



Waldemar JASKÓŁOWSKI¹, Ryszard CHYBOWSKI²,

Szkoła Główna Służby Pożarniczej, Katedra Działań Ratowniczych (1) Katedra Rozpoznawania Zagrożeń (2),

Badanie rozprzestrzeniania płomieni po przewodach elektrycznych

Streszczenie: W referacie przedstawiono wyniki badań przewodów elektrycznych na rozprzestrzenianie płomieni. Badania przeprowadzono przy wykorzystaniu znormalizowanej metody badawczej opisanej w normie PN-89/E-04160/55. Wyniki potwierdziły ogólnie dobre właściwości pożarowe badanych kabli.

Abstract: (Investigation of flame spreading on electric cables). The article presents test results of flame spreading on electric cables. The tests have been carried out using standard testing equipment. The results have shown relatively good fire properties of cables selected for the tests.

Słowa kluczowe: przewód elektryczny, rozprzestrzenianie się płomienia, właściwości pożarowe, bezpieczeństwo pożarowe

Keywords: electric cable, flame spreading, fire properties, fire safety.

Wstęp

Zapewnienie wysokiego stopnia niezawodności pracy nowoczesnych przewodów elektrycznych jest głównym celem dla ich producentów. Ponoszą oni odpowiedzialność za wykonanie i sprzedaż przewodów o wysokiej, udokumentowanej jakości. Cel, o którym mowa powyżej, można osiągnąć, stosując wybiórczo takie materiały izolacyjne i powłokowe, których charakterystyka pożarowa ogranicza szybkość tworzenia się środowiska pożarowego, m.in. poprzez:

- zmniejszenie ryzyka powstania pożaru w wyniku zapalenia się przewodów lub kabli elektroenergetycznych,
- ograniczenie możliwości rozprzestrzeniania się płomieni po kablach elektroenergetycznych na sąsiednie obiekty (elementy wyposażenia),
- zapobieganie wydzielaniu się podczas pożaru nadmiernej ilości toksycznych i korozyjnych produktów rozkładu termicznego i spalania,
- dobór materiałów na elementy składowe kabla, których wkład cieplny w potencjalny pożar byłby minimalny,
- zapewnienie ciągłości dostawy prądu w czasie pożaru.

Początki badań obejmujące tematykę bezpieczeństwa pożarowego na świecie sięgają lat 60-tych ubiegłego wieku. W tym okresie opracowano i znormalizowano wiele testów laboratoryjnych, które funkcjonowały przez 30 lat [1]. Wg metod badawczych opracowanych w minionym okresie badania przewodów elektrycznych ze względu na właściwości pożarowe polegały głównie na określeniu zasięgu zwęglenia izolacji, temperatury zapłonu i samozapłonu wskaźnika tlenowego materiałów izolacyjnych i powłokowych. W Polsce przedmiotowe badania były prowadzone indywidualnie przez producentów, dlatego też przez długie lata nie było jednolitego nazewnictwa, określeń, metod badawczych i wymagań. Często popełniano błędy, używając nieprecyzyjnie określeń: niepalny, trudno palny, niepalniony, samogasnący, o zwiększonej ognioodporności, ognioodporny lub ich nadużywając [2, 3].

Na początku lat 90-tych stwierdzono, że stosowane do niedawna metody badawcze w małym stopniu odzwierciedlają warunki występujące w środowisku pożarowym. Istotny wpływ na takie stanowisko miał głos środowiska związanego z odbiorcami przewodów, które od dawna domagało się opracowania jednolitych i jednoznacznych metod badawczych, które umożliwiłyby precyzyjną klasyfikację wyrobów i w konsekwencji odpowiedź na pytanie, który przewód elektryczny ma lepsze właściwości ze

względu na bezpieczeństwo pożarowe. W efekcie wieloletnich prac prowadzonych przez Międzynarodową Organizację Elektrotechniczną (IEC), Europejski Komitet Normalizacyjny Elektrotechniki (CENELEC) oraz Krajowe Komitety Normalizacyjne, zaczęto modyfikować dotychczas stosowane metody badawcze oraz wprowadzać stopniowo nowe, uwzględniające postulaty projektantów i inwestorów budowlanych. Działania Polskiego Komitetu Normalizacyjnego związane z normalizacją z dziedziny elektrotechniki, przy współpracy wyżej wymienionych organizacji doprowadziły w ostatnim okresie do ustanowienia wielu norm, które przede wszystkim mają na celu zwiększenie poziomu bezpieczeństwa pożarowego stosowanych powszechnie instalacji elektrycznych w obiektach budowlanych.

Na podstawie analizy literatury przedmiotu [4] można stwierdzić, że metody badawcze stosowane do oceny palności przewodów i kabli elektrycznych poddanych oddziaływaniu można podzielić na:

1. Metody badawcze w zakresie odporności na rozprzestrzenianie się płomienia.
2. Metody badawcze w zakresie korozyjności i toksyczności gazów powstałych podczas spalania materiałów (niemetalicznych) pobranych z przewodów lub kabli.
3. Metody badawcze w zakresie właściwości dymotwórczych podczas spalania przewodów i kabli elektrycznych.
4. Metody badawcze w zakresie badania zachowania ciągłości obwodu elektrycznego poddanego oddziaływaniu płomienia.

Metody eksperymentalne obejmujące badania w zakresie rozprzestrzeniania płomienia można podzielić na dwa rodzaje badań: dla pojedynczego przewodu i wiązki.

Wg PN-EN 50265:2002 [5 - 7] badania przeprowadza się dla pojedynczego izolowanego przewodu lub kabla o długości 600 ± 25 mm na pionowo rozprzestrzenianie płomienia. W pierwszym arkuszu powyższej normy opisano aparaturę umożliwiającą badania, o których mowa wyżej. W arkuszu drugim, składającym się z dwóch części opisano dwie metody badań kabli gdzie zasadniczą różnicą jest inny rodzaj palnika (źródła oddziaływania cieplnego) wykorzystywanego do badań. W PN-EN 50265-2-1 [6] wykorzystuje się płomień mieszkankowy 1 kW, a w PN-EN 50265-2-2 [7] płomień palnika dyfuzyjnego. Do pionowo umocowanego kabla przykładana się znormalizowane źródło promieniowania cieplnego przez określony w normie czas.

Normy nie zawierają ściśle określonej klasyfikacji w zależności wyników badania. Zaleca się podawanie wymagań dotyczących poszczególnych typów lub poszczególnych klas izolowanych przewodów i kabli w wymaganiach norm wyrobu. Jednak w przypadku braku takiego wymagania zaleca się stosowanie podanych niżej kryteriów jako minimalnego poziomu akceptacji:

- żyła izolowana lub przewód spełnia wymagania normy, jeśli odległość między dolną krawędzią górnego uchwytu a granicą zwęglenia jest większa niż 50 mm.
- próbka nie spełnia wymagań, jeżeli palenie przenosi się w dół próbki do miejsca leżącego w odległości większej niż 540 mm od dolnej krawędzi górnego uchwytu.

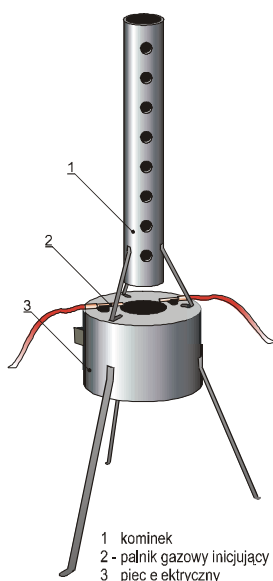
Przedmiotowe badania opisane poniżej zostały przeprowadzone z wykorzystaniem alternatywnej metody badawczej

Celem referatu jest przedstawienie:

- jednej z metod wykorzystywanych do badania rozprzestrzeniania płomieni po przewodach elektrycznych,
- wyników badań wybranych przewodów o szerokim zastosowaniu - elektroenergetycznym, górniczym, sterowniczym i przyłączeniowym, do obwodów iskrobezpiecznych. Wykaz odcinków do badań przedstawiono w tabeli 1.

Na szybkość rozprzestrzeniania płomieni po przewodach elektrycznych decydujący wpływ ma materiał, z którego wykonana jest powłoka. Należy podkreślić, że ze względu na tajemnicę handlową skład wielu powłok nie jest znany. Zawierają one wiele różnorodnych dodatków poprawiających właściwości pożarowe przewodów.

Metodyka badań



Rys.1. Schemat stanowiska PN 89/E-04160/55

Badania zostały przeprowadzone wg Polskiej Normy [8]. Schemat stanowiska przedstawiono na rys. 1. Umożliwia ono badanie rozprzestrzeniania się płomieni po przewodach elektrycznych bez wysokich nakładów finansowych. Zasadniczym elementem stanowiska jest cylindryczny piec elektryczny, który służy do ogrzewania odcinka przewodu. Kominek wykorzystuje się do ogrzania części przewodu (nie będącego w piecu) przez gorące gazy powstałe z rozkładu termicznego i spalania materiału palnego.

Przed rozpoczęciem badania piec wyskalowano zgodnie z wymaganiami normy. Temperatura w środku pieca osiągnęła wartość 300°C w czasie 16 minut.

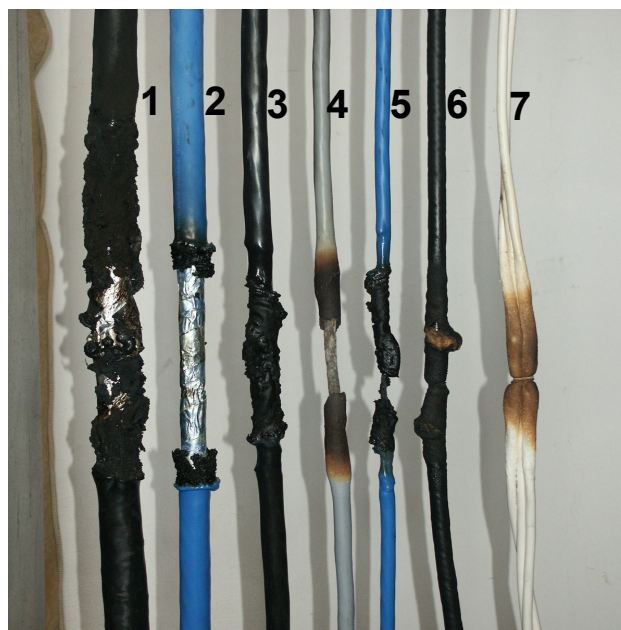
Przed przystąpieniem do właściwych badań, do każdego odcinka o długości 130 cm montowano termoparę w taki sposób, aby po jego umieszczeniu w kominku i piecu była ona usytuowana w środku.

Umieszczony symetrycznie w kominku i piecu odcinek przewodu był poddawany oddziaływaniu strumienia ciepłego. Zmiany temperatury rejestrowano za pomocą termopary umieszczonej na badanym odcinku przewodu. Zaobser-

wowano, że wzrost temperatury jest jednostajny. Po osiągnięciu temperatury 300 °C odłączano napięcie zasilające i inicjowano zapłon gazów powstałych podczas rozkładu termicznego przewodu. Czynnikiem inicjującym były dwa palniki gazowe umieszczone w górnej części pieca. Czas oddziaływania źródeł ciepła wynosił 10 s. Po zakończeniu spalania płomieniowego utrzymywano próbki w piecu do czasu zaniku oznak palenia, tzn. braku płomieni oraz widocznych oznak dymienia. Czas trwania pomiaru uzależniony był od intensywności spalania badanego przewodu.

Analiza wyników badań

Badania przewodów na rozprzestrzenianie płomienia zostały przeprowadzone z wykorzystaniem względnie nieskomplikowanej metody. Metoda ta ma podstawową zaletę. Wymaga krótkiego odcinka przewodu elektrycznego. Wadą metody jest brak możliwości precyzyjnego ustalenia czasu pracy pieca z uwagi na wymagane kryterium temperaturowe na powierzchni badanego przewodu. Wyniki badań przedstawiono w tabeli 1. Ponadto na rysunku 2 przedstawiono wybrane odcinki po zakończeniu eksperymentu. Stosowano serie trzykrotnych badań dla danego przewodu. W przypadku dużych odchyłeń standardowych, w tabeli 1 podano wartość średnią. W większości przypadków nie zaobserwowano zainicjowania reakcji spalania badanych przewodów i skapywania tworzyw sztucznych, z których wykonane są materiały powłokowe i izolacyjne. Ta ostatnia cecha jest ważna z uwagi na ograniczenie możliwości rozprzestrzeniania pożaru przez roztopione i palące się krople.



Rys.2. Próbki przewodów po spalaniu

1. YKSYEKPEKW: 24x2x0,75 mm²
2. IB1 – YSL (St) Y-P: 12x 2 x 1,0 mm²
3. Y,KXSX-NR: 24x10 mm²
4. LIHCH – P: 7x2 x 0,75 mm²
5. Y,KGSLY: 4x1, 5+1,5 mm²
6. NKSYFtIN: 2x1, 0 mm²
7. HMM: 2x 1,5 mm²

Tabela 1. Wyniki badań odporności przewodów na rozprzestrzenianie płomienia

Typ przewodu	Czas do osiągnięcia temp. 300 °C [min]	Czas spalania (po odjęciu palników) [s]	Długość uszkodzonego przewodu [mm]	Wynik badania wg normy	Uwagi
$Y_nKY 2 \times 10 \text{ mm}^2$	10 11 11	- 20 -	220 230 230	ujemny	Spalanie wewnątrz
$Y_nKSXS-NR 24 \times 10 \text{ mm}^2$	11	-	220	ujemny	Średnia wartość badań
$NKSYFtIN 2 \times 1, 0 \text{ mm}^2$	11 10 10	> 340 ---- ----	270 160 200	dodatni	Spalanie wewnątrz pieca
$Y_nKGSly 4 \times 1, 5+1,5 \text{ mm}^2$	10,3	-----	226	ujemny	Średnia wartość badań
$Y_nKGSly \text{ kono } 6 \times 1+1,0 \text{ mm}^2$	12 12 11	120 ---- ----	340 300 320	ujemny	Okresowe spalanie wewnątrz pieca
$YKSLY - NR-O 14 \times 1 \text{ mm}^2$	11,3	-----	215	ujemny	Średnia wartość badań
$YKSYEKPEKW 24 \times 2 \times 0,75 \text{ mm}^2$	11,6	> 120	500	ujemny	Średnia wartość badań
$IB1 - YSLYC 2 \times 1, 0 \text{ mm}^2$	11* 11* 10	120 ---- ----	390 265 240	ujemny	Spalanie wewnątrz pieca
$IB1 - YSL (St) Y-P 12 \times 2 \times 1,0 \text{ mm}^2$	12,0	----	215	ujemny	Średnia wartość badań
$HMH 2 \times 1,5 \text{ mm}^2$	9	----	140	dodatni	Badana wiązka przewodów
$HTKSH PH 90 2 \times 2 \times 1,4 \text{ mm}^2$	10	----	180	ujemny	Średnia wartość badań
$LIHCH - P 7 \times 2 \times 0, 75 \text{ mm}^2$	11 13* 12	1 360 ----	150 280 190	ujemny	Spalanie wewnątrz pieca

* wtopienie termopary w powłokę

Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić:

1. Najlepsze wyniki badań uzyskano dla przewodów typu $HMH 2 \times 1,5 \text{ mm}^2$.
2. Największą intensywność spalania zanotowano dla przewodu typu $YKSYEKPEKW 24 \times 2 \times 0,75 \text{ mm}^2$ (wymagał użycia gaśnicy).
3. Podczas badań w większości przypadków (z wyjątkiem $YKSYEKPEKW 24 \times 2 \times 0,75 \text{ mm}^2$) nie zanotowano skapywania przewodów poddanych oddziaływaniu strumienia promieniowania cieplnego.

LITERATURA

- [1] Królak G., Kornowska K., Kable o zwiększonej odporności, *Elektroinstalator*, 9, 1999, 58-64
- [2] Kornowska K., Szota B., Kable w ogniu, *Elektroinstalator*, 10, 2001, 54-57
- [3] Kornowska K., Szota B., Kable w ogniu, *I Międzynarodowa Konferencja Inteligentny Dom*, 73-77

- [4] Jaskółowski W., Normy europejskie w zakresie zabezpieczeń przeciwpożarowych w Polsce, Seminarium, SGSP, 2003

- [5] Sprawdzanie odporności pojedynczego izolowanego przewodu lub kabla na pionowe rozprzestrzenianie płomienia-Część 1: Aparatura. PN-EN 50265-1:2001
- [6] PN-EN 50265-2-1: 2001, Sprawdzanie odporności pojedynczego izolowanego przewodu lub kabla na pionowe rozprzestrzenianie płomienia. Płomień mieszkankowy 1 kW.
- [7] PN-EN 50265-2-2: 2001, Sprawdzanie odporności pojedynczego izolowanego przewodu lub kabla na pionowe rozprzestrzenianie płomienia. Płomień palnika dyfuzyjnego.
- [8] PN-89/E-04160/55, Sprawdzanie odporności przewodów na rozprzestrzenianie płomienia. Metoda V

Autorzy: dr inż. Waldemar Jaskółowski, Szkoła Główna Służby Pożarniczej, Zakład Spalania i Teorii Pożarów ul. Słowackiego 52/54, 01-629 Warszawa, E-mail: wjaskolowski@sgsp.edu.pl; dr inż. Ryszard Chybowski, Szkoła Główna Służby Pożarniczej, Zakład Elektroenergetyki, ul. Słowackiego 52/54, 01-629 Warszawa.