

Grzegorz Frankowski

Tradycyjne oraz alternatywne sposoby łączenia i napraw kabli elektroenergetycznych SN w świetle obowiązujących aktów normatywnych

W referacie przedstawiono szczegóły nowego rozwiązania muf do łączenia kabli elektroenergetycznych o izolacji papierowej przesycanej syciwem oraz omówiono zmiany w wymaganiach normatywnych stawiane mufom i głowicom SN.

Wstęp

Kable SN o izolacji papierowej przesycanej syciwem obecnie są już bardzo rzadko instalowane, ale w krajowych elektroenergetycznych liniach kablowych wciąż stanowią znaczny udział. Do ich łączenia i napraw stosowane są mufy kablowe wykorzystujące różne technologie montażu, począwszy od taśmowo-żywicznej poprzez termokurczliwą, zimnokurczliwą, a skończywszy na różnorodnych kombinacjach poszczególnych technologii.

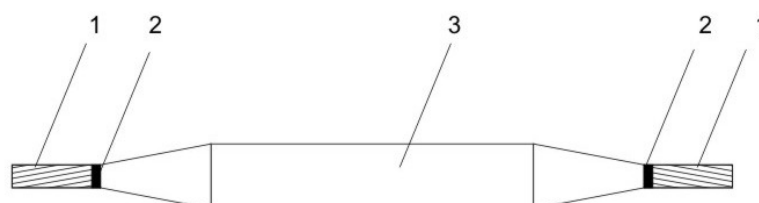
Najbardziej popularna, pomimo dość znacznej pracochłonności w porównaniu do technologii wykorzystujących prefabrykaty jest wciąż technologia taśmowo-żywiczna. Dzieje się tak ze względu na wysoki poziom wykształcenia ekip monterskich w wykonawstwie tego typu osprzętu oraz ze względu na bardziej atrakcyjny poziom cen w stosunku do bardziej zaawansowanych technologii. Nie bez znaczenia są także takie zalety jak możliwość instalacji muf w sytuacji ograniczonej przestrzeni montażowej, ze względu na brak konieczności wstępnego pozycjonowania prefabrykatów.

W przypadku uszkodzenia kabla w wyniku awarii elektrycznej, lub urazu mechanicznego na odcinku długim na tyle, że nie można zastosować pojedynczej mufy, tradycyjne sposoby łączenia kabli elektroenergetycznych o izolacji papierowej przesycanej polegają na wykonaniu dwóch muf przelotowych i wykorzystaniu wstawki kabla tego samego typu. Znany jest także sposób łączenia tego typu kabli polegający na wykonaniu dwóch muf przejściowych i wykorzystaniu wstawki trzech kabli o izolacji XLPE.

Niedogodnością wspomnianych powyżej metod jest konieczność wykonania dwóch muf, co wiąże się ze znacznym wydłużeniem prac montażowych chociażby ze względu na konieczność przygotowania odcinka kabla stanowiącego uzupełnienie. Nie bez znaczenia jest także koszt samego odcinka uzupełniającego.

Mufy typu INSERT

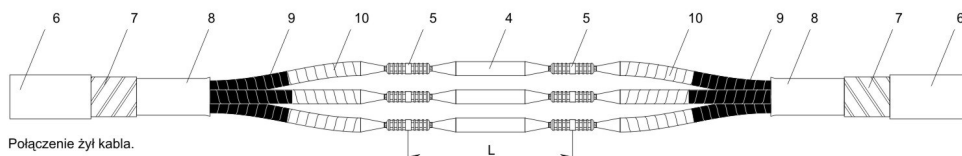
Mufy typu INSERT zawierają trzy odcinki uzupełniające ekranowanej 2) żyły aluminiowej (1) o odpowiednio dobranym przekroju czynnym z zestożkowaną izolacją z polietylenu usieciowanego (3).



Odcinek uzupełniający.

Dzięki odcinkom uzupełniającym można wyciąć zniszczony odcinek kabla, uzupełnić go na požądanej długości, a następnie wykonać jedną mufę przelotową. Daje to możliwość połączenia lub naprawy kabla o izolacji papierowej przesycanej i powłoce metalowej uszkodzonego w wyniku awarii lub urazu mechanicznego na odcinku nawet do 1m, zmniejszając tym samym czasochłonność i koszty naprawy.

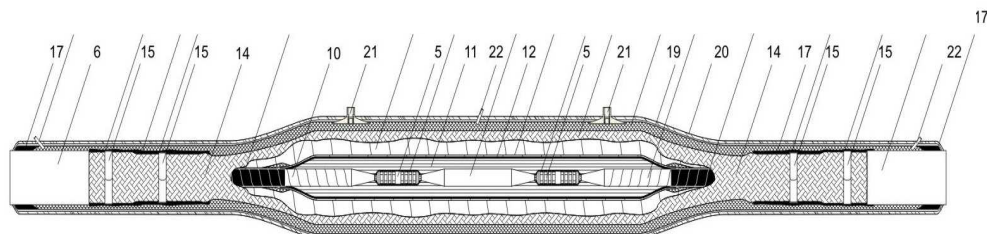
Żyły robocze łączonych odcinków kabli łączone są z żyłami roboczymi odcinków uzupełniających za pomocą złączek kablowych, zaprasowywanych lub śrubowych.



Połączenie żył kabla.

Ekran na żyłach roboczych odtwarzany jest za pomocą taśmy półprzewodzącej z papieru marszczonego. Izolacja fabryczna kabla jest odtwarzana za pomocą taśmy izolacyjnej z papieru marszczonego przesycanego syciwem kablowym. Ekran na izolacji dowiniętej odtwarzany jest za pomocą taśmy półprzewodzącej z papieru marszczonego. Na każdą z osobna zaizolowaną i zekranowaną żyłę nawija się folię polwinitową. Końce mufy oraz miejsca na granicach powłok zewnętrznych i pancerzy, pancerzy i powłok ołowianych, a także krawędzie powłok ołowianych uszczelnia się za pomocą taśmy butylowej. Powłoki ołowiane i pancerze łączonych odcinków kabli łączy się stosując cylindryczną plecionkę miedzianą o przekroju czynnym 50 mm², mocowaną przy pomocy sprężyn krążkowych. Na całej długości połączenia nawija się siatkę polipropylenową i uszczelnia za pomocą przezroczystej taśmy PVC, która dodatkowo jest wzmocniana taśmą z włóknami szklanymi. Zabezpieczenie zewnętrzne i uszczelnienie stanowi żywica elektroizolacyjna, która jest wstrzykiwana w korpus mufy przy pomocy rękawa wtryskowego lub pistoletu.

VII Lubuska Konferencja Naukowo-Techniczna – i-MITEL 2012



Konstrukcja mufy.

- | | | |
|------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|
| 1 - żyła robocza | 9 - ekran na izolacji | 17 - uszczelnienie z mastyki |
| 2 - ekran na żyłę roboczej | 10 - izolacja papierowa | 18 - taśma z siatki polipropylenowej |
| 3 - izolacja XLPE | 11 - izolacja dowinięta | 19 - taśma uszczelniająca |
| 4 - odcinek uzupełniający | 12 - ekran z taśmy półprzewodzącej | 20 - taśma z włóknami szklanymi |
| 5 - złączka kablowa | 13 - folia polwinitowa | 21 - zawór wtryskowy |
| 6 - powłoka zewnętrzna kabla | 14 - cylindryczna plecionka miedziana | 22 - odpowietrznik |
| 7 - pancerz | 15 - sprężyna krążkowa | |
| 8 - powłoka ołowiana | 16 - taśma PVC | |

Dostępny typoszereg muf serii 24-INSERT umożliwia dobranie właściwego rozwiązania o ilości komponentów dobranej w sposób zapewniający wygodne wykonanie połączenia lub naprawy kabla o izolacji papierowej przesycaanej syciwem na napięcie znamionowe 12/20 kV na odcinku o wymaganej długości.

Napięcie znamionowe	Numer Zestawu	Przekrój żyły roboczej (mm ²)	
		Min.	Max.
8,7/15 kV i 12/20 kV	24-INSERT-70/L	3 x 35	3 x 70
	24-INSERT-120/L	3 x 50	3 x 120
	24-INSERT-240/L	3 x 120	3 x 240

L – długość odcinka uzupełniającego:

- A – 370 mm
- B – 550 mm
- C – 750 mm
- D – 1000 mm

Normy dotyczące osprzętu kablowego SN

Większość muf do kabli o izolacji papierowej przesycaanej syciwem była wprowadzana do obrotu w czasie kiedy obowiązującymi aktami normatywnymi określającymi parametry techniczne osprzętu kablowego były wycofane już obecnie normy:

- **PN-76/E-05125** *Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa.*
- **PN-90 E-06401** *Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Osprzęt do kabli o napięciu znamionowym nie przekraczającym 30 kV.*

Po przystąpieniu do Unii Europejskiej zaistniała konieczność ujednoczenia wymagań Polskich Norm z wymaganiami norm europejskich. Odbywa się to poprzez wdrażanie norm europejskich do zbioru Polskich Norm.

Wdrożenie normy europejskiej, jako normy polskiej związane jest z wycofaniem sprzecznych z nimi dotychczasowych norm krajowych.

W przypadku PN-76/E-05125 zapisy jej zostały ponownie opracowane przez SEP i funkcjonują pod nazwą SEP-E-004. Natomiast w zakresie do którego odnosiła się wycofana w grudniu 2010 roku norma PN-90 E-06401 obowiązują obecnie normy:

- **PN-HD 629.1 S2:2006** *Badania osprzętu przeznaczonego do kabli na napięcie znamionowe od 3,6/6 (7,2) kV do 20,8/36 (42) kV. Część 1: Kable o izolacji wytłaczanej.*
- **PN-HD 629.2 S2:2006** *Badania osprzętu przeznaczonego do kabli na napięcie znamionowe od 3,6/6 (7,2) kV do 20,8/36 (42) kV. Część 2: Kable o izolacji papierowej przesyconej.*

będące wdrożeniem dokumentów harmonizacyjnych opracowanych przez Europejską Komisję Normalizacyjną ds. Elektrotechniki CENELEC. - European Committee for Electrotechnical Standardization).

W związku z tym, że w Ustawie z dn. 12 września 2002 r. o normalizacji została zapisana zasada dobrowolności stosowania norm, wycofanie normy nie jest równoznaczne z jej unieważnieniem. Wycofanie normy oznacza raczej wyłączenie jej ze zbioru norm aktualnych ze względu na dezaktualizację jej treści. Normy wycofane tym różnią się od norm aktualnych, że mogą prezentować mniej nowoczesne rozwiązania – z punktu widzenia postępu naukowo-technicznego – jednak rozwiązania te nie są błędne. Normy wycofane mogą być nadal stosowane, ale ten fakt powinien być uzgodniony między współpracującymi stronami (np. pomiędzy dostawcą i odbiorcą).

W praktyce, na przykład w specyfikacjach istotnych warunków zamówień ogłaszanych przez zakłady energetyczne, przywoływana jest zarówno norma PN-90 E-06401, jak i PN-HD 629.

Ich wymagania w dużym stopniu pokrywają się. Istnieją jednak pewne różnice dotyczące sekwencji wykonywanych badań, a także parametrów niektórych prób.

VII Lubuska Konferencja Naukowo-Techniczna – i-MITEL 2012

W poniższych tabelach przedstawione są sekwencje badań dla muf do kabli o izolacji papierowej przesypanej.

PN-90 E-06401/04

Nazwa badania	Liczba muf	
	2	2
Sprawdzenie odporności na działanie dynamiczne prądu zwarcia	+	
Sprawdzenie wytrzymałości elektrycznej krótkotrwałej w powietrzu		+
Sprawdzenie wytrzymałości udarowej	+	+
Sprawdzenie długotrwałej wytrzymałości elektrycznej i odporności na zmiany temperatury w powietrzu		+
Sprawdzenie odporności na działanie ciepłe prądu zwarcia		+
Sprawdzenie długotrwałej wytrzymałości elektrycznej i odporności na zmiany temperatury w wodzie		+
Sprawdzenie wytrzymałości udarowej		+
Sprawdzenie wytrzymałości elektrycznej napięciem stałym	+	+
Sprawdzenie szczelności osłony mufy		+

PN-HD 629.2 S2:2006

Nazwa badania	Liczba muf	
	2	1
Sprawdzenie wytrzymałości elektrycznej napięciem stałym	+	+
Sprawdzenie wytrzymałości elektrycznej krótkotrwałej w powietrzu	+	+
Sprawdzenie wytrzymałości udarowej	+	
Sprawdzenie długotrwałej wytrzymałości elektrycznej i odporności na zmiany temperatury w powietrzu	+	
Sprawdzenie długotrwałej wytrzymałości elektrycznej i odporności na zmiany temperatury w wodzie	+	
Sprawdzenie wytrzymałości elektrycznej w powietrzu	+	
Sprawdzenie odporności na działanie ciepłe prądu zwarcia		+
Sprawdzenie odporności na działanie dynamiczne prądu zwarcia		+
Sprawdzenie wytrzymałości udarowej	+	+
Sprawdzenie wytrzymałości elektrycznej w powietrzu	+	+

W przypadku PN-90 E-06401/04 ten sam obiekt był poddawany zarówno sprawdzeniu długotrwałej wytrzymałości elektrycznej i odporności na zmiany temperatury w powietrzu i w wodzie, jak i sprawdzeniu odporności na działanie ciepłe prądu zwarcia. Norma PN-HD 629.2 S2:2006 zakłada, że badania te realizowane są na dwóch różnych obiektach w związku z czym obciążenie każdego z nich jest mniejsze niż w poprzedniej sytuacji.

Występują też różnice w parametrach próby wytrzymałości elektrycznej krótkotrwałej. W oparciu o normę PN-E90/06401 próba ta dla muf na napięcia 12/20 kV była wykonywana napięciem 55 kV przez 60 s. Według PN-HD 629.2 S2:2006 jest to wartość 4,5 U_o (czyli również około 55 kV), ale w czasie 5 minut.

Uwzględnienie powyższych różnic może zapewnić poprawę kompatybilności i zamienności wyrobów, co jest określane przez Ustawę jako jeden z podstawowych z celów normalizacji. W tej sytuacji zasadna wydaje się potrzeba aktualizacji badań muf do

kabli o izolacji papierowej przesycanej syciwem wprowadzanych do obrotu w czasie obowiązywania poprzednich aktów normatywnych. Jest to jednak proces dość długotrwały i kosztowny, przez co nie każdy z producentów osprzętu kablowego zdecyduje się na jego przeprowadzenie. Rozwiązaniem dla użytkowników chcących zadbać o zgodność stosowanego osprzętu z aktualnie obowiązującymi normami może być stosowanie konstrukcji wprowadzonych do obrotu już po zmianach w zbiorze Polskich Norm.

Przykładem muf do kabli o izolacji papierowej przesycanej, które badane są na zgodność z wymaganiami aktualnie obowiązujących norm może być unikalne rozwiązanie mufy naprawczej do kabli o izolacji papierowej przesycanej syciwem i powłoce ołowianej typu INSERT, jak również rodzina standardowych muf w technologii taśmowo-żywicznej serii EROJ (mufy przelotowe) oraz EROP (mufy przejściowe).

Literatura

1. PN-HD 629.1 S2:2006 Badania osprzętu przeznaczonego do kabli na napięcie znamionowe od 3,6/6 (7,2) kV do 20,8/36 (42) kV. Część 1: Kable o izolacji wytłaczanej.
2. PN-HD 629.2 S2:2006 Badania osprzętu przeznaczonego do kabli na napięcie znamionowe od 3,6/6 (7,2) kV do 20,8/36 (42) kV. Część 2: Kable o izolacji papierowej przesycanej.

Autor: mgr inż. Grzegorz Frankowski, Energy Partners Sp. z o.o., www.energypartners.pl,
e-mail: g.frankowski@energypartners.pl