

PROBLEMATYKA ZASTOSOWAŃ I WYMAGAŃ DOTYCZĄCYCH RĘKAWIC ELEKTROIZOLACYJNYCH WYKORZYSTYWANYCH DO PRAC W ENERGETYCE

Marek Łoboda
Politechnika Warszawska

Włodzimierz Piłaciński
Secura B.C.

1. Wstęp

Prace pod napięciem a także prace w pobliżu znajdujących się pod napięciem instalacji i urządzeń elektroenergetycznych wymagają stosowania odpowiedniego sprzętu, narzędzi oraz ubiorów ochronnych, w celu zapewnienia bezpieczeństwa osób wykonujących takie prace. Szeroki zakres czynności wykonywanych przy różnych wartościach napięć roboczych sieci lub urządzeń wymagają stosowania odpowiedniej techniki pracy oraz sprzętu i narzędzi, które powinny spełniać szereg często bardzo ostrych wymagań zawartych w odpowiednich normach przedmiotowych międzynarodowych lub europejskich, które są wprowadzane do norm polskich.

Niezależnie od stosowanych metod pracy oraz od zakresu wykonywanych czynności ochrona przed porażeniem monterów wymaga odizolowania osoby, mającej najczęściej potencjał ziemi od urządzenia znajdującego się pod napięciem roboczym albo od elementu przewodzącego o innym potencjale niż monter, który najczęściej przejmuje potencjał ziemi, lub odizolowanie montera zarówno od urządzenia pod napięciem, jak i od potencjału ziemi. Zagrożenie przy wykonywaniu określonych prac pod napięciem wiąże się najczęściej z możliwością porażenia prądem rażeniowym płynącym na określonej drodze przez ciało ludzkie. Jednakże zagrożenie występuje również, gdy przy wykonywaniu określonych czynności w najbliższej odległości od montera wystąpi zwarcie elektryczne. Zagrożenie jest wówczas związane ze skutkami oddziaływania spowodowanego zwarcie łuku elektrycznego, którego wysoka temperatura i oddziaływanie termiczne nie muszą powodować przepływu prądu przez ciało człowieka, lecz mogą spowodować np. jego oparzenie.

Aby ograniczyć skutki przepływu prądu rażeniowego, na drodze ręka – inna część ciała (np. głowa, bark lub stopa) jako środki ochrony przeciwporażeniowej są używane m.in. rękawice elektroizolacyjne, które niezależnie od stosowanej technologii i metody pracy powinny stanowić określony ekwiwalent elementów ochronnych (izolacyjnych). Akceptowane zasady oceny wymaganych elementów ochronnych są związane z poziomem napięcia fazowego urządzeń lub sieci a także ze stosowaną metodą pracy (np. w kontakcie lub z odległości).

Niezbędny jest właściwy dobór parametrów technicznych rękawic elektroizolacyjnych stosowanych w określonych warunkach pracy do realizacji określonych czynności. Istotny jest również sposób kontroli stanu technicznego rękawic od momentu ich wyprodukowania aż do zakończenia użytkowania. Niestety, mimo coraz powszechniejszego wprowadzania nowych technologii prac oraz międzynarodowych lub europejskich norm dotyczących prac pod napięciem w dalszym ciągu wiedza na temat wymagań i kryteriów doboru parametrów sprzętu ochronnego do prac pod napięciem, w tym rękawic elektroizolacyjnych oraz wymagań przy ich eksploatacji i kontroli parametrów technicznych jest niedostateczna lub ograniczona.

2. Zakres stosowania rękawic elektroizolacyjnych

Rękawice elektroizolacyjne mają na celu ochronę przed porażeniem prądem elektrycznym przy dotyku bezpośrednim części znajdujących się pod napięciem o określonej wartości i na ograniczenie prądu płynącego przez ciało człowieka do wartości znacznie mniejszych od prądu samouwolnienia. W przypadku, gdy rękawice elektroizolacyjne stanowią

jedyny środek ochrony podczas prac pod napięciem, co może być dopuszczalne jedynie przy wykonywaniu określonych czynności w sieciach niskiego napięcia powinny one wytrzymywać długotrwałe napięcie robocze sieci i ograniczać wartość prądu płynącego przez ciało człowieka do ok. 1 – 2 mA. Wynika to z wymaganych właściwości elektrycznych rękawic zgodnie z normą PN-IEC 60903 [3] potwierdzanych wykonywanymi w określony sposób badaniami elektrycznymi.

Przy wykonywaniu prac pod napięciem w sieciach średniego napięcia, niezależnie od stosowanej techniki pracy ustala się ekwiwalentne elementy ochronne, których suma elementów ochronnych (EO) powinna wynosić sześć [1]. Przykładowo dla sieci o napięciu 20 kV wybór urządzeń i sprzętu ochronnego może być następujący:

- zastosowanie rękawic elektroizolacyjnych (2 EO) oraz odstępu izolacyjnego w powietrzu wynoszącego 40 cm lub drążka izolacyjnego (4 EO),
- zastosowanie rękawic elektroizolacyjnych (2 EO), płachty izolacyjnej (1 EO) oraz 30 cm odstępu izolacyjnego w powietrzu lub drążka izolacyjnego (3 EO).

Oznacza to, że oprócz rękawic elektroizolacyjnych należy stosować dodatkowy sprzęt izolacyjny, dobierany odpowiednio do zastosowanej techniki pracy pod napięciem. Natomiast napięcie długotrwałej pracy dla samych rękawic elektroizolacyjnych powinno być zgodne z napięciem roboczym sieci, ale rękawice powinny mieć również odpowiednią dla przepięć łączeniowych w sieci udarową wytrzymałość elektryczną [6].

Ograniczenie prądu rażeniowego płynącego przez ciało montera podczas pracy pod napięciem w sieciach średniego napięcia jest dokonywane przez wszystkie stosowane elementy izolacyjne przy wykonywaniu określonej czynności.

Wykonywanie określonych czynności podczas prac pod napięciem może spowodować, że rękawica elektroizolacyjna jest narażona na uszkodzenia mechaniczne. Powszechnie stosowane rękawice elektroizolacyjne są wykonane z lateksu, który ma stosunkowo małą odporność mechaniczną na przekłucie lub przecięcie a także nie są odporne na działanie wysokiej temperatury (większej od 100 – 150° C). Stąd też wynika potrzeba stosowania rękawic ochronnych nakładanych na rękawice elektroizolacyjne, co ma na celu uniknięcia możliwości ich uszkodzenia mechanicznego. Jako rękawice ochronne są najczęściej stosowane rękawice wykonywane ze skór bydlęcych lub skór kozich, które jednak w dość istotnym stopniu mogą ograniczać zakres wykonywania określonych czynności.

Podczas prac pod napięciem istotna jest ergonomia pracy, które może nie być zadawalająca, jeśli kształt i grubość rękawic ochronnych nie są dopasowane do kształtu i rozmiaru rękawic elektroizolacyjnych. Powszechnie dostępne na rynku rękawice ochronne chroniące przed zagrożeniami mechanicznymi nie są objęte wymaganiami związanymi z oddziaływaniem napięcia lub prądu a zwłaszcza z oddziaływaniem łuku elektrycznego i towarzyszącej mu wysokiej temperatury. W normach dotyczących rękawic ochronnych nie są zdefiniowane [6] tak ważne parametry jak odporność na wysoką temperaturę (a zwłaszcza na łuk elektryczny) czy też wchłanianie wilgoci materiału rękawicy ochronnej. Stąd też sposób doboru rękawic ochronnych do prac pod napięciem nie jest określony przez wymagania norm lub przepisów i jest często intuicyjny, gdyż zależy od doświadczenia i wiedzy montera lub dozoru technicznego. Na przykład w celu ograniczenia możliwości wystąpienia oparzeń spowodowanych łukiem elektrycznym jako rękawice ochronne stosuje się rękawice spawalnicze.

W przypadkach, gdy praca pod napięciem jest wykonywana przez dłuższy czas i w różnych temperaturach otoczenia może wystąpić dyskomfort związany z poceniem się lub marznięciem dłoni. Stąd też jest uzasadnione zakładanie dodatkowo pod rękawice elektroizolacyjne cienkich lub grubszych rękawic bawełnianych. Rozwiązanie takie ma także zalety ze względu na higienę pracy oraz na ograniczenie alergicznego oddziaływania lateksu, z którego są wykonywane rękawice elektroizolacyjne. Jednakże wykonywanie określonych czynności pod napięciem może być utrudnione, gdy osoba manipulująca zwłaszcza małymi

elementami ma na dłoniach jednocześnie trzy rodzaje rękawic (bawełniane, elektroizolacyjne i ochronne).

Minimalizację utrudnień związanych z komfortem i ergonomią podczas prac pod napięciem wykonywanych przy użyciu rękawic elektroizolacyjnych i ochronnych ma na uwadze jedyny krajowy producent takich rękawic elektroizolacyjnych firma SECURA B.C., która w swojej ofercie proponuje komplet rękawic ochronnych i bawełnianych dopasowanych kształtem i rozmiarem do rękawic elektroizolacyjnych ELSEC (rys.1).



Rys. 1. Zestaw rękawic elektroizolacyjnych ELSEC (a), ochronnych rękawic skórzanych (b) oraz rękawic bawełnianych oferowanych przez firmę Secura B.C.

Alternatywnym rozwiązaniem jest stosowanie rękawic wykonywanych z materiału innego niż lateks, które z założenia mają mieć znacznie większą wytrzymałość mechaniczną. Powinny być one wykonane z elastomeru, który umożliwiłby użytkowanie rękawic podczas prac pod napięciem bez zakładania rękawic zewnętrznych w celu ochrony mechanicznej. Celem stawianym takim rękawicom jest połączenie w jednej uniwersalnej rękawicy właściwości izolacyjnych charakterystycznych dla rękawic wykonanych z lateksu, które są powszechnie stosowane, oraz właściwości mechanicznych rękawic skórzanych, które są na ogół stosowane do ochrony rękawic elektroizolacyjnych przed uszkodzeniem mechanicznym. Takie uniwersalne, kompozytowe rękawice elektroizolacyjne mogą być wykonywane z wewnętrzną wkładką z materiału tekstylnego, nałożonego na elastomer i wówczas nie wymagają stosowania wkładanych do wewnątrz rękawic bawełnianych.

Jednakże zaobserwowano pewne trudności przy łączeniu właściwości elektrycznych i mechanicznych rękawic wykonywanych z elastomerów. Wydaje się być trudne wykonanie elastycznych rękawic elektroizolacyjnych, zapewniających jednocześnie odpowiednią ochronę mechaniczną. Ze względu na brak danych i doświadczeń praktycznych o rękawicach do pracy przy napięciach wyższych niż 7,5 kV napięcia przemiennego lub 11,5 kV napięcia stałego, w normie PN-EN 50237 [4] do chwili obecnej określa się jedynie trzy klasy rękawic – klasę 00, 0 i 1 wzmocnionych i stosowanych do celów elektrycznych.

Praktycznie nie ma obecnie alternatywy dla rękawic lateksowych przy pracy pod napięciem w zakresie średniego napięcia.

3. Badania oraz kontrola parametrów elektrycznych rękawic elektroizolacyjnych ELSEC produkowanych przez firmę Secura B.C.

Każdą rękawicę ELSEC w laboratorium producenta poddaje się w ramach badań wyrobu badaniom elektrycznym zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 60903 [3]. Do rękawicy jest doprowadzane napięcie przemiennie o wartości uzależnionej od klasy badanej rękawicy (tabl.1). Przy badaniach typu i badaniach wyrywkowych napięcie probiercze jest utrzymywane w sposób ciągły przez 3 min. Przy badaniach wyrobu oraz przy badaniach kontrolnych napięcie probiercze jest utrzymywane w sposób ciągły przez 1 min. W żadnym momencie trwania próby napięciowej mierzony prąd upływu nie powinien przekraczać wartości podanych w tablicy 1.

Tablica 1. Wartości napięcia probierczego podczas badań elektrycznych rękawic napięciem przemiennym oraz wartości prądu upływu dotyczące rękawic kondycjonowanych w celu wchłonięcia wilgoci wg [3]

Klasa rękawic	Wartość skuteczna napięcia probierczego przy pomiarze prądu upływu	Największa dopuszczalna wartość skuteczna prądu upływu [mA]				Wartość skuteczna minimalnego napięcia wytrzymawanego
		Długość rękawicy				
		270 mm	360 mm	410 mm	460 mm	
	kV					kV
00	2.5	12	14	n.w.	n.w.	5
0	5	12	14	16	18	10
1	10	n.w.	14	16	18	20
2	20	n.w.	14	16	18	30
3	30	n.w.	14	16	18	40
4	40	n.w.	n.w.	16	18	50

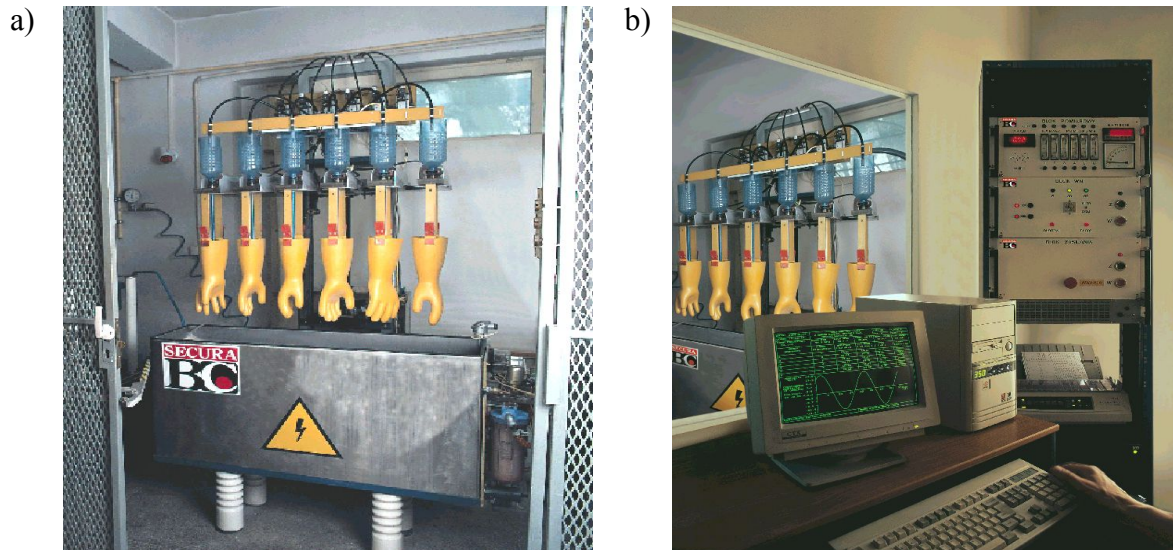
- n.w. oznacza - nie występuje.

- Przy badaniach wyrobu oraz badaniach kontrolnych (w których rękawic nie poddaje się kondycjonowaniu w wodzie celu wchłonięcia wilgoci) dopuszczalna wartość prądu upływu jest mniejsza o 2 mA.

Badania elektryczne rękawic w firmie Secura B.C. są wykonywane przy pomocy w pełni skomputeryzowanego stanowiska probierczo-pomiarowego, które składa się z następujących urządzeń:

- transformator probierczy TP-60 o dwóch zmienianych zakresach napięcia (I - 5- 30 kV i II - 30-60 kV) oraz transformator probierczy TS-6 o zakresie 2-6 kV,
- dwa układy pomiarowe WN: jeden składający się z pojemnościowego dzielnika napięcia oraz woltomierza o dużej rezystancji wejściowej, drugi składający się z wysokonapięciowego rezystora z połączonym w szereg mikroamperomierzem o uchybie pomiaru napięcia przemiennego nie większym niż 1 %,
- dwa układy pomiarowe prądu upływu (analogowy i cyfrowy),
- układu probierczego do jednoczesnego badania sześciu sztuk rękawic,
- automatycznego układu regulacji napięcia z napędem silnikowym o szybkości narastania dla wszystkich zakresów napięcia 1 kV/s i uchybie nastawiania napięcia probierczego nie większym niż 2 %,
- komputerowego układu sterowania badaniem i rejestracji danych pomiarowych.

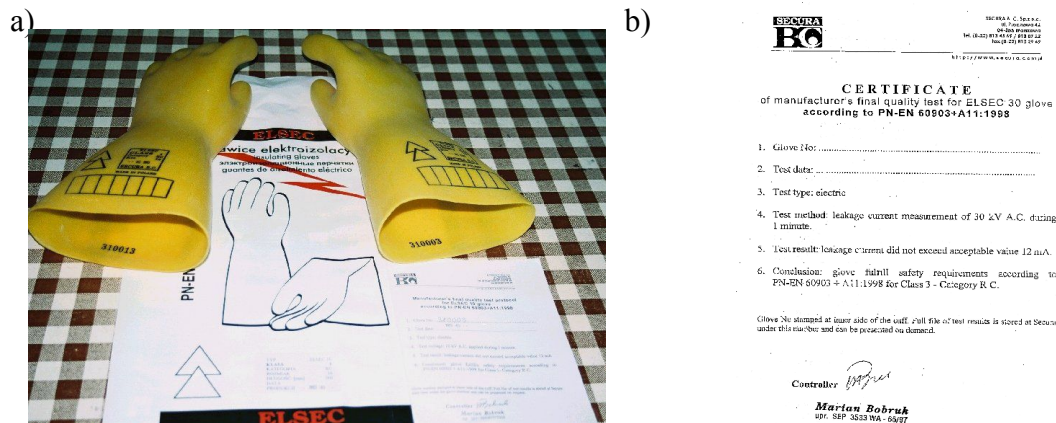
Widok zespołu probierczego oraz sterowanego komputerowo układu kontrolno-pomiarowego do badań elektrycznych rękawic przedstawiono na rys.2.



Rys. 2. Układ probierczy (a) i komputerowy układ sterowania badaniem i rejestracji danych pomiarowych (b) rękawic elektroizolacyjnych ELSEC.

Układ komputerowy kontroluje warunki wykonywania badań elektrycznych rękawic, steruje ich przebiegiem oraz rejestruje dane pomiarowe. Spełnia on następujące funkcje:

- ustala napięcie probiercze,
- kontroluje czas trwania próby,
- mierzy i zapisuje w bazie danych następujące parametry każdej badanej rękawicy zawierające informacje m.in. o wartości maksymalnej i skutecznej napięcia probierczego, wartości skutecznej prądu upływu każdej z badanych jednocześnie sześciu rękawic oraz temperatury powietrza oraz temperaturę wody w zbiorniku z rękawicami.



Rys.3. Widok przygotowanych do odbioru indywidualnie numerowanych rękawic (a) oraz protokołu z badań (b) dołączanego do każdej rękawicy ELSEC.

W wyniku badania powstaje indywidualny protokół pomiarów dla każdej rękawicy, w którym zawarte są informacje o elektrycznych parametrach rękawicy bezpośrednio po jej wyprodukowaniu. Protokół taki jest przechowywany w bazie danych producenta, ale także dołączany do każdej rękawicy kierowanej do obrotu. W 2003 roku wprowadzono indywidualne numerowanie rękawicy, co umożliwia identyfikację parametrów rękawic ELSEC oraz kontrolę ich jakości w pełni zautomatyzowanym procesie produkcji oraz badań elektrycznych (rys.3).

Indywidualne numerowanie rękawic ELSEC umożliwia śledzenie ewentualnych zmian ich parametrów w trakcie użytkowania. Wymagane jest bowiem systematyczne wykonywanie kontrolnych badań elektrycznych (dla rękawic klas 1, 2, 3 i 4), w czasie których mierzony jest prąd upływu przy określonym napięciu probierczym. Badania takie powinny być wykonywane nie rzadziej niż co 6 miesięcy [3] a w przypadku intensywnej ich eksploatacji lub przechowywania w niesprzyjających warunkach otoczenia np. o dużym zapyleniu, wilgotności czy dużych zmianach temperatury należy wykonywać badania elektryczne nawet co 3 miesiące. Na stan techniczny rękawic elektroizolacyjnych może mieć istotny wpływ sposób i warunki ich przechowywania. Należy tu bezwzględnie przestrzegać zaleceń producenta oraz stosować się do informacji zawartych w normach przedmiotowych [3,4,5].

Bibliografia

- [1] B. Dudek: Tendencje w rozwoju prac pod napięciem w sieciach dystrybucyjnych na świecie. III Konf. Naukowo-Techniczna „Prace pod napięciem w sieciach elektroenergetycznych niskich i średnich napięć”. Bielsko-Biała, 30.11-1.12.1995.
- [2] Instrukcja wykonywania prac pod napięciem w urządzeniach rozdzielczych i liniach kablowych o napięciu do 1 kV. ZIAD Bielsko-Biała, 1998.
- [3] PN-EN 60903 +A11. Rękawice pięcio- i trójpalcowe z materiału izolacyjnego do pracy pod napięciem. Wymagania i badania.
- [4] PN-EN 50237: Prace pod napięciem. Rękawice pięcio- i trójpalcowe izolacyjne wzmocnione do celów elektrycznych.
- [5] PN-EN 388. Rękawice ochronne chroniące przed zagrożeniami mechanicznymi
- [6] ENV 50196. Live working. Required insulation level and related air distances. Calculation method.