

mgr inż. Leon Dulewicz, Belos-PLP S.A.

Odstępniki tłumiące w grupie PLP – tradycja i nowoczesność

Koncern Preformed Line Products (PLP) z siedzibą w USA od ponad 40 lat specjalizuje się między innymi w projektowaniu i produkcji odstępników tłumiących do linii elektroenergetycznych najwyższych napięć HV, EHV i UHV¹. Przez wiele lat konstrukcja odstępników była doskonała i dostosowywana do potrzeb systemów elektroenergetycznych na całym świecie, w różnych, w tym skrajnych warunkach klimatycznych (od klimatu tropikalnego po klimat arktyczny).



Odstępniki produkcji grupy PLP, w ilości milionów egzemplarzy, są stosowane w liniach elektroenergetycznych na prawie wszystkich kontynentach świata: w Azji, Europie, Afryce, Ameryce Północnej i Południowej oraz Australii. W ofercie PLP znajdują się odstępniki dla wiązek dwu, trzy, cztero i sześć przewodowych, które są wykorzystywane w liniach o napięciu znamionowym 220 kV i wyższym². W ubiegłym roku BELOS-PLP zaprojektował i wdrożył do produkcji odstępnik tłumiący do wiązki trójprzewodowej z rozstawem przewodów 400 mm, który jest dedykowany dla polskiej elektroenergetyki. Nowe,

a zarazem nowoczesne rozwiązanie techniczne odstępника zostało oparte na wieloletnich doświadczeniach koncernu PLP, do którego należy BELOS-PLP.

Oferta grupy PLP

Duża różnorodność potrzeb i oczekiwań klientów oraz specyficznych wymagań technicznych dla różnych stref klimatycznych, pozwoliła wypracować kilka grup rozwiązań technicznych dla oferowanych odstępników tłumiących.

Generalnie każdy odstępnik tłumiący składa się z ramy, zacisków (szczęk i nakładek) oraz elementu tłumiącego (rys. 1.1). Jest to podstawowe rozwiązanie techniczne odstępника, które jest preferowane przez Polskie Sieci Energetyczne Operator S.A. Rozwiązanie to jest szczególnie wrażliwe na dwa aspekty poprawnej pracy odstępника: zapobieganie uszkodzeniu przewodów składowych wiązki w miejscu mocowania zacisków, zapobieganie zjawisku korozji elektrochemicznej na skutek występowania przepływu prądów wyrównawczych.



Rys. 1.1. Odstępnik tłumiący (zaciski ze stykiem metalicznym)

Druga grupa odstępników jest wyposażona w pośredniczące wkładki gumowe (rys. 1.2), które mają za zadanie zapewnić optymalną rezystancję pomiędzy zaciskami odstępника i ograniczyć prawdopodobieństwo uszkodzenia przewodu w miejscu mocowania zacisków.

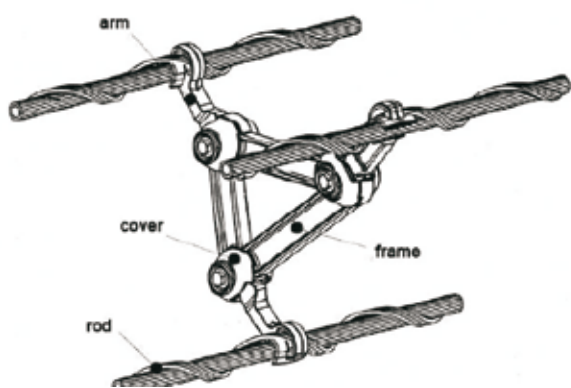
W trzeciej grupie odstępników mocowanie przewodu realizuje się za pomocą osprzętu oplotowego (rys. 1.3). Takie rozwiązanie optymalnie chroni przewód przed uszkodzeniami, które mogą występować na skutek drgań linii elektroenergetycznej i luzowania się zacisków (drgania eolskie i odcinkowe).

¹High Voltage – 45kV – 300 kV, Extra-High Voltage 300 kV – 750 kV, Ultra-High Voltage – powyżej 750 kV [1].

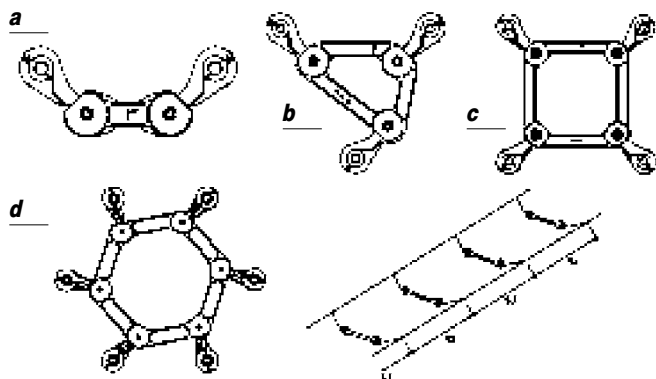
²Przewody wiązkowe bardzo rzadko są stosowane w liniach elektroenergetycznych o napięciu poniżej 220 kV [1].



Rys. 1.2. Odstępnik tłumiący z pośredniczącymi wkładkami gumowymi



Rys. 1.3. Odstępnik tłumiący mocowany za pomocą oplotu



Rys. 1.4. Podział odstępników ze względu na ilość przewodów w wiązce (a – twin, b – tri, c – quad, d – hex).

Jak już wcześniej wspomniano grupa PLP oferuje odstępniki dla wiązek dwu, trzy, cztero i sześćoprzewodowych (rys. 1.4), które są dedykowane do zapewniania różnych wielkości odstępów w wiązce przewodów.

Na szczególne podkreślenie zasługuje fakt, że PLP oferuje również odstępniki do przewodów HTLS (tzw. gorące przewody – *High-Temperature Low-Sag*), które mogą pracować w ruchu ciągłym do temperatury 250°C, bez wcześniejszego nadmiernego zużycia. Wy-

maga to zastosowania najbardziej zaawansowanych rozwiązań materiałowych dla elastomerów tłumiących i wkładek pośredniczących. Praktyczne aplikacje odstępników PLP do przewodów HTLS z powodzeniem są stosowane od ponad 10 lat w USA.

Wymagania dla odstępników tłumiących

Długoletnie doświadczenia eksploatacyjne grupy PLP pozwoliły wypracować podstawowe uniwersalne założenia dla konstrukcji odstępników tłumiących. Każdy odstępnik tłumiący powinien być tak skonstruowany, aby:

- utrzymywał odstęp pomiędzy przewodami składowymi wiązki, w każdych warunkach pracy z wyłączeniem stanów zwarcia linii (przepływu prądów zwarciovych);
- zapobiegał przed fizycznym stykiem przewodów składowych wiązki w podprężśle – pomiędzy odstępnikami (z wyłączeniem stanów zwarciovych);
- wytrzymywał mechaniczne obciążenie występujące podczas montażu i długoletniej eksploatacji bez zniszczenia jakiegokolwiek elementu składowego lub niedopuszczalnego odkształcenia trwałego;
- nie powodował uszkodzenia przewodów;
- nie powodował wyładowań ulotowych i zakłóceń radioelektrycznych (o niedopuszczalnych poziomach);
- jego instalacja była bezpieczna i łatwa³;
- poszczególne części nie luzowały się podczas długoletniej eksploatacji;
- nadawał się do demontażu i ponownego zamontowania bez uszkodzenia przewodów składowych wiązki;
- pełnił swoją funkcję w całym zakresie dopuszczalnej temperatury użytkowania;
- nie powodował słyszalnego hałasu;
- nie dochodziło do przepływu prądów wyrównawczych pomiędzy przewodami składowymi wiązki (w normalnych warunkach pracy).

Spełnienie wszystkich powyższych postulatów jest żelazną regułą stosowaną przez grupę PLP we wszystkich oferowanych odstępnikach.

Podstawowe błędy konstrukcyjne

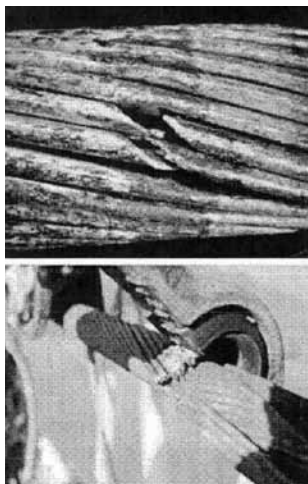
Odstępniki tłumiące są optymalnym rozwiązaniem do budowy linii elektroenergetycznych z przewodami wiązkowymi. Nie tylko zapewniają odpowiedni odstęp pomiędzy przewodami składowymi wiązki, ale również ograniczają drgania eolskie i odcinkowe linii, co powinno przekładać się na dłuższą żywotność przesyłowego systemu elektroenergetycznego. Jednakże niewłaściwa konstrukcja odstępniaka może odwrotnie powodować znaczące uszkodzenia przewodów elektroenergetycznych. Przypadki awarii odnotowanych w ostatnich latach w polskich liniach przesyłowych dowodzą, że nie wszyscy producenci odstępników są w stanie spełnić elementarne wymagania i konieczna jest szersza dyskusja dotycząca jakości projektowania i wykonania odstępników tłumiących stosowanych w Polsce.

Do podstawowych zaobserwowanych błędów konstrukcyjnych lub wykonawczych należy zaliczyć:

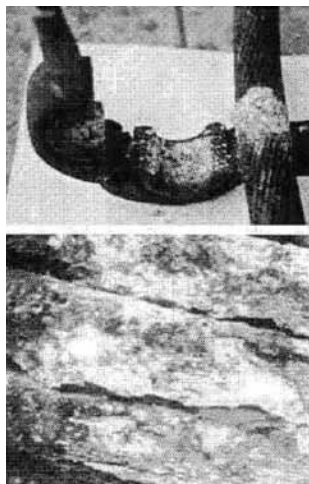
- luzowanie się zacisków odstępniaka i uszkodzenie (przecieranie się) przewodów w wyniku drgań linii elektroenergetycznej (rys. 2.1);
- niewłaściwa rezystancja pomiędzy zaciskami odstępniaka, która prowadzi do korozji elektrochemicznej i degradacji wkładek tłumiących lub pośredniczących (rys. 2.2).

Aby zapewnić długoletnią właściwą pracę odstępników tłumiących muszą być spełnione wymagania, które wykraczają poza założenia podstawowej europejskiej normy EN 61284 „Elektroenergetycz-

³Wszystkie części złączne (montażowe) powinny być zabezpieczone przed „wypadnięciem” gdy zacisk jest otwarty przed montażem.



Rys. 2.1. Uszkodzenia przewodów w wyniku poluzowania się zacisków odstępniaka



Rys. 2.2. Uszkodzenia wywołane zjawiskiem korozji elektrochemicznej

ne linie napowietrzne – Wymagania i badania dotyczące odstępników”.

W procesie doboru i oceny konstrukcji odstępniaka szczególną uwagę musi być poświęcona zagadnieniom zabezpieczenia przed luzowaniem się zacisków odstępniaka. Nie chodzi tu wyłącznie o problem odkręcania elementów złącznych zacisków. Po kilku latach eksploatacji również przewód zmienia swoją średnicę na skutek pełzania i pierwotny docisk szczęk zacisku może okazać się niewystarczający. Drugim ważnym zagadnieniem jest rezystancja odstępniaka. Wieloletnie doświadczenia eksploatacyjne dowiodły, że odstępnik tłumiący nie może być elementem, przez który przepływa prąd wyrównawczy w normalnych warunkach pracy[1]. Aby zapewnić spełnienie tego założenia rezystancja pomiędzy zaciskami powinna być w przedziale od 1 M Ω do 20 M Ω [4]. W Polsce dopuszcza się stosowanie odstępników o rezystancji 20 k Ω , co spotyka się z dezaprobatą środowisk technicznych. Tymczasem wielu producentów nawet nie spełnia tego wymogu i oferuje odstępniki, których rezystancja wynosi $\sim 30 \Omega$ – czyli jest bliska zeru.

Odstępnik tłumiący dla wiązki trójprzewodowej

Jak już wspomiano BELOS-PLP opracował nową i zarazem nowoczesną konstrukcję odstępniaka tłumiącego do wiązki trójprzewodowej z rozstawem przewodów 400 mm (rys. 1.1). W procesie projektowania posłużył się bogatymi doświadczeniami grupy PLP. Aby zweryfikować konstrukcję odstępniaka przeprowadzono szeroko zakrojone badania techniczne, które wykraczają poza wymagania normy EN 61284. Zakres testów fabrycznych między innymi obejmował (rys. 3.2):



Rys. 3.1 Odstępnik tłumiący do wiązki trójprzewodowej 400 mm

- próby odwzorowania prądów zwarciovych;
- badanie charakterystyki tłumienia (metoda B i C wg. EN 61284);
- badania zmęczeniowe (symulacja drgań eolskich i odcinkowych);
- próby elastyczności;
- próby wysiłgu zacisku po długotrwałym oddziaływaniu drgań eolskich.

Wyniki badań potwierdziły jednoznacznie, że odstępnik skonstruowany w Belos-PLP może być stosowany w liniach elektroenergetycznych najwyższych napięć i nie posiada wad, które wywołują problemy eksploatacyjne w polskich przesyłowych liniach elektroenergetycznych.



Rys. 3.2. Przykładowe badania odstępniaka tłumiącego produkcji Belos-PLP (a – drgania odcinkowe, b – symulacja prądów zwarciovych, c – drgania eolskie, d – próba elastyczności, e – próba wysiłgu zacisku po długotrwałym oddziaływaniu drgań eolskich)

Bibliografia:

- [1] Kiessling F., Nefzger P.; Overhead Power Lines – Planning, Design, Construction, Springer Germany, 2003.
- [2] PN EN 61284: Elektroenergetyczne linie napowietrzne – Wymagania i badania dotyczące odstępników, 2003.
- [3] Hagedorn P., Kraus M.; On the performance of spacer dampers in bundled conductors, EUREL Publication ETEP, 1992.
- [4] Hoffman S., Tustall M.; A review of service performance of the National Grid Transco's Conductor System, Published by National Grid Transco, Warwick England, (Undated).