

Stéphane TOGNALI, Gérard LENCOT¹,
Witold WOŁOSZYN²

Prysmian Cables et Systemes France¹

ACW Polska – dystrybutor krajowy osprzętu kablowego SN produkcji Prysmian²

15 lat doświadczeń w produkcji muf kablowych na średnie napięcia

STRESZCZENIE

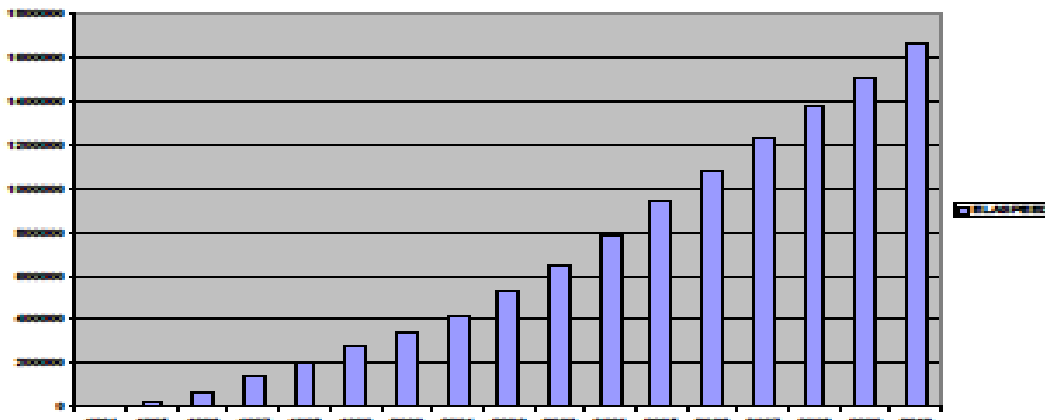
Mufy kablowe średniego napięcia używające kurczliwych na zimno powłok wprowadzono na rynek około 15 lat temu, docierając do kilkunastu milionów zastosowań na całym świecie. Pozwoliło to nam na szczególne rozważenie użycia muf, ich zastosowań a także spełnienie tej technologii w porównaniu z wymaganiami klientów.

W artykule przedstawiono krótką historię rozwoju tej technologii od rozpoczęcia do obecnego stanu wiedzy, nabyte doświadczenie, elastyczność, zdolność przystosowania i wiarygodność spełniające różne wymagania użytkowników. Kluczowe parametry, które należy koniecznie wdrożyć, by zapewnić sukces tej technologii, to między innymi materiały o wysokiej wydajności, wysokich parametrach elektrycznych i termicznych, odporność na wilgoć oraz inne specyficzne cechy charakterystyczne spełniające szczególne zastosowania. Testy potwierdzające powyższe parametry zostaną również przedstawione. Integracja powiązanych technologii, takich jak złączki mechaniczne, doskonale uzupełnia wdrażanie i upraszczanie narzędzi i linii produkcyjnych. Nowe wymagania (rozwój energii odnawialnych ...) sprawiają, że ta wciąż obiecująca technika będzie się spełniała w najbliższej przyszłości.

SŁOWA KLUCZOWE: Mufy kablowe - zimnokurczliwe - EPR.

WSTĘP

Mufy kablowe zimnokurczliwe zostały opracowane ponad 20 lat temu i zaczęto ich instalację w sieci ponad 17 lat temu. Konstrukcja i zmiany muf kablowych zostały już wcześniej opisane [1, 2].



Rys 1. Skumulowane roczne ilości



Mufy kablowe zaprojektowano jako oryginalne elementy wytłaczane z polimeru EPDM. Pierwotny pomysł polegał na stworzeniu mufy "takiej jak kabel". Rozwój tej technologii okazał się bardzo ważny, ponieważ wielu użytkowników skusiła jej wydajność i łatwość instalacji. Prawie 2 miliony zastosowań na całym świecie w warunkach środowiskowych i różnych klasach napięcia aż do 41.5 kV (Rys. 2).

Rys. 2. Mufa kablowa rozgałęźna o napięciu pracy 24kV

NIEZAWODNOŚĆ ZIMNOKURCZLIWYCH MUF KABLOWYCH

Oprócz wymagań krajowych i międzynarodowych standardów, technologia ta wykazała zdolność do adaptacji w specjalnych warunkach środowiskowych, z którymi zmagają się niektórzy klienci.

Parametry elektryczne

Temperatura pracy kabli średniego napięcia jest ograniczona ze względu na charakter ich izolacji. W przypadku kabli izolowanych XLPE, maksymalna temperatura pracy wynosi 90°C, dla muf kablowych zimnokurczliwych (EPR) temperatura ta wynosi 105 °C. W niektórych przypadkach może wystąpić praca w podwyższonej temperaturze 120 °C lub 130 °C. Nowy typ izolacji kabli może osiągać 130 °C w eksploatacji. Ponadto, w przypadku równoległego ułożenia kabli, wymiar przewodów został zoptymalizowany w niektórych przypadkach z gradientem na powierzchni izolacji ekranu, który wzrósł z 2,0/kV mm do 2,5 kV/mm.

Testy kwalifikacyjne muf kablowych średniego napięcia, ich funkcje oraz liczba cykli termicznych różnią się standardami (IEEE 404 [3], IEC60502-4 [4], HD629S2 część 1 & 2 [5], itd. ...).

W różnych fazach rozwoju i adaptacji, mufa kablowa została poddana różnym testom w różnych konfiguracjach w zależności od poniższej kolejności badań:

- Liczba cykli: 210 cykli;
- Profil Cyklu: 5 godz. ogrzewania z co najmniej 2 godziną stałą temperaturą, 3 godz. naturalnego chłodzenia;
- Temperatura na przewodzie: 140 °C;
- Napięcie pomiędzy częścią przewodzącą a ziemią: 3 U_o.

Kable w izolacji odtwarzanej za pomocą papieru impregnowanego syciwem kablowym nieściekającym przeszły następujące badania:

- Liczba cykli: 210 cykli;
- Profil Cyklu: 5 godz. ogrzewania z co najmniej 2 godziną stałą temperaturą, 3 godz. naturalnego chłodzenia;
- Temperatura na przewodzie: 100 °C;
- Napięcie pomiędzy częścią przewodzącą a ziemią: 2 U_o.

VII Lubuska Konferencja Naukowo-Techniczna – i-MITEL 2012

Pod koniec tych testów wykonuje się próby wytrzymałości elektrycznej AC (8 godz. przy 4,5 U_o) oraz próby wytrzymałości przepięciowej napięciem udarowym. Utrata parametrów jest mniejsza niż 10% w porównaniu do nowych muf kablowych.

Wodoszczelność

Ważnym czynnikiem, który może ograniczyć żywotność każdego z akcesoriów, jest przenikanie wody. Standardy (HD629S2 część 1 i 2 [5], IEC 60502-4 [4], IEEE 404 [3]) w sposób naturalny określają sprawdzenie wodoszczelności pod wpływem różnych ciśnień dla różnych wysokości wody określonych przez standardy lub przez klientów: 30 cm, 40 cm, 1 m, 3 m, 5 m, 10 m, 20 m. Jednakże, to nie zawsze wystarcza, aby zapewnić dobre uszczelnienie (wysokie ciśnienie może nawet "ukryć" wady ukryte, które byłyby odkryte przy niskim ciśnieniu).

Przenikanie wody może wystąpić na skutek połączonego mufą kabla i ułożonego go w rowie, który może zostać wypełniony wodą: zanurzenie może nastąpić natychmiast po instalacji, gdy poziom wody ponownie podniesie się w rowie. Mufa jest szczelna, jeśli pozostaje sucha w niskiej temperaturze i przy niskim ciśnieniu. Rzeczywiście, elastomery tracą elastyczność w niskich temperaturach i zwiększa się czas rozluźnienia. Dla celów badawczych użyto mufę, którą magazynowano przez dwa lata (dopuszczalny okres magazynowania). Tą ostatnią umieszczono na 24h w temperaturze otoczenia 0°C. Zainstalowano ją w tych samych warunkach środowiskowych, a następnie natychmiast zanurzono w wodzie schłodzonej do 0°C, która zawierała płyn przeciw zamarzaniu:

- odporność na napięcie udarowe przeszła test pomyślnie, pokazując prawidłowe ciśnienie na mufie tuż po instalacji;
- po spędzeniu 24 godzin w zimnej wodzie, poprawna i właściwa izolacja 4 kV AC pomiędzy ekranem mufy a wodą została potwierdzona i wykazała brak przeciekania wody w tak ekstremalnych warunkach.

Jest to potwierdzenie, że materiał może być niezwłocznie oddany do eksploatacji.

Odporność na wilgotność:

Innym ważnym czynnikiem wpływającym na żywotność produktu jest działanie wilgoci pod ziemią, gdzie znajduje się mufa. W stosunku do tego ograniczenia, wybór materiałów i preparatów odgrywa ogromne znaczenie, a różne testy i badania są wykorzystywane, aby naświetlić wybór materiału wilgotności względnej.

Jednym z rozwiązań może być zważenie materiału mierzącego przenikanie wody przez membranę. Ten test wykonano na próbkach zewnętrznej powłoki mufy zimnokurczliwej (EPR) za pomocą różnych urządzeń, które są dostępne na rynku. Zostały one porównane z dwoma silikonowymi mufami o tej samej grubości.

Struktura wykorzystywana do badań jest następująca,

- kubek aluminiowy napełnia się wodą,
- jego górny otwór zamykany jest z próbką by oznaczyć osłonę z elastomeru. Krawędzie są szczelnie zamknięte z otwartym wiekiem, który zaciska się mechanicznie, zwraca się uwagę na powierzchnię tego ostatniego, na krawędź kubka aby opisać jego powłokę i uniknąć wycieku wody.

Przesiąkanie wody przez powłoki porównuje się w temperaturze 80 °C pod wpływem zmiennych ciśnień, obracając je do góry nogami i wprowadzając ustawienia temperatury w piecu na 80 °C: kubki w czasie ich pobytu w piecu były odwrócone tak, że jedna strona testowanej powłoki jest trwale w kontakcie z wodą w stanie ciekłym. Podczas pomiarów, brana pod uwagę jest możliwość utraty masy różnych kanałów.

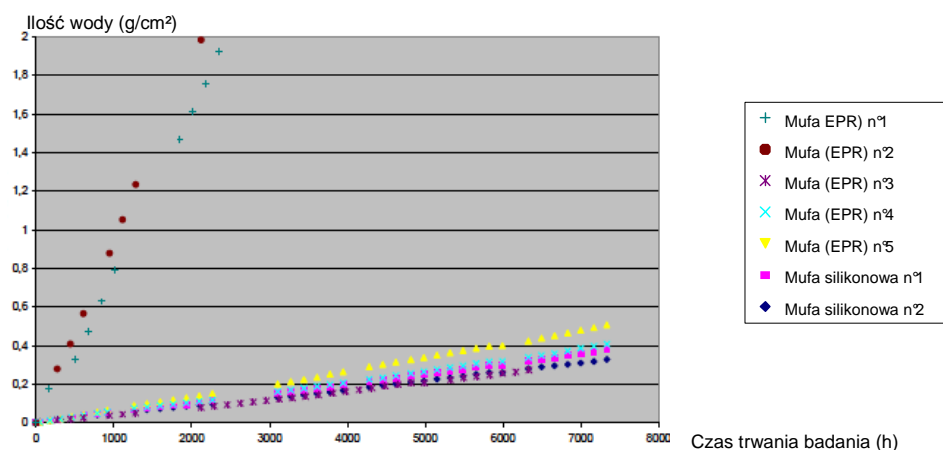
Rys. 3 pokazuje, masowe natężenie przepływu wody przez różne kanały. Kubki zamknięte membraną silikonową szybko wyschły.

Prawo Ficka, dotyczące zjawiska dyfuzji w planimetrii nieskończonych wymiarów, zapisano przy użyciu następującego wzoru:

$$Q = P \times S \times C_{H_2O} \times t \times \frac{1}{e} \quad [1]$$

gdzie:

- Q: Ilość przelanej wody (g)
- P: współczynnik przenikalności polimeru (m² / s)
- S: powierzchnia wymiany (m²)
- CH₂O: Różnica gęstości wody poprzez błonę (g/m³)
- t: Czas trwania (s)
- e : Grubość (m)



Rys. 3. Przepływ wody w temperaturze 80 °C

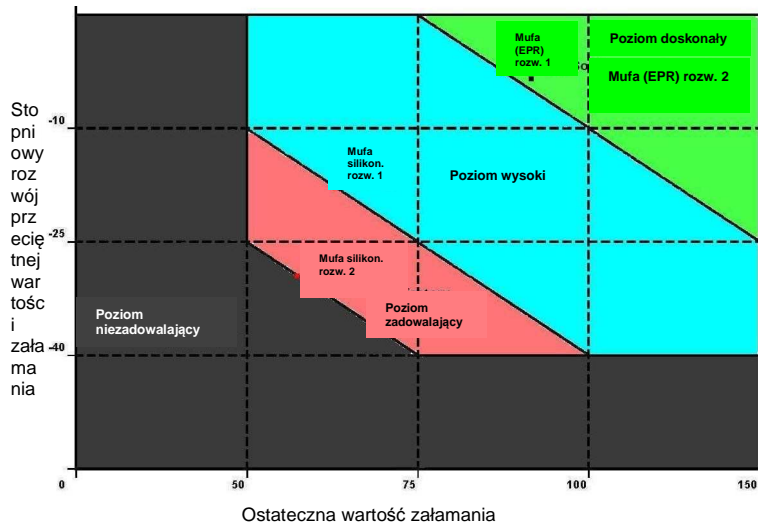
Wyniki są zgodne z uproszczonym wzorem Fick'a [1] i pokazują stosunek 25 do stopnia dyfuzji wody pomiędzy mufą silikonową i mufą zmnokurczliwą EPR. Protokół z badania jest przedmiotem dalszego sprawdzania wpływu stopnia rozprężenia powłoki na przenikanie wody.

Drugie podejście ma na celu sprawdzenie tej oceny na prawdziwych urządzeniach. Pokazany jest przykład na podstawie specyfikacji EDF, HN 33-E-03 [6] przedstawionym w [7]. Testy przeprowadzono na czterech różnych osprzętach kablowych (2 mufy zmnokurczliwe (EPR), 2 mufy silikonowe) zgodnie z niniejszą specyfikacją w naszym laboratorium na kablu 1x150mm² Al 12/20 (24) kV NF C 33-226.

VII Lubuska Konferencja Naukowo-Techniczna – i-MITEL 2012



Rys. 4. Ustawienie testu na odporność



Rys. 5. Wykres wyników testu na odporność

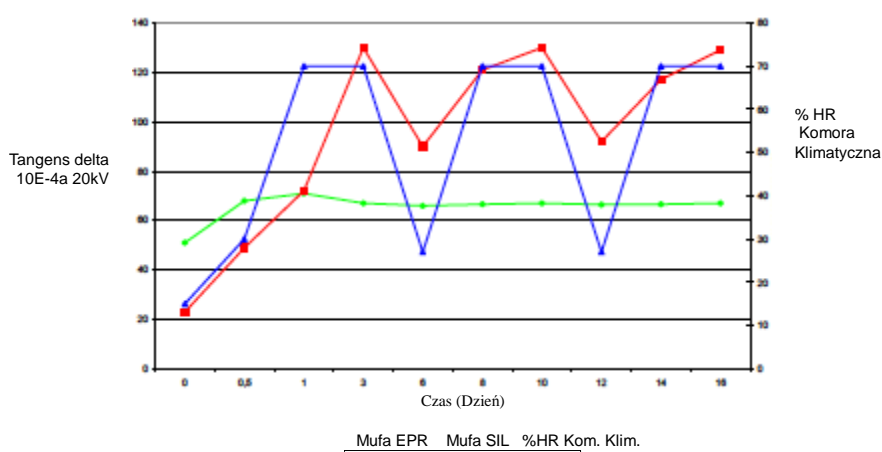
Rys. 5 przedstawia wyniki i pokazuje najlepsze zachowanie osprzętu kablowego zimnokurczliwego opartego na technologii EPR (mufy zimnokurczliwe) w porównaniu do tych, opartych na technologii silikonowej. Po wynikach poprzednich badań, przeprowadzono drugą próbę, celem wyeliminowania działań zewnętrznej powłoki wykonywanej zazwyczaj w technologii EPR (mufy kablowe zimnokurczliwe). W przekroju kabla izolowanego XLPE 1x150mm² klasa 24kV, instaluje się mufę w celu zapewnienia

ciągłości półprzewodnictwa wewnętrznych warstw, izolacji oraz półprzewodnictwa przewodów zewnętrznych. Zbudowano dwie pętle kabli, jedną ze mufą w technologii EPR (mufa kablowe zimnokurczliwe), drugą z mufą silikonową.

Obie pętle zostały umieszczone w komorze klimatycznej:

- Kabel jest pod napięciem $2 U_0$ (napięcie znamionowe) (24 kV);
- Temperatura komory klimatycznej podwyższona do 70 °C;
- Wilgotność komory zmienna od 30% RH do 70% RH;
- Parametr tangens delta przy 24kV 50Hz jest mierzony regularnie.

Rysunek 6 przedstawia rozwój stopniowy parametru tangens delta w zależności od wilgotności powietrza w komorze klimatycznej. Wrażliwość mufy silikonowej wobec wilgotności otoczenia jest godna uwagi.



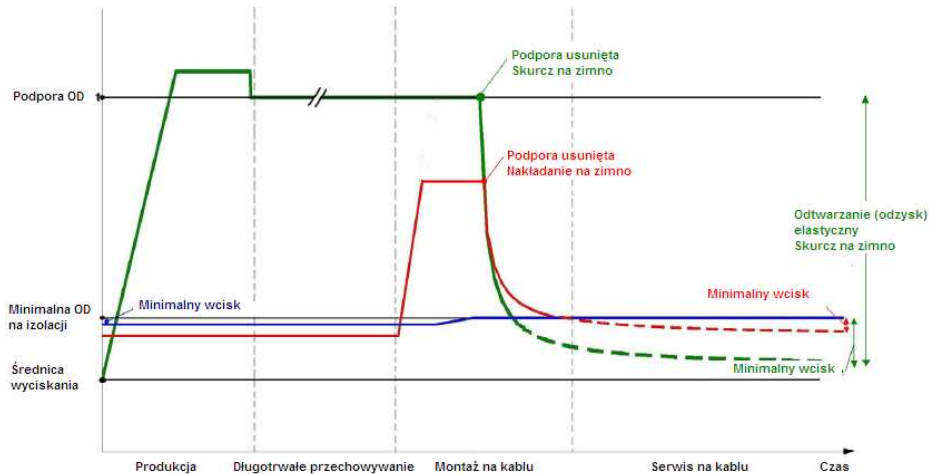
Rys. 6. Tangens delta dla 50Hz w zależności od czasu i wilgotności względnej

Utrzymanie docisku na mufie

Utrzymanie szczelności materiałów zimnokurczliwych w połączeniach jest ważne dla zapewnienia odporności na wodę oraz odporności na gradient elektryczny w połączeniach, które wykorzystuje się podczas obsługi osprzętu kablowego. Lecz właściwość ta jest jeszcze ważniejsza podczas wykonywania prac konserwacyjnych instalacji w tunelu lub w komorach podziemnych, aby zapewnić bezpieczeństwo operatorów wykonujących te prace. W rzeczywistości w następstwie wymienionych poniżej zdarzeń, występujących podczas takich prac konserwacyjnych, określona została przez klienta kolejność badania:

- zmniejszenie docisku na mufie w pewnym rodzaju osprzętu kablowego montowanego na zimno lub nasuwanego. W rzeczywistości stały docisk w połączeniach tego typu osprzętu kablowego jest ograniczony przez konstrukcję, wskutek niewielkiego wcisku potrzebnego do tego, aby można go było zamontować (proszę zapoznać się z Rysunkiem 7 przedstawiającym wykres współczynnika rozszerzalności w funkcji czasu od momentu wyprodukowania osprzętu aż do jego montażu na kablu).
- przeciek materiału impregnującego zastosowanych kablach o izolacji papierowo-olejowej na osprzęcie termokurczliwym.

VII Lubuska Konferencja Naukowo-Techniczna – i-MITEL 2012



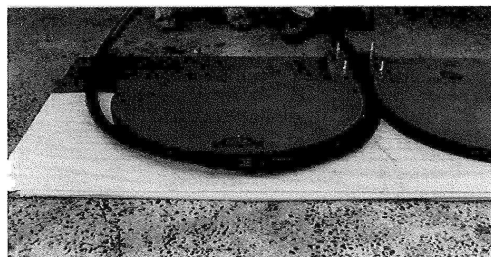
Rys. 7. Współczynnik rozszerzalności muf kablowych SN podczas ich cyklu

W przypadku zastosowania syntetycznej izolacji kabla, wykonano protokół z badania w celu sprawdzenia, czy połączenie wciąż zapewnia niezbędny nacisk na izolację kabla w przypadku wystąpienia przesuwu poprzecznego mufy w następujący sposób:

- Zastosowano kable o przekroju 750 kcmil, mufy kablowe (EPR) klasa 15kV;
- Po instalacji pochyłej oraz po zamontowaniu mufy, wprowadzono kolorową ciecz do rdzenia kabla z jednej strony do momentu jej pojawienia się na drugim końcu. Oba końce każdej pętli zamknięto szczelnie tak, aby woda pozostała zamknięta do poziomu rdzenia;
- Dokonano pomiaru poziomu wyładowań częściowych;
- Zastosowano następnie 30 cykli termicznych z 8 godzinnym czasem ogrzewania i 16 godzinnym czasem chłodzenia. Pod koniec czasu ogrzewania, wciąż gorące pętle są poddawane próbie zginania do 180 ° na cylindrze o średnicy 10 razy większej niż średnica zewnętrzna kabla (Rys. 8). Pętle są zasilane napięciem 26 kV z wyjątkiem momentu próby zginania;

W czasie trwania prób (elektrycznej i mechanicznej) czysty papier umieszcza się pod mufą celem wykrycia ewentualnych przecieków.

Mufy pomyślnie przeszły próbę, poziom przebicia był większy niż 110 kV i nie znaleziono żadnego śladu kolorowej cieczy na złączu (tj. pomiędzy kablem a mufą)

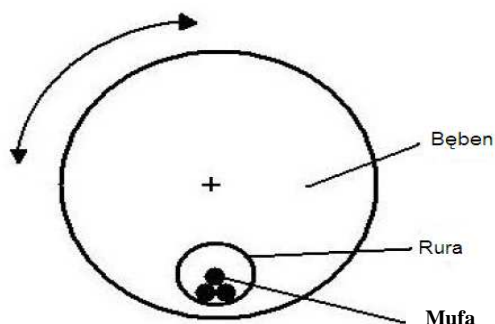


Rys. 8. Układ dla przeprowadzenia testu ugięcia mufy na kablu z izolacją syntetyczną

Do zestawu aparatury testowej służącej do sprawdzenia, czy w przypadku przesuwu kabla z mufą przejściową PILC nie występuje żaden przeciek substancji impregnacyjnej, należą następujące pozycje:

- Kable o izolacji papierowo-olejowej i EPR przekrój 750kcmil klasy 15kV;
- Pętla o długości około 4,5 m;
- Testowane były dwa zestawy muf na 3-fazy: jeden był poddawany działaniu siły mechanicznej a drugi nie tak, aby pokazać wzajemną zależność.

Mufa jest wprowadzona do krótkiej rury o średnicy wewnętrznej nieco większej niż średnica mufy, aby umożliwić swobodny przesuw mufy wewnątrz rury. Rura jest mocno przymocowana do wnętrza bębna szpuli lub podobnej konstrukcji cylindrycznej. Przekrój poprzeczny zestawu jest przedstawiony na Rys. 9.



Rys. 9. Szkic układu do przeprowadzenia testu ugięcia mufy na kablu z izolacją papierową

Obracając cylindryczny przedmiot powoduje się przesunięcie mufy po obwodzie okręgu, które w dobrym przybliżeniu można uważać za przesuw mufy widocznej w otworze wlotowym. Średnica okręgu wynosi w przybliżeniu 16 cali i wykonywane są obroty o 180°. W ten sposób pionowe przesunięcie mufy będzie wynosić około 16 cali, natomiast poziome przesunięcie wynosi około 8 cali.

Odcinek testowy jest zamocowany mechanicznie na końcach; odległość pomiędzy jego zamocowanymi końcami wynosi 11,5 stopy, co jest typową długością otworu wlotowego. Zapewniony jest wystarczający luz kabla, aby umożliwić przesuw mufy podczas testu. Można to osiągnąć przez zamocowanie końców kabla na poziomie podłogi, natomiast mufa będzie w pozycji na godzinę 12.

Sporządzony został następujący protokół z testu:

- Próbka została poddana 30 kolejnym cyklom ogrzewania w okresach 8 godzinnych przy włączonym prądzie i 16 godzinnych przy wyłączonym prądzie. Natężenie prądu zostało wyregulowane w taki sposób, aby uzyskać temperaturę roboczą żyły roboczej kabla PILC (85 °C) podczas ostatniej godziny okresu cyklu przy włączonym prądzie.
- Na koniec każdego cyklu chłodzenia i ogrzewania wykonywany był jeden przesuw kabla. Harmonogram testu został przygotowany w taki sposób, aby zapewnić wykonanie ogółem 50 przesułów kabla. W ten sposób 25 przesułów było wykonanych na zimnej mufie (w temperaturze otoczenia), a 25 w podwyższonej temperaturze.

VII Lubuska Konferencja Naukowo-Techniczna – i-MITEL 2012

- Podczas pierwszych 29 cykli do badanego kabla zostało przyłożone nominalne napięcie doziemne (8,7 kV). Ostatni cykl został wykonany przy napięciu doziemnym 15 kV, aby zapewnić uzyskanie informacji inżynierskiej na temat parametrów mufy w warunkach zwarcia doziemnego w systemie.

TECHNOLOGIA ZIMNOKURCZLIWA I ZŁĄCZKI MECHANICZNE

Rozwój technologii złączek mechanicznych śrubowych zrywalnych pomógł wprowadzić na rynek systemy, które pozostają w całkowitej synergii z technologią zimnokurczliwą.



Rys. 10: Montaż złączki mechanicznej ze śrubami zrywalnymi

Korzyści wynikające ze stosowania technologii:

- Mufy wieloprzekrojowe
- Łatwa instalacja: nie wymaga nacisku hydraulicznego
- Łatwa instalacja: redukcja błędów montażu, brak ryzyka pomyłki pomiędzy różnymi gwintami i / lub otworami.
- Redukcja stanów magazynowych poprzez zmniejszenie liczby modeli.

Dzięki swojej konstrukcji, łączenie w całość muf zimnokurczliwych należy sprawdzać z największą starannością, nawet jeśli zostały zakwalifikowane jako klasa A normy IEC 61238.1 [8].

Powyższy osprzęt należy traktować jako nierozdzielną całość, konieczne jest również przetestowanie całego systemu (mufa + złączka) przed zakwalifikowaniem osprzętu do grupy złączek, zarówno z punktu widzenia ergonomicznego jak i z punktu widzenia wydajności elektrycznej, mechanicznej czy też termicznej.

Na przykład, jeśli mowa o niektórych modelach złączek, należy wykonać test mechanicznego zgięcia tak jak opisano w poprzednim paragrafie, który może wykazać nie kontrolowany wzrost temperatury ciepła osprzętu (patrz także [9]). Złączki nie mają takich samych parametrów wobec tego typu badań.

Trwające badania mają na celu ocenę tego typu łączeń, wpływ naprężenia termomechanicznego utrzymywanego przez kabel w trakcie jego pracy.

WYZWANIA NA PRZYSZŁOŚĆ

15-letnie doświadczenie w dziedzinie technologii zimnokurczliwej pomogło osiągnąć czołową pozycję tej technologii, która stała się najbardziej wiarygodną metodą w układaniu podziemnych złączy kablowych SN.

Doświadczenie oraz wymagania nowych użytkowników sprawiają, że nowa generacja muf wykonywanych w technologii zimnokurczliwej jest w trakcie rozwoju.

Wersja kompaktowa

Wieloletnie doświadczenie pozwoliło nam na poznanie pewnych ograniczeń pozwalających na przygotowanie wersji kompaktowej: długość splotu (łączenie przewodów) zmniejszono o 23% przy zachowaniu poziomu parametrów elektrycznych. Opierając się na materiałach EPR, utrzymano parametry łączy, jednocześnie oferując nowe korzyści:

- Bardziej kompaktowe;
- Ułatwiona instalacja;
- Mniejsze studzienki i rowy;
- Mniejsze opakowania przynoszące znaczne oszczędności w transporcie i energii.



Większe przekroje poprzeczne

Rozwój elektrowni wiatrowych sprawił, że zaczęto używać coraz większych przekrojów kabli, co z kolei wpłynęło na konieczność uzupełnienia oferty produktowej o mufy dla takich samych przekrojów:

- Wymiar mufy dla klasy 36kV jest w trakcie rozwoju, tak aby uwzględnił zakres przekrojów 630mm² do 1200 mm² lub 750kcm - 3000kcm;
- Prace nad mufą z opcją z przerwany ekranem dla zmniejszenia strat w liniach kablowych, aby uzyskać stałe prądy zwarcia na żyłe powrotnej występujące w tego typu sieciach;
- Rozszerzenie zakresu do klasy 52kV.

VII Lubuska Konferencja Naukowo-Techniczna – i-MITEL 2012

WNIOSKI

Dzięki technologii zimnokurczliwej (EPR), połączenie kabli średniego napięcia osiągnęło nowy poziom techniczny, gdyż:

- jeden zestaw osprzętu kablowego jest odpowiedni dla szerokiej gamy kabli, tak więc zarządzanie i wybór osprzętu jest uproszczony;
- instalacja osprzętu kablowego została uproszczona i nie jest zależna od wiedzy zamawiającego ani też specjalnych umiejętności, nawet jeśli etap przygotowawczy wymaga standardowych czynności związanych z przygotowaniem kabla;
- ciągłość parametrów mechanicznych, termicznych oraz elektrycznych pozostaje zapewniona;
- mufa kablowa zimnokurczliwa (EPR) jest bardziej odporna na wilgoć niż mufa silikonowa, utrzymanie ciśnienia na żyłę kabla przez cały okres eksploatacji sieci kablowej jest zapewnieniem ciągłości pracy i bezpieczeństwa operatorów;
- nie zawiera produktów lub składników szkodliwych dla zdrowia ludzkiego, takich jak bitumin lub żywica.

REFERENCJE

- [1] J.M. Lequeux - B. Parmigiani - U. Vallauri - « A new elastic joint for connecting medium tension power cables » - ELEC 92.
- [2] J.M. Lequeux - B. Parmigiani - U. Vallauri - « Installation field record and performances of cold shrink MV joints » - Proceedings of Jicable'95, 1995.
- [3] IEEE Std 404-2006: IEEE Standard for Extruded and Laminated Dielectric Shielded Cable Joints Rated 2500V to 500000V.
- [4] IEC 60502-4: Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV (Um = 1,2 kV) up to 30 kV (Um = 36 kV) – Part 4: Test requirements on accessories for cables with rated voltages from 6 kV (Um = 7,2 kV) up to 30 kV (Um = 36 kV) 2nd edition 2005-02.
- [5] HD 629S2: Test requirements on accessories for use on power cables of rated voltage from 3,6/6(7,2) kV up to 20,8/36(42) kV - Part 1: Cables with extruded insulation - Part 2: Cables with impregnated paper insulation – February 2006.
- [6] HN 33-E-03: Essai de robustesse pour jonctions et transition HTA. November 2008. (<http://norm.edf.fr/pdf/HN-33-E-03Novembre2008.pdf>)
- [7] B. Jarry - C. Tourcher – R. Tambrun - « “Best-offer” purchasing of medium voltage joints based on robustness test” – CIRED Workshop- Lyon 7-8 June 2010 – Paper n°0091.
- [8] IEC 61238-1: Compression and mechanical connectors for power cables for rated voltages up to 30 kV (Um = 36 kV) – Part 1: Test methods and requirements, 2nd edition 2003-05.
- [9] L. Lamarre, Chinh Dang - « Characterization of medium voltage cable splices aged in service » - Proceedings of Jicable'91, 1991.

Autorzy: inż. Stéphane Tognali, inż. Gérard Lencot, Prysmian Cables et Systemes France, 2 rue du Port au vin, 89100 Gron, stephane.tognali@prysmian.com, Gerard.lencot@prysmian.com
inż. Witold Wołoszyn, e-mail: w.woloszyn@acwpolska.pl, www.acwpolska.pl, ACW Polska – dystrybutor krajowy osprzętu kablowego SN produkcji Prysmian