

STANDARDY CNBOP-PIB

OCHRONA PRZECIWPOŻAROWA

Badanie kwasowości kabli elektrycznych

CNBOP-PIB-BW06P:2017

Wydanie 1, 2017



CENTRUM NAUKOWO-BADAWCZE
OCHRONY PRZECIWPOŻAROWEJ
im. Józefa Tuliszowskiego
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

Standard CNBOP-PIB-BW06P:2017 wyd. 1.

Dokument opracował zespół autorski w składzie:

mgr inż. Anna Dziechciarz
inż. Piotr Kaczmarzyk
mł. bryg. mgr inż. Wojciech Klapsa
dr inż. Dorota Riegert

Recenzenci:

st. bryg. mgr inż. Dariusz Czerwienko
dr inż. Jacek Roguski

Przygotowanie do wydania:

Anna Golińska

Projekt okładki: Julia Pinkiewicz
Projekt graficzny zawartości: Robert Śliwiński
Grafiki na okładce: made by Freepik.com

© Copyright by Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej
im. Józefa Tuliszковского
Państwowy Instytut Badawczy

© Każda część niniejszego standardu może być przedrukowywana lub kopiowana jakąkolwiek techniką bez pisemnej zgody Dyrektora Centrum Naukowo-Badawczego Ochrony Przeciwpożarowej – Państwowego Instytutu Badawczego

Wydawca:

Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej
im. Józefa Tuliszковского
Państwowy Instytut Badawczy
05-420 Józefów k/Otwocka, ul. Nadwiślańska 213
tel. (22) 76 93 200, 300; fax: (22) 76 93 356
www.cnbop.pl
e-mail: cnbop@cnbop.pl

Wydanie I, czerwiec 2017, Józefów

SPIS TREŚCI

1. SŁOWO WSTĘPNE.....	4
2. STANOWISKO DO BADAŃ.....	5
3. BADANIA.....	9
4. WYNIKI BADAŃ.....	10
5. PODSUMOWANIE.....	11
6. LITERATURA.....	11

1. SŁOWO WSTĘPNE

Budynki i inne obiekty budowlane powinny zapewniać odpowiedni poziom bezpieczeństwa pożarowego. Konstrukcja budynku oraz jego wyposażenie, w tym również kable, mają istotny wpływ na przebieg pożaru i jego skutki.

Istotnymi czynnikami podczas pożaru z uwagi na reakcję kabli na ogień są:

- zachowanie podczas działania płomieni tzn. palność, przenoszenie pożaru,
- szkody w następstwie powstawania gazów korozyjnych i toksycznych,
- podtrzymywanie powstawania dymu (zaciemnianie dróg ewakuacyjnych, uniemożliwianie akcji gaśniczych).

W niniejszym standardzie została opisana metoda oznaczania korozyjności spalin, która jest miarą zagrożenia wtórnymi następstwami pożaru, takimi jak zmniejszenie nośności budynku czy też zniszczenia elementów podatnych na korozję.

Norma klasyfikacyjna PN-EN 13501-6:2014-02 wyróżnia dwie klasy korozyjności a1 i a2. Aby zakwalifikować wyrób do jednej z tych klas, należy przeprowadzić badanie gazów wydzielających się podczas spalania elementów kabli przez oznaczenie kwasowości i konduktywności. Sposób przeprowadzenia takiego badania został opisany w normie PN-EN 60754-2:2014-11 (norma ta zawiera wszystkie badania poprzednio opisane w EN 50267-2-3).

Tabela 1. Klasyfikacja kabli elektrycznych na podstawie wyników ich reakcji na ogień wg PN-EN 13501-6:2014-02

Klasa	Metoda badania	Kryteria klasyfikacji	Klasyfikacja dodatkowa
A _{ca}	EN ISO 1716	PCS ≤ 2,0 MJ/kg (1)	-
B1 _{ca}	EN 50399 (30 kW źródło ognia) i	FS ≤ 1,75 m i THR1200s ≤ 10 MJ i Maksymalne HRR ≤ 20 kW i FIGRA ≤ 120 Ws-1	Produkcja dymu ^{2,5} i płonące kropelki/cząsteczki ³ oraz kwasowość ^{4,8}
	EN 60332-1-2	H ≤ 425 mm	
B2 _{ca}	EN 50399 (20,5 kW źródło ognia) i	FS ≤ 1,5 m i THR1200s ≤ 15 MJ i Maksymalne HRR ≤ 30 kW i FIGRA ≤ 150 Ws-1	Produkcja dymu ^{2,6} i płonące kropelki/cząsteczki ³ oraz kwasowość ^{4,8}
	EN 60332-1-2	H ≤ 425 mm	
C _{ca}	EN 50399 (20,5 kW źródło ognia) i	FS ≤ 2,0 m i THR1200s ≤ 30 MJ i Maksymalne HRR ≤ 60 kW i FIGRA ≤ 300 Ws-1	Produkcja dymu ^{2,6} i płonące kropelki/cząsteczki ³ oraz kwasowość ^{4,8}
	EN 60332-1-2	H ≤ 425 mm	

STANDARD CNBOP-PIB-BW06P:2017

D _{ca}	EN 50399 (20,5 kW źródło ognia) i	THR1200s ≤ 70 MJ i Maksymalne HRR ≤ 400 kW i FIGRA ≤ 1300 Ws-1	Produkcja dymu ^{2,6} i płonące kropelki/cząsteczki ³ oraz kwasowość ^{4,8}
	EN 60332-1-2	H ≤ 425 mm	
E _{ca}	EN 60332-1-2	H ≤ 425 mm	-
F _{ca}	Odporność nieokreślona		

¹ Dla wyrobu jako całości z wyłączeniem materiałów metalicznych oraz dla wszelkich jego komponentów zewnętrznych (np. osłon).

² s1 = TSP₁₂₀₀ ≤ 50 m² and Peak SPR ≤ 0.25 m²/s; s1a = s1 oraz przepuszczalność zgodna z EN 61034-2 ≥ 80%; s1b = s1 także przepuszczalność zgodna z EN 61034-2 ≥ 60% < 80%; s2 = TSP₁₂₀₀ ≤ 400 m² i maksymalne SPR ≤ 1.5 m²/s; s3 = ani s1 ani s2.

³ d0 = bez płonących kropelek/cząsteczek 1200 s; d1 = bez płonących kropelek/cząsteczek utrzymujących się dłużej niż 10 s w ciągu 1200 s; d2 = ani d0 ani d1.

⁴ EN 50267-2-3: a1 = przewodność < 2.5 μS/mm oraz pH > 4,3; a2 = przewodność < 10 μS/mm oraz pH > 4.3; a3 = ani a1 ani a2. Brak deklaracji = odporność nieokreślona.

⁵ Klasa dymu określona dla klasy kabli B1_{ca} musi zostać określona na podstawie EN 50399 (30 kW źródła ognia).

⁶ Klasa dymu określona dla klasy kabli B2_{ca}, C_{ca}, D_{ca} musi zostać określona na podstawie EN 50399 (20,5 kW źródła ognia).

Źródło: Opracowanie własne na podstawie PN-EN 13501-6:2014-02.

Zasada metody

Badanie polega na spaleniu próbki w piecu rurowym w atmosferze suchego powietrza. Powstałe spaliny są zbierane w płuczkach z wodą destylowaną. Następnie określone jest pH i konduktywność roztwory wodnego.

Badane materiały

Należy zbadać wszystkie niemetaliczne składniki kabla osobno. Konduktywność i pH dla całego kabla oblicza się ze średniej ważonej, dlatego niezbędna jest znajomość masy każdego składnika w badanym odcinku kabla.

Dokumentacja

Zgodnie z normą w sprawozdaniu z badań musi znajdować się pełny opis badanego kabla wraz z informacją dotyczącą zastosowanych materiałów. W związku z tym niezbędne jest pozyskanie szczegółowej dokumentacji wyrobu.

2. STANOWISKO DO BADAŃ

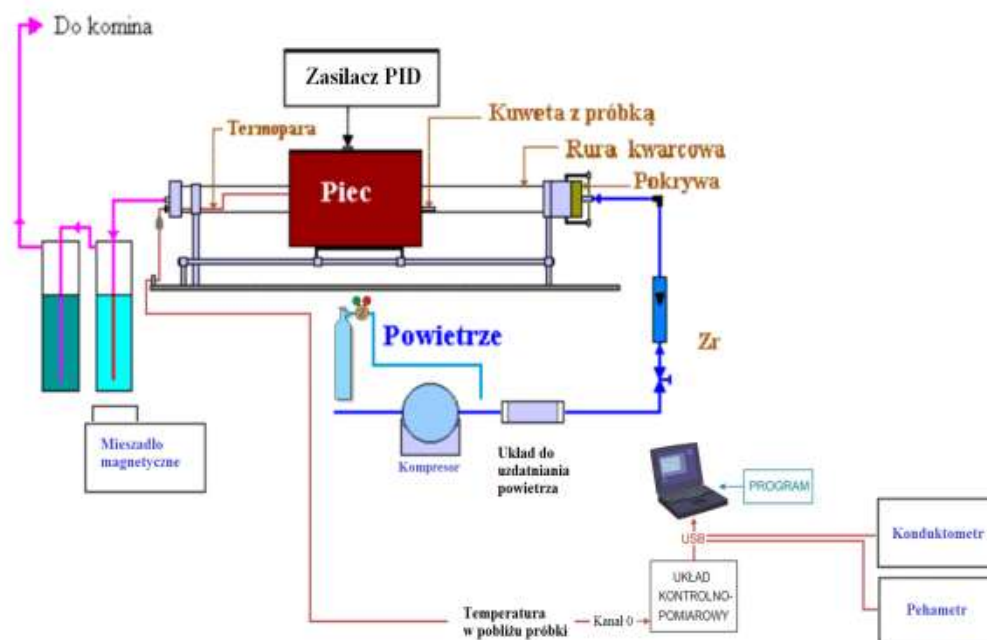
Budowa stanowiska

Stanowisko do badań wykonane zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 60754-2:2014-11 (ryc. 1) składa się z następujących elementów składowych:

- pieca rurowego,
- rury kwarcowej,
- systemu doprowadzania powietrza,
- urządzenia do wprowadzania kuwety do spalań próbki,
- układu płuczek laboratoryjnych,
- urządzenia kontrolno-pomiarowego,
- pehametru o dokładności do ± 0,02,

STANDARD CNBOP-PIB-BW06P:2017

- konduktometru o zakresie od 10-1 $\mu\text{S}/\text{mm}$ do 102 $\mu\text{S}/\text{mm}$,
- wagi analitycznej o dokładności do $\pm 0,1$ mg,
- stopera.



Ryc. 1. Schemat stanowiska do badania kwasowości produktów spalania przewodów i kabli

Źródło: Opracowanie własne.

Piec rurowy

Efektywna długość strefy grzania pieca wynosi 600 mm, a średnica wewnętrzna ok. 60 mm. Piec powinien być wyposażony w elektronicznie sterowany system grzania.



Ryc. 2. Piec rurowy stanowiska wg 60754-2:2014-11

Źródło: Archiwum CNBOP-PIB.

STANDARD CNBOP-PIB-BW06P:2017

System doprowadzania powietrza

System doprowadzania powietrza z otoczenia do strefy rozkładu termicznego i spalania wyposażono w sprężarkę, układ do pomiaru i regulacji przepływu oraz układ do jego oczyszczania i osuszania. System umożliwia podawanie powietrza metodą 2 wg normy PN-EN 50267-1:2001. Natężenie przepływu powietrza wprowadzanego do rury powinno być dostosowane do rzeczywistego wewnętrznego przekroju rury tak, aby prędkość przepływu powietrza nad próbką wynosiła $20 \text{ ml} \cdot \text{mm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$. Prędkość przepływu powietrza nie może być bezpośrednio mierzona, dlatego reguluje się ją przez pomiar i ustalenie natężenia objętościowego przepływu powietrza, które powinno wynosić¹:

$$\dot{V} = 0,0157 \cdot D^2 \pm 10\% \frac{\text{dm}^3}{\text{h}}$$

D – średnica wewnętrzna rury

Wprowadzenia do wprowadzania kuwety do spalań próbek

Po nagraniu pieca należy tak ustawić ogranicznik przyrządu do wsuwania próbek, aby uchwyt na kuwecie znajdował się w miejscu usytuowania termopary, gdzie temperatura wynosi przynajmniej 935°C . Kuwety do spalania próbek są wykonane ze szkła kwarcowego.

Wymiary zewnętrzne kuwet:

- długość od 45 do 70 mm,
- szerokość od 12 do 30 mm,
- głębokość od 5 do 10 mm.



Ryc. 3. System do wprowadzania próbki

Źródło: Archiwum CNBOP-PIB.

Układ płuczek laboratoryjnych

Układ składa się z dwóch płuczek bełkotkowych o pojemności 500 ml. Połączone są one szeregowo za pomocą wężyków. Do pierwszej płuczki, w której znajduje się mieszadło magnetyczne, doprowadzone są gazy powstałe ze spalanej próbki. W każdej z płuczek powinno znajdować się około 450 ml wody destylowanej lub demineralizowanej. Szklana rurka doprowadzająca spaliny do wody powinna być zanurzona na głębokość (110 ± 10) mm w każdej butelce.

¹ PN-EN 60754-2:2014-11 Badania gazów wydzielających się podczas spalania materiałów pochodzących z kabli i przewodów. Część 2: Oznaczanie kwasowości (przez pomiar pH) i konduktywności.

STANDARD CNBOP-PIB-BW06P:2017**Parametry wody**

Woda umieszczona w płuczkach powinna być destylowana lub demineralizowana, natomiast pH wody powinno zawierać się między 5,5 a 7,5. Konduktywność powinna wynosić mniej niż 0,5 $\mu\text{S}/\text{mm}$.



Ryc. 4. Układ płuczek

Źródło: Archiwum CNBOP-PIB.

Urządzenie kontrolno-pomiarowe

Urządzenie kontrolno-pomiarowe to wielopunktowy układ do rejestracji i przetwarzania wielkości mierzonych. Cechą charakterystyczną systemu pomiarowego jest specjalistyczne oprogramowanie pomiarowe stanowiska napisane w konwencji procedury badawczej wg PN-EN 60754-2:2014-11. Na każdym etapie procesu badawczego wykonujący badania otrzymuje wyniki kontroli poprawności działania stanowiska i wyniki pomiarów właściwych oraz informacje dotyczące czynności, które należy wykonać w danej chwili. Przyciski sterujące pozwalają na wybór opcji programu lub przejście do kolejnego poziomu pracy systemu pomiarowego stanowiska.

Pehametr

Pehametr o dokładności do $\pm 0,02$ jest wyposażony w odpowiednią elektrodę pH.

Konduktometr

Konduktometr w zakresie od 10^{-2} $\mu\text{S}/\text{mm}$ do 10^2 $\mu\text{S}/\text{mm}$ z odpowiednią elektrodą.

Waga analityczna o dokładności do $\pm 0,1$ mg

Laboratoryjna waga analityczna o dokładności $d=0,1$ mg.

3. BADANIA

Przygotowanie próbek do badań

Do badań należy pobrać reprezentatywny odcinek przewodu lub kabla (wyrobu). Próbki do badań powinny być sezonowane w temperaturze $(23 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ oraz w wilgotności $(50 \pm 5)\%$ przez minimum 16 h. Badaniom poddaje się próbki o masie $(1\ 000 \pm 5)$ mg każdego materiału składowego pobranego z reprezentatywnego odcinka. Próbkę do badań należy rozdrobnić (pociąć na mniejsze kawałki).

Rozpoczęcie pomiaru

Przed przystąpieniem do pomiarów zasadniczych należy:

- rozdrobnić próbkę do badań o masie (1000 ± 5) mg, zważoną z dokładnością do 1 mg, umieścić w kuwecie do spalań. Próbka powinna być równomiernie rozprowadzona na dnie kuwety,
- ustabilizować warunki termiczne pracy stanowiska, w tym pieca,
- umieścić kuwetę w uchwycie urządzenia do wprowadzania próbek poprzez zdjęcie dekla rury,
- popychaczem przesunąć kuwetę do strefy rozkładu termicznego i spalania.

Czas trwania pomiaru

Zgodnie z procedurą przedstawioną w normie PN-EN 60754-2 spalanie trwa (30 ± 1) minut.

Pomiar zasadniczy

Po zakończeniu pomiarów lub ich przerwaniu, komputer przechodzi do kolejnego etapu pomiarów zasadniczych – do pomiaru pH i konduktywności.

Przed wykonaniem pomiaru pH i konduktywności roztworu należy:

- wyłączyć przepływ powietrza,
- otworzyć rurę kwarcową,
- wyjąć próbkę,
- wyłączyć mieszadło magnetyczne,
- przelać roztwory z płuczek bełkotkowych do kolby miarowej 1000 ml,
- wykonać przepłukanie połączeń i końca rury (oraz wełny, jeśli była wykorzystywana) pozostałą wodą do objętości 1000 ml,
- po zmieszaniu roztworów nalać po 50 ml otrzymanej mieszaniny roztworów do zlewki pomiarowych konduktometru i pehametru,
- umieścić w roztworach sondy pomiarowe urządzeń (uwaga! sondę pehametru wypluć przed i po pomiarze w wodzie destylowanej, sondę po użyciu umieścić w 3% roztworze KCl),
- nacisnąć przycisk pomiar – system pomiarowy stanowiska zarejestruje wynik pomiaru pH i konduktywności,
- porównać odczyt w programie i na urządzeniach pomiarowych.

STANDARD CNBOP-PIB-BW06P:2017

Wykonanie kolejnego oznaczenia można przeprowadzić po przywróceniu równowagi termicznej stanowiska. Po wykonaniu trzech pomiarów dla składnika wyrobu, należy obliczyć wartość średnią pH i konduktywności, odchylenie standardowe i współczynnik zmienności.

4. WYNIKI BADAŃ

Dla każdej z badanych próbek zanotować następujące dane:

- pH dla trzech kolejnych pomiarów każdego składnika,
- konduktywność dla trzech kolejnych pomiarów każdego składnika.

Z trzech pomiarów należy obliczyć średnią, standardowe odchylenie oraz współczynnik zmienności dla obu danych. Jeżeli współczynnik zmienności jest wyższy niż 5%, należy wykonać dodatkowe trzy testy i dokonać wyliczeń z sześciu otrzymanych wyników.

Wynik uznaje się za pozytywny, jeśli wartości dla obu prób spełniają wymagania. W przypadku gdy jedna z nich nie spełnia wymagań, należy wykonać kolejne dwa badania. Wyniki obydwu powtarzanych badań powinny być zgodne z wymaganiami.

Należy obliczyć:

- wartość średnią pH i konduktywności²,

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

x_i – kolejna wartość zmierzona,

n – ilość zmierzonych wartości

- odchylenie standardowe,

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

- współczynnik zmienności.

$$V = \frac{s}{\bar{x}}$$

Uproszczona metoda

Jeżeli wyniki z dwóch prób dla pH są większe lub równe deklarowanej wartości, a dla konduktywności są mniejsze lub równe deklarowanej wartości uznaje się, że kabel spełnia wymagania. W przypadku gdy jeden wynik jest zły, należy powtórzyć badanie dla dwóch próbek z tej samej partii. Wyniki obu prób muszą być poprawne.

² PN-EN 60754-2:2014-11 Badania gazów wydzielających się podczas spalania materiałów pochodzących z kabli i przewodów. Część 2: Oznaczanie kwasowości (przez pomiar pH) i konduktywności.

STANDARD CNBOP-PIB-BW06P:2017

Średnia ważona

Opierając się na powyższych wynikach należy obliczyć³:

- pH dla całego przewodu,

$$pH' = \log \left[\frac{\sum_i w_i}{\sum_i \left(\frac{w_i}{10^{pH_i}} \right)} \right]$$

w_i – masa każdego niemetalowego materiału na jednostkę długości kabla lub przewodu,

pH_i – średnie pH i-tego składnika wyrobu,

- C' – konduktywność dla całego przewodu,

$$C' = \frac{\sum_i C_i \cdot w_i}{\sum_i w_i}$$

- C_i – średnia konduktywność i-tego składnika wyrobu.

5. PODSUMOWANIE

Niniejszy standard wyjaśnia metody wyznaczania pH i konduktywności kabli zgodnie z wymogami normy PN-EN 60754-2:2014-11. Określa także wymogi dla próbek i sposób przeprowadzenia badań, obliczeń i interpretacji wyników.

6. LITERATURA

PN-EN 60754-2:2014-11 Badania gazów wydzielających się podczas spalania materiałów pochodzących z kabli i przewodów. Część 2: Oznaczanie kwasowości (przez pomiar pH) i konduktywności.

PN-EN 13501-6 Klasyfikacja ogniowa wyrobów budowlanych. Część 6: Klasyfikacja na podstawie wyników reakcji na ogień kabli elektrycznych.

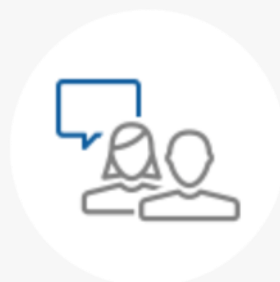
³ jw.



**CENTRUM NAUKOWO-BADAWCZE
OCHRONY PRZECIWPOŻAROWEJ**
im. Józefa Tuliszkowskiego
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

DANE KONTAKTOWE

ul. Nadwiślańska 213
05-420 Józefów k/Otwocka
tel. +48 22 789 11 11
fax: +48 22 769 33 56
e-mail: cnbop@cnbop.pl



ZESPÓŁ LABORATORIÓW PROCESÓW SPALANIA I WYBUCHOWOŚCI - BW

tel. +48 22 769 32 18
e-mail: bw@cnbop.pl

CENTRUM OBSŁUGI KLIENTA CNBOP-PIB

tel. +48 22 789 33 45
e-mail: cok@cnbop.pl



www.cnbop.pl