Doskonalenie Kadr Gospodarki

Akademia Energetyki

PRACE POD NAPIĘCIEM

Szkolenie dla prac pod napięciem przy urządzeniach i instalacjach elektroenergetycznych

Projekt jest współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego, realizowany pod nadzorem Polskiej Agencji Rozwoju Przedsiębiorczości

ZIAD BIELSKO - BIAŁA Spółka Akcyjna

POLSKA AGENCJA ROZWOJU PRZEDSIĘBIORCZOŚCI
POLISH AGENCY FOR ENTERPRISE DEVELOPMENT

Sesja 7

Prace pod napięciem przy urządzeniach i instalacjach elektroenergetycznych

Wykładowcy:
inż. Stanisław Cader, mgr inż. Bogumił Dudek, inż. Roman Fober,
mgr inż. Tadeusz Gontarz, mgr inż. Witold Wiśniewski

Wykład szósty

Wyposażenie osobiste do prac pod napięciem

Wymagania bezpieczeństwa dotyczące sprzętu ochrony indywidualnej określa dyrektywa Unii Europejskiej 89/686/EWG „Środki ochrony indywidualnej".

Dyrektywa jest wprowadzona do prawa polskiego Rozporządzeniem Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 31 marca 2003 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla środków ochrony indywidualnej (Dz. U. Nr 80, poz. 725) na podstawie ustawy z 30 sierpnia 2002 r. o systemie oceny zgodności; natomiast z dniem 1 stycznia 2006 r. weszło w życie Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 21 grudnia 2005 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla środków ochrony indywidualnej (Dz. U. Nr 259, poz. 2173).

Stosowane do prac pod napięciem narzędzia, sprzęt i wyposażenie mają za zadanie chronić pracownika przed zagrożeniami, w obecności których wykonuje on pracę pod napięciem. Zagrożeniami tymi mogą być: napięcie, wysokość, pole elektromagnetyczne, wysoka temperatura, promieniowanie ultrafioletowe, itp. W związku z powyższym muszą one posiadać specjalne cechy chroniące skutecznie pracownika przed tymi zagrożeniami. Cechy te sprecyzowane są w odpowiednich normach. Jeśli są to normy zharmonizowane – oznaczone są symbolem dyrektywy.

Pracownik wykonujący zabiegi eksploatacyjne na czynnych urządzeniach elektroenergetycznych narażony jest na następujące zagrożenia:

- napięcie, w wyniku którego mogą wystąpić:
  - porażenie,
  - zwarcie i w konsekwencji pojawienie się nowych zagrożeń, tj. promieniowania ultrafioletowego, promieniowania podczerwonego oraz fali uderzeniowej, czyli fali rozprężającego się pod wpływem wzrostu temperatury powietrza, niosącej cząstki elementów konstrukcyjnych urządzenia i stopionego metalu; mogą pojawić się również zagrożenia od napięć indukowanych w pobliskich obwodach i elementach przewodzących,
  - emisja pola elektromagnetycznego, zwłaszcza jego składowej elektrycznej, na skutek której przez organizm ludzki może przepływać prąd o niedopuszczalnym natężeniu, lub na znajdujących się w pobliżu dużych obiektach przewodzących może pojawić się wysoka wartość ładunku elektrostatycznego;
- obciążone obwody elektryczne – konsekwencją ich istnienia w miejscu pracy mogą być:
  - indukowanie się w innych, np. wyłączonych obwodach napięcia,
  - niebezpieczeństwo przypadkowego lub nieprawidłowego rozwarcia obwodu, co może prowadzić do wystąpienia łuku elektrycznego o dużej energii i emisji ciepła, ultrafioletu, może również prowadzić do zwarcia z wszystkimi jego konsekwencjami;
- wysokość – konsekwencją pracy w zagrożeniu wysokością może być:
  - upadek pracownika z wysokości,
  - upadek przedmiotów na pracownika,
- przepięcia atmosferyczne – ich konsekwencją na urządzeniu elektroenergetycznym jest porażenie prądem wyładowania lub indukowanym, poparzenie, olśnienie itp.; mogą także zagrażać izolacji używanych narzędzi na skutek przekroczenia ich wytrzymałosci elektrycznej.

W większości przypadków rodzaj i charakter zagrożeń oraz ich konsekwencja dla zdrowia i życia pracownika zależą od miejsca wykonywanej pracy, wartości napięcia, prądu, wysokości oraz przyjętej metody pracy i warunków środowiskowych.

Środki ochrony indywidualnej oraz użyty sprzęt i narzędzia powinny wykluczyć lub zminimalizować skutki występujących zagrożeń w miejscu pracy.

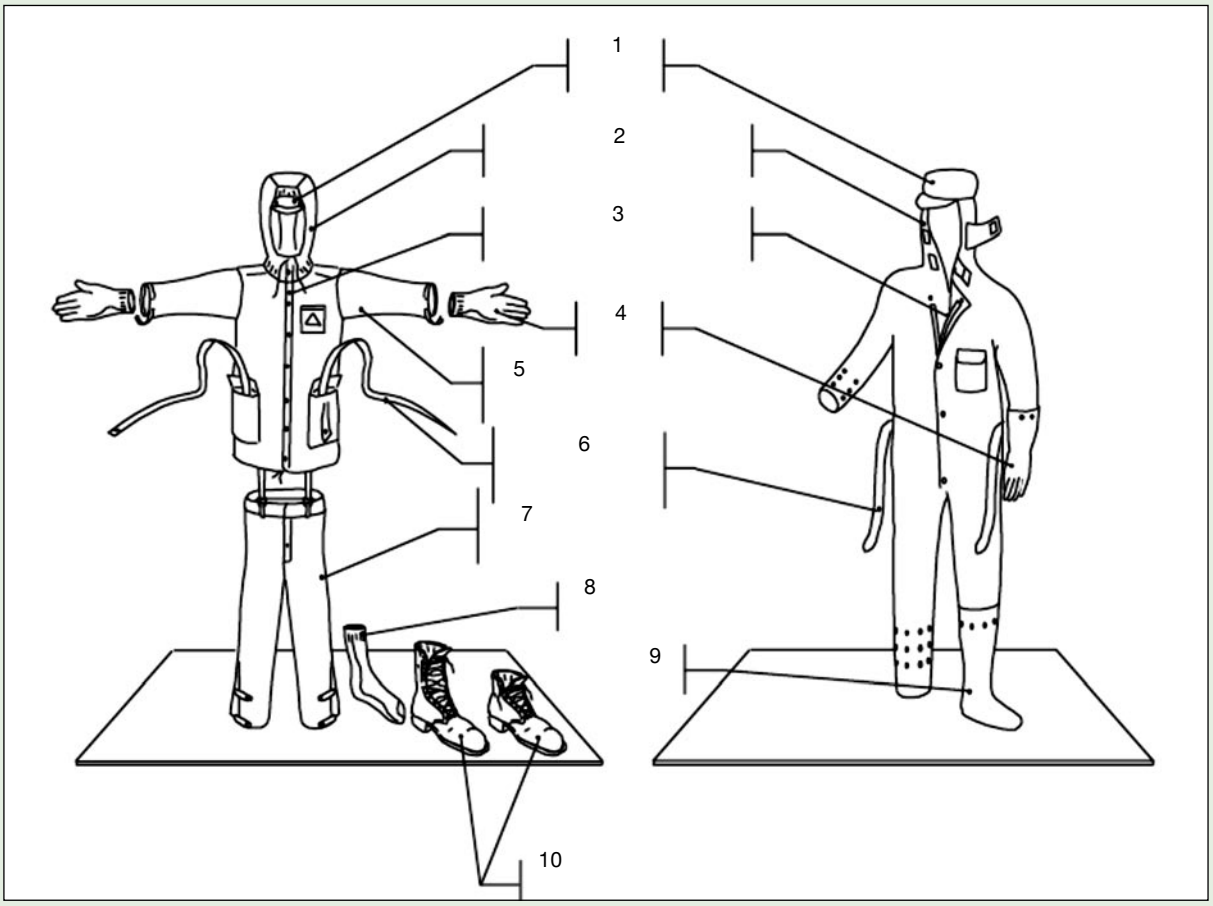
Jeżeli cechy sprzętu i wyposażenia nie są w stanie zminimalizować skutków zagrożeń, wówczas w przepisach BHP i instrukcjach zabrania się wykonywania pracy w obecności tych zagrożeń. Tak jest na przykład przy pracy w warunkach, gdy mogą pojawić się przepięcia atmosferyczne lub pracy na obwodach nie zabezpieczonych od strony zasilania.

W celu umożliwienia bezpiecznej pracy w obecności zagrożeń oraz zminimalizowania skutków ich oddziaływania na organizm człowieka od lat są doskonalone wszystkie elementy wyposażenia osobistego monterów.

Doskonali się również wyposażenie służące usunięciu zagrożenia z miejsca pracy na czas jej wykonywania.

Wyposażenie osobiste pracownika

Rys. 1. Wyposażenie osobiste elektromontera do prac pod napięciem metodą w kontakcie – elektroizolacyjne ubranie ochronne do prac przy instalacjach niskiego napięcia, od góry z prawej strony: hełm ochronny, okulary anty UV, rękawice elektroizolacyjne i nakładane na nie rękawice ochronne



Rys. 2. Ubiory przewodzące do stosowania przy nominalnych napięciach przemiennych do 800 kV i stałych do ±600 kV

1 – hełm, 2 – kaptur i osłona twarzy lub ekran, 3 – zapięcie ubrania (rzepy przewodzące), 4 – rękawice, 5 – kurtka ochronna (górna część ubrania), 6 – pasek wyrównywacza potencjałów, 7 – spodnie ochronne (dolna część ubrania), 8 – skarpety, 9 – skarpeta, w którą wkłada się nogawki od spodni, 10 – buty

Rys. 3. Ubiory ekranujące, przewodzące do prac pod napięciem przy urządzeniach najwyższych napięć, metodą na potencjale; od lewej: pierwszy kombinezon polskiej produkcji, kolejne to ubiory prezentowane na konferencjach ICOLIM w 1992 i 2004 r.

Sprzęt ochrony osobistej musi skutecznie chronić montera przed występującymi zagrożeniami w miejscu pracy, przy tym nie powinien on utrudniać wykonania pracy. W związku z tym powinien być pełnosprawny, dopasowany oraz najwyższej jakości.

Do obowiązującego wyposażenia osobistego należą:

a) sprzęt ochronny przed upadkiem z wysokości odpowiadający przyjętemu systemowi asekuracji przed upadkiem z wysokości,
b) ubiór do pracy pod napięciem – wygodny, szczelnie zapięty, nie krępujący ruchów, bez elementów metalowych, w uzasadnionych przypadkach wykonany z tkaniny np. NOMEX – odpornej na oddziaływanie wysokiej temperatury lub bawełnianej, która w stanie czystym i suchym posiada własności izolacyjne; zabrania się z reguły wykonywania pracy pod napięciem w stroju niekompletnym, np. bez długich rękawów (rys. 1).

Natomiast do prac na najwyższych poziomach napięcia stosuje się ubiory przewodzące do pracy pod napięciem specjalnej konstrukcji chroniące przed polem elektrycznym (rys. 2 i 3).

Rękawice elektroizolacyjne

Wykonane z gumy lub tworzywa syntetycznego wg PN-EN 60903, umożliwiające pracownikowi dotykanie elementów urządzeń będących pod napięciem. W urządzeniach niskiego napięcia stosuje się rękawice elektroizolacyjne w zależności od napięcia w miejscu pracy: 500 V i 1000 V, a w urządzeniach powyżej 1 kV rękawice elektroizolacyjne stosowne do napięcia znamionowego 7,5; 12; 17; 26,5 kV. Poszczególne typy rękawic badane są odpowiednio napięciem próby: 2,5; 5; 10; 15; 20; 30 kV w okresach określonych normami bądź instrukcjami wewnątrzzakładowymi.

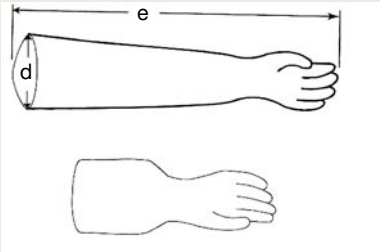
Każdorazowo przed użyciem należy przeprowadzać dokładne oględziny i próbę szczelności przez napompowanie. W razie podejrzenia, że rękawica nie spełnia wymagań bezpieczeństwa nie należy jej używać, lecz oddać do przeprowadzenia badań. Rękawic elektroizolacyjnych, bez koniecznej potrzeby, nie należy wystawiać na działanie ciepła, światła lub na styczność z olejem, smarem, terpentyną, spirytusem lub silnym kwasem.

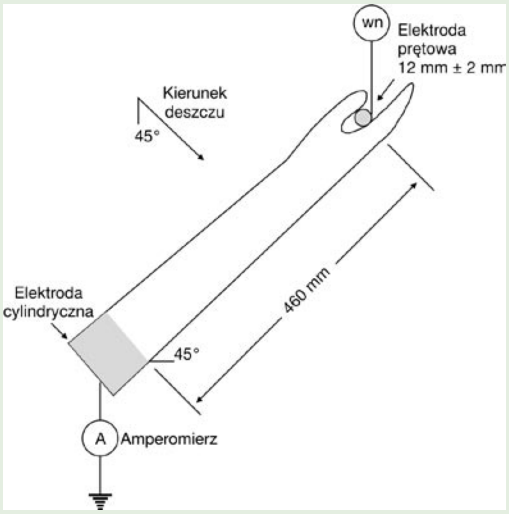
Jeżeli rękawice ulegną zasoleniu (również wskutek wydzielanego potu), należy je umyć wodą z mydłem o temperaturze nie przekraczającej temperatury zalecanej przez producenta (niższej od 65°C), starannie wysuszyć i pokryć zasypką. Zabrudzenia smołą lub farbą należy wytrzeć odpowiednim rozpuszczalnikiem, unikając jego nadmiaru, a następnie umyć wodą z mydłem i wysuszyć. Do usunięcia zabrudzeń nie należy stosować benzyny, alkoholu etylowego i ciekłej parafiny.

Każda para rękawic elektroizolacyjnych powinna być przechowywana w pojemniku lub opakowaniu o dostatecznej wytrzymałości, zapewniającym skuteczną ich ochronę przed uszkodzeniem. Należy unikać ściskania i zginania rękawic, przechowywania rękawic w pobliżu rur grzewczych, radiatorów lub innych źródeł ciepła oraz światła. Zalecana temperatura otoczenia dla przechowywanych rękawic powinna zawierać się w granicach od +10 do +20°C.

Norma PN-EN 60903 dla rękawic klasy 00 oraz klasy 0 wymaga badania laboratoryjnego przed oddaniem ich do użycia, natomiast w eksploatacji norma uznaje za wystarczające badanie okresowe polegające na sprawdzeniu szczelności oraz przeprowadzeniu oględzin. Dla ochrony cienkich rękawic klas 00 i 0 stosowanych w pracach pod napięciem przy urządzeniach do 1 kV przed uszkodzeniami mechanicznymi zaleca się stosowanie rękawic skórzanych (patrz rys. 1).

Inne stosowane kształty rękawic oraz układ do badań elektrycznych przedstawiono na rysunku 4.





Rys. 4. Rękawice elektroizolacyjne:
z lewej kształt mankietu wydłużony lub dzwonowy,
z prawej układ do badań elektrycznych pod deszczem

Tabela 1

Wartości maksymalne napięcia użytkowania rękawic z materiału izolacyjnego

Klasa	Zalecany kolor symbolu	Napięcie przemienne V, wartość skuteczna	Napięcie stałe, V
00	beżowy	500	750
0	czerwony	1 000	1 500
1	biały	7 500	11 250
2	żółty	17 000	25 500
3	zielony	26 500	39 750
4	pomarańczowy	36 000	54 000

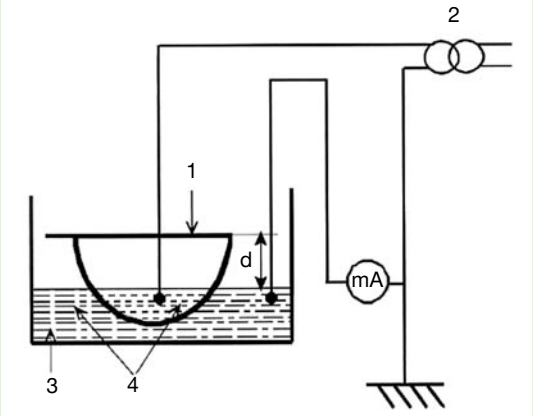
Norma PN-EN 60903: rękawice z materiału izolacyjnego (także kompozytowe) podaje także wymagania dla rękawic elektroizolacyjnych stosowanych do napięcia znamionowego 36 kV, badane napięciem próby 40 kV. Wartości maksymalnego napięcia użytkowania rękawic dla napięć stałych zestawiono w tabeli 1.

Symbol oznaczający przeznaczenie sprzętu do prac pod napięciem (IEC 60417-5216) ma kształt podwójnego trójkąta.

Hełmy elektroizolacyjne

Hełmy elektroizolacyjne używane powszechnie do ochrony głowy przed urazami mechanicznymi stanowią również ochronę przed porażeniem przy instalacjach pod napięciem do 1 kV.

Norma PN-EN 50365: hełmy elektroizolacyjne do prac przy instalacjach niskiego napięcia określa wymagania dla hełmów klasy 0 – do 1 kV. Badaniom elektrycznym poddawana jest jedynie izolacyjna skorupa hełmu, która przy zanurzeniu w wodzie powinna wytrzymać napięcie probiercze o wartości skutecznej 5 kV, przy czym prąd upływu nie może być większy niż 3,5 mA. Układ do badań elektrycznych hełmów wg PN-EN 50365 przedstawiono na rysunku 5.



Rys. 5. Układ do badania elektrycznego hełmów elektroizolacyjnych

1 – skorupa hełmu, 2 – źródło napięcia przemiennego, 3 – zbiornik z wodą, 4 – woda wodociągowa, d – odstęp pionowy, mA – miliamperomierz

Hełmy elektroizolacyjne oprócz oznaczeń wymaganych przez odpowiednie normy powinny posiadać następujące oznaczenia: symbol – podwójny trójkąt, klasa, numer serii lub partii.

Oznaczenia powinny być trwałe, łatwo czytelne na spodzie górnej części skorupy hełmu. Każdy hełm elektroizolacyjny powinien posiadać instrukcję użytkowania zawierającą niezbędne informacje o eksploatacji, konserwacji i o potencjalnym ryzyku związanym z ograniczoną efektywnością izolacji elektrycznej.

Do prac przy instalacjach o wyższych napięciach stosowane są również hełmy klasy 0, lecz nie stanowią one ochrony od porażeń. Badania odporności mechanicznej hełmów przeprowadzane są wg EN 397 –Przemysłowe hełmy ochronne lub EN 443 – Hełmy dla strażaków.

Do hełmu powinna być dołączona instrukcja użytkowania, która powinna zawierać:

- nazwę producenta lub jego przedstawiciela,
- typ wyrobu, nazwę handlową, oznaczenie kodowe,
- numer normy,
- wyjaśnienie symbolu „podwójny trójkąt",
- wyjaśnienie elektrycznych ograniczeń dla użytkownika,
- informację, że hełm elektroizolacyjny nie może być używany jako jedyny sprzęt ochronny i że jest niezbędne stosowanie odpowiedniego dodatkowego sprzętu ochronnego w zależności od ryzyka występującego przy określonym rodzaju pracy,
- instrukcję użycia z uwzględnieniem potencjalnego ryzyka utraty właściwości ochronnych wskutek starzenia lub niewłaściwego czyszczenia, ograniczenia efektywności izolacji w zależności od warunków użytkowania,
- informację o sposobie przechowywania, użytkowania, czyszczenia i konserwacji.

Przed każdym użyciem należy dokonać szczegółowych oględzin hełmu i oceny jego przydatności do użycia wg kryteriów zawartych w instrukcji oraz sprzwdzić czy warunki użycia hełmu są zgodne z jego przeznaczeniem.

Osłony twarzy, okulary ochronne

Osłony twarzy, okulary i gogle chronią oczy i twarz przed promieniowaniem ultrafioletowym, podczerwonym i uszkodzeniami mechanicznymi cząstkami niesionymi falą uderzeniową. Powinny być wykonane z materiałów odpornych na stłuczenie i złamanie. Do prac przy urządzeniach rozdzielczych należy używać zamiast okularów i gogli osłon całej twarzy wykonanych z materiałów odpornych na wysoką temperaturę oraz promieniowanie ultrafioletowe i udary mechaniczne.

Ubiory do prac pod napięciem

Elektroizolacyjne ubrania ochronne do prac w sieci dystrybucyjnej

Norma PN-EN 50286: Elektroizolacyjne ubrania ochronne do prac przy instalacjach niskiego napięcia określa wymagania dla ubrań ochronnych – bluza z kapturem, spodnie i kombinezon, które chronią przed przepływem prądu przez ciało człowieka przy kontakcie z instalacjami o napięciach znamionowych do 500 V napięcia przemiennego lub do 750 V napięcia stałego. Ubiory tego typu poddawane są próbom napięciowym o wartościach skutecznych: 2,5 kV na sucho, 2 kV w warunkach wilgotnych oraz 1,5 kV po deszczu, podczas których prąd upływu nie powinien być większy od 0,5 mA. Ubiory wykonane zgodnie z powyższą normą mogą znaleźć zastosowanie do prac pod napięciem, głównie metodą w kontakcie.

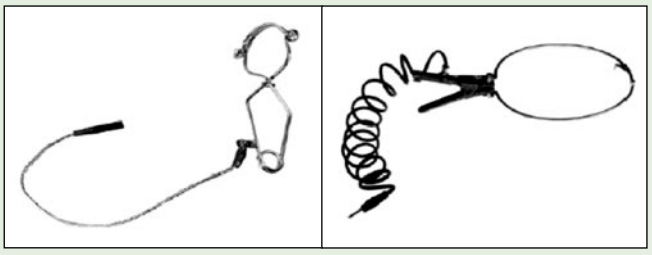
Ubranie powinno mieć jasny kolor (zalecany kolor to czerwony). Na części zewnętrznej ubrania nie mogą się znajdować jakiekolwiek części metalowe. W PN-EN 50286:2003 podano wymagania dotyczące liczby kieszeni i ich umiejscowienia, masy ubrania, zapięć i szwów. Producent ubrań może znaleźć w normie ściśle określone parametry konstrukcyjne, jak wagę ubrania ochronnego w zależności od rozmiaru. Podane są wymagania dotyczące tkaniny, która powinna być wodoodporna, mieć odpowiednią wytrzymałość na rozciąganie i rozdzieranie i ograniczoną odporność na rozprzestrzenianie się płomienia. Podane są także wymagania dotyczące badań, znakowania i instrukcji użytkowania. Użytkownicy znajdą w normie wymagania dotyczące kontroli okresowej i czyszczenia.

Instrukcje prac pod napięciem zatwierdzone w kraju dotychczas nie wymagają bezwzględnego stosowania ubiorów zgodnych z normą PN-EN 50286:2003.

Ubiory przewodzące do prac w sieci przesyłowej

Dane charakterystyczne dla ubiorów przewodzących przeznaczonych do prac w sieci przesyłowej podano w normie PN-EN 60895: Ubiory przewodzące do stosowania przy nominalnych napięciach przemiennych do 800 kV i stałych do ±600 kV.

Ubranie przewodzące składa się z kilku części, które połączone razem powinny tworzyć powłokę elektrycznie ciągłą, osłaniającą całe ciało pracownika, z wyjątkiem jego twarzy, którą w razie potrzeby może chronić specjalna osłona – połączona elektrycznie z resztą ubioru. Skompletowany ubiór przewodzący powinien być połączony z przewodem lub częścią przewodzącą, na której prowadzone będą prace pod napięciem. Połączenie wykonane jest przewodzącym oplotem – wyrównywaczem potencjału – na jednym końcu połączonym z ubiorem, a na drugim wyposażonym w zacisk – do przyłączenia do części przewodzącej pod napięciem, np. do przewodu linii, zilustrowano na rysunku 6.



Rys. 6. Wyrównywacze potencjału stosowane do ubiorów przewodzących

W trakcie przemieszczania się pracownika do stanowiska pracy z ziemi za pomocą podnośnika lub od uziemionej konstrukcji słupa po kładce izolacyjnej lub w krześle monterskim, zawieszonym na izolatorze umocowanym do poprzecznika – przez ubiór przewodzący płyną prądy pojemnościowe do momentu połączenia ubioru z przewodem będącym pod napięciem.

Wartości tych prądów mogą być znaczące i mogą prowadzić do uszkodzenia ubrania. Pracownik wyrównuje potencjał ubioru z przewodem za pomocą wyrównywacza potencjałów.

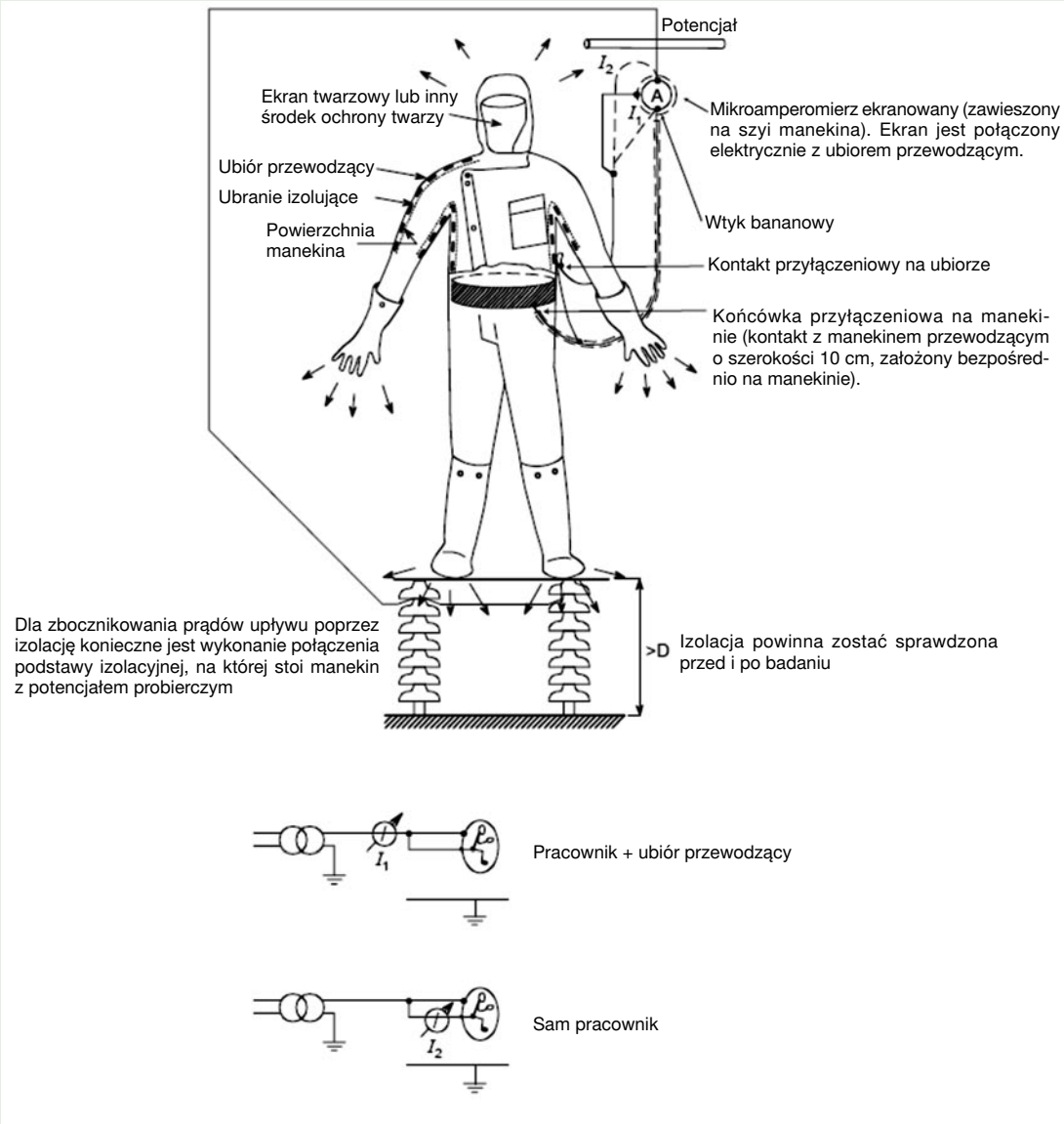
Tkanina ubrania przewodzącego jest zwykle wykonana z nici metalowych (w polskim kombinezonie zastosowano nici szychowe srebrne) oraz naturalnych nici syntetycznych gęsto tkanych lub dzianych. Materiał powinien mieć określone właściwości, jak: odporność na zapalenie – w wyniku wyładowań elektrostatycznych lub łukowych przy bocznikowaniu, odporność na zużycie (ścieranie i rozrywanie), wymaganą wartość rezystancji elektrycznej – aby różnica potencjałów pomiędzy dwoma punktami na ubiorze, mającymi kontakt ze skórą, była jak najmniejsza.

Także rękawice, skarpety i obuwie – wchodzące w skład kompletnego ubioru przewodzącego powinny spełniać określone wymagania dotyczące wartości rezystancji.

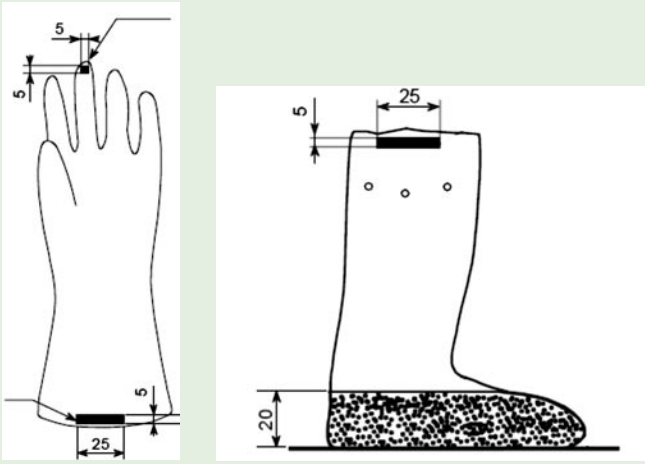
Ogólnie – części składowe ubioru przewodzącego powinny mieć tak małą rezystancję, aby płynąc przez nie maksymalny prąd nie powodował spadku napięcia odczuwalnego przez pracownika.

W normie PN-EN 60895 są podane stosowne wymagania dotyczące sprawdzenia materiału pod względem m. in. odporności na obciążenia prądowe i skuteczność ekranowania.

Podano także zasadę pomiaru skuteczność działania ubioru kompletnego jako ekranu elektrostatycznego. Skuteczność ekranowania i odporność na zapalenie może się zmniejszyć po praniu i czyszczeniu, co uwzględniono w normie przez określenie wymagań dotyczących specjalnych badań.



Rys. 7. Schemat do badania ubiorów przewodzących, ekranujących od wpływu pola elektrycznego



Rys. 8. Przygotowanie do badań elektrycznych przewodzących rękawic i skarpet do ubiorów przewodzących – zaznaczono miejsce i wielkości elektrod (wnętrze skarpety wypełniane jest stalowymi kulkami o średnicy 4 mm)

Obuwie elektroizolacyjne

Buty i kalosze elektroizolacyjne nie są częściami ubrania elektroizolacyjnego, lecz zalecane jest ich stosowanie razem z nim. W wyjątkowych przypadkach, określonych w instrukcjach, obuwie ochronne izolacyjne może być stosowane bez ubrania elektroizolacyjnego.

Przed porażeniem prądem elektrycznym w przypadku nieumyślnego dotknięcia do części będącej pod napięciem mogą pracownika zabezpieczyć kalosze izolacyjne lub półbuty izolacyjne, wykonane z elastycznego materiału izolacyjnego, mające przeciwpoślizgowe podeszwy.

Wymagania dotyczące parametrów jakościowych obuwia do prac pod napięciem podano w normie PN-EN 50321. Norma dotyczy obuwia o kształtach określonych w PN-EN 344: wymagania i metody badania obuwia bezpiecznego, ochronnego i zawodowego do użytku w pracy.

Obuwie określonego kształtu, klasy elektrycznej 00, może być używane do prac przy instalacjach o napięciu znamionowym do 500 V napięcia przemiennego i do 750 V napięcia stałego. Obuwie klasy elektrycznej 0 można używać podczas prac pod napięciem przy urządzeniach o napięciu znamionowym do 1,0 kV napięcia przemiennego i 1,5 kV napięcia stałego. Obuwie do prac pod napięciem wyróżnia się wysokością wierzchów oraz oznakowaniem. Wymaga się, aby na każdym egzemplarzu obuwia znajdowało się miejsce do oznaczania rozpoczęcia użytkowania oraz daty okresowych kontroli.

Rękawy elektroizolacyjne

Wymagania dotyczące rękawów elektroizolacyjnych podano w PN-EN 60984. Rękawy proste i ze zgiętym łokciem produkowane są z elastomeru o grubości od 1,0 mm do 3,60 mm. Wymiary dla czterech rozmiarów każdego wzoru są określone w normie. Podobnie jak w przypadku rękawic elektroizolacyjnych, produkowane są rękawy odporne na działanie kwasu lub oleju, kwasu i oleju lub odporne na działanie skrajnie niskich temperatur.

Rękawy i rękawice izolacyjne używane do prac pod napięciem nie mogą stanowić jakiegokolwiek zagrożenia dla życia i zdrowia pracownika. Dlatego bardzo ważne są wymagania dotyczące badań wytrzymałości elektrycznej, która może się zmniejszyć nie tylko w wyniku użytkowania, ale też niewłaściwego przechowywania.

W przypadku rękawic i rękawów we właściwych normach są podane ograniczenia elektryczne ich stosowania. Poprawne stosowanie tego rodzaju środków ochrony indywidualnej jest określane przez najwyższe napięcie sieci i wymagany poziom izolacji przy pracach pod napięciem. Każdej klasie rękawów są przypisane wartości graniczne napięć. Na przykład rękawy klasy 00 mogą być stosowane do prac pod napięciem przemiennym do 500 V, rękawy klasy 0 – do 1 kV, rękawy klasy 1 – do 7,5 kV, a np. rękawy klasy 4 – do 36 kV.

Wybranie do pracy pod napięciem rękawów i rękawic spełniających wymagania norm dla właściwej klasy elektrycznej zapewni bezpieczeństwo pracowników pracujących pod napięciem.

Pasy i szelki bezpieczeństwa

Pasy bezpieczeństwa, wykonane z materiałów syntetycznych ze sprzączkami oraz regulowanymi taśmami lub linami powinny w sposób pewny zabezpieczyć pracownika przed upadkiem z wysokości. Pracownik powinien być pewien, że w przypadku spadania zostanie w sposób bezpieczny zatrzymany.

Rys. 9. Szelki bezpieczeństwa – przykładowe rozwiązanie

Sprawom asekuracji przed upadkiem z wysokości w warunkach prac pod napięciem będzie poświęcony odrębny odcinek Akademii Energetyki.