

■ Andrzej Pawłowski, BELOS-PLP SA

Jakość i innowacyjność osprzętu sieciowego BELOS-PLP do elektroenergetycznych linii napowietrznych

Tradycja i nowoczesność

Historia Belos-u sięga czasów powojennych i nierozdzielnie wiąże się z rozwojem elektroenergetyki w Polsce. Już w 1947r. rozpoczęto produkcję osprzętu sieciowego do linii napowietrznej wysokiego napięcia budowanej na trasie Śląsk – Łódź. W latach 1962-64 wykonano osprzęt do pierwszej w Polsce linii 400 kV Turoszów – Częstochowa. Kolejnym wyzwaniem dla Firmy było zaprojektowanie i wykonanie prototypowych rozwiązań osprzętu do układu przesyłowego Chmielnicka – Rzeszów, oddanego do eksploatacji w 1985 roku. Również w ostatnim czasie Belos współuczestniczył w realizacji nowoczesnych rozwiązań linii przesyłowych. W latach 2003-2004 do budowanej według projektu ELBUD Warszawa linii Tarnów – Krosno Iskrzynia, dostarczano osprzęt do łańcuchów z izolatorami kompozytowymi. Jest to pierwsza w Polsce linia elektroenergetyczna 400 kV z izolatorami kompozytowymi. Kolejne linie 400 kV np. Ostrów-Kromolice czy Wrocław – Pasikurovice również zbudowano z osprzętem naszej produkcji. Zaprojektowane łańcuchy izolatorów przeszły pomyślnie próby zwarciowej odporności łukowej, próby napięciami udarowymi oraz pomiary zakłóceń radioelektrycznych w Laboratorium Wysokich Napięć Instytutu Energetyki w Warszawie.

Jakość energii a jakość osprzętu

Problem jakości dostawy energii elektrycznej staje się w Polsce, podobnie jak w wielu innych krajach, w których dokonano lub dokonuje się przekształceń w sektorze elektroenergetyki, kategorią nie tylko techniczną, lecz przede wszystkim ekonomiczną. Energia elektryczna stała się towarem i jak w przypadku każdego towaru zaczęto zwracać większą uwagę na problemy jakości. Nowe wyzwania, jakie stanęły przed dostawcami polegają na dostarczeniu energii elektrycznej o ściśle określonych parametrach jakościowych.

Na jakość dostaw energii elektrycznej składają się: jakość napięcia (zwana też jakością energii), niezawodność (ciągłość) zasilania i jakość obsługi odbiorców. Nie należy jednak utożsamiać jakości energii z jakością zasilania ponieważ czym innym jest jakość realizacji procesu dostarczania energii elektrycznej jako „towaru”, a czym innym są istotne parametry tego towaru, określające jego jakość. Jakość energii elektrycznej jest identyfikowana w rozporządzeniu „przyłączeniowym” [1] przez parametry napięcia: częstotliwość, poziom napięcia, kształt krzywej napięcia. Natomiast w normie [2] zdefiniowane są charakterystyki napięcia zasilającego w publicznych sieciach rozdzielczych, dotyczące: częstotliwości, wartości, kształtu przebiegu czasowego, symetrii napięć w układzie trójfazowym.

Ważnym elementem pozwalającym osiągnąć wysoką jakość zasilania jest niezawodność poszczególnych elementów systemu elektroenergetycznego. Jakość stosowanego osprzętu sieciowego jest bardzo ważnym, choć często nie docenianym czynnikiem wpływającym na pewność zasilania odbiorców.

Przez jakość do doskonałości

Jesteśmy producentem o wysokiej renomie co potwierdza System Zarządzania Jakością Spółki, który wielokrotnie został pozytywnie oceniony przez firmy certyfikujące. Już w 1999 r. otrzymaliśmy certyfikat potwierdzający, że wdrożony System Zarządzania Jakością spełnia wymagania normy ISO 9001. Wysoka jakość kolejny raz została potwierdzona otrzymaną w 2006r. Polską Nagrodą Jakości. Działalność produkcyjną prowadzimy w sposób nie powodujący zagrożeń dla środowiska. Nakłady inwestycyjne ukierunkowane były i są na prowadzenie działań zgodnych z tym założeniem. Efektem tych przedsięwzięć było otrzymanie w 1996 r. Świadectwa Przedsiębiorstwa Czystszej Produkcji oraz wdrożenie Systemu Zarządzania Środowiskowego wg normy ISO 14001. Wieloletnie doświadczenie w konstruowaniu i produkcji osprzętu sieciowego uzyskane m.in. dzięki kontaktom z naszymi klientami powoduje, że bierzemy pełną odpowiedzialność za wyroby i skutki ich eksploatacji.

Nasz System kładzie nacisk na następujące elementy:

- określenie wymagań i potrzeb klientów;
- jakość konstrukcji wyrobu;
- odpowiedni proces technologiczny wytwarzania wyrobów;
- dbałość o optymalny dobór dostawców materiałów i surowców;
- prawidłowy przebieg procesu produkcyjnego;
- skuteczną kontrolę jakości dostaw materiałów i surowców, wyrobów w toku produkcji oraz kontrolę końcową.

Każdy z wymienionych elementów ma bezpośredni wpływ na jakość wyrobu finalnego tym nie mniej wiąże się z koniecznością ponoszenia nakładów finansowych i przez to znajduje swe odbicie w cenie wyrobu finalnego.

Na rynku krajowym coraz częściej można spotkać się z wyrobami, których jakość nie odpowiada wymaganiom stawianym osprzętowi przeznaczonemu do stosowania w energetyce. Należy pamiętać o tym, że stosowanie takiego osprzętu może okazać się katastrofalne w skutkach. Należy mieć świadomość, że produkty tanie nie gwarantują odpowiedniej jakości, a ich zakup wiąże się z ryzykiem ponoszenia dodatkowych kosztów w dłuższym horyzoncie czasowym.

Wady dyskwalifikujące osprzęt i skutki stosowania produktów o niewłaściwej jakości

Należy pamiętać, że nawet identycznie wyglądający produkt może posiadać znacznie gorsze parametry eksploatacyjne. Nie umniejszając zasług producentów, którzy starają się spełnić wszystkie wymagania norm i specyfikacji, trzeba jednak zauważyć istotny aspekt, jakim jest nasze ponad 60-letnie doświadczenie w projektowaniu i produkcji wyrobów dla branży elektroenergetycznej. W sytuacji, gdy inni muszą udowadniać swoją wartość, my możemy wskazać jako

rekomendację tysiące kilometrów linii elektroenergetycznych, tych nowo zbudowanych i tych kilkudziesięcioletnich.

Wszystkie omawiane poniżej wady występują w produktach zbliżonych lub identycznych do produktów BELOS-PLP SA jednak wyprodukowanych przez innych producentów.

Brak cechy producenta lub oznaczenie wykonane w sposób nietrwały

Taki sposób oznaczania uniemożliwia identyfikację producenta w przypadku uszkodzenia lub zniszczenia wyrobu w trakcie eksploatacji. Ponadto jest niezgodny z Polską Normą [4], która określa, że znakowanie powinno zapewnić możliwość identyfikacji każdej części składowej osprzętu. Osprzęt produkowany przez BELOS-PLP oznaczany jest naszym znakiem towarowym. Umieszczany jest też numer katalogowy lub minimalne obciążenie niszczące oraz data produkcji. Stosuje się też oznaczenie zakresu średnic przewodu przy zestawach osprzętu, a także wymiary szczęk do zaprasowania w przypadku osprzętu zaprasowywanego na przewodzie. Osobny problem stanowiła sprzedaż przez niektórych producentów wyrobów oznakowanych znakiem towarowym BELOS-u. Choć część tego typu wyrobów udało się wyeliminować z rynku (poprzez działania samych klientów), można je jeszcze spotkać w magazynach małych firm handlowych. Wyroby te są dość łatwo rozróżnialne ponieważ posiadają zazwyczaj bardzo niską jakość i oferowane są w cenie odbiegającej od naszej oferty cennikowej.

Elementy osprzętu cynkowane galwanicznie

Doświadczenie wskazuje, że cynkowanie galwaniczne zapewnia skuteczną ochronę metalu od 1 do 5 lat, w zależności od intensywności narażeń eksploatacyjnych (warunki klimatyczne, zanieczyszczenia, itp.). Polska Norma [4] precyzuje, że wszystkie części składowe osprzętu wykonane z materiału zawierającego żelazo (oprócz części wykonanych ze stali nierdzewnej) powinny być chronione przez cynkowanie ogniowe lub w inny sposób zapewniający równoważną ochronę.

Równoważną ochronę zapewnia uzyskiwanie powłoki cynkowej np. metodą termodyfuzyjną, ale nigdy galwanizowanie. Należy też podkreślić, że cynkowanie galwaniczne takich elementów jak sworznie, podkładki czy zawlecзки(!) powoduje obniżenie trwałości całych wyrobów, takich jak np. łączniki widlaste. Całkowite skorodowanie zawlecзки powoduje wypadnięcie sworznia i poważne konsekwencje włącznie z opadnięciem przewodu i wyłączeniem linii. Wbrew pozorom sytuacje takie nie są przypadkami historycznymi, wystarczy przyjrzeć się bliżej wyrobom wystawianym obecnie przez niektóre firmy na stoiskach targowych lub konferencyjnych, aby odkryć galwanicznie cynkowane zawlecзки łączników.

Zważywszy na trwałość, powłokę galwaniczną o grubości ok. 10 µm należy traktować jako dekoracyjną a nie ochronną, a więc nie spełniającą kryteriów normy. Elektrolityczna powłoka cynkowa może mieć teoretycznie grubość do 25 µm, jednak praktycznie uzyskuje kilkanaście µm, podczas gdy powłoki uzyskane za pomocą cynkowania ogniowego powinny, w zależności od gatunku i postaci materiału, osiągać minimum wartości 55-85 µm, a w praktyce można uzyskiwać znacznie większe grubości. Przyjmując, że roczny ubytek warstwy cynku w wyniku utleniania wynosi ok. 4 µm można założyć, że w normalnych warunkach eksploatacyjnych element osprzętu ocynkowany ogniowo jest skutecznie chroniony powłoką cynku przez minimum 20 lat.

Ostre krawędzie

Występowanie ostrych krawędzi w osprzęcie wynika z niewłaściwego procesu technologicznego lub też z pominięcia obróbki wykańczającej. Ostre krawędzie oprócz poważnych konsekwencji funkcjonalnych utrudniają montaż i mogą utrudniać pracę monterów.

W zależności od grupy wyrobów występowanie ostrych krawędzi powoduje następujące konsekwencje:

- **osprzęt ochronny** – brak zaokrąglenia krawędzi powoduje intensyfikację zjawiska ulotu i zwiększenie zakłóceń radioelektrycznych;
- **uchwyty przelotowe**, uchwyty odciągowe i wszystkie elementy osprzętu mające styczność z przewodem – występowanie ostrych krawędzi w uchwytach powoduje uszkodzenie linek, osłabienie miejscowe przewodu i w konsekwencji może doprowadzić do zerwania przewodu i przerwy w zasilaniu odbiorców;
- **elementy cynkowane** – nietrwałość powłoki ochronnej na powierzchniach zakończonych ostrymi krawędziami skutkuje powstawaniem korozji i może doprowadzić do zniszczenia elementów.

Niewłaściwe wykonanie powierzchni stykowych w elementach skręcanych i zaprasowywanych

Najistotniejszą wadą zacisków spotykanych na rynku są nie szlifowane powierzchnie stykowe w wyniku czego nie uzyskuje się odpowiedniej gładkości tych powierzchni. W czasie eksploatacji na niezabezpieczonych pastą stykową chropowatych powierzchniach następuje utlenianie. Ponadto korpusy mosiężne nie są uszczelniane powłoką cynową, a w miejscu połączenia korpus-łapa brakuje zabezpieczenia. Wadliwe wykonanie i niezabezpieczone powierzchnie stykowe nie zapewnią odpowiedniej przewodności uchwytu. Mogą powodować duże straty mocy i rozgrzewanie się uchwytu aż do jego całkowitego przypalenia. Również w uchwytach odciągowych zaprasowywanych wadliwe wykonanie i niezabezpieczone powierzchnie stykowe nie zapewnią odpowiedniej przewodności uchwytu. Wymienione wyżej wady powodują zwiększenie rezystancji złącza, co w konsekwencji skutkuje podwyższeniem temperatury pracy (możliwość obserwacji na kamerze termowizyjnej) i w konsekwencji prowadzi do upalenia się złącza. Norma [4] określa, że konstrukcja połączenia powinna być taka, aby zapewnić stabilną rezystancję elektryczną połączenia oraz temperaturę połączenia nie przekraczającą temperatury przewodu.

Niewłaściwy proces technologiczny przy obróbce plastycznej

Pewna część dostępnych na rynku wyrobów (łączniki kute) nie jest ulepszana cieplnie. Jest to bardzo poważna wada ponieważ w wyrobach takich występują wewnętrzne naprężenia powstałe przy kuciu, co powoduje niższą wytrzymałość na rozciąganie. Ponadto na szybkach łączników, na powierzchniach współpracujących z gniazdem występują niedopuszczalne zakucia lub też widoczne pozostałości wypływu po kuciu.

Zła jakość elementów złącznych i gwintów

Duży wpływ na obniżenie jakości i trwałości wyrobów ma zastosowanie elementów złącznych cynkowanych galwanicznie. Ponadto spotyka się na rynku wyroby zawierające nakrętki nie posiadające oznaczeń (klasa wytrzymałości) i niezgodne z PN oraz z niewłaściwym gwintem (zbyt luźny gwint). Brak wyprowadzenia gwintu w niektórych wyrobach (np. wieszaki) znacznie wydłuża montaż i utrudnia pracę monterom.

Nieuczciwa konkurencja

Bywa, że firmy wprowadzając na rynek produkty posługują się metodami noszącymi znamiona nieuczciwej konkurencji. Wprowadzanie do oferty produktów wyglądających identycznie jak dostępne na rynku można potraktować jako kopiowanie dobrych wzorców, ale oznaczanie wyrobów nie swoim numerem katalogowym jest już działaniem bezprawnym. Można także spotkać się z nieuczciwym stosowaniem reklamy porównawczej. O ile taka reklama nie jest zakazana, to na podmiocie wykorzystującym tę formę reklamy spoczywa obowiązek, aby zawarte w niej dane były prawdziwe i aktualne. Reklamy zawierające zawyżone ceny konkurencji czy też nieprawdziwe terminy realizacji zamówień nie powinny być publikowane. Dotyczy to również wykorzystywania nie swoich numerów katalogowych w katalogach i cennikach. Zdarzało się, że w katalogach nowych producentów wykorzystywano rysunki bezpośrednio skanowane z katalogów innych firm, m.in. BELOS-PLP. Świadczy to

nie tylko o stosowaniu nieuczciwej konkurencji, ale także o braku w tego typu firmach biur konstrukcyjnych i kadr inżynierskich, które mogłyby takie opracowania przygotować.

Typ przewodu	Średnica zewn. mm	Przekrój mm ²	Wytrzymałość mech. kN
TACIR 6-240	21,7	236,1	77,4
TACSR 6-240	21,7	236,1	83,9
TACSR/AW 6-240	21,7	236,1	86,3
TACSR 8-525	31,5	519,5	167,7
GZTACSR 150	15,74	149,9	44,5
GZTACSR/TW Matthew	31,5	620	178,0
ACSS/TW Brant	17,9	201,8	63,0
ACSS 237,6R	18,6	237,6	89,0
ACSS 471R	26,4	470,92	229,8
ACSS 687R	31,8	686,9	293,4
ACCR 795-T16	21,8	467	138,5
ACCC London	33,4	792	180,1

Tablica 1. Przewody HTLS z którymi BELOS-PLP wykonywał badania pełne osprzętu

Innowacyjność produktowa wyzwaniem i szansą

Działania innowacyjne BELOS-PLP szczególnie widoczne są w projektowaniu i produkcji osprzętu do przewodów wysokotemperaturowych. Przebadaliśmy współpracę naszego osprzętu z przewodami typu TACSR, GTACSR, TACIR, ACSS, ACCR oraz ACCC. Ciągłe prowadzimy prace nad doбором osprzętu do nowych typów przewodów, którymi są zainteresowani nasi klienci. Jesteśmy w stanie dobrać i wykonać osprzęt do praktycznie wszystkich typów przewodów typu HTLS. Działania innowacyjne prowadzone są nie tylko w zakresie osprzętu liniowego, ale także rurowego osprzętu stacyjnego. W ostatnim czasie wprowadziliśmy do swojej oferty osprzęt do rury 250 mm, który stosuje się

w nowo budowanych stacjach elektroenergetycznych 400 kV. Zastosowane rozwiązania konstrukcyjne zaowocowały niskim poziomem generowanych zakłóceń radioelektrycznych emitowanych przez elementy osprzętu, co decyduje o jego przydatności do stosowania w elektroenergetycznych stacjach 400 kV. Na poniższym rysunku pokazano podstawowe elementy oferowanego przez nas osprzętu i opisano ich przeznaczenie. W swojej ofercie posiadamy zestawy osprzętu stacyjnego do rur 80, 100, 120, 150, 200 i 250 mm.

Podsumowanie

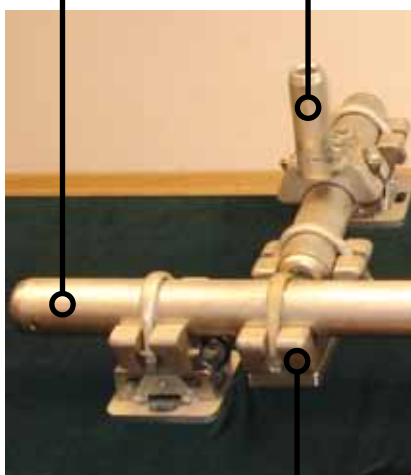
Jakość zaopatrywania odbiorców w energię elektryczną w dużym stopniu jest zdeterminowana przez niezawodność poszczególnych elementów systemu elektroenergetycznego, w tym również przez jakość zastosowanego osprzętu sieciowego. Przykłady wpływu wybranych narażeń eksploatacyjnych na osprzęt sieciowy oraz skutki zastosowania osprzętu o niewłaściwej jakości dowodzą, że nie warto oszczędzać na tych często niedocenianym elemencie budowy linii elektroenergetycznych. Warto jednocześnie korzystać z doświadczeń producentów o wieloletniej tradycji i wysokiej renomie. Wprowadzane w naszej firmie innowacje pozwalają rozwijać nowe technologie oraz wprowadzać produkty, zaspokajające nowe potrzeby klientów lub dotychczasowe (znane) potrzeby w lepszy sposób.

Literatura:

- [1] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 25 września 2000 r. w sprawie szczegółowych warunków przyłączenia podmiotów do sieci elektroenergetycznych, obrotu energią elektryczną, świadczenia usług przesyłowych, ruchu sieciowego i eksploatacji sieci oraz standardów jakościowych obsługi odbiorców.
- [2] PN-EN 50160; Parametry napięcia zasilającego w publicznych sieciach rozdzielczych.
- [3] Paska J. Jakość energii elektrycznej, niezawodność zasilania, bezpieczeństwo energetyczne. „Elektroenergetyka” 4/2003.
- [4] PN-EN 61284; Elektroenergetyczne linie napowietrzne. Wymagania i badania dotyczące osprzętu.

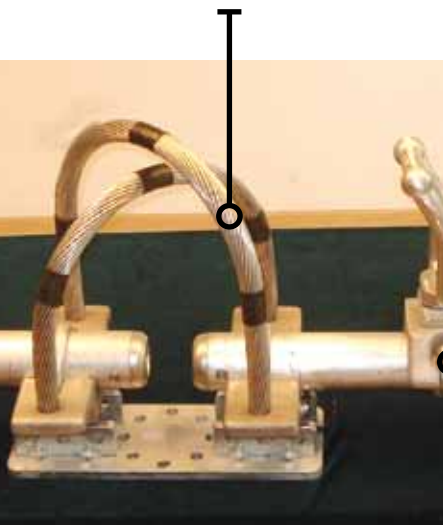
ZACISK ODGAŁĘŻNY
Do wykonania odgałęzień równoległych i prostopadłych do osi przewodu rurowego jednym przewodem przy użyciu zacisku zaprasowywanego

RURA AL



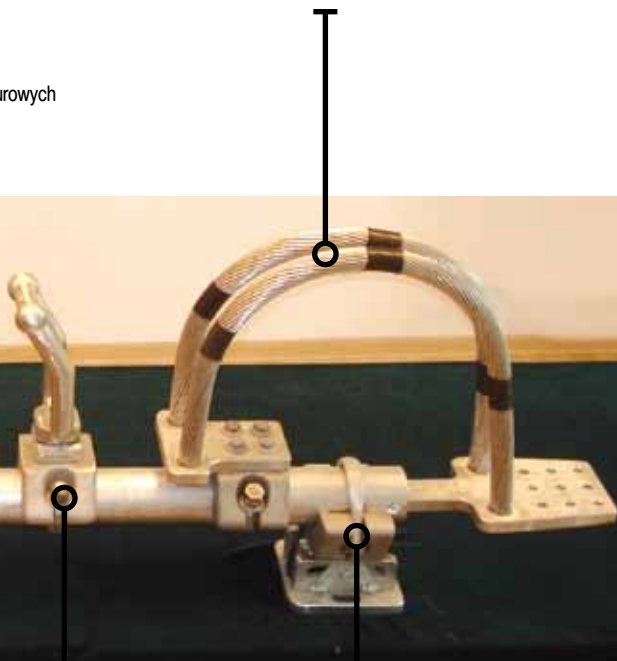
UCHWYT KĄTOWY 900
Do łączenia przewodów rurowych

UCHWYT ŚRODKOWY
Do mocnego lub przesuwnego ± 40 mm zamocowania końców przewodów rurowych na izolatorze wsporczym



ZACISK PRZYŁĄCZENIOWY DO UZIEMIACZY PRZENOŚNYCH
Do przyłączenia uzziemiaczy przenośnych

ZACISK KOMPENSACYJNY PROSTY
Do połączenia przewodu rurowego z wypustem płaskim aparatu z kompensacją wydłużeń termicznych ± 40 mm



UCHWYT KRAŃCOWY
Do mocnego lub przesuwnego ± 40 mm (kompensującego wydłużenie termiczne) zamocowania końca przewodu rurowego na izolatorze wsporczym