

Mocowanie i naprawa przewodów

Rozwiązanie problemów eksploatacyjnych z mocowaniem przewodów gołych na liniach SN poprzez wykorzystanie uchwytów oplotowych prefabrykowanych z oferty BELOS-PLP S.A. Naprawy przewodów w liniach SN złączkami oplotowymi.

Odrobina historii

Już w latach osiemdziesiątych w Polsce służby zajmujące się eksploatacją i utrzymaniem linii średnich napięć borykały się z problemem zawodności mocowań przewodu na izolatorach liniowych wsporczych. Nie było tygodnia, zwłaszcza podczas letnich burz, jesiennych wiatrów oraz zimowych oblodzeń, aby nie dochodziło do kilkunastu uszkodzeń mocowań przewodu na liniach średniego napięcia, zwłaszcza w terenach otwar-



Nakładka neoprenowa uchwytu przelotowego chroniąca przewód oraz powierzchnię izolatora.

tych. Mniejszy problem stanowiły uszkodzenia linii zasilające odbiorców prywatnych. Większe znaczenie miały awarie linii zasilających gospodarstwa rolne lub zakłady przemysłowe. Brakowało rozwiązań, które usprawniłyby sposób mocowania przewodów, nie mogliśmy jeszcze wtedy korzystać z doświadczeń oraz produktów państw zachodnich.

Rozwiązaniem problemu miały być prefabrykowane uchwyty z drutu do mocowania sztywnego na izolatorach liniowych stojących - tzw. UPS-y. System ten został wprowadzony do stosowania w liniach krajowych i początkowo spotkał się z uznaniem zarówno monterów jak i służb eksploatacji. Niestety - brak odpowiednich linii produkcyjnych w krajowych zakładach, brak technologii materiałowej odpowiedniej dla tego typu wyrobów spowodował, że praca UPS-ów na liniach średnich napięć trwała

krótko i na ogół kończyła się spektakularnie, czyli zrywaniem mocowania. Druły były miękkie, brakowało im sprężystości, uchwyty trzeba było formować ręcznie na stanowiskach izolatorowych, zdarzały się przypadki pęknięcia uchwytu podczas montażu. Do task wróciły mocowania ręczne, drutem wiązałkowym, a z czasem wprowadzono dodatkową obojętne wzmacniającą mocowanie typu Ω . Złe doświadczenia z polskimi uchwytami prefabrykowanymi głęboko wryły się w pamięć eksploatorów linii elektroenergetycznych.

W tym samym czasie w Wielkiej Brytanii powoli rozwiązywano problemy linii dystrybucyjnych średnich napięć związane z uszkodzeniami mocowań formowanych ręcznie na izolatorach wsporczych. Najwięksi operatorzy sieci dystrybucyjnych na wyspach stopniowo zastępowali przez okres lat osiemdziesiątych mocowanie wiązałkowe produkowanymi w PLP GB Ltd. w Andover prefabrykowanymi uchwytami oplotowymi. Jak mówią pracownicy techniczni PLP GB - „Jeszcze dziesięć lat wcześniej odpowiedzialni ze linie w Anglii ludzie nawet nie chcieli o uchwytach oplotowych słyszeć. Sytuacja uległa radykalnej zmianie po długim okresie złej pogody na wyspach, kiedy ręczne mocowania przewodów drutem lawinowo i w zaskakującym tempie ulegały zniszczeniom. Awarie na liniach podczas sztormowych wiatrów na wybrzeżu oraz huraganów w głębi kraju powodowały długotrwałe przerwy w dostawach prądu do całych miejscowości. Zaczęto szukać rozwiązania alternatywnego dla mocowania wiązałkowego. Po okresie badań w warunkach laboratoryjnych i poligonowych wprowadzono do stosowania uchwyty oplotowe PLP. Popra-

wiło to znacznie czas usuwania awarii podczas złych warunków pogodowych oraz radykalnie zmniejszyło częstość uszkodzeń mocowań przewodu (do zera w przypadku uchwytów oplotowych) na stanowiskach przelotowych i odciągowych linii SN.”

Cóż takiego kryje się za tak dobrymi właściwościami eksploatacyjnymi uchwytów oplotowych?

Są to trzy cechy charakteryzujące ich produkcję. Po pierwsze - **wysoka jakość materiałów** użytych do produkcji, głównie odpowiedni dobór drutu stalowego pokrytego aluminium z którego składają się oploty uchwytów. Po drugie - **odpowiednia technologia wytwarzania**, z wykorzystaniem precyzyjnych linii produkcyjnych do naprężania i formowania drutu w powtarzalne odcinki oplotów oraz nie stosowane w rozwiązaniach polskich elementy ochrony mocowania, którymi są nakładka neoprenowa oraz piasek kwarcowy występujący na drutach uchwytu w miejscu ich styku z przewodem. Po trzecie - **wieoletnie doświadczenie** konstruktorów i pracowników produkcyjnych oparte na programie badań wytrzymałościowych zarówno w laboratorium w Anglii jak i w zakładach w USA.

W latach dziewięćdziesiątych, kiedy to Polsce otwarty został dostęp do nowoczesnych technologii, wiele rozwiązań stosowanych w technice budowy elektroenergetycznych linii napowietrznych na zachodzie zaczęło pojawiać się u nas.

Wśród nich znalazły się uchwyty oplotowe. Przez kilka lat duży wkład w ich rozpowszechnienie i dystrybucję wniosła firma Eltel Networks S.A. (dawniej ZWSE Olsztyn). Obecnie stały się one częścią oferty największego polskiego producenta osprzętu elektroenergetycznego do linii i stacji - firmy BELOS-PLP S.A. z Bielska-Białej.

Korzyści wynikające ze stosowania uchwytów oplotowych prefabrykowanych

Uchwyty oplotowe do linii gołych SN są doskonałym sposobem na rozwiązanie wspomnianych już problemów z mocowaniem przewodów do izolatorów drutem wiązałkowym formowanym ręcznie lub z mocowaniem zaciśkowym. W przeciwieństwie do drutu wiązałkowego, rozluźniającego się po pewnym okresie eksploatacji, uchwy-



Skutki braku ochrony powierzchni izolatora przy mocowaniu przewodu wiązałką ręczną



ty oplotowe dążą do ciągłego zacieśniania się na przewodzie. Wykonanie uchwytów z wysokiej jakości sprężystych drutów stalowych platerowanych aluminium, połączonych fabrycznie w taśmy oplotów, gwarantuje dużą wytrzymałość podczas długoletniej pracy na stanowiskach izolatorowych oraz trwałość na styku uchwyt-przewód, wyklucza także niepożądane zjawiska elektryczne.

Elementy ochronne mocowania mają zwiększyć okres eksploatacji uchwytu na stanowisku izolatorowym. Neoprenowa nakładka ostonowa na przewód, w którą wyposażone są wszystkie uchwyty przelotowe chroni przewód przed zużyciem ścierno-korozyjnym, które często występuje w przypadku mocowania drutem wiązałkowym oraz w podobny sposób ostonia powierzchnię izolatora przed ścieraniem i wnikaniem wilgoci. Piasek kwarcowy wklejony w miejscu styku drutów uchwytu z przewodem, wżerając się w aluminiowe druty płaszczka przewodu zapewnia odpowiednio wysoką siłę wylizgu.

Uchwyty dają mocowanie rozłożone na całej powierzchni styku w przeciwieństwie do mocowania zaciskowo-punktowego, a także podparcie przewodu na wyjściu z obu stron izolatora wsporczonego na całej długości spirali uchwytu. Daje to ochronę przed uszkodzeniami przewodów podczas występujących drgań eolskich.

Uchwyty PLP charakteryzują się wszechstronnością zastosowań na występujących rodzajach stanowisk słupowych: odciągowe, przelotowe środkowe i boczne, narożne i z obostrzeniem na trzech podstawowych przekrojach przewodów AFL 6-35mm, AFL 6-50mm i AFL 6-70mm. Są przygotowane do prostego i szybkiego montażu poprzez uformowanie ich na etapie produkcji w sposób, ograniczający działania montera podczas ich zakładania na stanowisku słupowym. W praktyce oznacza to, że montaż przewodu do izolatora stojącego podczas budowy linii lub szybkiego usuwaniu awarii izolatorów, zwłaszcza w trudnych warunkach atmosferycznych trwa bardzo krótko (około minuty), bez użycia żadnych narzędzi oraz nie wymaga od montera tak dużych umiejętności, jak dotychczas stosowane mocowanie formowanym ręcznie na stanowisku pracy drutem aluminiowym.

Uchwyty oplotowe na liniach SN z przewodami gołymi można montować w technologii PPN (Prac Pod Napięciem). Wykorzystuje się do tego celu specjalne końcówki drążków izolacyjnych, którymi zaplata się druty oplotu na izolatorze oraz przewodzie. Szczegółowe instrukcje montażu osprzętu oplotowego pod napięciem znajdują się na internetowej stronie głównej PLP: www.preformed.com



Mocowanie przewodu w linii SN na słupie odporowym uchwytem oplotowym odciągowym DDE.

Uchwyty oplotowe PLP w Polsce

Zalety eksploatacyjne uchwytów oplotowych produkcji PLP potwierdzają ich Polscy użytkownicy. Są one wprowadzone do stosowania m.in. w oddziale spółki ENEA Operator w Gorzowie Wielkopolskim, gdzie pracują na liniach SN od kilku lat. Ze względu na krótki czas montażu uchwytów (poniżej minuty) w przypadku awarii mocowania wiązałkowego lub wymiany uszkodzonego izolatora, zaleca się tam zamocowanie przewodów za pomocą uchwytu oplotowego zarówno na uszkodzonym stanowisku jak i wymianę mocowań wiązałkowych na uchwyty oplotowe na sąsiednich stanowiskach izolatorów liniowych stojących. Czas jaki zajmuje monterowi montaż uchwytów

oplotowych na wszystkich stanowiskach słupowych jest porównywalny z czasem wykonania mocowania przewodu wiązałką ręczną na jednym izolatorze. Stosując uchwyty oplotowe na wszystkich stanowiskach izolatorowych słupa operator uzyskuje większą pewność mocowania przewodów.

Podobną praktykę stosowania uchwytów oplotowych prefabrykowanych na izolatorach liniowych przelotowych wykorzystuje ENION S.A. Oddział w Krakowie oraz ENERGA-Operator Oddział w Olsztynie. Na terenie ENION w Krakowie uchwyty oplotowe są zalecane do stosowania zamiast wiązałek ręcznych. Na terenie operatora w Olsztynie w uchwyty oplotowe wyposażane są samochody pogotowia energetycznego,



Mocowanie przewodu w linii SN przelotowe środkowe uchwytem oplotowym DT.



Zawieszenie przelotowe przewodu uchwytem oplotowym bocznym GFST.

w celu skrócenia czasu usuwania awarii w przypadku mocowania przewodu w liniach SN. Uchwyty oplotowe stosowane są również w ENEA Operator w Bydgoszczy.

Szkolenia montażu uchwytów oplotowych

Rozpowszechnienie uchwytów oplotowych prefabrykowanych w krajowych liniach SN sprawia, iż zachodzi konieczność szkolenia monterów liniowych z zakresu montażu tego osprzętu. Dostawca osprzętu oplotowego PLP na rynku polskim, firma BELOS-PLP przy współpracy z wiodącymi ośrodkami szkoleniowymi dla energetyki w kraju wybudowała linie szkoleniowe SN z wykorzystaniem uchwytów oplotowych na terenie poligonów szkoleniowych. Na liniach tych prowadzone są szkolenia zarówno dla kadry eksploatacyjnej jak i monterskiej.

Opracowana została również szczegółowa instrukcja montażu przewodów na izolatorach liniowych wsporczych z wykorzystaniem uchwytów oplotowych prefabrykowanych. Będzie ona dostępna na stoisku firmy BELOS-PLP S.A.

na targach ENERGETAB 2009 w Białymostku-Białej oraz na stronie www.belos-plp.com.pl

Rozwiązania albumowe stanowisk słupowych linii SN z mocowaniem przewodów uchwytem oplotowym znajdują się w albumach projektowych czołowych wydawnictw dla projektantów.

Oploty ochronne jako podstawowa ochrona przewodu w liniach średnich napięć.

Oplot ochronny tworzą pojedyncze spirale okrągłych drutów ze stopu aluminium o tej samej długości. Po zapleceniu poszczególnych drutów na przewodzie (równolegle jeden obok drugiego) uzyskujemy pancierz ochronny. Oploty ochronne przeznaczone są do podstawowej ochrony przewodów przed zginaniem, nadmiernym ściskaniem, otarciem i przepaleniem na skutek działania tuku elektrycznego oraz do naprawy przewodów. Przewód przed założeniem oplotu ochronnego powinien być oczyszczony oraz posmarowany pastą stykową na całej długości oplotu.

W liniach SN służą one do ochrony przewodu w uchwytach przelotowych i wsporczych. W przypadku budowy nowej linii lub modernizacji istniejącej (związanej z wymianą izolacji wraz z osprzętem) zastosowanie oplotów ochronnych w uchwytach przelotowych, przelotowo-odciągowych i wsporczych eliminuje stosowanie taśmowania przewodu taśmą aluminiową. Daje również podparcie przewodu na wyjściu uchwytu na całej długości oplotu. Zmniejsza się w ten sposób skutki występowania drgań eolskich, czyli zmęczenia mechaniczne przewodu na krawędziach uchwytów przelotowych (lub wsporczych). Eliminuje się również przypadki uszkodzenia na skutek przetarcia drutów aluminiowych płaszczą przewodu w uchwycie przelotowym (lub wsporczym). Takie zastosowanie oplotów ochronnych znajduje się już w najnowszych publikacjach albumów do projektowania linii SN (ELPROJEKT/STELLEN). W Polsce oploty ochronne stosuje m.in. operator sieci przesyłowych najwyższych napięć PSE Operator na nowobudowanych i modernizowanych liniach 400kV w uchwytach przelotowych. W ofercie BELOS-PLP S.A. znajdują się już gotowe zestawy uchwytów przelotowych z oplotami ochronnymi.

Złączki oplotowe i złączki oplotowe liniowe jako element reparacyjny przewodów w liniach średnich napięć.

Podobnie jak oploty ochronne również i złączki oplotowe zbudowane są jako pojedyncze spirale z drutów stopowo-aluminiowych tworzących po zapleceniu na przewodzie pancierz ochronny. Od oplotów ochronnych różnią się długością, średnicą drutów oraz materiałem wykonania. Stąd też, obok podobnych jak oploty ochronne właściwości ochronny przewodu w punktach podparcia czyli w uchwytach przelotowych, przelotowo-odciągowych i wsporczych, stanowią one bardzo ważny środek do naprawy uszkodzonych przewodów w istniejących liniach elektroenergetycznych.

Ważne jest odpowiedni dobór złączki do charakteru uszkodzenia przewodu. Złączki oplotowe i złączki oplotowe liniowe stosujemy w przypadku:

- uszkodzenia do 100% drutów aluminiowych płaszczą przewodu AFL (stalowo-aluminiowego) przy nieuszkodzonym rdzeniu stalowym,
- uszkodzenia do 100% drutów przewodu jednorodnego (czyli w praktyce przecięcia przewodu np. stopowego).

Złączka oplotowa oraz złączka oplotowa liniowa staje się więc elementem odtworzającym właściwości elektryczne i mechaniczne uszkodzonego płaszczą aluminiowego przewodu AFL oraz występuje jako złączka śródprzewodowa dla przewodów jednorodnych.

Przewód przed założeniem złączki oplotowej oraz złączki oplotowej liniowej po-



Zawieszenie przewodu na załamie linii SN uchwytem oplotowym narożnym AT.



winien być oczyszczony oraz posmarowany pastą stykową na całej długości oplotu.

Złączka oplotowa może być stosowana w punktach podparcia przewodu, jeśli uszkodzenie występuje w samym środku punktu podparcia, lub w niewielkiej od niego odległości. Podając przy zamówieniu złączki odległość uszkodzenia od punktu podparcia dobierana jest złączka oplotowa tak, aby kolorowy znacznik na oplotach znajdował się dokładnie nad punktem podparcia, a pręty oplotu sięgały poza uszkodzenie przewodu (rys). Złączki oplotowe liniowe różnią się od standardowych złączek oplotowych długością drutu oplotu, co ma wpływ na zasady wykorzystania. W przypadku reperatury przewodu AFL złączkami liniowymi zwrócić należy uwagę na długość uszkodzenia na drutach aluminiowych nie powinno ono przekroczyć 1/3 długości oplotu. Oploty złączki liniowej powinny być wycentrowane na miejscu uszkodzenia (każdy drut ma oznaczony punkt środka) oraz nie powinny być stosowane w punktach podparcia. Złączki oplotowe liniowe są alternatywą tam, gdzie uszkodzenia przewodów nie są duże i występują w przęstach linii.



Mocowanie na obostrzeniu przewodu z wykorzystaniem uchwyty oplotowego bezpiecznego XOT.

w punktach podparcia przewodu, można (przy okazji wymiany izolacji linii) zamiast wymiany przewodu lub robienia wstawek w miejscach uszkodzenia, zastosować jego naprawę poprzez założenie złączek oplotowych oraz wymia-

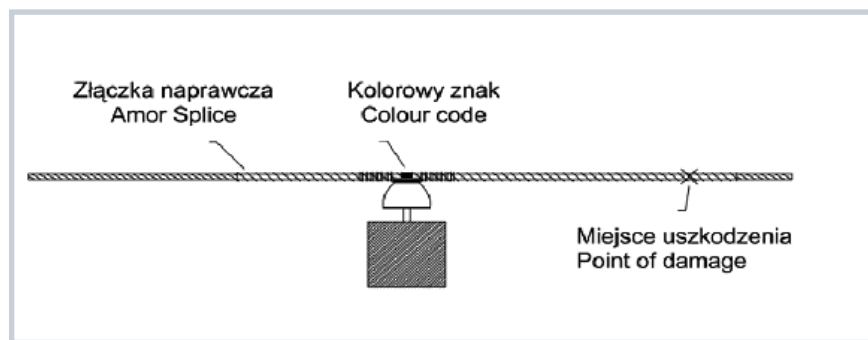
du z oplotem może dojść do złamania przewodu. Złączki oplotowe do naprawy w środku przęsta przewodów linii elektroenergetycznych stosuje w kraju m.in. PSE Operator.

Złączki oplotowe śródprzęstowe jako sposób łączenia zerwanych przewodów.

W ofercie znajdują się również złączki oplotowe śródprzęstowe FTS (Full Tension Splice) pozwalające połączyć zerwane przewody AFL. Składają się one z trzech różnych oplotów. Pierwszym łączymy zerwany, odstąpiony uprzednio rdzeń stalowy przewodu. Drugim wypełniamy przestrzeń między rdzeniem a usuniętym na odcinku pierwszego oplotu płaszczem aluminiowym. Trzeci oplot zaplatamy na zewnętrznej warstwie przewodu odtwarzając elektryczne właściwości aluminium. Złączki FTS można stosować również na nie zerwane przewody z uszkodzonym rdzeniem stalowym. Szczególnie polecane są do przewodów o dużych średnicach oraz (w specjalnym wykonaniu) do przewodów niskozwisowych (o podwyższonej temperaturze przewodu).

Przedstawione w powyższym artykule innowacyjne rozwiązania budowy linii średnich napięć pozwalają na uzyskanie korzyści zarówno eksploatacyjnych, takich jak krótszy czas usuwania awarii, wydłużenie czasu pracy mocowań przewodów oraz żywotności samych przewodów, jak i ekonomicznych – mniejsza ilość awarii koniecznych do usunięcia, skrócenie czasu wyłączeń, pewność zasilania. Pozostaje zatem wierzyć, że rozwiązania te jak najszybciej przenikną głębiej do świadomości projektantów linii, inwestorów budujących obiekty liniowe, czy wreszcie osób odpowiedzialnych za eksploatację sieci elektroenergetycznych.

Piotr Rudzki - BELOS-PLP S.A. ●



W praktyce w Polsce złączki oplotowe stosowane są przez Spółki Dystrybucyjne zarządzające infrastrukturą liniową na liniach wszystkich napięć do naprawy przewodów w dwóch przypadkach. Po pierwsze do naprawy uszkodzonych drutów aluminiowych przewodów AFL w uchwytach przelotowych istniejących, modernizowanych linii elektroenergetycznych. Po okresowych przeglądach linii, jeśli występują z upływem czasu pęknięcia drutów aluminiowych

nę uchwytów przelotowych na uchwyty do większych średnic (średnica przewodu + średnica drutów oplotu złączki). Takie rozwiązanie stosuje już w kraju np. ENEA Operator w Bydgoszczy i w Zielonej-Górze na liniach 110kV. W ofercie BELOS-PLP S.A. występują złączki oplotowe już od najmniejszych stosowanych przekrojów przewodu, dlatego mogą być one w podobny sposób montowane na przewodach w uchwytach przelotowych linii SN. Po drugie złączki oplotowe mogą być wykorzystane z powodzeniem do naprawy uszkodzonych przewodów poza punktami podparcia, czyli w środku przęsta. Warunek jest jeden – odległość oplotu złączki od np. istniejącego oplotu ochronnego (w punkcie podparcia) lub też odległość jednej złączki oplotowej na przewodzie od drugiej nie może być mniejsza niż 150mm. Chodzi tutaj o możliwość uszkodzenia zmęczeniowego przewodu między dwoma oplotami – oplot jest sztywniejszy od samego przewodu, na skutek ruchu względem siebie dwóch odcinków przewo-



Oplot ochronny na przewodzie w uchwycie przelotowym CGS.