

# Kryteria oceny właściwości elektrostatycznych odzieży roboczej i ochronnej przeznaczonej do użytkowania w strefach zagrożenia wybuchem

M. Cichecka

Instytut Technologii Bezpieczeństwa "MORATEX"

## WPROWADZENIE

Odzież robocza jak i ochronna musi być odporna na działanie czynników zewnętrznych pochodzących z otoczenia oraz powinna zapewnić dostateczną ochronę przed zagrożeniami występującymi w przewidywanych warunkach zastosowania tak, aby jej potencjalny użytkownik mógł swobodnie wykonywać wszystkie czynności zawodowe, korzystając równocześnie z odpowiedniej ochrony na możliwie najwyższym poziomie.

Miejsca, gdzie występuje atmosfera wybuchowa są wyjątkowo niebezpieczne dla osób w nich pracujących. W obiektach i strefach zagrożenia wybuchem elektryczność statyczna może stanowić źródło zapłonu. W związku z powyższym ubranie wykonane z materiałów elektryzujących się, powoduje jego łatwe naelektryzowanie a pojawiające się iskrowe wyładowanie elektryczne może stworzyć realne zagrożenie doprowadzające do wybuchu. Wymaga to, więc stosowania środków przeciwdziałających temu niebezpiecznemu zjawisku.

W tej sytuacji bardzo ważna jest właściwa ocena materiałów przeznaczonych na odzież roboczą i ochronną przeznaczonych do noszenia i stosowania w obiektach i strefach zagrożenia wybuchem [1, 2, 3, 4].

Jednakże z uwagi na niewystarczającą miarodajność i różnorodność metod oceny właściwości elektrostatycznych materiałów przeznaczonych na odzież roboczą czy ochronną zagadnienie to budzi wiele wątpliwości i uwag.

W chwili obecnej odzież robocza o właściwościach antyelektrostatycznych powinna spełniać wymagania określone w normie PN-P-84525:1998 „Odzież robocza - Ubrania robocze” [5]. Natomiast wymagania dla antyelektrostatycznej odzieży ochronnej zostały sformułowane w dokumencie PN-EN 1149-5:2009 „Odzież ochronna - Właściwości elektrostatyczne - Część 5: Wymagania” [6], które jednocześnie powiązane są z zasadniczymi wymaganiami dyrektywy 89/686/EWG dotyczącej środków ochrony indywidualnej przeznaczonych do stosowania w strefie za-

grożenia wybuchem [7]. Tekstylna przeznaczone na odzież chroniącą przed stężonymi i rozcieńczonymi kwasami i zasadami w zakresie właściwości elektrostatycznych powinny spełniać wymagania zawarte w PN-P-04987:1998 „Odzież ochronna - Tekstylna na odzież chroniącą przed kwasami i zasadami - Wymagania” [8].

Ponadto właściwości elektrostatyczne płaskich materiałów włókienniczych stosowanych w miejscach zagrożonych wybuchem mogą być oceniane wg normy PN-92/E-05203 „Ochrona przed elektrycznością statyczną - Materiały i wyroby stosowane w obiektach oraz strefach zagrożonych wybuchem - Metody badania oporu elektrycznego właściwego i oporu upływu” [9].

## CEL PRACY

Celem podjętej pracy było przeanalizowanie aktualnie obowiązujących zasad i związanych z nimi metod badawczych służących ocenie właściwości elektrostatycznych odzieży roboczej i ochronnej przeznaczonej do użytkowania w strefach zagrożenia wybuchem.

Dodatkowo w celu zilustrowania diskutowanych zagadnień zaprezentowano przykładowe wyniki badań typowych materiałów włókienniczych przeznaczonych na odzież roboczą i ochronną przeznaczonych do noszenia i stosowania w miejscach, gdzie istnieje zagrożenie wybuchem.

## MATERIAŁ BADAWCZY

Materiał badawczy stanowiły typowe materiały włókiennicze stosowane do produkcji odzieży roboczej (ubranie typu drelch, koszula robocza) i odzieży ochronnej (tkanina typu NOMEX, fartuch przedni chroniący przed stężonymi kwasami i zasadami). O wyborze materiałów badawczych zdecydowała przede wszystkim ich dostępność oraz zgodność z przedmiotem badań opisanym w konkretnej normie. W Tabeli 1 zestawiono parametry podstawowe próbek badanych wyrobów.

Tabela 1. Charakterystyka próbek badanych wyrobów włókienniczych stosowanych w strefach zagrożenia wybuchem

L.p.	Parametr	Wyniki badań				Metodyka
		Ubranie typu drelch	Koszula robocza	Tkanina typu NOMEX	Fartuch przedni chroniący przed stężonymi kwasami i zasadami	
1	Skład surowcowy [%]	100% bawełna	100% bawełna	100% włókna aramidowe	18% włókna syntetyczne, 82% PCV	PN-72/P-04604
2	Masa powierzchniowa [g/m <sup>2</sup> ]	277	184	174	100	PN-ISO 3801:1993

## METODYKI BADAWCZE I APARATURA

Wymagania oraz odpowiadające im metodyki badawcze służące do oceny właściwości elektrostatycznych odzieży roboczej i ochronnej oraz wyrobów włókienniczych stosowanych w obszarach zagrożenia wybuchem zestawiono w Tabeli 2. Ponadto na potrzeby niniejszej pracy posłużono się następującymi pojęciami:

strefa zagrożenia wybuchem – przestrzeń, w której może występować ciągle lub czasowo mieszanina wybuchowa substancji palnych z powietrzem lub innymi gazami utleniającymi, o stężeniu zawartym między dolną i górną granicą wybuchowości w takich ilościach, że wymaga to stosowania specjalnych środków zapobiegawczych [10];

odzież robocza – odzież zabezpieczająca lub zastępująca własną odzież pracownika w warunkach, w których nie występują czynniki szkodliwe dla zdrowia,

dostosowana do wykonywanych czynności i wymagań procesu technologicznego [5];

odzież ochronna – odzież wraz z ochraniaczami, która okrywa lub zastępuje odzież osobistą i jest przeznaczona do zapewnienia ochrony przed jednym lub wieloma zagrożeniami [11];

rezystancja powierzchniowa – stosunek wartości napięcia stałego doprowadzonego do próbki za pomocą elektrod do wartości natężenia prądu płynącego do powierzchni próbki wyrażony w omach oraz wyznaczana z użyciem określonych elektrod umieszczonych na powierzchni materiału [9, 12, 13];

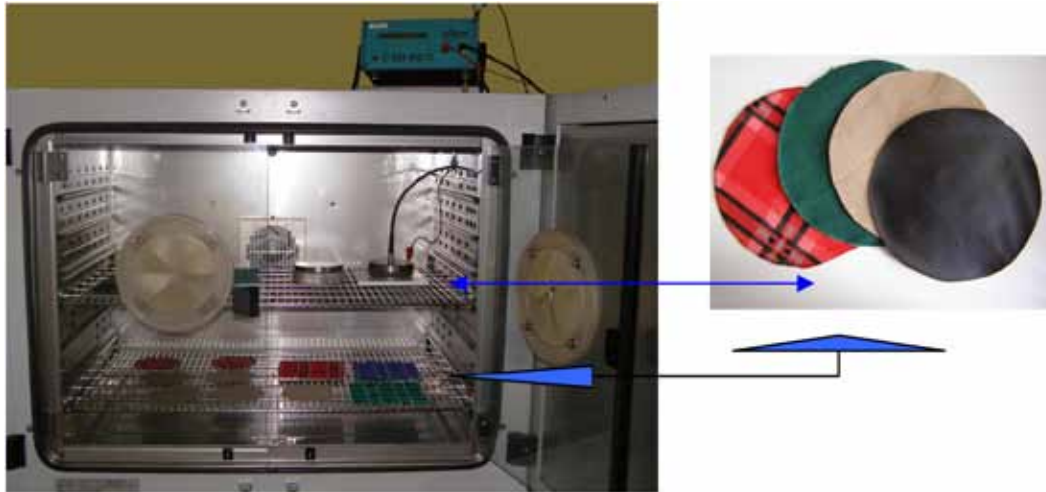
rezystywność powierzchniowa – stosunek wartości natężenia pola elektrycznego do wartości gęstości prądu płynącego po powierzchni próbki, wyrażony w omach [9, 12, 13];

czas połowicznego zaniku  $t_{50}$  – czas, w jakim mierzone pole maleje o połowę w stosunku do swojej początkowej wartości, wyrażony w sekundach [3, 6, 14];

współczynnik ekranowania  $S$  – miara skuteczności ekranowania [3, 6, 14].

Tabela 2. Wymagania stawiane materiałom i wyrobom stosowanym w obiektach oraz strefach zagrożenia wybuchem

Rodzaj wyrobu	Parametr	Poziom wymagań	Klimat do badań	Metodyka
Odzież robocza	Rezystywność powierzchniowa $\rho_s$ [ $\Omega$ ]	$10^7 < \rho_s \leq 10^{10}$ wg PN-P-84525:1998	T= 23 ± 2°C RH= 50 ± 5%	PN-92/E-05203
Odzież ochronna	Czas połowicznego zaniku $t_{50}$ [s] lub Współczynnik ekranowania $S$	<4s  >0,2 wg PN-EN 1149-5:2009	T= 23 ± 1°C RH= 25 ± 5%	PN-EN 1149-3:2007
	Rezystancja powierzchniowa $R$ [ $\Omega$ ]	$\leq 2.5 \cdot 10^9$ wg PN-EN 1149-5:2009		PN-EN 1149-1:2008
Tekstylia przeznaczone do produkcji odzieży chroniącej przed kwasami i zasadami	Rezystywność powierzchniowa $\rho_F$ [ $\Omega$ ]	$\leq 2 \cdot 10^{10}$ wg PN-P-04987:1998	T= 23 ± 1°C RH= 25 ± 5%	PN-92/E-05203
Płaskie materiały włókiennicze	Opór powierzchniowy $R_s$ [ $\Omega$ ]	$10^6 < R_s \leq 10^9$ wg PN-92/E-05203	T= 23 ± 2°C RH= 50 ± 5%	PN-92/E-05203
	Opór skośny $R_v$ [ $\Omega$ ]	$R_v \leq 10^6$ wg PN-92/E-05203		



Zdjęcie 1. Stanowisko badawcze wg PN-EN 1149-1:2008 i PN-92/E-05203 w akredytowanym Laboratorium Badań Metrologicznych ITB „MORATEX” Nr AB 154

Na Zdjęciu 1 przedstawiono przykładowy układ pomiarowy do wyznaczania rezystancji i rezystywności powierzchniowej wg PN-EN 1149-1:2008 oraz oporu powierzchniowego wg PN-92/E-05203 wraz z wykorzystanymi w pracy próbkami do badań.

#### WYNIKI BADAŃ

W Tabeli 3 przedstawiono wyniki badań właściwości elektrostatycznych dla wytypowanych próbek materiałów włókienniczych stosowanych do produkcji odzieży roboczej (ubranie typu drelch, koszula robocza) i ochronnej (tkanina typu NOMEX, fartuch przedni chroniący przed stężonymi kwasami i zasadami), dla których zgodnie z wytycznymi przedstawionymi w Tabeli nr 2 wyznaczono:

- współczynnik ekranowania i czas półzaniku
- rezystancję powierzchniową
- opór powierzchniowy, rezystywność powierzchniową i opór skośny.

#### DYSKUSJA WYNIKÓW

Ubranie typu drelch spełnia kryteria:  $10^7 \Omega < \rho_s \leq 10^{10} \Omega$  wg PN-P-84525:1998 dla odzieży roboczej oraz

$10^6 \Omega < R_s \leq 10^9 \Omega$  wg PN-92/E-05203 dla materiałów włókienniczych.

Koszula robocza oraz tkanina typu NOMEX spełniają kryteria dla odzieży ochronnej  $t_{50} < 4s$  i  $S > 0,2$  wg PN-EN 1149-5:2009.

Żaden ze zbadanych w pracy wyrobów włókienniczych nie spełnia kryterium  $R \leq 2,5 \cdot 10^9 \Omega$  wg PN-EN 1149-5:2009 dla odzieży ochronnej.

Żaden ze zbadanych w pracy wyrobów włókienniczych nie spełnia kryterium  $R_v \leq 10^6 \Omega$  wg PN-92/E-05203 dla materiałów włókienniczych.

Wszystkie zbadane w pracy wyroby włókiennicze oprócz fartucha przedniego chroniącego przed stężonymi kwasami i zasadami mogą być dopuszczone do stosowania w strefach zagrożenia wybuchem.

#### WNIOSKI

Wątpliwości i zastrzeżenia budzi brak jednoznacznych i miarodajnych kryteriów stosowanych do oceny odzieży ochronnej i roboczej przeznaczonej do użytkowania w strefach zagrożenia wybuchem.

W związku z tym, że postanowienia omawianych norm są stosowane jako wytyczne do projektowania i oceny przydatności nowo opracowywanych teksty-

Tabela 3. Wyniki badań próbek wyrobów włókienniczych stosowanych w strefach zagrożenia wybuchem

Wskaźnik	Ubranie typu drelch	Koszula robocza	Tkanina typu NOMEX	Fartuch przedni chroniący przed stężonymi kwasami i zasadami	Metodyka
Współczynnik ekranowania S Czas półzaniku $t_{50}$ [s]	0 11.80	0 3.31	0.86 <0.01	0 6.85	PN-EN 1149-3:2007
Rezystancja powierzchniowa R [ $\Omega$ ]	$1.5 \cdot 10^{10}$	$1.2 \cdot 10^{10}$	$2.6 \cdot 10^{10}$	$1.3 \cdot 10^{12}$	PN-EN 1149-1:2008
Opór powierzchniowy $R_s$ [ $\Omega$ ] Rezystywność powierzchniowa $\rho_s$ [ $\Omega$ ] Opór skośny $R_v$ [ $\Omega$ ]	$2.8 \cdot 10^8$ $6.1 \cdot 10^9$ $1.7 \cdot 10^7$	$1.6 \cdot 10^9$ $3.3 \cdot 10^{10}$ $1.3 \cdot 10^8$	$3.9 \cdot 10^{11}$ $7.8 \cdot 10^{12}$ $1.3 \cdot 10^9$	$1.3 \cdot 10^{12}$ $2.5 \cdot 10^{13}$ $1.8 \cdot 10^{10}$	PN- 92/E-05203

liów przewidzianych do produkcji zarówno odzieży roboczej jak i odzieży ochronnej przeznaczonej do użytkowania w obiektach i strefach zagrożenia wybuchem, a także wykorzystywane są podczas procesu certyfikacji oraz do bieżącej kontroli parametrów techniczno-technologicznych obowiązujące dokumenty normatywne zawierające poziomy wymagań elektrostatycznych w aspekcie oceny właściwości elektrostatycznych wymagają gruntownego przeglądu i owelizacji.

#### LITERATURA

1. Kowalski J.M., Wróblewska M. „Przesłanki dla praktycznej oceny właściwości antyelektrostatycznych odzieży ochronnej”. *Materiały EL-TEX 2006*
2. Kowalski J.M., Wróblewska M. „Premises for practical evaluation of the anti-electrostatic properties of protective garments”. *Fibres Text East. Eur. No 5(59) vol. 14, 2006, 23-28*
3. Kurczewska A. „Ocena odzieży przeznaczonej do użytkowania w strefie zagrożenia wybuchem”. *Bezpieczeństwo Pracy 2/2008, 14-16*
4. Cichecka M., Nowak T. „Odzież robocza i ochronna w aspekcie oceny właściwości elektrostatycznych”. *Materiały EL-TEX 2010*
5. PN-P-8452S:1998 „Odzież robocza -- Ubrania robocze”
6. PN-EN 1149-5:2009 „Odzież ochronna -- Właściwości elektrostatyczne -- Część 5: Wymagania”
7. Dyrektywa 89/686/EWG w sprawie ujednoczenia przepisów prawnych państw członkowskich UE w zakresie środków ochrony indywidualnej
8. PN-P-04987:1998 „Odzież ochronna -- Tekstylna na odzież chroniącą przed kwasami i zasadami -- Wymagania”
9. PN-92/E-05203 „Ochrona przed elektrycznością statyczną -- Materiały i wyroby stosowane w obiektach oraz strefach zagrożonych wybuchem -- Metody badania oporu elektrycznego właściwego i oporu upływu”
10. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz. U. Nr 109, poz. 719)
11. PN-EN 340:2006 „Odzież ochronna -- Wymagania ogólne”
12. PN EN 1149-1: 2008 „Odzież ochronna -- Właściwości elektrostatyczne -- Część 1: Metoda badania rezystywności powierzchniowej”
13. PN-91/P-04871 „Tekstylna -- Wyznaczanie rezystywności elektrycznej”
14. PN EN 1149-3:2007 „Odzież ochronna -- Właściwości elektrostatyczne -- Część 3: Metody badań do pomiaru zaniku ładunku” **Streszczenie**