

mł. bryg. dr inż. Ryszard CHYBOWSKI
bryg. dr inż. Piotr KUSTRA
mł. kpt. mgr inż. Szymon PTAK
Zakład Elektroenergetyki, SGSP

Rola konstrukcji wspornych w funkcjonowaniu przewodów ogniodpornych

Omówienie
LEAD

W artykule omówiono zagadnienia związane z rolą konstrukcji wspornych w zapewnieniu funkcjonowania przewodów ogniodpornych. Przedstawiono wyniki badań laboratoryjnych.

In the article, the role of standard support structures in the functioning of fire – resistant cables was described. Research outcomes were presented.

Słowa kluczowe: trasy kablowe, konstrukcje wsporne, ochrona przeciwporażeniowa.

Keywords: electric shock prevention, cable supporting structure, electrical cable.

1. Wprowadzenie

Aby dostarczyć energię elektryczną do odbiornika, niezbędne są elementy przewodzące prąd w postaci przewodów lub kabli. W literaturze brakuje jednoznacznego rozróżnienia między tymi dwoma definicjami [3], niekiedy pojęcia te stosowane są zamiennie. Historycznie rzecz ujmując, przewód przeznaczony był dla środowiska suchego, a kabel do środowiska wilgotnego. Z chwilą wprowadzenia tworzyw sztucznych o bardzo dobrych właściwościach izolacyjnych, wyżej wymieniony podział stracił sens – z uwagi na odporność na wilgoć tworzyw izolacyjnych. W artykule pojęcia kabla i przewodu stosowane będą zamiennie.

Z reguły źródło energii jest oddalone od odbiornika i dlatego należy stosować elementy utrzymujące przewód w odpowiedniej pozycji. W literaturze takie elementy określane są różnymi nazwami, np. zawiesiem, konstrukcją wsporną, systemem ciągów kablowych.

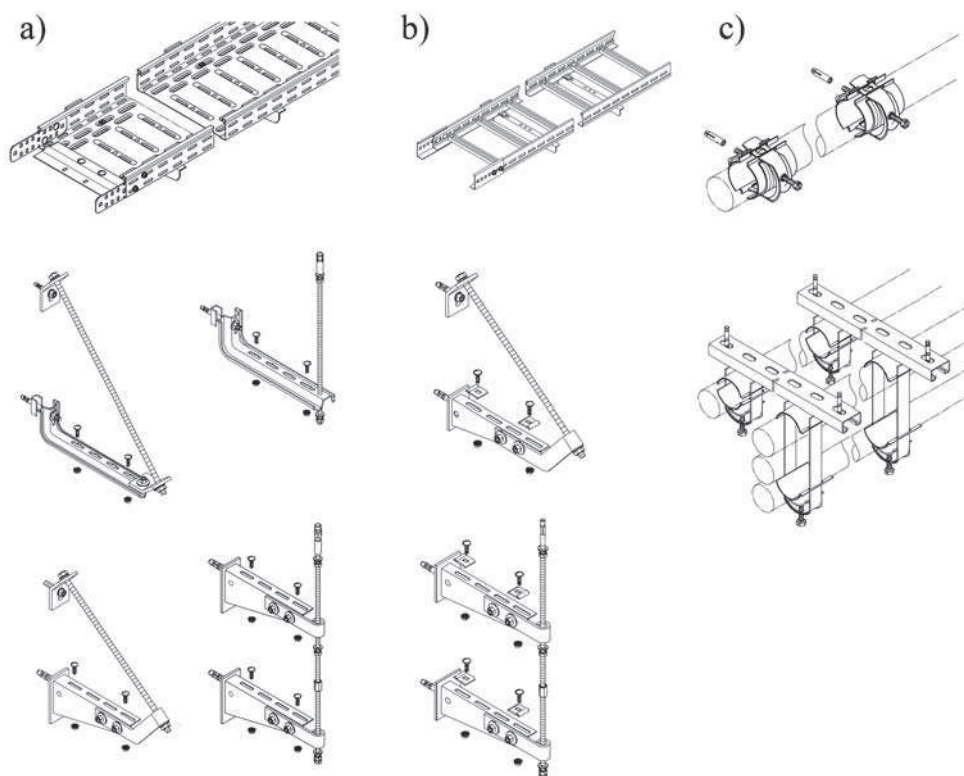
Rozporządzenie ministra infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [5] stanowi, że „Przewody i kable elektryczne oraz światłowodowe wraz z ich zamocowaniami, zwane dalej zespołami kablowymi, stosowane w systemach zasilania i sterowania urządzeniami służącymi ochronie przeciwpożarowej, powinny zapewnić ciągłość dostawy energii elektrycznej lub przekazu sygnału przez czas wymagany do uruchomienia i działania urządzeń”. Wynika z tego, że nie tylko elementy przewodzące

prąd decydują o funkcjonowaniu urządzeń w warunkach pożaru, ale również konstrukcja wsporna. Zagadnienie zachowania funkcji przewodów w czasie pożaru jest bowiem złożone, z powodu powiązania ognioodporności przewodów, konstrukcji wspornych oraz konstrukcji obiektu, w którym trasa przewodu lub przewodów jest zamontowana.

W Polsce brakuje szczegółowych wytycznych/norm regulujących wymagania, jakie powinny spełniać te elementy.

2. Sposoby prowadzenia tras kablowych

Znaczne odległości między tablicą rozdzielczą, a odbiornikiem czy odbiornikami wymuszają zastosowanie odpowiednich konstrukcji wspornych do ułożenia elementów przewodzących prąd. Z reguły w dużych obiektach istnieje konieczność wydzielenia specjalnych tras dla dość licznych przewodów. Sposoby prowadzenia tras kablowych zarówno dla przewodów ognioodpornych, jak i bez wymagań odporności ogniowej nie różnią się między sobą. Możliwe jest umieszczanie przewodów o odporności ogniowej z przewodami bez odpowiedniej od-



Rys. 1. Typowe konstrukcje wsporne przewodów
a) rynienka; b) drabinka; c) obejmka

Źródło: opracowanie własne na podstawie [6].

porności ogniowej na konstrukcjach nośnych pod pewnymi warunkami [6]. W przypadku prowadzenia pojedynczego przewodu ognioodpornego można go umieścić pod tynkiem. Jednak w tym przypadku warstwa nie ma wpływu na czas funkcjonowania przewodu [2].

Przykładowe konstrukcje nośne dla przewodów pokazano na rys. 1. Zawierają one szereg drobnych elementów, jak: śruby, nakrętki, cięgna, kotwy itp. Konstrukcja wsporna łącznie z tymi elementami ma zapewnić prawidłowe funkcjonowanie przewodów ognioodpornych w pożarze.

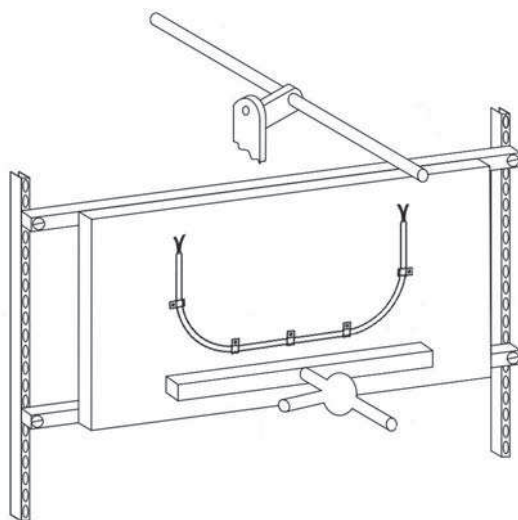
Cechą charakterystyczną konstrukcji wspornych jest to, że są wykonane z elementów metalowych, z reguły, z odpowiedniego gatunku stali. Elementy te są niepalne i charakteryzują się stosunkowo dużą odpornością na temperaturę pożaru. Za prawdopodobną uznaje się jednak destrukcję konstrukcji, co będzie wiązać się z zagrożeniem dla funkcjonowania przewodów ognioodpornych.

Konstrukcja wsporna przewodów w postaci drabin lub rynienek wymaga uziemienia. W przypadku zastosowania obejm trudno wymagać takiego warunku. Uziemione konstrukcje wsporne zapewniają bezpieczeństwo porażeniowe, jednak nie dają pełnej gwarancji niezawodności zasilania w pożarze. Przy nieokreślonym potencjale obejm nie można jednoznacznie określić wpływu tego elementu na funkcjonowanie przewodu ognioodpornego.

3. Wymagania normowe dla przewodów ognioodpornych

Pierwsze normy dotyczące badań przewodów ognioodpornych wprowadziła Międzynarodowa Komisja Elektrotechniczna na przełomie XX i XXI wieku. Na

bazie tych norm w 2006 r. wprowadzono normę [4], która obowiązuje także w Polsce. Dotyczy ona pojedynczego przewodu o średnicy nie większej niż 20 mm. Idea badań według tej normy przedstawiona została na rys. 2.



Rys. 2. Stanowisko do badań ognioodporności odcinka przewodu

Źródło: opracowanie własne na podstawie [4].

Podstawowym elementem tego stanowiska jest niepalna płyta, do której przytwierdzono przewód w kształcie litery U o długości co najmniej 1200 mm. Przewód do płyty przytwierdzony został 5 metalowymi obejmami, które w czasie badania są pod potencjałem ziemi.

W skład stanowiska wchodzi odpowiedni palnik gazowy wytwarzający średnią temperaturę 840–870°C.

W badaniach mierzony jest czas prawidłowej pracy przewodu, tzn. czas do zwarcia lub przerwania ciągłości żyły przewodu. Na podstawie tego czasu określa się klasę ognioodporności przewodu. Z uwagi na małe wymiary płyty i badanego odcinka przewodu wymaganego przez normę, nie ma możliwości oceny wpływu różnych konstrukcji wspornych na czas funkcjonowania przewodu ognioodpornego.

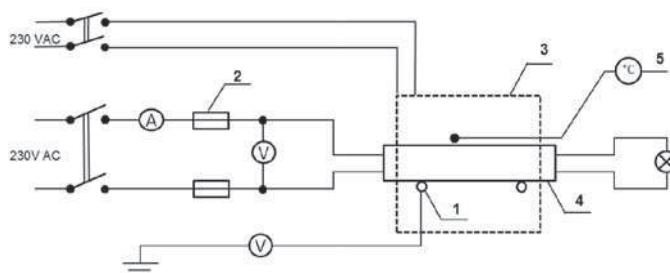
W Niemczech, pod koniec XX wieku, opracowano normę [1] uwzględniającą różne konstrukcje wsporne przy badaniach przewodów ognioodpornych. Jest to norma o powszechnym stosowaniu w Europie z uwagi na badania najbardziej zbliżone do warunków rzeczywistych. Badane przewody i konstrukcje wsporne według wymagań tej normy są umieszczane w ogniowej komorze o minimalnych wymiarach $2 \times 3 \times 2,5$ m.

Z uwagi na konieczność funkcjonowania konstrukcji wspornych przy różnych siłowych obciążeniach norma [1] podaje maksymalne obciążenia konstrukcji wspornych z odpowiednimi współczynnikami bezpieczeństwa. W badaniach odpowiednie obciążenia są uzyskiwane za pomocą łańcuchów. Komora jest ogrzewana do odpowiedniej temperatury, zgodnie z krzywą standardową pożaru. Przewody ułożone na konstrukcji wspornej są zasilane znamionowym napięciem, a podczas próby mierzony jest czas poprawnego funkcjonowania przewodu lub przewodów. O zakwalifikowaniu zespołu kablowego jako całości do jednej z trzech klas decyduje czas funkcjonowania przewodu.

4. Badania eksperymentalne

Z uwagi na różnorodność konstrukcji, w badaniach zastosowano konstrukcje prętowe jako reprezentanta różnych rozwiązań technicznych. Zastosowanie jednego rozwiązania związane było z ograniczeniem kosztów.

Celem badań było wykazanie wpływu konstrukcji wspornej przewodów ognioodpornych na właściwości izolacyjne żył tych przewodów w warunkach modelowania pożaru. Przedmiotem badań były odcinki przewodów ognioodpornych o PH90. Schemat układu pomiarowego jest pokazano na rys. 3.



Rys. 3. Schemat układu pomiarowego

1 – konstrukcja wsporna, 2 – bezpiecznik topikowy, 3 – piec elektryczny, 4 – badany odcinek przewodu, 5 – termopara

Źródło: opracowanie własne.

W badaniach zastosowano elektryczny piec o wymiarach $35 \times 24 \times 16$ cm o mocy 2,5 kW. W celu ograniczenia wymiany ciepła pomiędzy elementami grzejnymi, a otoczeniem, piec wraz z badanym przewodem osłonięto wełną mineralną. Dzięki temu temperatura modelowanego pożaru była zawarta w granicach 730–870°C. Konstrukcja układu badawczego umożliwiała ustawienie elementu grzejnego pieca na żądanej odległość od badanego przewodu. Pod elementem grzejnym na ceglach położono dwa żelazne pręty o średnicy 8 mm oddalone od siebie na odległość 28 cm. Na tych prętach prostopadle do ich osi położono badany przewód. Pręty metalowe pełniły funkcję zawiesi z uwagi na brak styku przewodu z cegłą na odcinku między prętami. Badany odcinek stanowił fragment obwodu oświetleniowego zasilającego żarówkę o mocy 40 W. Był on zabezpieczony bezpiecznikiem topikowym 6 A. Pobór prądu przez żarówkę badanego obwodu był kontrolowany za pomocą amperomierza. Kontrolowano również napięcie pomiędzy podporami badanego przewodu i ziemią. Temperatura wewnątrz pieca mierzona była za pośrednictwem miernika, czujnikiem którego była termopara typu K.

Przedmiotem badań były przewody HDGż (produkcji Technokabel S.A.) oraz JE-H(ST)H (produkcji Tele-fonika Kable Sp. z o.o. S.K.A.). Te przewody różniły się budową. Żyły miedziane przewodu HDGż pokryte są materiałem, który w warunkach pożaru tworzy warstwę ceramiczną. Warstwa ta, pod wpływem wysokiej temperatury, ulega spękanii. Przewód JE-H(ST)H ma żyły miedziane oplecione taśmą mikową. Jest ona również niszczona w wysokiej temperaturze pożaru, ale w stopniu znacznie mniejszym niż poprzedni przewód.

Przed każdym badaniem mierzono rezystancję izolacji pomiędzy żyłami przewodów oraz pomiędzy żyłami i podporami przewodów. W stanie zimnym rezystancja ta była większa od 500 MΩ. Przewody były poddawane działaniu wysokiej temperatury przez 78 min. Podczas nagrzewania różnica potencjałów pomiędzy podporami, a ziemią wynosiła 0 V w każdym badanym przypadku. W przypadku przewodu HDGż jedna z próbek w czasie nagrzewania po 71 min. i uzyskanej temperaturze 730°C uległa zwarcii, zadziałały wówczas zabezpieczenia. Na tym eksperymencie zakończono. Kolejną próbkę przewodu HDGż nagrzewano przez 78 min. Nie zaobserwowano obecności napięcia pomiędzy podporami, a ziemią. Zmierzone rezystancje pomiędzy żyłami przewodu wynosiły 20 MΩ, natomiast pomiędzy żyłami, a podporą 15 MΩ. Na powierzchni izolacji żył zaobserwowano znaczne spękania, co mogło być przyczyną powstałego zwarcia w jednej z próbek.

W przypadku próbek JE-H(st)H temperatura uzyskana po czasie nagrzewania 78 min. wyniosła 827°C oraz 833°C. Tu również nie zaobserwowano różnicy potencjałów pomiędzy podporami przewodów, a ziemią. Rezystancja pomiędzy podporą, a żyłami była mniejsza od 1 MΩ, zaś między żyłami była mniejsza od 0,4 MΩ. W przypadku tego rodzaju przewodu nie zaobserwowano widocznych pęknięć izolacji żył ani jakiegokolwiek ubytku izolacji.

5. Wnioski

1. W badaniach nie modelowano drgań występujących w pożarze. Z uwagi na charakter niszczenia izolacji w pożarze – zmiana z postaci litej na proszek lub drobi-ny ceramiczne, wydaje się niezbędne uwzględnienie tego zjawiska przy ocenie zachowania się zawiesia łącznie z przewodem ognioochronnym.
2. W badaniach nie uzyskano znaczącego wzrostu upływności między zawiesiem a żyłą, która w konsekwencji mogłaby prowadzić do zwarcia.
3. W warunkach pożaru, w zniszczonej cieplnie izolacji, obecność wody gaśniczej może spowodować wzrost prądu upływu.
4. Z badań wynika, że zakres zmian rezystancji izolacji nie wyklucza stosowania wyłączników różnicowo-prądowych.
5. W celu potencjalnej możliwości pojawienia się znacznej upływności zniszczonego pożarem przewodu ognioodpornego wskazanym byłoby pokrycie zawiesia materiałem izolacyjnym o odpowiedniej odporności ogniowej.

LITERATURA

- [1] DIN 4102-12 – Wymagania budowlane. Kable elektryczne i zabezpieczenia. Odporność ogniowa.
- [2] Chybowski R., Kustra P., Ptak S.: Wpływ tynku na funkcjonowanie przewodów ognioodpornych w pożarze. *Zeszyty Naukowe SGSP* 2013, nr 45.
- [3] PN-E 10200:1997P Słownik terminologiczny elektryki – Kable i przewody.
- [4] PN-EN 50200:2006 Metoda badania palności cienkich przewodów i kabli bez ochrony specjalnej stosowanych w obwodach zabezpieczających.
- [5] Rozporządzenie ministra infrastruktury z 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (DzU z 2012, nr 0, poz. 1289).
- [6] Elpuk.com.pl/katalogi/T1_H.pdf (27.04.2013 r.).

Ryszard CHYBOWSKI

Piotr KUSTRA

Szymon PTAK

The Role of Standard Support Structures in Fire – Resistant Cables Operation

As the operation of fire resistant cables depends on a number of factors, authors of this article decided to conduct a research concerning the role of standard supports structures in fire – resistant cables operation (power supply or signal transmission) in fire conditions. The background of undertaken topic is also the safety of the firefighters involved in fire operation. The article presents and discusses the outcomes of the research.

SUMMARY