

Systemy tłumienia i kontroli drgań w liniach przesyłowych



Wstęp

System tłumienia drgań jest jednym z najważniejszych elementów napowietrznych linii wysokich napięć, który należy brać pod uwagę na etapie projektowania nowych linii. Dobrze zaprojektowana ochrona przeciwdrganiowa zapewni bowiem wieloletnią, bezawaryjną eksploatację linii. Podstawowym elementem tej ochrony są tłumiki drgań oraz odstępniki tłumiące. Te drugie znajdują zastosowanie w liniach napowietrznych WN, w których występują przewody wiązkowe. W największym uproszczeniu odstępnik tłumiący jest tym elementem linii, którego zadaniem jest utrzymanie kształtu wiązki, uniemożliwienie stykania się przewodów wiązkowych, a przede wszystkim tłumienie energii drgań przewodów i redukcja ich amplitudy do bezpiecznych dla przewodów i osprzętu wartości.

W zależności od potrzeb i wymagań w liniach napowietrznych stosuje się:

- odstępniki sztywne dla mostków,
- odstępniki sztywne prądowe dla mostków (spełniające jednocześnie rolę zacisków prądowych),
- odstępniki elastyczne,
- odstępniki tłumiące.

Ze względu na znaczenie i powszechność ich stosowania w niniejszym artykule skoncentrujemy się na tych ostatnich. Opierając się na bogatej wiedzy i długoletnim doświadczeniu firmy Damp (jednego z wiodących producentów odstępników) postaramy się przybliżyć najważniejsze informacje dotyczące wymagań, jakie powinny spełniać odstępniki tłumiące, aby zapewnić długoletnią i bezawaryjną eksploatację linii.

DAMP – specjalista w kontroli drgań

Firma DAMP, z główną siedzibą w miejscowości Carobbio degli Angeli (na północy Włoch) oraz kilkoma zakładami produkcyjnymi na całym świecie (w tym także w Polsce, w miejscowości Nisko w woj. podkarpackim) założona została w 1974 roku. Od początku działalności jej priorytetem jest całkowite zaangażowanie w projektowanie i wytwarzanie systemów tłumiących dla napowietrznych linii energetycznych wysokich napięć. DAMP był jednym z pierwszych producentów

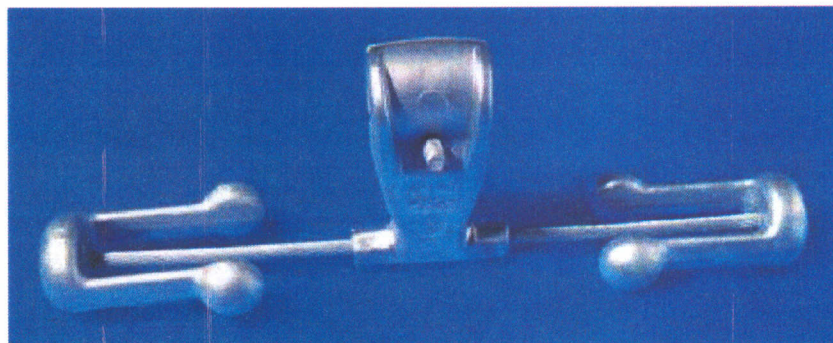
odstępników tłumiących na świecie. Firma oferuje także odstępniki sztywne oraz tłumiki drgań, które stosowane są do ochrony przewodów przed poważnymi uszkodzeniami zmęczeniowymi wywołanymi działaniem wiatru. Wyroby opatrzone marką DAMP działają w wielu strategicznych sieciach przesyłowych na całym świecie. Wykwalifikowany zespół inżynierów, zaawansowane oprzyrządowanie oraz współpracę z uczelniami technicznymi i instytutami specjalizującymi się w obszarze tłumienia drgań (m.in. Uniwersytetem Technicznym w Mediolanie) sprawia, że produkty i rozwiązania DAMP charakteryzuje wysoka jakość i funkcjonalność. Najlepszym tego dowodem jest ponad 4,5 miliona odstępników tłumiących (dla wiązek dwu, trzy, cztero, sześć i ośmioprzewodowych dla wszystkich napięć do 800 kV), które

od wielu lat skutecznie i bezawaryjnie pracują w liniach WN na różnych kontynentach, w zróżnicowanych warunkach środowiskowych i klimatycznych. W 2008 roku, po przejęciu przez firmę MOSDORFER GmbH z Austrii (specjalizującą się w obszarze osprzętu dla napowietrznych linii przesyłowych), DAMP został włączony do grupy Knill Energy.

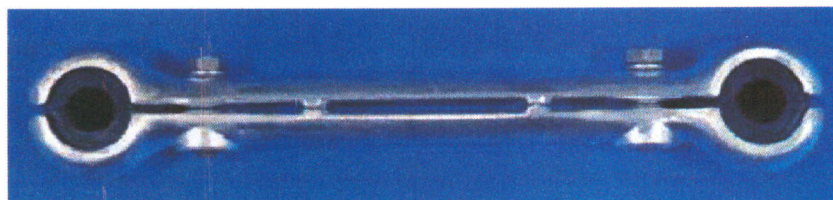
Jak już wspomnieliśmy na wstępie, odstępnik ma duże znaczenie dla prawidłowego i bezpiecznego działania linii, dlatego ważne jest, aby spośród dostępnych na rynku rozwiązań wybrać możliwie najlepsze, spełniające wymagania stosownych norm.

Wymagania wobec odstępników tłumiących

Podstawową normą określającą wymagania wobec odstępników tłumiących



Tłumik drgań Stockbridge'a



Odstępnik sztywny dla wiązki podwójnej



Odstępnik tłumiący dla wiązki podwójnej

jest PN-EN 61854:2003 Elektroenergetyczne linie napowietrzne - Wymagania i badania dotyczące odstępników, która odnosi się także do odstępników sztywnych i elastycznych (nie ujęto w niej odstępników międzyfazowych, obręczowych i wiązających). Drugą związaną normą jest PN-EN 61284:2002 Elektroenergetyczne linie napowietrzne - Wymagania i badania dotyczące osprzętu.

Poniżej przedstawione zostały najważniejsze wymagania stawiane odstępnikom tłumiącym w wyżej wymienionych normach oraz specyfikacjach technicznych.

• Konstrukcja odstępnika

Odstępnik tłumiący zbudowany jest ze sztywnego korpusu (ramy) i zacisków połączonych z nim za pomocą elastomerowego przegubu. Rolą elastomeru o określonej sztywności jest zapewnienie prawidłowego tłumienia drgań (pochłanianie energii) w każdych warunkach przez cały okres eksploatacji linii. Drgania przewodów w linii elektroenergetycznej powstają w wyniku parcia wiatru na przewód (przewody) i zawirowań powietrza, jakie powstają przy opływaniu przewodu przez strugę powietrza. Teorią drgań i ich rodzajami nie będziemy się tutaj zajmować, gdyż jest to osobny, rozległy temat. Można przyjąć, że 'sercem' odstępnika tłumiącego jest przegub z elastomerem. W głównej mierze od jego właściwości fizyczno-mechanicznych zależą parametry tłumienia i trwałość odstępnika.

• Materiały

Odstępniki tłumiące wykonane są najczęściej z aluminium lub jego stopów. Rama odstępnika może być wykonana jako jednorodny odlew lub składana z dwóch elementów połączonych ze sobą za pomocą nitów. Jednorodne odlewy zapewniają odstępnikowi większą sztywność oraz niezawodność eksploatacyjną (mniejsza ilość elementów łączących mogących ulec uszkodzeniu). Są także tańsze, co bez wątpienia stanowi istotną zaletę z punktu widzenia inwestora.

Zaciski odstępnika, podobnie jak rama, wykonane są z aluminium. Dokręcone z odpowiednim momentem dokręcenia w Nm (określonym przez producenta nie tylko w instrukcji montażu, ale także oznaczonym na samym odstępniku) powinny zagwarantować pewny kontakt powierzchni zacisku z przewodem i właściwą siłę wyślizgu.



Odstępnik firmy DAMP zamontowany na linii 500 kV w Kolumbii

• Zaciski

Norma określa, że zacisk powinien być dopasowany do średnicy przewodu z tolerancją do 10%. Można przypuszczać, że zacisk na którym podany jest zakres średnic przewodów od-do będzie zaciskał się najlepiej na przewodzie o średnicy z górnego zakresu. Wieloletnie doświadczenia firmy DAMP pokazują jednak, że znacznie większą pewność dają zaciski dostosowane do konkretnego przewodu, a nie zakresu średnic. Specjalnie wykonany zacisk powoduje: mniejszą siłę dokręcenia, lepszy styk zacisku z przewodem oraz wyższą wartość siły wyślizgu. Mniejsza siła dokręcenia powoduje mniejsze naprężenie w przewodzie. Sama instalacja jest zaś bezpieczna i łatwa, co odpowiada wymaganiom określonym w specyfikacji, któ-

ra dopuszcza tylko takie konstrukcje, które przy otwartym zacisku (po odkręceniu śruby do maksimum) utrzymują wszystkie elementy.

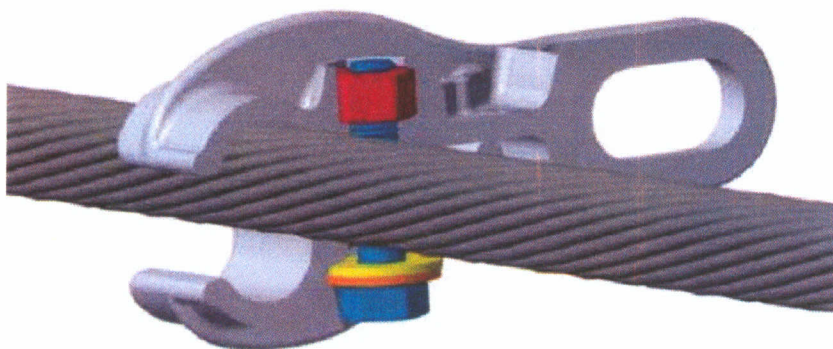
W porównaniu do innych dostępnych na rynku modeli, zaciski w odstępnikach DAMP są dłuższe, co zapewnia lepsze trzymanie przewodu i redukuje naprężenia w przewodzie. Wpływa to także na pracę całego odstępnika, który powinien wytrzymać naprężenia mechaniczne, jakie mogą się pojawić podczas eksploatacji linii, włącznie z naprężeniami podczas zwarć.

• Elementy wykonane z elastomeru

Zgodnie z wymaganiami elastomer powinien pracować w zakresie temperatur od -50°C do +100°C oraz charakteryzować się odpornością na działanie promieniowania UV i ozonu.



Odstępnik tłumiący dla wiązki potrójnej



Model zacisku odstępnika

Stworzenie takiego elastomeru nie jest łatwe, jednak firmy z wieloletnim doświadczeniem, tak jak DAMP, dają sobie z tym radę. Badania nowego elastomeru, jak i badania elastomerów z odstępników firmy DAMP, demontowanych po 20-25 latach dla celów poznawczych, wskazują jednoznacznie, że zastosowany elastomer zachował swoje właściwości elektromechaniczne oraz jest w pełni odporny na działanie promieniowania UV i ozonu.

Normy dotyczące elastomerów nie do końca są jednoznaczne. W związku z tym w niektórych publikacjach można spotkać wymagania dotyczące konieczności ochrony elastomeru. Problem polega na tym, że nie ma obecnie konstrukcji odstępnika, która w 100% chroniłaby elastomer przed działaniem promieniowania UV. Jeżeli elastomer nie będzie odporny na UV nie ma znaczenia jaka jego część ulegnie uszkodzeniu. Właściwości tłumiące ulegną pogorszeniu i odstępnik nie będzie spełniał prawidłowo swojej funkcji. Wydaje się naturalne, że w sytuacji kiedy normy nie są jednoznaczne i rodzą się wątpliwości, należałoby się oprzeć na

wiedzy i potwierdzonych doświadczeniach eksploatacyjnych.

• Oznaczenie odstępników

Specyfikacja określa także minimalne wymagania co do oznakowania odstępników. Oprócz średnicy przewodu, dla którego przeznaczony jest odstępnik powinien się na nim znaleźć również takie informacje jak: numer katalogowy, nazwa lub logo producenta, rok produkcji, moment dokręcenia oraz oznaczenie gdzie jest góra odstępnika (strzałka TOP).

• Rozmieszczenie i montaż odstępnika

Po wyborze konkretnego typu odstępnika, na etapie projektu wykonawczego linii przychodzi czas na tzw. studium drgań (vibration study). Szczegółowa analiza przeprowadzana jest przez projektanta lub dostawcę odstępnika na podstawie dostarczonych przez klienta parametrów linii takich jak: rodzaj, średnica oraz napięcie przewodów, długość przęseł, położenie linii czy ukształtowanie terenu. Przy użyciu programów komputerowych,

które pozwalają na symulację obciążenia przewodu uwzględniającą różnego rodzaju ruchy przewodu (w zależności od parametrów środowiska takich jak temperatura, prędkość wiatru, EDS, itp), dobiera się ilość odstępników i określa ich rozmieszczenie na przewodach. Mosdorfer i DAMP dysponują najnowszymi programami do analizy drgań, które dobrze odzwierciedlają rzeczywistość, co potwierdzają późniejsze pomiary pracy linii.

W momencie kiedy linia jest już zbudowana przychodzi czas na montaż odstępników. Praktyka pokazuje, że większość problemów związanych z odstępnikami tłumiącymi wynika z ich niewłaściwego montażu. Konieczne jest zatem ściśle przestrzeganie instrukcji i wytycznych w zakresie montażu, które dostarcza producent odstępnika.

Sposób montażu i rozmieszczania odstępników na linii uzależniony jest m.in. od ukształtowania terenu, na którym położona jest linia. Sprawa jest dość prosta w terenie, który pozwala na pracę z podnośnika. Jeżeli nie ma takiej możliwości i konieczne jest zastosowanie wózka na przewody, należy pamiętać o równomiernym rozłożeniu ciężaru wózka na przewodach.

Ważne jest także, aby pomiar odległości, wyznaczonych na podstawie studium drgań, rozpocząć od właściwego miejsca (elementu). Informacja taka powinna być podana przez producenta w instrukcji montażu.

W przypadku uchwytu zaprasowywanego pomiar rozpoczynamy od końca uchwytu, zaś dla uchwytu przelotowego początek pomiaru wyznacza pionowa oś uchwytu.

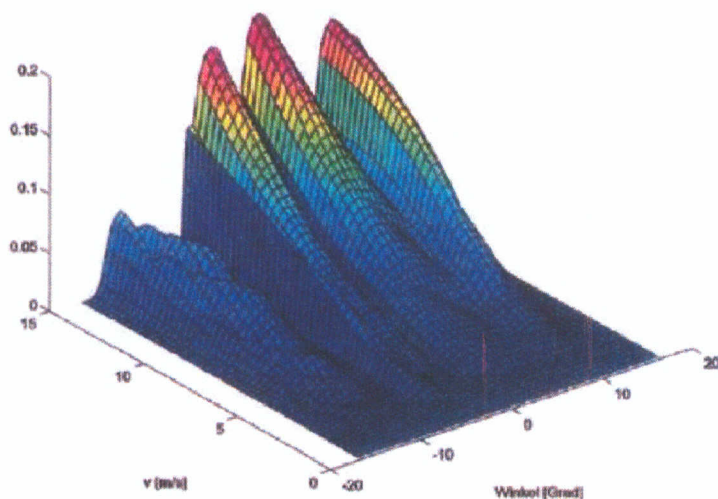
W przypadku odstępników niesymetrycznych należy także pamiętać, aby przy montażu obracać je naprzemiennie o 180°.

Dużym ułatwieniem przy montażu odstępników jest stosowany w zaciskach firmy DAMP system blokujący ESLOCK zabezpieczający śruby przed wykręceniem. Dzięki temu montaż jest znacznie szybszy i pewniejszy niż w przypadku zaginanych podkładek. Do montażu wystarcza klucz dynamometryczny.

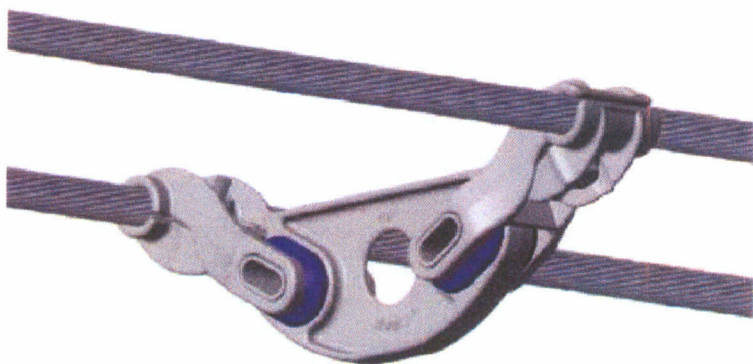
Istotną sprawą jest także, aby wszystkie śruby odstępnika były zorientowane w kierunku ziemi, co ułatwia późniejsze inspekcje. Nie u wszystkich producentów warunek ten jest spełniony.

Podsumowanie

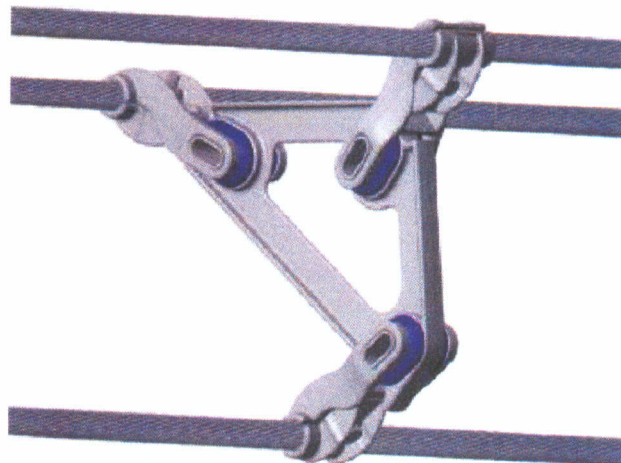
Odstępniki tłumiące stanowią ważny element linii przesyłowych WN, któ-



Symulacja drgań w przęśle



Model odstępniaka podwójnego



Model odstępniaka potrójnego

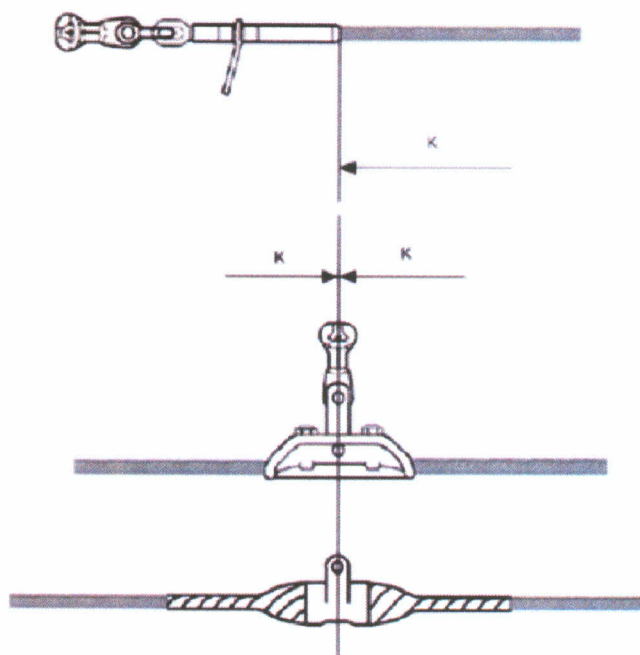
ry niejednokrotnie ma decydujący wpływ na prawidłowe i bezawaryjne działanie linii.

Odstępniki oferowane przez firmę DAMP są jednymi z najlepszych i najpewniejszych pod względem eksploatacji konstrukcji dostępnych na rynku. Zaprojektowane i produkowane wg najnowszych norm IEC 61854 spełniają wymagania techniczne największych operatorów i koncernów energetycznych na całym świecie.

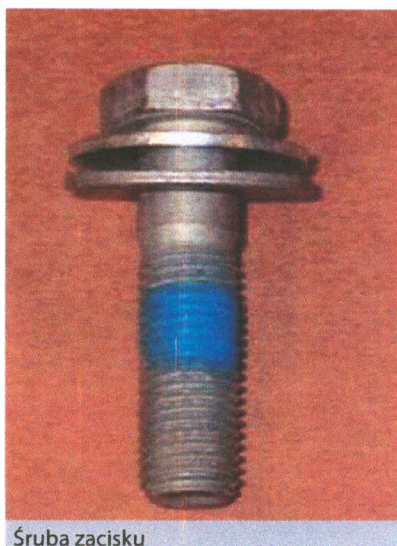
Poszczególne elementy (rama, zaciski) wykonywane są z wysokiej jakości materiałów, co sprawia, że zdolności tłumiące odstępniaka okazują się skuteczne na przestrzeni wielu lat. Stosowane przez firmę DAMP systemy mocujące i blokujące chronią przed jakimikolwiek obluźowaniami spowodowanymi przez drgania na skutek ruchu przewodu. Warto również podkreślić, że odstępniki tłumiące to tylko jeden z elementów systemów tłumienia drgań oferowanych przez firmę DAMP. Przy projektowaniu tych systemów wykorzystywane są zaawansowane programy komputerowe do analizy drgań. Ponadto prowadzone są obszerne badania laboratoryjne (badania RIV i wyładowań koronowych od 1974 roku, badania zwarciove od 1978 roku) oraz badania terenowe, co sprawia, że DAMP od wielu lat utrzymuje czołową pozycję w obszarze systemów kontroli drgań.

Robert Marfiak, Katarzyna Pluta,
EnerVision Sp. J.

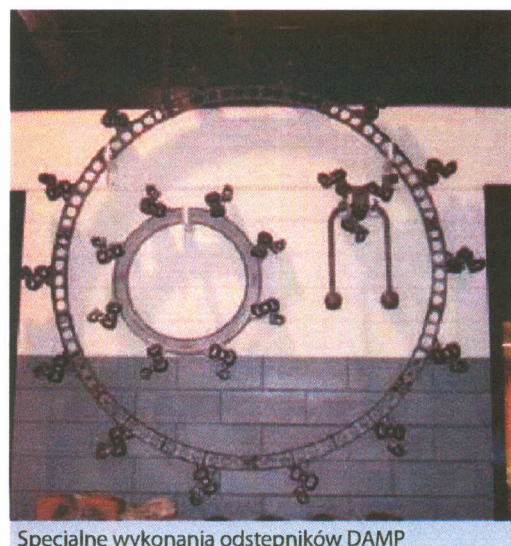
* W razie zainteresowania szczegółowymi informacjami zachęcamy do kontaktu z firmą EnerVision, która jest wyłącznym przedstawicielem Mosdorfer i Damp na rynku polskim.



Punkty początkowe pomiaru przy rozmieszczaniu odstępników w prześle



Śruba zacisku



Specjalne wykonania odstępników DAMP