

Odzież ochronna o właściwościach antyelektrostatycznych – wymagania i metody badań

Anna MAZIK, Małgorzata WRÓBLEWSKA* – Instytut Przemysłu Organicznego, Warszawa

Prosimy cytować jako: CHEMIK 2015, 69, 4, 237–240

Wstęp

Używanie odzieży ochronnej antyelektrostatycznej wymagane jest w strefach zagrożenia wybuchem oraz poza strefami zagrożenia, m.in. przy produkcji elementów elektronicznych, w celu ich ochrony przed zniszczeniem na skutek wyładowania elektrostatycznego. Niniejsza publikacja kierowana jest przede wszystkim do pracowników służb BHP w zakładach przemysłowych, którzy odpowiadają za prawidłowy dobór odzieży ochronnej na stanowisku pracy. Podstawowym warunkiem takiego doboru jest identyfikacja i ocena zagrożeń, która pozwoli określić wymagane parametry ochronne odzieży.

Jednym z podstawowych elementów ochrony pracownika na stanowisku pracy jest odzież ochronna. Elektryzacja noszonej odzieży może doprowadzić do niebezpiecznego naelektryzowania ciała pracownika, co z kolei może być przyczyną pożaru, wybuchu lub niebezpiecznych wypadków. Na stanowiskach pracy, na których może wystąpić atmosfera wybuchowa (strefy zagrożenia wybuchem w rozumieniu Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 8 lipca 2010 r. w sprawie minimalnych wymagań, dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy, związanych z możliwością wystąpienia w miejscu pracy atmosfery wybuchowej – Dz. U. Nr 138, poz. 931) należy stosować odzież ochronną wykonaną z materiałów o właściwościach antyelektrostatycznych, potwierdzonych badaniami wykonanymi w specjalistycznych laboratoriach. Noszenie odzieży antyelektrostatycznej wymagane jest również poza strefami zagrożenia wybuchem, tam gdzie ochronę przed elektrycznością statyczną stosuje się z innych względów, np. w przemyśle elektronicznym, przy produkcji i montażu elementów wrażliwych na wyładowania elektrostatyczne (ESD ang. *Electronic Discharges*), a także przy obsłudze elektronicznej aparatury pomiarowej, komputerów itp.

Na odzież ochronną składają się: ubranie, obuwie, rękawice oraz nakrycia głowy. Dokonując wyboru odzieży chroniącej przed skutkami zjawiska elektryczności statycznej należy, poza podstawowymi wymaganiami dotyczącymi bezpieczeństwa i ochrony zdrowia pracownika, mieć na uwadze wymagania dotyczące ochrony przed elektrycznością statyczną. Oznacza to, że odzież ochronna, używana np. w strefach zagrożenia wybuchem, nie może ulegać naelektryzowaniu ani też nie może wywoływać naelektryzowania ciała noszącego ją pracownika, gdyż wyładowanie elektrostatyczne z ciała człowieka lub elementu odzieży ochronnej może być przyczyną pożaru albo wybuchu.

Wymagania ochrony przed elektrycznością statyczną dotyczącą odzieży ochronnej

Odzież ochronna antyelektrostatyczna musi spełniać konkretne wymagania określone w dokumentach normatywnych. Poniżej przytoczono niektóre z tych wymagań.

- Wg PN-EN 1149-5:2009 [9] w środowiskach, w których powstają atmosfery wybuchowe należy nosić odzież ochronną wykonaną z materiałów o rezystancji elektrycznej powierzchniowej $R_s \leq 2,5 \times 10^9 \Omega$, badanej zgodnie z PN-EN 1149-1:2008 [6] i/lub o czasie półzaniku ładunku $t_{50} < 4$ s, badanym zgodnie z PN-EN 1149-3:2007 [8].

- Wg PN-EN 1149-5:2009 [9], PN-E-05204:1994 p. 3.3.2 c/ [4] oraz IEC/TS 60079-32-1:2013 p. 11.5 [2] w strefach zagrożenia wybuchem nie wolno zakładać ani zdejmować odzieży ochronnej, nie wolno też nosić rozpiętych ubrań. Czyszczenie ubrań w obrębie strefy zagrożenia wybuchem jest kategorycznie zabronione. Wymaganie to dotyczy również innych środków ochrony indywidualnej pracowników.
- Wg PN-EN 61340-5-1:2009 [13] odzież stosowaną przy wytwarzaniu, montażu, obsłudze elektronicznych urządzeń wrażliwych na wyładowania elektrostatyczne należy wykonać z materiałów o rezystancji elektrycznej pomiędzy punktami (R_{p-p}) spełniającej warunek $R_{p-p} < 1 \times 10^{12} \Omega$, badanej zgodnie z IEC 61340-4-9:2013 [12].
- Wg PN-E-05204:1994 p. 3.3.2 f, h) [4] pracowników przebywających w pomieszczeniach i przestrzeniach zewnętrznych, w których wyznaczono strefy zagrożenia wybuchem 0, I i 20, należy wyposażyć w obuwie przewodzące o rezystancji skrośnej spódów $R_v \leq 1 \times 10^6 \Omega$. W obecności mediów o minimalnej energii zapłonu $W_{zmin.} \leq 0,1$ mJ, obuwie o rezystancji skrośnej spódów $R_v \leq 1 \times 10^6 \Omega$ należy nosić niezależnie od wyznaczonej strefy zagrożenia obiektu.
- Wg PN-E-05204:1994 p. 3.3.2 j/ [4] w pomieszczeniach ze strefami zagrożenia wybuchem 2, 21 i 22 w obecności mediów o $W_{zmin.} > 0,1$ mJ, dopuszcza się opór upływu ciała człowieka $R_{ucz.} \leq 1 \times 10^9 \Omega$.
- Wg IEC/TS 60079-32-1:2013 p. 11.3 [2] zadowalającą ochronę przed powstawaniem niebezpiecznych wyładowań elektrostatycznych z ciała pracownika w atmosferze wybuchowej zapewnia noszenie obuwia o rezystancji skrośnej R_v spódów poniżej 100 M Ω , przy jednoczesnym stosowaniu odpowiednio przewodzącej podłogi.
- Wg IEC/TS 60079-32-1:2013 p. 11.3 [2] w pomieszczeniach, w których operuje się materiałami wybuchowymi należy nosić obuwie przewodzące o rezystancji elektrycznej skrośnej spódów $R_v < 1 \times 10^5 \Omega$; wg PN-E-05205:1997 [5] opór upływu ciała pracownika, traktowany jako suma oporów obuwia i podłogi, nie może przekraczać wartości 1 M Ω ;
- Wg PN-EN 61340-5-1:2009 [13] spody obuwia stosowanego przy wytwarzaniu, montażu i obsłudze elektronicznych urządzeń wrażliwych na wyładowania elektrostatyczne powinny spełniać warunek rezystancji elektrycznej skrośnej $R_v < 1 \times 10^8 \Omega$, badanej zgodnie z IEC 61340-4-3:2003 [11].
- Wg PN-EN 16350:2014 [15] w strefach zagrożenia wybuchem należy stosować rękawice ochronne „rozpraszające ładunek elektrostatyczny”, wykonane z materiału o rezystancji elektrycznej skrośnej $R_v < 1 \times 10^8 \Omega$, wyznaczonej zgodnie z PN-EN 1149-2:1998 [7].
- Wg IEC/TS 60079-32-1:2013 p. 11.3 [2] i p. 1.6 w obszarach z atmosferami wybuchowymi dopuszcza się rezystancję upływu ciała pracownika ($R_{ucz.}$) przez obuwie ochronne lub rękawice ochronne do wartości 100 M Ω w przypadku, jeżeli dane środki ochrony osobistej mają służyć do „uziemięcia” ciała człowieka.

Metody badania odzieży ochronnej

W dokumentach normatywnych określono zarówno wymagania jak i metody badań gotowych wyrobów lub materiałów przeznaczonych na odzież ochronną o właściwościach antyelektrostatycznych. Dla przykładu, metody badań rezystancji elektrycznej odzieży stosowanej w atmosferach wybuchowych określone są w Polskich Normach:

Autor do korespondencji:

Mgr inż. Małgorzata WRÓBLEWSKA, e-mail: wroblewska@ipo.waw.pl

PN-EN 1149-1:2008 *Odzież ochronna – Właściwości elektrostatyczne – Część 1: Metoda badania rezystywności powierzchniowej*

PN-EN 1149-2:1999 *Odzież ochronna – Właściwości elektrostatyczne – Część 2: Metoda badania rezystancji skrośnej*

Metody badań opisane w normach PN-EN 1149-1:2008 [6] oraz PN-EN 1149-2:1999 [7] wykorzystuje się do badania rezystancji elektrycznej i oceny antystatycznych właściwości tkanin jednorodnych. Natomiast nie sprawdzają się one przy badaniach nowoczesnych tkanin niejednorodnych, zawierających włókna z rdzeniem przewodzącym, tj. włókna, w których składnik przewodzący jest całkowicie obudowany materiałem nieprzewodzącym (definicja wg PN-EN 1149-3:2007 [8]). Tkaniny zawierające włókna z rdzeniem przewodzącym wykazują przeważnie wysoką rezystancję elektryczną (rzędu wartości $10^{11} \Omega$), ale nie ulegają niebezpiecznemu naelektryzowaniu. W takich przypadkach należy stosować inne metody badań, na podstawie których można wytypować materiały nieelektryzujące się lub wykazujące niewielką zdolność do elektryzacji. Jedną z takich metod jest badanie szybkości zaniku ładunku elektrostatycznego z powierzchni materiału odzieży ochronnej wg PN-EN 1149-3:2007 *Odzież ochronna – Właściwości Elektrostatyczne – Część 3: Metody badań do pomiaru zaniku ładunku*.

Alternatywne metody badania elektryzacji materiałów przeznaczonych na odzież ochronną opisano w PN-E-05201:1992 *Ochrona przed elektrycznością statyczną. Metody oceny zagrożeń wywołanych elektryzacją materiałów dielektrycznych stałych. Metody oceny zagrożenia pożarowego i/lub wybuchowego*. Metodę badania rękawic wg PN-EN 1149-2:1999 [7] określa norma PN-EN 16350:2014 *Rękawice ochronne – Właściwości elektrostatyczne*. Natomiast metody badania obuwia opisano w normach:

– PN-EN 61340-4-3:2003 *Elektryczność statyczna – Część 4-3: Znormalizowane metody badań do określonych zastosowań – Obuwie*

– PN-EN ISO 20344:2004 *Środki ochrony indywidualnej – Metody badań dotyczące obuwia*.

Wszystkie wymienione metody badań odzieży ochronnej powinny być wykonywane w akredytowanych laboratoriach badawczych.

Podsumowanie

Odzież ochronna o właściwościach antyelektrostatycznych jest wyrobem ogólnie dostępnym na rynku. Trzeba jednak pamiętać o tym, że termin „właściwości antyelektrostatyczne (antystatyczne)”, stosowany przy promowaniu wyrobów w celach marketingowych, często nie ma nic wspólnego z rzetelną informacją o właściwościach danego wyrobu. Samo określenie, że wyrób jest antyelektrostatyczny nie jest równoznaczne z możliwością jego bezpiecznego stosowania, np. w obecności atmosfer wybuchowych. Dlatego przy wyborze odzieży chroniącej przed skutkami elektryczności statycznej należy zwracać szczególną uwagę na kryteria ochrony. Dla przykładu obuwie „antyelektrostatycznie rozpraszające”, którego rezystancja spódów spełnia wymagania $1 \times 10^5 \Omega < R_v < 1 \times 10^8 \Omega$ (wg PN-EN 61340-5-1:2009 [13]) będzie odpowiednie do zastosowania w przemyśle elektronicznym, gdzie wymagana jest ochrona elementów i zespołów elektronicznych wrażliwych na wyładowania elektrostatyczne, które mogą spowodować ich zniszczenie (ochrona przed ESD). To samo obuwie nie zapewni natomiast wystarczającej ochrony np. podczas operowania materiałami wybuchowymi (np. wg IEC/TS 60079-32-1:2013 [2]) wymagana jest rezystancja spódów obuwia spełniająca wymagania $R_v \leq 1 \times 10^5 \Omega$.

Badania właściwości antyelektrostatycznych odzieży ochronnej wykonywane są m.in. w akredytowanym Laboratorium Badania Niebezpiecznych Właściwości Materiałów Instytutu Przemysłu Organicznego w Warszawie (Certyfikat Akredytacji PCA nr 374), które ma wieloletnie doświadczenie w tym zakresie.

Literatura

1. Kowalski J.M., Wróblewska M., Mazik A.: *Środki ochrony indywidualnej pracowników, a ochrona przed elektrycznością statycz-*

- ną w strefach zagrożenia wybuchem*. Magazyn Ex – Bezpieczeństwo techniczne i przemysłowe; nr 1/2013 (29) wiosna, s. 34–43.
2. IEC/TS 60079-32-1:2013 Explosive atmospheres – Part 32-1: Electrostatic hazards, guidance.
 3. PN-E-05201:1992 Ochrona przed elektrycznością statyczną – Metody oceny zagrożeń wywołanych elektryzacją materiałów dielektrycznych stałych – Metody oceny zagrożenia pożarowego i/lub wybuchowego.
 4. PN-E-05204:1994 Ochrona przed elektrycznością statyczną – Ochrona obiektów, instalacji i urządzeń – Wymagania.
 5. PN-E-05205:1997 Ochrona przed elektrycznością statyczną – Ochrona przed elektrycznością statyczną w produkcji i stosowaniu materiałów wybuchowych – Wymagania.
 6. PN-EN 1149-1: 2008 *Odzież ochronna – Właściwości elektrostatyczne – Cz. 1 – Metoda badania rezystywności powierzchniowej*.
 7. PN-EN 1149-2:1999 *Odzież ochronna – Właściwości elektrostatyczne – Cz. 2 – Metoda badania rezystancji skrośnej*.
 8. PN-EN 1149-3:2007 *Odzież ochronna – Właściwości elektrostatyczne – Cz. 3 – Metody badań do pomiaru zaniku ładunku*.
 9. PN-EN 1149-5:2009 *Odzież ochronna – Właściwości elektrostatyczne – Cz. 5 – Wymagania materiałowe i konstrukcyjne*.
 10. PN-EN 61340-2-3:2002 *Elektryczność statyczna – Część 2-3: Metody badań stosowane do wyznaczania rezystancji i rezystywności płaskich materiałów stałych, używanych do zapobiegania gromadzeniu się ładunku elektrostatycznego*.
 11. PN-EN 61340-4-3:2003 *Elektryczność statyczna – Część 4-3: Znormalizowane metody badań do określonych zastosowań – Obuwie*.
 12. IEC 61340-4-9:2013 Standard tests method for the protection of electrostatic discharge susceptible items – Garments.
 13. PN-EN 61340-5-1:2009 *Elektryczność statyczna – Część 5-1: Ochrona przyrządów elektronicznych przed elektrycznością statyczną – Wymagania ogólne*.
 14. PN-EN 16350:2014 *Rękawice ochronne – Właściwości elektrostatyczne*.
 15. PN-EN ISO 20344:2004 *Środki ochrony indywidualnej – Metody badań dotyczące obuwia*.
 16. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 8 lipca 2010 r. w sprawie minimalnych wymagań, dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy, związanych z możliwością wystąpienia w miejscu pracy atmosfery wybuchowej (Dz. U. Nr 138, poz. 931).

Mgr inż. Anna MAZIK ukończyła Wydział Inżynierii Materiałowej na Politechnice Warszawskiej (1988). Obecnie pracuje w Instytucie Przemysłu Organicznego w Warszawie w Zakładzie Bezpieczeństwa Chemicznego i Elektryczności Statycznej – Pracownia Badań Elektryczności Statycznej. Jest członkiem Komitetu Technicznego nr 143 ds. Elektryczności Statycznej w Polskim Komitecie Normalizacyjnym. Zawodowo zajmuje się badaniami właściwości antyelektrostatycznych materiałów i wyrobów przeznaczonych do stosowania w strefach zagrożenia wybuchem oraz badaniem i opracowywaniem wytycznych dotyczących zjawiska elektryczności statycznej w procesach produkcyjnych w różnych dziedzinach przemysłu.
e-mail: mazik@ipo.waw.pl, tel. 22811 12 31 w. 215

*Mgr inż. Małgorzata WRÓBLEWSKA ukończyła Wydział Inżynierii Materiałowej na Politechnice Warszawskiej (1988). Od 1989 r. zatrudniona w Instytucie Przemysłu Organicznego w Warszawie w Samodzielnej Pracowni Badań Elektryczności Statycznej. Od 2001 r. Kierownik Pracowni Zagrożeń Elektrostatycznych w akredytowanym Laboratorium Badań Niebezpiecznych Właściwości Materiałów Instytutu. Zajmuje się realizacją prac badawczych, wykonywaniem ekspertyz technicznych, doradztwem, orzecznictwem w zakresie ochrony przed elektrycznością statyczną. Od 1994 r. Sekretarz Komitetu Technicznego nr 143 ds. Elektryczności Statycznej w Polskim Komitecie Normalizacyjnym.
e-mail: wroblewska@ipo.waw.pl, tel. 22 811 12 31 w. 373