposażone w kotwę do osadzania w murze lub przystosowane do przykręcania do podłoża.

Puszki rozgałęźne do rur stalowych są żeliwne, okrągłe o średnicach 60, 70 i 85 mm lub prostokątne o wymiarach 120 x 120 i 130 x 165 mm. Mają one 1, 2, 3 lub 4 otwory nagwintowane. Ich wymiary muszą być dostosowane do średnic rur, zgodnie z tym, co podano w tablicy 5.

Do wykonania instalacji przewodami wielożyłowymi w tynku służą specjalne kwadratowe puszki rozgałęźne wtynkowe z przykrywkami, melaminowe lub wykonane z innych tworzyw, wyposażone w zaciski do łączenia żył przewodów o przekroju do 2,5 mm<sup>2</sup>.

Do mocowania przewodów wielożyłowych na powierzchni ścian służą w pomieszczeniach suchych uchwyty z tworzywa sztucznego, mocujące przewody bezpośrednio na podłożu, a w pomieszczeniach wilgotnych – uchwyty klamerkowe, utrzymujące je w pewnym odstępnie od ściany. Pierwsze muszą

**Tablica 5.** Dobór puszek żeliwnych do rur stalowych

Średnica rur mm	Wymiary puszek mm	Pierścienie rozgałęźne do przewodów o przekroju żył mm <sup>2</sup>	Liczba otworów w puszcze
10, 15	ø 60	2,5	1, 2, 3, 4
15	ø 70	4	1, 2, 3, 4
15, 20	ø 85	4	1, 2, 3, 4
25, 32	120 x 120	10	2, 3, 4
32, 40	130 x 165	16	2, 3, 4

być dostosowane do kształtu i wymiarów przewodu, a drugie nadają się do przewodów o kilku żyłach, ale o większych średnicach.

W przypadku przewodów wielożyłowych stosuje się puszkę rozgałęźną bakelitową lub z innych tworzyw, szczelne, z zamocowanymi wewnątrz pierścieniami rozgałęźnymi, okrągłe lub kwadratowe. Ich wymiary zależą od wielkości zacisków, a te z kolei od przekroju żył łączonych przewodów: do 2,5 mm<sup>2</sup> – puszkę są okrągłe, a do przekroju 4, 6 lub 10 mm<sup>2</sup> – kwadratowe. W tych puszkach są otwory z nagwintowanymi tulejkami; dlatego należy je dobierać również według liczby otworów 2, 3 lub 4.

Listwy instalacyjne naścienne, przeznaczone do układania w nich przewodów i instalowania łączników, składają się z kilku elementów: odcinków prostych o profilu niepełnym (do układania przy podłodze) i pełnym (do prowadzenia pionowego), a także łączny odgałęźnych, kątowych, narożnych zewnętrznych i wewnętrznych.

W danym pomieszczeniu, a nawet budynku należy stosować wszystkie elementy instalacji listwowej tego samego systemu i produkowane przez tego samego wytwórcę, by ułatwić montaż i zapewnić ładny wygląd całej instalacji. Listwy instalacyjne składają się zwykle z części spodniej, mocowanej do podłoża oraz z pokrywy osłaniającej przewody.

Do większej liczby przewodów lub przewodów o większym przekroju stosuje się kanały instalacyjne. Składają się one z elementów prostych i łączeniowych, przy czym te ostatnie są wykonywane jako łączniki proste do połączeń elementów prostych o tej samej szerokości, łączniki kątowe, łączniki redukcyjne – do łączenia elementów prostych różnej szerokości, łączniki kątowe zewnętrzne i wewnętrzne – do odgałęzień poziomych i pionowych, łączniki łukowe – potrzebne przy zmianie płaszczyzny prowadzenia ciągów korytek.

Korytka instalacyjne wykonane są z blachy stalowej. Składają się one z właściwego korytka z dnem perforowanym o podłużnych otworach oraz

z pokryw pełnych lub perforowanych. Korytka są w danym systemie produkowane o dwóch szerokościach, stosowanych w zależności od liczby układanych obok siebie przewodów. W określonej instalacji należy stosować wszystkie elementy tego samego systemu korytek.

### 3.3. Sprzęt instalacyjny

Sprzęt instalacyjny to przede wszystkim łączniki i gniazda wtyczkowe, a także gniazda rozgałęźne, omówione w rozdziale 3.2 (ich wykonanie wiąże się ściśle z zastosowaniem osprzętu). Podobnie jak osprzęt, również sprzęt jest dostosowany do rodzaju przewodów i sposobu ich ułożenia.

Wykonanie łączników i gniazd wtyczkowych zależy od funkcji pełnionej w obwodzie elektrycznym, rodzaju obwodu (jedno- lub trójfazowego), napięcia znamionowego i prądu obciążenia, stosowanej ochrony przeciwporażeniowej uzupełniającej, a także od rodzaju obudowy, stopnia jej szczelności oraz odporności zarówno mechanicznej, jak i na inne wpływy środowiskowe.

W obwodach jednofazowych stosuje się *łączniki instalacyjne jednobiegunowe*, zwykle na napięcie 250 lub 300 V oraz prąd znamionowy 6 i 10 A. Ze względu na ich funkcje łączeniowe rozróżnia się:

- połączniki (inaczej wyłączniki) – do załączania i wyłączania całego obwodu lub jego części,
- przełączniki szeregowe (inaczej świecznikowe) – do niezależnego załączania i wyłączania dwóch obwodów oświetleniowych,
- przełączniki zmienne (zwane schodowymi) – do załączania i wyłączania obwodu z dwóch różnych miejsc,
- przełączniki krzyżowe – do załączania i wyłączania obwodu z trzech i więcej miejsc,
- przyciski do chwilowego załączania obwodów sygnalizacyjnych lub sterowniczych,
- specjalne, na przykład ściemniacze, łączniki elektroniczne i inne.

Pod względem sposobu budowy i montażu rozróżnia się łączniki podtynkowe, wtynkowe i natynkowe (naścienne). Pierwsze z nich nie mają obudowy, a tylko osłonę przednią (szyldzik) bakelitową lub melaminową, z uchwytnymi do mocowania w puszcze instalacyjnej. Ich mechanizm, zwykle klawiszowy (w łącznikach złożonych z mikrołączników), powoduje zmianę położenia styków. Ze względów estetycznych i wygody obsługi zaleca się stosować w pomieszczeniu łączniki z jednakowym mechanizmem obsługi i szyldzikami tego samego systemu, co inne łączniki oraz gniazda wtyczkowe.

*Łączniki wtynkowe* składają się z kwadratowej podstawy w postaci płaskiej puszki, osadzonej na stałe w tynku, która zawiera zaciski i styki szczękowe,



oraz z wierzchniej części z elementem łączeniowym i mechanizmem obsługi, zaopatrzonej w styki nożowe, wciskane przy montażu w szczęki podstawy. Ułatwia to montaż i wymianę łączników.

*Łączniki natynkowe* (właściwie zwane jako naścienne) są umieszczone we własnej obudowie. Umożliwia ona przymocowanie do dowolnego podłoża: na ścianie otynkowanej i nieotynkowanej, betonowej lub drewnianej, a także na konstrukcji metalowej. Łączniki te są wytwarzane o różnych obudowach:

- bakelitowej lub melaminowej, typu lekkiego – do stosowania w mieszkaniach lub w pomieszczeniach suchych i ogrzewanych w budynkach mieszkalnych;
- bakelitowej, szczelnej, typu ciężkiego – do stosowania w pomieszczeniach wilgotnych i z wyziewami żrącymi, niezagrażonych pożarem, w których nie ma szczególnego zagrożenia wilgocią, wyziewami żrącymi, pożarem ani mocnymi uderzeniami mechanicznymi.

*Łączniki podtynkowe* występują głównie w instalacjach wykonanych rurami pod tynkiem lub przewodami wielożyłowymi, łączniki wtynkowe – w instalacjach wtynkowych, łączniki natynkowe bakelitowe – w instalacjach natynkowych, w rurach instalacyjnych lub wykonanych przewodami wielożyłowymi, a łączniki natynkowe w obudowie metalowej – w instalacjach wykonanych w rurach stalowych. Nie jest to jednak regułą. W instalacjach natynkowych, wykonanych przewodami wielożyłowymi, mogą być stosowane łączniki wtynkowe w pomieszczeniu suchym lub łączniki natynkowe w obudowie metalowej, szczelne w pomieszczeniu wilgotnym. W instalacji podtynkowej mogą być stosowane także łączniki szczelne w obudowie bakelitowej, w wykonaniu natynkowym, na przykład osadzone we wnęce. Decydują o tym podane wyżej kryteria.

W instalacjach trójfazowych stosuje się wyłączniki trójfazowe niemal wyłącznie trójbiegunowe, natynkowe w obudowie metalowej lub z tworzywa sztucznego, lekkiej lub szczelnej. Mogą to być wyłączniki tzw. pakietowe przy ich prądzie znamionowym małym (do 10 A), w obudowie o podstawie okrągłej, z mechanizmem obsługi w postaci pokrętła. Przy większych obciążeniach stosuje się wyłączniki zapadkowe lub stycznikowe w samodzielnej obudowie prostopadłościennej, lekkiej z tworzywa sztucznego lub blaszanej, lub szczelne w odpowiedniej obudowie metalowej.

Wyłączniki takie uruchamia się za pomocą mechanizmu dźwigniowego lub przyciskowego na ich obudowie, lub – w przypadku styczników – za pomocą przycisków znajdujących się w osobnej obudowie odpowiedniej do warunków otoczenia, umieszczonych w miejscu obsługi urządzeń załączanych do pracy. Wyłączniki zapadkowe i styczniki mogą być wyposażone w wyzwalacze ciepłe i pełnić jednocześnie funkcję wyłączników samoczynnych, chroniących urządzenie przed przeciążeniami.

Dobierając wyłączniki, należy uwzględniać pobór mocy przez urządzenie odbiorcze, przy czym wartość znamionowego prądu łączeniowego wyłącznika powinna być większa od wynikającej z obliczeń na podstawie maksymalnego poboru mocy. Zakres nastawienia wyzwalacza cieplnego (w przypadku wyłącznika samoczynnego) musi być dostosowany do wartości prądu znamionowego chronionego urządzenia.

Gniazda wtyczkowe tworzą z wtyczkami zestaw zwany *łącznikiem wtyczkowym*; przy ich doborze należy o tym pamiętać. Gniazda wtyczkowe stosowane w instalacjach stałych występują jako jednofazowe na napięcie znamionowe 250 V, z dwoma stykami roboczymi i dodatkowym stykiem ochronnym, oraz trójfazowe na napięcie 500 V, z trzema stykami roboczymi i dodatkowym stykiem ochronnym. Gniazda wtyczkowe jednofazowe są wytwarzane na prąd znamionowy 6, 10 i 16 A, przy czym różnią się one średnicą bolców stykowych. Z tego względu do danego gniazda nie można przyłączyć odbiornika za pomocą wtyczki o prądzie znamionowym innym niż gniazdo.

Styk ochronny gniazda jest wykonany w postaci bolca, a wtyczka ma odpowiadającą mu tulejkę stykową. Bolec ochronny w gnieździe jest tak długi, że po włożeniu wtyczki w pierwszej kolejności następuje połączenie przewodu ochronnego, zanim zetkną się styki robocze. Gdy odbiornik nie wymaga zastosowania przewodu ochronnego, może być przyłączony do gniazda wtyczkowego z bolcem ochronnym, jeśli tylko przewód przyłączeniowy jest zakończony wtyczką z tulejką ochronną, oczywiście z niczym niepołączoną.

Gniazda wtyczkowe jednofazowe są produkowane w odmiennym wykonaniu do instalacji podtynkowej, wtynkowej i natynkowej. Ich konstrukcja jest podobna do opisanych poprzednio łączników, z tym tylko, że zamiast mikrołączników występują styki tulejkowe i bolcowe. Są także dostępne gniazda wtyczkowe jednofazowe do zainstalowania na stałe w wersji podwójnej, a nawet potrójnej.

Aby nie pozostawiać gniazd wtyczkowych z odkrytymi otworami na bolce wtyczki, w handlu są dostępne wtyczki zaślepiające. Są one zalecane zwłaszcza w mieszkaniach, w których przebywają dzieci. Gniazda szczelne do pomieszczeń wilgotnych, zakurzonych itp. mają uchylne pokrywki, osłaniające otwory stykowe. Ze względów praktycznych i estetycznych jest ważne, aby gniazda wtyczkowe w poszczególnych pomieszczeniach, przede wszystkim mieszkalnych, były dobrane z tego samego wzoru produkcyjnego co wyłączniki.

Gniazda wtyczkowe trójfazowe są niemal wyłącznie przeznaczone do instalowania na wierzchu ścian, w obudowie bakelitowej lub metalowej, ze stopu aluminium. Ich kształt jest różny (są okrągłe lub prostokątne), wymiary zaś zależą od wartości znamionowych prądu: 16, 32 i 63 A. Gniazda te mają naj-

częściej uchylne pokrywki, a niekiedy również zaczepy utrzymujące wetkniętą wtyczkę, by nie można było przypadkowo przerwać połączenia pracującego urządzenia ze źródłem zasilania.

W trójfazowych gniazdach bakelitowych w obudowie o podstawie okrągłej, stosowane do mniejszych wartości prądu, bolce robocze wtyczki i bolec ochronny w gnieździe mają przekrój kołowy i są rozmieszczone na planie okręgu. Gniazda do większych wartości prądu, zwykle w płaskiej obudowie metalowej, mają często bolce styków roboczych spłaszczony, rozmieszczone obok siebie w jednej płaszczyźnie. W dawnych wykonaniach takich gniazd styki ochronne wykonywano w postaci sprężynujących blaszek po bokach wtyczki, które tworzyły zestyk z podobnymi blaszkami stykowymi wewnątrz obudowy gniazda wtyczkowego. W nowych rozwiązaniach styk ochronny wykonuje się w postaci bolca we wtyczce, dłuższego od pozostałych, a w gniazdach – odpowiadający mu styk tulejkowy. W takiej wersji w sprzedaży są łączniki wtyczkowe cztero- i pięciobiegunowe.

Do gniazd wtyczkowych trójfazowych można włączać tylko wtyczki tego samego typu. Stosując przewoźny silnik napędowy lub wykorzystując urządzenia w różnych miejscach, należy pamiętać o tym, aby gniazda wtyczkowe do ich przyłączania były tego samego typu w danym budynku produkcyjnym lub nawet w całym obejściu gospodarczym.

Przewody do przyłączania odbiorników ruchomych (przestawnych, przewoźnych i przenośnych) powinny być wyposażone w odpowiednie wtyczki na jednym końcu. Drugi koniec przewodu jest zwykle – i to jest najkorzystniejsze – dołączony na stałe do zasilanego aparatu lub urządzenia. Często jednak istnieje potrzeba stosowania tzw. przedłużaczy, które mają na jednym końcu założoną wtyczkę, a na drugim – przenośne gniazdo wtyczkowe, odpowiadające wtyczce przyłączanego urządzenia.

W starych instalacjach elektrycznych zdarzają się jeszcze gniazda wtyczkowe bez styków ochronnych, stosowane do zasilania odbiorników niewymagających uzupełniającej ochrony przeciwporażeniowej. Przewody zasilające takich odbiorników są zakończone wtyczką bez otworu na bolec ochronny, co uniemożliwia zasilanie tych odbiorników z gniazd wtyczkowych z takim stykiem. W tych przypadkach należy wtyczki na przewodach do odbiorników ruchomych zamienić na nowe, z otworem na bolec ochronny gniazda.

Niekiedy na samym urządzeniu jest zamocowana na stałe specjalna wtyczka dostosowana do połączenia z gniazdem przenośnym na końcu przewodu zasilającego, jak przy przedłużaczu. Wtyczek specjalnych, odpornych na nagrzewanie, tzw. nasadek grzejnych, używano dawniej do przyłączania urządzeń grzejnych.

W celu przyłączenia kilku urządzeń jednofazowych za pomocą przedłuża-

cza stosuje się przenośne gniazda wtyczkowe zespolone, na przykład poczwórne, które mogą być zamontowane na końcu przedłużacza. Rozwiązanie takie umożliwi przyłączanie tylko aparatów o bardzo małej mocy, by nie przeciążyć przewodów obwodu instalacyjnego.

Są także dostępne gniazda podwójne i poczwórne z wtyczką z drugiej strony, umożliwiające przyłączenie do pojedynczego gniazda w stałej instalacji większej liczby niewielkich odbiorników. Na przewodach do odbiorników ruchomych o małej mocy można założyć specjalne, jednobiegunowe łączniki przyciskowe lub klawiszowe o napięciu znamionowym 250 V i prądzie 6 A.

### 3.4. Sprzęt sterowniczy i sygnalizacyjny

Do sterowania układów i urządzeń z napędem silnikowym, urządzeń grzejnych i innych odbiorników o mocy od kilku do kilkuset kilowatów są przeznaczone specjalne *łączniki ręczne*, przystosowane do wyłączania i załączania prądu o dużych wartościach. Są one dostępne w dwóch różnych rozwiązaniach, jako walcowe (warstwowe krzywkowe) i pakietowe. W pierwszych z nich, na wałku napędowym zakończonym dźwignią uruchamiającą są założone izolowane tarcze krzywkowe, dociskające lub zwalnijące sprężynujące styki ze styków roboczych, rozdzielonych ścianami komory gaszeniowej. Drugie rozwiązanie polega na zastosowaniu kilku pokrętnych łączników instalacyjnych zestawionych w pakiet, uruchamiany pokrętelem osadzonym na trzpieniu przechodzącym przez wszystkie te wyłączniki.

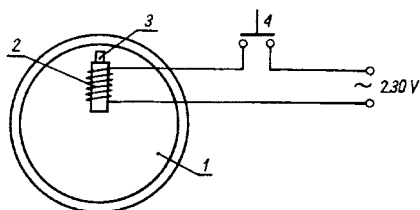
*Łączniki pakietowe* występują przede wszystkim jako ręczne wyłączniki trójfazowe, natomiast łączniki walcowe jako ręczne wyłączniki jedno- i trójfazowe, rozruszniki, przełączniki kierunku obrotów silnika itp. Łączniki takie są w sprzedaży zarówno w obudowie przystosowanej do montażu na ścianach lub na konstrukcji urządzeń, jak i bez obudowy – do zamontowania w skrzynkach rozdzielnic.

Do załączania lub wyłączania styczników służą *przyciski sterujące*: załączające (I), wyłączające (0) i w zestawach zał-wył. Mogą być stosowane w instalacji 230 V lub przy niższym napięciu zależnie od napięcia cewki elektromagnesu uruchamiającego stycznik. Przyciski takie występują w obudowie izolacyjnej do mocowania na ścianach lub obudowie urządzeń, w rozdzielnicach użytkowanych w pomieszczeniach suchych, niezapylonych i ogrzewanych, a także w szczelnej obudowie metalowej – do instalowania w środowisku wilgotnym, z wyziewami żrącymi, w warunkach zagrożenia uderzeniami mechanicznymi oraz pożarem, a nawet wybuchem.

Jako *sygnalizatory świetlne* stosuje się kolorowe żarówki lub jarzeniówki małej mocy, na napięcie 230 V lub bardzo niskie napięcie (3 do 12 V). Osadzo-

ne są one w specjalnych oprawkach, na przykład w gniazdach z gwintem typu mignon lub z mocowaniem bagnetowym. Oprawki te mają niekiedy wspólną obudowę z przyciskami sterującymi.

*Sygnalizatory dźwiękowe* mają postać dzwonek, gongów lub syren alarmowych. Dzwonki zawierają czaszę, o którą uderza młoteczek uruchamiany przez elektromagnes. W instalacjach stosuje się dzwonki na prąd przemienny. Ich budowa jest różna od dzwonek na prąd stały z przerywaczem. Młotek ma w nich postać rdzenia ferromagnetycznego, osadzonego luźno w otworze cewki, jak pokazano na rysunku 20. Przy przepływie prądu przemiennego przez zwoje cewki, w jej wnętrzu pojawia się strumień magnetyczny o zmiennym kierunku, który przesuwa rdzeń, a ten uderza w czaszę z częstotliwością mniejszą od częstotliwości prądu ze względu na znaczną bezwładność rdzenia.



**Rys. 20.** Schemat konstrukcji dzwonka na prąd przemienny:

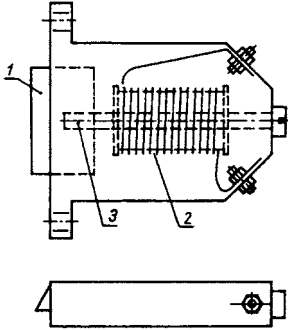
1 – czasza metalowa, 2 – cewka elektromagnesu, 3 – rdzeń w roli młotka, 4 – przycisk

*Dzwonki elektryczne* prądu przemiennego różnią się uzwojeniami cewek, które są dostosowywane do napięcia zasilania. Cewki na bardzo niskie napięcie (3 do 12 V) mają mniejsze wymiary od cewek na napięcie 230 V, ale wymagają stosowania transformatorów obniżających napięcie występujące w instalacji. W handlu są dostępne dzwonki różnego rodzaju, spośród których należy wybrać właściwy, dostosowany do źródła zasilania. Należy jednocześnie dobrać na to samo napięcie przycisk załączający dzwonek.

*Gongi* konstruuje się na podobnej zasadzie jak dzwonki z tym, że bijak w postaci ruchomego rdzenia elektromagnesu uderza w płytki cymbałów zamocowanych elastycznie na obu końcach. Bijak ten jest zawieszony pionowo na sprężynach, pozostając w stanie spoczynku, niecentrycznie względem cewki. Po załączeniu napięcia przyciskiem cewka wciąga gwałtownie bijak, który uderza o górny cymbał, a opadając po wyłączeniu przycisku uderza o cymbał dolny. W ten sposób gong wydaje podwójne tony.

Działanie syreny alarmowej jest oparte na małym silniku jednofazowym z zamocowanym na wale wiatraczkiem, który obracając się z dużą prędkością, tłoczy powietrze do kanałów obudowy, a to wywołuje silne wibracje otaczającego powietrza. Działanie syreny jest bardzo donośne. Syreny są wytwarzane na napięcie 230 V prądu przemiennego. Uruchamia się je zwykłym łącznikiem instalacyjnym.

Zamek elektryczny jest przydatny w gospodarstwach wiejskich do sterowania zamknięciem drzwi, furtki i bram z odległości. W zasadzie chodzi tu o sterowany elektrycznie zaczep rygla zamka zamontowanego w skrzydle drzwi, furtki itp. Taki zaczep można zamocować przy każdych drzwiach, na ogół bez potrzeby wymiany zamka. Jego działanie wyjaśniono na rysunku 21.

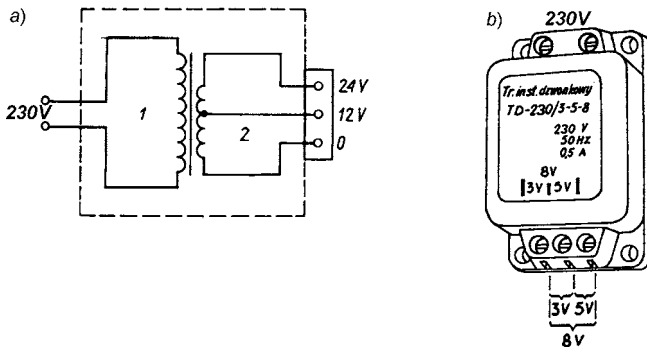


**Rys. 21.** Schemat konstrukcji rygla zamka elektrycznego:

1 – zatrask, 2 – elektromagnes, 3 – rdzeń w roli ciągną zatrasku

Po zamknięciu drzwi rygiel zamka zatraskuje się i bez klamki wejść nie można. Otworzyć je można albo kluczem, albo za pomocą elektromagnesu, który znajduje się w zatrasku. Drzwi po zatrzaśnięciu można dodatkowo zamknąć na klucz, a wtedy uchYLENIE zatrasku nie zwolni drzwi. Natomiast kluczem można po przesunięciu rygla odchylić go i drzwi otworzyć.

Niektóre z opisanych aparatów działają przy niskim napięciu przemiennym. Do ich zasilania z instalacji 230 V należy wykorzystać transformator obniżający napięcie, zwany transformatorem dzwonicowym. Na rysunku 22 pokazano schemat konstrukcji i widok takiego transformatora. Transformatory te wyko-



**Rys. 22.** Transformator dzwonicowy: a) schemat; b) widok:

1 – uzwojenie 230 V, 2 – uzwojenie obniżonego napięcia z zaczepami

nuje się zwykle w indywidualnej obudowie izolacyjnej; mają małe wymiary, gdyż są małej mocy. Po stronie wtórnej mają kilka zacisków przyłączeniowych, dołączonych do zaczepów na uzwojeniu wtórnym transformatora, co pozwala uzyskać napięcie 3, 5, 8 i 12 V, a w innych są zaciski 12 i 24 V.

### 3.5. Urządzenia zabezpieczające

Funkcję zabezpieczeń przed przeciążeniami i zwarciami pełnią bezpieczniki topikowe lub automatyczne oraz wyłączniki samoczynne. W *bezpiecznikach topikowych* zasadniczą część stanowią wkładki topikowe osadzone w porcelanowej główce, wkręconej do gniazda bezpiecznikowego w prostopadłościennym porcelanowym korpusie. Występują one w dwóch wersjach – jako naścienne i tablicowe.

Gniazda bezpiecznikowe naścienne są przystosowane do mocowania do każdego podłoża, w tym także na ścianach. Ich zaciski przyłączeniowe śrubowe są ukryte w bocznych porcelanowych ściankach. Gniazda te są wykonane jako pojedyncze, podwójne i potrójne. Mogą mieć osłonę izolacyjną, zakrywającą wszystkie wewnętrzne części gniazd i doprowadzenia przewodów. Mogą być zainstalowane także dodatkowe kapki izolacyjne na główki bezpieczników, przystosowane do plombowania.

Gniazda bezpiecznikowe tablicowe występują tylko jako pojedyncze w dwóch rozwiązaniach: z nagwintowanymi sworzniami z tyłu i z zaciskami śrubowymi dostępnymi z przodu. Pierwsze z nich są przeznaczone do mocowania na tablicach izolacyjnych, najczęściej bakelitowych. Sworznie przechodzą przez otwory w takiej tablicy i są przykręcone od tyłu, przy czym służą one jednocześnie do przyłączania przewodów od tyłu tablicy. Gniazda tablicowe drugiego rodzaju są przystosowane do mocowania na metalowej szynie lub blasze spodniej w rozdzielnicach skrzynkowych.

Gniazda bezpiecznikowe wytwarza się na prąd znamionowy: 25, 60, 100 i 200 A, a wkładki topikowe – na prąd znamionowy: 6, 10, 16, 25, 35, 60, 80, 100, 125, 160 i 200 A. Wkładki różnią się napisem podającym prąd znamionowy, kolorem wskaźnika zadziałania oraz średnicą cokołu z metalową nasadką. Ze względu na to, że szereg wartości prądu znamionowego wkładek jest gęstszy niż szereg prądu znamionowego gniazd, powinno być możliwe umieszczenie w danym gnieździe wkładek bezpiecznikowych kilku różnych wielkości, na przykład w gnieździe 25 A – wkładek 6, 10, 16 lub 25 A. Aby jednak nie można było zastosować wkładki na większy prąd niż przewidziano, w dno gniazd wkręca się wstawkę (pierścienie) ograniczającą, która uniemożliwia wstawienie wkładki o grubszym cokole.

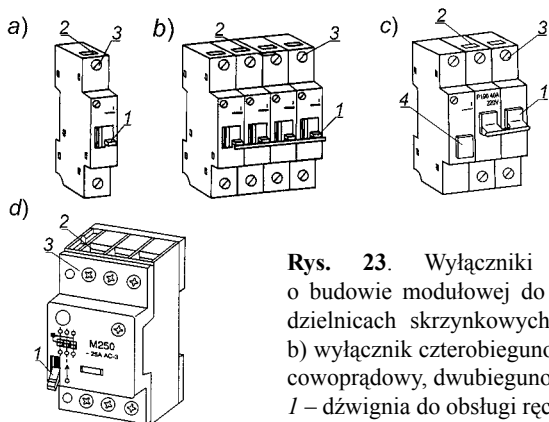
W złączach w obiektach wiejskich o dużej mocy zapotrzebowanej niekie-

dy jest konieczne stosowanie bezpieczników topikowych nożowych (rys. 23), umożliwiających wyłączenie prądów zwarcia o dużej wartości. Drut lub taśma topikowa w tym rozwiązaniu są umieszczone w rurze porcelanowej. Na obu końcach rury znajdują się noże, które są wciskane w szczęki podstawy z zaciskami przyłączeniowymi, zamontowanej w skrzynce złącza lub rozdzielnicy.

*Bezpieczniki automatyczne* (jednobiegunowe wyłączniki samoczynne) są dostępne jedynie na prąd znamionowy 6, 10 i 16 A, lecz w dwóch wykonaniach: jako zatablicowe, przetykane przez otwory w tablicy rozdzielczej z zaciskami przyłączeniowymi za tablicą, oraz wkręcane – z cokołem z gwintem do wkręcania w gniazda bezpiecznikowe (stąd nazwa) zamiast wkładek topikowych.

*Wyłączniki samoczynne silnikowe* o szerszym zakresie zastosowań spotykane są w instalacjach wiejskich, zarówno zapadkowe, jak też – częściej – stycznikowe. Są to zwykle wyłączniki trójfazowe, trójbiegunowe, bez obudowy do mocowania w rozdzielnicach skrzynkowych i z obudową – do mocowania do ścian lub innych konstrukcji budowlanych, a także do zainstalowania na maszynach i innych urządzeniach produkcyjnych. Mają one zawsze wyzwalacze przeciążniowe lub przekaźniki cieplne, dostosowane do ochrony silników elektrycznych przed nadmiernym wzrostem obciążenia. Mogą być też wyposażone w zabezpieczenia elektromagnetyczne przed zwarciami oraz wyzwalacze napięciowe zanikowe do ochrony przed samorzutnym uruchomieniem urządzeń przy ponownym pojawieniu się napięcia po awaryjnym wyłączeniu zasilania.

Od kilku lat w instalacjach elektrycznych powszechnie stosuje się *małowymiarowe wyłączniki samoczynne* o modułowej budowie, produkowane w szerokim asortymencie (rys. 23). Są one przystosowane do szybkiego montażu na specjalnych wspornikach montażowych w postaci szyn metalowych, w ty-

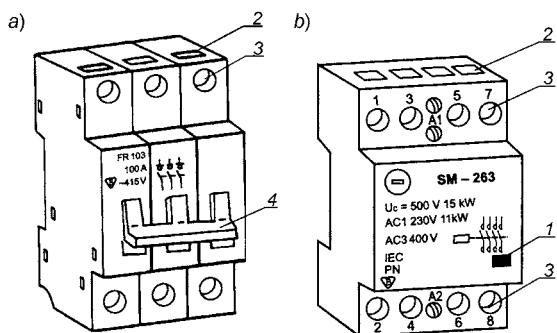


**Rys. 23.** Wyłączniki samoczynne małowymiarowe, o budowie modułowej do zabudowy w nowoczesnych rozdzielnicach skrzynkowych: a) wyłącznik jednobiegunowy; b) wyłącznik czterobiegunowy; c) wyłącznik ochronny różnicowoprądowy, dwubiegunowy; d) wyłącznik silnikowy: 1 – dźwignia do obsługi ręcznej, 2 – otwory do wprowadzania przewodów, 3 – śruby zaciskowe, 4 – przycisk kontrolny



powych rozdzielnicach skrzynkowych. Konstrukcja modułowa wyłączników jest oparta na elemencie z pojedynczym zestykiem prądowym, wyposażonym w przeciążeniowy wyzwalacz cieplny oraz zwarciový wyzwalacz elektromagnesowy. Ma on korpus z materiału izolacyjnego o podstawie prostokątnej zaopatrzonej w zatrzask do osadzenia na wsporniku szynowym. Z przodu jest on wyposażony w dźwignię załączająco-wyłączającą. Zaciski przyłączeniowe są umieszczone w dolnej i górnej części korpusu.

Na rysunku 24 pokazano przykładowo wyłączniki samoczynne małowymiarowe opisanego rodzaju – rozłącznik izolacyjny i stycznik – stosowane do zabezpieczania obwodów jedno- i trójfazowych.



**Rys. 24.** Łączniki małowymiarowe do montażu w nowoczesnych rozdzielnicach skrzynkowych: a) rozłącznik izolacyjny; b) stycznik:

1 – wskaźnik stanu załączenia, 2 – otwory do wprowadzania przewodów, 3 – śruby zaciskowe, 4 – dźwignia napędu ręcznego

Łączniki takie są produkowane jako jedno-, dwu-, trój- i czterobiegunowe, na prąd znamionowy od 0,2 do 125 A. Mogą być wyposażone w dodatkowe moduły, zawierające zestyki pomocnicze (sterujące), lampki kontrolne (jareniowe o różnych barwach), a także człon różnicowoprądowy, co tworzy wyłącznik ochronny. Takie zespolone aparaty mogą być zaopatrzone w odpowiednie obudowy izolacyjne, w tym też umożliwiające ich montaż bez wspornika szynowego, na przykład bezpośrednio na płycie lub ścianie.

*Wyłączniki samoczynne różnicowoprądowe* stosowane jako środek ochrony przeciwporażeniowej występują w różnych rozwiązaniach, na ogół jako oddzielne aparaty do zainstalowania samodzielnego lub w rozdzielnicach. Najczęściej mają one wyzwalacze cieplne, dzięki czemu spełniają jednocześnie funkcję ochrony nadprądowej. Pod względem obudowy rozróżnia się wyłączniki ochronne do montowania w rozdzielnicach skrzynkowych lub do instalowania w rozdzielnicach tablicowych, a także bezpośrednio na ścianie.

Konieczność dokonywania przerwy jednocześnie we wszystkich przewodach obwodów zabezpieczonych przez wyłączniki ochronne różnicowoprądowe powoduje, że są one produkowane jako dwubiegunowe do instalacji jednofazowych oraz czterobiegunowe – do trójfazowych. Najważniejszym ich parametrem

trem jest znamionowy prąd różnicowy, czyli minimalna wartość prądu upływowego, powodującego zadziałanie wyłącznika. Pod tym względem rozróżnia się wyłączniki o dużej czułości 10 i 30 mA (są wyposażone we wzmacniacz elektroniczny) oraz o mniejszej czułości: 100, 300 i 500 mA. Prąd znamionowy tych wyłączników (ich zestyków roboczych) na ogół zawiera się w granicach od 10 do 100 A. Pod względem sposobu zasilania rozróżnia się wyłączniki o zasilaniu bezpośrednim i impulsowym; w tym drugim przypadku zasilanie jest niezależne od występowania napięcia na czynnych przewodach instalacji.

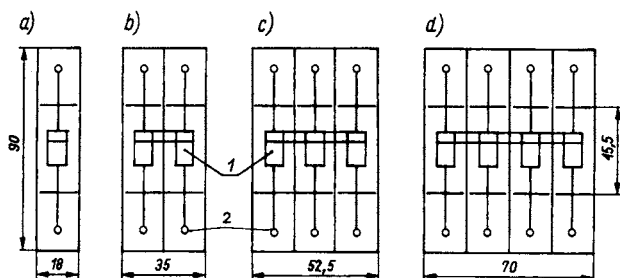
Do ochrony przepięciowej stosuje się ograniczniki przepięć, które są w dwojakim wykonaniu: zewnętrznym do instalowania na przykład na przyłączach i wewnętrznym – na przykład w złączach. Oprócz ograniczników (odgromników) iskernikowych, zaworowych są też ograniczniki warystorowe, stosowane w instalacjach wewnętrznych do ochrony urządzeń elektronicznych, sprzętu komputerowego oraz informatycznego.

### **3.6. Rozdzielnice tablicowe i skrzynkowe**

Liczniki energii elektrycznej w niedawnej przeszłości instalowano na oddzielnych tablicach izolacyjnych, zwanych licznikowymi. Produkowano je jako gotowy prefabrykat w postaci wytłoczki z tworzywa termoplastycznego, dostosowany do odpowiednich liczników i dodatkowego wyposażenia. Jeszcze niekiedy występują takie tablice. Znajduje się na nich licznik jedno- lub trójfazowy, jedno- lub dwutaryfowy z przekaźnikiem czasowym przełączającym taryfy, a także odpowiednio z jednym lub trzema gniazdami bezpiecznikowymi zabezpieczenia głównego i ewentualnie obwodów instalacyjnych. Wykorzystywano też gotowe do montażu drzwiczki do wnęk, skrzynki blaszane na zabezpieczenia złącza i główne, jak też na zabezpieczenia obwodów wraz z licznikiem energii elektrycznej.

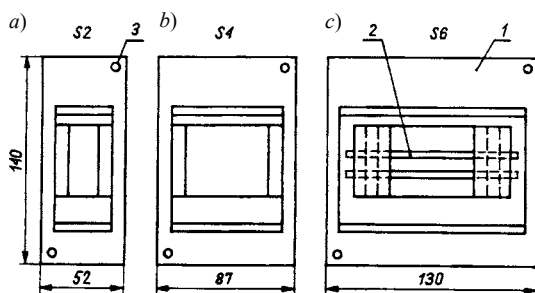
W ostatnich latach stosuje się powszechnie rozdzielnice tablicowe dostosowane do montażu zminiaturyzowanych wyłączników samoczynnych. Są one wytwarzane w ujednoliconej postaci, o różnych wymiarach, lecz w takim samym rozwiązaniu. Pozwala to na racjonalne, uporządkowane i estetyczne wykonanie rozdzielnic.

Dla zorientowania w rozmiarach zminiaturyzowanych urządzeń zabezpieczających i potrzebnego miejsca na ich montaż na rysunku 25 pokazano zewnętrzne wymiary wyłączników samoczynnych tego typu, złożonych z odpowiedniej liczby modułów konstrukcyjnych, a na rysunku 26 – wymiary tablic do mocowania tych wyłączników, odpowiadających wymiarom wewnętrznym skrzynek lub drzwiczek do wnęk, w których miałyby być one zamontowane pojedynczo.



**Rys. 25.** Wymiary podstawowe zminiaturyzowanych wyłączników samoczynnych o konstrukcji modułowej: a) jedno-; b) dwu-; c) trój-; d) czteromodułowego:

1 – mechanizm wyłącznika, 2 – zaciski przyłączeniowe

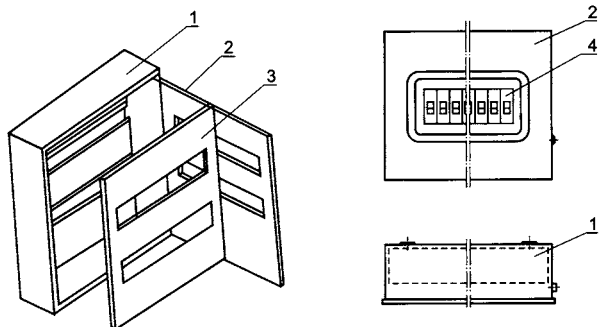


**Rys. 26.** Wymiary tablic osadzonych na dnie skrzynek lub wewnątrz rozdzielnic, przeznaczonych do zainstalowania wyłączników z rys. 25 o liczbie modułów konstrukcyjnych: a) 1–2; b) 3–4; c) 5–6:

1 – tablica, 2 – wsporniki szynowe, 3 – otwory do mocowania tablicy

Wymieniony system rozdzielnic tablicowych obejmuje rozdzielnice ściennie i wstępne, izolacyjne i stalowe, z drzwiczkami pełnymi i z przezroczystymi osłonami, o różnych wymiarach. Ich szerokość jest zwykle jednokrotna – około 380 mm, co odpowiada 12 modułom zminiaturyzowanych wyłączników samoczynnych, a wysokość różna – od 350 do 500 mm, dostosowana do jednego, dwóch, trzech lub czterech rzędów łączników. Na rysunku 27 przedstawiono jako przykładową skrzynkę rozdzielnic mieszkaniowej do siedmiu obwodów instalacyjnych. W podobnym wykonaniu są wytwarzane skrzynki licznikowe. Rozdzielnice są wyposażone w odpowiednie wsporniki szynowe do mocowania aparatów, listwy przyłączeniowe, osłony, tabliczki opisowe i inne dodatkowe akcesoria.

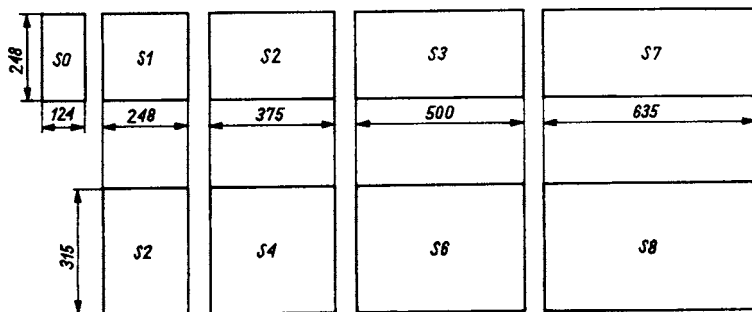
Do zastosowania w pomieszczeniach wilgotnych, z wyziewami żrącymi, na zewnątrz budynków i w miejscach, gdzie rozdzielnice mogłyby być narażone



**Rys. 27.** Skrzynka rozdzielniczej mieszkaniowej na zabezpieczenia siedmiu obwodów z przekładnikiem różnicowoprądowym:

1 – skrzynka, 2 – drzwiczki z szybką, 3 – osłona aparatu, 4 – aparaty zabezpieczeń obwodowych

na uszkodzenia mechaniczne, produkuje się skrzynki żeliwne szczelne, typu S w jednolitym wykonaniu, umożliwiającym łączenie ich w różne zestawy, zależnie od potrzeb. Skrzynki te występują w 9 wielkościach modułowych o rozmiarach pokazanych na rysunku 28. Łączenie skrzynek w zespoły umożliwiają otwory montażowe o trzech wielkościach, wykonane w ich ściankach bocznych. W razie potrzeby mogą być one osłaniane specjalnymi pokrywami bocznymi. Również otwory czołowe skrzynek osłania się odpowiednimi pokrywami. Obecnie coraz częściej stosuje się skrzynki z tworzyw sztucznych.



**Rys. 28.** Wymiary wewnętrzne żeliwnych skrzynek rozdzielniczych szczelnych

Rozdzielnice skrzynkowe mogą być dostarczane puste lub z wyposażeniem, takim jak gniazda bezpiecznikowe, łączniki ręczne, wyłączniki samoczynne itp. Połączenia przewodów linii zasilającej i obwodów odciesiowych ułatwiają oraz porządkują tak zwane. *szyny zbiorcze* w postaci gołych płaskowników miedzia-

---

nych lub mosiężnych, przykręconych do izolatorów zamocowanych na dnie skrzynek, tak że rozciągają się w poprzek całej rozdzielnicy. Połączenia aparatów z tymi szynami i między sobą wykonuje się przewodami izolowanymi.

Skrzynki łączy się ze sobą śrubami, stosując uszczelki. Również pokrywy boczne i czołowe przykręca się śrubami po założeniu odpowiednich uszczeltek. We wszystkich rozdzielnicach znajdujących się pod napięciem skrzynki powinny mieć założone pokrywy przykręcone śrubami lub w inny sposób zamocowane szczelnie na stałe.

## **4. Prace wstępne i kontrolne**

### **4.1. Przegląd instalacji**

Formalna kontrola stanu instalacji elektrycznych wymaga odpowiednich kwalifikacji, tytułu zawodowego oraz uprawnień, gdyż stanowi podstawę do sporządzenia stosownego protokołu pokontrolnego, mającego znaczenie prawne. Elektromonter nie ma na ogół takich uprawnień. Jednak przed przyjęciem zlecenia na jakąkolwiek usługę elektroinstalacyjną musi on dokonać wstępnego przeglądu instalacji, której to dotyczy. Tylko na tej podstawie może on ustalić zakres prac niezbędnych do zrealizowania zadania i wziąć odpowiedzialność za wykonanie zleconej usługi.

Nawet takie prace, jak wymiana uszkodzonego sprzętu łączeniowego lub wykonanie nowego wypustu instalacyjnego wymagają sprawdzenia, czy w danym obwodzie nie występuje żadna przerwa ani zwarcie i czy jest on poprawnie zabezpieczony. Doprowadzenie zasilania do nowo zakupionego urządzenia odbiorczego wymaga przeanalizowania celowości wykonania oddzielnego obwodu instalacyjnego i dodatkowego zabezpieczenia, a także sprawdzenia obciążalności linii zasilającej rozdzielnicę, z której taki obwód byłby zasilany. Chodzi bowiem o to, by po wykonaniu zadania elektryk wiejski był przekonany, że instalacja będzie pracować prawidłowo.

Przy wstępnym przeglądzie instalacji należy zwracać uwagę przede wszystkim na następujące warunki:

- instalacja musi wykazywać należyty stan izolacji i brak przerw w ciągłości połączeń,
- instalacja nie może być nadmiernie obciążona,
- wszystkie połączenia muszą być dokładnie dokręcone,
- powinna być zapewniona skuteczna ochrona przed porażeniem i pożarem spowodowanym wadliwym działaniem urządzeń elektrycznych,
- instalacja nie może wykazywać żadnych uszkodzeń mechanicznych i powinna być kompletna.

Ocena stanu technicznego instalacji – potrzebna do ustalenia wykonalności zleconego zadania i określenia zakresu koniecznych robót – nie musi oczywiście obejmować wszystkich wymienionych wyżej warunków. Często na-

wet pobieżny przegląd instalacji pozwala ocenić jej stan jako dobry na tyle, że nie ma powodu przewidywać żadnych przeszkód, by można było usunąć zaistniałe uszkodzenie lub wykonać inne zlecone prace elektromontażowe. Łatwo się także zorientować, że ze względu na bardzo zły stan ogólny instalacji konieczna jest gruntowna jej przebudowa. Wymaga to opracowania odpowiedniego projektu technicznego, by dopiero na jego podstawie można było ustalić i wykonać prace niezbędne dla doprowadzenia instalacji do właściwego stanu.

Przy zleconej rozbudowie instalacji ze względu na większą moc zapotrzebowaną należy przede wszystkim przeanalizować nastawienia zabezpieczeń nadprądowych w poszczególnych obwodach i złączu (stosownie do oszacowanego poboru mocy) i stwierdzić, czy nie ma potrzeby przebudowy rozdzielni cy głównej, wewnętrznej linii zasilającej, a nawet przyłącza. Wtedy bowiem konieczne byłoby opracowanie projektu przebudowy całej instalacji i wystąpienie do przedsiębiorstwa energetycznego z wnioskiem o zmianę warunków dostawy energii elektrycznej dostosowaną do przydziału większej mocy zapotrzebowanej. Takie ustalenia nie wymagają szczegółowej oceny stanu istniejącej instalacji.

Ze względu jednak na występujący powszechnie niezadowolający stan instalacji elektrycznych odbiorczych na wsi często jest konieczne dokładniejsze sprawdzenie ich stanu przed przyjęciem zlecenia, a nawet wykonanie odpowiednich pomiarów. Wówczas należy uzyskać zgodę zleceniodawcy na zwrot kosztów za te czynności wstępne przed przyjęciem właściwego zlecenia na usługi elektroinstalacyjne w zakresie ustalonym na podstawie oceny stanu instalacji. Szczegółowy przegląd instalacji należałoby wykorzystać do dokonania zabiegów konserwacyjnych, co można zasugerować zleceniodawcy, aby uwzględnił to w wynagrodzeniu za zleconą usługę.

## **4.2. Ustalanie prac do wykonania**

Jak już wspomniano, ustalenie zakresu realizacji zadania zleconego jest możliwe tylko na podstawie oceny stanu całej instalacji. Elektryk musi bowiem wziąć odpowiedzialność za pracę prawidłową i bezpieczną instalacji oraz urządzeń odbiorczych, które konserwował, naprawiał, rozbudował lub montował.

Nie można jednak sformułować wskazań szczegółowych dotyczących zakresu wykonywanych czynności zależnych od określonych okoliczności, gdyż mogą być one bardzo różne. Pożyteczne może być uwzględnienie następujących uwag ogólnych:

a) niezależnie od rodzaju zlecenia należy zawsze przewidywać potrzebę ogólnego przeglądu instalacji z uwzględnieniem pomiaru rezystancji izolacji

i sprawdzenia skuteczności działania uzupełniającej ochrony przeciwporażeniowej. Jeśli przegląd wskazuje na to, że instalacja może spełniać swoje funkcje bez zagrożenia otoczenia, lecz jest zaniedbana, to użytkownikowi należy sugerować wykonanie zabiegów konserwacyjnych. W razie negatywnej oceny nie należy podejmować żadnych prac bez uzyskania zlecenia na odpowiednią przebudowę instalacji;

b) gdy zlecone zadanie polega na usunięciu niewielkich uszkodzeń w instalacji (np. wymagających wymiany ich elementów i dokręcenia zacisków), konieczne jest sprawdzenie końców przewodów, czy nie są nadłamane ani nie jest nadpalona izolacja. Jeśli zapas długości przewodów jest dostateczny, należy odciąć uszkodzone końce. W przeciwnym razie, gdy przewody są za krótkie, należy wymienić ich odcinek, począwszy od ostatniej puszki rozgałęźnej. Uszkodzony sprzęt powinien być wymieniony na nowy tego samego typu, a przewody – z zachowaniem dotychczasowego sposobu układania przewodów (tj. tego samego typu instalacji);

c) przy podejmowaniu się rozbudowy instalacji o nowe wypusty (do dodatkowych gniazd wtyczkowych) lub przyłączenia nowo nabytych urządzeń montowanych na stałe – konieczne jest sprawdzenie zabezpieczenia nadprądowego i przekroju przewodów (np. porównując końce żył w puszkach z oznaczonymi próbkami różnych przewodów) w obwodzie, z którego te wypusty będą zasilane. Korzystając z odpowiednich tablic, należy określić obciążalność długotrwałą przewodów w danych warunkach i prawidłowość ich zabezpieczeń. Przede wszystkim należy sprawdzić, czy przewidywane obciążenie całego obwodu nie spowoduje działania zabezpieczeń oraz czy można zmienić nastawienie zabezpieczenia bez potrzeby wymiany przewodów. Ponadto należy rozważyć celowość wykonania osobnego obwodu do zasilania nowych wypustów. Obwód taki należałoby w zasadzie wykonać podobnie jak rozwiązanie istniejącej już instalacji;

d) jeśli powinna być wykonana większa przebudowa instalacji, ze względu na nowe wyposażenie w sprzęt zmechanizowany i urządzenia zasilane energią elektryczną lub wynikająca ze zmiany przeznaczenia całego pomieszczenia, lub dobudowę nowych fragmentów budynku, konieczne jest inne podejście, zupełnie odmienne niż przedstawione poprzednio. W takich bowiem przypadkach należałoby sugerować wykonanie całej instalacji od nowa, zgodnie z wymaganiami nowych przepisów technicznych i zdemontowanie wszystkich elementów starej instalacji. Wiąże się to z poprowadzeniem nowego lub nowych obwodów instalacyjnych od rozdzielnic głównej. Jednocześnie jest konieczne sprawdzenie zarówno przekrojów przewodów wewnętrznej linii zasilającej, jak i zabezpieczeń głównych w złączu lub na przyłączu ze względu na przewidywane nowe obciążenia, na ogół większe od dotychczasowego. Jeśli



przekroczy ono obciążalność wymienionych elementów instalacji, zakres zlecenia musi być odpowiednio rozszerzony o ich przebudowę. Należy przy tym uwzględnić warunek dostosowania rozwiązań wszystkich tych fragmentów instalacji elektrycznej do obowiązujących przepisów i norm. Między innymi należy stosować na całej długości osobny przewód ochronny PE w systemie sieci TN-S, niezależnie od tego, że w pozostałych obwodach pozostawiono system TN-C, jak też od tego, że w nowych obwodach instaluje się wyłączniki ochronne przeciwporażeniowe (jest to pożądane);

e) w razie konieczności całkowitej przebudowy instalacji, na przykład spowodowanej złym stanem technicznym istniejących urządzeń, lub realizowania instalacji w nowym budynku, muszą one w całości być wykonane jako nowe rozwiązanie, zgodne z obowiązującą normą PN-IEC 60364 i z zastosowaniem dostępnych obecnie materiałów elektrotechnicznych.

Elektryk wiejski podejmując prace przy instalacjach elektrycznych do wykonania w nowych budynkach lub przy całkowitej przebudowie instalacji w budynkach istniejących, powinien wiedzieć, że prace te muszą opierać się na projekcie technicznym sporządzonym przez uprawnionego elektryka z odpowiednim cenzusem wykształcenia. Kontakt ze zleceniodawcą ma zwykle elektromonter instalacji i dlatego byłoby pożądane, aby współpracował on z fachowcem o wymaganych kwalifikacjach.

Elektryk wiejski – niezależnie od tego – może sprawdzić, czy projekt jest aktualny, czy został wykonany przez fachowca z odpowiednimi uprawnieniami budowlanymi do projektowania instalacji elektrycznych i czy uwzględni wszystkie życzenia zleceniodawcy robót. Wykonawca robót elektromontażowych odpowiada bowiem zawsze za ich zgodność z obowiązującymi normami i przepisami technicznymi, a także może wprowadzić odpowiednie zmiany w projekcie, np w rozmieszczeniu wypustów instalacyjnych, by zadowolić przyszłego użytkownika elektrycznych urządzeń odbiorczych.

### **4.3. Sprawdzanie stanu instalacji**

Przed przystąpieniem do jakichkolwiek prac przy istniejącej instalacji, w tym konserwacyjnych i naprawczych, konieczne jest szczegółowe sprawdzenie jej ogólnego stanu. Obowiązuje to nawet wówczas, gdy użytkownik nie zauważa żadnej niesprawności w działaniu urządzeń elektrycznych. Celem sprawdzenia stanu instalacji jest stwierdzenie, czy jest wykonana prawidłowo i pracuje poprawnie oraz czy nie zagraża pożarem lub porażeniem prądem. Są to czynności bardzo odpowiedzialne i należy je wykonywać skrupulatnie i zawsze w pełnym zakresie.

Sprawdzenie stanu instalacji polega na: oględzinach, kontroli zabezpieczeń

nadprądowych, zbadaniu prawidłowości wskazań licznika energii elektrycznej, wykryciu ewentualnych zwarcí lub przerw w ciągach instalacyjnych (przy okazji również w odbiornikach) oraz na pomiarze rezystancji izolacji i badaniu skuteczności uzupełniającej ochrony przeciwporażeniowej.

Podczas ogólnych oględzin instalacji należy ustalić, czy odpowiada ona we wszystkich fragmentach wymaganiom obowiązujących norm i przepisów, a także czy nie została nieprawidłowo rozbudowana. Należy sprawdzić, czy osprzęt i aparaty elektryczne nie mają uszkodzonej obudowy lub zdjętych osłon, czy przewody nie wykazują uszkodzonej izolacji, czy rury instalacyjne nie są popękane, czy puszkí rozgałęźne mają założone pokrywki i sprzęt jest należycie zamocowany itp.

Kontrola zabezpieczeń nadprądowych polega na sprawdzeniu, czy wkładki topikowe w gniazdach bezpiecznikowych są oryginalne i o właściwym prądzie znamionowym, czy wyłączniki samoczynne włączają i wyłączają przy naciśnięciu odpowiednich przycisków, czy nastawienie wyzwalaczy termobimetalowych jest dostosowane do spodziewanych obciążeń w obwodach. Wreszcie w przypadku wyłączników ochronnych różnicowoprądowych konieczne jest stwierdzenie, czy wyłączają one natychmiast po naciśnięciu przycisku kontrolnego.

W przypadku licznika energii należy najpierw stwierdzić, czy jego tarcza zatrzymuje się po wyłączeniu wszystkich odbiorników w danej instalacji. Obroty tarczy występujące w takich warunkach wskazują na niedopuszczalne upływności prądu lub jakiś ukryty pobór prądu, lub niepełne zwarcie. Prawidłowość wskazań licznika kontroluje się przez zliczanie obrotów  $O_1$  jego tarczy w dokładnie zmierzonym czasie  $t$ , na przykład 15 minut, przy załączonym odbiorniku, na przykład grzejniku, o określonej mocy  $P$ .

Korzystając ze stałej licznika  $C_1$ , wyznacza się wykazywane przez licznik zużycie energii, według wzoru

$$W_1 = C_1 \cdot O_1 \cdot t$$

i porównuje z rzeczywistym poborem energii

$$W_{rz} = P \cdot t$$

Różnica energii  $W_1 - W_{rz}$  powinna być bliska zeru. W przeciwnym razie należy zgłosić do właściwego terenowo przedsiębiorstwa energetycznego uszkodzenie licznika wraz z wnioskiem o jego wymianę.

Przez załączanie poszczególnych odbiorników zainstalowanych na stałe i włączanie odbiorników przenośnych do kolejnych gniazd wtyczkowych sprawdza się, czy nie ma przerwy w którymś z ciągów przewodów. Jeśli jaki-

kolwiek odbiornik nie pracuje, należy lampką kontrolną sprawdzić, czy na jego zaciskach lub w gnieździe wtyczkowym występuje napięcie; jeśli jest napięcie, to sam odbiornik należy uznać za uszkodzony. W przeciwnym razie należałoby wnioskować, iż przerwa nastąpiła w ciągu przewodów instalacyjnych.

Zwarcia powodują zadziałanie zabezpieczeń nadprądowych. Ponieważ zwarcie występuje najczęściej w odbiornikach, należy je wszystkie wyłączyć z danego obwodu i spróbować załączyć zabezpieczenie. Ponowne jego zadziałanie wskazuje na zwarcie w samej instalacji; jeśli zaś zabezpieczenie nie zadziała, uszkodzony jest jakiś odbiornik. Włączając je kolejno można wykryć, który z nich powoduje zadziałanie zabezpieczenia, a więc jest uszkodzony.

Do pomiaru rezystancji izolacji w instalacji i odbiornikach stosuje się miernik zwany induktorem lub coraz powszechniej miernik elektroniczny.

Sprawdzenie sprawności działania wyłączników ochronnych różnicowoprądowych następuje za pomocą przycisku kontrolnego. Jednak do stwierdzenia skuteczności działania ochrony przeciwporażeniowej należy sprawdzić ponadto ciągłość przewodów ochronnych i stan ich połączenia z metalową obudową chronionych urządzeń i z uziomami, a także zbadać spełnienie jeszcze innych warunków ochrony. Ważne jest również, czy nie używa się odbiorników niepołączonych z przewodem ochronnym lub bez izolacji podwójnej (urządzenia II klasy ochronności).

Celem sprawdzenia stanu instalacji jest stwierdzenie, czy może być ona eksploatowana i jakie są niezbędne do wykonania prace naprawcze. Jeśli instalacja wykazuje zwarcie albo uszkodzenie zagrażające porażeniem prądem, konieczne jest natychmiastowe wyłączenie jej fragmentów przez zabezpieczenia nadprądowe i usunięcie uszkodzeń.

W razie zbyt dużego zakresu tych prac do doraźnego wykonania, należy trwale wyłączyć fragment instalacji w rozdzielnicach lub puszkach rozgałęźnych, a nawet całej instalacji na zasilaniu. Należy przy tym powiadomić użytkownika o konsekwencjach dalszego korzystania z uszkodzonych urządzeń, a także natychmiast powiadomić pisemnie właściwy rejon energetyczny o złym stanie instalacji, aby ten pod rygorem zagrożenia sankcją (np. odłączenia odbiorcy od zasilania w złączu) zobowiązał użytkownika do zlecenia niezbędnych prac naprawczych.

#### **4.4. Pomiary instalacyjne**

W instalacjach elektrycznych pomiary ograniczają się najczęściej do sprawdzenia występowania napięcia w poszczególnych punktach instalacji oraz wykonania pomiaru rezystancji izolacji przewodów, sprzętu, osprzętu, a także odbiorników podczas badania stanu izolacji w poszczególnych obwodach

i w całej instalacji. Niekiedy może też być konieczne zmierzenie wartości napięcia, prądu i mocy pobieranej w rozdzielnicach lub na zasilaniu niektórych odbiorników.

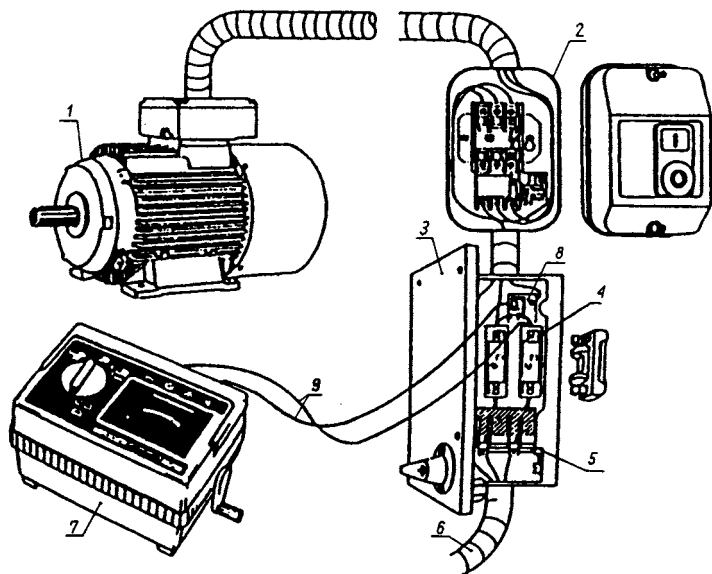
Do badania obecności napięcia korzysta się zwykle z jarzeniowych wskaźników napięcia jedno- lub dwubiegunowych (patrz podrozdział 2.3). Wskaźniki z jednym grotem (tzw. neonówki) mają duże znaczenie dla bezpieczeństwa elektromontera i ochrony przed porażeniem prądem. Z tego względu elektryk powinien mieć taki wskaźnik zawsze przy sobie, by podejmując jakąkolwiek pracę mógł sprawdzić, czy na końcówkach żył przewodów, na zaciskach sprzętu, osprzętu i innych aparatów oraz na ich metalowych obudowach nie występuje napięcie, które przy nieostrożnym operowaniu narzędziami mogłoby grozić porażeniem. Przed każdym użyciem wskaźnika napięcia należy skontrolować jego sprawność, dotykając na przykład zacisków urządzenia lub styków gniazda wtyczkowego, znajdujących się pod napięciem.

Jedną z ważniejszych i miarodajnych czynności przy kontroli stanu izolacji instalacji jest pomiar jej rezystancji. Dotyczy to rezystancji izolacji zarówno między poszczególnymi przewodami (żyłami) fazowymi i przewodem neutralnym N, jak też między każdym z tych przewodów a ziemią. Jako ziemię traktuje się przewód ochronny PE (jest on uziemiony i ma potencjał ziemi) lub na przykład metalową rurę wodociągową, lub konstrukcję budowli. W układach TN-C pomiar wykonuje się względem przewodu ochronno-neutralnego PEN. Według obowiązujących obecnie norm zmierzona rezystancja izolacji nie powinna być mniejsza niż 0,5 M $\Omega$  we wszystkich instalacjach przy napięciu 230/400 V, a 0,25 M $\Omega$  w obwodach bardzo niskiego napięcia.

Warto jednak pamiętać, że w obowiązujących do 2000 r. przepisach wymagano, by rezystancja izolacji podstawowej nie była mniejsza niż 1000  $\Omega$  na 1 wolt w budynkach mieszkalnych, a 500  $\Omega$  w budynku inwentarskim i instalacji na zewnątrz budynków. Jeśli instalacja nie spełnia tego wymagania, jest konieczne określenie przyczyny takiego złego stanu instalacji i znalezienie miejsca uszkodzenia.

Pomiary wykonuje się induktorem, wytwarzającym napięcie pobierze prądu stałego 500 V. Pomiary mogą być wykonywane tylko w instalacji i urządzeniach wyłączonych spod napięcia. Zgodnie z tym warunkiem, przed przystąpieniem do pomiarów należy wyłączyć – w sposób pewny – spod napięcia badane fragmenty instalacji lub najlepiej całą instalację, wyłączając odpowiednie zabezpieczenia nadprądowe (obwodowe i główne), a następnie upewnić się o braku napięcia. Uwzględniając podane poprzednio uwagi, należy instalację badać fragmentami, osobno każdy obwód po odłączeniu wszystkich odbiorników (w tym zainstalowanych na stałe oraz wykręceniu żarówek), ale przy załączonych wszystkich wyłącznikach.

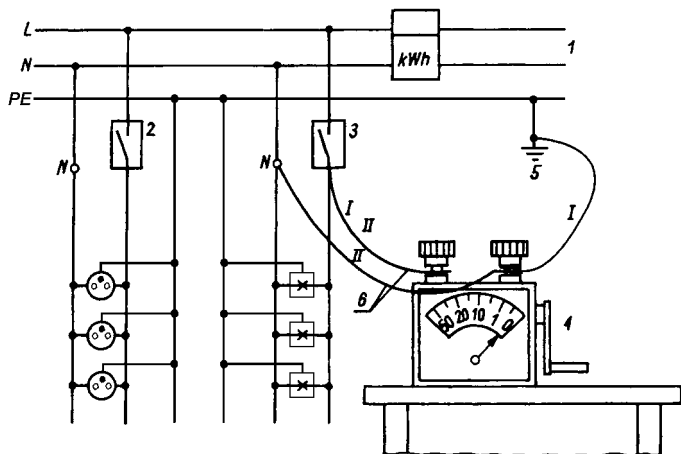
W przypadku podejrzenia, że stan izolacji samych odbiorników jest niezadowalający, można je zbadać każdy z osobna. Muszą one być przy tym odłączone od instalacji, lecz badane łącznie z przynależną do nich aparaturą. Sposób przygotowania odbiornika do pomiarów rezystancji izolacji pokazano na rys. 29 na przykładzie silnika o dużej mocy, uruchamianego rozrusznikiem i indywidualnie zabezpieczonego.



**Rys. 29.** Pomiar rezystancji izolacji silnika wraz z aparaturą uruchamiającą i zabezpieczającą:

1 – silnik, 2 – rozrusznik, 3 – wyłącznik z zabezpieczeniami, 4 – podstawy bezpiecznikowe z wyjętymi bezpiecznikami, 5 – wyłącznik w stanie wyłączonym, 6 – linia zasilająca, 7 – omiarmierz indukcyjny, 8 – połączenia ochronne, 9 – przewody pomiarowe

Na rysunku 30 przedstawiono układ pomiarowy umożliwiający sprawdzenie stanu izolacji dwóch obwodów zasilających lampy oświetleniowe i gniazda wtyczkowe. Przyrząd pomiarowy należy przyłączyć przewodem pomiarowym do zacisku przewodu ochronnego, a drugim przewodem kolejno do każdego zacisku fazowego, a następnie do zacisku neutralnego. W ten sposób wykonuje się pomiar rezystancji izolacji względem ziemi, a w dalszej kolejności – pomiar rezystancji izolacji między przewodem fazowym a neutralnym. Procedurę tę należy powtórzyć w obwodzie gniazd wtyczkowych. W obwodach trójfazowych należy wykonać także pomiar rezystancji między przewodami fazowymi, przyłączając miernik do wszystkich par tych przewodów.



**Rys. 30.** Pomiar rezystancji izolacji (I – względem ziemi, II – między przewodami czynnymi) w obwodach instalacyjnych:

I – zasilanie, 2 – wyłączony wyłącznik samoczynny zabezpieczający obwód gniazd wtyczkowych, 3 – podobnie, lecz w obwodzie oświetleniowym, 4 – inductor, 5 – uziemienie, 6 – przewody pomiarowe izolowane

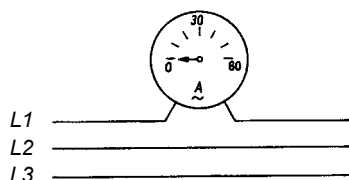
Jeśli wynik z pomiaru wskazuje na zły stan izolacji, należy stwierdzić, co jest tego przyczyną i w którym fragmencie instalacji to występuje. W tym celu należy rozłączyć przewody uszkodzonego obwodu w puszkach rozgałęźnych i powtarzać pomiary kolejno w jego fragmentach, aż znajdzie się odcinek przewodów lub sprzęt, który trzeba wymienić na nowy i przywrócić należyty stan całej instalacji.

W razie zauważenia objawów dużego spadku napięcia (obniżone natężenie oświetlenia lamp, trudny rozruch silnika, zakłócenia w działaniu odbiornika telewizyjnego itp.) należy wykonać pomiar napięcia w kilku charakterystycznych miejscach instalacji, jak na przykład w rozdzielnicy głównej, w najdalszych od niej gniazdach wtyczkowych, na zaciskach silnika zespołu hydroforowego lub silnika przewoźnego, przyłączonego za pomocą długiego przewodu oponowego. Pomiar wykonuje się woltomierzem (znajdującym się chociażby w monterskiej walizce pomiarowej) lub multimetrem.

Multimetr musi być najpierw dostosowany do pomiaru przez odpowiednie ustawienie przełącznika zakresów pomiarowych na pomiar napięcia prądu przemiennego w zakresie do 250 lub 500 V, zależnie od tego, czy obwód jest jedno- czy trójfazowy. Wtedy grotami na końcach przewodów przyłączeniowych aparatu należy dotknąć zacisków lub styków, między którymi występuje mierzone napięcie. Wyniki pomiarów napięcia fazowego w granicach 210–240

V i napięcia międzyprzewodowego 360–420 V w układzie trójfazowym uznaje się za wskazujące na stan prawidłowy.

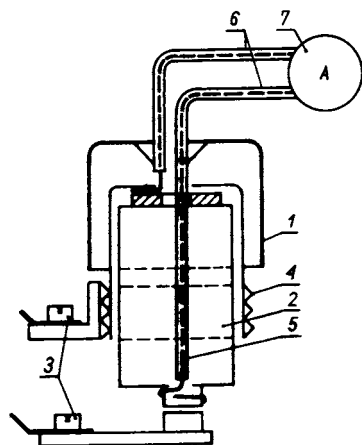
W celu wykrycia ewentualnych przeciążeń w instalacji odbiorczej wykonuje się pomiar wartości prądu lub mocy. Multimetr ma często za mały zakres pomiarowy prądu do takiego zastosowania. Korzysta się wtedy zwykle z amperomierza w walizce pomiarowej. Po sprawdzeniu, czy spodziewana wartość prądu mieści się w zakresie pomiarowym amperomierza, włącza się go szeregowo w przewodzie fazowym, jak pokazano na rysunku 31.



**Rys. 31.** Pomiar prądu w jednej fazie równomiernie obciążonego obwodu trójfazowego

Po wyłączeniu mierzonego fragmentu instalacji spod napięcia należy odłączyć przewód fazowy obwodu od zacisku zabezpieczenia w rozdzielnicy (lub od zacisku odbiornika) i połączyć go z zaciskiem miernika. Drugi zacisk miernika należy połączyć izolowanym przewodem pomiarowym z uwolnionym zaciskiem w rozdzielnicy (lub odbiornika), tak by przez miernik płynął cały prąd w obwodzie. Wtedy dopiero można załączyć obwód pod napięcie, wykonać pomiar, a po wyłączeniu zasilania – rozmontować układ pomiarowy i przywrócić poprzednie połączenie przewodu fazowego.

Jeśli obwód jest zabezpieczony bezpiecznikami topikowymi, można je wykorzystać do przyłączenia amperomierza w sposób pokazany na rysunku 32, nie rozłączając połączeń przewodu fazowego. Sposób ten polega na wykorzy-

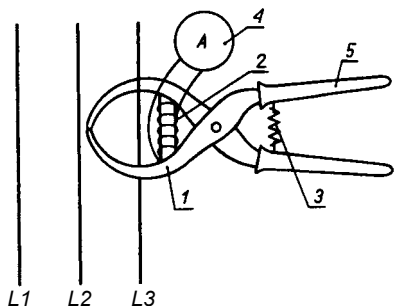


**Rys. 32.** Przyłączenie amperomierza do gniazda bezpiecznikowego:

1 – główka bezpiecznika, 2 – wkładka topikowa (z usuniętym topikiem), 3 – zaciski gniazda bezpiecznikowego, 4 – gwint gniazda, 5 – żyła przewodu pomiarowego, 6 – izolowane przewody pomiarowe, 7 – amperomierz

staniu ceramicznego korpusu wydrążonej wkładki topikowej do przeprowadzenia przewodu pomiarowego przez całą wkładkę aż do połączenia z jej metalową nasadką na cokole oraz końca żyły drugiego przewodu pomiarowego między metalowym talerzykiem na czole wkładki a blaszką gwintu w główce bezpiecznikowej. Wkręcając tę główkę z włożoną wkładką do gniazda bezpiecznikowego, włącza się amperomierz między zaciskami przyłączeniowymi gniazda. Trzeba przy tym oczywiście wyjąć szkiełko osłonowe z główki bezpiecznikowej. Przewody pomiarowe muszą być izolowane na całej długości poza tylko końcówkami żył.

Stosuje się także sposób pomiaru wartości prądu amperomierzem cęgowym bez rozłączania połączeń przewodów instalacyjnych, co pokazano na rysunku 33. Wykorzystuje się tu rozwierane cęgi przyrządu jako rdzeń transformatora, którego uzwojenie pierwotne tworzy przewód fazowy obwodu, a uzwojenie wtórne jest przyłączone do amperomierza zamontowanego na stałe na szczękach przyrządu wyskalowanego z uwzględnieniem przekładni zwojowej transformatora. Użycie przyrządu i odczyt wskazań są bardzo proste; warunkiem jest jednak, by obwód był wykonany przewodami jednożyłowymi.



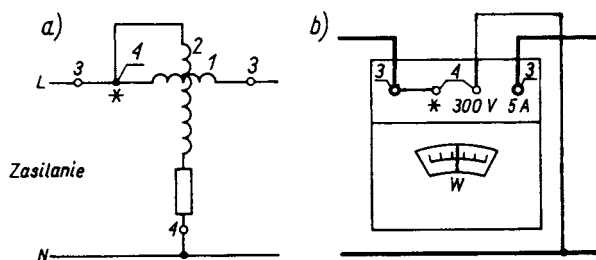
**Rys. 33.** Pomiar prądu amperomierzem cęgowym w jednej fazie obwodu trójfazowego:

1 – szczęki amperomierza, 2 – cewka wtórna (pomiarowa) transformatora, 3 – sprężyna utrzymująca cęgi w stanie zamknięcia, 4 – amperomierz, 5 – chwyty izolowane

Pomiar mocy pobieranej wymaga zastosowania watomierza w układzie jedno- lub trójfazowym. Watomierz jednofazowy ma dwie cewki pomiarowe: napięciową i prądową, które oddziałując wspólnie na człon ruchomy przyrządu, powodują odchylenie się wskazówki miernika proporcjonalnie do iloczynu wartości prądu i napięcia z uwzględnieniem współczynnika mocy (według zależności  $P = U \cdot I \cdot \cos\varphi$ ) dzięki odpowiedniemu dodatkowemu układowi.

Watomierz ma zatem cztery zaciski przyłączeniowe: dwa napięciowe łączone z instalacją równolegle (podobnie jak woltomierz) i dwa prądowe włączane szeregowo (jak amperomierz). Zwrócić też trzeba uwagę na dwa zakresy pomiarowe, niezależne: napięcia i prądu. Schemat przyłączenia watomierza pokazano na rysunku 34. Dla poprawności pomiaru jest ważne, by zacisk początku cewki napięciowej, oznaczony gwiazdką, połączyć z zaciskiem początku





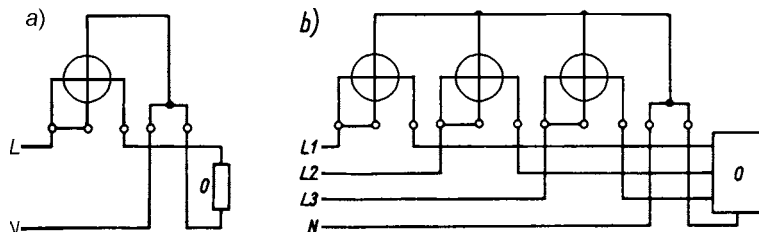
**Rys. 34.** Pomiar mocy w obwodzie jednofazowym za pomocą watomierza: a) układ pomiarowy; b) przyłączenie watomierza (z zaznaczeniem przykładowo zakresów pomiarowych): 1 – cewka prądowa, 2 – cewka napięciowa, 3 – zaciski prądowe, 4 – zaciski napięciowe

cewki prądowej (również oznaczony gwiazdką) i przyłączyć je do przewodów instalacji od strony zasilania.

W obwodzie trójfazowym obciążonym symetrycznie można wykonać pomiar watomierzem jednofazowym, którego cewka napięciowa powinna być włączona na napięcie fazowe (do jednego z przewodów fazowych i przewodu neutralnego w instalacji), a cewka prądowa – w jeden z przewodów fazowych. Mnożąc wskazania miernika przez 3, określa się pobieraną moc czynną. W przypadku obwodu trójfazowego obciążonego niesymetrycznie korzysta się zwykle z układu pomiarowego złożonego z trzech watomierzy jednofazowych, przyłączonych do trzech faz w obwodzie instalacyjnym. Pobór mocy uzyskuje się przez sumowanie ich wskazań.

Liczniki energii elektrycznej przyłącza się do instalacji podobnie jak watomierze. Mają one organ pomiarowy w postaci tarczy aluminiowej, osadzonej na osi obrotowej, sprzężonej poprzez układ przekładni zębatach z liczydłem, wykazującym liczbę obrotów tarczy w czasie pracy licznika. Cewki pomiarowe, napięciowa i prądowa są nawinięte na nieruchomych rdzeniach, których końce obejmują krawędź tarczy aluminiowej. Przepływy prądu zmiennego przez uzwojenia tak utworzonych elektromagnesów indukują prądy wirowe w tarczy, a współdziałanie ich strumieni magnetycznych z prądami wirowymi w tarczy wytwarza jej moment obrotowy, proporcjonalny do iloczynu prądu i napięcia. Tarcza obraca się więc tym szybciej, im większy jest pobór mocy, a liczba obrotów zliczana w danym okresie odpowiada poborowi energii elektrycznej w tym okresie.

Na rysunku 35a pokazano sposób przyłączenia do instalacji jednofazowego licznika energii elektrycznej czynnej, a na rysunku 35b – stosowanego zwykle licznika trójfazowego trójsystemowego (do pomiarów przy niesymetrycznym obciążeniu faz). Licznik ten ma trzy tarcze obrotowe, osadzone na wspólnej osi, których elektromagnesy są oddzielnie przyłączone do poszczególnych faz instalacji, dzięki czemu moment obrotowy osi odpowiada sumie mocy pobieranej we wszystkich fazach instalacji.



**Rys. 35.** Schemat przyłączenia liczników energii czynnej: a) jednofazowego; b) trójfazowego, trójstrójowego:

O – urządzenie odbiorcze (instalacja)

## 4.5. Badania skuteczności ochrony przeciwporażeniowej

Omówione poprzednio badanie stanu izolacji urządzeń elektrycznych (instalacji i odbiorników) dotyczy nie tylko sprawności działania instalacji, lecz także warunków ochrony przed porażeniem, jako że izolacja podstawowa jest środkiem tej ochrony przed dotykiem bezpośrednim. Trzeba tylko dla całkowitej pewności wykonać pomiary rezystancji izolacji wszystkich odbiorników, chociaż ich naprawa nie należy do obowiązków elektryka wiejskiego. Musi on jedynie powiadomić użytkownika o konieczności zaniechania korzystania ze wskazanych, uszkodzonych urządzeń.

Jednoczesnej kontroli wymaga stan wszystkich osłon przewodów w obwodach instalacyjnych, izolacyjnych pokryw i obudów osprzętu oraz sprzętu, jak też osłon zacisków przyłączeniowych w odbiornikach. Należy to do rytuału każdych oględzin urządzeń elektrycznych, po czym trzeba uzupełnić wszystkie brakujące elementy, a uszkodzone wymienić na nowe.

Niezależnego badania wymaga stan środków dodatkowej ochrony przeciwporażeniowej, co sprowadza się do:

- sprawdzenia ciągłości przewodów ochronnych, w tym połączeń wyrównawczych i przewodów uziemiających oraz ich połączeń,
- pomiaru kontrolnego rezystancji uziomów,
- kontroli działania wyłączników ochronnych różnicowoprądowych,
- badania skuteczności działania zabezpieczeń nadprądowych w systemie ochrony stosowanym w układach TN przez samoczynne wyłączenie zasilania (przez zerowanie w starych instalacjach).

Ciągłość przewodów ochronnych najłatwiej jest sprawdzić induktorem. W obwodzie pomiarowym z włączonym szeregowo przewodem ochronnym jego

wskazanie powinno być bliskie zeru. W przypadku gdy przewód ochronny stanowi jeden ciąg instalacyjny z przewodami roboczymi, można do pomiaru wykorzystać pozostałe przewody obwodu lub nawet przewód wielożyłowy, którego dodatkową żyłą jest PE. W innych przypadkach, na przykład przewodu uziemiającego lub połączeń wyrównawczych, trzeba użyć odpowiednio długiego, ułożonego równolegle, dodatkowego jednożyłowego przewodu instalacyjnego, jako przewodu powrotnego w układzie pomiarowym.

Jeżeli stwierdzono nieciągłość połączeń należy przede wszystkim skontrolować stan wszystkich zacisków śrubowych, a więc czy są dokręcone i nie są zaśniedziałe ani skorodowane. W razie potrzeby należy je rozkręcić i oczyścić. Gdy i ta czynność nie usunie nieciągłości połączeń, należy wówczas wymienić przewody ochronne.

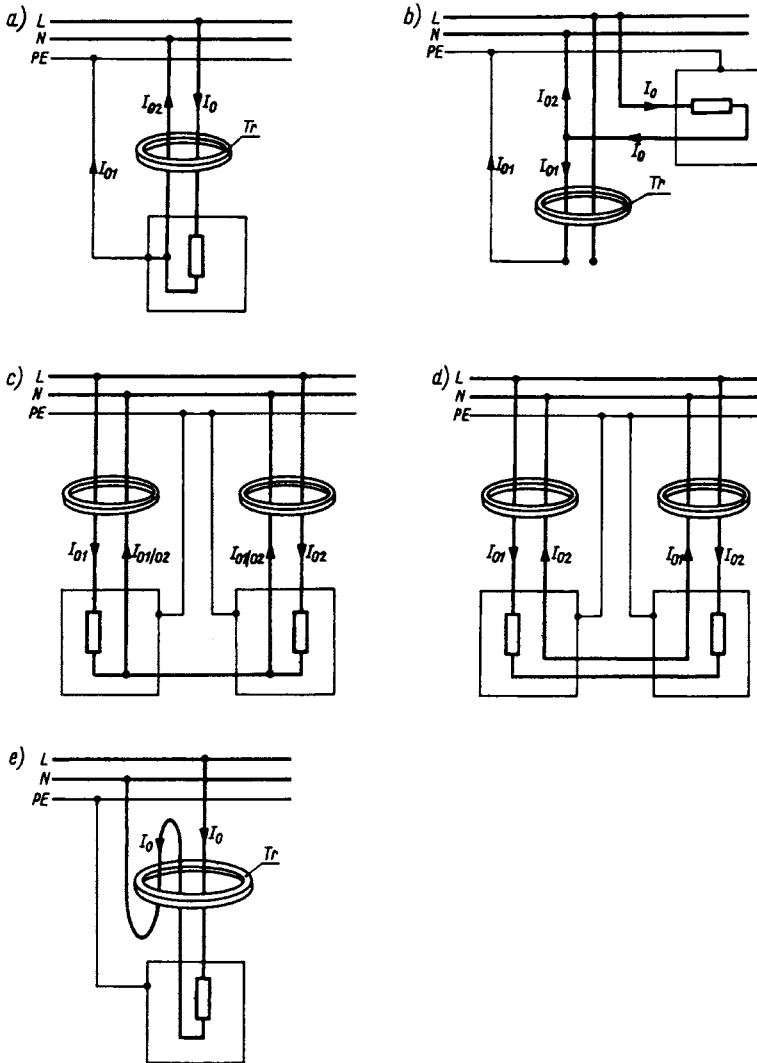
Skuteczność ochrony uzupełniającej realizowanej przez wyłączniki ochronne różnicowoprądowe zależy od sprawności ich działania. Można to sprawdzić naciskając przycisk kontrolny na ich obudowie, co powinno spowodować natychmiastowe zadziałanie wyłącznika. Ta prosta czynność powinna stać się rutynowym zabiegiem w każdym przypadku pracy przy instalacji. Niezadziałanie wyłącznika ochronnego w takich warunkach wymaga jego wymiany. Byłoby pożądane, aby elektromonter w zestawie materiałów miał sprawny wyłącznik na wymianę i nie zostawił instalacji bez ochrony.

Osoby poważnione do odpowiedzialnych pomiarów kontrolnych, w tym badania skuteczności ochrony przeciwporażeniowej, korzystają z doskonalszych przyrządów pomiarowych do sprawdzania w szerszym zakresie poprawności działania wyłączników ochronnych różnicowoprądowych.

Wyłącznik ochronny różnicowoprądowy o dużej dokładności i czułości działania może utrudnić korzystanie z urządzeń odbiorczych wówczas, gdy powoduje ciągle wyłączenie ich zasilania. W takich przypadkach należy sprawdzić, czy przyczyną jest rzeczywiste zagrożenie porażeniem prądem elektrycznym chronionych urządzeń, czy też błędne działanie wyłączników wynika z innych powodów. Usunięcie tych przyczyn jest konieczne po to, aby uchronić użytkownika przed rezygnacją ze stosowania wyłączników ochronnych.

W tym celu należy kolejno odłączać odbiorniki w instalacji aż wyłącznik różnicowoprądowy przestanie wyłączać zasilanie; będzie to świadectwem jego prawidłowego działania, powodowanego tylko zbyt dużym upływem do ziemi prądu odbiorników. Odbiorniki takie należy poddać naprawie lub wymienić na nowe. Jeśli jednak odłączenie odbiorników nie zapobiega działaniu wyłącznika ochronnego, a pomiar rezystancji izolacji w samej instalacji nie wskazuje na jej zły stan, należy szukać błędów w połączeniach instalacyjnych.

Na rysunku 36 przedstawiono kilka błędów instalacyjnych powodujących nieprawidłowe działanie wyłączników różnicowoprądowych. Wszystkie one

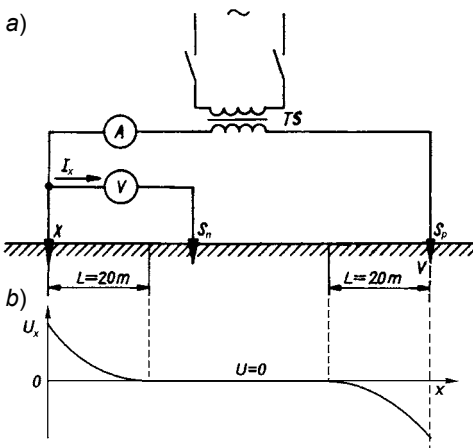


**Rys. 36.** Najczęstsze błędy w instalowaniu wyłączników ochronnych różnicowoprądowych, powodujące nieprawidłowe ich działanie: a) niedopuszczalne połączenie przewodu neutralnego z przewodem ochronnym w odbiorniku za wyłącznikiem ochronnym; b) załączenie odbiornika jednofazowego w instalacji przy wyłączonym odbiorniku chronionym (przypadek a); c) błędne połączenie równoległe przewodów neutralnych w odbiornikach zabezpieczonych przez odrębne wyłączniki ochronne; d) zamiana przewodów neutralnych (w przypadku układu c); e) przeciwsobne ułożenie przewodu neutralnego w rdzeniu przekładnika:  $I_o$  – prąd przepływający przez chroniony odbiornik, Tr – przekładnik Ferrantiego (sumujący), zwany transformatorem wyłącznika ochronnego

wynikają stąd, że suma prądów płynących w przewodach przechodzących przez rdzeń toroidalny przekładnika jest różna od zera. W pierwszym i drugim przypadku (rys. 36a,b) przyczyną jest połączenie przewodu neutralnego z ochronnym przy chronionym odbiorniku, a w dalszych (rys. 36c,d) równoległe połączenie przewodów neutralnych w odbiornikach zasilanych z osobnych obwodów zabezpieczonych odrębnymi wyłącznikami i wreszcie (rys. 36e) przeciwsobne ułożenie przewodu neutralnego (lub fazowego) w rdzeniu przekładnika prądowego.

Pomiar rezystancji uziomów wymaga zastosowania specjalnego oprzyrządowania. Do tego celu nie nadaje się induktor, gdyż jego skala (bardzo zagęszczona na początku) nie pozwala odczytać tak małych wartości rezystancji. Pomiar musi być wykonany prądem przemiennym, by uniknąć zafalszowania powodowanego przez siłę elektromotoryczną polaryzacji na styku uziomu z ziemią (będącą przecież elektrolitem).

Najprościej skorzystać z tzw. metody technicznej, opartej na pomiarze spadku napięcia  $U_x$  na mierzonej rezystancji przy przepływie prądu  $I_x$ . Wartość rezystancji oblicza się zgodnie z prawem Ohma ze wzoru  $R_x = U_x / I_x$ . Do pomiaru można użyć amperomierza i woltomierza (z walizki pomiarowej elektromontera) w układzie pokazanym na rysunku 37.



**Rys. 37.** Układ do pomiaru rezystancji uziemienia (a) oraz rozkład potencjału elektrycznego na powierzchni ziemi wokół uziomów i sondy pomiarowej (b):

$X$  – uziom badany,  $S_n$  – sonda pomiarowa napięciowa,  $S_p$  – uziom pomocniczy, sonda prądowa,  $TS$  – transformator separacyjny

Układ zestawiony na zewnątrz budynku można zasilac z instalacji o napięciu 230 V, ale za pośrednictwem transformatora separacyjnego dla uniknięcia zagrożenia porażeniem prądem. Na uzwojeniu wtórnym transformatora powinny być wykonane na uzwojeniu wtórnym zaczepty połączone z przełącznikiem, co pozwala w obwodzie pomiarowym ustalić wartość prądu około 5 A w dostoso-

waniu do lokalnych warunków. Tak duży prąd jest wymagany dla zmniejszenia wpływu różnych prądów zakłóceńowych na dokładność pomiaru.

W układzie należy zastosować dwie sondy pomiarowe (elektrody): prądową  $S_p$  zamykającą obwód prądu i napięciową  $S_n$  – do pomiaru napięcia względem punktu o zerowym potencjale ziemi. Sondy mogą być wbite w ziemię w odległości co najmniej 20 m od siebie i uziomu, ze względu na „leje napięciowe”, jakie powstają przy rozplywie prądu w ziemi. Przewody łączące powinny być izolowane typu LY o przekroju żył co najmniej 2,5 mm<sup>2</sup>.

Badanie skuteczności ochrony przez zerowanie jest bardzo trudne. W tym przypadku chodzi bowiem o stwierdzenie, że w razie jednofazowego zwarcia w najbliższych od zasilania punktach instalacji nastąpi dostatecznie szybkie zadziałanie najbliższych zabezpieczeń nadprądowych: wyłączników samoczynnych lub bezpieczników topikowych. Badanie przez spowodowanie sztucznego zwarcia jest niedopuszczalne ze względu na wywołany przepływ prądu o niebezpiecznie dużej wartości i to nie tylko w badanym obwodzie instalacji, ale też w wewnętrznej linii zasilającej, przyłączy i linii niskiego napięcia.

Dostępna jest metoda obliczeniowa polegająca na ustaleniu wartości prądu zwarcioowego i wyznaczeniu czasu zadziałania zabezpieczeń na podstawie ich charakterystyk czasowo-prądowych. Jest to jednak skomplikowane, gdyż rozpatruje się obwód zwarcia począwszy od stacji transformatorowej, obejmujący przewody linii niskiego napięcia i kolejnych elementów instalacji. Można też wykonać pomiar impedancji takiego obwodu. Jest to najczęściej stosowany sposób, mimo że pomiary te wymagają szczególnej ostrożności, gdyż są prowadzone na czynnych urządzeniach.

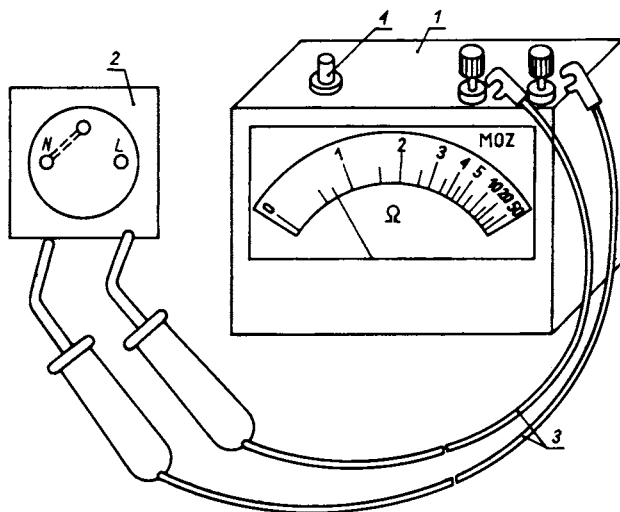
W handlu są specjalne przyrządy pomiarowe różnych typów służące do tych celów. Zwykle są to woltomierze do pomiaru napięcia  $U_1$  między przewodem fazowym a obudową chronionego odbiornika w zwykłych warunkach jego pracy oraz napięcia  $U_2$  przy sztucznym zwarciu fazowym w miejscu pomiaru, jednak ograniczonym przez wbudowany w aparat opornik o znanej rezystancji  $R_p$ . Impedancję pętli zwarcia wyznacza się ze wzoru

$$Z_{zw} = R_p \frac{U_1}{U_2 - 1}$$

Są też aparaty, jak na przykład pokazany na rysunku 38, umożliwiające bezpośredni odczyt na skali przyrządu wartości impedancji  $Z_{zw}$ .

Znając wartość  $Z_{zw}$ , oblicza się prąd zwarcia fazowego

$$I_{zw} = 230/Z_{zw}$$



**Rys. 38.** Przyłączenie przyrządu typu MOZ do gniazda wtyczkowego przy pomiarze impedancji obwodu zwarcia fazowego:

1 – przyrząd pomiarowy, 2 – badane gniazdo wtyczkowe, 3 – przewody pomiarowe, 4 – przycisk załączający układ pomiarowy

w miejscu pomiaru i sprawdza, czy jest spełniona zależność

$$I_{\text{zab}} \geq k_{\text{zw}} \cdot I_{\text{zw}}$$

gdzie:

$I_{\text{zab}}$  – znamionowa wartość prądu zabezpieczenia nadprądowego,  
 $k_{\text{zw}}$  – współczynnik krotności prądu zwarcia według stosownych przepisów technicznych, zapewniającej dostatecznie szybkie (w czasie krótszym niż 5 s) wyłączenie zwarcia.

Sprawdzenie dotyczy zabezpieczenia nadprądowego najbliższego miejsca dokonywania badania skuteczności ochrony. W przypadku, gdy są to bezpieczniki topikowe lub samoczynne o działaniu szybkim  $I_{\text{zab}}$  oznacza prąd znamionowy wkładki topikowej. Wtedy  $k_{\text{zw}}$  przyjmuje się równe 2,5 dla  $I_{\text{zn}}$  do 35 A i 3,0 dla 40 do 100 A. W przypadku wyłączników samoczynnych  $I_{\text{zab}}$  oznacza nastawę prądu wyzwalacza lub przekaźnika zwarciovego. Wtedy przyjmuje się  $k_{\text{zw}} = 1,2$ .

Należy przypomnieć, że ochrona przez wykorzystanie zabezpieczeń nadprądowych do wyłączania zwarć jednofazowych w systemie TN-C (dawne ze-

rowanie) występuje tylko w starym budownictwie, podlegającym poprzednim przepisom badania jej skuteczności. Jeśli więc opisane wyżej badania, oparte na poprzednich przepisach i normach, wypadają pozytywnie, to należy uznać, że instalacja spełnia warunki ochrony przeciwporażeniowej w myśl postanowienia, że nowe normy i przepisy obowiązują tylko w przypadku nowych instalacji.

Opisane metody i aparaty pomiarowe nie są jedynymi. Pojawiają się nowe rozwiązania, na przykład tester do badania wyłączników ochronnych różnicowoprądowych lub mierniki skuteczności ochrony przeciwporażeniowej, które rozszerzają możliwości pomiarowe i ułatwiają prowadzenie badań; są one jednak zwykle zbyt kosztowne, by ich zakup mógł się opłacać przy pracach przewidzianych do wykonywania przez elektryka wiejskiego. Do prowadzenia wszelkich badań i pomiarów trzeba mieć stosowne uprawnienia wydawane przez terenowe oddziały Stowarzyszenia Elektryków Polskich na podstawie wykształcenia i praktyki w dziedzinie instalacji i urządzeń elektrycznych. Tylko osoby z takimi uprawnieniami są upoważnione do wystawiania protokółów i zaświadczeń uznawanych urzędowo, na przykład przez firmy ubezpieczeniowe i inspekcję budowlaną.

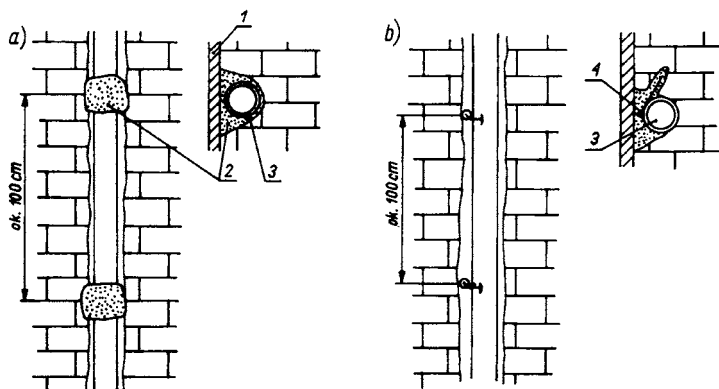


## 5. Montaż instalacji wewnętrznych

### 5.1. Instalacje podtynkowe

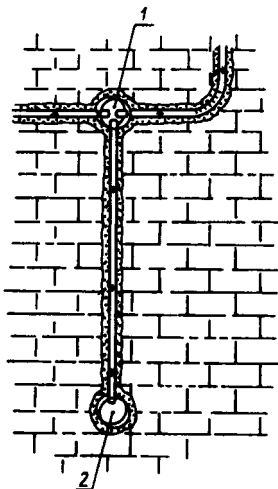
Instalacje podtynkowe wykonuje się przewodami izolowanymi jednożyłowymi, wciągniętymi do rur instalacyjnych ułożonych w brzdach w murze ścian i sufitów. Dawniej w tych instalacjach stosowano rury nazywane bergmanowskimi. Były to rury z papieru nasyconego związkami bitumicznymi w płaszczu z blachy obołowionej. Obecnie stosuje się tylko rury winidurowe cienkościenne.

Rury pod tynkiem układa się w brzdach wykutych w ścianach i stropach, wykonanych jako lite (rys. 39). Ponieważ gniazda rozgałęźne i sprzęt w dolnej strefie instalacyjnej są osadzone w puszkach winidurowych (rys. 40), muszą być pod te puszki wykute w ścianach odpowiednie wnęki. Trzeba zwrócić uwagę na to, że każdy obwód instalacyjny powinien być prowadzony w oddzielnych rurach z osobnymi puszkami (rys. 41). W razie potrzeby przedłużenia lub przebudowy odcinka obwodu puszkę rozgałęźną, od której ta zmiana nastąpi, należy wykuć i zastąpić ją nową.



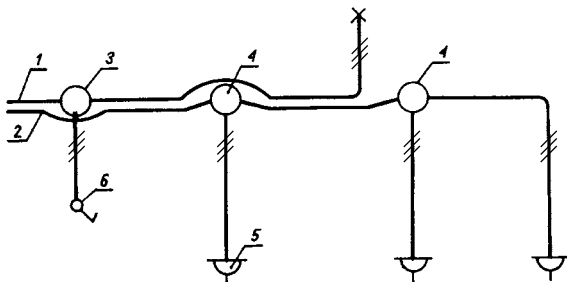
Rys. 39. Ułożenie rur w brzdach wykutych w cegle: a) mocowanie rur plastrami zaprawy murarskiej; b) mocowanie rur gwoździami:

1 – tynk, 2 – zaprawa, 3 – rura, 4 – gwoździec



**Rys. 40.** Doprowadzenie rurek do puszek:  
1 – puszka rozgałęźna, 2 – puszka końcowa

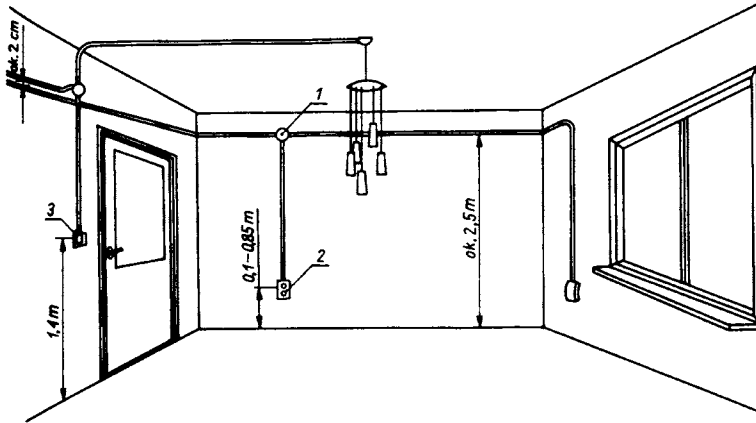
Przed rozpoczęciem kucia bruzd należy zaznaczyć na ścianach (kredą lub węglem) trasy przebiegu rur i miejsca osadzenia puszek, zgodnie z planem instalacji. Na rysunkach 42 i 43 przedstawiono zasadnicze wymagania co do rozmieszczenia sprzętu instalacyjnego i tras rur z przewodami.



**Rys. 41.** Wykonanie obwodów w oddzielnych ciągach rur:

1 – obwód oświetleniowy, 2 – obwód gniazd wtyczkowych, 3, 4 – puszki na gniazda rozgałęźne, 5 – puszka pod gniazdo wtyczkowe, 6 – puszka pod łącznik

Rury instalacyjne powinny być prowadzone poziomo pod sufitem na wysokości co najmniej 2,5 m od podłogi lub pionowo do sprzętu (a nie na ukos ścian i sufitów), możliwie prostymi i krótkimi odcinkami; podobnie do górnych wypustów oświetleniowych na suficie. Na załomach bruzdy powinny być wykute łukowato. Powinno się unikać ścian kominowych, cienkich ścian działowych, filarów, jak i skrzyżowań z rurami wodociągowymi, centralnego ogrzewania i gazowymi. Nie należy też układać rur instalacji elektrycznej blisko i wzdłuż rur centralnego ogrzewania, by uniknąć dodatkowego nagrzewania się od nich przewodów. Ponadto przy wyznaczaniu tras pod rury trzeba mieć na uwadze, by omijać miejsca, gdzie można by się spodziewać wbijania haków, na przykład pod zawieszane przedmioty. Z tego powodu należałoby w miarę możliwo-



**Rys. 42.** Prawidłowe rozprowadzenie ciągów rur i rozmieszczenie sprzętu w strefach instalacyjnych:

1 – puszką rozgałęźną, 2 – gniazdo wtyczkowe, 3 – łącznik

ści wykonywać orurowanie w strefach pokazanych na rys. 42, zastrzeżonych na prowadzenie ciągów przewodów instalacji elektrycznych.

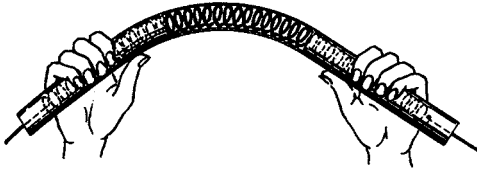
Puszki w górnej strefie instalacyjnej powinny umożliwiać doprowadzenie przewodów do wypustów instalacyjnych, łączników itd. Należy przy tym wykorzystać dwa wyprowadzenia z jednej puszki (np. do lampy sufitowej i wyłącznika), by ograniczyć liczbę puszek rozgałęźnych. Jednocześnie można stosować dodatkowe puszki przelotowe (bez pierścieni rozgałęzionych) dla ułatwienia wciągania przewodów przy długich, nierozgałęzionych odcinkach przewodów (powyżej 3 i 4 m) lub załamanych trasach obwodów.

Bruzdy wykute pod rury powinny być szersze o co najmniej 1 cm od średnicy rury i tak głębokie, by rury mogły być ułożone głębiej od lica nieotynkowanej ściany, a otwory pod puszki na tyle głębokie, by zrównały się z powierzchnią tynku. Puszki w górnej strefie powinny być umieszczone na linii tras rur.

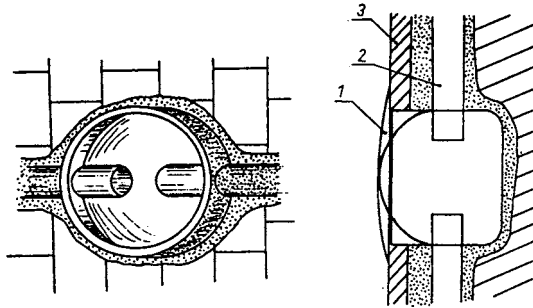
Puszki pod sprzęt instalacyjny zaleca się umieszczać na wysokości 0,85 m



**Rys. 43.** Usytuowanie łączników względem drzwi



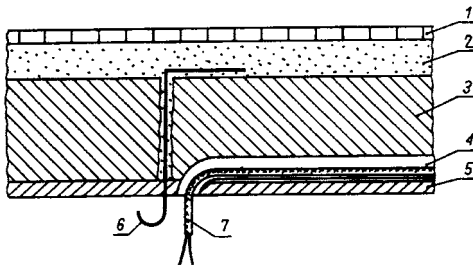
**Rys. 44.** Wyginanie rur wini-durowych na gorąco z zastosowaniem sprężyny



**Rys. 45.** Wprowadzenie rur do puszek instalacyjnych:  
1 – puszka z przykrywką,  
2 – rura, 3 – tynk

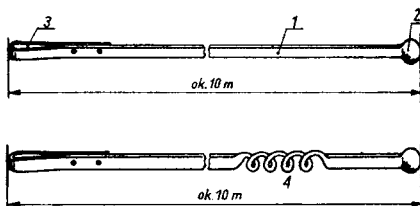
od podłogi, ale pod gniazda wtyczkowe mogą być umieszczane niżej (nawet 0,1 m nad podłogą), jeśli życzy sobie tego użytkownik.

Rury układane w brzdach łączy się ze sobą przez owinięcie ich zestawionych końców taśmą samoklejącą z tworzywa sztucznego lub wciśnięcie jednego końca w drugi poszerzony na gorąco na kształt kielicha. Rury można podgrzewać w gorącej wodzie. Na załomach należy rury wyginać na gorąco w łagodne łuki z zastosowaniem sprężyny, by nie zmniejszyć ich prześwitu (rys. 44). Można też stosować łatwe do wygięcia odcinki rur karbowanych.



**Rys. 46.** Wykonanie sufitowego wypustu instalacyjnego do zwieszakowej oprawy oświetleniowej:

1 – parkiet, 2 – podkład podłogowy, 3 – strop, 4 – rura instalacyjna, 5 – tynk, 6 – hak do zawieszenia oprawy, 7 – przewody



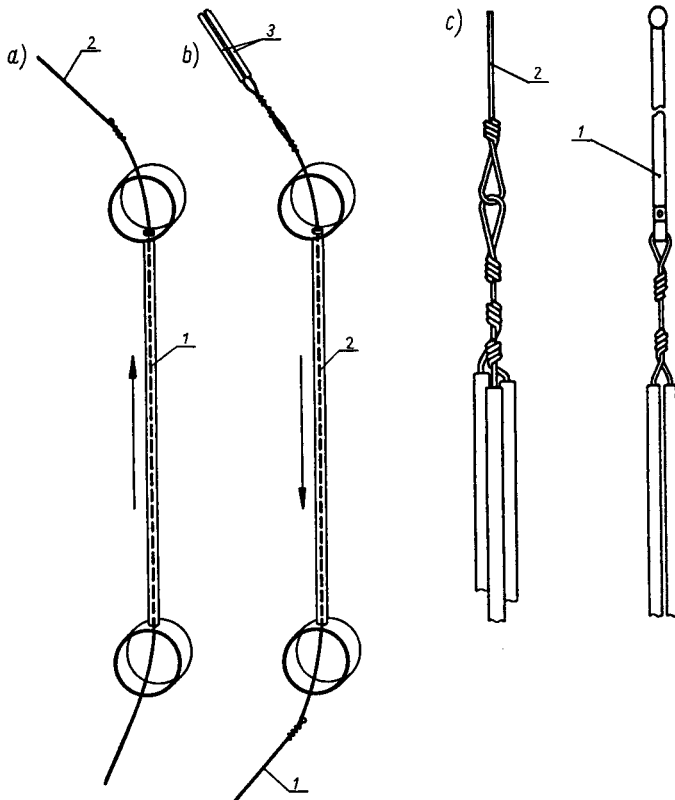
**Rys. 47.** Taśma stalowa do wciągania przewodów:

1 – taśma (lub drut) stalowa, 2 – kulka, 3 – ucho, 4 – sprężyna zwiększająca giętkość taśmy

Rury powinny być tak przycięte, by wchodziły końcami w otwory puszek, jak pokazano na rysunku 45.

Rury mocuje się w bruzdach miejscowo wyprawą murarską lub drutem wiązałkowym zawiązanym na łebkach gwoździ wbitych w bruzdę. Puszkki utrzymują się na końcach rur; należy je tylko wypełnić papierem przed tynkowaniem. Po przymocowaniu rur i osadzeniu puszek należy je zatrzeć zaprawą murarską, przygotowując ściany do tynkowania lub zatynkować do powierzchni ścian i sufitów, jeśli prace wykonuje się w otynkowanym pomieszczeniu.

Wypusty instalacyjne do opraw oświetleniowych, zarówno sufitowe, jak i ściennie, wykonuje się wyginając na gorąco koniec rury do zrównania z licem tynku, jak pokazano na rysunku 46. Dawniej stosowano w tym celu tzw. pół-fajki porcelanowe, wsadzone do końców rur. Jednocześnie z wykonaniem wy-

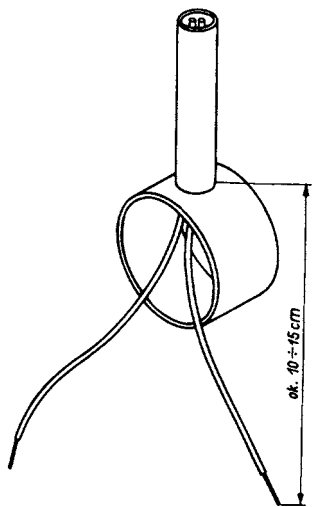


**Rys. 48.** Wciąganie przewodów za pomocą taśmy stalowej: a) wprowadzanie taśmy do rury; b) wciąganie przewodów; c) przymocowanie przewodów do drutu lub taśmy:  
 1 – taśma, 2 – drut ciągnący przewody, 3 – przewody

pustu należy osadzić hak do zawieszenia oprawy zwieszakowej lub kołki do przymocowania oprawy plafonierowej, kinkietowej itp.

Przed zatynkowaniem ścian należy sprawdzić drożność rur instalacyjnych przez próbne przepchnięcie specjalnej taśmy lub giętkiego pręta (5 x 2 mm) zakończonych kulką (rys. 47). Wpycha się je do rury w kierunku od puszek na gniazdo wtyczkowe lub łącznik do gniazda rozgałęźnego lub między gniazdam na górnym poziomie, jak pokazano na rysunku 48a. Wciąganie przewodów można rozpocząć dopiero po wyschnięciu tynku, wykorzystując elementy do sprawdzania drożności rur.

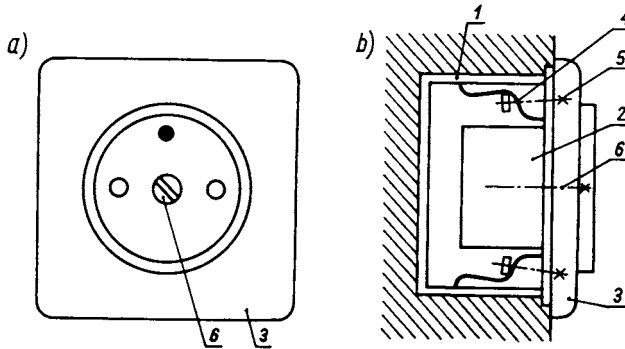
Po przepchnięciu taśmy (lub pręta) mocuje się – do wystającego jej końca – drut o średnicy około 1 mm. Drut ten wciąga się do rury, przy czym do jego końca przywiązuje się razem końce wszystkich przewodów (rys. 48c). Po wciągnięciu przewodów należy je odciąć, pozostawiając wolne końce długości co najmniej 10–15 cm (rys. 49).



**Rys. 49.** Wymagana długość rezerwy przewodów w puszkach

Obecnie rury instalacyjne wykonuje się z tzw. pilotem, czyli linką z tworzywa sztucznego umożliwiającą wciąganie przewodów.

Następnie należy przygotować końce przewodów, tj. zdjąć z nich izolację na długości od 1 do 1,5 cm. Wtedy w górnych puszkach można osadzić pierścienie rozgałęźne i przyłączyć do nich odpowiednie przewody. Sprzęt stosowany w dolnej strefie instalacyjnej przyłącza się do przewodów przed osadzeniem ich w puszkach. Po sprawdzeniu połączeń łączniki i gniazda wtyczkowe umieszcza się w puszkach, dociska do ściany i przykręca za pomocą łapek rozporowych, jak pokazano na rysunku 50.



**Rys. 50.** Mocowanie sprzętu podtynkowego: a) widok z przodu gniazda wtyczkowego; b) widok w przekroju gniazda wtyczkowego:

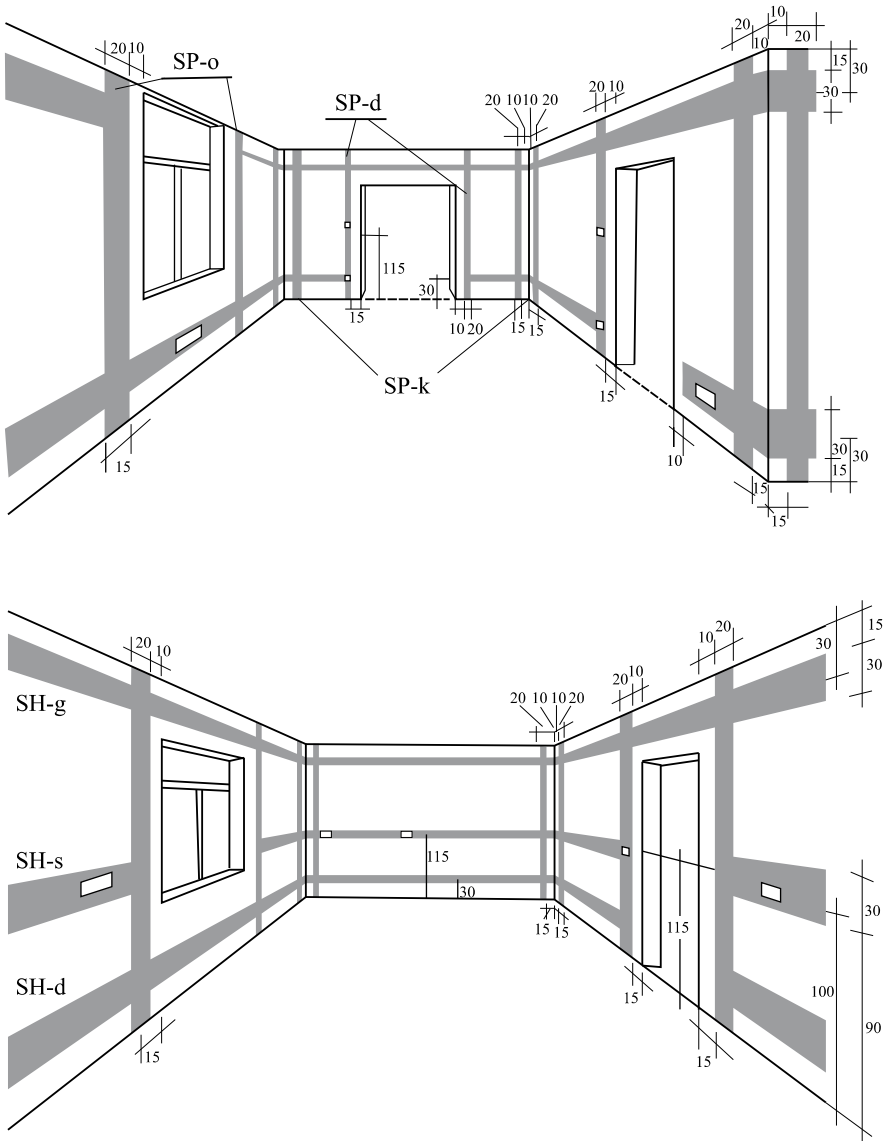
1 – puszka, 2 – sprzęt instalacyjny, 3 – sztyldzik, 4 – łapki rozporowe, 5 – śruba mocująca sprzęt, 6 – śruba mocująca sztyldzik

Wkręcanie wkrętów powoduje rozchylanie się i zahaczanie o karbowane ścianki puszek. Należy zadbać o to, aby końcówki odizolowanych żył przewodów nie zetknęły się ze sobą. Przewody trzeba tak umieścić, by po osadzeniu sprzętu ułożyły się swobodnie na dnie puszek. Podobnie w górnych puszkach należy przed przykryciem ich pokrywkami wygiąć końcówki przewodów połączonych z pierścieniami rozgałęźnymi, by końce żył nie zetknęły się ze sobą, a przewody zmieściły się swobodnie w puszkach, nie odpychając pokrywki.

## 5.2. Instalacje wtynkowe

Przewody wtynkowe typu YDYt układa się bez osłon, bezpośrednio na surowych ścianach z cegły pełnej, dziurawki, pustaków, płyt betonowych, gipsowych itp., a następnie zatynkuje. Można je układać na dowolnych trasach, najczęściej jednak poziomych i pionowych, według zasad omówionych w podrozdziale 5.1, tak by po zatynkowaniu można było się domyślać ich przebiegu, z dala od miejsc, gdzie można by je uszkodzić, na przykład wbijając hak. Z tego właśnie względu, by uniknąć możliwości uszkodzenia przewodów prowadzonych w ukryty sposób (w rurkach lub bezpośrednio pod tynkiem), obowiązuje zasada umieszczania instalacji tylko w strefach zaznaczonych na rysunku 51.

Przewody prowadzi się ciągłymi odcinkami na trasach między puszkami rozgałęźnymi, sprzętem i wypustami instalacyjnymi. Należy zapewnić swobodne osadzenie końców żył w zaciskach. Przewody więc powinny być ucięte z niewielkim zapasem (ok. 5 cm), umożliwiającym ponownie odizolowanie końcówki w razie ułamania się żyły w zacisku.

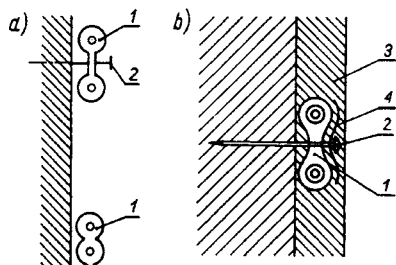


**Rys. 51.** Zalecane strefy układania przewodów instalacyjnych na ścianach w pomieszczeniach mieszkalnych (wymiary w cm):

*SP* – strefa instalacyjna pionowa (przy drzwiach, oknach i w kątach pomieszczeń), *SH* – strefa instalacyjna pozioma (górna, środkowa i dolna)

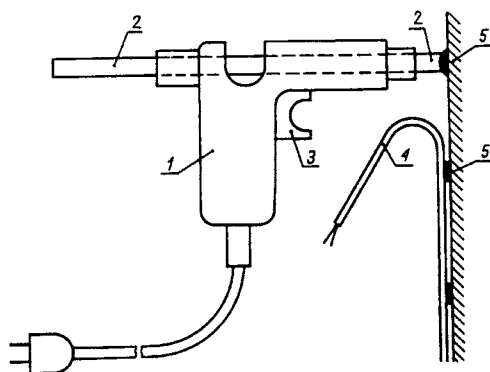


Przewody wtynkowe najpierw muszą być przytwierdzone do podłoża cienkimi gwoździkami stalowymi, wbitymi ostrożnie (by nie spowodować zwarcia) w mostek izolacyjny między żyłami (jak pokazano na rys. 52), lub łatami gipsu, lub przyklejone punktowo (co 20 do 25 cm) gorącym klejem, najlepiej przy użyciu specjalnego narzędzia przedstawionego na rysunku 53.



**Rys. 52.** Przewód wtynkowy przybity do podłoża: a) przed otynkowaniem; b) po otynkowaniu:

1 – przewód, 2 – cienki gwoździł stalowy, 3 – tynk, 4 – ewentualna podkładka z tworzywa sztucznego



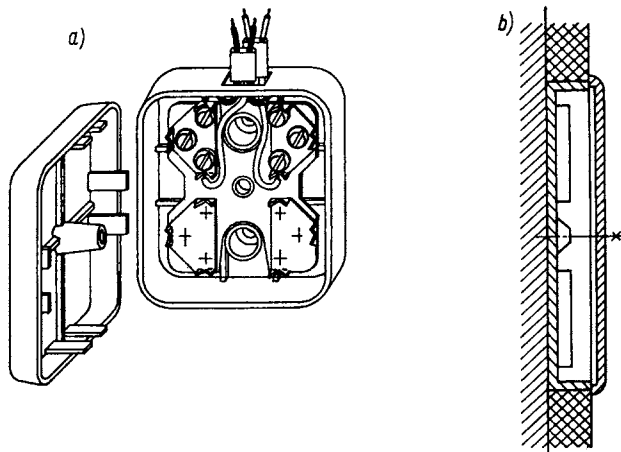
**Rys. 53.** Przyklejanie przewodu do ściany przy użyciu pistoletu z paskiem klejowym:

1 – pistolet z nagrzewnicą, 2 – pasek klejowy, 3 – spust przesuujący pasek, 4 – przewód, 5 – spoina klejowa

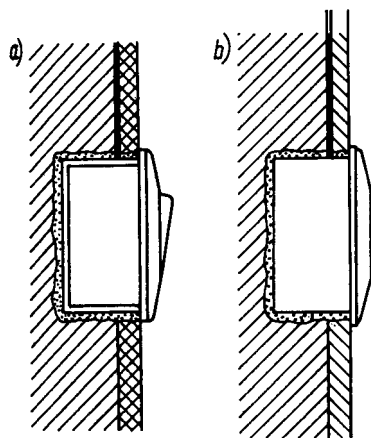
W instalacji wtynkowej pewien kłopot stwarza sprzęt i osprzęt ze względu na jego wysokość. Pożądane byłoby stosować je w specjalnym wykonaniu o małej wysokości, by mieściły się w tynku bez potrzeby wkuwania w ścianę. W latach siedemdziesiątych zaczęto stosować takie rozwiązanie. Na rysunku 54 pokazano puszkę rozgałęźną z wtopionymi zaciskami, której pokrywka zrównywała się z powierzchnią tynku.

Sprzęt składał się z dwóch części, z których dolna, mocowana na nieotynkowanej ścianie, zawierała zaciski przyłączeniowe. Górna część, zawierająca łączniki lub gniazda wtynkowe była mocowana do dolnej na śruby. Połączenia części wiodących prąd następowały przez zestyki złożone ze styków nożowych w dolnej części i styków szczękowych w górnej części. Pokazano to przykładowo na rysunku 55. Sprzęt taki nie jest obecnie produkowany.

W tej sytuacji możliwe są dwa rozwiązania. W instalacjach wtynkowych



**Rys. 54.** Puszka rozgałęźna w instalacji wtykowej: a) puszka ze zdjętą przykrywką; b) przekrój puszki osadzonej w tynku

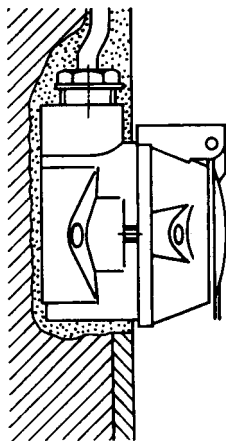


**Rys. 55.** Wyłącznik podtynkowy (a) i gniazdo rozgałęźne podtynkowe (b) w instalacji wtykowej

wykonanych przewodami typu YDY stosuje się sprzęt podtynkowy, podobnie jak w instalacjach w rurach instalacyjnych. Sprzęt ten umieszcza się w puszkach w wykutych otworach w ścianach. Po ułożeniu przewodów, przykręceniu lub przyklejeniu do podłoża dolnych części sprzętu i osprzętu instalacyjnego oraz wykonaniu połączeń – przed tynkowaniem – należy założyć pokrywki na gniazda rozgałęźne i podobne osłony na dolne części sprzętu. W ten sposób zapobiega się wnikaniu wilgoci i tynku do puszek. Dopiero po otynkowaniu, wyschnięciu i pobiałkowaniu ścian można zdjąć osłony i skompletować sprzęt.

Można wykorzystać także sprzęt natynkowy mocowany do ściany przed tynkowaniem i następnie otynkowany.

Instalację wtyнковą można układać w pomieszczeniach wilgotnych. Wówczas należy stosować puszkę rozgałęźną, łączniki i gniazda wtyczkowe w wykonaniu szczelnym. Powinny być one przy tym częściowo wkuwane w ścianę, a wprowadzone do nich przewody uszczelnione tak, by nie wystawały poza lico otynkowanej ściany (rys. 56).



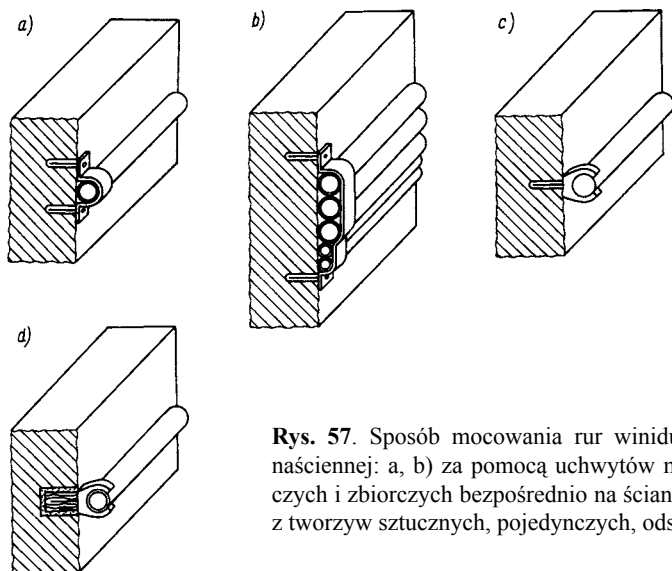
Rys. 56. Gniazdo natynkowe szczelne w instalacji wtyнковej

### 5.3. Instalacje naścienne w rurach

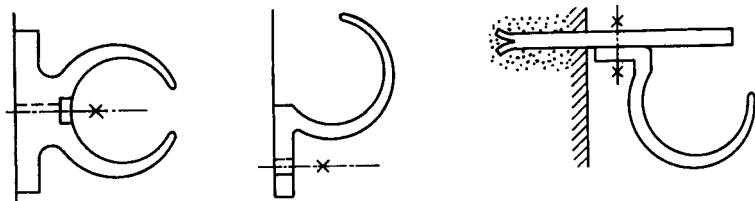
Trasy układania rur instalacyjnych na wierzchu ścian powinny być wyznaczone według podobnych zasad, jak w instalacji podtynkowej, tyle że bardziej starannie, z użyciem liniału, poziomicy i sznurka zabilonego gipsem lub za pomocą specjalnej poziomicy laserowej. Ze względów estetycznych jest ważne zachowanie poziomych i pionowych linii oraz odgałęzień pod kątem prostym na ścianach i sufitach. Osprzęt i sprzęt instalacyjny powinien być mocowany dokładnie na tak wyznaczonych liniach. Należy zwrócić uwagę na to, by instalacja nie przeszkadzała w urządzeniu pomieszczeń, na przykład przy ustawianiu mebli, a sprzęt instalacyjny był łatwo dostępny, co należy uzgodnić z użytkownikiem.

Najpierw należy zamocować puszkę rozgałęźną i łączniki, gniazda wtyczkowe oraz osadzić haczyki do opraw sufitowych i ściennych, a także wywiercić otwory i osadzić kołki rozporowe pod osprzęt. Następnie należy uciąć odcinki rur odpowiedniej długości i wygiąć je na łukach załomów, jak też zamocować uchwyty do tych rur. Wtedy osadza się rury między puszkami i sprzętem, łączy z nimi i między sobą, mocuje w uchwytach i uszczelnia. Następnie wciąga się do rur przewody, ucina na odpowiednią długość, odizolowuje końce i łączy w zaciskach pierścieni rozgałęźnych i sprzętu.

W instalacji w pomieszczeniach suchych sztywne rury z tworzyw sztucznych mocuje się na podłożu drewnianym paskami przybijanymi lub przykręcanymi wkrętami, a na podłożu murowanym, betonowym lub podobnym – klamrami przykręcanymi wkrętami do kołków rozporowych osadzonych uprzednio w podłożu (rys. 57a,b). W pomieszczeniach wilgotnych rury powinny być mocowane w pojedynczych i podwójnych uchwytach z tworzyw sztucznych z zachowaniem niewielkiego odstępu od ściany (rys. 57c,d oraz rys. 58), by można je było łatwo oczyścić z różnych, gromadzących się osadów.



**Rys. 57.** Sposób mocowania rur winidurowych w instalacji naściennej: a, b) za pomocą uchwytów metalowych, pojedynczych i zbiorczych bezpośrednio na ścianie; c, d) w uchwytach z tworzyw sztucznych, pojedynczych, odstępowych

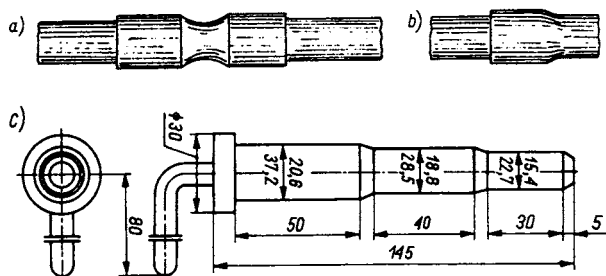


**Rys. 58.** Różne uchwyty z tworzyw sztucznych do montażu rur instalacyjnych

Rury mocuje się w możliwie jednakowych odstępach: około 40 cm na odcinkach poziomych i do 60 cm na odcinkach pionowych, natomiast przy gniazdach, sprzęcie i łącznikach w odległości do 10 cm od ich ścianek.

Odcinki rur łączy się złączkami winidurowymi (rys. 59a), dostosowanymi

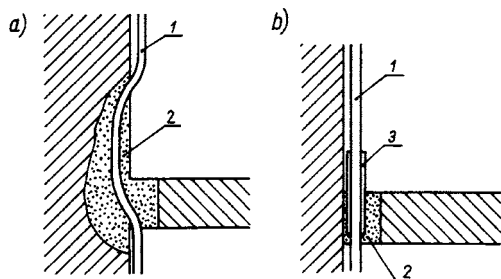
do ich średnic albo podgrzewa się jeden z ich końców (np. w naczyniu z wrzącą wodą) i wciska do niego specjalne narzędzie, tzw. kalibrator, o stosownej średnicy (rys. 59c). W tak poszerzony koniec rury wciska się następnie koniec drugiej, łączonej rury (rys. 59b).



**Rys. 59.** Sposoby łączenia winidurowych rur instalacyjnych: a) z zastosowaniem złączek kielichowych; b) przez poszerzenie końca rury; c) stalowy kalibrator do poszerzania końców rury, m.in. przy wykonywaniu złączek

Na załomach rury są wyginane po ich uprzednim podgrzaniu z zastosowaniem sprężyny rozporowej, by przeciwdziałać spłaszczeniu, gdyż utrudniałoby ono wciąganie przewodów. Przy skomplikowanych obejściach i zagięciach korzystne jest stosowanie odcinków rur karbowanych, które należy łączyć z rurami sztywnymi przez wciśnięcie do rozszerzonych końców tych rur. Można użyć w tym celu typowych złączek łukowych. Przy przejściu przez ściany i stropy rury mogą być chronione przed uszkodzeniami mechanicznymi przez wkucie w ścianę lub umieszczenie w rurze stalowej, w sposób pokazany na rysunku 60.

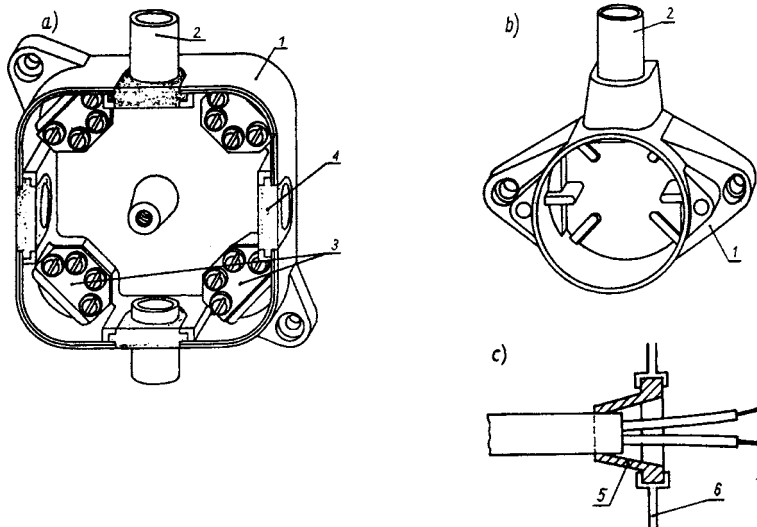
W instalacjach naściennych z rurami winidurowymi stosuje się zwykle naścienne rozgałęźne puszkę winidurowe i sprzęt w obudowie izolacyjnej z tworzyw sztucznych. W pomieszczeniach wilgotnych sprzęt i osprzęt muszą być wykonane jako szczelne.



**Rys. 60.** Prowadzenie rur przez strop: a) z wkuciem w ścianę; b) z osłonięciem odcinkiem rury stalowej:

1 – rura instalacyjna, 2 – zaprawa cementowa, 3 – rura stalowa

Końce rur powinny być wprowadzone do środka osprzętu i sprzętu, jak pokazano na rys. 61a, lub nasadzone na króćce puszek, oraz zespolone, na przykład klejem winylowym, tak by całą instalację odpowiednio uszczelnić i usztywnić. Można też zastosować odpowiednie uszczelki, dopasowujące szczelnie rury do puszek lub do obudowy sprzętu (rys. 61b, c).



**Rys. 61.** Wprowadzenie rur winidurowych do naściennego gniazda rozgałęźnego (a) i sprzętu (b) oraz ich uszczelnienie (c):

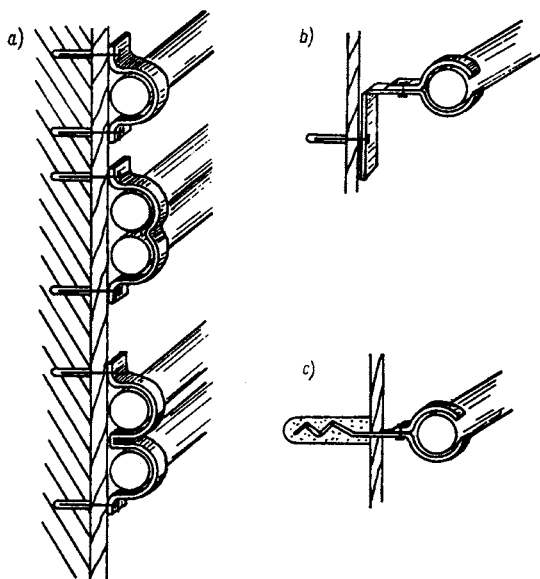
1 – obudowa osprzętu lub sprzętu, 2 – rura, 3 – zaciski prądowe, 4 – otwór zaślepiony, 5 – uszczelka rury, 6 – ścianka obudowy

Rury stalowe powinno się w zasadzie układać na wierzchu ścian, chociaż niektóre odcinki mogą być wkute w ściany, gdy na przykład mogłyby przeszkadzać w użytkowaniu pomieszczenia. Mogą być też układane w kanałach pod podłogą, ale nie należy zakopywać ich w ziemi ze względu na niebezpieczeństwo korodowania. Przy przejściach przez ściany nie ma potrzeby wykonywania przepustów.

Instalacyjne rury stalowe na powierzchni zewnętrznej i wewnętrznej muszą być powleczone lakierem ochronnym przed korozją. Jeśli do montażu używa się surowych rur gazowych, należy je pomalować lakierem bitumicznym zarówno po wierzchu, jak i wewnątrz. Można do tego użyć drutu z osadzonym pękiem pakul lub szmat, nasączonych lakierem i przepychanych przez odcinki rur na całej długości.

Rury stalowe mocuje się do ścian i sufitów w równych odstępach około 100 cm.

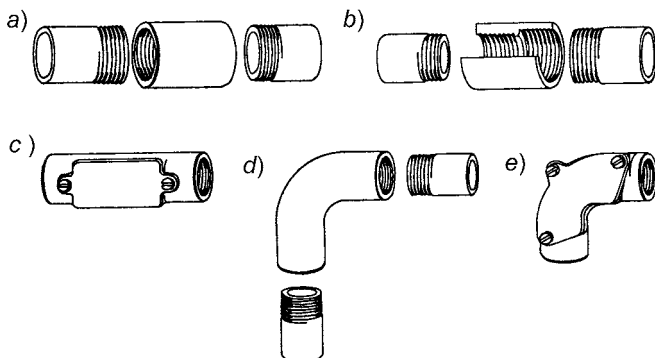
W pomieszczeniach suchych stosuje się uchwyty (dobre do średnicy rur) jedno- lub dwustronne, pojedyncze lub do dwóch, lub większej liczby rur prowadzonych równoległe, układanych bezpośrednio na podłożu (rys. 62a). W pomieszczeniach wilgotnych, o dużym zapyleniu itp. rury muszą być zamocowane w pewnym odstępnie od ściany w uchwytych, nazywanych odstępowymi (rys. 62b, c). Uchwyty te są przytwierdzone do podłoża bądź przez wkucie w mur kotwiczek, jeśli w takie są zaopatrzone, bądź przez przykręcenie śrubami do kołków rozporowych osadzonych w ścianach i sufitach, bądź wkrętami wprost do podłoża drewnianego.



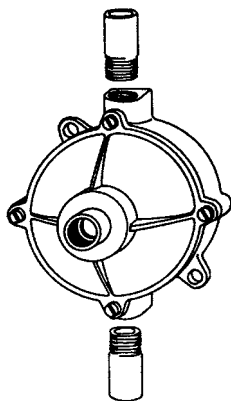
**Rys. 62.** Mocowanie rur stalowych: a) klamerkami bezpośrednio do ścian; b) na uchwytych odstępowych przykręconych; c) na uchwytych kotwionych

Odcinki rur muszą być na końcach gwintowane, co umożliwi łączenie ich zarówno ze sobą za pomocą nagwintowanych złączek (rys. 63) o odpowiedniej średnicy, jak też z osprzętem i sprzętem instalacyjnym. Sprzęt ten należy stosować w szczelnej obudowie metalowej z mufkami mającymi nagwintowane otwory (rys. 64). Zapewnia to wymaganą szczelność całej instalacji. W przypadku gdy rura ma średnicę nieodpowiadającą wymiarom otworów w sprzęcie instalacyjnym, należy stosować mufki redukcyjne.

Po zakończeniu układania rur wciąga się przewody jednożyłowe typu DY lub LY. Używa się do tego celu na przykład elastycznej taśmy stalowej z kulką na jednym końcu, w sposób omówiony w podrozdziale 5.1. Przewody w rurach muszą być na całej długości ciągłe i mieć nieuszkodzoną izolację. Połączenia przewodów można wykonywać jedynie w puszkach, w zaciskach pierścieni rozgałęźnych lub sprzętu.



**Rys. 63.** Elementy łączeniowe rur stalowych: a) mufka prosta; b) mufka redukcyjna; c) mufka z pokrywką kontrolną; d) kolanko; e) kolanko z pokrywką



**Rys. 64.** Osprzęt żeliwny do rur stalowych

Ostatnio pojawił się na rynku osprzęt i sprzęt szczelny wykonany z tworzyw sztucznych wzmocnionych włóknem szklanym. Do instalacji w rurach stalowych nadaje się on doskonale zamiast żeliwnego.

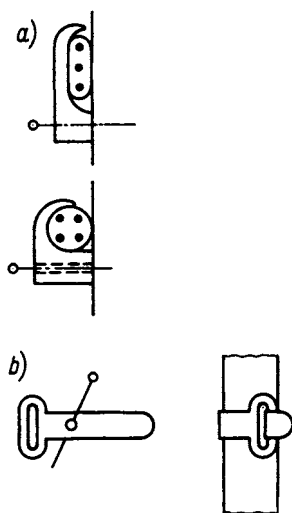
Następnie w instalacji wykonuje się połączenia przewodów w gniazdach rozgałęźnych i w sprzęcie instalowanym w strefie dolnej. Przez cały czas trwania robót instalacyjnych puszki muszą mieć zdjęte pokrywy, a łączniki i gniazda wtyczkowe – odkręcone wierzchnie części. Ich skompletowanie, uszczelnienie i skręcenie następuje po wykonaniu wszystkich połączeń przewodów i sprawdzeniu ich prawidłowości za pomocą induktora lub innego megoomomierza. Na zakończenie należy sprawdzić działanie instalacji po przyłączeniu do źródła zasilania.



## 5.4. Instalacje naścienne przewodami wielożyłowymi

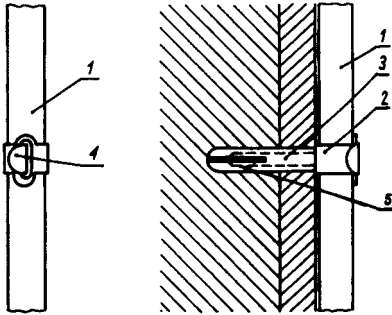
Przewody o izolacji i powłoce polwinitowej płaskie lub okrągłe typu YDYp lub YDY i podobne układa się najczęściej na wierzchu ścian i sufitów. Zasady wyznaczania tras ich przebiegów są takie same, jak omówione w podrozdziale 5.3 w przypadku układania rur instalacyjnych. Trzeba tylko uwzględnić, że są one wrażliwe na uszkodzenia mechaniczne. Należy więc unikać miejsc, gdzie mogłyby być na to narażone lub przewidzieć stosowanie w tym obszarze odinków osłonowych rur stalowych, na przykład do wysokości 1,5 m od podłogi. Osłonę taką należy też stosować przy przeprowadzaniu przewodów przez ściany i stropy.

W pomieszczeniach suchych przewody wielożyłowe mocuje się za pomocą uchwytów z tworzyw sztucznych, dostosowanych do kształtu i grubości przewodu (rys. 65a), lub pasków blaszanych (rys. 65b), w odstępach 25–30 cm na trasach pionowych i 15–20 cm na trasach poziomych na ścianach i sufitach. Uchwyty te i paski są zwykle przybijane do podłoża stalowymi gwoździkami, ewentualnie przykręcane wkrętami do kołków (rys. 65). Zastosowanie uchwytów z tworzyw sztucznych jest wygodne z tego powodu, że nie korodują, a przewód jest w nie wciskany bez dodatkowych czynności.



**Rys. 65.** Uchwyty z tworzywa sztucznego (a) i paski blaszane (b) do mocowania przewodów wielożyłowych

Można również wykorzystać przewody przyklejane do podłoża; w ich symbolu występuje dodatkowa litera p. Przewody takie typu YDYpp układa się na pasie wygładzonego uprzednio podłoża, posmarowanego klejem na całej długości. Stosuje się także przewodysamoprzylepne. Po oderwaniu osłonki

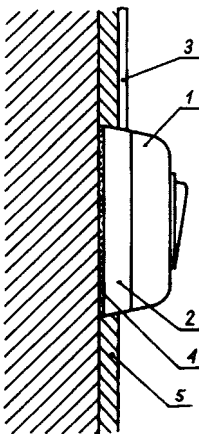


**Rys. 66.** Mocowanie przewodu wielożyłowego za pomocą paska:

1 – przewód, 2 – pasek mocujący, 3 – kołek rozporowy, 4 – zagięty koniec paska, 5 – wkręt

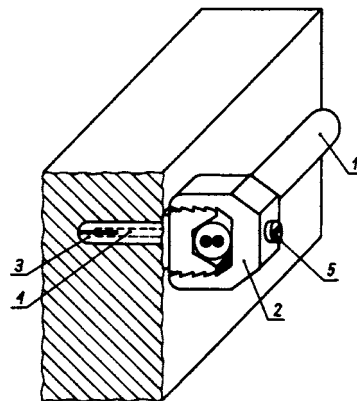
z przewodu przyciskają się go do podłoża w czasie 5 do 10 sekund dla zapewnienia przyczepności. Następnie po przyklejeniu każdego odcinka przewodu należy przesunąć po nim ręką na całej długości, sprawdzając, czy dobrze przylega.

Do przewodów ułożonych w opisany sposób należy stosować gniazda rozgałęźne i łączniki instalacyjne w wersji naściennej, melaminowe lub z innego tworzywa izolacyjnego. Sprzęt ten może być przykręcony wkrętami do podłoża drewnianego lub do kołków rozporowych, a może być także przyklejany.



**Rys. 67.** Sprzęt wtykowy w instalacji przewodami wielożyłowymi ułożonymi na wierzchu ścian:

1 – łącznik, 2 – puszka, 3 – przewód, 4 – spoina klejowa, 5 – tynk



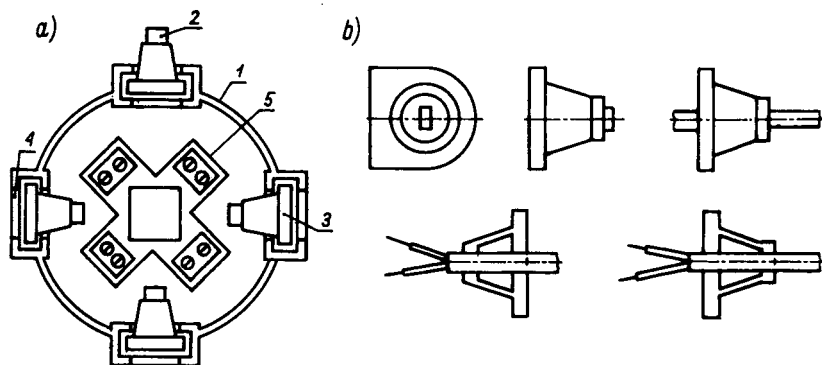
**Rys. 68.** Zamocowanie przewodu wielożyłowego w uchwycie kabłąkowym:

1 – przewód, 2 – kabłąk uchwytu z tworzywa sztucznego, 3 – kołek rozporowy, 4 – wkręt mocujący spódnię część uchwytu do ściany, 5 – śruba z tworzywa sztucznego przytrzymująca przewód w uchwycie

Przewody powinny być wprowadzone do sprzętu i osprzętu w taki sposób, by do jego wnętrza nie mogły się dostawać zanieczyszczenia i wilgoć (rys. 67). Dlatego otwory na wprowadzenie przewodów powinny mieć odpowiedni kształt i wymiary, a po montażu należy je uszczelnić.

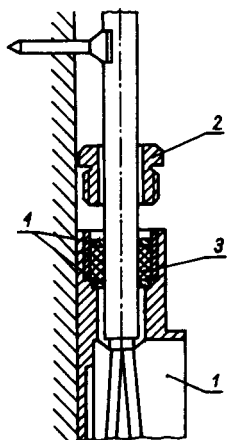
W pomieszczeniach wilgotnych i z wyziewami żrącymi przewody mocuje się w uchwytach kabłąkowych (rys. 68), zapewniających odstęp od ścian i sufitu. Podstawy uchwytów przykręca się wkrętami bezpośrednio do podłoża drewnianego lub do kołków rozporowych osadzonych w murze. Na podłożu nieotynkowanym można też uchwyty przyklejać.

Odstępy między uchwytami powinny wynosić około 25 cm w instalacji wykonanej przewodami typu YDY i YDYd. Kabłąki uchwytów zakłada się po ułożeniu przewodu zaciskając je na ząbkowanych częściach podstawy, po czym należy docisnąć przewód śrubą umieszczoną w każdym kabłąku.



↑ **Rys. 69.** Puszka rozgałęźna szczelna do przewodów wielożyłowych: a) widok puszeki otwartej; b) uszczelka lejkowata:

1 – puszka, 2 – uszczelka lejkowata, przystosowana do wprowadzenia przewodu, 3 – odwrócona uszczelka zaślepiająca otwór w puszcze, 4 – otwór wlotowy, 5 – zacisk pierścienia rozgałęźnego



←

**Rys. 70.** Uszczelnienie wprowadzenia przewodu wielożyłowego do szczelnego sprzętu w dolnej strefie instalacyjnej:

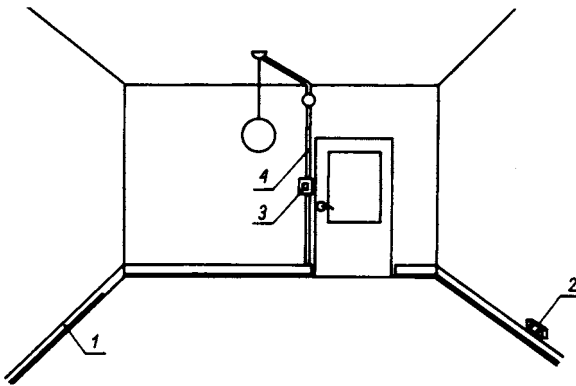
1 – obudowa sprzętu, 2 – nakrętka dociskowa, 3 – uszczelka pierścieniowa, 4 – pierścienie metalowe

W instalacjach takich osprzęt musi być w wykonaniu szczelnym (rys. 69), mocowany do podłoża w opisany poprzednio sposób. Wszystkie doprowadzenia do sprzętu i opraw oświetleniowych muszą być szczelne przy użyciu specjalnych uszczeltek lub dławnic, jak na rysunku 70. Dławnica składa się z uszczelniającego pierścienia elastycznego i nakrętki („korka”) z otworem na przewód, po dokręceniu której pierścień ulega odkształceniu obciskając przewód i uszczelniając otwór w obudowie sprzętu.

## 5.5. Instalacje w listwach instalacyjnych

Listwy instalacyjne (izolacyjne) zastępują rury układane na powierzchni ścian, z tym że instalacja w takim rozwiązaniu wygląda estetyczniej i jest bardziej funkcjonalna, gdyż ułatwia kontrolę połączeń oraz zmiany w rozmieszczeniu sprzętu, a także rozbudowę instalacji.

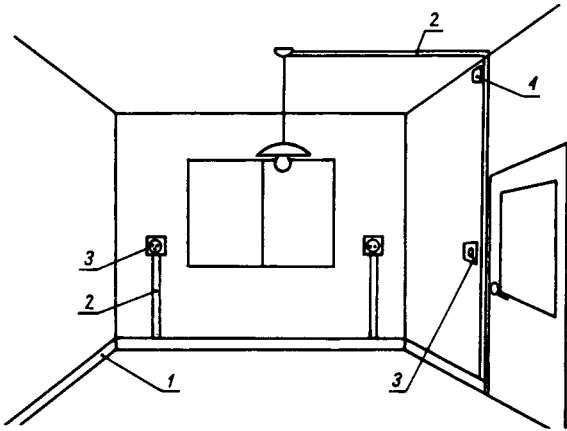
Listwy takie stosuje się w zasadzie tylko do prowadzenia poziomych ciągów obwodów, głównie do zasilania gniazd wtyczkowych i odbiorników instalowanych na stałe. Układa się w nich przewody izolowane jednożyłowe typu DY lub wielożyłowe, na przykład YDY. Listwy instalacyjne montuje się przy podłodze zamiast listew przypodłogowych, najczęściej przy wszystkich ścianach pomieszczenia. Instalację oświetleniową wykonuje się wtedy zwykle jako podtynkową lub naścienną przewodami wielożyłowymi, przy czym ciągi poziome tej instalacji można prowadzić w listwach, jak pokazano na rysunku 71.



**Rys. 71.** Instalacja w listwach przypodłogowych z doprowadzaniem (do opraw oświetleniowych i łączników) przewodami wielożyłowymi, najlepiej w tynku:

- 1 – listwa instalacyjna,
- 2 – gniazda wtyczkowe,
- 3 – wyłącznik,
- 4 – przewód wielożyłowy

Można też całą instalację wykonać w listwach, co pokazano na rysunku 72, korzystając z listew o pełnym kształcie korytka. W miejscach, gdzie ułożenie listwy jest niemożliwe, na przykład przy ścianach z wieloma otworami drzwiowymi (np. w przedpokojach), listwy mocuje się wzdłuż ścian pod sufitem. Za-



**Rys. 72.** Instalacja wykonana w całości w listwach:  
 1 – listwa przypodłogowa, 2 – listwa ścienna, 3 – sprzęt instalacyjny, 4 – gniazdo rozgałęźne

leca się wtedy stosować ze względów estetycznych taką samą listwę pod sufitem i przy podłodze, nawet bez ułożonych w niej przewodów.

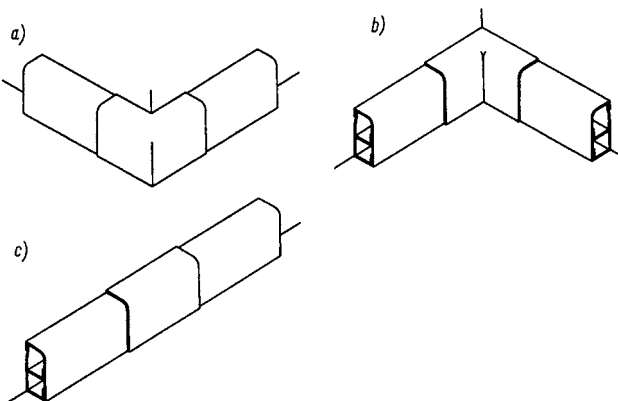
Listwa instalacyjna składa się z dwóch części:

- spodniej, którą mocuje się do podłoża i w której są prowadzone przewody,
- pokrywy zasłaniającej przewody ułożone w listwie.

Należy przy tym pamiętać, że listwy do poziomych i pionowych ciągów instalacyjnych są inaczej wykonane oraz mają inne części spodnie i pokrywy.

Przed montażem instalacji należy przygotować odcinki listew o dokładnie odmierzonej długości. Listwy można ciąć piłką do metalu. Do łączenia odcinków listew ze sobą i wykonania załamań kątowych służą odpowiednie łączniki i narożniki, jak pokazano na rysunku 73.

Przy przejściach instalacji przez ścianę listwę należy doprowadzić do samej ściany, przy czym przewody powinny przechodzić przez ścianę w przepuście,



**Rys. 73.** Elementy łączeniowe listew instalacyjnych:

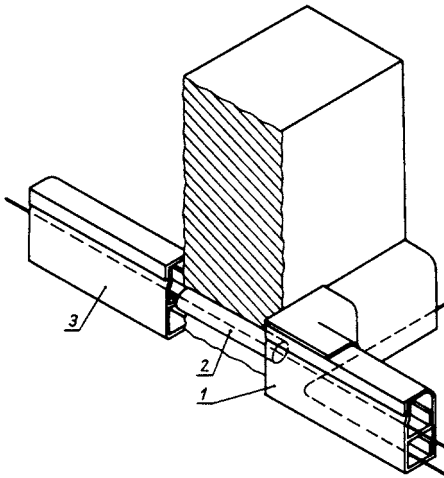
- a) narożnik zewnętrzny;  
 b) narożnik wewnętrzny;  
 c) łącznik prosty

na przykład z rury winidurowej o odpowiedniej średnicy, natomiast przewód wielożyłowy można prowadzić przez ścianę bez żadnej dodatkowej osłony (rys. 74).

Listwy mocuje się do podłoża wkrętami. W tym celu w spodniej części listew należy wywiercić otwory. Odległość między wkrętami powinna się zawierać w granicach od 30 do 50 cm. Listwy muszą być mocowane do ścian lub podłoża w taki sposób, by dolna krawędź pokrywy dotykała do powierzchni podłogi, a pod sufitem – by górna jej krawędź przylegała do płaszczyzny sufitu. Po przytwierdzeniu spodnich części listew na całej długości ciągów instalacyjnych, w ich kanałach układa się luźno przewody. W zasadzie w jednym kanale powinny być umieszczone przewody tylko jednego obwodu. Po ułożeniu przewodów na spodnie części listew nakłada się pokrywy, a także montuje łączniki oraz narożniki.

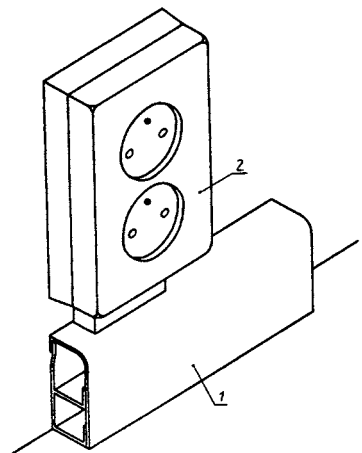
W instalacjach stosowanych w pokojach gniazda wtyczkowe powinny być mocowane tuż nad listwą. Takie wykonanie pokazano na rysunku 75. Niektóre rozwiązania konstrukcyjne umożliwiają zamocowanie gniazd wtyczkowych w samych listwach. Zaleca się, by gniazda te były przelotowe, jak na rysunku 76, gdyż dzięki temu można uniknąć stosowania gniazd rozgałęźnych.

Jeżeli natomiast gniazda mocuje się wyżej, na przykład w kuchni, lub w tej samej listwie prowadzi się inne obwody instalacyjne, które wymagają dopro-



**Rys. 74.** Wykonanie przepustu w rurze przez ścianę:

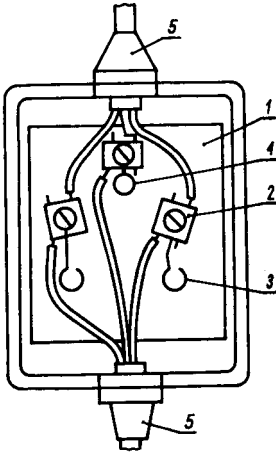
1 – narożnik wewnętrzny, 2 – rura umieszczona w otworze w ścianie działowej, 3 – listwa instalacyjna w drugim pomieszczeniu



**Rys. 75.** Instalowanie gniazda wtyczkowego tuż nad listwą:

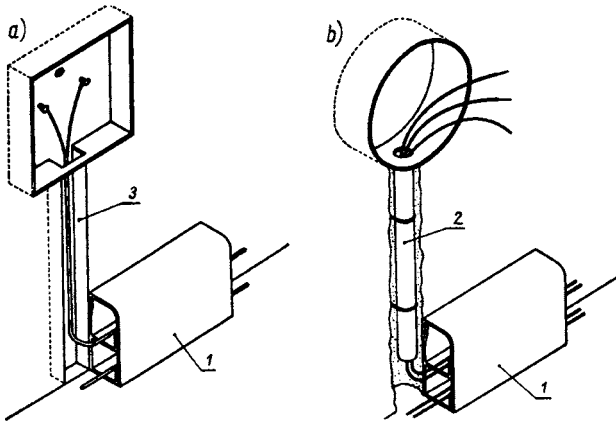
1 – listwa instalacyjna, 2 – gniazdo wtyczkowe naścienne w obudowie izolacyjnej

wadzenia do łączników, to na odcinkach od listwy przypodłogowej do takiego sprzętu instalacyjnego przewody mogą być prowadzone w sposób opisany w poprzednich rozdziałach, na przykład w bruzdach lub rurach (rys. 77).



**Rys. 76.** Rozwiązanie gniazda wtyczkowego przelotowego:

1 – gniazdo, 2 – zaciski przyłączeniowe, 3 – styki tulejowe robocze, 4 – bolec styku ochronnego, 5 – uszczelnione doprowadzenie przewodów



**Rys. 77.** Doprowadzenie przewodów instalacyjnych z listwy podłogowej do sprzętu instalacyjnego umieszczonego na wysokości: a) w tynku; b) w rurze instalacyjnej:

1 – listwa instalacyjna, 2 – rura winidurowa pod tynkiem, 3 – przewód wielożyłowy ułożony w tynku

Można także doprowadzić przewody do łączników lub gniazd wtyczkowych, umieszczonych na pewnej wysokości w listwach ułożonych pionowo, z tym że muszą one mieć kształt pełnego korytka. Gdy sprzęt jest umieszczony przy drzwiach, listwa powinna być prowadzona przy ościeżnicy. Li-

stwy mogą być też stosowane na doprowadzeniach przewodów do górnych wypustów oświetleniowych, mocowane na suficie w opisany poprzednio sposób.

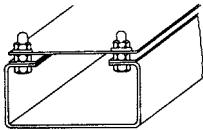
Bezpośrednio przy listwach należy stosować natynkowe gniazda wtyczkowe i łączniki, mocując je do ścian przez przyklejenie lub przykręcenie wkrętami po ułożeniu listwy. Dla wprowadzenia przewodów do gniazda wtyczkowego lub łącznika należy w pokrywie listwy wyłamać odpowiedni otwór. Obudowa sprzętu musi przy tym przylegać ściśle do listwy.

## 5.6. Instalacje w korytkach i podwieszane na drabinkach

Korytka instalacyjne tworzą konstrukcję wsporczą przewodów układanych w pomieszczeniach, w których nie ma ścian i stropów odpowiednich do ich prowadzenia. W korytkach mogą być układane wyłącznie przewody wielożyłowe o izolacji na napięcie co najmniej 500 V.

Korytka instalacyjne składają się z elementów prostych, łączonych w ciągi poziome i pionowe przy użyciu elementów łączeniowych. Prowadzone pionowo powinny być przykryte pokrywami, które mogą być zakładane również na ciągach poziomych w miejscach, gdzie występuje ryzyko mechanicznego uszkodzenia przewodów.

Wszystkie elementy korytek wykonuje się z blachy stalowej, przy czym w ich ściankach dolnych są podłużne otwory, co umożliwia wyprowadzenie przewodów i mocowanie puszek rozgałęźnych. W górnym obrzeżu korytek oraz w bocznych ściankach znajdują się otwory do mocowania pokryw i elementów łączeniowych. Pokrywy mogą być pełne lub z perforacją. Na rysunku 78 pokazano korytko instalacyjne z zamocowaną pokrywą.



Rys. 78. Korytko instalacyjne z pokrywą

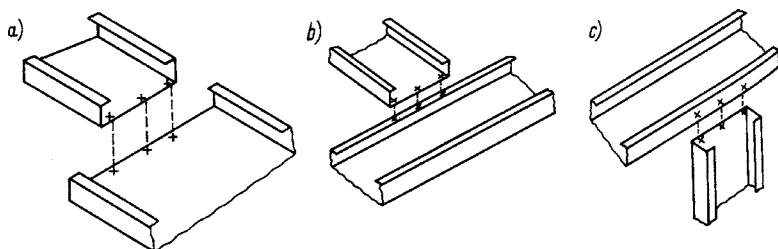
W skład elementów łączeniowych wchodzi:

- łączniki proste do połączeń elementów prostych o tej samej szerokości,
- łączniki proste redukcyjne do łączenia elementów prostych o różnych szerokościach,
- łączniki kątowe zewnętrzne i wewnętrzne do wykonywania odgałęzień poziomych i pionowych,



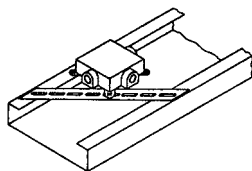
– łączniki łukowe, stosowane przy zmianie płaszczyzn prowadzenia ciągów korytek.

Elementy korytek łączy się śrubami, jak pokazano na rysunku 79. Przed przystąpieniem do wykonania instalacji należy najpierw zestawić główne ciągi korytek. W tym celu trzeba wzdłuż trasy ciągów ułożyć na podłodze kolejno poszczególne ich elementy i połączyć w odcinki z zastosowaniem łączników. Długość jednego odcinka skręconych ze sobą elementów korytek dla ciągu poziomego nie powinna być większa niż 9 m, a ciągu pionowego – niż 6 m.



**Rys. 79.** Łączenie korytek instalacyjnych: a) w ciągu prostym; b) przy rozgałęzieniu ciągów poziomych; c) ciągu poziomego z pionowym

Przed zamocowaniem na konstrukcjach wsporczych skręconych ze sobą korytek należy przymocować do nich rozgałęźne puszkę instalacyjną, bakiolitową lub żeliwną. Używa się do tego płaskowników z perforowanej taśmy ocynkowanej, jak na rysunku 80. Jeżeli na korytkach ma być umieszczony nowy sprzęt instalacyjny, na przykład gniazda wtyczkowe i łączniki, należy go przymocować w podobny sposób.

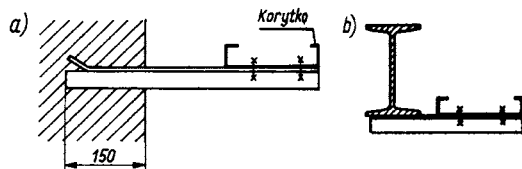


**Rys. 80.** Mocowanie puszkę rozgałęźnej w korytku instalacyjnym

Do mocowania korytek stosuje się typowe elementy wsporcze:

- wsporniki mocowane do ścian,
- wsporniki mocowane do konstrukcji stalowych, przy czym odległości między wspornikami nie powinny być większe niż 3 m.

Wsporniki naścienne kotwi się bezpośrednio lub przykręca do śrub osadzonych w ścianie, a z konstrukcją stalową łączy się przez spawanie lub śrubami. Następnie do wsporników mocuje się korytka, przykręcając je śrubami, jak na rysunku 81.



**Rys. 81.** Mocowanie korytek do ścian (a) i dźwigarów (b)

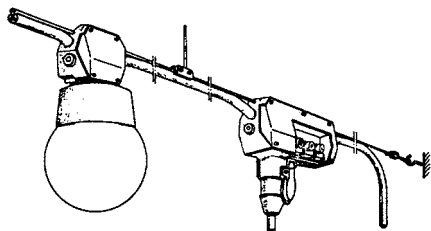
Przewody układa się w korytkach po umocowaniu na wspornikach wszystkich ciągów głównych i odgałęźnych. Przewody mogą być ułożone luźno bez mocowania w korytkach, natomiast w tych prowadzonych pionowo – wiązkę przewodów trzeba umocować na dnie korytka za pomocą odcinków płaskownika. Doprowadzenie do łączników i gniazd wtyczkowych, zamocowanych poza korytkami, wykonuje się przewodami wyprowadzonymi z korytek, przymocowanymi bezpośrednio na ścianach lub wciągniętymi do rur osłonowych.

Instalację podwieszoną wykonuje się zwykle przewodami z linką nośną, na przykład typu YDYN. Trasę instalacji ustala się zależnie od rozmieszczenia opraw oświetleniowych i innych stałych odbiorników elektrycznych oraz najkorzystniejszej lokalizacji gniazd wtyczkowych. Wówczas przewody powinny znajdować się nie niżej niż 2,5 m nad przejściami.

Przewody zawieszają się na lince nośnej przymocowanej na obu końcach do ścian, filarów lub wsporników. Linka ta musi być w tym celu odcięta od przewodu na takiej długości, by można z niej było utworzyć pętlę przytrzymałą w uchwycie. Pętlę zakłada się na hak, śrubę oczkową lub inny element mocujący przewód.

Naciąg przewodów wykonuje się ręcznie. Przy długich odcinkach przewodów można je podwiesić dodatkowo za pomocą specjalnych uchwytów, aby nie dopuścić do zbyt dużych zwisów.

Na podwieszonym przewodzie można instalować w dowolnym miejscu specjalny osprzęt szczelny, przewidziany do tego rodzaju instalacji. Osprzęt ten to skrzynka odgałęźna, którą można wykorzystać jako puszkę rozgałęźną lub przykręcić do niej oprawę oświetleniową, oraz skrzynki z gniazdami wtyczkowymi jedno- lub trójfazowymi, spotykane również w wersji z gniazdami do bezpieczników topikowych lub z wyłącznikami nadprądowymi (rys. 82).



**Rys. 82.** Wykonanie instalacji podwieszonej

Przed zainstalowaniem osprzęt należy rozkręcić, a następnie zamocować go na lince nośnej przewodu. W miejscach mocowania sprzętu przecina się żyły przewodu i łączy odpowiednio w zaciskach. Przed wprowadzeniem przewodu do sprzętu należy założyć na ich końce dławnice uszczelniające.

Odgałęzienia od sprzętu do odbiorników, na przykład do zasilania silnika, można wykonać przewodem podobnego typu, co w instalacji podwieszanej. W pomieszczeniach, gdzie występuje niebezpieczeństwo mechanicznego uszkodzenia instalacji, przewody sprowadzone od przewodu podwieszanego do odbiornika muszą być osłonięte, na przykład rurą izolacyjną, do wysokości 2,5 m nad podłogą.

## 5.7. Połączenia instalacyjne

Połączenia instalacyjne, polegające głównie na połączeniach w gniazdach rozgałęźnych oraz na przyłączeniu sprzętu instalacyjnego i wypustów do odbiorników stałych, wymagają szczególnej uwagi i staranności wykonania. Decyduje to bowiem nie tylko o prawidłowym i bezpiecznym działaniu całej instalacji, lecz także znakomicie ułatwia pracę przy jej kontroli, naprawach, przebudowie i rozbudowie.

Wymaga to przede wszystkim:

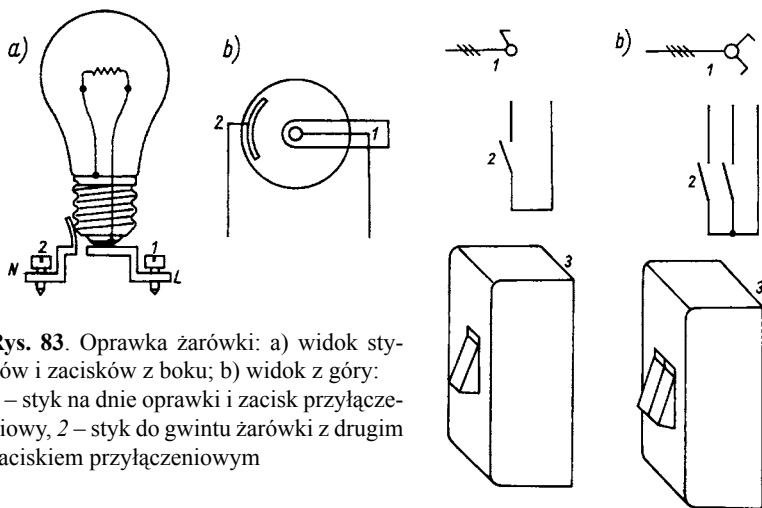
- przejrzystości połączeń, aby było widoczne, do którego odcinka obwodu należą poszczególne przewody; dlatego pozostawiany zapas długości przewodów nie powinien być zbyt duży, natomiast powinien być ułożony w taki sposób, aby nie zasłaniał innych przewodów, a zwłaszcza dostępu do zacisków;
- możliwie równego rozdzielenia łączonych przewodów na zaciski pierścieni rozgałęźnych, a także łatwo zauważalnych „mostków” między zaciskami;
- starannego izolowania żył przewodów aż do samych zacisków (np. taśmą izolacyjną), by uniknąć możliwości zwarć, oraz mocnego dokręcenia śrub zaciskowych, by zapobiec iskrzeniu w zaciskach i ich nagrzewaniu;
- przestrzegania zrozumiałego oznakowania przewodów przez odpowiedni dobór barwy izolacji, a nawet oznaczenie końców przewodów paskami z opisem.

*Barwa izolacji zielono-żółta* jest przeznaczona na przewody ochronne PE lub żyły ochronne w przewodach wielożyłowych. Kombinacja barwy zielonej z żółtymi paskami nie może być wykorzystana do żadnych innych celów. Przewody lub żyły neutralne N zaleca się stosować o izolacji niebieskiej. W obwodach trójfazowych dla rozróżnienia faz należy stosować w jednolity sposób przewody i żyły fazowe o innych barwach izolacji. W obwodach prądu stałego dla odróżnienia przewodów połączonych z biegunem dodatnim i ujemnym źródła prądu wprowadzono oznaczenie barwą czerwoną i niebieską. Barwę czarną używa się w połączeniach do aparatów sterowanych i sygnalizacyjnych itd.

Pewne trudności w połączeniach instalacyjnych sprawiają obwody oświetleniowe ze względu na stosowane w nich wyłączniki i przełączniki oraz załączanie lamp grupami, na przykład w żyrandolach. Obowiązują następujące zasady:

– w oprawkach żyrandolowych (dla uchronienia użytkowników przed dotknięciem części pod napięciem przy wymianie żarówek) doprowadzenie przewodu fazowego L powinno być wykonane do styku na dnie oprawki, a przewodu neutralnego N – do jej gniazda, jak pokazano na rysunku 83, przy czym łącznik powinien być instalowany w przewodzie fazowym;

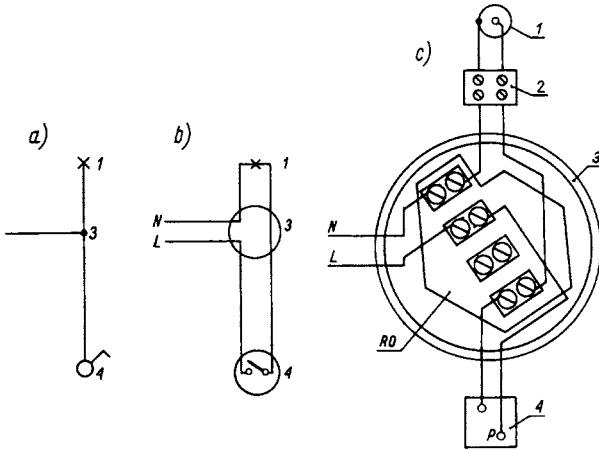
– łączniki klawiszowe w całym budynku należy zamontować w taki sposób, aby załączanie występowało przy takim samym położeniu klawisza, na przykład po naciśnięciu górnej krawędzi klawisza kołyskowego, a wyłączanie – po naciśnięciu jego krawędzi dolnej, jak pokazano na rysunku 84.



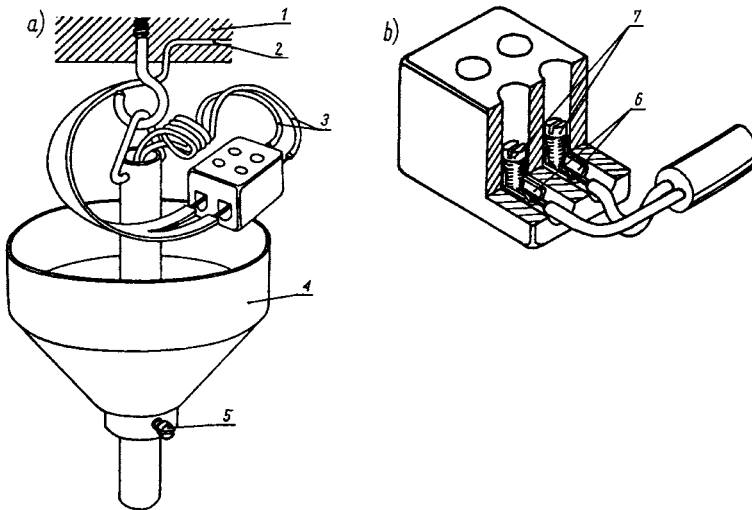
**Rys. 83.** Oprawka żarówki: a) widok styków i zacisków z boku; b) widok z góry: 1 – styk na dnie oprawki i zacisk przyłączeniowy, 2 – styk do gwintu żarówki z drugim zaciskiem przyłączeniowym

**Rys. 84.** Wyłącznik instalacyjny klawiszowy: a) pojedynczy; b) podwójny: 1 – symbol, 2 – schemat, 3 – widok z klawiszami w położeniu załączenia (zamknięcie zestyków)

Na rysunku 85 przedstawiono połączenia w gnieździe rozgałęzonym, wyposażonym w rozetę z zaciskami sprężynującymi typu RO, z doprowadzeniami do pojedynczej lampy i łącznika tej lampy. Z kolei na rysunku 86 pokazano sposób połączenia przewodów wypustu instalacyjnego (w danym przypadku sufitowego) z przewodami w oprawie oświetleniowej zwieszakowej za pomocą tzw. kostki zaciskowej. Kostki takie, jedno-, dwu- lub trójbiegunowe, służą do rozłączalnych połączeń przewodów w instalacjach oświetleniowych.



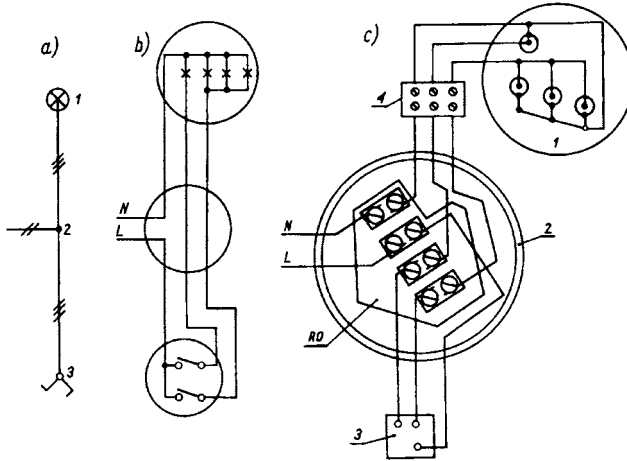
**Rys. 85.** Połączenia instalacyjne prostego wypustu oświetleniowego z łącznikiem: a) schemat jednokreskowy; b) schemat rozwinięty; c) połączenia w gnieździe rozgałęzonym: 1 – oprawka lampy, 2 – kostka łączeniowa, 3 – gniazdo rozgałęzzone z rozetą zaciskową (typu RO), 4 – łącznik jednobiegunowy klawiszowy



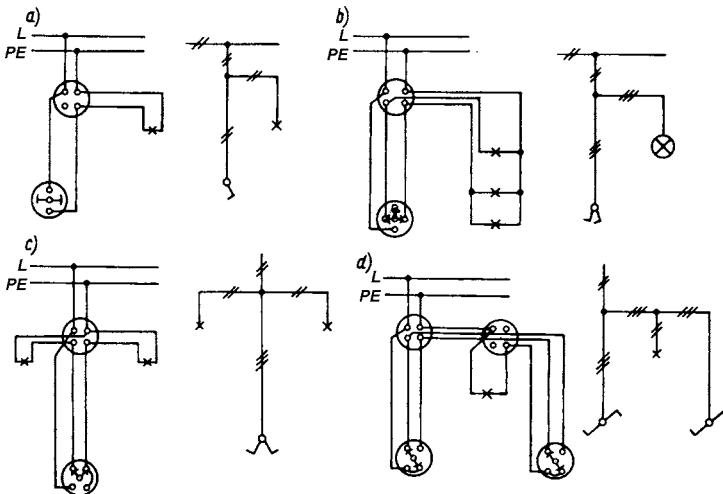
**Rys. 86.** Przyłączenie lampy zwieszakowej do wypustu instalacyjnego: a) ogólny widok połączeń; b) połączenia w kostce łączeniowej:

1 – strop, 2 – przewody wypustu, 3 – przewody od oprawy oświetleniowej, 4 – talerzykowa osłona przewodów przy górnym końcu zwisu, 5 – śrubka mocująca osłonę, 6 – żyły łączonych przewodów, 7 – zaciski kostki łączeniowej

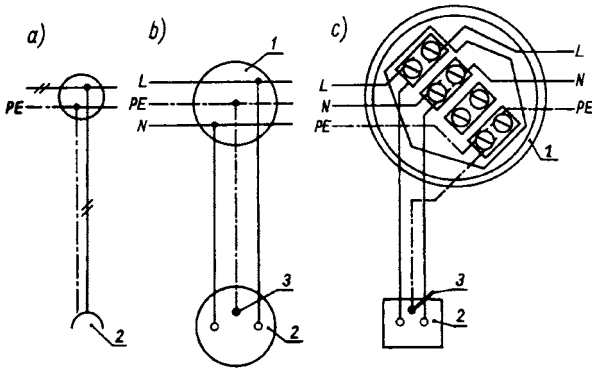
Połączenia instalacyjne oprawy żyrandolowej z przełącznikiem grupowym (klawiszowym podwójnym) pokazano na rysunku 87. Można nim załączyć jedną, trzy lub cztery żarówki w żyrandolu. Korzystniejsze od przełącznika grupowego jest stosowanie wyłącznika ze ściemniaczem oświetle-



**Rys. 87.** Połączenia instalacyjne oprawy żyrandolowej z łącznikiem świecznikowym: a) schemat jednokreskowy; b) schemat rozwinięty; c) połączenia instalacyjne: 1 – żyrandol, 2 – gniazdo rozgałęźne, 3 – łącznik, 4 – kostka łączeniowa przy wypuszcie instalacyjnym



**Rys. 88.** Połączenia instalacyjne w obwodach oświetleniowych łącznikami pokrętnymi: a) z łącznikiem zwykłym lub jednobiegunowym; b) z łącznikiem grupowym (świecznikowym); c) z łącznikiem szeregowym; d) z łącznikami drogowymi (krańcowymi)



**Rys. 89.** Połączenia instalacyjne do jednofazowego gniazda wtyczkowego ze stykiem ochronnym: a) schemat jednokreskowy; b) schemat rozwinięty; c) połączenia w gnieździe rozgałęźnym:

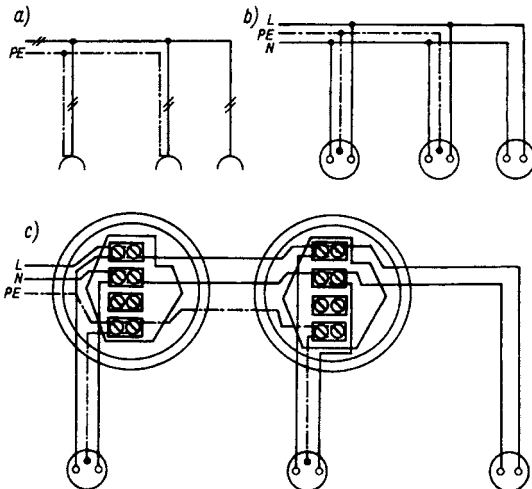
1 – gniazdo rozgałęźne,  
2 – gniazdo wtyczkowe,  
3 – bolec ochronny

nia, gdyż można nim w szerokim zakresie zmieniać natężenie oświetlenia w pomieszczeniu.

W starych instalacjach elektrycznych i konstrukcjach specjalnych nadal występują łączniki pokrętne, coraz częściej wypierane przez łączniki klawiszowe. Układy połączeń łączników pokrętnych podano na rysunku 88.

Na rysunku 89 pokazano połączenia instalacyjne gniazda wtyczkowego ze stykiem ochronnym, a na rysunku 90 połączenia dwóch gniazd ze stykiem ochronnym i jednego bez takiego styku w wydzielonych najczęściej obwodach zasilających gniazda wtyczkowe jednofazowe.

W przypadku innych obwodów instalacyjnych, na przykład zasilających gniazda wtyczkowe trójfazowe, połączenia instalacyjne nie sprawiają zwykle większych trudności, pod warunkiem jednak, że są wykonane starannie, w przejrzysty, przedstawiony sposób.



**Rys. 90.** Połączenia instalacyjne w obwodzie zasilającym kilka gniazd wtyczkowych: a) schemat jednokreskowy; b) schemat rozwinięty; c) połączenia w gniazdach rozgałęźnych

## **6. Wykonywanie instalacji zewnętrznych**

### **6.1. Instalacje na ścianach zewnętrznych**

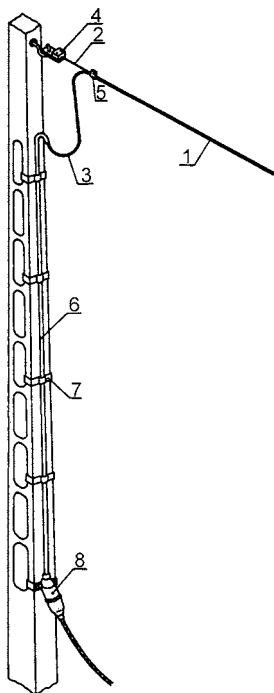
Pod pojęciem *instalacji zewnętrznych* rozumie się połączenia instalacyjne między budynkami, umożliwiające doprowadzenie energii elektrycznej, a także ciągi obwodów prowadzone poza budynkami i na zewnętrznych ich ścianach. Obwody te służą do zasilania zarówno odbiorników zainstalowanych na stałe, takich jak lampy oświetleniowe i silniki w urządzeniach produkcyjnych, jak i gniazd wtyczkowych, do których są przyłączane urządzenia elektryczne użytkowane w obejściach gospodarczych na wolnym powietrzu. Instalacje te są narażone na bezpośrednie oddziaływania atmosferyczne, tj. promieniowanie słoneczne, opady deszczu i śniegu oraz mróz, a w części ułożonej w ziemi – na wpływy wilgoci i czynników chemicznych występujących w glebie.

Na zewnętrznych ścianach budynków instaluje się obwody, a właściwie ich fragmenty, które zasilają zewnętrzne oprawy oświetleniowe i gniazda wtyczkowe. Należy się starać, aby obwody te były możliwie jak najkrótsze. Wykonuje się je przewodami wielożyłowymi typu YDYp i YDY, układanymi tak, by nie były narażone na uszkodzenia mechaniczne, bezpośrednie opady atmosferyczne i promieniowanie słoneczne, na przykład umieszczając je pod okapami. Jeśli nie można uniknąć nasłonecznienia, instalację należy wykonywać przewodami typu YDYN.

Przewody mocuje się w uchwytach kabłąkowych, umożliwiających zachowanie odstępów od ściany, aby ułatwić ich osuszanie po opadach atmosferycznych. Sprzęt i oprawy oświetleniowe należy stosować wyłącznie w wykonaniu szczelnym.

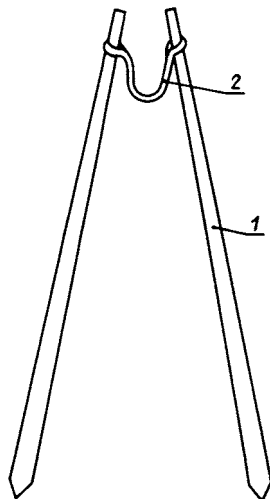
Niekiedy instalację wewnątrz budynku lub na jego zewnętrznej ścianie wykorzystuje się do zasilania oprawy oświetleniowej lub gniazda wtyczkowego, zamocowanych na słupie. Do tego celu należy użyć przewodu izolowanego z linką nośną, wyprowadzonego bez przecinania od najbliższej puszkii rozgałęźnej aż do końcowego wypustu na słupie. Linka nośna przewodu jest przydatna tylko do wykonania doprowadzenia. W pozostałej części obwodu przewód może być pozbawiony tej linki. W tym celu w określonym miejscu przewodu linkę należy rozciąć, odgiąć od żył przewodu i przyciąć na odpowiednią długość, niezbędną do wykonania pętli mocujących przewodów doprowadzających.





**Rys. 91.** Instalacja gniazda wtyczkowego na słupie:

1 – przewód izolowany wielożyłowy z linką nośną, 2 – odcięta linka nośna, 3 – przewód po odcięciu linki nośnej, 4 – uchwyt linki nośnej, 5 – uchwyt zabezpieczający przewód przed oderwaniem od linki nośnej, 6 – stalowa rura ochronna, 7 – mocowanie rury do słupa, 8 – gniazdo wtyczkowe metalowe, szczelne



**Rys. 92.** Folgi do stawiania słupów:

1 – żerdzie drewniane, 2 – wiązadło z linki konopnej

Na rysunku 91 pokazano rozwiązanie zasilania gniazda wtyczkowego zamontowanego na słupie. Począwszy od doprowadzenia napowietrznego przewód jest prowadzony po słupie w rurze stalowej dla ochrony przed uszkodzeniami mechanicznymi. Zastosowano gniazdo ze szczelną obudową metalową. Słup jest żelbetowy (ze względu na trwałość jest to najlepsze rozwiązanie) z pojedynczej żerdzi typu ŻN długości 7,5 m, posadowiony w ziemi na głębokość około 1,5 m. Wymaga to wykopania dołu szerokości 20–25 cm i długości do 1 m, z jednym schodkiem.

Jeżeli nie można skorzystać z dźwigu, stosuje się tradycyjne sposoby. Wówczas słup układa się w ziemi dolnym końcem wzdłuż dołu od strony stopnia. Naprzeciw należy wstawić do dołu pionowo deskę tak, by opierała się o węższą ścianę dołu i wystawała nad powierzchnię ziemi. Wtedy należy unieść górny koniec słupa i oprzeć go na drewnianym koźle wysokości około 1 m, dosu-

wając dolnym końcem do deski w dole. Dalsze unoszenie słupa ułatwiają tak zwane folgi. Tworzą ją dwie żerdzie drewniane długości około 3 m i średnicy około 10 cm w czubie, związane luźno w czubach linką konopną grubości co najmniej 2 cm (rys. 92).

Folę obsługują co najmniej dwie osoby. Rozstawiając szeroko wolne jej końce, uniesiony koniec słupa opiera się na wieźadle i popychając do góry, unosi się go, posuwając dolne końce folgi po ziemi aż do chwili, kiedy słup obsunie się dolnym końcem po desce do dołu. Dla bezpieczeństwa utrzymujący folgę powinni uważać, by nie znaleźć się pod słupem. Dół należy zakopywać, ubijając silnie drągiem ziemię i układając płytę lub blok betonu na głębokości około 0,5 m poprzecznie do słupa od strony naciągu przewodów, by zapobiec późniejszemu przechylaniu się słupa.

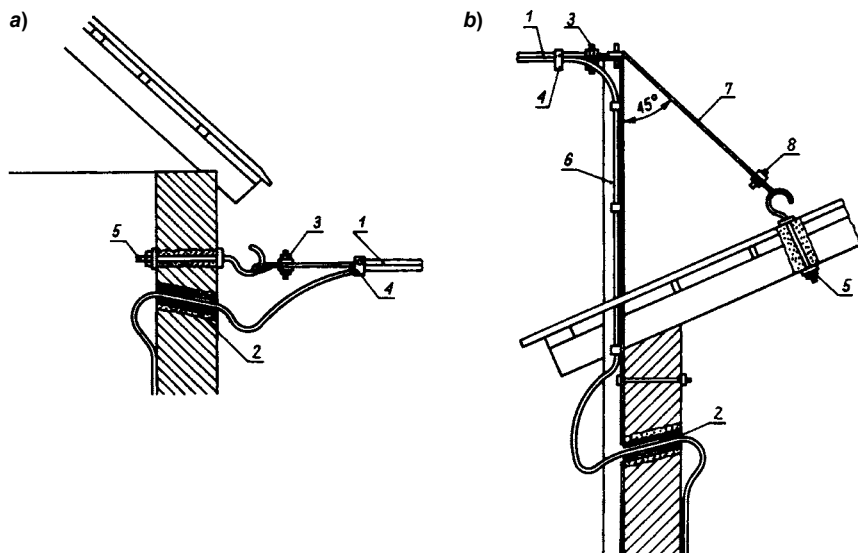
## 6.2. Przerzuty napowietrzne

Najczęściej doprowadzenie zasilania do budynku gospodarczego, tak zwany przerzut instalacyjny napowietrzny, wykonuje się przewodami izolowanymi z linką nośną, na przykład typu YDYn. Po odcięciu linki nośnej na obu końcach takiego przewodu doprowadza się go do puszkii rozgałęznej, umieszczonej najlepiej wewnątrz budynku lub bezpośrednio do rozdzielnicy.

Przewód doprowadzający zawiesza się, wykorzystując jego własną linkę nośną. Naciąg linki powinien być wykonany ręcznie z dużą siłą. Dzięki temu nie wystąpią znaczne zwisy w porze letniej ani zbyt duże naprężenia w zimie w czasie mrozu. Długość przewieszenia nie może być większa niż 50 m (w terenie górskim – 40 m). Przy dłuższych doprowadzeniach na jego trasie należy ustawić pojedynczy słup dla dodatkowego podwieszenia przewodu.

Oba końce przewodu mocuje się bezpośrednio do ściany lub konstrukcji dachu budynku. W przypadku niskiego budynku, na przykład parterowego, należy stosować odpowiedni wspornik z kątownika stalowego tak, by przewód nie zwisał poniżej 4,5 m nad powierzchnią ziemi (uwzględniając zwis do 1,5 m względem wysokości zawieszenia przewodu).

Mocując przewód bezpośrednio do ściany budynku, należy linkę nośną przewodu odciąć i zdjąć z niej izolację na takim odcinku, by utworzyć pętlę, którą następnie mocuje się w uchwycie śrubowym UO. W pobliżu tego uchwytu na przewodzie należy założyć uchwyt US dla zapobieżenia odrywaniu się żył przewodu od linki nośnej. Od strony budynku, odciętą linkę przewodu mocuje się do śruby hakowej SH (rys. 93a). Przez ścianę przewód musi być prowadzony w przepuście wykonanym z odcinka rury, na przykład winidurowej. Na zewnątrz przepustu znajduje się pętla przewodu, aby woda, ściekając po nim, nie dostawała się do wnętrza budynku.



**Rys. 93.** Umocowanie przewodu doprowadzenia napowietrznego („przerzutu”): a) na ścianie budynku i wprowadzenie do wnętrza budynku; b) do wspornika na dachu budynku:  
 1 – przewód wielożyłowy z linką nośną, 2 – przepust w odcinku rury instalacyjnej, 3 – uchwyt linki nośnej, 4 – uchwyt dla zapobieżenia oderwania się żył przewodu od linki nośnej, 5 – śruba do haka, 6 – przewód przerzutu prowadzony wewnątrz kątownika wspornika, 7 – linka nośna przewodu doprowadzeniowego wykorzystana jako odciążka wzmacniająca wspornik, 8 – uchwyt linki odciążki

W razie zastosowania wspornika zamocowanie przewodu jest podobne, z tym że z odciętej linki wykonuje się odciążkę wspornika, jak pokazano na rysunku 93b. Przewód po odcięciu linki nośnej układa się wewnątrz kątownika wspornika, przytrzymując go przez przygięcie przyspawanych do wspornika uchwyty.

### 6.3. Układanie kabli w ziemi

Doprowadzenia instalacyjne mogą być również wykonane kablem typu YKY lub YAKY ułożonym w ziemi. Jest to korzystne, gdyż takie połączenie jest w mniejszym stopniu narażone na uszkodzenia, jest niewidoczne oraz nie przeszkadza w ruchu pojazdów po obejściu gospodarczym.

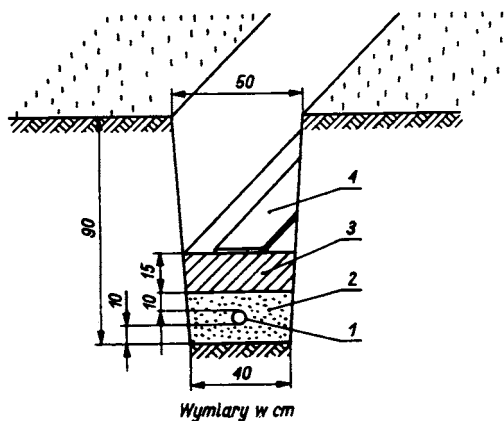
Trasa układania kabla powinna być tak wytyczona, by była jak najkrótsza, a więc przebiegała prostymi odcinkami, a jednocześnie umożliwiała znalezienie i odkopanie kabla w razie jego uszkodzenia. Powinna także omijać przeszkody na trasie wykopów oraz miejsca, gdzie kabel mógłby być narażo-

ny na uszkodzenia, na przykład przy wkopywaniu kołków lub rozrastaniu się korzeni drzew.

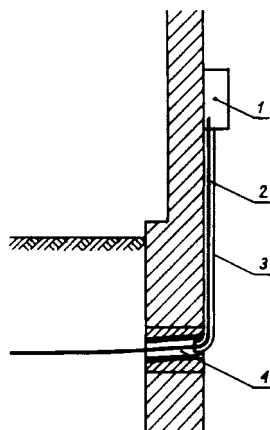
W celu ułożenia kabla należy przygotować wykop głębokości co najmniej 1 m oraz szerokości około 40 cm u dołu i 50 cm przy powierzchni ziemi. Przy równoległym prowadzeniu kilku kabli odległości między nimi nie mogą być mniejsze niż 20 cm, a rów kablowy powinien być odpowiednio szerszy. Kabel w wykopie układa się na warstwie piasku grubości co najmniej 10 cm luźno, po linii falistej, by po zasypaniu nie ulegał naprężeniom. Następnie pokrywa się go warstwą piasku co najmniej 10 cm. Wymaga się, by długość kabla była większa o około 5% niż długość trasy.

Kabel w wykopie należy przykryć pasem barwnej folii z tworzywa sztucznego grubości co najmniej 0,5 mm. Dzięki temu wiadomo przy pracach ziemnych, gdzie przebiega trasa kabla. Do oznakowania trasy kabli o napięciu do 1 kV stosuje się folię niebieską. Szerokość folii powinna być taka, aby przykrywała całkowicie ułożony kabel i nie była węższa niż 20 cm. Folia powinna się znajdować w odstępnie co najmniej 25 cm nad kablem przysypanym ziemią z wykopu (rys. 94). Do przykrycia kabla można także użyć kształtek ceramicznych lub cegieł.

Kabel należy układać jednym ciągiem, bez żadnych połączeń ani rozgałęzień. Na wyprowadzeniu kabla z ziemi należy przewidzieć skrzynkę rozdziel-



**Rys. 94.** Ułożenie kabla w wykopie w ziemi:  
1 – kabel, 2 – warstwa piasku, 3 – ziemia z głębi wykopu, 4 – pokrycie ochronne z płytek ceramicznych lub folii



**Rys. 95.** Wprowadzenie kabla do wnętrza budynku:  
1 – skrzynka zabezpieczeniowa lub rozdzielnica, 2 – kabel elektroenergetyczny, 3 – rura osłony, 4 – przeput z rury stalowej

czą do połączenia żył kabla z przewodami instalacji, na przykład skrzynkę z zabezpieczeniami nadprądowymi, umieszczoną na zewnętrznej ścianie zasilanego budynku. Gdy jest konieczne wyprowadzenie kabla w miejscu niezabudowanym, wówczas skrzynkę rozdzielczą, na przykład z gniazdem wtyczkowym, można przymocować do osadzonego głęboko w ziemi słupka z belki żelbetowej lub podobnego.

Kabel w części nadziemnej musi być osłonięty do głębokości 0,5 m od poziomu ziemi. W tym celu używa się odcinka rury stalowej (o średnicy co najmniej o 3–4 cm większej od średnicy kabla) lub korytka z blachy stalowej ocynkowanej (grubości co najmniej 1 mm).

Zamiast skrzynki na zewnątrz budynku można stosować skrzynkę z blachy lub tworzywa sztucznego z włóknem szklanym umieszczoną wewnątrz budynku (rys. 95); wówczas kabel należy wprowadzić do budynku w przepuście z rury gazowej, ceramicznej lub podobnej. Wewnątrz budynku, na odcinku do skrzynki należy kabel osłonić, prowadząc go na przykład przez odcinek rury stalowej.

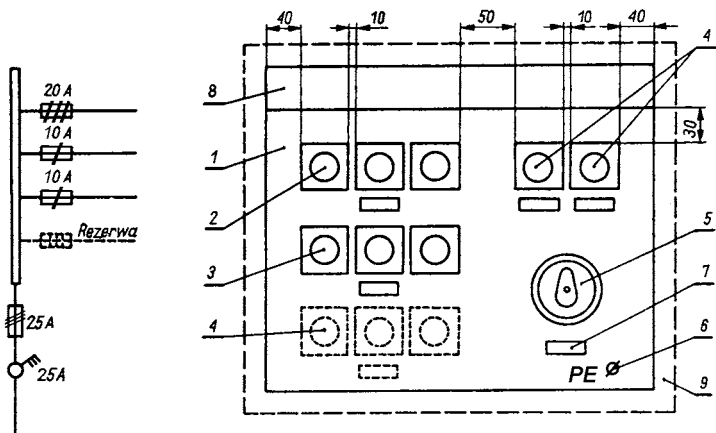
## **7. Montaż rozdzielnic**

### **7.1. Instalowanie tablic licznikowych i bezpiecznikowych**

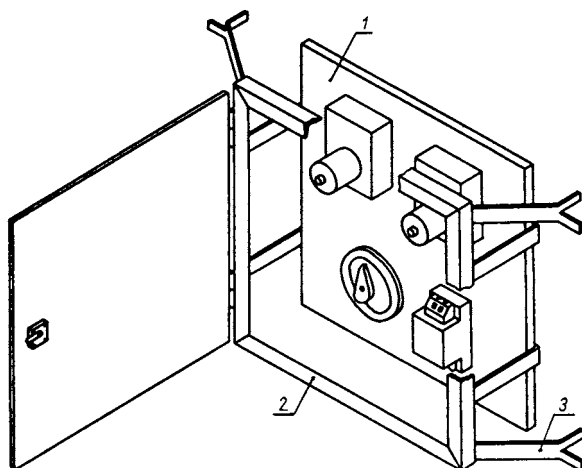
W starym budownictwie wiejskim liczniki energii elektrycznej umieszczano zwykle na przymocowanej na ścianie tablicy licznikowej, do której bezpośrednio doprowadzano wewnętrzną linię zasilającą. Tuż nad licznikiem na tablicy znajdowały się gniazda z bezpiecznikami topikowymi lub wyłącznikami samoczynnymi jako zabezpieczenie główne całej instalacji. Nad licznikiem było miejsce na trzy gniazda bezpiecznikowe: w przypadku licznika jednofazowego jedno z nich mogło być wykorzystane na zabezpieczenie główne, a dwa – na zabezpieczenia dwóch obwodów instalacyjnych. Takie rozwiązanie bywa nadal w starych budynkach mieszkalnych w małych gospodarstwach wiejskich.

Tablice licznikowe występują najczęściej w postaci wypraski z tworzywa izolacyjnego, o znormalizowanych wymiarach. Konstrukcja ich uniemożliwia dostęp do połączeń zatablicowych. Zamocowanie tablicy do ściany w miejscu ukrytym pod licznikiem (zaplombowanym przez pracownika przedsiębiorstwa energetycznego) utrudnia osobom niepowołanym jej demontaż. W przypadku większej liczby zabezpieczeń obwodowych lub stosowania takich aparatów jak przekaźnik czasowy przełączający licznik dwutaryfowy, były one często montowane na dodatkowych tablicach w postaci wyprasek izolacyjnych. Podobne rozwiązanie może zrealizować elektryk wiejski przy rozbudowie instalacji o nowe obwody lub przy wymianie zabezpieczeń.

W większości gospodarstw rolnych oraz w innych obiektach wiejskich występują bardziej rozbudowane rozdzielnice z tablicami zabezpieczeniowo-rozdzielczymi starego typu, montowanymi na płytach bakelitowych. Na rysunku 96 pokazano takie rozwiązanie z zastosowaniem bezpieczników topikowych, a na rysunku 97 – rozdzielnicę wnątkową z zabezpieczeniami samoczynnymi. Takie rozdzielnice występują przede wszystkim jako główne, do zasilania całego obiektu. Są one umieszczone w pobliżu tablicy licznikowej, a nawet we wspólnej wniece lub skrzynce naściennej. Ponadto występują one jako rozdzielnice dodatkowe, na przykład w budynkach gospodarczych.



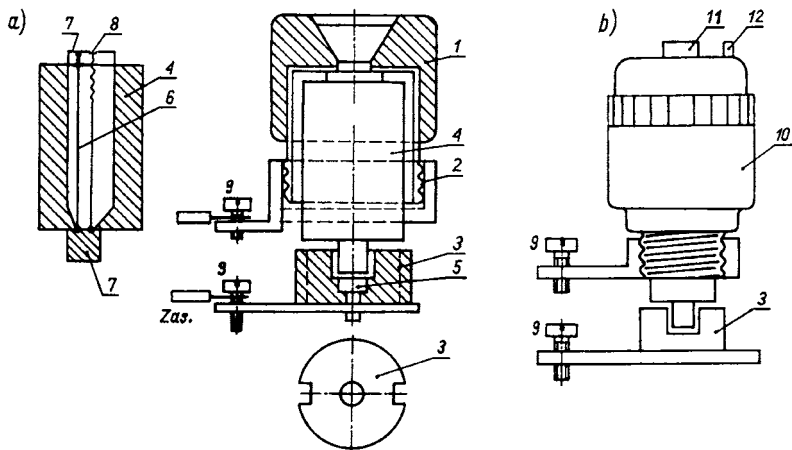
Rys. 96. Tablica zabezpieczeniowo-rozdzielcza starego typu z bezpiecznikami topikowymi: 1 – płyta izolacyjna (bakelitowa), 2 – zabezpieczenia główne, 3 – zabezpieczenie obwodu trójfazowego, 4 – zabezpieczenie obwodów jednofazowych i rezerwa miejsca na dalsze zabezpieczenia, 5 – wyłącznik główny, 6 – zacisk uziemiający, 7 – tabliczki opisujące, 8 – listwa osłaniająca zaciski przyłączeniowe tablicy od strony zasilania i obwodów instalacyjnych, 9 – obrys wnęki w ścianie lub skrzynki z drzwiczkami



Rys. 97. Rozdzielnicza starego typu z zabezpieczeniami samoczynnymi dwóch obwodów jednofazowych i jednego trójfazowego do zasilania silnika z ręcznym wyłącznikiem pokrętnym: 1 – tablica zabezpieczeniowa, 2 – ramka drzwiczek osłaniających wnękę z tablicą, 3 – zakotwienie ramki w ścianie

Połączenia urządzeń zamocowanych na tablicach zabezpieczeniowo-rozdzielczych w takim rozwiązaniu wykonuje się zwykle jednożyłowymi przewodami izolowanymi, ułożonymi na tylnej ściance tablicy. Są one doprowadzone bezpośrednio do zacisków przyłączeniowych urządzeń lub wyprowadzone przez otwory w tablicy, jeśli aparaty są natablicowe. Połączenia z tablicą

licznikową oraz instalacją powinny być wykonane takimi przewodami, jakie zastosowano w obwodach, z końcówkami wprowadzonymi pod tablicę. Przy łączeniu gniazd bezpiecznikowych należy przestrzegać zasady, by styki na dnie gniazd znalazły się od strony zasilania, jak pokazano na rysunku 98.



**Rys. 98.** Gniazdo bezpiecznikowe z wkładką topikową (a) i z bezpiecznikiem samoczynnym (b):

1 – główka bezpiecznika, 2 – gwint w gnieździe, 3 – pierścień ograniczający, 4 – wkładka bezpiecznikowa, 5 – styk na spodzie gniazda, 6 – element topikowy, 7 – okucia wstawki (talerzyk i skuwka cokołu), 8 – wskaźnik zadziałania, 9 – zaciski przyłączeniowe do przewodów instalacyjnych (zas – od strony zasilania), 10 – bezpiecznik samoczynny, 11 – przycisk załączający, 12 – przycisk wyłączający

W miejscach, gdzie licznik mógłby być narażony na uszkodzenia mechaniczne, tablica licznikowa powinna być umieszczona we wnęce zamykanej drzwiczkami blaszanymi lub w skrzynce metalowej zamykanej drzwiczkami, zamocowanej na ścianie. Drzwiczki powinny mieć otwór z szybką, umożliwiającą bez ich otwierania odczyt wskazań licznika.

Jeśli natomiast licznik energii jest konieczny w pomieszczeniu wilgotnym lub z wyziewami żrącymi, to powinien być zainstalowany w specjalnej, szczelnej skrzynce żeliwnej lub blaszanej, w której nie jest potrzebna tablica izolacyjna. Podobnym warunkom odpowiada także instalowanie tablic bezpiecznikowych w takich pomieszczeniach.

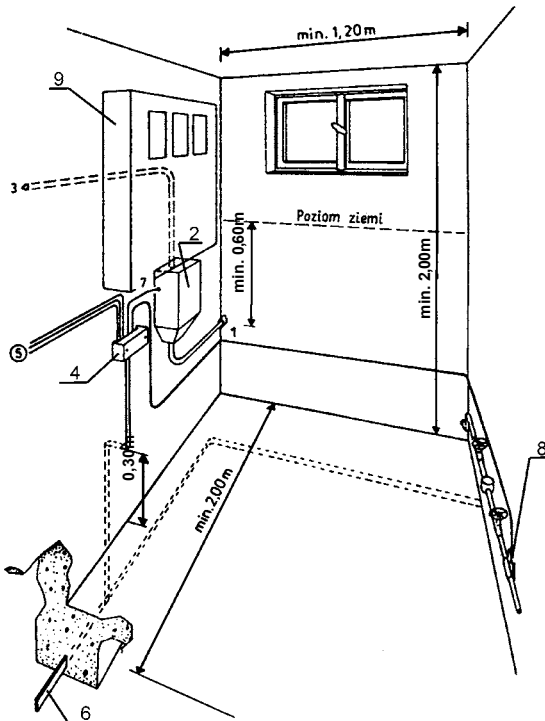


## 7.2. Montaż rozdzielnic skrzynkowych

Zasadnicza rozbudowa, przebudowa, a zwłaszcza realizacja nowych instalacji elektrycznych wymagają dostosowania ich do aktualnych polskich norm i przepisów technicznych, a także wykorzystania nowoczesnych materiałów. Jest to związane z wprowadzaniem większej liczby obwodów, współczesnych zabezpieczeń, między innymi wyłączników ochronnych różnicowoprądowych, oraz innej aparatury, na przykład sygnalizacyjnej. Najlepszym rozwiązaniem jest w takim przypadku zastosowanie rozdzielnic skrzynkowych jednego z systemów produkowanych przez kilka dużych firm.

Poprawność rozwiązania technicznego i wygoda eksploatacji wynika z określonych wymagań co do miejsca umieszczenia takiej rozdzielnic. Powinno to być miejsce łatwo dostępne na parterze, w pobliżu wejścia do budynku, najlepiej w małym pomieszczeniu pomocniczym, jak pokazano na rysunku 99, na którym zaznaczono wymiary minimalne pozwalające na zamontowanie rozdzielnic.

Rozdzielnic powinna zawierać w zestawie wszystkie główne i obwodowe za-



**Rys. 99.** Pomieszczenie na parterze lub w podziemiu budynku z rozdzielnicą główną:

1 – przyłącze kablowe, 2 – mufa kablowa, 3 – wewnętrzna linia zasilająca (do innych odbiorów w budynku), 4 – listwa zaciskowa połączeń wyrównawczych, 5 – przewody ochronne i wyrównawcze, 6 – uziom fundamentowy, 7 – przewód uziemiający, 8 – instalacja wodociągowa, 9 – rozdzielnic główna

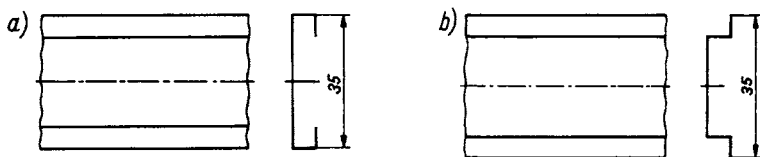
bezpieczenia nadprądowe, wyłączniki ochronne różnicowoprądowe i wyłączniki manewrowe (przede wszystkim wyłącznik główny) oraz przyrządy pomiarowe, w tym licznik energii elektrycznej. Konstrukcja obejmuje szczelną metalową obudowę skrzynkową, umożliwiającą zainstalowanie rozdzielnic w różnych warunkach na powierzchni ściany lub osadzenie jej w specjalnie przygotowanej wnęce.

Obudowy rozdzielnic wytwarza się w kilku wielkościach (o różnych rozmiarach), co pozwala dobrać je do przewidzianego wyposażenia z pozostawieniem wolnego miejsca na ewentualne zainstalowanie w przyszłości dalszych aparatów. Obudowa składa się z dwóch części: spodniej, zaopatrzonej w zamocowane na śruby wsporniki na aparaturę, oraz pokrywy z drzwiczkami, zdejmowanej dla wygody montażu.

Wsporniki w postaci szyn są zamocowane w poprzek całej obudowy. Pokrywa może mieć okienka umożliwiające dostęp do przycisków i dźwignienek na urządzeniach bez potrzeby otwierania drzwiczek.

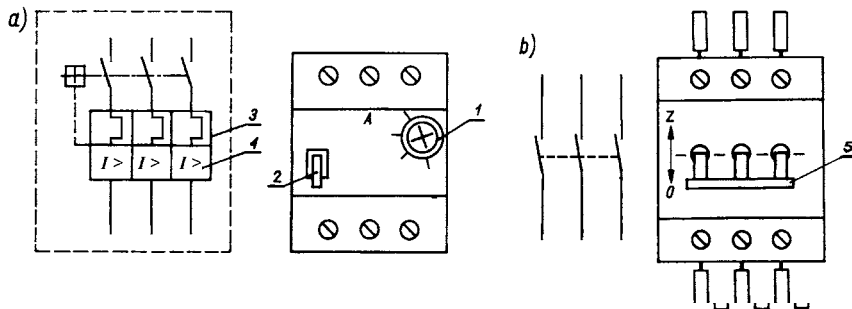
W rozdzielnicach mogą być zainstalowane tylko zabezpieczenia i łączniki specjalnej konstrukcji, przystosowane do mocowania na szynie montażowej. Ich wymiary są znormalizowane, a same aparaty zajmują mało miejsca, dzięki czemu mogą być korzystnie uporządkowane i mają estetyczny wygląd. Urządzenia te mocuje się na szynie na zatrask, co ułatwia montaż po przyłączeniu przewodów instalacyjnych.

Na rysunku 100 pokazano dwa rodzaje wsporników szynowych, a na rysunku 101 – sposób mocowania na nich zminiaturyzowanych wyłączników samoczynnych o budowie modułowej. Z kolei na rysunku 102 przedstawiono trójfazowy wyłącznik samoczynny do zabezpieczenia silnika i ręczny wyłącznik manewrowy, które mogą być zamontowane w skrzynkach typowych rozdzielnic.



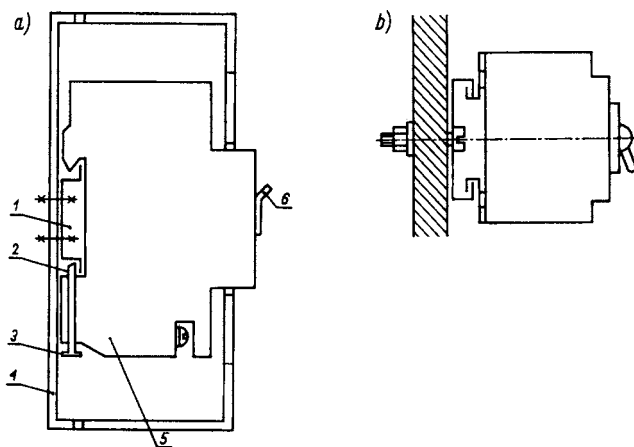
**Rys. 100.** Dwa rodzaje wsporników szynowych do montażu w rozdzielnicach

Na rysunku 103 przedstawiono tablicę z licznikiem oraz rozdzielnicę tablicową, zwaną tablicą rozdzielczą z zamocowanymi wyłącznikami samoczynnymi (jedno- lub nawet czterobiegowymi) na typowych wspornikach szynowych. Tablica rozdzielcza powinna być wsparta na izolatorach odstępowych, między innymi po to, by umożliwić doprowadzenie przewodów instalacyjnych od tyłu tablicy.



**Rys. 101.** Wyłącznik samoczynny (a) i wyłącznik ręczny (b) przystosowane do zamontowania w typowych rozdzielnicach skrzynkowych:

1 – nastawnik prądu zadziałania, 2 – dźwignia zał-wył, 3 – przekaźnik cieplny, 4 – zabezpieczenie przeciwzwarciowe, 5 – sprzężona dźwignia obsługi

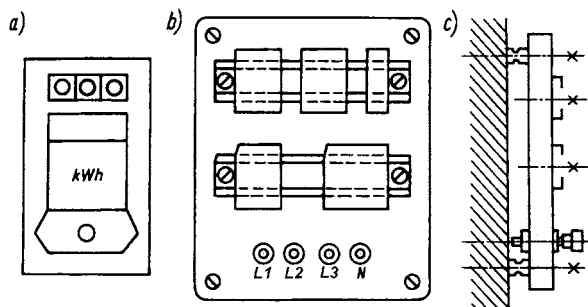


**Rys. 102.** Mocowanie aparatów na wspornikach szynowych: a) w typowych rozdzielnicach skrzynkowych; b) na płytach izolacyjnych:

1 – wspornik montażowy, 2 – sworzeń zatrzaskowy, 3 – zatrzask, 4 – skrzynka, 5 – aparat, 6 – dźwignia obsługi aparatu

Obsługę takich typowych rozdzielnic znacznie ułatwia przejrzysty układ przewodów (pozostawia się niewielki zapas ich długości) oraz opis obwodów na szyldzikach poszczególnych aparatów, w których te obwody występują. Trzeba o tym koniecznie pamiętać.

W pomieszczeniach wilgotnych, z wyziewami żrącymi, na zewnątrz pomieszczeń oraz w miejscach, w których urządzenia instalacji mogą być narażone na uszkodzenia mechaniczne jest wskazane stosowanie rozdzielnic ze-



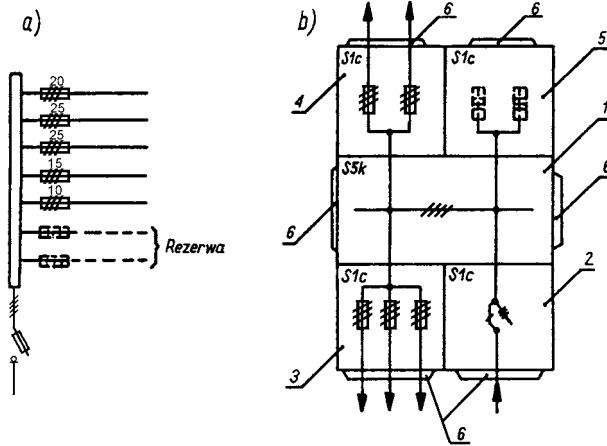
**Rys. 103.** Tablica licznikowa (a) i rozdzielnica tablicowa z typowymi wspornikami szynowymi (b) oraz jej widok z boku (c)

stawionych z typowych skrzynek żeliwnych (system S). Skrzynki mogą być dostarczane wraz z wyposażeniem, na przykład z gniazdami bezpiecznikowymi, stycznikami i łącznikami ręcznymi. Na uwagę zasługuje to, że aparaty te muszą mieć izolowane podstawy, by można je mocować bezpośrednio do dna skrzynek. Są one rozmieszczone w taki sposób, by zachować odpowiednie odległości izolacyjne między ich obudowami a ściankami skrzynek oraz wolne miejsce na doprowadzenie przewodów przyłączeniowych. Połączenie obwodów i linii zasilającej realizuje się za pomocą szyn zbiorczych w postaci gołych prętów lub płaskowników, zamocowanych do izolatorów wsporczych na tylnej ściance skrzynek, zwanych szynowymi.

W bocznych ściankach skrzynki są otwory montażowe do prowadzenia szyn zbiorczych lub przewodów połączeniowych (jednożyłowych przewodów izolowanych). Skrzynki powinny być tak zestawione i skrócone, by tworzyły rozdzielnicę o możliwie regularnym kształcie, na przykład prostokąta. Pośrodku rozdzielnicy w ciągu poziomym powinny być umieszczone skrzynki z szynami zbiorczymi. Otwory boczne w skrzynkach muszą być zasłonięte pokrywami bocznymi, a otwory z przodu skrzynek – pokrywami czołowymi o odpowiednich wymiarach. Po założeniu uszczelek pokrywy te należy przymocować śrubami.

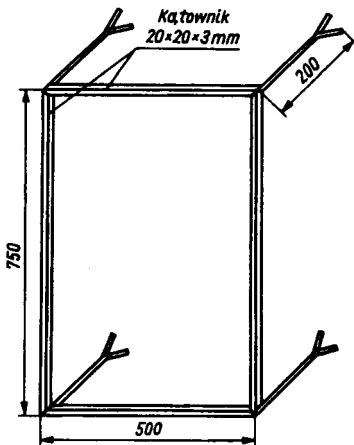
Cała rozdzielnica powinna być umocowana na kotwach osadzonych w ścianie lub na specjalnej konstrukcji wsporczej, zwykle wykonanej z kątowników stalowych. Przewody wielożyłowe lub rury stalowe instalacji wprowadza się do rozdzielnicy przez odpowiednie otwory wywiercone w pokrywach bocznych skrzynek. Rury powinny być nagwintowane i wkręcone, przewody zaś wprowadzone przez wkręcane dławnice izolacyjne z pierścieniem uszczelniającym. Całą rozdzielnicę należy pomalować farbą antykorozyjną.

Na rysunku 104 przedstawiono przykładowe rozwiązanie rozdzielnicy złożonej ze skrzynek żeliwnych S, a na rysunku 105 konstrukcję wsporczą tej rozdzielnicy. W razie potrzeby rozdzielnica skrzynkowa może być rozbudowana przez dołączenie kolejnych skrzynek z odpowiednią aparaturą oraz skrzynek z dokręconymi odcinkami szyn zbiorczych.



**Rys. 104.** Rozdzielnica szczelna, złożona ze skrzynek żeliwnych typu S: a) schemat ideowy; b) układ skrzynek:

1 – skrzynka szynowa, 2 – skrzynka z wyłącznikiem ręcznym, 3 – skrzynka z zabezpieczeniami głównymi, 4 – skrzynka z zabezpieczeniami obwodowymi, 5 – skrzynka rezerwowa, 6 – pokrywy boczne



**Rys. 105.** Konstrukcja wsporcza rozdzielnic z rys. 104

Obecnie częściej stosuje się lżejsze rozdzielnice złożone ze skrzynek wykonanych z blachy stalowej lub tworzyw sztucznych wzmocnionych włóknem szklanym.

### **7.3. Instalowanie wyłączników samoczynnych**

Wyłączniki samoczynne typu stycznikowego do zabezpieczania silników elektrycznych lub innych odbiorników trójfazowych najczęściej instaluje się w rozdzielnicach skrzynkowych na odejściach do poszczególnych obwodów, a uruchamia przyciskami umieszczonymi przy odbiornikach.

Jeżeli z danego obwodu zasila się kilka odbiorników lub znajdują się one w dużej odległości od rozdzielnicy, to najkorzystniejsze i najwygodniejsze dla użytkownika jest umieszczenie wyłącznika samoczynnego (stycznikowego lub zapadkowego) w pobliżu odbiornika lub bezpośrednio na urządzeniu produkcyjnym. W takim przypadku wyłączniki samoczynne oraz inne aparaty związane z użytkowaniem poszczególnych odbiorników, na przykład rozruszniki silników, regulatory, powinny być umieszczone w indywidualnej obudowie metalowej lub z tworzywa sztucznego ewentualnie wzmocnionych włóknem szklanym. Dzięki temu można je przymocować na ścianie lub innej konstrukcji wsporczej, lub na konstrukcji urządzenia zawierającego odbiorniki elektryczne.

## **8. Inne prace elektroinstalacyjne**

### **8.1. Wykonywanie instalacji ochronnych**

Instalację ochronną przeciwporażeniową tworzą przede wszystkim przewody ochronne. Przewody te, czy to PEN w układzie TN-C (dawne zerowanie), czy też PE w przypadku zastosowania wyłączników ochronnych różnicowoprądowych, prowadzi się łącznie z przewodami fazowymi w każdym obwodzie oddzielnie bądź jako dodatkowy przewód jednożyłowy, bądź w postaci dodatkowej żyły w przewodach wielożyłowych. Jako przewód ochronny może służyć także linka nośna w przewodach podwieszonych, metalowa osłona kabli i konstrukcje osłony ciągu przewodów pod warunkiem zachowania trwałych połączeń elektrycznych. W razie potrzeby wykonuje się dodatkowe połączenia poza ciągami przewodów czynnych w instalacji, stosując izolowane przewody jednożyłowe.

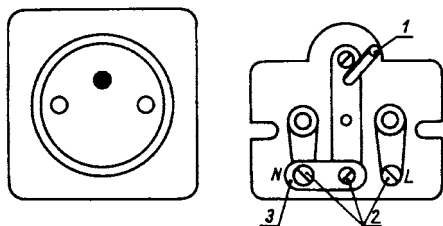
Żyły przewodów ochronnych powinny być miedziane. Tylko w starych instalacjach spotyka się przewody aluminiowe, w tym również ochronne; mogą one pozostać, jeśli instalacja pracuje prawidłowo, lecz tylko do czasu jej przebudowy. Przewody ochronne powinny mieć przekrój co najmniej taki jak przewody fazowe o przekroju do  $16 \text{ mm}^2$ , nie mniej niż  $16 \text{ mm}^2$  przy przekroju przewodów fazowych mniejszym niż  $35 \text{ mm}^2$ , a nie mniej niż połowa przekroju przewodu fazowego większego od  $35 \text{ mm}^2$ . Przewody ochronne prowadzone poza ciągami przewodów roboczych muszą mieć przekrój co najmniej  $2,5 \text{ mm}^2$ , gdy są osłonięte przed uszkodzeniami mechanicznymi, a  $6 \text{ mm}^2$  przy braku takiej osłony.

Zadaniem przewodów ochronnych jest w układzie TN-C stworzenie obwodu o jak najmniejszej rezystancji w przypadku zwarć jednofazowych, a przy stosowaniu wyłączników ochronnych różnicowoprądowych – połączenie z uziomem wszystkich obudów metalowych chronionych urządzeń. Podstawowym warunkiem poprawności wykonania połączeń przewodów ochronnych jest zawsze zapewnienie ich ciągłości.

W instalacji w układzie TN-C przerwa w ciągłości przewodu ochronno-neutralnego (PEN) stwarza szczególne zagrożenie. Nie wolno dlatego umieszczać w tym przewodzie bezpieczników topikowych ani wyłączników, na przykład

zestyków roboczych wyłączników samoczynnych (trójbiegunowych w obwodach jednofazowych lub czterobiegunowych – w trójfazowych). Ponadto w miarę możliwości należy unikać przecinania jego żyły w zaciskach gniazd rozgałęźnych, zdejmując jedynie izolację z żył na odpowiednich odcinkach.

Ponieważ przewody do odbiorników ruchomych muszą zawierać oddzielną żyłę ochronną PE (niezależnie od tego, czy mają żyłę neutralną), należy ją połączyć z przewodem neutralnym w instalacji stałej, a więc w gnieździe wtyczkowym. Połączenie to wykonuje się między bolcem styku ochronnego a zaciskiem tulei, do której dochodzi przewód neutralny (rys. 106). Bardzo ważne jest, by omyłkowo nie połączyć styku ochronnego z przewodem fazowym. Wtyczka jest tak wykonana, że uniemożliwia nieprawidłowe (odwrotne) wetknięcie jej do gniazda.



**Rys. 106.** Połączenie („mostek”) między stykiem ochronnym a przewodem neutralnym w jednofazowym gnieździe wtyczkowym: 1 – styk ochronny, 2 – zaciski przyłączeniowe przewodów instalacyjnych (L – fazowego, N – neutralnego), 3 – mostek metalowy (może być wykonany odcinkiem przewodu instalacyjnego)

W razie stosowania w instalacji wyłączników ochronnych różnicowoprądowych jako środka ochrony przeciwporażeniowej przy uszkodzeniu (przy dotyku pośrednim) niezbędne jest dla prawidłowego jej działania, by przewody ochronne PE nie były połączone z przewodami neutralnymi w żadnym miejscu obwodu za wyłącznikiem różnicowoprądowym (przewód PEN może występować tylko po stronie zasilania). Gniazda wtyczkowe powinny być zatem pozbawione wymienionych poprzednio „mostków”. Przewody ochronne należy połączyć z uziomem. Uziemienie najczęściej wykonuje się przy rozdzielnicy i wówczas uziom może być połączony z przewodem neutralnym, ale po stronie zasilania wyłączników ochronnych.

*Połączenia wyrównawcze* stanowią połączenia elektryczne (galwaniczne) części przewodzących obcych, na przykład konstrukcji żelazobetonowych znajdujących się w pobliżu urządzeń elektrycznych, z częściami przewodzącymi dostępnymi (z metalowymi obudowami i osłonami tych urządzeń) w celu wyrównania ich potencjałów elektrycznych. Do tych połączeń stosuje się osobne przewody wyrównawcze PE, ale mogą być wykorzystane również metalowe konstrukcje budowlane i rurociągi. Musi być jednak spełniony warunek ciągłości i dobrego stanu wszystkich tych połączeń. Przewody wyrównawcze powinny być połączone z uziemieniami istniejącymi w danym obiekcie.

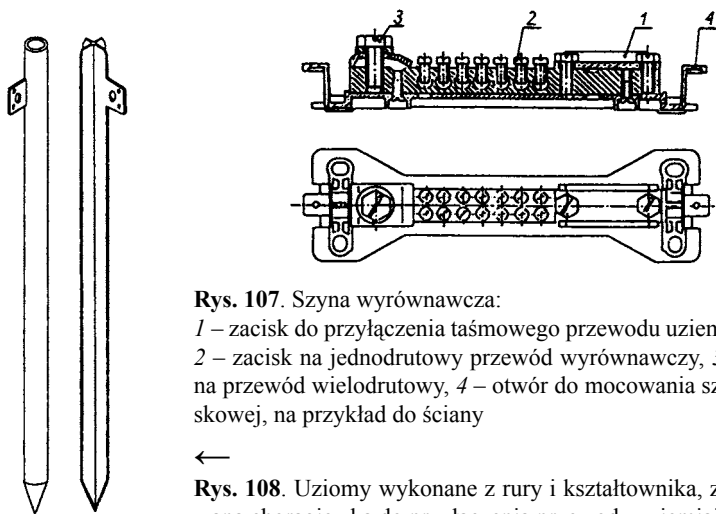
Przewody wyrównawcze mogą być gołe lub izolowane, miedziane lub sta-



lowe, w postaci drutów lub płaskowników. Mogą one być mocowane bezpośrednio na ścianach, w sposób zabezpieczający je przed uszkodzeniami mechanicznymi. Przewody połączeń wyrównawczych miejscowych, łączące części przewodzące dostępne z częściami przewodzącymi obcymi, muszą mieć przekrój większy niż połowa przekroju odpowiedniego przewodu ochronnego; w przypadku przewodów miedzianych jest to przekrój co najmniej  $2,5 \text{ mm}^2$ . Przewody wyrównawcze główne w całym obiekcie (zwykle na poziomie piwnicy lub parteru) powinny mieć przekrój nie mniejszy niż połowa największego wymaganego przekroju przewodu PE w całej instalacji. Oznacza to, że zapewniają one przewodność (konduktancję – odwrotność rezystancji) większą niż połowa konduktancji przewodów fazowych linii zasilającej dany obiekt.

Połączenia wyrównawcze miejscowe powinny być doprowadzone do osobnej szyny zaciskowej, do której byłyby także doprowadzone główne przewody wyrównawcze i przewody uziemiające. Na rysunku 107 pokazano przykładowe wykonanie szyny wyrównawczej. Szyna może być przymocowana bezpośrednio do ściany w dostępnym miejscu i w zasadzie nie powinna być osłonięta.

W wiejskich instalacjach elektrycznych ważną rolę odgrywają *uziomy*. Tworzą je przedmioty przewodzące – z reguły metalowe – umieszczone w ziemi, które umożliwiają rozptył prądów z instalacji uziemiającej do ziemi, sprowadzając potencjał elektryczny tej instalacji do poziomu bliskiego potencjałowi ziemi. Różnica tych potencjałów jest tym mniejsza, im mniejsza jest rezystancja dla przepływu prądu między uziomem a ziemią; jest ona nazywana rezystancją uziemienia uziomu. Uziomy są niezbędne do uziemienia przewodów

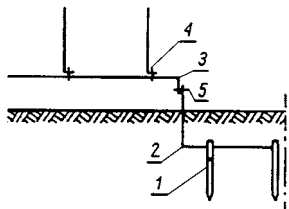


**Rys. 107.** Szyna wyrównawcza:

1 – zacisk do przyłączenia taśmowego przewodu uziemiającego,  
2 – zacisk na jednodrutowy przewód wyrównawczy, 3 – zacisk na przewód wielodrutowy, 4 – otwór do mocowania szyny zaciskowej, na przykład do ściany

←

**Rys. 108.** Uziomy wykonane z rury i kształtownika, z przyspawaną chorągiewką do przyłączenia przewodu uziemiającego



**Rys. 109.** Uziom złożony z dwóch rur wbitych pionowo w ziemię:

1 – rura uziomu, 2 – przewód uziemiający, 3 – uziemienie, 3 – przewód ochronny lub wyrównawczy, 4 – przyłączenie obudów, 5 – zacisk kontrolny

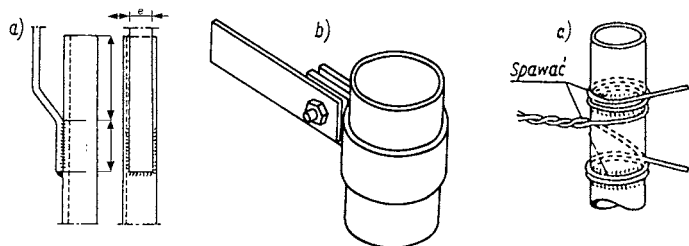
ochronnych przy stosowaniu wyłączników ochronnych różnicowoprądowych oraz szyny wyrównawczej w instalacji połączeń wyrównawczych, jak też w instalacji ochrony przeciwporażeniowej.

Jako uziom mogą być wykorzystane konstrukcje fundamentowe budynku lub metalowe rurociągi wodociągowe oraz podobne elementy ułożone w ziemi; stanowią one tak zwane *uziomy naturalne*. Jeśli takich uziomów nie ma, wykonuje się *uziomy sztuczne* w postaci wbitych w ziemię odcinków metalowych prętów lub rur, zakopanych metalowych płyt lub taśm itp. Uziomy korzystnie jest wykonywać z miedzi, ale najczęściej stosuje się stalowe ocynkowane dla zapobieżenia ich szybkiej korozji. Pręty metalowe ocynkowane powinny mieć średnicę co najmniej 6 mm, a rury – 15 mm przy grubości ścianek co najmniej 2,75 mm; natomiast kształtowniki (kątowniki, ceowniki) – grubość ścianek przynajmniej 4 mm.

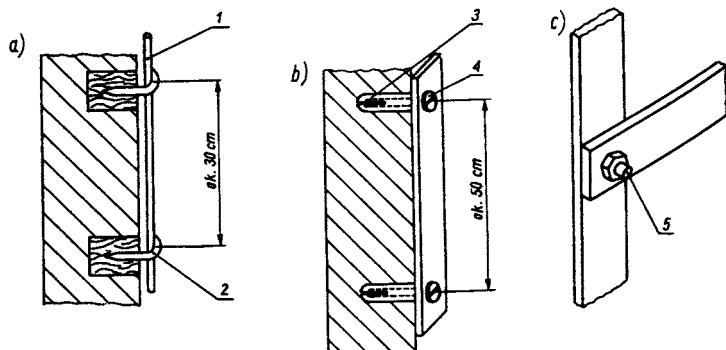
Rezystancja uziemienia uziomu zależy przede wszystkim od rezystywności gruntu, a ta z kolei – od rodzaju i wilgotności gleby. Im rezystywność gruntu jest mniejsza, a powierzchnia uziomów większa, tym rezystancja uziomu jest mniejsza (konduktancja większa), co jest pożądane. Są ustalone w normach maksymalne wartości dopuszczalne rezystancji uziomów, zależnie od ich funkcji. Jeśli pomiary wykazują, iż są one przekroczone, najlepszym rozwiązaniem jest zwiększenie liczby elementów uziomowych, na przykład przez wbicie dodatkowych prętów lub rur.

Uziomy sztuczne umieszcza się na zewnątrz budynków, by w razie potrzeby kontroli ich stanu można je było odkopać. Na rysunku 108 pokazano prawidłowe wykonanie uziomów z rury lub kątownika z przyspawaną chorągiewką (płaskownikiem przyłączeniowym), a na rysunku 109 – uziom dwururowy. Na rysunku 110 przedstawiono możliwe sposoby przyłączenia przewodu uziemiającego do rury uziomu przez skręcenie śrubami lub przyspawanie. Dolna krawędź uziomów powinna osiągać głębokość co najmniej 2,5 m. Odstęp między elementami uziomowymi powinien być większy niż 1 m.

*Przewody uziemiające* służą do połączenia uziomów z częścią uziemioną instalacji elektrycznych. Powinny one odpowiadać tym warunkom, co przewody wyrównawcze. Na rysunku 111 pokazano prawidłowe mocowanie przewodów uziemiających w postaci drutu lub płaskownika do ściany oraz łączenie z ma-



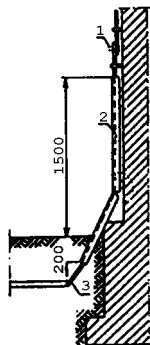
**Rys. 110.** Sposoby przyłączenia przewodu uziemiającego do rury uziomu przez przykręcenie śrubami do choroągiewki (a), do obejmy (b) lub przyspawanie (c):  
e – szerokość płaskownika



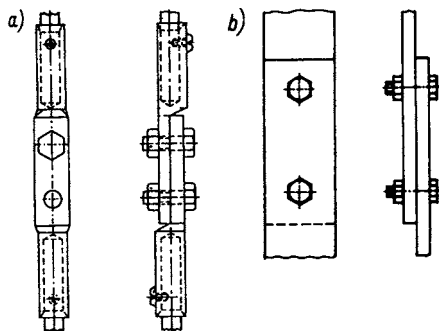
**Rys. 111.** Mocowanie (na ścianie) przewodu uziemiającego w postaci drutu (a) i płaskownika (b) oraz wykonanie połączenia odgałęźnego (c):  
1 – przewód jednodrutowy, 2 – skobel, 3 – kołek rozporowy, 4 – wkret mocujący, 5 – śruba łącząca

gistałą uziemiającą przez przykręcenie śrubą do płaskownika. Na odcinku doprowadzenia do uziomów na zewnątrz budynku przewody uziemiające mogą być zakopane w ziemi na głębokości co najmniej 0,6 m. Przy wyprowadzeniu przewodu uziomowego z gruntu należy osłonić go przed uszkodzeniami mechanicznymi do wysokości co najmniej 30 cm (rys. 112). Osłona taka jest konieczna też w innych miejscach, gdzie można spodziewać się silnych uderzeń (udarów) mechanicznych.

W ciągu przewodu uziemiającego powinien być założony zacisk probierczy pokazany na rysunku 113 (w dwóch wersjach), którego rozłączenie umożliwia pomiar rezystancji uziemienia. Zacisk powinien być umieszczony na wyprowadzeniu przewodu z ziemi na wysokości 0,3 do 1,8 m. Musi być on wykonany wraz ze śrubami ze stali ocynkowanej lub z mosiądzu, by był łatwy do rozłączenia.



**Rys. 112.** Osłona przewodu uziemiającego:  
1 – zacisk kontrolny, 2 – osłona z kątownika,  
3 – przewód uziemiający



**Rys. 113.** Zaciski kontrolne do przewodu uziemiającego w postaci drutu (a) i płaskownika (b)

## 8.2. Montaż urządzeń sygnalizacyjnych i sterujących

Do najczęściej stosowanych aparatów sygnalizacyjnych należą dzwonki elektryczne różnych typów. Dzwonki umieszcza się zwykle na pewnej wysokości, aby były dobrze słyszalne, lecz nie były szczególnie eksponowane. U uruchamia się je przyciskami mocowanymi przy ościeżnicy drzwi lub w innych łatwo dostępnych miejscach.

Dzwonki wykonane na napięcie przemienne 230 V zasila się zwykle z najbliższego obwodu oświetleniowego wielożyłowymi przewodami izolowanymi na napięcie 300 V, dwużyłowymi, miedzianymi o przekroju 1 mm<sup>2</sup>. Przed przyłączeniem do instalacji dzwonek należy rozkręcić i spodnią jego część przymocować do ściany (podobnie jak inny sprzęt instalacyjny). Po ułożeniu przewodów oraz przyłączeniu ich do zacisków dzwotka i przycisku (lub przycisków, bo może być ich kilka, połączonych równolegle) zakłada się osłonę dzwotka.

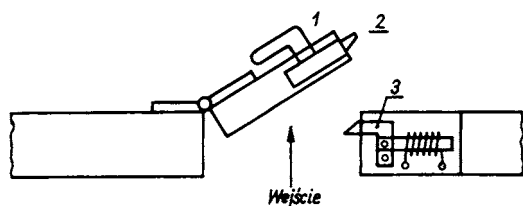
Dzwonki pracujące przy bardzo niskim napięciu (np. 5 V) zasila się z instalacji 230 V przez transformator dzwontkowy, przyłączony do obwodu oświetleniowego. Transformator ten po stronie wtórnej ma zwykle kilka zaczepek od 3 do 12 V. Umieszcza się go tuż nad dzwontkiem. Instalację od transformatora wykonuje się jak opisano poprzednio, z tym że przycisk może być mniejszy, na bardzo niskie napięcie. Wybór zaczepek po stronie wtórnej transformatora zależy od napięcia pracy dzwotka. Drugi przewód przyłącza się do zacisku „odbiorników”. Po przyłączeniu przewodów należy założyć pokrywę na trans-

formator. Zaciski transformatorów nierozbieralnych są wyprowadzone na zewnątrz i tak wykonane, że nie wymagają osłaniania.

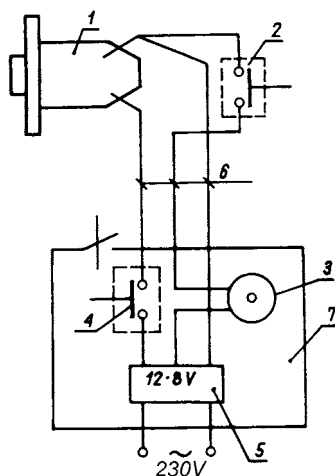
W gospodarstwach wiejskich obwody sterujące często służą do zasilania zamków elektrycznych. Są one wykonane na bardzo niskie napięcie i dlatego zasilają się je z transformatora dzwonekowego, zwykle łącznie z dzwonkiem, którego przycisk jest umieszczony przy drzwiach z zamkiem. Natomiast przycisk uruchamiający zamek powinien być umieszczony w miejscu, z którego najwygodniej zwalniać zamek, na przykład w przedpokoju domu.

Mechanizm elektryczny zamka (rys. 114) zakłada się w ościeżnicy drzwi lub furtki w taki sposób, aby jego rygiel znajdował się na wysokości języka zamka. Rygiel blokujący język zamka, jest zwalniany i cofany przez elektromagnes, którego cewka przyłączona do obwodu sterującego jest załączana na napięcie przez przycisk umieszczony w domu.

Na rysunku 115 pokazano schemat połączeń obwodu sterującego i dzwonekowego. Obwód jest wykonany przewodem izolowanym, trójżyłowym z żyłami miedzianymi o przekroju  $1 \text{ mm}^2$ .



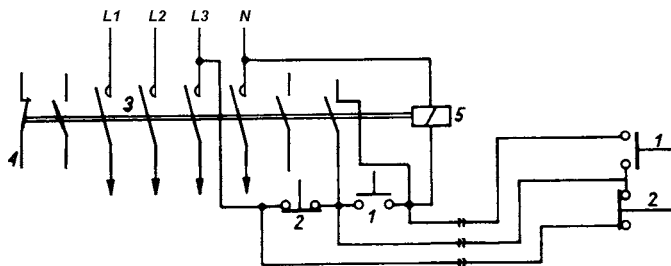
**Rys. 114.** Schemat działania zamka elektrycznego:  
1 – klamka zamka mechanicznego, 2 – zapadka zamka,  
3 – zatrzask elektryczny



**Rys. 115.** Schemat instalacji zamka elektrycznego:  
1 – zamek (zatrzask) elektryczny, 2 – przycisk wejściowy, 3 – dzwonek w mieszkaniu, 4 – przycisk zwalnający zatrzask, 5 – zasilanie obwodu, 6 – przewód trójżyłowy obwodu sterowania, 7 – pomieszczenie mieszkalne

W przypadku gdy zamek elektryczny instaluje się przy furtce, należy stosować przewód typu YDY. Umożliwia to zakopanie go w ziemi między domem a furtką na głębokości co najmniej 20 cm. Należy go prowadzić tak, by nie mógł być uszkodzony przy pracach podwórzowych, a więc na przykład tuż przy chodniku. Przewód nie może mieć żadnych połączeń na całej długości. Powinien być ułożony luźno w wykopie, by nie był naprężany po zakopaniu i przy zmianach temperatury gruntu.

Inne często spotykane instalacje sterujące służą do zdalnego uruchamiania i zatrzymywania urządzeń, zwłaszcza silników, za pomocą przycisków „załącz-wyłącz”. Przyciskami tymi uruchamia się samoczynny wyłącznik stycznikowy w obwodzie zasilaniu sterowanego urządzenia. Schemat połączeń przedstawiono na rysunku 116.



**Rys. 116.** Schemat połączeń układu sterowania stycznikiem:

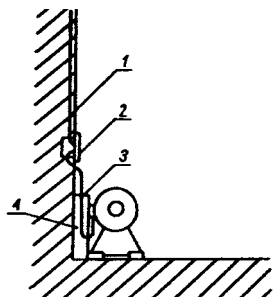
1 – przycisk załączający, 2 – przycisk wyłączający, 3 – zestyki robocze, 4 – zestyki sterujące: bierny i czynny, 5 – cewka elektromagnesu

Obwód sterowania od zacisków stycznika do przycisków sterujących jest zwykle przyłączony na napięcie fazowe 230 V. Obwód ten powinien być wykonany jako niezależny trzema przewodami jednożyłowymi lub trójżyłowym przewodem (kabelkowym) z żyłami miedzianymi o przekroju 1,5 mm<sup>2</sup> w taki sposób, jak pozostałe instalacje elektryczne w pomieszczeniu.

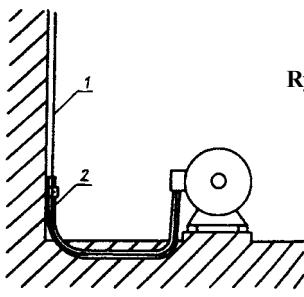
### 8.3. Przyłączanie odbiorników stałych i ruchomych

Doprowadzenie instalacji do odbiornika zainstalowanego na stałe, na przykład do silnika wentylatora, zespołu hydroforowego, ogrzewacza, zależy od miejsca ustawienia lub zamocowania tego odbiornika oraz od charakteru pomieszczenia. Powinno ono być wykonane w sposób dostosowany do instalacji zasilającej. W przypadku zamocowania odbiornika na ścianie lub filarze wsporczym, a także ustawienia go bezpośrednio przy nich, obwód instalacji stałej należy doprowadzić bezpośrednio aż do zacisków przyłączeniowych.

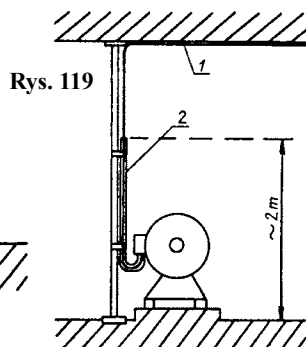
W razie trudności w realizacji takiego rozwiązania można zastosować zamocowaną na stałe puszkę rozgałęźną i wykonać krótkie doprowadzenie przewodami ułożonymi w rurze winidurowej giętkiej lub w rurze stalowej, wprowadzonej do wnętrza obudowy odbiornika, na przykład do skrzynki przyłącze-



Rys. 117



Rys. 118



Rys. 119

**Rys. 117.** Doprowadzenie instalacji stałej do odbiornika (silnika) zabudowanego na stałe przy ścianie:

1 – przewód zasilający, 2 – puszka rozgałęźna lub wyłącznik silnika, 3 – przewód oponowy, 4 – osłona przewodu

**Rys. 118.** Rozwiązanie przyłączenia odbiornika (np. silnika) zainstalowanego na stałe z dala od ściany za pomocą przewodu ułożonego pod podłogą:

1 – przewód wielożyłowy, 2 – rura stalowa

**Rys. 119.** Przyłączenie odbiornika stałego do instalacji przewodem prowadzonym po suficie:

1 – przewód wielożyłowy lub oponowy, 2 – rura osłony

niowej. Końce przewodów instalacyjnych o długości z niewielkim zapasem powinny być połączone z zaciskami odbiornika.

Na rysunku 117 pokazano poprawne przyłączenie do instalacji silnika ustawionego na stałe tuż przy ścianie. Jeśli natomiast urządzenie napędzane z odbiornikiem elektrycznym znajdują się w takim miejscu, w którym powinien być dostęp do niego z każdej strony, to przewody zasilające należy ułożyć w taki sposób, aby były niedostępne i chronione przed uszkodzeniami. Można to wykonać, prowadząc obwód po ścianie, możliwie blisko odbiornika i ukrywając dalszy ciąg przewodów w rurze stalowej lub winidurowej ułożonej pod podłogą (lub w kanale w podłodze) i doprowadzonej aż do skrzynki przyłączeniowej zasilanego urządzenia, jak pokazano na rysunku 118.

W innym przypadku przewód zasilający można prowadzić po ustawionym celowo – między sufitem a podłogą – wsporniku stalowym (np. w postaci korytka instalacyjnego), jak pokazano na rysunku 119. Można nawet wykorzystać zwieszający się przewód wielożyłowy od gniazda rozgałęźnego zamocowanego na suficie, w korytku instalacyjnym lub zawieszonym na linie nośnej. Należy zawsze osłonić przewody do wysokości około 2 m, na przykład wciągając je do rury stalowej połączonej sztywno z urządzeniem, dla ochrony przed uszkodzeniami mechanicznymi.

Oprawy oświetleniowe mocowane na stałe są wyposażone w odcinki przewodów wyprowadzonych od zacisków oprawek lamp. Przewody te mogą być połączone z przewodami instalacji ułożonej na stałe tylko przy użyciu zacisków śrubowych, umieszczonych w kostkach świecznikowych (dwu-, trój- lub nawet czterozaciskowych) do opraw jedno- lub wieloramiennych (żyrandoli).

Długość przewodów wystających z wypustów instalacyjnych powinna wynosić około 15 cm. Osadza się je w zaciskach kostki z jednej jej strony, z drugiej zaś dołącza się przewody wyprowadzone z oprawy oświetleniowej, po uprzednim odizolowaniu ich końców. Żyłę przewodów mocuje się w zaciskach kostki dokręcając wkretami. Przed połączeniem przewodów instalacji z przewodami oprawy ich końce powinno się uprzednio przymocować do sufitu lub ściany. Połączone końce przewodów wraz z kostką ukrywa się pod obudową oprawy lub osłania kołpakiem zwieszaka.

Oprawy mocowane do ścian, na przykład plafoniery, kinkiety, przykręca się bezpośrednio do ściany drewnianej, a w przypadku ściany murowanej i betonowej – do osadzonych kołków rozporowych lub klocków drewnianych. Do opraw na ścianach drewnianych stosuje się podkładki z cienkiej blachy ocynkowanej, o wymiarach nieco większych od obrysu oprawy – dla ochrony przed niebezpieczeństwem pożaru. W przypadku opraw w wykonaniu szczelnym, przewidzianych do przykręcenia do puszek rozgałęźnych, połączenia przewodów wykonuje się w puszkach, po zdjęciu osłon i kloszy.

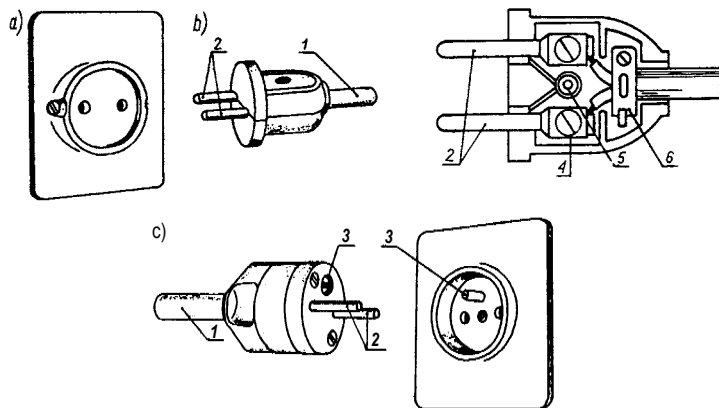
Oprawy oświetleniowe zwieszakowe, na przykład żyrandole, są zawieszane na rurach lub łańcuchach, przez które są prowadzone przewody zasilające. Lekkie oprawy mogą być zawieszane bezpośrednio na wielożyłowym przewodzie wyprowadzonym z oprawy. Przy takich oprawach należy je najpierw zawiesić, na przykład na osadzonym w suficie haku, a następnie połączyć przewody w kostce świecznikowej oraz przesunąć kołpak, aż dotknie sufitu.

Realizując zasilanie odbiorników ruchomych, przenośnych i przewoźnych, przyłącza się je do gniazd wtyczkowych przy użyciu wtyczek, zainstalowanych na końcu przewodów połączonych z odbiornikiem. Wtyczki muszą być wykonane na prąd i napięcie takie samo co gniazda. Jeżeli odbiornik przyłączany do gniazda wtyczkowego ma obudowę metalową, a nie jest urządzeniem klasy ochronności II (nie ma izolacji podwójnej lub wzmacnionej), to zarówno gniazdo, jak i wtyczka powinny być wyposażone w dodatkowe styki ochronne, a przewody łączące – w dodatkową żyłę.

Ze względu na różne typy gniazd wtyczkowych zarówno jedno-, jak i trójfazowych, należy zwrócić uwagę na dobór wtyczki do gniazda. Dotyczy to prądu znamionowego, układu oraz rozstawu otworów i bolców, ich kształtu, grubości itp. Zaleca się jak najmniejsze zróżnicowanie tego sprzętu w całych pomieszczeniach, by ułatwić użytkowanie poszczególnych odbiorników ruchomych.



Do gniazd wtyczkowych jednofazowych bez bolca ochronnego (rys. 120a) stosuje się wtyczki z dwoma bolcami oraz przewód z dwiema żyłami (rys. 120b). Jeżeli natomiast wykorzystuje się gniazdo z bolcem ochronnym, to we wtyczce odbiornika musi być otwór na ten bolc występujący w gnieździe, mimo że przewód może nie mieć żyły ochronnej (rys. 120c).



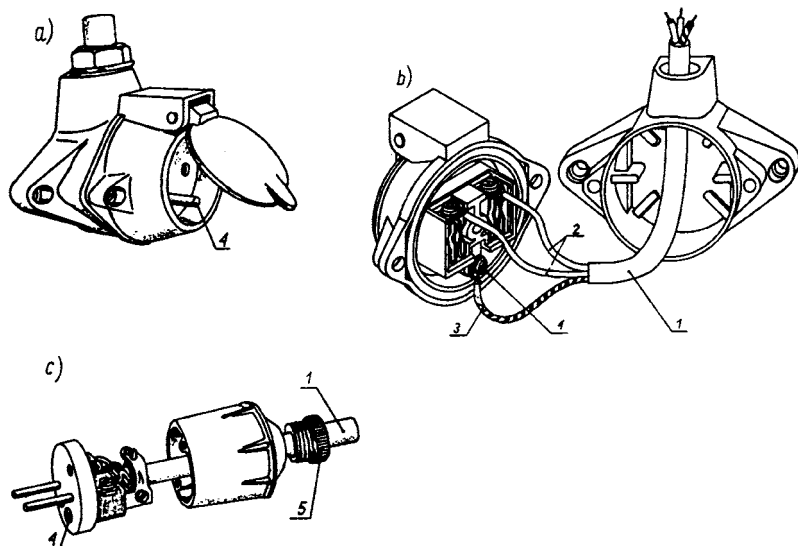
**Rys. 120.** Gniazdo wtyczkowe jednofazowe bez styku ochronnego (a), wtyczka do tego gniazda (b) oraz podobne gniazdo z wtyczką (c), lecz ze stykiem ochronnym:

1 – przewód zasilający odbiornik ruchomy, 2 – wtyki robocze, 3 – styk ochronny, 4 – zacisk, 5 – otwór z gwintem na śrubę łączącą obie części wtyczki, 6 – uchwyt końca przewodu w oponie

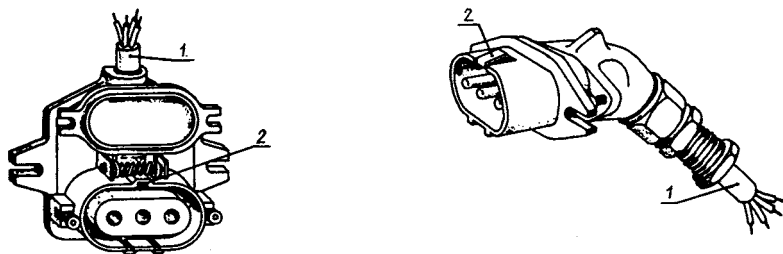
Wtyczka taka może być również włożona do gniazd bez styku ochronnego. Oznacza to możliwość zasilania z takiego gniazda odbiorników wymagających środków ochrony przeciwporażeniowej przed dotykiem pośrednim – bez spełnienia tej ochrony. Obecnie wymaga się, by wszystkie gniazda wtyczkowe były ujednolicone – z bolcem ochronnym i doprowadzonym, osobnym przewodem ochronnym PE.

Gdy gniazdo jest trójfazowe, wówczas wtyczka musi mieć trzy lub cztery styki robocze i styk ochronny. Na ogół styk ochronny jest wykonany w postaci oddzielnego bolca we wtyczce, dłuższego od pozostałych, który to bolc wchodzi w odpowiedni styk tulejowy w gnieździe. W niektórych, starszych wykonaniach gniazd szczelnych – stosowanych w pomieszczeniach wilgotnych – styki ochronne mogą mieć postać blaszek zamocowanych wewnątrz obudowy gniazda oraz na zewnątrz obudowy wtyczki (rys. 121). Po wetknięciu wtyczki wymienione styki przylegają do siebie.

Obudowa takich wtyczek jest metalowa lub z tworzywa sztucznego, na przykład bakelitowa (rys. 122). W przypadku wtyczek z obudową metalową



**Rys. 121.** Gniazdo wtyczkowe jednofazowe ze stykiem ochronnym, szczelne do pomieszczeń wilgotnych oraz z wyziewami żrącymi: a) widok gniazda wtyczkowego; b) widok połączeń przewodów w gnieździe; c) wtyczka rozmontowana z pokazaniem połączeń: 1 – przewód (zwykle wielożyłowy), 2 – żyła robocza, 3 – żyła ochronna, 4 – styki ochronne, 5 – dławnicza zapewniająca uszczelnienie wprowadzenia przewodu do wtyczki

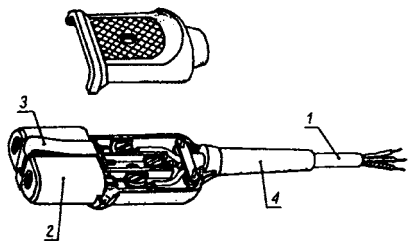


**Rys. 122.** Gniazdo wtyczkowe trójfazowe z wtyczką, w obudowie szczelnej metalowej starożytnego typu, ze stykiem ochronnym w postaci blaszek: 1 – przewody instalacji stałej i giętkie do odbiornika, 2 – styki ochronne

styk ochronny jest z nią połączony, a przewód zawiera żyłę ochronną, a więc jest cztero- lub nawet pięćżyłowy, jeśli jest przyłączane urządzenie wyposażone w odbiorniki elektryczne zarówno trójfazowe, na przykład silniki, jak i jednofazowe, na przykład lampy.

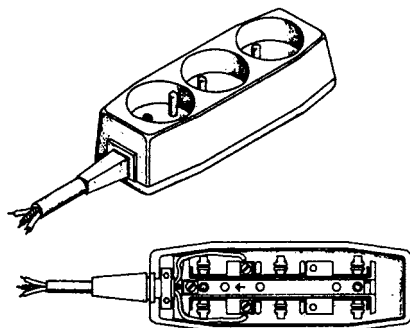
Do zasilania kucharek i grzejników jednofazowych, a niekiedy również do żelazek stosowano dawniej nasadki grzejnikowe (rys. 123), pełniące funkcję gniazda wtyczkowego na końcu przewodu zasilającego. Wtedy na odbiorni-

ku znajdowała się nabudowana wtyczka. W nowszych rozwiązaniach prawie wszystkie odbiorniki są na stałe wyposażone w przewód zasilający z wtyczką nierozbieralną (wypraska z materiału izolacyjnego).



Rys. 123. Nasadka grzejna:

1 – przewód, 2 – końcówka porcelanowa, 3 – styki ochronne, 4 – odgiętka elastyczna chroniąca przed uszkodzeniem wskutek silnego zginania



Rys. 124. Jednofazowe gniazdo wtyczkowe potrójne ze stykami ochronnymi do przedłużaczy

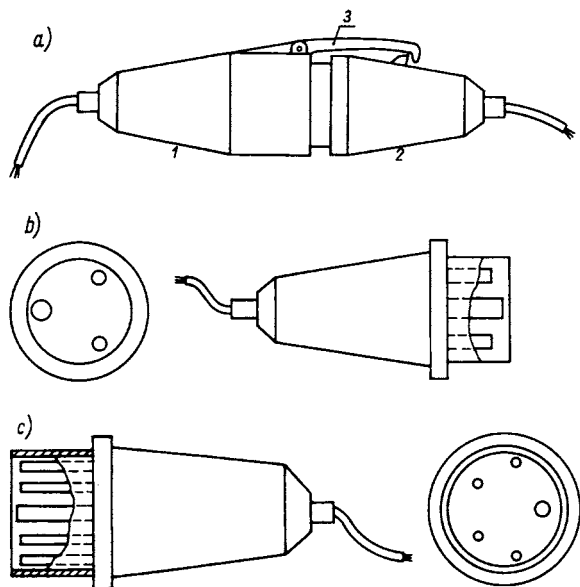
Najczęstszą przyczyną niesprawności instalacji elektrycznej są uszkodzenia występujące w zasilaniu odbiorników ruchomych. Warto więc pamiętać o stosowaniu odgiętek na doprowadzeniach przewodów oponowych i sznurów do sprzętu instalacyjnego, a także uchwytów końców tych przewodów w sprzęcie i uszczelnień sprzętu uznawanego za szczelny. Te elementy montażowe są widoczne na przedstawionych rysunkach. Odgiętki zapobiegają pękaniu żył przewodów do odbiorników ruchomych przy zginaniu pod ostrym kątem. Jeśli nie są stosowane, należy na koniec przewodu nasunąć giętką rurę z tworzywa sztucznego długości około 10 cm, unieruchamiając ją przez ściśnięcie przy skręcaniu sprzętu. Uchwyt końca przewodu (wraz z powłoką) w miejscu wyprowadzenia do sprzętu uniemożliwia wrywanie żył przewodu z zacisków. Odpowiednie uszczelnienie wyprowadzeń przewodów do sprzętu chroni przed wnikaniem wilgoci i pyłów do jego wnętrza.

W celu przyłączenia wtyczki, nasadki lub gniazda do przedłużacza należy najpierw sprzęt rozmontować, przyłączyć żyły przewodu do jego zacisków, a następnie ponownie zmontować. Przed zamocowaniem na przewodzie wtyczek przeznaczonych do gniazd szczelnych należy pamiętać o nałożeniu na przewód dławnicy oraz elementu uszczelniającego („korka”). Przewód powinien być do wtyczek tak wprowadzony, aby izolacja żył dotykała ich zacisków.

Gdy przewód odbiornika jest zbyt krótki do połączenia z gniazdem wtyczkowym, wówczas korzysta się z przedłużacza. Tworzy go odcinek przewodu do odbiorników ruchomych, zaopatrzony z jednej strony we wtyczkę, a z dru-

giej – w gniazdo wtyczkowe przenośne. Gniazda takie mogą być pojedyncze i wielokrotne (rys. 124), umożliwiające przyłączenie kilku odbiorników jednocześnie. Przekrój żył przedłużacza powinien być odpowiedni do przyłączenia łącznie wszystkich odbiorników, przewidywanych do zasilania.

Przedłużacz przeznaczony do korzystania na zewnątrz lub w pomieszczeniach inwentarskich powinien być wykonany z przewodu oponowego typu OW, OP, OPd itp., z gniazdem w obudowie metalowej szczelnej i z klapką osłaniającą styki (rys. 125). W ten sposób chroni się go przed zanieczyszczeniem, a jednocześnie po wetknięciu wtyczki klapka zahacza o gniazdo, zabezpieczając zespół przed przypadkowym rozłączeniem.

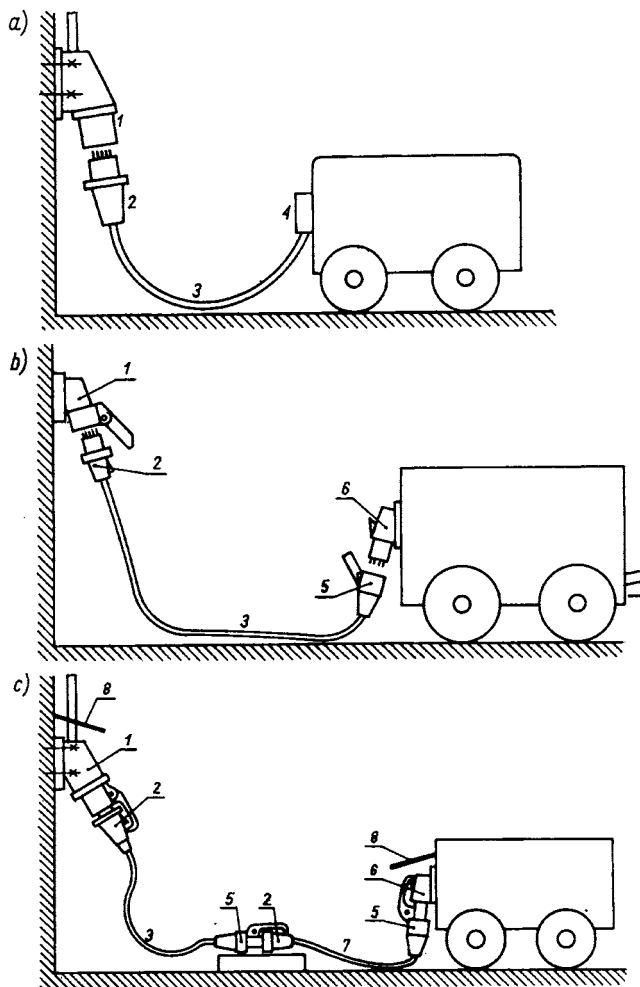


**Rys. 125.** Gniazdo wtyczkowe z wtyczką w obudowie metalowej do przedłużacza: a) zestaw przenośnego gniazda wtyczkowego z wtyczką; b) wtyczka jednofazowa ze stykiem ochronnym; c) wtyczka trójfazowa czterobiegunowa ze stykiem ochronnym:

1 – gniazdo wtyczkowe, 2 – wtyczka, 3 – klapka z zaczepem

Maszyny i inne urządzenia produkcyjne wykorzystywane okresowo w rolnictwie są zwykle przewożne lub przestawne. Wyposaża się je w różne odbiorniki elektryczne jedno- i trójfazowe, w tym silniki i grzejniki o dużej mocy. Do ich zasilania są konieczne gniazda wtyczkowe, trój- i pięciobiegunowe ze stykiem ochronnym, o dużej wartości prądu znamionowego. Do zasilania tych gniazd stosuje się osobne obwody instalacyjne (rys. 126).

Przewody oponowe służące do przyłączania tych urządzeń powinny mieć właściwą liczbę żył miedzianych (trzy lub pięć) o odpowiednim przekroju i zainstalowaną na końcu wtyczkę ze stykiem ochronnym. Ze względu na wygodę obsługi jest pożądane, by przewody te nie były połączone na stałe z urządzeniem. Dlatego na drugim końcu przewodu instaluje się przenośne gniazdo wtyczkowe,



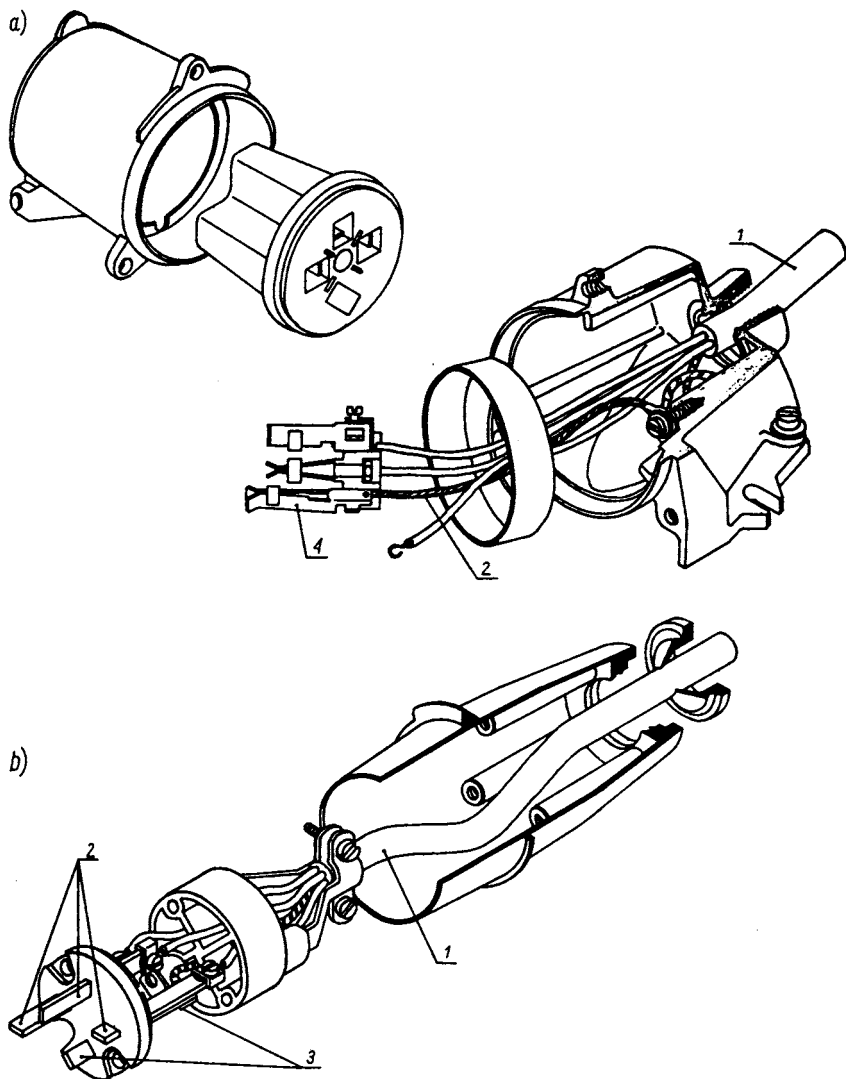
**Rys. 126.** Zasilanie elektryczne rolniczych maszyn i urządzeń produkcyjnych: a) przewodem oponowym przyłączonym na stałe do urządzenia; b) przewodem przyłączeniowym zakończonym gniazdem przenośnym; c) przewodem przyłączeniowym z przedłużaczem:

1 – gniazdo wtyczkowe w instalacji stałej, 2 – wtyczka, 3 – przewód przyłączeniowy, 4 – skrzynka zaciskowa na zasilanym urządzeniu, 5 – gniazdo wtyczkowe przenośne, 6 – wtyczka zamontowana na stałe, 7 – przedłużacz, 8 – daszek osłaniający przed opadami atmosferycznymi

przy czym na zasilanym urządzeniu jest na stałe zamontowana odpowiadająca mu wtyczka (rys. 126b). Cały sprzęt łączeniowy musi być tego samego typu.

Niekiedy jest konieczne zastosowanie przedłużacza jak na rysunku 126c. Jednak przewody przyłączeniowe do odbiorników ruchomych i przedłużacze nie mogą być zbyt długie, gdyż występujący na nich spadek napięcia może powodować nadmierne obniżenie napięcia na zaciskach odbiorników. Utrudniałoby to rozruch silnika i zmniejszało moc grzejnika.

Na rysunku 127 pokazano wykonanie połączeń w typowym sprzęcie montowanym na przewodach przyłączeniowych do ruchomych odbiorników trójfazowych stosowanych w rolnictwie.



**Rys. 127.** Połączenia w przenośnym sprzęcie trójfazowym ze stykami ochronnymi i szczelną obudową metalową: a) w gnieździe wtyczkowym; b) we wtyczce:  
 1 – czterożyłowy przewód oponowy (do przedłużacza lub przyłączeniowy), 2 – połączenie ochronne, 3 – styki w postaci płaskich wtyków, 4 – styki szczękowe

## 8.4. Prace konserwacyjne i naprawcze

Podczas konserwacji instalacji elektrycznych przynajmniej raz na dwa lata należy wykonać szczegółowe oględziny. Należy wówczas otworzyć wszystkie puszkę rozgałęźne, odkręcić sprzęt łączeniowy i oprawy oświetleniowe oraz odsłonić tablice i aparaturę rozdzielnic. Następnie należy usunąć z ich wnętrza wszelkie zanieczyszczenia, a także sprawdzić i podokręcać wszystkie połączenia śrubowe przewodów. Po wykonaniu tych czynności należy zamocować ponownie sprzęt oraz pozakładać wszystkie osłony i drzwiczki.

Konieczne jest również sprawdzenie stanu styków w gniazdach wtyczkowych i wtyczkach. Jeżeli one są opalone lub obluzowane, należy je wymienić. W razie stwierdzenia obecności skondensowanej wody, należy ją usunąć, a instalację wysuszyć, pozostawiając na pewien czas odsłonięte puszkę rozgałęźne. Należy usunąć zanieczyszczenia z rur i przewodów ułożonych na powierzchni ścian oraz ze skrzynek rozdzielnic, osłon sprzętu itp. Części metalowe instalacji należy pomalować odpowiednim lakierem ochronnym przed korozją.

Bieżące prace konserwacyjne przy instalacjach elektrycznych polegają przede wszystkim na wymianie całego sprzętu i osprzętu wykazującego uszkodzenia (np. łączników i gniazd wtyczkowych działających zawodnie lub z pękniętą i niekompletną obudową), na wymianie odcinków przewodów z uszkodzoną izolacją lub ułamanymi końcami żył, a także na uzupełnieniu brakujących elementów na przykład do mocowania, pokryw puszek rozgałęźnych, osłon.

Jeżeli przy oględzinach instalacji stwierdza się niezgodne z normami lub przepisami technicznymi wykonanie ich fragmentów, należy je usunąć i zainstalować nowe, wykonane prawidłowo. Całość prac konserwacyjnych należy wykonywać w instalacji wyłączonej spod napięcia. Przed ponownym załączeniem zasilania należy sprawdzić induktorem, czy nie nastąpiło jakieś przypadkowe zwarcie w instalacji.

Użytkownicy zlecają naprawę instalacji w przypadkach jej niesprawności spowodowanej zwarcie lub przerwą w działaniu odbiorników. Przed podjęciem prac naprawczych w instalacji należy przede wszystkim się upewnić, czy przyczyną awarii jest rzeczywiście uszkodzenie w instalacji, czy – co bywa częściej – w którymś odbiorniku.

W tym celu należy dokonać przeglądu zabezpieczeń nadprądowych, a następnie po wyłączeniu wszystkich odbiorników sprawdzić, jak zachowują się te zabezpieczenia po włączeniu napięcia w każdym z obwodów. Jeśli nie następuje ich zadziałanie, należy przyłączać kolejno odbiorniki, aż do wykrycia, który z nich jest uszkodzony, bo wywołuje działanie zabezpieczeń. W wykryciu uszkodzenia może być pomocna rozmowa z użytkownikiem instalacji oraz obejrzenie instalacji i przyłączonych do niej urządzeń odbiorczych.

Do wykrycia miejsca zwarcia w instalacji konieczne jest odłączenie wszystkich odbiorników; oczywiście muszą być też wyłączone wszystkie zabezpieczenia nadprądowe. Jeśli wówczas – korzystając z induktora – stwierdzi się zwarcie w którymś z obwodów, należy porozłączać przewody kolejno w gniazdach rozgałęźnych i zbadać, w którym odcinku występuje zwarcie. Zdarza się, że po rozłączeniu przewodów zwarcie znika. Należy wtedy sprawdzić wszystkie pierścienie lub rozety rozgałęźne, czy nie występuje niepotrzebne połączenie między zaciskami. W razie podejrzenia takiego uszkodzenia należy wymienić rozety rozgałęźne na nowe.

W przypadku wykrycia zwarcia we fragmencie instalacji z łącznikiem lub gniazdem rozgałęźnym należy je odłączyć i zbadać stan izolacji między zaciskami samego sprzętu; w razie jego uszkodzenia – wymienić na nowe. Gdy zwarcie zlokalizowano w samym ciągu przewodów, należy je także wymienić na nowe. Takie zwarcie może być spowodowane uszkodzeniem mechanicznym lub miejscowym przegrzaniem przewodów. Po ich zdemontowaniu zaleca się obejrzeć dokładnie miejsce uszkodzenia, by upewnić się o wystąpieniu zwarcia i znaleźć jego przyczyny. W ten sposób zapobiega się powstaniu podobnego uszkodzenia w przyszłości.

Miejsca przerwy w przepływie prądu wyszukuje się w wyłączonej spod napięcia instalacji (lub niesprawnej jej części) bez rozłączania połączeń w puszkach lub sprężce. Najlepiej użyć do tego celu induktora i dwóch odcinków jednożyłowego przewodu izolowanego długości 1 m i 3 m. Za pomocą tych przewodów dołącza się jeden zacisk induktora do zacisków w rozdzielnicy, w puszcze rozgałęźnej lub w sprężce, a drugi – do kolejnych zacisków w następnej puszcze, sprężce lub na odbiorniku. W ten sposób łatwo wykryć, które zaciski są połączone przez te same przewody i między którymi występuje przerwa.

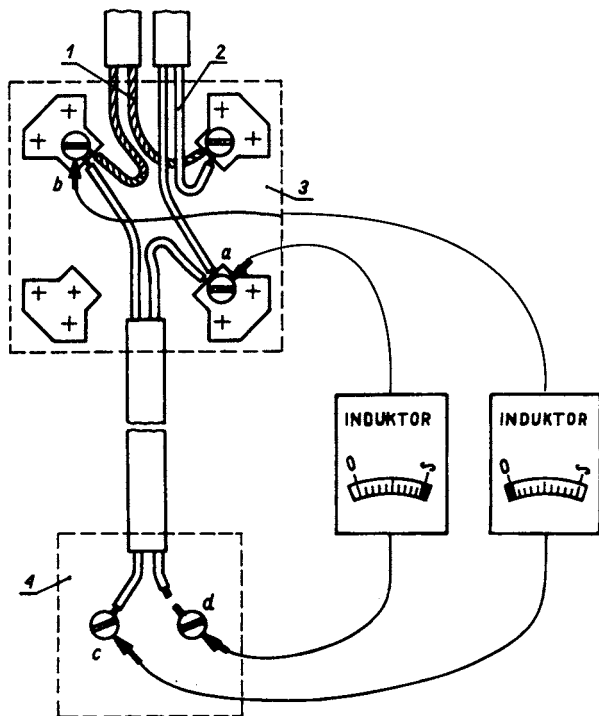
Do wyciągnięcia odpowiednich wniosków potrzebna jest znajomość schematu instalacji. Jeśli takiego nie ma, elektryk musi go odtworzyć na podstawie występujących w instalacji wypustów przyłączeniowych (do odbiorników i gniazd wtyczkowych), łączników i puszek rozgałęźnych. Wymaga to niekiedy wielu pomiarów, ale umożliwi logiczne, a nie przypadkowe wykrycie miejsc uszkodzeń i poprawne połączenia po ich usunięciu.

Najczęściej przerwa występuje przy zaciskach łączeniowych wskutek ich obłuzowania się lub ułamania końcówki przewodu. Należy dlatego najpierw sprawdzić wszystkie doprowadzenia przewodów do zacisków, poruszając je ręką. Przy wyszukiwaniu przerw w obwodzie jest ważne ustalenie położenia wyłączników, ponieważ w stanie wyłączonym wszystkie wykazują przerwę w obwodzie.

Na rysunku 128 pokazano przykładowo wykrywanie przerwy w odcinku



instalacji za pomocą induktora. Odczyt na skali induktora jest następujący: 0 przy dołączeniu go między zaciskiem *b* w puszcze rozgałęźnej a zaciskiem *c* w wyłączniku, natomiast  $\infty$  między zaciskiem *a* w puszcze a zaciskiem *d* w wyłączniku. Wskazuje to na przerwę w tym drugim przypadku. Po sprawdzeniu okazało się, że przy zacisku *d* w wyłączniku ułamał się koniec przewodu.



**Rys. 128.** Wykorzystanie induktora do poszukiwania przerw w ciągłości przewodów i połączeń instalacji:

1 – przewody do oprawy oświetleniowej,  
2 – przewody obwodowe od strony zasilania,  
3 – puszka rozgałęźna,  
4 – sprzęt (łącznik lub gniazdo wtyczkowe)

Usunięcie takiego uszkodzenia wymaga wyjęcia z zacisku nadłamanego końca przewodu, odizolowania pozostałej części żyły przewodu i ponownego zamocowania jej w zacisku. Tak się postępuje, gdy jest zapas długości przewodu. Jeżeli przewód jest zbyt krótki, konieczna staje się wymiana całego odcinka przewodu w instalacji na nowy, z odpowiednim zapasem długości na obu końcach. Podobnie odcinek przewodu, w którym występuje przerwa ciągłości żyły, też podlega wymianie. Warto się zastanowić nad przyczyną takiego uszkodzenia, by zapobiec podobnemu w przyszłości.

Takie zabiegi konserwacyjne i naprawcze wykonuje się w celu doprowadzenia instalacji do poprzedniego stanu bez jakichkolwiek zmian w jej rozwiązaniu. Trzeba być jednak przy tym przekonanym, że wcześniejszy stan instalacji był należyty. Przy okazji można na życzenie zlecniodawcy dokonać zmiany

lub rozbudowy instalacji, bo na przykład przesunięto odbiornik w inne miejsce lub wprowadzono nowy. Należy wtedy wykonać potrzebne fragmenty instalacji przy użyciu tych samych lub podobnych materiałów i w tym samym systemie, jak pozostała instalacja.

## 9. Szczególne czynności montażowe

### 9.1. Łączenie przewodów w zaciskach

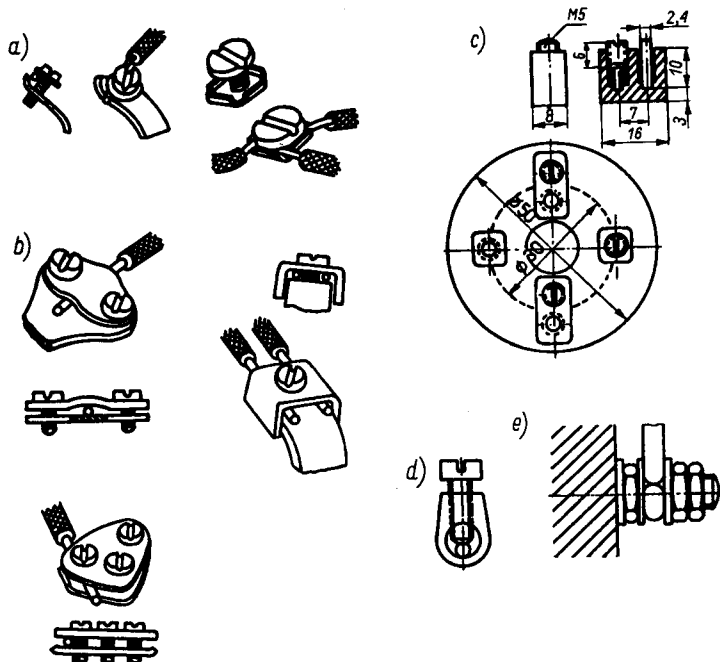
W każdej instalacji występują dziesiątki, a nawet setki różnych połączeń przewodów elektrycznych. Ich stan decyduje o ciągłości zasilania odbiorników energii elektrycznej oraz o bezpieczeństwie przeciwporażeniowym i przeciwpożarowym. Dlatego prawidłowemu wykonaniu połączeń należy zawsze poświęcać szczególną uwagę. Chodzi o to, że prąd przepływając przez miejsce styku połączonych przewodów napotyka opór, zwany rezystancją przejścia z jednego materiału przewodzącego do drugiego. Zależy ona przede wszystkim od wielkości powierzchni styku, siły docisku i stanu tych powierzchni.

W miejscach styku przewodników zachodzą reakcje chemiczne (między innymi wywołwane zjawiskiem elektrolizy), zależne od rodzaju materiałów przewodzących oraz wilgoci i temperatury środowiska. Powodują one tworzenie się na powierzchni przewodów warstewki związków, głównie tlenków metali, źle przewodzących prąd elektryczny. W miejscu styku może też występować iskrzenie przy niezbyt dokładnym przyleganiu powierzchni stykowych. Iskrzenie jest przyczyną nadpalenia materiału przewodów i zmniejszenia powierzchni styków oraz pogorszenia ich stanu.

W miejscu styków zwiększa się rezystancja, co powoduje ich silne nagrzewanie przy przepływie prądu i wzrost temperatury żył przewodów wskutek dobrego przewodnictwa cieplnego ich materiału. To z kolei prowadzi do niszczenia izolacji przewodów i zwarć między żyłami przewodów przez zwęgloną izolację, która staje się przewodnikiem.

W instalacjach elektrycznych wymaga się, by rozłączalne połączenie przewodów polegało na silnym ściśnięciu w specjalnych zaciskach, najczęściej śrubowych. W zaciski takie jest wyposażony sprzęt instalacyjny oraz rozety i pierścienie w gniazdach rozgałęźnych. W zależności od rodzaju zacisków różni się następujące sposoby mocowania w nich odizolowanych żył przewodów (rys. 129):

- w zaciskach główkowych żyłę lub żyły dociska się łbem wkręta dociskowego,
- w zaciskach nakładkowych żyły mocuje się między podstawą a nakładką dociskową za pomocą jednej lub więcej śrub,

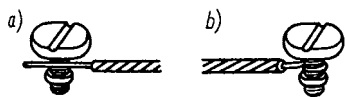


**Rys. 129.** Mocowanie przewodów w zaciskach: a) główkowych; b) nakładkowych; c) szczelinowych; d) tulejowych; e) sworzniowych

– w zaciskach szczelinowych żyły (trzy miedziane, ale tylko jedna aluminiowa) wsuwa się w szczelinę pod sworznię wkręta,

– w zaciskach tulejkowych żyłę (lub żyły) wsuwa się do tulei, przy czym dociska się ją wkrętem lub wkrętami wkręcanymi w nagwintowany otwór w ścianie tulei,

– w zaciskach sworzniowych, które wymagają wykonania oczek na końcach żył (w sposób podany na rysunku 130b), nasadza się je na sworznię zacisku i dociska nakrętką.



**Rys. 130.** Wprowadzenie żyły przewodu pod łeb wkręta dociskowego w zacisku, przy czym koniec żyły jest: a) wyprostowany; b) ukształtowany w oczko

W celu wykonania połączeń należy odizolować końce żył przewodów na długości zależnej od potrzeb (często wystarczy 10–14 mm). Dzięki temu można je łatwo umieścić w zaciskach. Przewód powinien być zamocowany w zacisku tak, aby cała część odizolowana znalazła się w zacisku. Izolację najlepiej jest

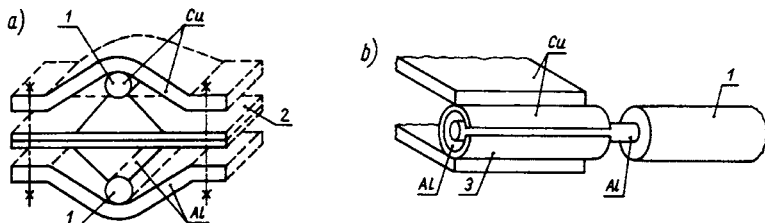
zdejmować z przewodu za pomocą specjalnie do tego celu przystosowanych cęgów lub noża monterskiego, uważając, aby nie naciąć żyły przewodu.

Dużą trudność stwarza przy tym zdejmowanie zewnętrznej powłoki przewodów wielożyłowych. Najpierw bowiem nadcina się ją na obwodzie, lecz nie za głęboko, by nie uszkodzić izolacji żył. Następnie przecina się ją wzdłuż osi przewodu i rozchyla brzegi nacięcia po to, aby odciąć powłokę w zaznaczonym miejscu na obwodzie.

Bardzo wygodne jest użycie do tego celu specjalnych cęgów, umożliwiających całkowite przecięcie powłoki w wymaganym miejscu i jej ściągnięcie wzdłuż przewodu. W podobny sposób ściąga się izolację z końców poszczególnych żył (nie wolno uszkodzić materiału przewodzącego). Zapewniają to właśnie przeznaczone specjalnie do tego celu cęgi. Zaleca się pozostawić krótkie odcinki izolacji na żyłach poza miejscem odcięcia zewnętrznej powłoki przewodu.

Końce żył przewodów pozbawione izolacji należy odpowiednio przygotować. Żyły jednodrutowe wymagają tylko oczyszczenia z nalotu (zwłaszcza po demontażu), odpowiedniego przycięcia i ewentualnie wykonania oczka przystosowanego do zacisku główkowego. Jeśli jednak jest to żyła wielodrutowa, po oczyszczeniu drutów linki jest konieczne ich ściśle skręcenie i oblutowanie.

W przypadku przewodów aluminiowych występujących jeszcze w starych instalacjach trzeba dokładnie obejrzeć końce żył, sprawdzić, czy nie są nadłamane (odciąć nadłamanie) oraz oczyścić. Na końce żył należy założyć sprężynujące (przecięte wzdłużnie) tulejki z blachy bimetalowej (Cu-Al). Zapobiega to nie tylko szybkiemu śniedzeniu wskutek elektrolizy po zamocowaniu w zacisku stalowym lub mosiężnym, lecz także poluzowaniu się żyły wskutek „płynięcia” aluminium pod naciskiem wkręta mocującego (rys. 131). Poprzednio stosowano do przewodów aluminiowych specjalne zaciski sprężynujące, które nie wymagały użycia takich tulejek.

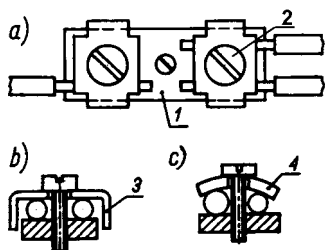


**Rys. 131.** Połączenia przewodów miedzianych z aluminiowymi: a) z zastosowaniem bimetalowej (Cu-Al) wkładki płytkowej; b) z użyciem bimetalowej tulejki:

1 – przewód instalacyjny, 2 – płytka bimetalowa, 3 – tulejka bimetalowa

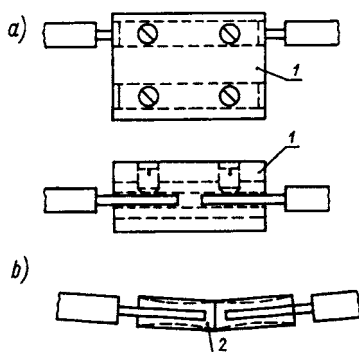
Wkładając koniec żyły przewodu do zacisku główkowego, sworzniowego lub nakładkowego, należy zwrócić uwagę, by znalazł się on z lewej strony wkręta, jak pokazano na rysunku 130. Chodzi o to, by przy dokręceniu był on wciągany do zacisku, a nie wypychany z niego. Ważne jest także, by wkręt w zacisku albo przechodził przez płytkę dociskową, albo przez specjalne podkładki zwiększające powierzchnię styku z żyłą przewodu oraz poprawiające mocowanie.

Oprócz zacisków przyłączeniowych, służących do mocowania żył pojedynczych przewodów występują zaciski rozgałęźne do kilku żył. Mocują one prawidłowo tylko przewody o tych samych lub zbliżonych przekrojach żył. Niektóre są przystosowane do łączenia przewodów o dużej różnicy przekrojów (rys. 132).



**Rys. 132.** Połączenia przewodów: a) w zaciskach płytkowych; b) o jednakowych średnicach żył; c) jw., lecz o różnych średnicach:

1 – płytkę zacisku, 2 – wkręt dociskowy, 3 – podkładka płaska, 4 – podkładka wycięta łukowato

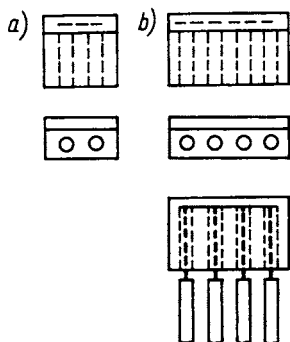


**Rys. 133.** Zaciski tulejkowe przelotowe: a) śrubowe; b) sprężynujące: 1 – korpus zacisku, 2 – tulejka

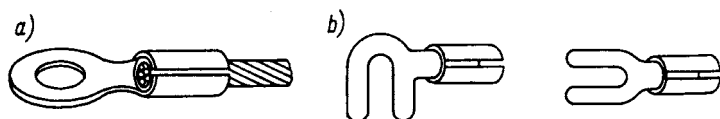
Spotyka się także zaciski bezśrubowe, umożliwiające silne ściśnięcie końców żył łączonych przewodów. Występują one w postaci kapturków ze stożkowym nagwintowanym otworem. Zaciski te nakręca się na splecione żyły. Połączenia takie uznaje się za niewłaściwe, gdyż są nierozbieralne, a w celu rozłączenia przewodów obcina się ich końce. Są też inne zaciski, ze sprężynującym elementem w otworze stożkowym (rys. 133), które nasuwa się na proste końce żył łączonych przewodów. Te udaje się ściągnąć z żył w celu zdemonstrowania połączenia. Zaciski takie występują również w wersji umożliwiającej łączenie kilku przewodów ze sobą (rys. 134).

Przy połączeniach śrubowych podlegających częstym demontażom, na przykład w aparatach pomiarowych i sterowniczych, spotyka się specjalne końcówki blaszane, pierścieniowe lub widelkowe (rys. 135). Zakłada się je na końcach żył przewodów, zwłaszcza o małych przekrojach i wykonanych

z linek skręconych z wielu cienkich drutów. Końcówki takie mają utworzoną tulejkę, zwykle przeciętą wzdłużnie, którą zakłada się na żyłę przewodu, zaciska i oblutowuje. Rozwiązanie to stosowane w zaciskach sworzniowych lub główkowych zapewnia bardzo dobre połączenie.



Rys. 134. Zaciski sprężynujące jednostronne do połączeń: a) dwóch żył; b) od dwóch do czterech żył



Rys. 135. Końcówki do żył przewodów: a) oczkowe; b) widelkowe

W przypadku przewodów o znacznych przekrojach – w celu polepszenia warunków przewodzenia prądów o dużych wartościach w zaciskach przyłączeniowych – stosuje się końcówki pierścieniowe. Końcówki te po założeniu na żyłę przewodu są z nią spajane przez silne zaciśnięcie w specjalnych praskach. Spotyka się to często na zakończeniach kabli doprowadzonych do złączy.

## 9.2. Połączenia lutowane i spawane

W pewnych przypadkach może być dogodne i celowe łączenie przewodów przez lutowanie. Dotyczy to przewodów z żyłami miedzianymi o bardzo małych przekrojach, które przewodzą niewielkie prądy, na przykład w instalacjach sygnalizacyjnych i teletechnicznych. Lutowanie stosuje się także do przygotowania (tzw. pobielania) końców żył przewodów mocowanych w zaciskach śrubowych, usztywnienia końców żył (zespolenia drutów linki), uniemożliwienia pokrywania się śnieżką w środowisku z wyziewami żrącymi (pogarsza to bowiem przewodność elektryczną połączeń) oraz do trwałego zamocowania na żyłach końcówek blaszanych do połączeń w zaciskach śrubowych.

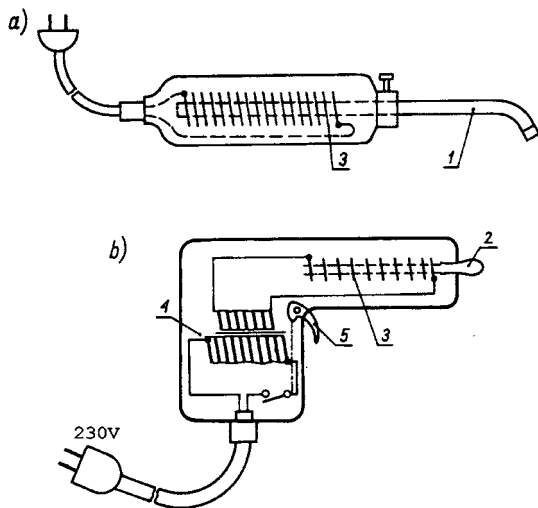
Lutowanie polega na powlekanii części metalowych roztopionym lutem, zwanym także lutowiem. Powlekanie części pozostają w stanie stałym. Przy

łączeniu żył pokrywający je lut, krzepnąc, tworzy trwałą spoinę. Cechą takich spoin jest ich szczelność oraz dobra przewodność elektryczna. Przy tym nie występują niekorzystne zmiany struktury materiału łączonych części. Połączenia lutowane mogą jednak przenosić tylko nieduże obciążenia mechaniczne.

Luty są stopami, których głównymi składnikami są cyna, ołów, cynk i miedź. Od składników i ich proporcji zależy temperatura topnienia lutów – najważniejsza ich cecha. Pod tym względem luty dzieli się na miękkie, twarde i specjalne. W technice elektroinstalacyjnej używa się wyłącznie lutów miękkich o stosunkowo niskiej temperaturze topnienia (około 180°C). Temperatura ta nie powoduje nadmiernego nagrzewania się izolacji. W przeciwnym razie przegrzana izolacja twardnieje i kruszy się, odsłaniając żyły przewodów na znacznej nieraz długości, co może wywołać zwarcia.

Luty twarde, będące stopem cynku i miedzi, ewentualnie ołowiu, mają temperaturę topnienia powyżej 500°C. Służą do spajania większych elementów i zapewniają większą wytrzymałość mechaniczną połączeń elektrycznych. Luty specjalne mają szczególne zastosowanie, między innymi do lutowania elementów aluminiowych. Jest to bardzo trudne i nie jest praktykowane przy pracach elektromontażowych.

Lutowanie miękkie wymaga stosowania specjalnego narzędzia – lutownicy do topienia lutu i miejscowego nagrzewania pokrywanego elementu. Jest to ręczna nagrzewnica z wystającym trzpieniem, zwanym grotem (rys. 136).



**Rys. 136.** Lutownica elektryczna:

a) bezpośrednia; b) transformatorowa:

1 – grot, 2 – końcówka lutownicy, 3 – grzejnik, 4 – transformator obniżający napięcie, 5 – przycisk załączający transformator

Do lutowania przewodów najlepiej nadaje się elektryczna lutownica transformatorowa z prostym lub zagiętym grotem miedzianym. Grot ten jest połą-



czony z uzwojeniem wtórnym specjalnego transformatora, którego uzwojenie pierwotne jest zasilane napięciem 230 V prądu przemiennego. W rękojeści lutownicy jest umieszczony wyłącznik przyciskowy transformatora.

Rdzeń magnetyczny transformatora lutownicy jest tak zwymiarowany, że przy przepływie prądu zwarciovego przez grzejnik grotu występuje stan nasycenia magnetycznego. Ogranicza to prąd, ale i tak osiąga on dużą wartość. Przekładnia zwojowa transformatora jest dobrana w ten sposób, że napięcie na grocie lutownicy nie jest wyższe niż bezpieczny poziom 24 V. Dzięki takiemu rozwiązaniu lutownicy następuje szybkie nagrzewanie grotu po załączeniu napięcia oraz szybkie stygnięcie po wyłączeniu. Lutownica ma znaczną moc, około 0,5 do 1 kW, ale pobieraną impulsowo.

Lut potrzebny do lutowania przewodów ma postać litego pręta lub cienkiej rurki – wykonanej ze stopu lutowniczego, wypełnionej kalafonią – nazywanej tinolem. Kalafonia poprawia warunki przyczepności lutu, musi być jednak czysta. Dla zapewnienia przyczepności lutu powlekaną powierzchnię trzeba dokładnie oczyścić i odłuszczyć. W razie wątpliwości lub trudności lutowania należy użyć pasty lutowniczej. Spajane żyły lub inne elementy muszą być najpierw pobielone, a następnie dociśnięte, podgrzane i przytrzymane do zastygnięcia lutowia.

Niekiedy podczas prac elektroinstalacyjnych stosuje się łączenie za pomocą spawania elementów stalowych, na przykład przy wykonywaniu uziołów czy wsporników pod rozdzielnice, połączeń wyrównawczych (łączenie przewodów ochronnych z elementami konstrukcyjnymi). *Spawanie* polega na spajaniu przez stopione spoiwo z tego samego materiału co łączone elementy. Utworzona spoina, tzw. spaw, twardnieje wskutek krzepnięcia. Do miejscowego topienia spawanych metali najwygodniej wykorzystać nagrzewanie łukiem elektrycznym w urządzeniu, nazywanym spawarką elektryczną.

*Spawarki elektryczne* są różnego rodzaju; najprostsze i najtańsze są spawarki transformatorowe. Korzysta się w nich ze specjalnego transformatora spawalniczego zasilanego z instalacji napięciem 230 V prądu przemiennego. Jest to transformator obniżający napięcie do około 70 V. Na jego wyjściu może być stosowany układ prostownikowy, złożony z diód półprzewodnikowych (przy prądzie stałym uzyskuje się spawy lepszej jakości). Do zacisków po stronie wtórnej transformatora (jeden zacisk jest uziemiony) przyłącza się izolowane przewody spawalnicze prowadzone do miejsca spawania. Tu przewód napięciowy jest połączony z elektrodą spawalniczą, a przewód uziemiony – z elementem spawanym.

Przy zbliżeniu elektrody pod napięciem do spawanego elementu powstaje łuk elektryczny nagrzewający zarówno materiał elektrody, jak i sam element. Elektroda, roztopiając się, tworzy na elemencie naciek, który stygnąc łączy się

ściśle z materiałem podłoża. Chcąc zespolić dwa elementy, trzeba zestawić je ściśle czołowo lub nałożyć jeden na drugi i utworzyć wzdłuż ich krawędzi naciek w materiale elektrody. Taka spoina jest bardzo trwała i wytrzymuje duże obciążenia mechaniczne, a przy tym dobrze przewodzi prąd elektryczny.

W spawarce można zmieniać natężenie prądu spawania i w ten sposób oddziaływać na temperaturę nagrzewania spawanych elementów. Chodzi o to, by wykonać prawidłową spoinę, ale ustrzec się przed wypaleniem materiału łączonych elementów. Spoina spawana, czy inaczej spaw, rzadko jest ciągła, na ogół wystarcza wykonanie jej punktowo w kilku miejscach styku łączonych elementów.

Spawanie elektryczne może być wykonane prądem stałym lub przemiennym. Przy prądzie stałym uzyskuje się spaw równiejszy i czystszy, a przy prądzie przemiennym – korzysta się z lekkiej i poręcznej spawarki, ale nadaje się ona w zasadzie tylko do spawania punktowego. Dla elektromontera jest to zwykle wystarczające. Trzeba tylko pamiętać, by przy spawaniu prądem przemiennym stosować odmiennie niż przy prądzie stałym elektrody w specjalnej otulinie dla zapobieżenia zanieczyszczeniu spoiny przez jej intensywne utlenianie.

Przy spawaniu elektrycznym występuje promieniowanie ultrafioletowe (UV) szkodliwe dla zdrowia, a zwłaszcza dla oczu. Istnieje także niebezpieczeństwo porażenia prądem elektrycznym, gdyż na elektrodzie występuje napięcie około 70 V. Dlatego bezwzględnie wymaga się, by spawacz pracował w odpowiednich rękawicach izolacyjnych, miał założony fartuch zapobiegający napromienianiu całego ciała oraz stosował odpowiednią maskę ochronną trzymaną w jednym ręku przed twarzą, gdy drugą operuje uchwytem z elektrodą. Należy też zadbać, aby w pobliżu nie było innych osób. Spawanie może wykonywać tylko osoba, która odbyła stosowne przeszkolenie na kursie spawania elektrycznego i uzyskała do tego uprawnienia.

### **9.3. Mocowanie elementów instalacji**

Przy wszelkich pracach elektroinstalacyjnych jest ważne przymocowanie przewodów, osprzętu, sprzętu oraz aparatury do ścian, sufitów i konstrukcji wsporczych. Czynność tę należy wykonać starannie i w sposób poprawny technicznie. Ma to bowiem duży wpływ na trwałość i estetykę instalacji oraz na bezpieczeństwo użytkownika. Należy również uwzględnić możliwość wykonywania w przyszłości prac przy zainstalowanych urządzeniach, takich jak ich konserwacja, naprawa, rozbudowa i ewentualna przebudowa.

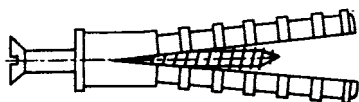
Najczęściej stosuje się mocowanie wkrętami lub śrubami, gdyż jest ono wytrzymałe mechanicznie, ułatwia demontaż i jest zwykle mało widoczne. Na podłożu drewnianym wyposażenie elektryczne przykręca się bezpośrednio

wkrętami do drewna. Śruby i wkręty muszą być pod względem grubości i średnicy łba dostosowane do otworów wykonanych w mocowanych elementach, a pod względem długości tak dobrane, by zapewniały dobre przymocowanie, lecz nie były zbyt długie. Celowe jest ograniczenie asortymentu stosowanych śrub do dwóch lub trzech rozmiarów.

Ze względów przeciwpożarowych przy mocowaniu instalacyjnego sprzętu łączeniowego w obudowie izolacyjnej do podłoża drewnianego należy stosować podkładki z cienkiej blachy, na przykład stalowej ocynkowanej. Powinny one być tak przycięte, by sięgały poza obrys podstawy sprzętu na około 0,5 cm. Podkładki mogą być przymocowane oddzielnie małym wkrętem lub przykręcane wraz ze sprzętem. Możliwe jest również przybicie ich do ściany odpowiednimi gwoździami.

Uchwyty do przewodów o małej średnicy można przybicie do drewnianego podłoża stalowymi szpilkami. Podobnie mocuje się niekiedy przewody wielożyłowe układane w tynku lub pod tynkiem.

W przypadku podłoża murowanego, gipsowego, betonowego itp. najlepiej jest mocować elementy instalacji elektrycznej wkrętami. Wkręca się je w kołki rozporowe (rys. 137) osadzone w podłożu, tworząc bardzo pewne i trwałe zamocowanie, stosunkowo łatwe do wykonania i demontażu. Warunkiem jest staranne dobranie kołka do wymiarów wkrętu oraz wywiercenie w podłożu otworu o średnicy odpowiadającej dokładnie średnicy kołka i głębokości nieco większej od jego długości.



Rys. 137. Kołek rozporowy z wkrętem

Do wiercenia otworów należy używać wiertel widiowych. Pożądane jest posługiwanie się wiertarką udarową. Wiercenie w murze, a zwłaszcza w betonie, wymaga ostrożności ze względu na możliwe przegrzanie wiertła i przeciążenie, a w rezultacie uszkodzenie wiertarki. Trzeba więc pracować z przerwami (ok. pięciominutowymi, co 25 minut), ale bez potrzeby odłączania za każdym razem wiertarki od instalacji.

Ważne jest, by otwór był prosty, miał gładkie ścianki i nie wykazywał wylań, zwłaszcza przy powierzchni. W tym celu należy wiercić otwór najpierw cienkim wiertłem (o średnicy 4 mm), a następnie wiertłem odpowiadającym średnicy kołka rozporowego. Należy też zadbać o równe prowadzenie wiertarki, prostopadle do powierzchni ściany lub sufitu.

Jeśli konieczne jest przymocowanie sprzętu oraz osprzętu instalacyjnego do ściany lub sufitu z wykruszającym się tynkiem lub do podłoża tak słabego, że

nie jest możliwe dobre osadzenie kołka rozporowego, to należy użyć zaprawy cementowej z dodatkiem gipsu.

W razie potrzeby mocowania do ścian lub sufitu ciężkich elementów instalacji, na przykład dużych rozdzielnic tablicowych lub szrankowych, należy użyć odpowiednich śrub kotwiących zabetonowanych w otworach wykutych w podłożu. Do nich przykręca się nakrętkami mocowane elementy. Również do metalowych konstrukcji wsporczych, na przykład dźwigarów lub słupów elementy instalacyjne mocuje się śrubami, na przykład przetknięte przez odpowiednie otwory w konstrukcji lub do niej przyspawane.

Ostatnio coraz częściej mocuje się zarówno przewody, jak i sprzęt oraz osprzęt instalacyjny przez przyklejenie, zwłaszcza do podłoża z płyt żelbetonowych, gipsowych i podobnych, w których trudno wykonać otwory na kołki rozporowe. Sprzyja temu bogata oferta rynku na kleje dobrej jakości różnych rodzajów, które tworzą mocną i trwałą spoinę, łatwą i szybką w wykonaniu. Podłoże musi być jednak odpowiednio mocne, czyste i równe, by mocowane elementy przylegały do niego całą płaszczyzną.

W technice elektroinstalacyjnej stosuje się przede wszystkim kleje butaprenowy i kazeinowo-cementowy. Klej butaprenowy typu B (budowlany) może być z powodzeniem wykorzystywany do przyklejania sztywnych elementów (np. sprzętu i osprzętu w obudowie izolacyjnej) do gładkiego podłoża. W tym celu należy rozsmarować klej pędzlem cienką warstwą na obu powierzchniach stykowych, odczekać kilka minut i silnie docisnąć klejony element do podłoża przez kilka sekund dla polepszenia przyczepności, a następnie pozostawić przez około pół godziny, aż klej stwardnieje.

Bardziej uniwersalny i wygodny w użyciu jest klej kazeinowo-cementowy. Jego składnikiem jest zwykły cement marki 250 lub 350 i kazeina w postaci odtłuszczonego sera zmieszanego z niegaszonym wapnem. Klej zastyga po półgodzinie. Klej jest tani i trwały oraz nadaje się do klejenia wszystkich elementów, w tym przewodów (np. układanych w tynku), sprzętu i osprzętu do każdego podłoża. Należy tylko przytrzymać mocowany element przez przynajmniej kilkanaście sekund. Po półgodzinie nie będzie już można go oderwać (jeśli się na przykład uzna, że jest przyklejony w złym miejscu) ani zmyć resztek kleju z rąk i ubrania.

Są również dostępne inne kleje nadające się do użycia przy montażu instalacji elektrycznych. Należy zawsze dokładnie przeczytać ulotkę informacyjną o zakresie i warunkach zastosowania oraz ściśle przestrzegać podanych wskazówek. Obecnie produkuje się przewody kabełkowe samoprzylepne. Po zerwaniu taśmy osłaniającej powierzchnię klejową układa się je na ścianie lub suficie o gładkiej powierzchni i silnie przyciska ruchem przesuwającym wzdłuż przewodu na tyle powolnym, by przewód zdążył przylgnąć do podłoża. Ze

względów estetycznych należy zadbać o równe prowadzenie przewodów. Celem jest wykonanie próby klejenia odcinka przewodu, aby sprawdzić przyczepność podłoża.

#### **9.4. Uszczelnianie instalacji i ochrona przed korozją**

Wszystkie elementy instalacji elektrycznej muszą być odporne na szkodliwe działanie czynników otoczenia, tak zwanych wpływów środowiskowych, do których zalicza się zapylenie, wilgoć i wyziewy żrące. Od dłuższego już czasu izolacja i obudowa tych elementów jest na ogół wykonywana z tworzyw sztucznych, nieulegających korozji. Ponadto ich rozwiązania konstrukcyjne umożliwiają odpowiednie uszczelnienie. Dzięki temu części wewnętrzne: przewody, zestyki i inne są chronione przed wymienionymi narażeniami. Od wykonawcy robót elektroinstalacyjnych wymaga się właściwego montażu tych elementów, aby nie były potrzebne żadne dodatkowe zabiegi.

W niektórych jednak instalacjach elektrycznych, jak w przypadku prowadzenia przewodów w rurach stalowych, występują elementy podlegające korozji. Dotyczy to niemal wyłącznie elementów ze stali zwykłej, gdyż właśnie taka stal – stop żelaza i węgla – łatwo ulega korozji wskutek działania wilgotnego powietrza. Elementy wykonane z domieszkowanej stali specjalnej lub ze stopów aluminiowych nie ulegają tak szybkiej korozji. Elementy stalowe powinny być pokryte odpowiednimi powłokami, na przykład cynkowymi lub farbami ochronnymi. Cynkowanie może być wykonane tylko fabrycznie; możliwości elektryka wiejskiego ograniczają się jedynie do malowania odpowiednimi farbami.

Rury stalowe oraz wszystkie elementy sprzętu i osprzętu, jak uchwyty, obejmy, osłony, wykonane ze zwykłej stali, jeśli muszą być zastosowane w instalacjach, powinny być pomalowane odpowiednią farbą ochronną. Najczęściej korzysta się w tym celu z farby miniowej. Nie może ona być przeterminowana ani zbyt gęsta; przed użyciem należy ją dobrze wymieszać. Rozcieńcza się ją benzyną lakową, dodając jednak tylko niewielkie ilości (kilka cm<sup>3</sup> na puszkę litrową), by farba nie była zbyt rzadka. Po wstępnym wymieszaniu i odczekaniu kilka minut należy całą przygotowaną ilość farby ponownie wymieszać.

Należy malować elementy instalacji już zainstalowane, przy czym ich powierzchnie trzeba najpierw dobrze oczyścić i przetrzeć szmatką nasączoną benzyną, najlepiej ekstrakcyjną. Dany element wystarczy pomalować farbą miniową tylko raz, byle starannie. Ze względów estetycznych można instalację pomalować powtórnie farbą olejną ftalową lub inną podobną i w odpowiednim

kolorze.

Stalowe rury instalacyjne niekiedy są pomalowane na czarno farbą bitumiczną przez wytwórcę. Wtedy można również inne elementy pokryć taką farbą. Przy użyciu farby bitumicznej zbędne są zabiegi wstępne, jak czyszczenie malowanych elementów. Farba bitumiczna jest dobrym środkiem ochrony przed korozją. Jednak bardzo trudno jest zamalować warstwę bitumiczną inną farbą.

Przy montażu instalacji elektrycznych należy zwrócić uwagę na takie wprowadzenie rur instalacyjnych do puszek i sprzętu oraz przewodów kablkowych do gniazd rozgałęźnych i łączników, a także do rozdzielnic i aparatury, które uniemożliwi przedostawanie się do ich wnętrza zanieczyszczeń. W instalacjach szczelnych dotyczy to również pyłów, wilgoci, wyziewów żrących i robactwa.

W pierwszym przypadku należy zadbać o to, by puszki i gniazda rozgałęźne miały zawsze założone pokrywki. Wyłamania w puszkach w obudowach sprzętu muszą być dostosowane dokładnie do wymiarów wprowadzanych rur lub przewodów wielożyłowych. Powstałe szczeliny powinny być możliwie małe, a i te należy zaspachlować. Rur z tworzyw sztucznych w zasadzie nie należy wydłużać przez łączenie ich ze sobą. Jeśli jest to konieczne, można zastosować wstawkę łączącą i przez sklejenie uzyskać sztywne i szczelne połączenie.

W instalacjach szczelnych puszki rozgałęźne i łączniki uszczelnia się dzięki stosowaniu odpowiednich uszczelek w miejscach łączenia części składowych i obudów oraz w miejscach wprowadzenia przewodów wielożyłowych. Należy sprawdzić, czy wszystkie te uszczelki są założone i nie były uszkodzone. Pewne trudności występują natomiast z uszczelnieniem wprowadzeń rur winidurowych.

Uszczelnienie wprowadzenia przewodu następuje w ten sposób, że jest on przeciągnięty przez otwór w „korcu” wkręcanym w otwór w obudowie, do którego włożony jest elastyczny pierścień uszczelniający, opierający się na odsadce. Pod naciskiem „korca” pierścień rozplaszczając się obcisła przewód i uszczelnia otwór w obudowie. Rura winidurowa ma zwykle średnicę większą od tego otworu i dlatego może być wprowadzona do otworu w obudowie tylko po wykręceniu korka i uszczelki, co wymaga uszczelnienia szpachlą. Koniec rury może być po ogrzaniu w gotującej wodzie dopasowany do otworu w sprzęcie przez rozszerzenie kalibratorem w postaci stożkowego kołka lub zwężenie w stożkowym otworze kalibratora drewnianego.

W przypadku instalacji wykonywanych rurami stalowymi stosuje się puszki i łączniki metalowe z otworami gwintowanymi. W otwory te wkręca się nagwintowane końce rur, które dla uszczelnienia należy nasmarować towotem. Podobnie uszczelnia się wszystkie połączenia rur na gwint.

## **10. Bezpieczeństwo i higiena pracy**

### **10.1. Warunki bezpiecznej pracy**

Wykonując jakąkolwiek pracę fizyczną, można ulec wypadkom zagrażającym zdrowiu, a nawet życiu. Dotyczy to szczególnie pracy przy urządzeniach elektrycznych pod napięciem. Elektryk wiejski również jest na to narażony. Jest to tym groźniejsze, że pracuje on zwykle samotnie i w razie wypadku nie może się spodziewać szybkiej pomocy. Zawsze przy pracy powinien o tym pamiętać oraz przewidywać i unikać niebezpiecznych sytuacji, a także umieć się zachować w trudnych okolicznościach.

Ważne jest, by podejmować pracę przy urządzeniach oraz instalacjach elektrycznych po uprzednim wyłączeniu ich spod napięcia. Samo wyłączenie łącznika nie wystarczy, należy jeszcze na przykład wyjąć wkładki bezpiecznikowe. Następnie urządzenia, za pomocą których wyłączono instalację spod napięcia należy zabezpieczyć przed powtórny załączeniem, zakładając kłódkę w rozdzielnicę, blokując napęd silnika lub stosując inne skuteczne sposoby. A w tych rzadkich przypadkach (na przykład przy kontroli pracy urządzeń), kiedy muszą być one załączone pod napięcie, należy ściśle przestrzegać szczególnych warunków bezpieczeństwa pracy pod napięciem, na przykład pracować zawsze w założonych rękawicach izolacyjnych, narzędziami z izolowanymi uchwytemi lub trzonkami. Jako elektryk powinien umieć radzić sobie samemu w nieszczęśliwych wypadkach, a także udzielić pomocy innym w wypadku porażenia ich prądem elektrycznym.

Aby uniknąć niebezpieczeństwa porażenia prądem, elektryk wiejski musi wyrobić w sobie pewne nawyki postępowania i przyzwyczaić się do takich zachowań w każdych warunkach, nawet gdy wydają się przesadne. Chodzi przede wszystkim o stwierdzenie wskaźnikiem napięcia, że ono nie występuje w miejscu pracy. Sprawdzenie to wykonuje się zawsze przed przystąpieniem do jakiegokolwiek pracy przy zainstalowanym urządzeniu i mimo uprzedniego wyłączenia go spod napięcia. Dla uchronienia się przed przykrymi niespodziankami powinien też przestrzegać zasady zamykania rozdzielnicę po wyłączeniu wyłącznika samoczynnego lub wyjęciu wkładki bezpiecznikowej na zasilaniu urządzenia, przy którym ma pracować. W razie jakichkolwiek wątpliwości co

do tego, skąd jest zasilane dane urządzenie, powinien wyłączać spod napięcia całą instalację w rozdzielnicę głównej.

Gdy pewne czynności, na przykład pomiary, muszą być wykonywane na czynnych urządzeniach, a więc pod napięciem, elektryk musi przestrzegać następujących zasad:

- sprawdzić (np. wskaźnikiem napięcia), czy na metalowych obudowach lub innych zewnętrznych elementach metalowych tych urządzeń nie występuje niebezpieczne napięcie dotyku; jeśli tak, należy urządzenie wyłączyć od zasilania i doprowadzić do jego naprawy;

- pracować zawsze w rękawicach izolacyjnych, w odpowiednim obuwiu i ubraniu, używając tylko izolowanych narzędzi;

- starać się pracować jedną ręką, nie dotykając drugą żadnych metalowych lub innych przewodzących przedmiotów (na przykład rur, ścian żelbetowych) w otoczeniu miejsca pracy;

- zwrócić uwagę na to, by nie spowodować zwarcia przez zetknięcie odizolowanych końców przewodów lub połączenie odkrytych zacisków, na przykład przez nierozważnie użyte narzędzie.

Elektromonter w czasie pracy przy urządzeniach elektrycznych oprócz porażenia prądem elektrycznym jest narażony również na inne nieszczęśliwe wypadki, zdarzające się przy pracach fizycznych, których skutkiem jest zranienie, stłuczenie, złamanie, wstrząśnienie itd. Mogą się także zdarzyć poważniejsze obrażenia, na przykład przy upadku z wysokości. Liczyć się nadto trzeba z nagłymi zachorowaniami, niezwiązanymi z wykonywaną pracą, takimi jak zatrucie pokarmowe, utrata przytomności, oparzenie i inne. Elektryk wiejski powinien być świadomy tych zagrożeń, musi się przed nimi chronić i umieć się zachować w takich warunkach.

Ochrona przed wypadkami wymaga ich przewidywania. Wiele wypadków jest powodowane narzędziami i sprzętem pomocniczym. Niektórym wypadkom można zapobiec, stosując odpowiednią odzież i takie dodatkowe wyposażenie, jak okulary ochronne obowiązkowe przy kuciu bruzd i otworów w ścianach i stropach, rękawice brezentowe przy przenoszeniu ostrych przedmiotów i pracy ciężkimi narzędziami, nakrycie głowy przy pracy w zapyłonym czy wilgotnym pomieszczeniu lub na dworze.

Z uwagi na swobodę ruchów i zachowanie higieny osobistej należy zawsze przystępować do pracy w wygodnym ubraniu roboczym, przy czym powinno być ono tak noszone, by nie miało wiszących elementów, na przykład niezapiętych pasków; nie wolno też nosić krawata czy szalika, zakładając w zimnym otoczeniu sweter, ewentualnie z golfem noszonym pod bluzą roboczą.

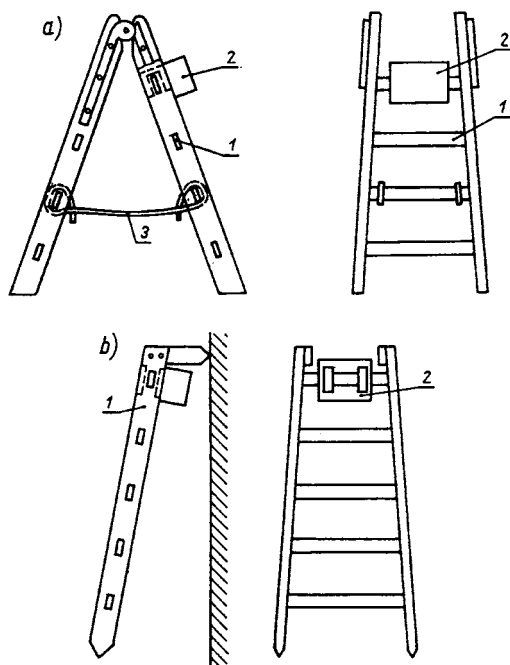
Niewątpliwy wpływ na dochowanie warunków bezpiecznego i higienicznego prowadzenia prac ma właściwe przygotowanie i sposób ich wykonywania.



Chodzi o spokojne i staranne wykonywanie kolejnych czynności według prze-myślanego planu oraz o odpowiednie przygotowanie miejsca pracy. Powinno być ono oczyszczone ze wszystkich zbędnych przedmiotów, komplet narzędzi zgromadzony i poręcznie ułożony oraz pozostawione miejsce na uporządko-wane ułożenie demontowanych elementów i nowych materiałów elektroinstalacyjnych.

Szczególłą uwagę należy zwrócić na przygotowanie sprzętu do pracy na wysokości. Chodzi o stworzenie stabilnej platformy, umożliwiającej ułożenie narzędzi i materiałów, która zapewnia swobodny dostęp do miejsc pracy. Na rysunku 138 pokazano bezpieczną, drewnianą drabinę rozstawną i przystawną z zawieszoną na ostatnim szczeblu skrzynką narzędziową, by uniknąć częstego chodzenia po drabinie.

Wypadki przy pracy się zdarzają, mimo świadomości zagrożeń, przezorności i środków zabezpieczających. Dlatego elektryk wiejski musi być przygo-towany na nie tak, by móc sobie radzić w takich trudnych sytuacjach. Przede wszystkim powinien on mieć zawsze przy sobie numery telefonów i adresy najbliższego lekarza, przedsiębiorstwa energetycznego, pogotowia ratunkowe-go i straży pożarnej, aby mógł wezwać stosowną pomoc sam lub przez kogoś innego, na przykład przypadkowego świadka wypadku. W razie niegroźnych



**Rys. 138.** Drewniane drabiny monterskie: a) rozstawną; b) przystawną:

1 – drabina, 2 – skrzynka narzędziowa, 3 – zabezpieczenie przed rozłożeniem się drabiny

obrażeń lub przypadłości powinien sam sobie udzielić doraźnej pomocy, korzystając z zawsze noszonej podręcznej apteczki. W ramce podano zestaw minimalnego wyposażenia takiej apteczki.

### Podręczna apteczka (zestaw minimalny)

Gaza opatrunkowa jałowa	Cardiol, polopiryna lub aspiryna, neospazmina
Bandaż zwykły	Panadol lub apap (lek przeciwbólowy)
Bandaż elastyczny	Coldrex, ferverx lub inne
Plastry z opatrunkiem	Opaska uciskowa
Jodyna	Krople Inoziemcowa lub alugastrin
Spirytus salicylowy	Szyna typu Kramera
Płyn Burowa	Kołnierz szyjny
Woda utleniona	Nożyczki
Wazelina	Wata higroskopijna

Każde nawet drobne skaleczenie czy otarcie należy od razu przemyć, zdezynfekować choćby wodą utlenioną i zabezpieczyć plastrem z opatrunkiem, przed podjęciem dalszych prac. W razie poważniejszego skaleczenia należy doprowadzić do zahamowania krwawienia.

Przy stłuczeniu i obrzękach stosować należy okład z gazy nasączonej roztworem wodnym płynu Burowa, nałożonej na miejsce urazu, posmarowane wazeliną. Opatrunek trzeba wielokrotnie wymieniać po każdym wyschnięciu. Przy silnym krwawieniu używa się opaski uciskowej, założonej od strony dopływu krwi z serca oraz zakłada opatrunek z gazy i bandaża. Należy udać się natychmiast do lekarza.

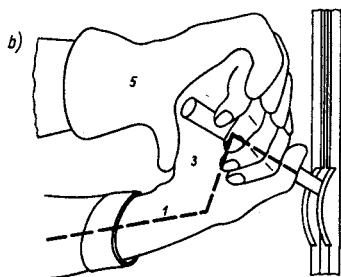
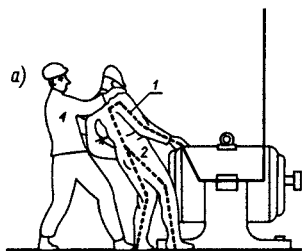
O ratunek do lekarza należy się zwrócić także w przypadku złamań z tym, że niezbędne jest uprzednie unieruchomienie złamanej kończyny między sąsiednimi stawami przez podłożenie szyny Kramera lub deseczki, po obłożeniu jej miękkim materiałem i obandażowaniu wraz z kończyną. Przy złamaniu palca, przegubu lub kości ręki należy rękę po obandażowaniu zawiesić na temblaku, choćby wykonanym z trójkątnej chusty. Poszkodowany powinien być przewieziony do lekarza.

Przy upadku, zwłaszcza z wysokości, gdy poszkodowany nie może się poruszyć (można podejrzewać uraz kręgosłupa), nie należy go przemieszczać, ale tylko okryć i podłożyć coś miękkiego pod głowę, pozostawiając na miejscu aż do przyjazdu wezwanego lekarza.

Elektryk wiejski powinien sam reagować na każdą odczuwaną niedyspozycję. Przy przeziębieniu może zażyć proszki aspiryny, przy bólach – panadol, przy niestrawności – krople Inoziemcowa, przy bieguncie – węgiel leczniczy, przy bólach zębów – pabialginę, przy omdleniu – cardiol, przy podnieceniu – neospazminę lub inne lekarstwa o podobnym działaniu.

## 10.2. Ratowanie porażonego prądem

Przy każdym rażeniu prądem elektrycznym należy przede wszystkim uwolnić poszkodowanego spod działania napięcia. Często rażony zostaje odrzucony od dotkniętej części pod napięciem przez nagły skurcz mięśni. Zdarza się jednak, że skurcz ręki zaciśniętej na tej części uniemożliwia mu oderwanie się od urządzenia. Wtedy jest niezbędna natychmiastowa pomoc. Ratujący, chcąc odciągnąć porażonego (rys. 139a), może sam ulec porażeniu, na przykład gdy usiłuje odgiąć jego palce (rys. 139b).

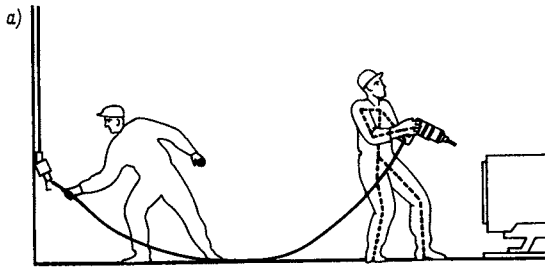


**Rys. 139.** Uwalnianie rażonego spod napięcia:  
a) odciąganie od urządzenia; b) uwalnianie zaciśniętej ręki:

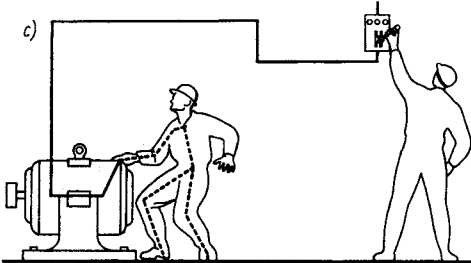
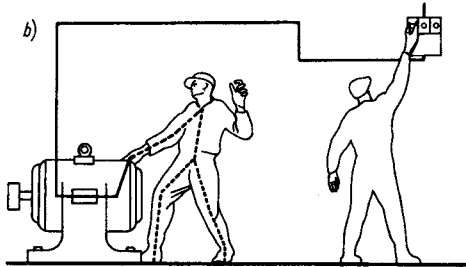
1 – droga przepływu prądu rażeniowego, 2 – rażony, 3 – ręka rażonego, 4 – ratownik, 5 – ręka ratującego z nałożoną rękawicą izolacyjną

Dlatego najpierw należy wyłączyć zasilanie urządzenia, przy którym nastąpiło porażenie, na przykład przez wyjęcie wtyczki z gniazda wtyczkowego, wyłączenie wyłącznika samoczynnego lub wykręcenie bezpiecznika topikowego na zasilaniu danego obwodu, lub wyłączenie całej instalacji odbiorczej (rys. 140). Należy to uczynić jak najszybciej, bo od tego zależą skutki porażenia. Od poprawnie udzielonej pomocy w ciągu pierwszych kilku minut od chwili porażenia zależy życie porażonego.

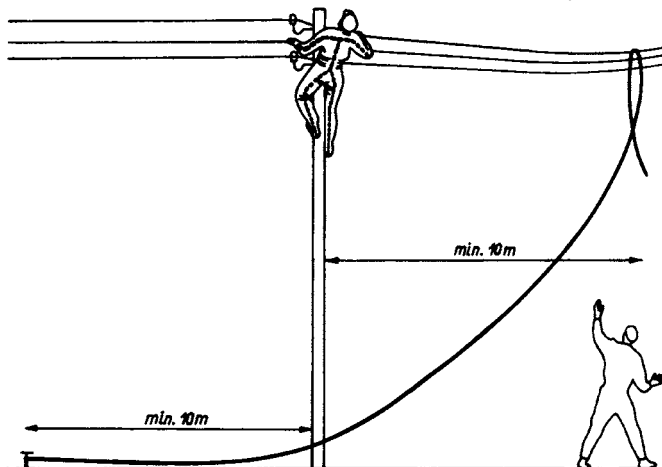
Gdy porażony znajduje się na wysokości, na przykład na drabinie, należy się liczyć z tym, że po wyłączeniu napięcia może on spaść; trzeba się więc przygotować, by zapobiec jego upadkowi. Jeśli wypadek nastąpił z powodu napowietrznej linii niskiego napięcia, to można ją wyłączyć dokonując zwarcia przewodów. W tym celu stosuje się tak zwaną zarzutkę, czyli gołą linkę połączoną z uziomem, która po zetknięciu z linią zwiera i uziemia przewody,



**Rys. 140.** Przerwanie przepływu prądu rażeniowego:  
 a) przez wyciągnięcie wtyczki z gniazda wtyczkowego;  
 b) przez wyłączenie zabezpieczeń obwodowych;  
 c) przez wyłączenie całej instalacji

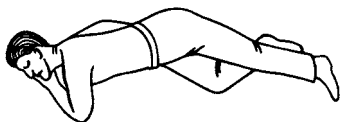


**Rys. 141.** Zarzutka na przewody linii napowietrznej niskiego napięcia dla spowodowania jej samoczynnego wyłączenia spod napięcia



a więc wywołuje zwarcie oraz zadziałanie zabezpieczeń prądowych w stacji transformatorowej. By jednak samemu nie ulec przy tym porażeniu lub nie zagrozić innym osobom, zarzutkę wykonuje się tak, by przy rzucaniu linką oddalała się ona od ratującego (jak pokazano na rysunku 141), a w pobliżu nie było innych osób.

Po uwolnieniu porażonego spod napięcia należy ułożyć go na płaskim podłożu zasłanym kocem, okryć ciepło i zbadać, czy oddycha, czy jest przytomny i jakich doznał widocznych urazów. Jeśli oddycha (zostaje mgiełka na lusterku dostawionym do ust), lecz jest nieprzytomny, należy rozluźnić wszystkie części ubrania, otworzyć okno, unieść na kilkanaście sekund wysoko nogi i spryskać twarz zimną wodą, a gdy to nie pomaga – podać do powąchania szmatkę skropioną amoniakiem. Po odzyskaniu przytomności zaleca się podać do picia mocną, ciepłą herbatę lub kawę. Następnie należy opatrzyć ewentualne skaleczenia, a jednocześnie wezwać lekarza pozostawiając rażonego ułożonego w pozycji jak na rysunku 142.



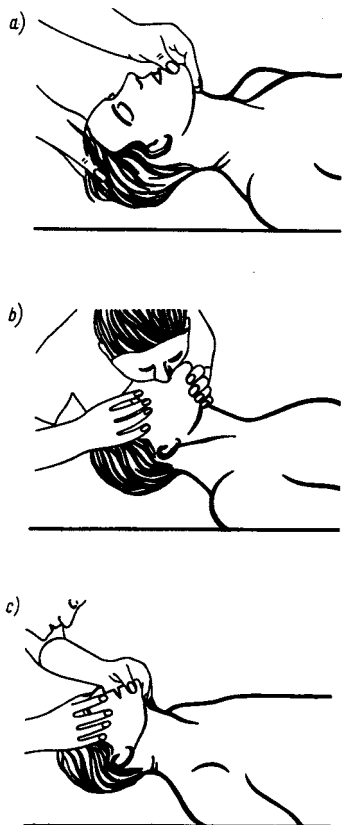
**Rys. 142.** Ułożenie rażonego do czasu przybycia lekarza

Jeśli natomiast porażony nie oddycha, należy natychmiast przystąpić do sztucznego oddychania najlepiej metodą usta-usta. Na rysunku 143 zilustrowano poszczególne fazy zabiegu. Ważne jest odchylenie głowy do tyłu, wyciągnięcie języka i usunięcie z ust pozostałości w celu udroźnienia dróg oddechowych. Zabieg sztucznego oddychania z częstością 12 oddechów na minutę, z przerwami sekundowymi, należy prowadzić tak długo, aż porażony zacznie samodzielnie oddychać albo po około dwóch godzinach wystąpią wyraźne objawy śmierci, na przykład sinica twarzy i paznokci.

Po odratowaniu rażonego należy go przewieźć do lekarza na badania kontrolne.

### **10.3. Bezpieczne użytkowanie narzędzi i sprzętu pomocniczego**

Narzędzia i sprzęt roboczy wywierają wielki wpływ zarówno na sprawność i jakość wykonywania robót, jak też na bezpieczeństwo pracy. Chodzi przy tym o posługiwanie się kompletem narzędzi i sprzętu oraz przyrządów pomiarowych, dostosowanych do wykonywanych czynności, o ich dobrą jakość, a także o dbałość o właściwy ich stan oraz ich uporządkowanie.



**Rys. 143.** Zabieg sztucznego oddychania metodą usta-usta: a) prawidłowe ułożenie i odgięcie głowy rązonego; b) wdech; c) przerwa na wydech

Szczególnie ważne dla elektryka wiejskiego ze względu na warunki bezpiecznej pracy jest to, by miał on w zestawie odpowiednie narzędzia, takie jak cęgi, wkrętaki i inne, które wykorzystuje przy częściach czynnych urządzeń elektrycznych. Uchwytów tych narzędzi powinny być izolowane na napięcie co najmniej 500 V, przy czym jest pożądanym, by były tego samego typu z izolacją w jednym kolorze. W zestawie nie należy mieć narzędzi nieizolowanych tego samego rodzaju, by nie pomylić się w ich stosowaniu przy urządzeniach pod napięciem.

Wszystkie narzędzia powinny być dobrej jakości, wytwarzane przez znanego producenta, a także odpowiednio oznakowane (potwierdza to ich właściwą jakość). Żadne narzędzie nie może wykazywać jakichkolwiek uszkodzeń, zwłaszcza izolacji. Nie może być pęknięte, wyszczerbione ani obłuzowane, by przy pracy nie trzeba było zwracać uwagi na jego niesprawność. Na przykład młotek z obłuzowanym trzonkiem, przecinak z nadpękniętym ostrzem, prze-

bijak z rozklepanym końcem, cęgi z wyszczerbioną szczęką stwarzają zawsze dodatkowe zagrożenie różnego rodzaju urazami.

Szczególnej troski wymaga prawidłowe obsadzenie trzonek drewnianych w młotkach, siekierce i innych narzędziach, gdyż niespodziewane uderzenie narzędziem może spowodować groźne skutki. Trzonek powinien być wpasowany ściśle w otwór narzędzia, tak by nieco z niego wystawał. Jego koniec przed wbiciem w otwór narzędzia powinien być nacięty ukośnie do osi otworu, a po obsadzeniu narzędzia w nacięciu trzonka wbity klin z twardego drewna i obcięty równo z trzonkiem. Trzonek i klin powinny być przy tej operacji dobrze wysuszone. Po każdym obluźowaniu należy trzonek skrócić i ponownie obsadzić.

Niemale znaczenie dla bezpieczeństwa i higieny pracy ma utrzymywanie narzędzi w czystości i suchym stanie. Powinny one być uporządkowane w skrzynce lub torbie narzędziowej, łatwo osiągalne, aby nie zastępować odpowiedniego do danej czynności narzędzia innym, niedostosowanym do tego celu. Na przykład nie należy wkręcać pierścienia ograniczającego w gnieździe bezpiecznikowym za pomocą kombinerek albo śruby w sprzęcie bakelitowym zbyt szerokim wkrętakiem, gdyż grozi to wyłamaniem ścianek osłonowych i spowodowaniem zwarcia.

Szczególne ważne jest dbałość o przyrządy pomiarowe, ponieważ ich prawidłowe działanie decyduje o rozpoznaniu niebezpiecznych sytuacji. Niechby na przykład źle działał wskaźnik napięcia, to nie ostrzeże on przed niebezpieczeństwem porażenia prądem; niesprawny miernik do badania izolacji nie wykryje osłabionego miejsca i możliwości powstania zwarcia, a następnie niebezpieczeństwa pożaru. Przyrządy pomiarowe wymagają zatem ciągłej kontroli poprawności wskazań. Sprawdzenie sprawności wskaźnika napięcia przed każdym jego użyciem powinno być nawykiem elektryka. Polega ono na dotknięciu do części będącej na pewno pod napięciem, na przykład styku fazowego w gnieździe wtyczkowym. Czynność tę należy wykonać przed i po użyciu wskaźnika. Trzeba zwracać uwagę na to, czy przyrząd nie ma uszkodzonej obudowy lub osłony zacisków, by nie stwarzał zagrożenia osobie posługującej się nim.

Należy również zwracać szczególną uwagę na bezpieczeństwo pracy na wysokości, gdyż przy jej wykonaniu możliwy jest upadek oraz narażenie pozostałych obecnych osób na uderzenie narzędziem lub innym twardym przedmiotem. Nie wolno pracować na niepewnym rusztowaniu, zbudowanym z krzeseł lub deski ułożonej na ceglach. Używając drabiny, należy zawsze sprawdzić jej wytrzymałość, obsadzenie szczebli, sztywność i zabezpieczenie przed rozłożeniem się, jeśli jest rozstawna. Drabina powinna mieć taką długość, by można było się jej przytrzymać podczas pracy.

Drabinę przystawną należy ustawić w taki sposób, aby nie mogła się odsu-

nąć ani nie miała tendencji do przewrócenia się po wejściu na nią. Należy także sprawdzić, czy podłoga jest dostatecznie sztywna i wytrzymała oraz czy nie jest zbyt śliska. Na drabinie warto umieścić odpowiednią skrzynkę na narzędzia lub zawiesić torbę z narzędziami. Dzięki temu nie trzeba nosić narzędzi w kieszeniach lub ciągle schodzić z drabiny w razie konieczności zmiany narzędzia lub pobrania drobnych materiałów do montażu instalacji. Bardzo poręczne jest noszenie specjalnego pasa monterskiego z najbardziej potrebnymi narzędziami.



# 11. Sprawy formalne

## 11.1. Podstawowe dokumenty

Podjęcie pracy elektryka wiejskiego wymaga – jak każda działalność gospodarcza – spełnienia określonych formalności. Formalności te zależą od charakteru zatrudnienia, ale zawsze są wymagane odpowiednie kwalifikacje zawodowe i uprawnienia do pracy przy urządzeniach elektrycznych pod napięciem.

Jest wymagany co najmniej tytuł robotnika wykwalifikowanego w zawodzie elektromontera lub technika elektryka w zakresie elektroenergetycznych urządzeń niskiego napięcia, co dokumentuje świadectwo ukończenia odpowiedniej szkoły zawodowej lub technikum, lub liceum zawodowego.

Jako wystarczające uznaje się ukończenie kursu szkoleniowego dla kandydatów na elektryka wiejskiego, zorganizowanego przez Stowarzyszenie Elektryków Polskich i odbycie rocznej praktyki, pełniąc funkcję elektryka wiejskiego. Potwierdzeniem tego jest uzyskanie świadectwa ukończenia kursu z wynikiem pozytywnym oraz podobnej oceny praktyki, dokonanej przez rzeczoznawcę właściwego oddziału SEP. Pozwala to na uzyskanie tytułu robotnika wykwalifikowanego po zdaniu egzaminu przed powołaną w tym celu komisją kwalifikacyjną.

Uprawnienia do pracy przy urządzeniach elektrycznych pod napięciem – w danym przypadku przy urządzeniach niskiego napięcia (do 1 kV) – przyznają specjalne komisje powołane przez oddziały terenowe Stowarzyszenia Elektryków Polskich. Udzielenie uprawnień jest poprzedzone egzaminem ze znajomości przepisów dotyczących ochrony przeciwporażeniowej. Wymienione komisje są upoważnione do wystawiania książeczek uprawnień w tym przypadku na okres dwuletni. Przedłużenie ważności książeczki następuje przez te same komisje, które mają prawo do ponowienia egzaminu, by utrwalić nawyki bezpiecznej pracy.

Kandydat na elektryka wiejskiego, angażujący się do pracy w przedsiębiorstwie budowlano-montażowym albo zakładzie elektroinstalacyjnym, albo w kółku rolniczym, albo w innej firmie o charakterze usługowym na wsi, może zawrzeć z pracodawcą formalną umowę o pracę. Należy zadbać o to, by w umowie tej oprócz warunków zatrudnienia były przede wszystkim wymienione: zakres obowiązków i odpowiedzialności, charakter zatrudnienia i roz-

liczeń, jak też sposób i tryb uzyskiwania zamówień i wynagrodzenia. Umowa taka stanowi podstawowy dokument uprawniający do podjęcia pracy.

W przypadku podejmowania pracy samodzielnie należy się zgłosić do właściwego terenowo urzędu gminnego o wyrażenie na to zgody i uzyskać dokument rejestracji działalności gospodarczej jako elektryk wiejski. Następnie należy wystąpić do oddziału (zwykle powiatowego) Urzędu Statystycznego o nadanie statystycznego numeru identyfikacyjnego REGON oraz do oddziału Urzędu Skarbowego o numer identyfikacji podatkowej NIP, co w razie jakichkolwiek zmian odnośnie do zakresu i charakteru działalności wymaga corocznej aktualizacji.

Należy także powiadomić najbliższy oddział Zakładu Ubezpieczeń Społecznych o podjęciu działalności gospodarczej, by ten podał numer konta, na które będą wpłacane comiesięcznie składki obowiązkowego ubezpieczenia osobistego: emerytalnego i zdrowotnego. W razie zatrudnienia do pomocy pracownika najemnego należy to zgłosić w ciągu 10 dni do oddziału ZUS, by móc wpłacać za niego obowiązkową składkę ubezpieczeniową.

Wymienione zgłoszenia i powiadomienia wymagają odpowiedniej formy ustalonej przez dane urzędy, które są obowiązane do wydania stosownych formularzy i do udzielania pomocy przy ich wypełnianiu. Uzyskane w odpowiedzi na te wystąpienia dokumenty powinny być dołączone do omówionego poprzednio zbioru i trwale spięte razem (na przykład w skoroszybie) lub przechowywane w inny uporządkowany sposób, tak by mogły być przedstawione na każde żądanie upoważnionym do tego organom kontrolnym.

## **11.2. Podatki za działalność usługową**

Elektryk wiejski pracujący na własny rachunek w związku z powszechnym obowiązkiem podatkowym od dochodów, wynikającym z ustawy Sejmu RP z dnia 26 lipca 1991 r., powinien płacić podatki od dochodów ze swej działalności usługowej zgodnie z ustawą z dnia 8 stycznia 1993 r. i związanymi z nią rozporządzeniami ministra finansów.

Szczegółowe ustalenia oraz wytyczne obliczania i wpłaty należności podatkowych za działalność gospodarczą ulegają ostatnio z roku na rok istotnym zmianom. Trzeba dlatego śledzić te sprawy na bieżąco, zwłaszcza pod koniec roku, w radiu i prasie, przede wszystkim w pismach podatkowych i w razie wątpliwości wyjaśnić je w najbliższym urzędzie skarbowym.

Obecnie płatnik podatku od działalności gospodarczej ma do wyboru trzy możliwości rozliczenia tego podatku:

- zryczałtowanego w formie karty podatku,
- w formie ryczałtu od przychodów ewidencjonowanych,
- obliczeń na podstawie księgi przychodów i rozchodów.

Pierwsza forma jest najprostsza, gdyż nie trzeba prowadzić dokumentacji księgowej, składać zeznań podatkowych ani wpłacać zaliczek podatkowych. Nie wymaga składania deklaracji o wielkości dochodów. Należy tylko opłacać co miesiąc stałą kwotę podatku ustaloną przez Urząd Skarbowy. Warunkiem jest, by opodatkowana działalność była wymieniona na liście zezwalającej na rozliczenie według karty podatkowej. Niedogodnością tej formy rozliczeń jest brak możliwości odliczania z podatków kosztów działalności i ulg podatkowych.

Rozliczenie ryczałtem jest korzystne, gdy nie można uzyskać karty podatkowej, a działalność nie wymaga dużych nakładów finansowych i posiadania środków trwałych, jakie zamierza się amortyzować. Można natomiast korzystać z ulg i odliczeń z wyjątkiem ulgi inwestycyjnej. Warunkiem jest jednak bieżące prowadzenie ewidencji przychodów i ewentualnie wykazu środków trwałych.

Obliczenie podatku na ogólnych zasadach według tabeli podatku dochodowego od osób fizycznych na podstawie szczegółowej księgi przychodów i rozchodów, poświadczonej przez Urząd Skarbowy i opartej na rachunkach jest związane z dużą pracochłonnością. Mimo to prowadzenie takiej księgi umożliwia korzystanie z wszelkich odliczeń i ulg podatkowych. Wymagane są przy tym kwartalne zaliczkowe wpłaty podatków i dokładne rozliczenia roczne.

Wybór formy rozliczeń należy do płatnika podatku, który powinien wnikliwie przeanalizować, co jest dla niego najdogodniejsze i najkorzystniejsze. Powinien on wystąpić z odpowiednim wnioskiem do Urzędu Skarbowego, który musi wyrazić zgodę na wybrany sposób rozliczeń podatku, oraz ustalić warunki płatności i gromadzenia niezbędnych dowodów. Całość dokumentacji wraz z dowodami wpłat podatku musi być przetrzymywana przez 5 lat do przedłożenia uprawnionym do ewentualnej kontroli skarbowej.

Podejmując samodzielną działalność usługową elektryk wiejski ma możliwość wystąpić do Urzędu Gminnego o zwolnienie od opłat rejestracyjnych i do Urzędu Skarbowego o zawieszenie na pewien czas obowiązku płacenia podatków oraz do Urzędu Zatrudnienia – jeśli był uprzednio zarejestrowany jako bezrobotny – o wsparcie finansowe w postaci zapomogi lub niskoprocentowanego kredytu, na przykład na zakup narzędzi i aparatów pomiarowych lub środka transportu, lub łączności. Wymaga to niestety pewnych zabiegów i usilnych starań, ale nie powinno się rezygnować z wykorzystania środków przeznaczonych przez władze na aktywację bezrobotnych i rekonstrukcję rolnictwa.

### **11.3. Rejestr usług**

Zgodnie z podanym już poprzednio omówieniem elektryk wiejski powinien od samego początku prowadzić systematycznie rejestr wszystkich zleceń i wykonanych usług. Opłaci się użyć do tego trwałego segregatora z kartami

z grubego papieru lub zszytej księgi o sztywnych okładkach, bo rejestr taki ma duże znaczenie dla samego elektryka wiejskiego. Rejestr ten

- pozwala od razu sprawdzić rodzaj i zakres wykonanych robót w razie zgłoszenia reklamacji ze strony zleceniodawcy;
- ułatwia ocenę robót do wykonania u tego samego zleceniodawcy dla spełnienia jego życzeń dzięki zanotowanym uwagom odnośnie do stanu instalacji, rozeznanej przy realizacji poprzednich zleceń;
- może służyć jako wiarygodny dowód rzeczowy obrony jego interesów w ewentualnej sprawie założonej przez kogoś ze zleceniodawców w związku z zaistniałym wypadkiem porażenia lub pożaru z podejrzeniem, że był związany z wykonanymi robotami elektroinstalacyjnymi;
- stanowi dobrą podstawę i uzasadnienie wyliczeń dochodów a także innych ustaleń związanych z wykonywaniem zadań elektryka wiejskiego, jak na przykład statystykę usług, choćby liczbę godzin pracy, liczbę zleceniodawców, czy częstotliwość interwencji usługowych dla lepszego zorganizowania sobie pracy, czy oceny opłacalności pełnienia zawodu.

Rejestr wykonanych przez elektryka wiejskiego usług jest korzystnie podzielić na rozdziały według wsi oraz osiedli w zasięgu jego działalności i na podrozdziały przeznaczone dla poszczególnych zleceniodawców. Odmiennym rozwiązaniem może być prowadzenie rejestru chronologicznie, dzień po dniu, ale stwarza to trudności w odnajdywaniu poszukiwanych zapisów.

Każdy zapis w rejestrze powinien zawierać:

- imię i nazwisko oraz dokładny adres zleceniodawcy,
- datę zlecenia, umowny termin realizacji i datę wykonania robót,
- przedmiot zlecenia oraz rozszerzony opis wykonanych robót,
- opis stanu instalacji elektrycznej na podstawie dokonanych oględzin oraz wyniki ewentualnych pomiarów elektrycznych,
- uzgodnioną kwotę wynagrodzenia, a także datę i formę jego zrealizowania,
- uwagi takie, jak na przykład udzielone zleceniodawcy pouczenia, związane z wykonanymi pracami elektromontażowymi.

Poza tym celowe jest zachować wykonane szkice czy plany instalacji, instrukcje montażu specjalnych aparatów i podobne. Można też po wykonaniu zlecenia prosić klientów o podpisanie w rejestrze usług stwierdzenia, że prace zostały wykonane w uzgodnionym, podanym wyżej zakresie i w ustalonym terminie, aby ustrzec się przed przypisywaniem niekiedy elektrykowi wiejskiemu prac wykonanych po nim, które zadecydować mogły o nieprawidłowości i niesprawności instalacji.

## **Podstawowe normy i przepisy**

1. PN-IEC 60364-1:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Zakres, przedmiot i wymagania podstawowe.

2. PN-IEC 60364-4-41:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przeciwporażeniowa.

3. PN-IEC 60364-4-47:2001 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Stosowanie środków ochrony zapewniających bezpieczeństwo. Postanowienia ogólne. Środki ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym.

4. PN-IEC 60364-6-61:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Sprawdzanie. Sprawdzanie odbiorcze.

5. PN-IEC 60364-7-705:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Instalacje elektryczne w gospodarstwach rolniczych i ogrodniczych.

6. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz.U. nr 156 z 2006 r., poz. 1118).

7. Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne (Dz.U. nr 89 z 2006 r., poz. 625; Dz.U. nr 104 z 2006 r., poz. 708; Dz.U. nr 158 z 2006 r., poz. 1123).

8. Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 28 kwietnia 2003 r., w sprawie szczegółowych zasad stwierdzania posiadania kwalifikacji przez osoby zajmujące się eksploatacją urządzeń, instalacji i sieci (Dz.U. nr 89 z 2003 r., poz. 828; Dz.U. nr 129 z 2003 r., poz. 1184; Dz.U. nr 141 z 2005 r., poz. 1189).

9. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 17 września 1999 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych (Dz.U. nr 80 z 1999 r., poz. 912).

10. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2003 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych (Dz.U. nr 47 z 2003 r., poz. 401).

11. Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlanych. Część D: Roboty instalacyjne. Instalacje elektryczne i piorunochronne w budynkach

mieszkalnych oraz w budynkach użyteczności publicznej. Instytut Techniki Budowlanej. Warszawa, 2006 r.

Uwaga: Przepisy Budowy Urzędzeń Elektroenergetycznych, wyd. WEMA (1980 r.) nie obowiązują od 1995 r.