



Paweł Śmiech
v. 20240302

Bezpieczeństwo eksploatacji maszyn elektrycznych

Zagadnienia wybrane

Część IV – atmosfery wybuchowe



Licencja: CC BY-NC-ND 4.0

Cele i założenia prezentacji

Celem prezentacji jest zwiększenie bezpieczeństwa eksploatacji urządzeń elektrycznych. Prezentacja jest przeznaczona dla osób wykonujących prace eksploatacyjne przy maszynach.

Prezentacja zawiera informacje dotyczące eksploatacji urządzeń elektrycznych oraz ochrony przed elektrycznością statyczną w przestrzeniach zagrożonych wybuchem.

W prezentacji zostały podane informacje dotyczące bezpieczeństwa prac konserwacyjnych w przestrzeniach zagrożonych wybuchem

Założenia prezentacji:

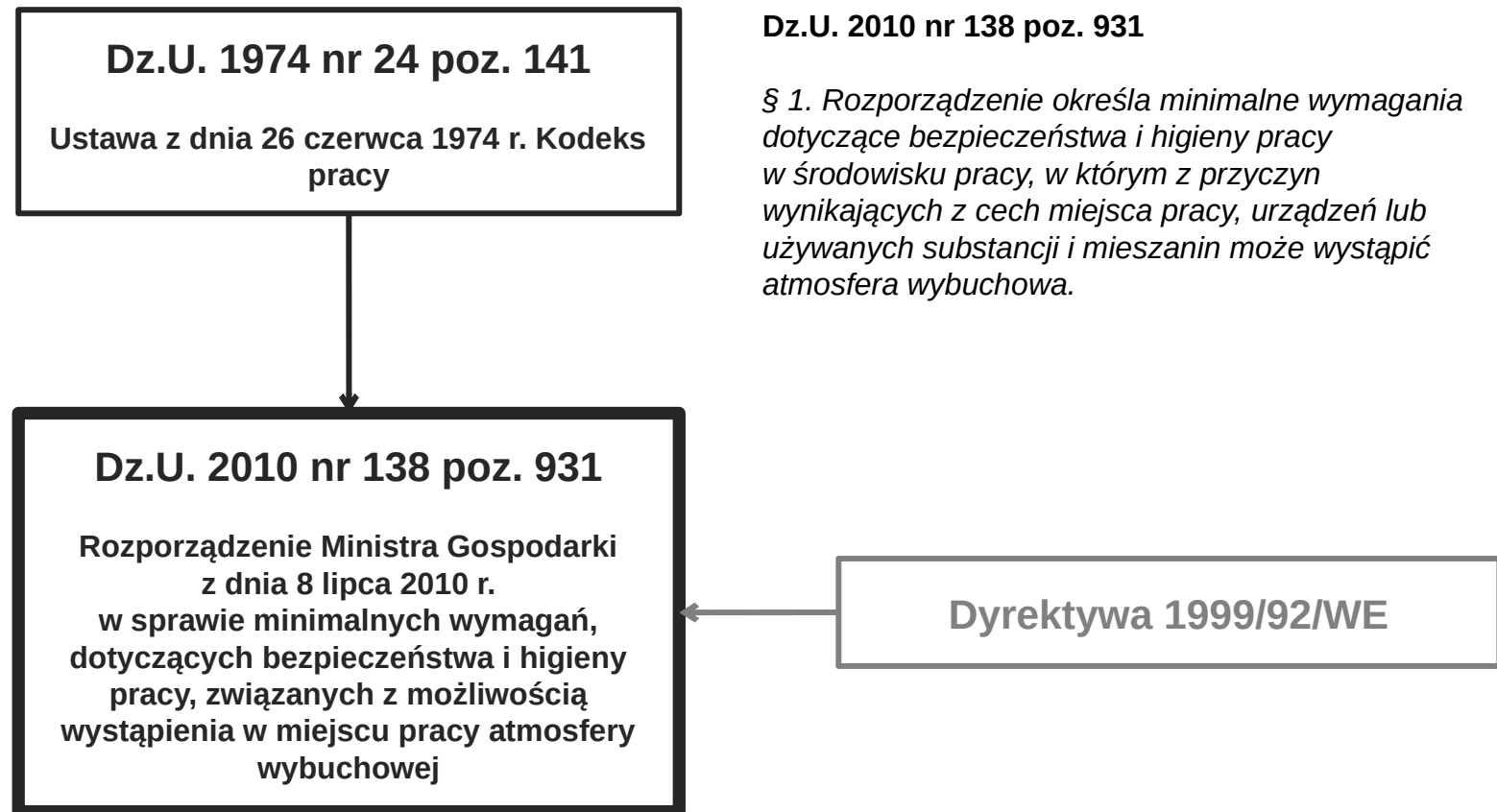
- prezentacja zawiera podstawowe informacje, które nie są wystarczające do bezpiecznej eksploatacji urządzeń elektrycznych w przestrzeniach zagrożonych wybuchem;
- prezentacja została opracowana na podstawie przepisów prawa powszechnego i zasad wiedzy technicznej;
- poprawność informacji nie jest gwarantowana;
- prezentacja dotyczy maszyn, do których stosuje się normę PN-EN 60204-1;
- prezentacja obejmuje zagadnienia wybrane.

Spis treści

- Przepisy prawa dotyczące ochrony przeciwwybuchowej
- Atmosfery wybuchowe
- Oznaczenia
- Podział przestrzeni zagrożonych wybuchem na strefy
- Podział systemów i urządzeń ochronnych na grupy
- Podział systemów i urządzeń ochronnych na kategorie
- Rodzaje budowy przeciwwybuchowej
- Podział systemów i urządzeń ochronnych na podgrupy
- Klasy temperaturowe
- Systemy iskrobezpieczne
- Zabezpieczanie silników indukcyjnych o budowie wzmocnionej
- System dekompresji i odsprężania wybuchu
- Uziemianie i wyrównywanie potencjałów
- Ochrona przed elektrycznością statyczną
- Kontrola, konserwacja, remont
- Bibliografia

Przepisy prawa dotyczące ochrony przeciwwybuchowej

Przepisy prawa dotyczące bezpieczeństwa i higieny pracy w miejscach w których może wystąpić atmosfera wybuchowa



Przepisy prawa dotyczące ochrony przeciwwybuchowej

Przepisy prawa dotyczące wymagań dla urządzeń i systemów ochronnych przeznaczonych do użytku w atmosferze potencjalnie wybuchowej

Dz.U. 2016 poz. 542
Ustawa z dnia 13 kwietnia 2016 r. o systemach oceny zgodności i nadzoru rynku

Dz.U. 2016 poz. 817
Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 6 czerwca 2016 r. w sprawie wymagań dla urządzeń i systemów ochronnych przeznaczonych do użytku w atmosferze potencjalnie wybuchowej

Rozporządzenie Dz.U. 2016 poz. 817 określa:

- wymagania w zakresie projektowania i budowy urządzeń i systemów ochronnych;
- procedury oceny zgodności dla urządzeń i systemów ochronnych;
- zakres dokumentacji technicznej dla urządzeń i systemów ochronnych;
- sposób oznakowania urządzeń i systemów ochronnych;
- elementy deklaracji.

Dyrektywa 2014/34/UE

Przepisy prawa dotyczące ochrony przeciwwybuchowej

Przepisy prawa dotyczące ochrony przeciwpożarowej

Dz.U. 1991 Nr 81 poz. 351

Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r.
o ochronie przeciwpożarowej

Dz.U. 2010 nr 109 poz. 719

Rozporządzenie Ministra Spraw
Wewnętrznych i Administracji z dnia
7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony
przeciwpożarowej budynków, innych
obiektów budowlanych i terenów

Dz.U. 2010 nr 109 poz. 719

§ 37.7. Pomieszczenie, w którym może wytworzyć się mieszanina wybuchowa, powstała z wydzielającej się takiej ilości palnych gazów, par, mgieł lub pyłów, której wybuch mógłby spowodować przyrost ciśnienia w tym pomieszczeniu przekraczający 5 kPa, określa się jako pomieszczenie zagrożone wybuchem.

§ 37.9. W pomieszczeniu należy wyznaczyć strefę zagrożenia wybuchem, jeżeli może w nim występować mieszanina wybuchowa o objętości co najmniej 0,01 m³ w zwartej przestrzeni.

Zapobieganie wybuchom

Dz.U. 2010 nr 138 poz. 931 [9]

§ 4.1 Aby zapobiegać wybuchom i zapewnić ochronę przed ich skutkami, pracodawca powinien stosować, odpowiednio do rodzaju działalności, techniczne lub organizacyjne środki ochronne. Określając środki ochronne, należy zapewnić realizację następujących celów w podanej kolejności:

zapobieganie tworzeniu się atmosfery wybuchowej;

zapobieganie wystąpieniu zapłonu atmosfery wybuchowej;

ograniczenie szkodliwego efektu wybuchu, w celu zapewnienia ochrony zdrowia i bezpieczeństwa osób pracujących.

§ 4.3 Pracodawca w ustalonym przez siebie terminie, określonym w dokumencie zabezpieczenia przed wybuchem, dokonuje systematycznego przeglądu stosowanych środków ochronnych, z tym, że w przypadku wystąpienia zmian mających wpływ na realizacją celów, o których mowa w ust. 1, podjęte środki powinny podlegać niezwłocznemu przeglądowi i weryfikacji.

Zapobieganie wybuchom

Dz.U. 2010 nr 138 poz. 931 [9]

§ 5.1 Pracodawca dzieli przestrzeń zagrożone wybuchem na strefy, klasyfikując je na podstawie prawdopodobieństwa i czasu występowania atmosfery wybuchowej...

§ 5.4 Przestrzeń, w których istnieje możliwość wystąpienia atmosfery wybuchowej w ilościach zagrażających bezpieczeństwu i zdrowiu, pracodawca oznacza, w miejscach wstępu do tych przestrzeni, znakiem ostrzegawczym, określonym w załączniku.

§ 6.1 Udostępnione przez pracodawcę miejsca pracy, w których istnieje możliwość wystąpienia atmosfery wybuchowej, powinny spełniać minimalne wymagania określone w niniejszym rozporządzeniu.

§ 9.1 Pracodawca powinien zapewnić osobom pracującym w miejscach, w których istnieje możliwość wystąpienia atmosfery wybuchowej, odpowiednie szkolenie dotyczące ochrony przed wybuchem, w ramach obowiązujących szkoleń w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny pracy.

Atmosfery wybuchowe

Definicje

Przestrzeń zagrożona wybuchem – przestrzeń, w której może wystąpić atmosfera wybuchowa w ilościach wymagających podjęcia specjalnych środków w celu zapewnienia bezpieczeństwa i higieny pracy.

Przestrzeń niezagrożona wybuchem – przestrzeń, która nie jest przestrzenią zagrożoną wybuchem, w której nie przewiduje się wystąpienia atmosfery wybuchowej w ilościach wymagających podjęcia specjalnych środków w celu zapewnienia bezpieczeństwa i higieny pracy.

Substancja palna – substancje i mieszaniny mogące tworzyć atmosferę wybuchową, chyba, że badanie ich właściwości wykazało, że przy zmieszaniu z powietrzem nie mogą samoczynnie przyczyniać się do rozprzestrzeniania wybuchu.

Atmosfera wybuchowa – mieszanina substancji palnych w postaci gazów, par, mgieł, pyłów lub włókien z powietrzem w warunkach atmosferycznych, w których po wystąpieniu zapłonu, spalanie rozprzestrzenia się na całą niespaloną mieszaninę.

Atmosfera wybuchowa gazowa – mieszanina łatwopalnych gazów i par cieczy z powietrzem w warunkach atmosferycznych, która po zapłonie umożliwia samoczynne rozprzestrzenianie się płomienia.

Atmosfera wybuchowa pyłowa – mieszanina łatwopalnych pyłów i włókien z powietrzem w warunkach atmosferycznych, która po zapłonie umożliwia samoczynne rozprzestrzenianie się płomienia.

Mieszanina hybrydowa – mieszanina łatwopalnych substancji o różnych stanach skupienia z powietrzem

Atmosfery wybuchowe

Pożar i wybuch

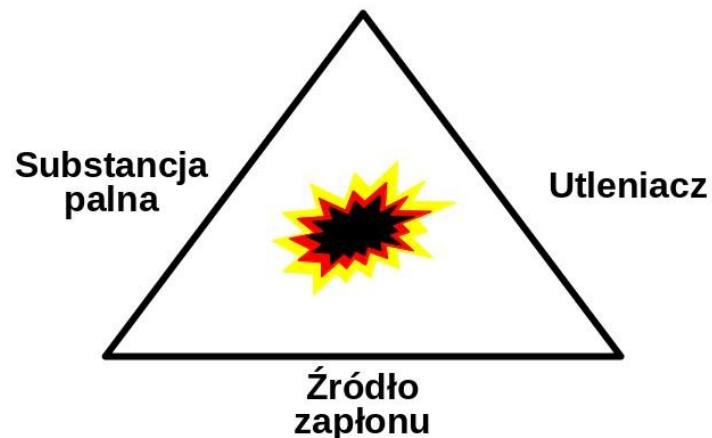
Pożar – samoistny proces spalania o niekontrolowanym w czasie i przestrzeni przebiegu.

Wybuch – nagły wzrost ciśnienia i temperatury, z powodu utleniania lub innej reakcji egzotermicznej.

Do zapoczątkowania procesu palenia się muszą wystąpić równocześnie trzy czynniki:

- substancja pala,
- tlen lub inny utleniacz (przeważnie powietrze),
- źródło energii zapalającej.

W przypadku braku jednego z czynników proces palenia się ustaje.



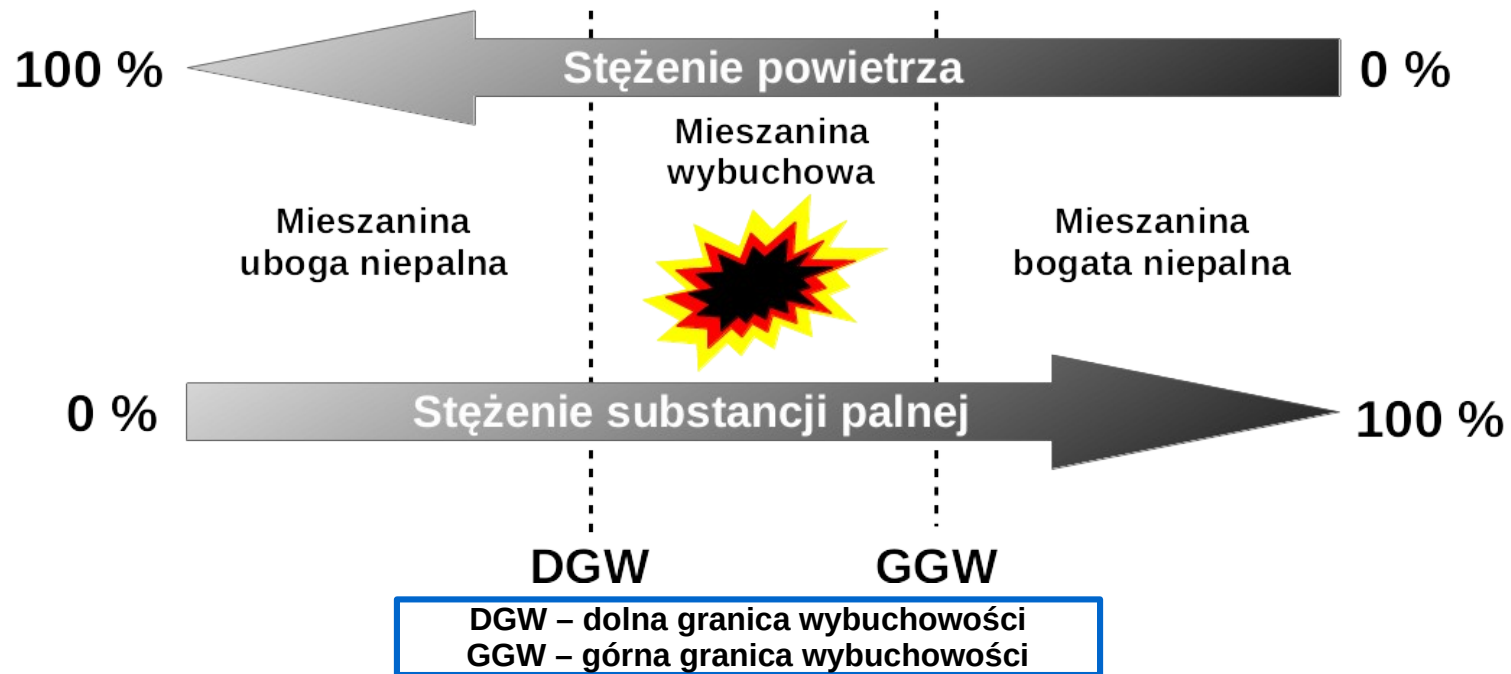
Czynniki niezbędne do zapoczątkowania procesu palenia się

Atmosfery wybuchowe

Granice wybuchowości

Dolna granica wybuchowości – stężenie łatwopalnego gazu lub par w powietrzu, poniżej którego nie powstanie atmosfera wybuchowa.

Górna granica wybuchowości – stężenie łatwopalnego gazu lub par w powietrzu, powyżej którego nie powstanie atmosfera wybuchowa.



Atmosfery wybuchowe

Granice wybuchowości

Granice wybuchowości wybranych gazów i par cieczy palnych

Substancja palna	DGW %	GGW %
Amoniak	15	28
Metan	4,9	15,4
Etan	3,0	15,5
Acetylen	2,3	82
Wodór	4,0	75

Atmosfery wybuchowe

Temperatura zapłonu

Temperatura zapłonu – to najniższa temperatura cieczy palnej, przy której w określonych znormalizowanych warunkach ciecz wydziela pary w ilości wystarczających do powstania mieszaniny wybuchowej.

Temperatura samozapłonu atmosfery wybuchowej gazowej – temperatura powierzchni, która w określonych znormalizowanych warunkach spowoduje zapłon atmosfery wybuchowej gazowej.

Temperatura minimalna zapłonu warstwy pyłu – najniższa temperatura powierzchni, przy której następuje zapłon warstwy pyłu o określonej grubości, znajdującej się na tej powierzchni.

Temperatura minimalna zapłonu obłoku pyłu – najniższa temperatura powierzchni, która spowoduje zapłon obłoku pyłu.

Zgodnie z rozporządzeniem **Dz.U. 2010 nr 138 poz. 931** przyjmuje się, że w warunkach atmosferycznych mieszaniny wybuchowe mogą tworzyć się w przypadku cieczy o temperaturze zapłonu nie przekraczającej 55 °C.

Atmosfery wybuchowe

Temperatura zapłonu cieczy palnych

Temperatury zapłonu wybranych cieczy palnych

Substancja palna	Temperatura zapłonu °C
Benzyna samochodowa	-40
Aceton	-19
Benzen	-11
Alkohol etylowy	11
Toluen	4

Atmosfery wybuchowe

Temperatura samozapłonu cieczy palnych

Temperatury samozapłonu wybranych cieczy palnych

Substancja palna	Temperatura zapłonu °C
Amoniak	630
Wodór	580
Aceton	540
Alkohol etylowy	425
Acetylen	305

Atmosfery wybuchowe

Maksymalna temperatura

Temperatura zewnętrznych powierzchni urządzeń i instalacji je zasilających, z wyłączeniem instalacji elektroenergetycznych, oraz temperatura włączanego do pomieszczenia powietrza nie może przekraczać:

- dla cieczy i par gazów (urządzenia kategorii 1) $T_{\max} \leq 80 \% T_{\min}$;
- dla cieczy i par gazów (urządzeń kategorii 2 i 3) jeżeli gaz lub pary cieczy są podgrzane do temperatury powierzchni zewnętrznych $T_{\max} \leq 80 \% T_{\min}$;
- dla cieczy i par gazów (urządzenia kategorii 2 i 3) $T_{\max} \leq T_{\min}$;
- dla warstwy pyłu o grubości 5 mm $T_{\max} = T_{5\text{mm}} - 75 \text{ °C}$;
- dla warstwy pyłu o grubości 12,5 mm $T_{\max} = T_{12,5\text{mm}} - 25 \text{ °C}$;
- dla obłoku pyłu $T_{\max} = 2/3 \text{ TCL}$;

gdzie:

T_{\max} – temperatura powierzchni maksymalna;

T_{\min} – temperatura samozapłonu atmosfery wybuchowej gazowej;

$T_{5\text{mm}}$ – temperatura minimalna zapłonu warstwy pyłu o grubości 5 mm;

$T_{12,5\text{mm}}$ – temperatura minimalna zapłonu warstwy pyłu o grubości 12,5 mm;

T_{CL} – temperatura minimalna zapłonu obłoku pyłu.

Atmosfery wybuchowe

Parametry zapalności i wybuchowości pyłów palnych

Klasa wybuchowości pyłów palnych

Klasa zagrożenia	Określenie	K_{ST} (bar m/s)	Przykłady
St. 0	Niewybuchowy	0	Krzemionka
St. 1	Słabo wybuchowy	1 ÷ 200	Cukier, węgiel, cynk
St. 2	Silnie wybuchowy	201 ÷ 300	Pył drzewny, celuloza
ST. 3	Bardzo silnie wybuchowy	> 300	Glin, magnez

Wybrane parametry zapalności i wybuchowości pyłów palnych:

MEZ – minimalna energia zapłonu mieszaniny pyłowo-powietrznej to minimalna energia wyładowania iskrowego (energia o zadanej wartości) pomiędzy dwoma elektrodami, która wywoła zapłon mieszaniny pyłowo-powietrznej;

MTZ_w – minimalna temperatura zapłonu warstwy pyłu to minimalna temperatura gorącej płyty, na której dojdzie do zapłonu umieszczonej w pierścieniu 5mm warstwy pyłu;

K_{ST} – stała pyłowa, zwana wskaźnikiem wybuchowości, stanowi ona podstawę do międzynarodowej klasyfikacji wybuchowości pyłów;

P_{max} – to maksymalne ciśnienie wybuchu zmierzone podczas wybuchu mieszaniny pyłopowietrznej w zamkniętej objętości sfery pomiarowej;

(dp/dt)_{max} – to maksymalny przyrost ciśnienia wybuchu atmosfery wybuchowej w jednostce czasu.

Parametry zapalności i wybuchowości pyłów palnych

Charakterystyka pożarowo-wybuchowa termoutwardzalnej epoksydacyjnej powłoki proszkowej OXYPLAST EF70:

- dolna granica wybuchowości: 36 g/m³;
- górna granica wybuchowości: 70 g/m³;
- minimalna dawka wybuchowa: 30 g/m³;
- temperatura zapłonu warstwy pyłu: 200 °C;
- temperatura zapłonu obłoku pyłu: 450 °C;
- minimalna energia zapłonu obłoku pyłu: 5÷20 mJ;
- maksymalne ciśnienie wybuchu: 0,45 MPa;
- maksymalne szybkość narastania ciśnienia wybuchu: 10,7 Mpa/s;
- klasa zagrożenia: St 1.

Atmosfery wybuchowe

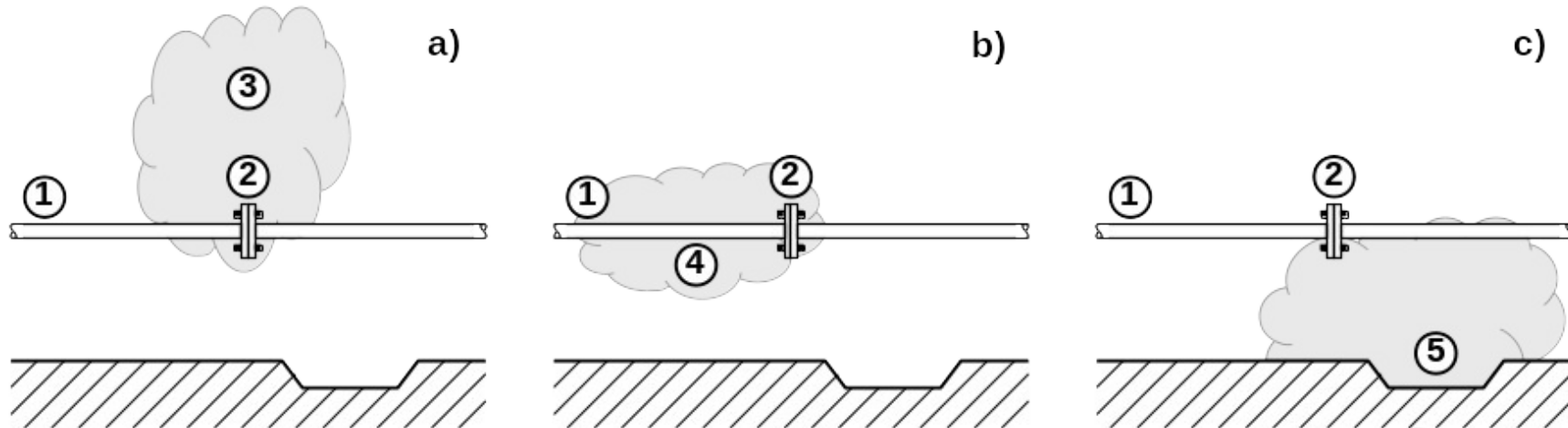
Rodzaje emisji

Emisja ciągła – emisja o charakterze ciągłym, występująca często lub przez długi czas.

Pierwszy stopień emisji – emisja, która może występować okresowo lub sporadycznie podczas normalnej pracy.

Drugi stopień emisji – emisja, która normalnie nie występuje w czasie normalnej pracy, a jeżeli wystąpi to zdarza się to rzadko i trwa przez krótki okres czasu.

Natężenie emisji – ilość substancji palnej emitowanej ze źródła emisji w jednostce czasu.



Emisja gazów (par) spowodowana nieszczelnością: a) o gęstości bezwzględnej mniejszej od gęstości powietrza; b) o gęstości bezwzględnej zbliżonej do gęstości powietrza; c) o gęstości bezwzględnej większej od gęstości powietrza. 1 – rurociąg z gazem lub cieczą palną; 2 – nieszczelne połączenie kołnierzone (źródło emisji); 3 – unoszenie się gazu do góry; 4 – rozprzestrzenienie się gazu zgodnie z ruchem powietrza; 5 – pełzanie gazu po powierzchni i wypełnianie zagłębień

Atmosfery wybuchowe

Źródła emisji

Źródłami emisji ciągłej mogą być między innymi:

- powierzchnie cieczy palnych w zbiornikach otwartych i zamkniętych wyposażonych w odpowietrzniki;
- otwarte zbiorniki materiałów sypkich, młyny, urządzenia do transportu materiałów sypkich;
- procesy malowania, napełniania, przesypywania lub przelewania substancji palnych.

Źródłami emisji pierwszego stopnia mogą być między innymi:

- połączenia kołnierzowe, pompy, zawory, mieszalniki itp. w przypadku rozszczelnienia;
- urządzenia do odwadniania i odpowietrzania w instalacjach cieczy palnych;
- procesy malowania, napełniania, przesypywania lub przelewania substancji palnych;
- procesy szlifowania i polerowania;
- miejsca, w który napełnia się pojemniki, butle itp. cieczami palnymi;
- urządzenia technologiczne przeznaczone do kontroli jakości (pomiar, pobieranie próbek);

Źródłami emisji drugiego stopnia mogą być między innymi:

- połączenia kołnierzowe, pompy, zawory, mieszalniki itp. w przypadku rozszczelnienia;
- połączenia węży do transportu substancji palnych;
- elementy instalacji o małej wytrzymałości mechanicznej np. szklane wzierniki;
- klapy zbiorników z pyłem palnym;
- urządzenia technologiczne przeznaczone do kontroli jakości (pomiar, pobieranie próbek).

Źródła zapłonu

Źródłami zapłonu mogą być:

- a) gorące powierzchnie,
- b) płomienie i gorące gazy,
- c) iskry wytwarzane mechanicznie,
- d) urządzenia elektryczne,
- e) prądy błędzące, katodowa ochrona przed korozją,
- f) elektryczność statyczna,
- g) uderzenie pioruna,
- h) fale elektromagnetyczne o częstotliwości radiowej (RF) od 10⁴ Hz do 3 x 10¹¹ Hz,
- i) fale elektromagnetyczne od 3 x 10¹¹ Hz do 3 x 10¹⁵ Hz,
- j) promieniowanie jonizujące,
- k) Ultradźwięki,
- l) sprężanie adiabatyczne i fale uderzeniowe,
- m) reakcje egzotermiczne, łącznie z samozapaleniem pyłów.

Atmosfery wybuchowe

Iskry jako źródło zapłonu

Iskry mechaniczne i iskry pochodzące od urządzeń elektrycznych są nośnikami energii elektrycznej, zdolnej do zapłonu mieszanin wybuchowych. Zapłon następuje jeżeli energia związana z iskrą osiągnie wartość minimalną zdolną do zapalenia danej mieszaniny wybuchowej.

Minimalna energia iskry W_{min} jest najmniejszą energią elektryczną nagromadzoną w kondensatorze, która przy rozładowaniu jest w stanie zapalić mieszaninę wybuchową.

$$W_{min} = 0,5 C \cdot (U_1^2 - U_2^2)$$

gdzie:

C – pojemność kondensatora;

U_1 – napięcie na kondensatorze przed rozładowaniem;

U_2 – napięcie na kondensatorze po rozładowaniu.

Atmosfery wybuchowe

Iskry jako źródło zapłonu

Minimalna energia zapłonu wybranych mieszanin pyłów z powietrzem

Pył	Minimalna energia zapłonu mJ
Mączka drzewna	20
Poliwęglan	25
Opiłki aluminium	10÷100
Cukier	30
Węgiel kamienny	40

Atmosfery wybuchowe

Oznaczenia przestrzeni zagrożonych wybuchem

Oznaczenie informujące o możliwości wystąpienia atmosfer wybuchowych w ilościach zagrażających bezpieczeństwu i zdrowiu:



Dopuszcza się dodatkowe ostrzeżenia i informacje, np. oznaczenie stref:



Oznaczenia

Przykład oznaczenia urządzenia na podstawie dyrektyw ATEX

CE 1234  II 2G Ex ib IIC T6

CE – oznaczenie CE (nie stosuje się do części i podzespołów)

1234 – numer jednostki notyfikowanej

 – urządzenie przeznaczone do eksploatacji w atmosferach wybuchowych,

II – grupa urządzenia,

2G – kategoria urządzenia,

Ex ib – rodzaj ochrony przeciwwybuchowej urządzenia (i_b),

IIC – podgrupa urządzenia,

T6 – klasa temperaturowa urządzenia.

Oznaczenie może zawierać również dopuszczalną temperaturę otoczenia np. $-25\text{ °C} \leq T_a \leq 40\text{ °C}$.

X – litera oznacza, że urządzenie podlega dodatkowym wymaganiom wskazanym w dokumentacji technicznej.

U – litera oznacza, że urządzenie nie jest ukończone i podlega dodatkowej ocenie ryzyka.

1/2 G – oznaczenie kategorii urządzenia przeznaczonego do montażu na granicy stref 1 i 2.

EEx – litera E przed literami Ex oznacza, że urządzenie jest zgodne z normami europejskimi, np. EEx ib.

Oznaczenia






Zestawienie oznaczeń wg norm IEC i według dyrektyw ATEX

Minimalna energia zapłonu wybranych mieszanin pyłów z powietrzem

EPL (IEC)	Grupa (IEC)	Grupa (ATEX)	Kategoria (ATEX)	Strefa (ATEX)
Ma	I	I	M1	brak
Mb			M2	
Ga	II	II	1G	0
Gb			2G	1
Gc			3G	2
Da	III	II	1D	20
Db			2D	21
Dc			3D	22

Oznaczenia

Przykłady oznaczeń urządzeń w wykonaniu przeciwwybuchowym

-  I M1 Ex d I grupa I, kategoria M1, osłona ognioszczelna Ex d, podgrupa I (gaz kopalniany);
-  II 2G Ex d e IIC T6 Gb grupa II, kategoria 2G, osłona ognioszczelna EX d z elementami o budowie wzmocnionej e, podgrupa IIC, klasa temperaturowa T6, dodatkowo oznaczenie poziomu zabezpieczenia (EPL) Gb;
-  II 2D Ex tb IIIC T80°C Db grupa II, kategoria 2D, ochrona przed nadmierną temperaturą i wnikaniem pyłu Ex tb, największa dopuszczalna temperatura obudowy T80°C, dodatkowo oznaczenie poziomu zabezpieczenia (EPL) Db;
-  II (2G) [Ex ia] IIC T6 grupa II, urządzenie kategorii (2G) np. wzmacniacz separacyjny, do którego przyłączone jest urządzenie w wykonaniu iskrobezpiecznym [Ex ia], klasa temperaturowa T6;
-  II 2G Ex d [ia] IIC T4 Gb grupa II, urządzenie kategorii 2G, urządzenie towarzyszące w przestrzeni zagrożonej wybuchem Ex d, z wewnętrznym ograniczeniem energii dla urządzenia iskrobezpiecznego [ia], podgrupa IIC, klasa temperaturowa T4, dodatkowo oznaczenie poziomu zabezpieczenia (EPL) Gb.

Podział przestrzeni zagrożonych wybuchem na strefy

Wyznaczanie stref w przestrzeniach zagrożonych wybuchem

Strefy zagrożenia wybuchem wyznacza się w pomieszczeniach i przestrzeniach w których wybuch nagromadzonej mieszaniny wybuchowej może spowodować przyrost ciśnienia przekraczający 5 kPa.

Strefy zagrożenia wybuchem wyznacza się również w pomieszczeniach, w których mogą wystąpić mieszaniny wybuchowe o objętości co najmniej 0,01 m³ w zwartej przestrzeni.

Przy klasyfikacji przestrzeni zagrożonej wybuchem do odpowiedniej strefy należy brać pod uwagę między innymi:

- charakterystykę substancji palnej (granice wybuchowości, grupę wybuchowości, temperatury zapłonu i samozapłonu);
- rodzaj procesu technologicznego;
- możliwość wystąpienia emisji i wydajność źródła emisji;
- wydajność wentylacji;
- częstość występowania i przewidywany czas utrzymywania się mieszaniny wybuchowej;
- elementy konstrukcyjne znajdujące się w przestrzeni zagrożonej wybuchem.

Jeżeli inne czynniki nie mają decydującego znaczenia strefy 0 i 20 wyznacza się w przypadku emisji ciągłej, strefy 1 i 21 przy emisji pierwszego stopnia i strefy 2 i 22 przy emisji drugiego stopnia. W trakcie eksploatacji dokonuje się okresowej oceny ryzyka i korekty wyznaczonych stref jeżeli zachodzi taka konieczność.



II 2G Ex ib IIC T6

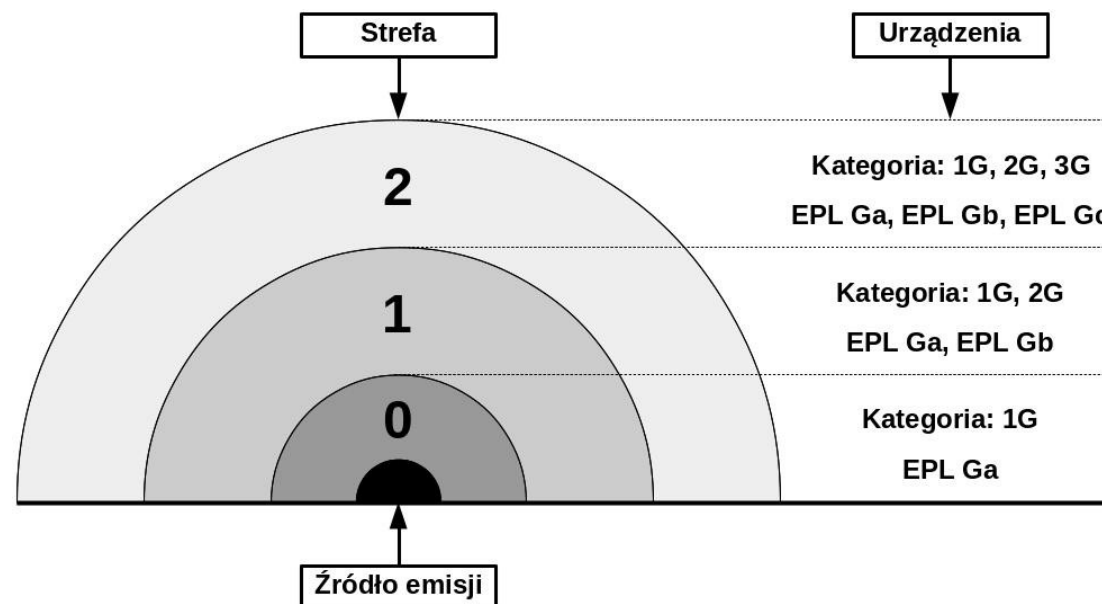
Podział przestrzeni zagrożonych wybuchem na strefy

Wyznaczanie stref w przestrzeniach zagrożonych wybuchem mieszanin gazowych

strefa 0 – przestrzeń, w której atmosfera wybuchowa zawierająca mieszaninę z powietrzem substancji palnych w postaci gazów, par, mgieł, występuje stale, często lub przez długie okresy;

strefa 1 – przestrzeń, w której atmosfera wybuchowa zawierająca mieszaninę z powietrzem substancji palnych w postaci gazów, par, mgieł, może czasami wystąpić w trakcie normalnego działania;

strefa 2 – przestrzeń, w której atmosfera wybuchowa zawierająca mieszaninę z powietrzem substancji palnych w postaci gazów, par, mgieł, nie występuje w trakcie normalnego działania, a w przypadku wystąpienia utrzymuje się przez krótki okres.



II 2G Ex ib IIC T6

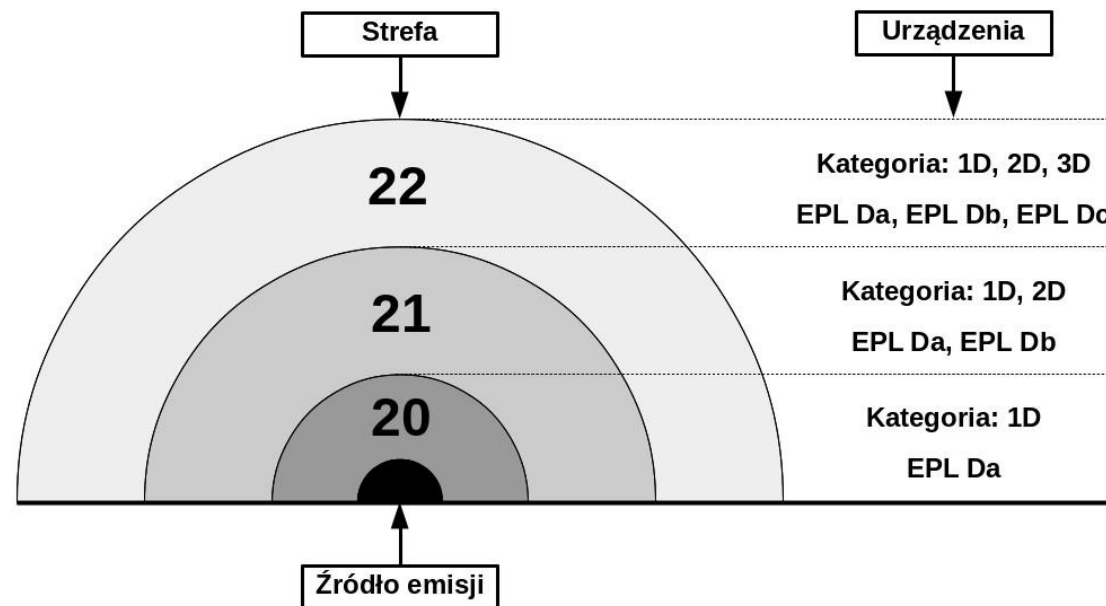
Podział przestrzeni zagrożonych wybuchem na strefy

Wyznaczanie stref w przestrzeniach zagrożonych wybuchem mieszanin pyłowych

strefa 20 – przestrzeń, w której atmosfera wybuchowa w postaci obłoku palnego pyłu w powietrzu występuje stale, często lub przez długie okresy;

strefa 21 – przestrzeń, w której atmosfera wybuchowa w postaci obłoku palnego pyłu w powietrzu może czasami wystąpić w trakcie normalnego działania;

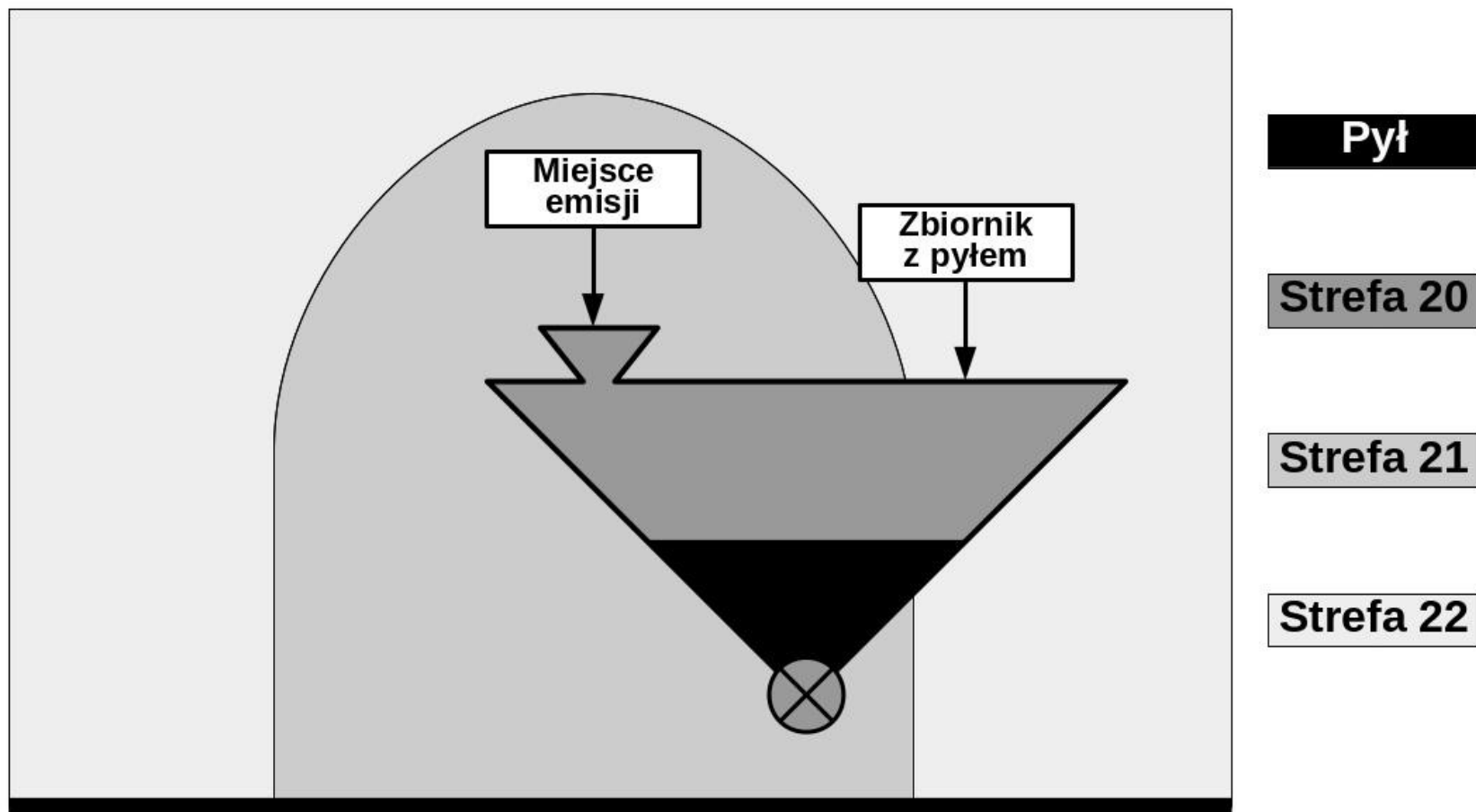
strefa 22 – przestrzeń, w której atmosfera wybuchowa w postaci obłoku palnego pyłu w powietrzu nie występuje w trakcie normalnego działania, a w przypadku wystąpienia, utrzymuje się przez krótki okres.



II 2G Ex ib IIC T6

Podział przestrzeni zagrożonych wybuchem na strefy

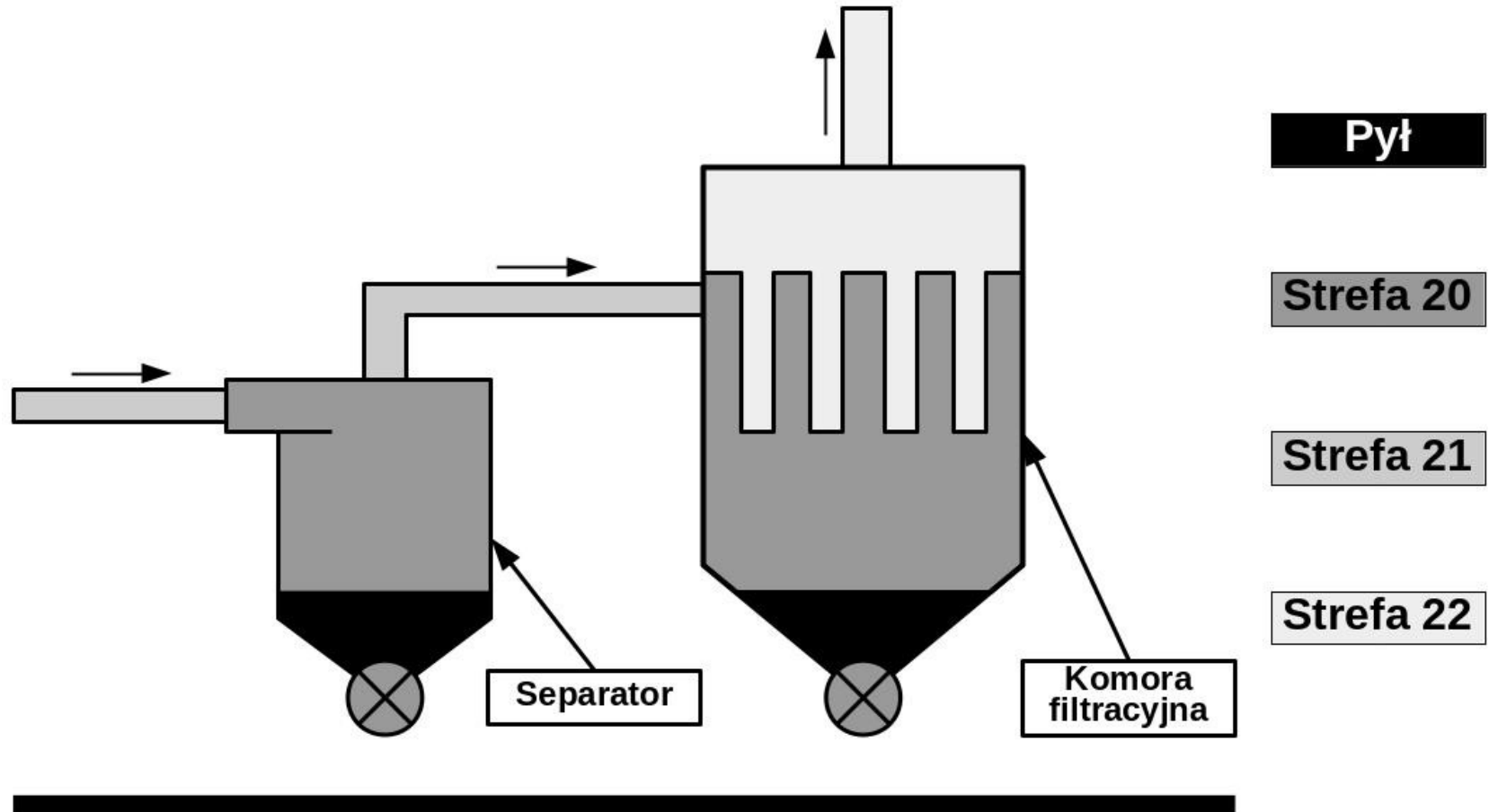
Przykład wyznaczania stref w przestrzeni zagrożonej wybuchem mieszanin pyłowych



Ex II 2G Ex ib IIC T6

Podział przestrzeni zagrożonych wybuchem na strefy

Przykład wyznaczania stref w przestrzeni zagrożonej wybuchem mieszanin pyłowych



II 2G Ex ib IIC T6

Podział urządzeń i systemów ochronnych na grupy

Grupy urządzeń

grupa I urządzeń – urządzenia przeznaczone do stosowania w wyrobiskach podziemnych kopalń i w częściach instalacji powierzchniowych tych kopalń, zagrożonych występowaniem gazu kopalnianego lub pyłu palnego, obejmujące kategorie urządzeń M1 i M2;

grupa II urządzeń – urządzenia przeznaczone do stosowania w innych miejscach zagrożonych występowaniem atmosfery wybuchowej (mieszanki gazowe lub pyłowe), obejmujące kategorie urządzeń 1, 2 i 3;

grupa III urządzeń – urządzenia przeznaczone do stosowania w innych miejscach zagrożonych występowaniem atmosfery wybuchowej (mieszanki pyłowe), obejmujące kategorie urządzeń 1, 2 i 3.

 II 2G Ex ib IIC T6

Podział urządzeń i systemów ochronnych na kategorie

Kategorie urządzeń

Kategoria urządzeń 1 – urządzenia zaprojektowane tak, aby mogły funkcjonować zgodnie z parametrami ruchowymi ustalonymi przez producenta oraz zapewniać bardzo wysoki poziom zabezpieczenia.

Kategoria urządzeń 2 – urządzenia zaprojektowane tak, aby mogły funkcjonować zgodnie z parametrami ruchowymi ustalonymi przez producenta i zapewniać wysoki poziom zabezpieczenia.

Kategoria urządzeń 3 – urządzenia zaprojektowane tak, aby mogły funkcjonować zgodnie z parametrami ruchowymi ustalonymi przez producenta oraz zapewniać normalny poziom zabezpieczenia.

Oznaczenie kategorii na urządzeniach elektrycznych zawiera dodatkowe litery np. 2G lub 2D, które oznaczają:

G – atmosfera wybuchowa spowodowana przez gazy, pary lub mgły;

D – atmosfera wybuchowa spowodowana przez pyły.

 II 2G Ex ib IIC T6

Podział urządzeń i systemów ochronnych na kategorie

Przykład oznaczenia urządzenia na podstawie norm IEC

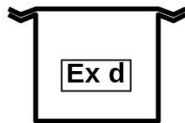
Alternatywną metodą doboru urządzeń pod kątem poziomu zabezpieczeń jest EPL – poziom zabezpieczenia urządzeń (ang. *Equipment Protection Level*). Metoda EPL ma integrować wymagania Dyrektywy ATEX z wymaganiami norm międzynarodowymi IEC. Przykłady stosowania:

- oznaczenie EPL Ga odpowiada kategorii 1G (atmosfery wybuchowe gazowe);
- oznaczenie EPL Db odpowiada kategorii 2D (atmosfery wybuchowe pyłowe);
- oznaczenie EPL Gc odpowiada kategorii 3G (atmosfery wybuchowe gazowe).

 II 2G Ex ib IIC T6

Rodzaj budowy przeciwwybuchowej

Urządzenia o budowie typu „d”



Urządzenie w osłonie ognioszczelnej to urządzenie elektryczne, w którym wszystkie części, które mogą spowodować zapalenie się mieszanin wybuchowych są umieszczone w obudowie o odpowiedniej wytrzymałości.

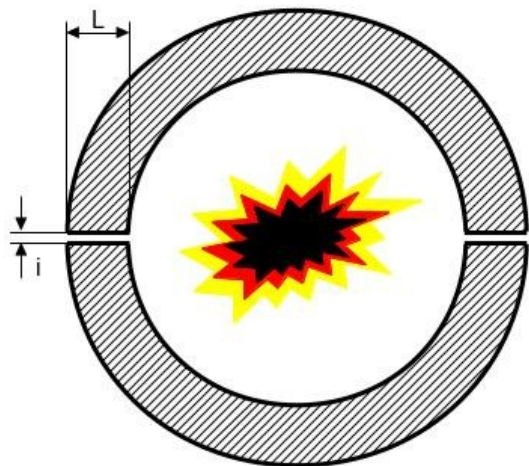
W przypadku zapalenia się mieszaniny wybuchowej, która przedostanie się do wnętrza urządzenia, eksplozja nie może uszkodzić obudowy i nie może przeniknąć na zewnątrz urządzenia. Obudowy urządzeń mają szczeliny gaszące gwarantujące ognioszczelność. Szczeliny charakteryzują się odpowiednimi wymiarami, tj. długością „L” i prześwitem „i”.

Długość i prześwit szczeliny gaszącej są tak dobrane aby gazy spalinowe powstające po zapaleniu się mieszaniny wybuchowej wewnątrz urządzenia przedostając się na zewnątrz zostały schłodzone do odpowiedniej temperatury.

Wymiary szczelin gaszących są uzależnione od klasy wybuchowości mieszaniny.

Urządzenia w osłonie ognioszczelnej są przeznaczone do eksploatacji w gazowych atmosferach wybuchowych w strefach 1 i 2.

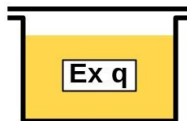
Wymagania dotyczące urządzeń w osłonie ognioszczelnej znajdują się w normie PN-EN 60079-1.



 II 2G Ex ib IIC T6

Rodzaj budowy przeciwwybuchowej

Urządzenia o budowie typu „q”



Urządzenie w osłonie piaskowej to urządzenie elektryczne, w którym wszystkie części, które mogą powodować iskrzenie lub mogą się nagrzewać do nadmiernych temperatur są umieszczone w wypełniaczu.

Jako wypełniacz stosuje się piasek kwarcowy lub kulki szklane.

Urządzenia są napełniane wypełniaczem przez producenta i zamknięte w sposób uniemożliwiający otwarcie osłony bez uszkodzenia urządzenia.

W przypadku uszkodzenia obudowy, naprawa musi być wykonana przez serwis upoważniony przez producenta.

Urządzenia w osłonie piaskowej są przeznaczone do eksploatacji w gazowych atmosferach wybuchowych w strefach 1 i 2.

Wymagania dotyczące urządzeń w osłonie piaskowej znajdują się w normie PN-EN 60079-5.

 II 2G Ex ib IIC T6

Rodzaj budowy przeciwwybuchowej

Urządzenia o budowie typu „o”



Urządzenie w osłonie olejowej to urządzenie elektryczne, w którym wszystkie części, które mogą powodować iskrzenie lub mogą się nagrzewać do nadmiernych temperatur są umieszczone w oleju lub w innej cieczy izolacyjnej. Przy najniższym poziomie cieczy ochronnej, części powinny zanurzone na głębokość nie mniejszą niż 25 mm. Części, które nie są zanurzone w cieczy, mają inną budowę przeciwwybuchową.

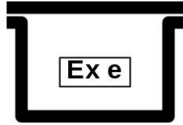
Urządzenia w osłonie olejowej są przeznaczone do eksploatacji w gazowych atmosferach wybuchowych w strefach 1 i 2.

Wymagania dotyczące urządzeń w osłonie olejowej znajdują się w normie PN-EN 60079-6.

 II 2G Ex ib IIC T6

Rodzaj budowy przeciwwybuchowej

Urządzenia o budowie typu „e”



Urządzenie w osłonie wzmocnionej to urządzenie elektryczne, w którym zostało ograniczone do minimum prawdopodobieństwo powstania iskrzenia, nadmiernego nagrzewanie obudowy i gromadzenia ładunków elektrostatycznych. Iskrzenie i nadmierne nagrzewanie obudów nie może występować w czasie normalnego działania i w przypadku uszkodzenia.

Urządzenia o budowie wzmocnionej mają zwiększoną pewność wykonania części elektrycznych i mechanicznych.

Rozruch silników o budowie wzmocnionej powinien być monitorowany tak aby nie przekroczyć maksymalnego czasu rozruchu t_E przy danym stosunku prądu rozruchowego początkowego do prądu znamionowego I_A/I_N .

Rozruch silnika i awaria polegająca na zatrzymaniu wirnika nie może powodować przekroczenia dopuszczalnych temperatur obudowy i wału wirnika.

Zaciski przyłączeniowe urządzenia o budowie wzmocnionej są umieszczane w skrzynkach zaciskowych o budowie wzmocnionej lub w osłonach ognioszczelnych. Do przyłączania przewodów mogą być stosowane jedynie zaciski śrubowe. Zaciski muszą być zabezpieczone przed odkręceniem się na skutek wibracji i nie mogą służyć do mocowania przewodów.

Urządzenia o budowie typu „e” są przeznaczone do eksploatacji w gazowych atmosferach wybuchowych.

Wymagania dotyczące urządzeń w osłonie wzmocnionej znajdują się w normie PN-EN 60079-7.

Zmiany w normalizacji doprowadziły do wprowadzenia nowych oznaczeń „eb” i „ec”. Oznaczenie „eb” zastępuje dawne oznaczenie „e”, a oznaczenie „ec” zastępuje dawne oznaczenie nA.

 II 2G Ex ib IIC T6

Rodzaj budowy przeciwwybuchowej

Urządzenia o budowie typu „i”



Urządzenie iskrobezpieczne to urządzenie elektryczne, które w połączeniu ze skojarzonymi z nim obwodami i urządzeniami towarzyszącymi, w którym ograniczenie możliwości zapalenia mieszaniny wybuchowej polega na odpowiednim doborze parametrów elektrycznych obwodu. Bezpieczeństwo obwodów iskrobezpiecznych zależy w dużym stopniu od nieuszkodzalności elementów oraz separacji elektrycznej od pozostałych obwodów.

Urządzenie towarzyszące – to urządzenie elektryczne, które zawiera zarówno obwody iskrobezpieczne i obwody nieiskrobezpieczne i jest tak skonstruowane aby nie wpływać niekorzystnie na obwody iskrobezpieczne.

Oznaczenie umieszczone w nawiasie np. [Ex ia] na urządzeniu elektrycznym towarzyszącym, dotyczy skojarzonego z nim urządzenia znajdującego się w strefie zagrożonej wybuchem.

Elementy nieuszkodzalne – to elementy lub zespoły elementów, które są uważane za niepodlegające pewnym rodzajom uszkodzeń określonym w normie PN-EN 60079-11.

Uszkodzenie niezliczane – uszkodzenie występujące w częściach elektrycznych urządzenia nie objętego wymaganiami normy PN-EN 60079-11.

Uszkodzenie zliczane – uszkodzenie występujące w częściach elektrycznych urządzenia objętego wymaganiami normy PN-EN 60079-11.

Urządzenia o budowie typu „i” są przeznaczone do eksploatacji w gazowych i pyłowych atmosferach wybuchowych.

Wymagania dotyczące urządzeń iskrobezpiecznych znajdują się w normie PN-EN 60079-11.

 II 2G Ex ib IIC T6

Rodzaj budowy przeciwwybuchowej

Urządzenia o budowie typu „i”



Urządzenia w wykonaniu iskrobezpiecznym dzielą się na:

ia – urządzenia, które nie powodują zapalenia się mieszanin wybuchowych:

- w czasie normalnego działania oraz w przypadku wystąpienia uszkodzeń niezliczanych stwarzających najbardziej niekorzystne warunki;
- w czasie normalnego działania oraz w przypadku wystąpienia jednego uszkodzenia zliczanego i uszkodzeń niezliczanych stwarzających najbardziej niekorzystne warunki;
- w czasie normalnego działania oraz w przypadku wystąpienia dwóch uszkodzeń zliczanych i uszkodzeń niezliczanych stwarzających najbardziej niekorzystne warunki;

ib – urządzenia, które nie powodują zapalenia się mieszanin wybuchowych:

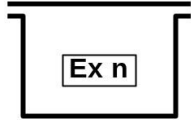
- w czasie normalnego działania oraz w przypadku wystąpienia uszkodzeń niezliczanych stwarzających najbardziej niekorzystne warunki;
- w czasie normalnego działania oraz w przypadku wystąpienia jednego uszkodzenia zliczanego i uszkodzeń niezliczanych stwarzających najbardziej niekorzystne warunki;

ic – urządzenia, które nie powodują zapalenia się mieszanin wybuchowych w czasie normalnego działania.

 II 2G Ex ib IIC T6

Rodzaj budowy przeciwwybuchowej

Urządzenia o budowie typu „n”



Urządzenie o budowie przeciwwybuchowej n to urządzenie elektryczne w którym konstrukcja lub zasada działania ogranicza możliwość zapalenia mieszaniny wybuchowej.

Urządzenia dzielą się na:

- nA** – urządzenia nieiskrzące (nie dotyczy prac pod napięciem, regulacji, itp.);
- nC** – urządzenia iskrzące z zestykami osłoniętymi w taki sposób aby nie miały styczności z mieszaniną wybuchową;
- nR** – urządzenia w szczelnej obudowie ograniczającej wnikanie do wnętrza mieszaniny wybuchowej;
- nL** – urządzenia o ograniczonej energii o konstrukcji zbliżonej do urządzeń iskrobezpiecznych;
- nP** – urządzenia z uproszczonym układem przewietrzania.

Urządzenia o budowie przeciwwybuchowej „n” są przeznaczone do eksploatacji w gazowych atmosferach wybuchowych strefie 2.

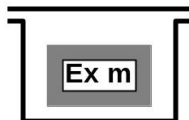
Wymagania dotyczące urządzeń o budowie przeciwwybuchowej typu „n” znajdują się w normie PN-EN 60079-15.

Zmiany w normalizacji doprowadziły do wprowadzenia nowych oznaczeń „eb” i „ec”. Oznaczenie „eb” zastępuje dawne oznaczenie „e”, a oznaczenie „ec” zastępuje dawne oznaczenie nA.

 II 2G Ex ib IIC T6

Rodzaj budowy przeciwwybuchowej

Urządzenia o budowie typu „m”



Urządzenie o budowie hermetyzowanej to urządzenie elektryczne, w którym części iskrzące i nagrzewające się, są zalane masą izolacyjną. Masa izolacyjna uniemożliwia zapalenie się mieszaniny wybuchowej przenikającej do wnętrza urządzenia.

Rozróżnia się trzy poziomy ochrony urządzeń:

ma – poziom zapewnia bezpieczeństwo w czasie normalnego działania i w czasie możliwych do przewidzenia uszkodzeń oraz w przypadku uszkodzeń mało prawdopodobnych;

mb – poziom zapewnia bezpieczeństwo w czasie normalnego działania i w czasie możliwych do przewidzenia uszkodzeń;

mc – poziom zapewnia bezpieczeństwo w czasie normalnego działania.

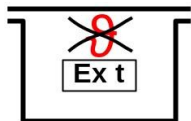
Urządzenia o budowie typu „m” są przeznaczone do eksploatacji w gazowych i pyłowych atmosferach wybuchowych.

Wymagania dotyczące urządzeń o budowie hermetyzowanej znajdują się w normie PN-EN 60079-18.

 II 2G Ex ib IIC T6

Rodzaj budowy przeciwwybuchowej

Urządzenia o budowie typu „t”



Urządzenia o obudowie chroniącej przed nadmierną temperaturą powierzchni i wnikaniem pyłu.

Rozróżnia się trzy poziomy ochrony urządzeń:

ta – poziom zapewnia bezpieczeństwo w czasie normalnego działania i w czasie możliwych do przewidzenia uszkodzeń oraz w przypadku uszkodzeń mało prawdopodobnych;

tb – poziom zapewnia bezpieczeństwo w czasie normalnego działania i w czasie możliwych do przewidzenia uszkodzeń;

tc – poziom zapewnia bezpieczeństwo w czasie normalnego działania.

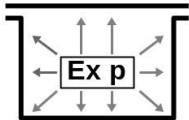
Urządzenia o budowie typu „t” są przeznaczone do eksploatacji w pyłowych atmosferach wybuchowych.

Wymagania dotyczące urządzeń o budowie obudowie chroniącej przed nadmierną temperaturą powierzchni i wnikaniem pyłu znajdują się w normie PN-EN 60079-31.

 II 2G Ex ib IIC T6

Rodzaj budowy przeciwwybuchowej

Urządzenia o budowie typu „p”



Urządzenie z osłoną gazową z nadciśnieniem to urządzenie elektryczne, w którym wszystkie części iskrzące lub nagrzewające się są umieszczone w osłonie napełnionej gazem ochronnym pod stałym ciśnieniem lub stale przewietrzanej gazem ochronnym z nadciśnieniem w stosunku do otoczenia urządzenia. Gazem ochronnym może być powietrze lub inny niepalny gaz.

Temperatura gazu musi być odpowiednia tak aby nie przekroczyć temperatur dopuszczalnych dla danych klas temperaturowych.

Oslony gazowe dzieli się na trzy typy:

px – zmienia klasyfikację przestrzeni wewnątrz urządzenia z przestrzeni zagrożonej wybuchem o strefie 1 do przestrzeni niezagrożonej wybuchem;

py – zmienia klasyfikację przestrzeni wewnątrz urządzenia z przestrzeni zagrożonej wybuchem o strefie 1 do przestrzeni zagrożonej wybuchem o strefie 2;

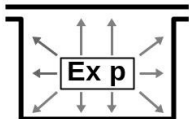
pz – zmienia klasyfikację przestrzeni wewnątrz urządzenia z przestrzeni zagrożonej wybuchem o strefie 2 do przestrzeni niezagrożonej wybuchem.

Włączenie napięcia powinno być poprzedzone wstępnym przedmuchianiem w celu usunięcia mieszaniny wybuchowej z osłon urządzenia i rurociągów doprowadzających gaz ochronny.

 II 2G Ex ib IIC T6

Rodzaj budowy przeciwwybuchowej

Urządzenia o budowie typu „p”



Urządzenie powinno być wyposażone w przyrządy do automatycznej i wzrokowej kontroli ciśnienia.

Urządzenia z osłoną gazową z nadciśnieniem powinny być wyposażone w blokady i zabezpieczenia:

- blokada załączenia napięcia przed zakończeniem przedmuchu wstępnego;
- zabezpieczenie przed spadkiem ciśnienia uruchamiające sygnalizację lub wyłączające zasilanie elektryczne.

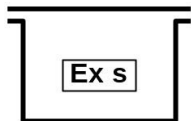
Urządzenia z osłoną gazową z nadciśnieniem „p” są przeznaczone do eksploatacji w gazowych i pyłowych atmosferach wybuchowych.

Wymagania dotyczące urządzeń z osłoną gazową z nadciśnieniem typu „p” znajdują się w normie PN-EN 60079-2.

 II 2G Ex ib IIC T6

Rodzaj budowy przeciwwybuchowej

Urządzenia o budowie typu „s”



Urządzenia o budowie specjalnej.

Rozróżnia się trzy poziomy ochrony urządzeń:

sa – poziom zapewnia bezpieczeństwo w czasie normalnego działania i w czasie możliwych do przewidzenia uszkodzeń oraz w przypadku uszkodzeń mało prawdopodobnych;

sb – poziom zapewnia bezpieczeństwo w czasie normalnego działania i w czasie możliwych do przewidzenia uszkodzeń;

sc – poziom zapewnia bezpieczeństwo w czasie normalnego działania.

Urządzenia o budowie typu „s” są przeznaczone do eksploatacji w gazowych i pyłowych atmosferach wybuchowych.

Wymagania dotyczące urządzeń o budowie specjalnej typu „s” znajdują się w normie IEC 60079-33.

 II 2G Ex ib IIC T6

Podział systemów i urządzeń ochronnych na podgrupy

Podział na podgrupy

Urządzenia elektryczne przeznaczone do eksploatacji w przestrzeniach zagrożonych wybuchem mieszanin cieczy i gazów z powietrzem:

podgrupa **IIA** - grupa propanowa (260 μJ);

podgrupa **IIB** - grupa etylenowa (95 μJ);

podgrupa **IIC** - grupa wodorowa (18 μJ)

Urządzenia elektryczne przeznaczone do eksploatacji w przestrzeniach zagrożonych wybuchem mieszanin pyłów i włókien z powietrzem:

podgrupa **IIIA** – drobne cząsteczki zawierające włókna > 500 μm ;

podgrupa **IIIB** – pył nieprzewodzący ($\rho > 10^3 \Omega\text{m}$);

podgrupa **IIIC** – pył przewodzący ($\rho \leq 10^3 \Omega\text{m}$).

 II 2G Ex ib IIC T6

Podział systemów i urządzeń ochronnych na podgrupy

Podział na podgrupy

Urządzenia elektryczne w wykonaniu iskrobezpiecznym:

- podgrupa **IIA** – MIC > 0,8;
- podgrupa **IIB** – MIC 0,45÷0,8;
- podgrupa **IIC** – MIC < 0,45;

MPZ – **prąd zapalający minimalny** (ang. *MIC* – *Minimum Igniting Current*) – stosunek najmniejszej wartości prądu zapalającego mieszaninę wybuchową do wartości prądu zapalającego metan laboratoryjny.

Urządzenia elektryczne w obudowach ognioszczelnych:

- podgrupa **IIA** – MESG > 0,9 mm;
- podgrupa **IIB** – MESG 0,5÷0,9 mm;
- podgrupa **IIC** – MESG < 0,5 mm.

MDBP – **prześwit doświadczalny maksymalny bezpieczny** (ang. *MESG* – *Maximum Experimental Safe Gap*) – maksymalny prześwit szczeliny obudowy ognioszczelnej uniemożliwiający przenoszenie się eksplozji ustalony w doświadczalny sposób.

 II 2G Ex ib IIC T6

Podział systemów i urządzeń ochronnych na podgrupy

Dobór urządzeń ze względu na wymaganą podgrupę

Związek pomiędzy wymaganą podgrupą,
a podgrupą urządzeń, które mogą być zastosowane

Wymagana podgrupa urządzeń	Dozwolona podgrupa urządzeń
IIA	II, IIA, IIB lub IIC
IIB	II, IIB lub IIC
IIC	II lub IIC
IIIA	IIIA, IIIB lub IIIC
IIIB	40IIIB lub IIIC
IIIC	IIIC

 II 2G Ex ib IIC T6

Klasy temperaturowe

Oznaczenia klas temperaturowych

Klasy temperaturowe mieszanin wybuchowych (gazowych i pyłowych), temperatury samozapalenia się mieszanin wybuchowych i największe dopuszczalne temperatury powierzchni urządzeń

Oznaczenie klasy temperaturowej	Temperatura samozapalenia się mieszaniny wybuchowej °C	Największa dopuszczalna temperatura powierzchni urządzenia °C
T1	> 450	450
T2	300 ÷ 450	300
T3	200 ÷ 300	200
T4	135 ÷ 200	135
T5	100 ÷ 135	100
T6	85 ÷ 100	85

 II 2G Ex ib IIC T6

Systemy iskrobezpieczne

Maksymalne dopuszczalne parametry elektryczne urządzeń, które nie powodują utraty iskrobezpieczeństwa

Źródła zasilania:

U_o – napięcie maksymalne (wartość szczytowa), przy napięciu zasilania nie przekraczającym wartości maksymalnej;

I_o – prąd maksymalny (wartość szczytowa);

P_o – moc maksymalna;

C_o – pojemność maksymalna;

L_o – indukcyjność maksymalna;

L_o/R_o – stosunek maksymalny indukcyjności do rezystancji.

Urządzeń obiektowe:

U_i – napięcie maksymalne (wartość szczytowa);

I_i – prąd maksymalny (wartość szczytowa);

P_i – moc maksymalna;

C_i – pojemność maksymalna;

L_i – indukcyjność maksymalna;

L_i/R_i – stosunek maksymalny indukcyjności do rezystancji.

Przewody:

C_c – pojemność maksymalna ($C_c = C_o - C_i$);

L_c – indukcyjność maksymalna ($L_c = L_o - L_i$);

L_c/R_c – stosunek maksymalny indukcyjności do rezystancji.

Systemy iskrobezpieczne

Przewody

Przewody przeznaczone do obwodów iskrobezpiecznych są podzielone na trzy typy: A, B i C, inne przewody niespełniające wymagań dla typów A, B lub C nie mogą być stosowane. Izolacja przewodów musi wytrzymywać próbę napięciem 500 V AC lub 750 V DC przyłożonym pomiędzy połączone żyły, a ekran (pancerz). W przypadku przewodów wielożyłowych, w których poszczególne obwody mają przewodzące ekrany, izolacja musi wytrzymywać próbę napięciem 1000 V AC lub 1500 V DC przyłożonym pomiędzy połowę połączonych razem żył, a drugą połowę połączonych razem żył. Parametry elektryczne przewodów C_c i L_c lub L_c i L_c/R_c muszą być zgodne z wymaganiami normy PN-EN 60079-25.

Dodatkowo poszczególne typy przewodów powinny spełniać następujące wymagania:

- **przewód typu A** – przewód wyposażony w ekran pokrywający co najmniej 60 % powierzchni;
- **przewód typu B** – przewód przeznaczony do instalacji stałej, chroniony przed uszkodzeniami, o napięciu U_o nieprzekraczającym 60 V;
- **przewód typu C** – brak dodatkowych wymagań.

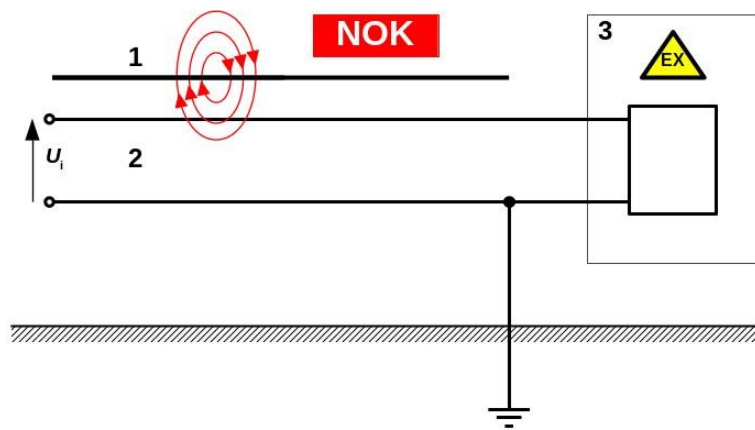


Przewód typu B przeznaczony do obwodów iskrobezpiecznych
(oznaczony kolorem jasnoniebieskim)

Systemy iskrobezpieczne

Przewody

Przewody obwodów innych niż iskrobezpieczne nie powinny oddziaływać na przewody obwodów iskrobezpiecznych. W przypadku stosowania przewodów ekranowanych w obwodach systemów iskrobezpiecznych, ekrany uziemia się w jednym punkcie, najlepiej poza przestrzenią zagrożoną wybuchem.



Oddziaływanie przewodu nienależącego do systemu iskrobezpiecznego na przewody systemu iskrobezpiecznego.

1 – przewód nienależący do obwodów iskrobezpiecznych; 2 – obwód iskrobezpieczny;
3 – urządzenie iskrobezpieczne lub urządzenie proste w strefie zagrożonej.

Systemy iskrobezpieczne

Przykład weryfikacji zgodności parametrów elektrycznych

Parametry elektryczne urządzeń i przewodów systemów iskrobezpiecznych powinny spełniać określone wymagania:

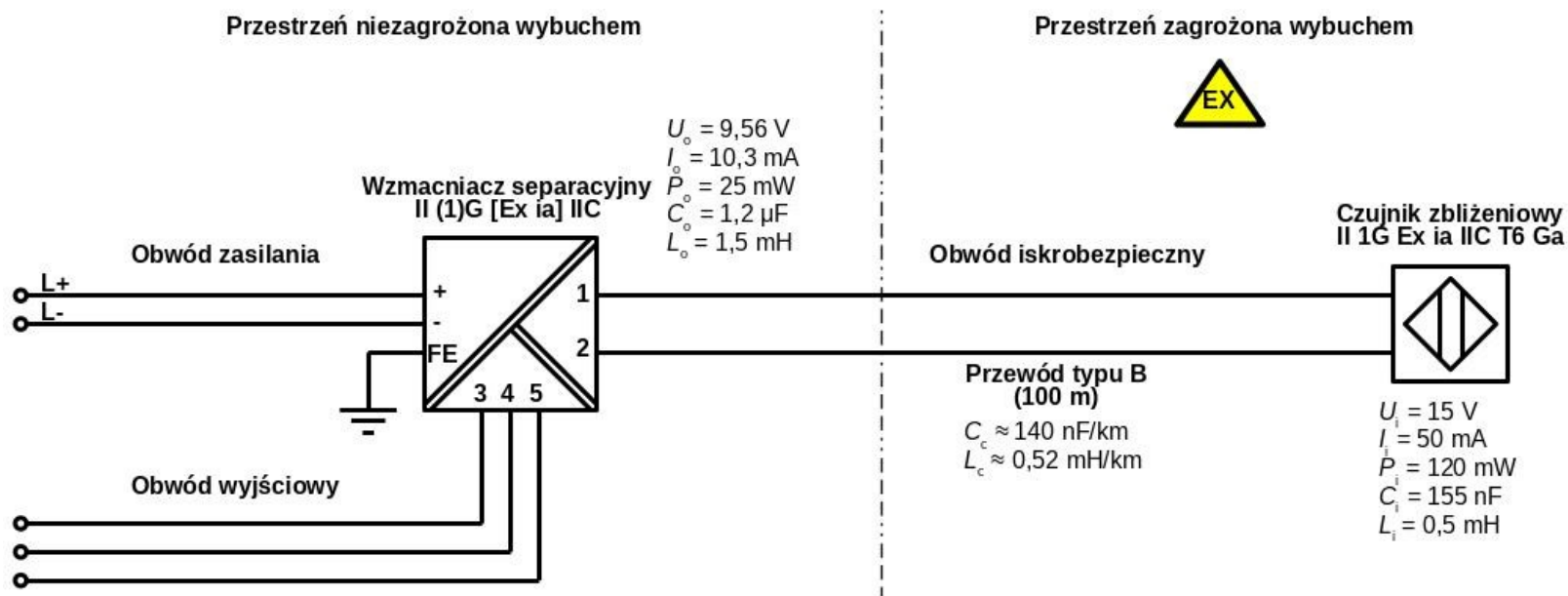
$$U_o \leq U_i$$

$$I_o \leq I_i$$

$$P_o \leq P_i$$

$$L_o \geq L_i + L_c$$

$$C_o \geq C_i + C_c$$

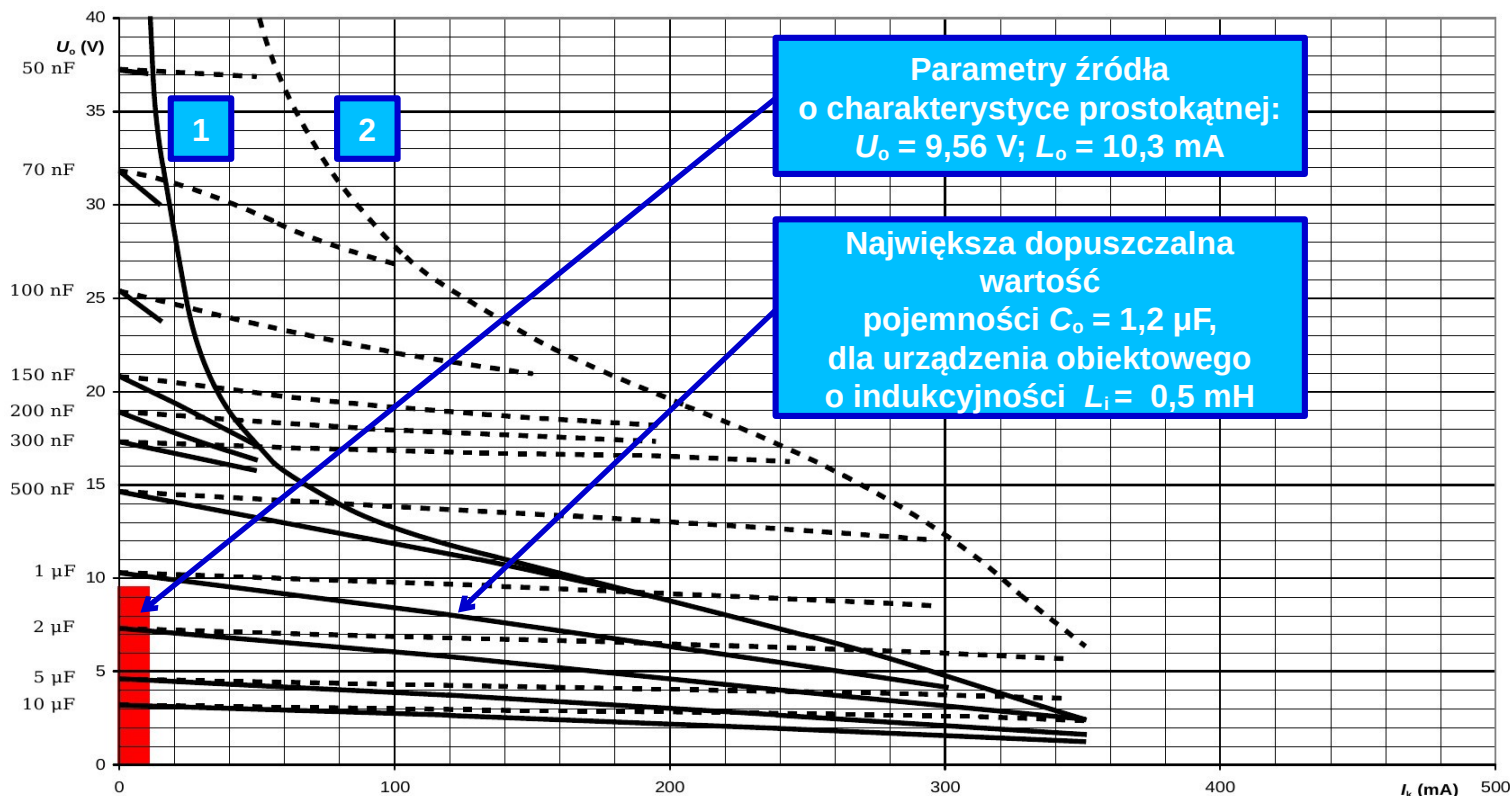


System iskrobezpieczny wyposażony we wzmacniacz separacyjny (urządzenie towarzyszące), czujnik położenia (urządzenie iskrobezpieczne) i przewody.

Systemy iskrobezpieczne

Ograniczenie parametrów C_o i L_o występujących równocześnie

Jeżeli w obwodzie iskrobezpiecznym są używane równocześnie skumulowane indukcyjności L_i i pojemności C_i , to ich wartości mogą wymagać ograniczenia zgodnie z raportem PTB ThEx-10 i/lub normą PN-EN 60079-25.



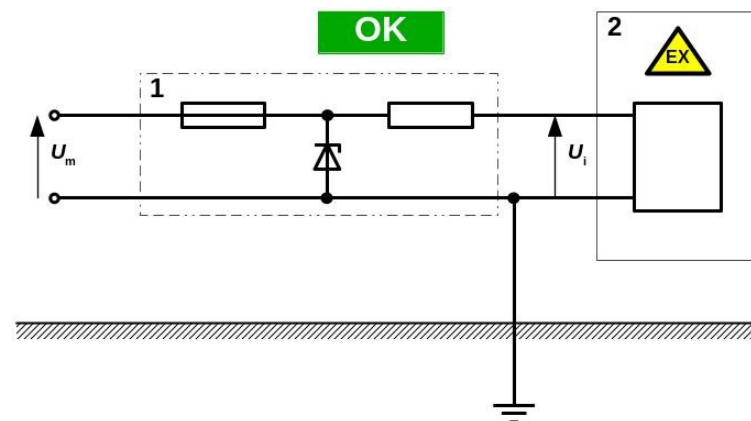
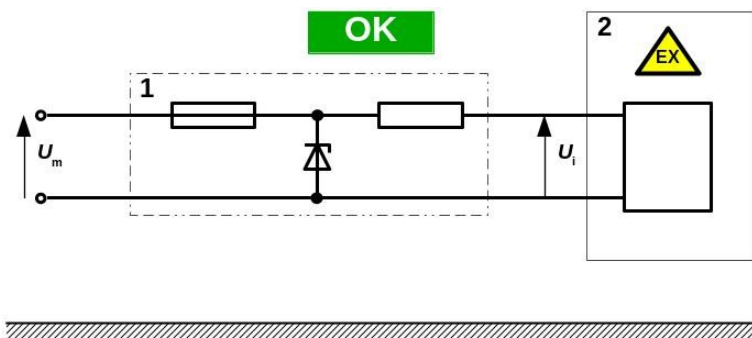
Wykresy z krzywymi odniesienia dla uniwersalnych charakterystyk źródeł – grupa IIC, indukcyjność 0,5 mH
1 – wartości graniczne dla danej wartości indukcyjności w przypadku źródła o charakterystyce prostokątnej;
2 – wartości graniczne dla danej wartości indukcyjności w przypadku źródła o charakterystyce liniowej

Systemy iskrobezpieczne

Uziemianie obwodów

Obwody systemów elektrycznych iskrobezpiecznych mogą być uziemione lub izolowane od ziemi. Uziemienie obwodu systemów iskrobezpiecznych przyłącza się do układu połączeń wyrównawczych.

Uziemienie powinno być przyłączone do obwodu systemu iskrobezpiecznego poza strefą niebezpieczną.



Nieuziemiony obwód systemu iskrobezpiecznego.

- 1** – urządzenie towarzyszące w przestrzeni niezagrożonej;
- 2** – urządzenie iskrobezpieczne lub urządzenie proste w przestrzeni zagrożonej

Uziemiony obwód systemu iskrobezpiecznego.

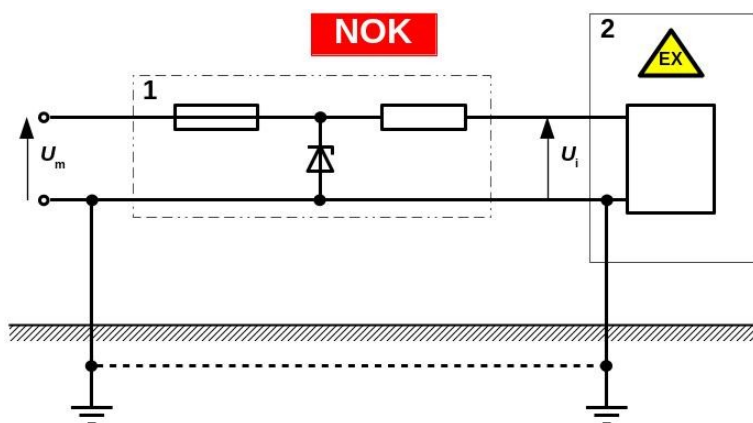
- 1** – urządzenie towarzyszące w przestrzeni niezagrożonej;
- 2** – urządzenie iskrobezpieczne iskrobezpieczne lub urządzenie proste w przestrzeni zagrożonej.

Systemy iskrobezpieczne

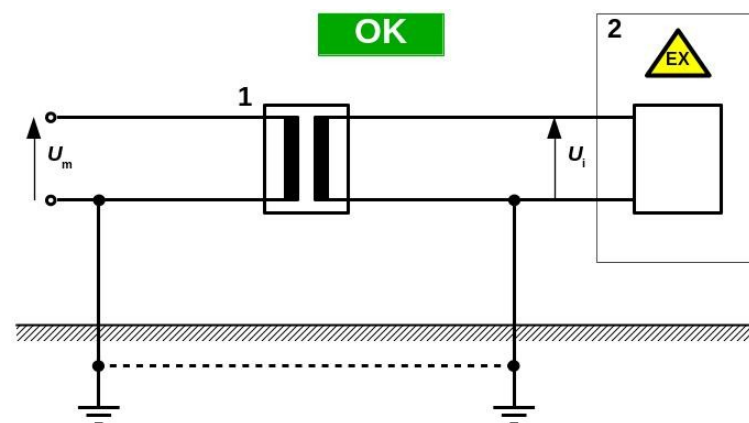
Uziemianie obwodów

W przypadku uziemiania w dwóch punktach, stosuje się separację np. wzmacniacz separacyjny, tak aby uzyskać oddzielone galwanicznie części obwodu z uziemieniem w jednym punkcie.

Uziemienie w dwóch punktach bez separacji spowoduje powstanie pętli przewodzącej, która przy różnicy potencjałów pomiędzy przewodami uziemiaczami spowoduje przepływ prądu błędającego. Prąd błędający może spowodować zakłócenia zagrażające bezpieczeństwu systemów iskrobezpiecznych.



Uziemiony obwód systemu iskrobezpiecznego.
1 – urządzenie towarzyszące w przestrzeni niezagrażonej;
2 – urządzenie iskrobezpieczne iskrobezpieczne lub urządzenie proste w przestrzeni zagrożonej.



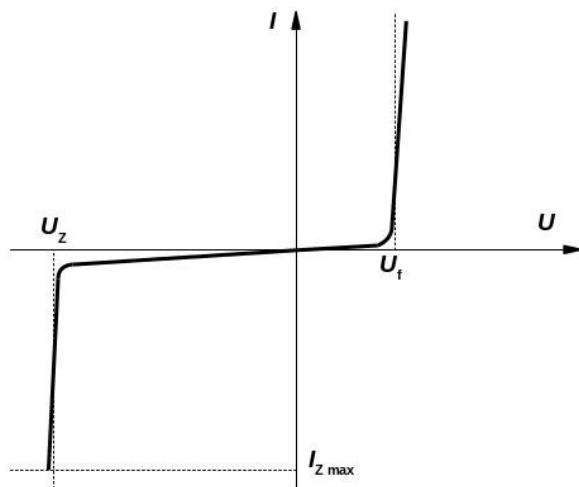
Uziemiony obwód systemu iskrobezpiecznego.
1 – urządzenie towarzyszące w przestrzeni niezagrażonej;
2 – urządzenie iskrobezpieczne iskrobezpieczne lub urządzenie proste w przestrzeni zagrożonej.

Systemy iskrobezpieczne

Bariery ochronne diodowe

Bariery ochronne diodowe ograniczają poziom energii w przestrzeniach zagrożonych wybuchem do poziomu dopuszczalnego w czasie normalnego działania oraz w czasie zwarc. Ważnym elementem barier są **diody Zenera**.

Dioda Zenera spolaryzowana w kierunku przewodzenia posiada właściwości typowe dla zwykłych diod, przy napięciu progowym U_f wynoszącym około 0,7 V zaczynają przewodzić prąd. Przy polaryzacji w kierunku zaporowym i przekroczeniu napięcia progowego U_z dioda przewodzi prąd i stabilizuje napięcie. Dioda Zenera w kierunku zaporowym nie ulega uszkodzeniu, jeżeli nie zostanie przekroczony maksymalny dopuszczalny prąd $I_{z\max}$. Jeżeli w kierunku zaporowym napięcie nie przekracza wartości napięcia progowego U_z , to dioda przewodzi prąd o niewielkiej wartości (kilka μA). Napięcia progowe U_z diod Zenera, mają różne wartości w zależności od konstrukcji.



Symbol diody Zenera
A – anoda, K - katoda

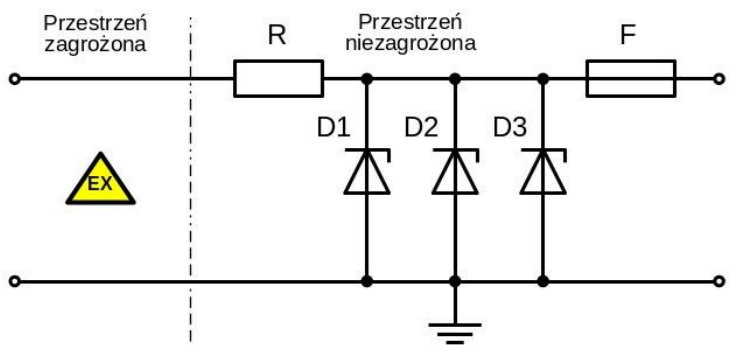
Systemy iskrobezpieczne

Bariery ochronne diodowe

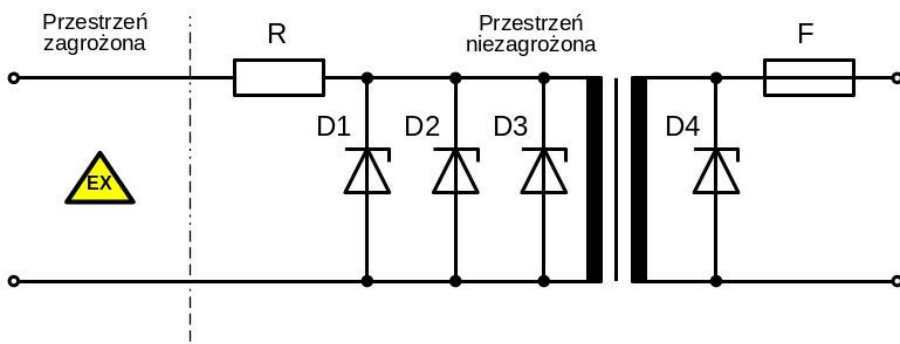
W czasie normalnej pracy, jeżeli napięcie nie przekracza napięcia progowego, diody Zenera nie przewodzą, prąd w gałęzi szeregowej jest ograniczany przez rezystor i bezpiecznik (bezpieczniki o małej wartości prądu znamionowego mają dużą rezystancję). W przypadku wzrostu napięcia powyżej napięcia progowego, diody Zenera zaczynają przewodzić stabilizując napięcie. W przypadku nadmiernego wzrostu prądu spowodowanego zwarcieniem w gałęzi równoległej (np. uszkodzenie jednej z diod), lub w gałęzi szeregowej (uszkodzenie lub zbocznikowanie rezystora) następuje wyłączenie obwodu przez bezpiecznik.

Trzy diody Zenera zapewniają dużą niezawodność układu, jeżeli jedna z diod na skutek uszkodzenia przestanie przewodzić prąd i stabilizować napięcie, pozostałe sprawne diody dalej zapewniają właściwości ochronne bariery.

Diody i rezystor mają odpowiednie wykonanie gwarantujące **nieuszkodzalność**. Bezpiecznik jest elementem bezpiecznym w przypadku uszkodzenia (ang. *fail-safe*).



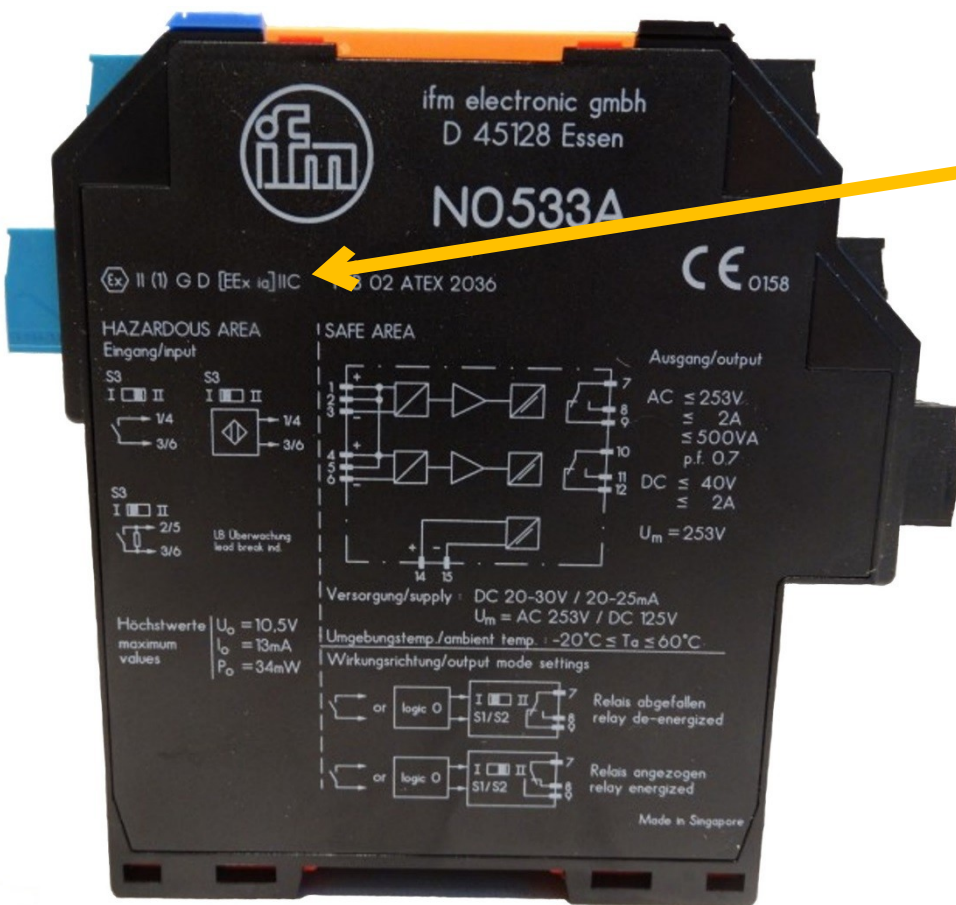
Bariera ochronna diodowa



Bariera ochronna diodowa z separacją

Systemy iskrobezpieczne

Wzmacniacze separacyjne



Ex II (1) GD [EEEx ia] IIC

II (1)GD [EE ia] IIC

- II – grupa urządzenia;
- (1) – kategoria urządzenia przyłączonego w przestrzeni Zagrożonej wybuchem;
- GD – atmosfery gazowe lub pyłowe
- [EEEx ia] – urządzenie przeznaczone do montażu w przestrzeniach niezagrożonych wybuchem;
- IIC – podgrupa urządzenia.

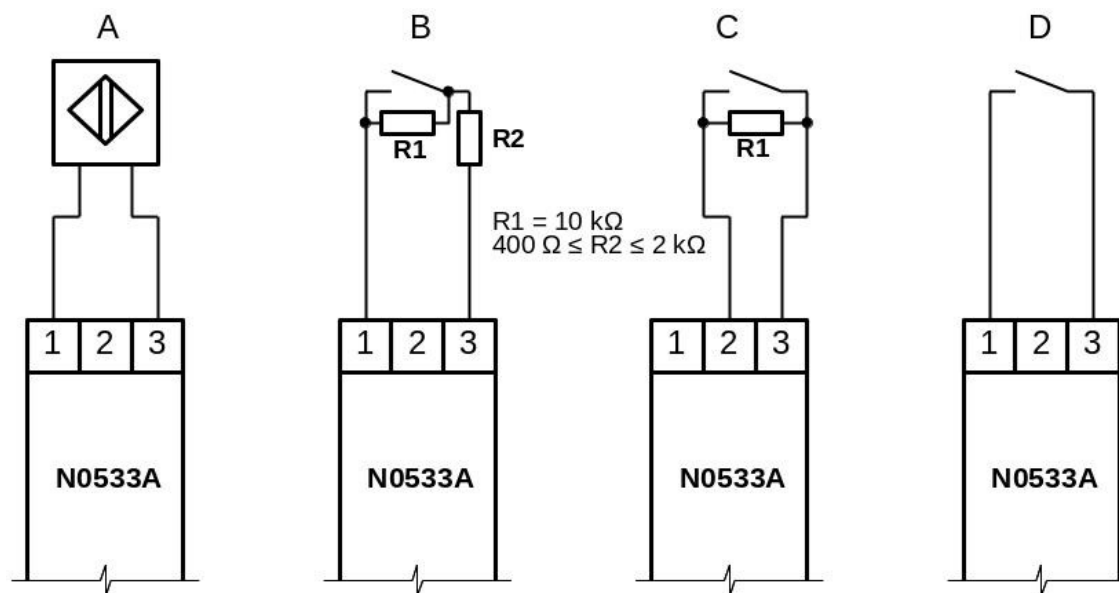
Wzmacniacz separacyjny N0533A (ifm)

Systemy iskrobezpieczne

Wzmacniacze separacyjne



Wzmacniacz
Separacyjny
N0533A (ifm)



Przyłączenie urządzeń do wzmacniacza separacyjnego.
A – czujnik zbliżeniowy, certyfikowany; B – łącznik (urządzenie proste),
układ monitoruje ciągłość przewodów i zwarcia w obwodzie;
C – łącznik (urządzenie proste), układ monitoruje ciągłość przewodów;
D – łącznik (urządzenie proste).

Systemy iskrobezpieczne

Urządzenia proste

Urządzenie proste – to urządzenie o prawidłowo określonych parametrach odpowiadających obwodom, w których mają być stosowane.

Urządzenia proste nie muszą być certyfikowane, ale muszą posiadać oznaczenie pozwalające na ich identyfikację. Urządzeniami prostymi mogą być np.: zestyki, łączniki termoelementy, proste elementy półprzewodnikowe. Urządzenia proste, które są źródłami energii powinny operować odpowiednio niskim poziomem energii, parametry tych urządzeń nie mogą przekraczać dopuszczalnych wartości:

- napięcie $U_o \leq 1,5 \text{ V}$;
- prąd wyjściowy $I_o \leq 100 \text{ mA}$;
- moc wyjściowa $P_o \leq 25 \text{ mW}$.

Klasa temperaturowa dla urządzeń prostych może być wyznaczona za pomocą zależności:

$$T = P_o \cdot R_{th} + T_{amb}$$

Rezystancję cieplną można obliczyć z zależności:

$$R_{th} = \frac{\Delta T}{P_o}$$

gdzie:

T – klasa temperaturowa

P_o – moc wyjściowa maksymalna;

R_{th} – rezystancja cieplna;

T_{amb} – temperatura otoczenia w miejscu instalacji urządzenia prostego;

ΔT – przyrost temperatury w stopniach.

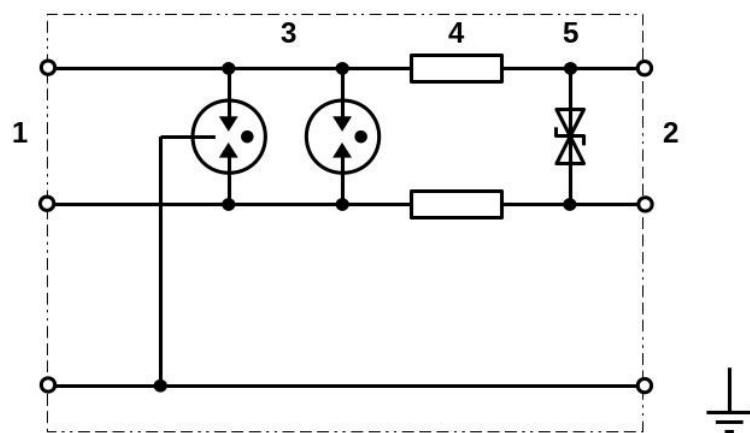


Urządzenie proste – termoogniwo (4....20 mA)

Systemy iskrobezpieczne

Ograniczanie przepięć

Systemy elektryczne iskrobezpieczne powinny być chronione przed przepięciami, które mogą spowodować iskrzenie w obwodach systemu. Ograniczniki przepięć (SPD) w obwodach systemów elektrycznych iskrobezpiecznych powinny być zdolne odprowadzać prąd udarowy w wartości 10 kA (8/20). Urzewód uziemiający SPD powinien mieć przekrój co najmniej 4 mm². Poziom zabezpieczenia powinien być określony dla danego obwodu systemu iskrobezpiecznego.



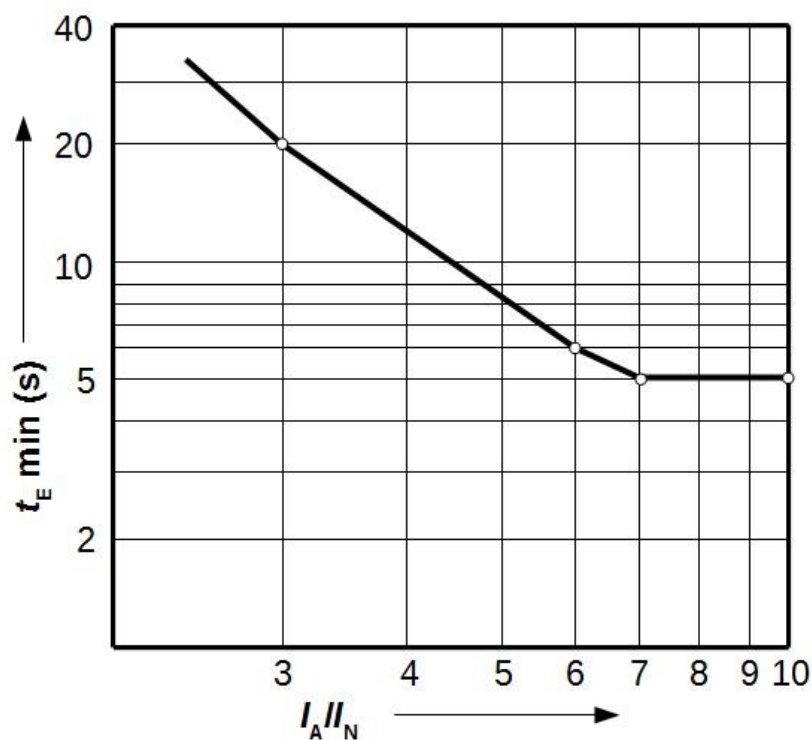
Ogranicznik przepięć przeznaczony do
nieuziemionych systemów iskrobezpiecznych
1 – obwód wejściowy (zasilanie)
2 – obwód wyjściowy (urządzenie chronione);
3 – iskierniki; 4 – rezystory odsprężające;
5 – dioda lawinowa.

Zabezpieczanie silników indukcyjnych o budowie wzmocnionej

Dopuszczalny czas rozruchu

Rozruch silników o budowie przeciwwybuchowej typu „eb” musi być monitorowany. Zabezpieczenie nadprądowe powinno zadziałać przy danym stosunku prądu rozruchowego początkowego do prądu znamionowego I_A/I_N przed upływem największego dopuszczalnego czasu rozruchu t_E .

Wartości I_A/I_N i t_E są podane na tabliczkach znamionowych silników o budowie wzmocnionej. Czas t_E nie może być mniejszy niż 7 s w przypadku silników niskiego napięcia i 5 s w przypadku silników wysokiego napięcia. Stosunek I_A/I_N nie może być większy niż 10.



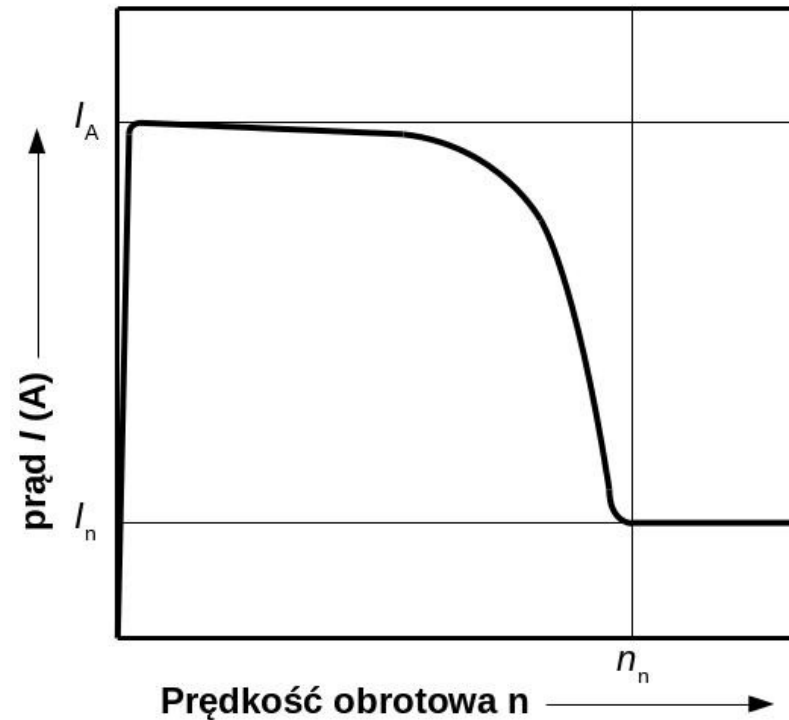
Krzywa najmniejszych dopuszczalnych czasów nagrzewania (t_E).

Zabezpieczanie silników indukcyjnych o budowie wzmocnionej

Prąd rozruchowy silnika indukcyjnego

Prąd rozruchowy

I_A/I_N – stosunek początkowego prądu rozruchowego do prądu znamionowego.



Charakterystyka rozruchowa silnika indukcyjnego

Zabezpieczanie silników indukcyjnych o budowie wzmocnionej

Przyrosty temperatury

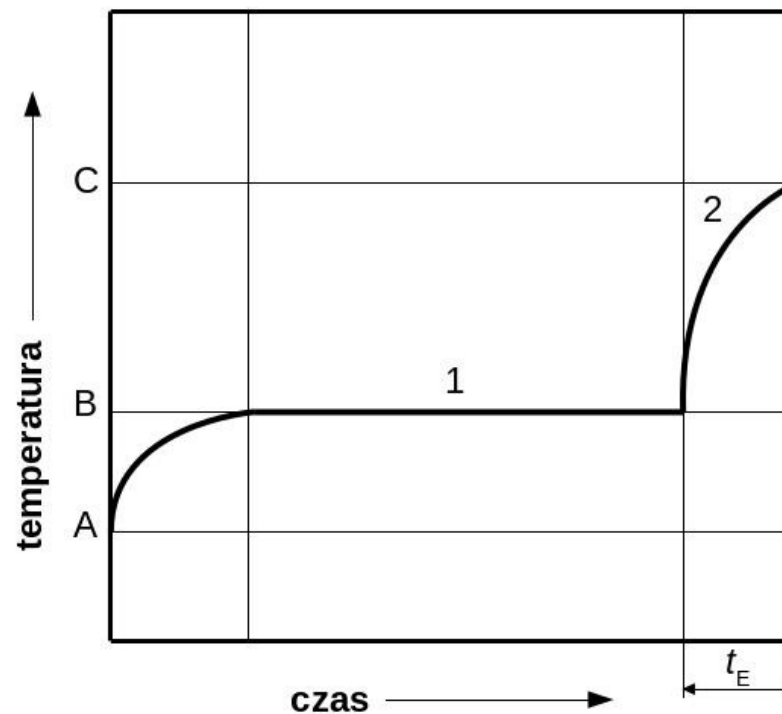
1 – przyrost temperatury w warunkach znamionowych; 2 – przyrost temperatury przy przeciążeniu;

A – największa dopuszczalna temperatura otoczenia (zwykle 40 °C);

B – temperatura ustalona w warunkach znamionowych;

C – temperatura dopuszczalna graniczna.

t_E – czas na nagrzewania uzwojeń silnika od temperatury ustalonej przy znamionowym obciążeniu w największej dopuszczalnej temperaturze otoczenia do temperatury dopuszczalnej.



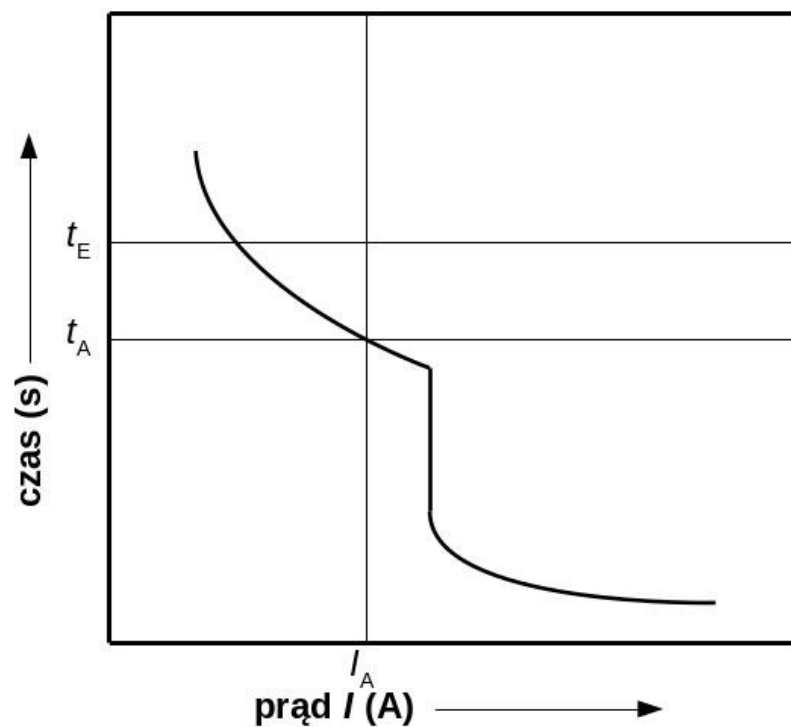
Zależność pomiędzy czasem pracy silnika, a temperaturą uzwojeń z uwzględnieniem czasu t_E

Zabezpieczanie silników indukcyjnych o budowie wzmocnionej

Sprawdzenie poprawności doboru urządzenia zabezpieczającego

Zatrzymanie wirnika powinno spowodować zadziałanie urządzenia zabezpieczającego w odpowiednim czasie uzależnionym od klasy temperaturowej. Urządzenie zabezpieczające powinno być poprawnie dobrane do stosunku prądów I_A/I_N i czasu nagrzewania t_E .

Na poniższym wykresie przedstawiającym charakterystykę czasowo-prądową urządzenia zabezpieczającego, czas wyłączenia t_A , jest mniejszy niż dopuszczalny czas nagrzewania t_E .



Urządzenie zabezpieczające jest prawidłowo dobrane ze względu na dopuszczalny czas nagrzewania uzwojeń.

Charakterystyka czasowo-prądowa urządzenia zabezpieczającego z zaznaczonym czasem t_E i prądem I_A

Zabezpieczanie silników indukcyjnych o budowie wzmocnionej

Urządzenie zabezpieczające – wyłącznik silnikowy



0158 Ex II (2)GD

0158 – numer jednostki notyfikowanej

Ex – urządzenie przeznaczone do eksploatacji w atmosferach wybuchowych lub urządzenie zabezpieczające znajdujące się poza strefą zagrożenia

II – grupa urządzenia zabezpieczanego

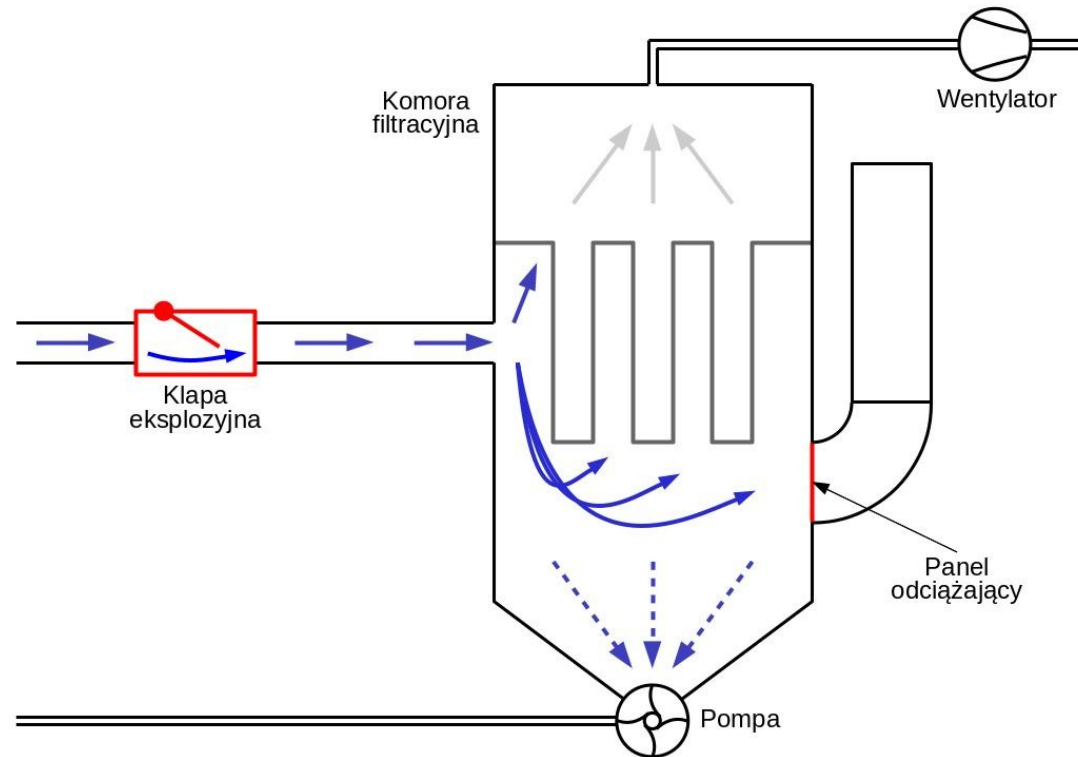
(2)GD – kategoria urządzenia zabezpieczanego

System dekompresji i odsprężania wybuchu

Zastosowanie systemów ochronnych w komorze filtracyjnej

W czasie normalnej pracy podciśnienie wytwarzane przez wentylator powoduje uchylenie klapy eksplozyjnej i umożliwia transportowanie materiału produkcyjnego do komory filtracyjnej. Panel odciążający jest zamontowany wewnątrz specjalnego komina kierującego produkty spalania powstałe w wyniku wybuchu w strefę bezpieczną.

Położenie klapy jest monitorowane czujnikiem położenia, w przypadku wykrycia zamknięcia klapy następuje zatrzymanie wentylatora. Zatrzymanie wentylatora ma na celu niedopuszczenie do rozprzestrzeniania się pożaru po wybuchu.

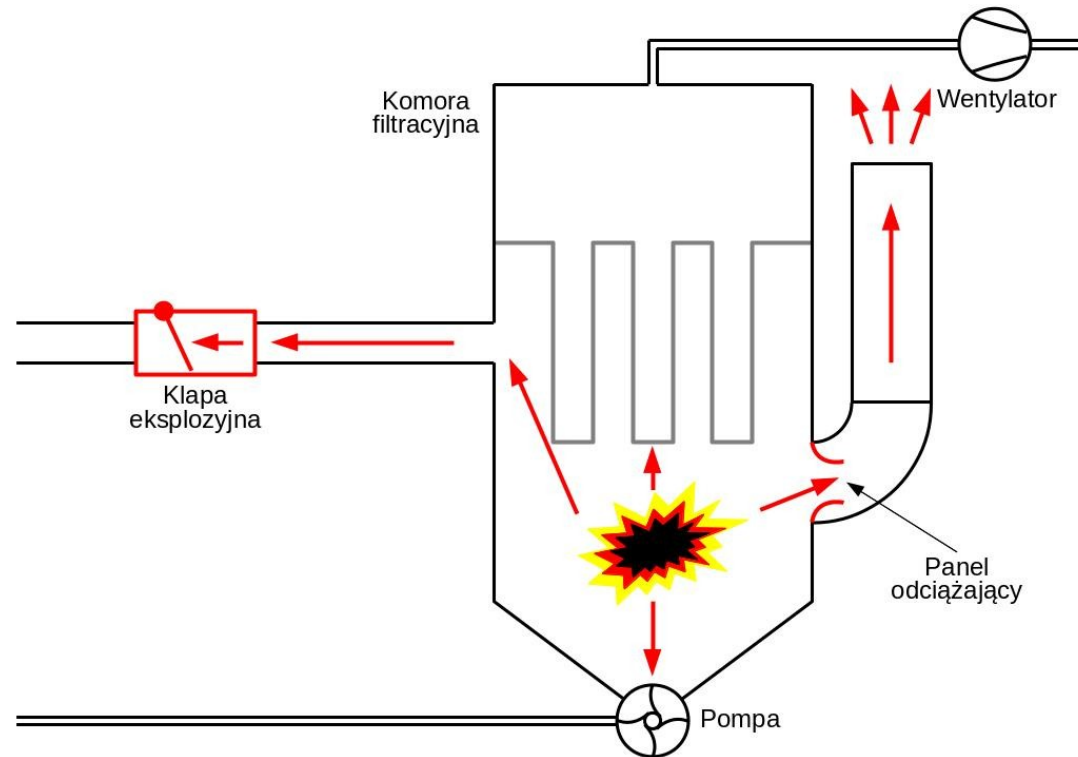


System dekompresji i odsprężania wybuchu

Zastosowanie systemów ochronnych w komorze filtracyjnej

Wybuch w komorze filtracyjnej powoduje wzrost ciśnienia i zamknięcie klapy eksplozyjnej co uniemożliwia rozprzestrzenianie się wybuchu w instalacji technologicznej i zagrożenie dla osób pracujących. Jednocześnie wzrost ciśnienia w komorze filtracyjnej powoduje rozerwanie panelu odciążającego i rozprężenie ciśnienia.

Klapa jest wyposażona w mechanizm uniemożliwiający otwarcie klapy, bezpośrednio po zamknięciu spowodowanym wybuchem. Ma to na celu ograniczenie możliwości przedostawania się ognia do zabezpieczanego rurociągu.



Uziemianie i wyrównywanie potencjałów

Uziemianie

Największa dopuszczalna wartość **rezystancji uziemienia** wynosi:

$R_{uz} \leq 1 \times 10^2 \Omega$ – wartość wymagana

$R_{uz} \leq 1 \times 10^1 \Omega$ – wartość zalecana

Uziemianie i wyrównywanie potencjałów stosuje się do wszelkich części metalowych urządzenia technologicznego, jeżeli pojemność tych części względem ziemi $C \geq 3 \text{ pF}$, w strefach 0 i 1 i w każdym przypadku, w którym używane są materiały o minimalnej energii zapłonu

$W_{z \min} \leq 0,1 \text{ mJ}$.

Uziemianie i wyrównywanie potencjałów stosuje się do wszelkich części metalowych, jeżeli pojemność tych części względem ziemi $C \geq 10 \text{ pF}$, urządzenia znajdują się w strefach: 2, 20, 21, 22 i używane są materiały o minimalnej energii zapłonu $W_{z \min} \leq 0,1 \text{ mJ}$.

Rezystancja upływu (rezystancja uziemienia) elementów przewodzących niemetalowych powinna spełniać warunek:

$R_U \leq 1 \times 10^6 \Omega$.

Uziemianie i wyrównywanie potencjałów

Wyrównywanie potencjałów

Instalacje elektryczne w przestrzeniach zagrożonych wybuchem wymagają wyrównywania potencjałów.

W instalacjach zasilanych z sieci elektroenergetycznej o układach TN, TT, IT, części przewodzące powinny być objęte połączeniami wyrównawczymi.

Połączenia wyrównawcze powinny obejmować:

- przewody ochronne;
- metalowe rurociągi;
- metalowe osłony kabli;
- zbrojenia z drutu stalowego;
- metalowe elementy konstrukcji.

Połączenia wyrównawcze nie mogą obejmować przewodów neutralnych. Połączenia śrubowe powinny być zabezpieczone przed samoodkręceniem oraz przed korozją obniżają jakość połączenia.

Metalowe obudowy urządzeń iskrobezpiecznych nie powinny być przyłączone do układu połączeń ochronnych, chyba, że jest to wymagane w dokumentacji technicznej urządzenia. Takie połączenie może być wymagane ze względu na ochronę antyelektrostatyczną.

Wymagania dotyczące wyrównywania potencjałów w przestrzeniach zagrożonych wybuchem znajdują się w normie PN-EN 60079-0.

Ochrona przed elektrycznością statyczną

Przepisy prawa

Dz.U. 2010 nr 138 poz. 931 [9]

§ 4.4. Pracodawca dokonuje kompleksowej oceny ryzyka związanego z możliwością wystąpienia w miejscach pracy atmosfery wybuchowej, zwanej dalej „oceną ryzyka”, biorąc pod uwagę co najmniej:

- 1) prawdopodobieństwo i czas występowania atmosfery wybuchowej;*
- 2) prawdopodobieństwo wystąpienia i uaktywnienia się źródeł zapłonu, w tym wyładowań elektrostatycznych;*

...

Dz.U. 2005 nr 259 poz. 2173 [6]

§ 12. Środki ochrony indywidualnej przeznaczone do używania:

- 1) w atmosferze wybuchowej – powinny być tak zaprojektowane i wykonane aby nie mogły być źródłem iskry lub łuku elektrycznego, spowodowanych odpowiednio uderzeniem lub elektrycznością statyczną i nie mogły spowodować zapłonu mieszaniny wybuchowej;*

...

Dz.U. 2008 nr 199 poz. 1228 [10]

§ 38.3. Maszyna powinna być zaprojektowana i wykonana tak, aby zapobiec lub ograniczyć gromadzenie się potencjalnie niebezpiecznych ładunków elektrostatycznych, lub powinna być wyposażona w układ do ich rozładowywania.

Ochrona przed elektrycznością statyczną

Gromadzenie ładunków elektrostatycznych

Gromadzenie się ładunków elektrostatycznych na ciele człowieka, może być spowodowane:

chodzeniem w nieprzewodzącym ubraniu i/lub obuwiu;

- zdejmowaniem i zakładaniem ubrań;
- kontaktem z naelektryzowanymi przedmiotami;
- przebywania w stałym polu elektrycznym.

Gromadzenie się ładunków elektrostatycznych na materiałach o płaskiej powierzchni, może być spowodowane:

tłoczeniem na prasach;

- rozdzielaniem lub przesuwaniem arkuszy materiałów;
- przedmuchiwaniem powietrzem zawierającym zanieczyszczenia;
- czyszczeniem, szlifowaniem, polerowaniem.

Gromadzenie się ładunków elektrostatycznych na materiałach sypkich, może być spowodowane:

- mieszaniem, przesiewaniem, przesypywaniem, dozowaniem;
- transportem pneumatycznym.

Ochrona przed elektrycznością statyczną

Gromadzenie ładunków elektrostatycznych

Gromadzenie się ładunków elektrostatycznych w cieczach, może być spowodowane:

- przelewaniem;
- opróżnianiem i napełnianiem zbiorników;
- przepływem w rurociągach i węzłach;
- mieszaniem.

Gromadzenie się ładunków elektrostatycznych na materiałach przewodzących odizolowanych od ziemi, może być spowodowane:

- kontaktem z naelektryzowanymi przedmiotami;
- indukcją w polu elektromagnetycznym.

Ochrona przed elektrycznością statyczną

Zagrożenia związane z elektrycznością statyczną

Zagrożenia związane z elektrycznością statyczną:

- zagrożenie pożarem i/lub wybuchem;
- zakłócenie procesów technologicznych;
- zakłócenia działania przyrządów pomiarowych;
- pogorszenie jakości wyrobów związana z przyciąganiem zanieczyszczeń;
- uszkodzenia komponentów elektronicznych;
- wypadki spowodowane reakcją na rażenie elektrostatyczne;
- szkodliwe oddziaływanie na organizm człowieka;
- dyskomfort osób narażonych na wyładowania elektrostatyczne.

Ochrona przed elektrycznością statyczną

Środki ochrony przed elektrycznością statyczną

Środki ochrony przed elektrycznością statyczną:

- uziemianie przewodzących elementów urządzeń i instalacji technologicznych;
- preferowanie elementów i materiałów przewodzących;
- zwiększanie czasu procesów (relaksacja nagromadzonych ładunków);
- zwiększanie wilgotności powietrza;
- zapobieganie zanieczyszczeniom cieczy i gazów;
- stosowanie ekranowania;
- modyfikacja składu i/lub struktury stosowanych materiałów;
- neutralizacja ładunków elektrostatycznych za pomocą zjonizowanego powietrza.

Zdolność wyładowań elektrostatycznych do zapłonu substancji palnych zależy od ładunku i rodzaju wyładowania.

Uważa się, że całkowita relaksacja nagromadzonych ładunków następuje w czasie do 10 minut.

Ochrona przed elektrycznością statyczną

Ochrona przed elektrycznością statyczną wg normy PN-E-05204:1994

Ochronę przed elektrycznością statyczną należy stosować jeżeli:

- używane są materiały o minimalnej energii zapłonu $W_{Z\min} \leq 500$ mJ;
- jeżeli wyznaczone zostały strefy zagrożenia wybuchem i używane są materiały o minimalnej energii zapłonu $W_{Z\min} < 0,1$ mJ, reprezentowane przez mieszaniny gazów, par lub pyłów z powietrzem wymienione w normie [12];
- jeżeli wyznaczone zostały strefy zagrożenia wybuchem 0, 1, 20, 21 i używane są materiały o minimalnej energii zapłonu $W_{Z\min} \leq 50$ mJ;
- jeżeli wyznaczone zostały strefy zagrożenia wybuchem 2 lub 22 i używane są materiały o minimalnej energii zapłonu $50 \text{ mJ} < W_{Z\min} \leq 500$ mJ;

Ochrony przed elektrycznością statyczną można nie stosować jeżeli są spełnione jednocześnie wszystkie warunki:

- w strefie występują wyłącznie materiały o rezystywności skrośnej $\rho_v \leq 1 \cdot 10^4 \Omega\text{m}$ i/lub rezystywności powierzchniowej $\rho_s \leq 1 \cdot 10^7 \Omega$;
- rezystancja upływu R_U tworzywa konstrukcyjnego urządzeń technologicznych, środków transportu międzyoperacyjnego, sprzętu będącego wyposażeniem pomieszczeń, ciał pracowników, nie przekracza wartości $R_U = 1 \cdot 10^6 \Omega$;
- w procesach nie występuje rozbryzgiwanie cieczy lub pylenie materiałów sypkich.

Ochrona przed elektrycznością statyczną

Ochrona przed elektrycznością statyczną wg normy PN-E-05204:1994

Urządzenia technologiczne powinny być wykonywane z materiałów przewodzących o rezystywności skrośnej

$$\rho_v \leq 1 \cdot 10^4 \Omega\text{m}.$$

Materiały częściowo przewodzące o rezystywności skrośnej $\rho_v \leq 1 \cdot 10^4 \Omega\text{m}$ i/lub rezystywności powierzchniowej

$$\rho_s \leq 1 \cdot 10^7 \Omega.$$

W przypadku konieczności użycia materiałów praktycznie nieprzewodzących ($\rho_v \leq 1 \cdot 10^8 \Omega\text{m}$ i $\rho_s \leq 1 \cdot 10^{10} \Omega$), stosuje ograniczenia w wielkości powierzchni tych materiałów zgodnie z postanowieniami normy.

Rezystancja upływu podłogi w strefach 0, 1, 2, 20, 21, powinna spełniać warunek: $R_U \leq 1 \times 10^6 \Omega$.

Rezystancja upływu podłogi w strefie 22 powinna spełniać warunek: $5 \times 10^4 \Omega \leq R_U \leq 1 \times 10^9 \Omega$.

Środki przeciwdziałające gromadzeniu się ładunku elektrostatycznego na ciele człowieka stosuje się w przypadku pracowników sale lub czasowo zatrudnionych w obiektach zagrożonych pożarem i/lub wybuchem, w których operuje się substancjami o minimalnej energii zapłonu $W_{z\min} \leq 100 \text{ mJ}$.

Ochrona przed elektrycznością statyczną

Ochrona przed elektrycznością statyczną wg normy PN-E-05204:1994

Należy stosować ochronę osób pracujących przed elektrycznością statyczną:

- **w strefach 0 i 1** należy stosować odzież ochronną (bieliznę i ubrania zewnętrzne) z bawełny, lnu lub specjalnych materiałów antyelektrostatycznych;
- **w strefach 2, 20, 21 i 22**, jeżeli stosuje się substancje o minimalnej energii zapłonu $0,1 \text{ mJ} < W_{z \text{ min}} \geq 100 \text{ mJ}$, dopuszcza się stosowanie odzieży ochronnej zawierającej co najmniej 30 % włókna naturalnego;
- zawsze jeżeli operuje się materiałami o minimalnej energii zapłonu $W_{z \text{ min}} \leq 0,1 \text{ mJ}$;

W strefach 0, 1 i 20 materiał rękawic ochronnych powinien mieć rezystancję upływu R_U lub rezystancję skrośną R_V o wartości nie większej niż $1 \times 10^6 \Omega$; w strefach 2, 21 i 22 o wartości nie większej niż $1 \times 10^9 \Omega$.

W strefach 0, 1 i 20 należy stosować obuwie ochronne o rezystancji upływu R_U podeszwy o wartości nie większej niż $1 \times 10^6 \Omega$.

Ochrona przed elektrycznością statyczną

Ochrona przed elektrycznością statyczną wg normy PN-E-05204:1994

Przesypywanie materiałów sypkich

Zbiorniki i zasobniki napełniane materiałami palnymi, powinny być wykonane z tworzyw konstrukcyjnych o rezystywności skrośnej $\rho_v \leq 1 \cdot 10^8 \Omega\text{m}$ i rezystywności powierzchniowej $\rho_s \leq 1 \cdot 10^{10} \Omega$.

Transport materiałów sypkich

Przewody rurowe, przeznaczone do transportu pneumatycznego materiałów sypkich powinny być wykonane z metalu i uziemione. Dopuszcza się możliwość zastosowania innego rodzaju tworzyw konstrukcyjnych, wytypowanych w wyniku odpowiednich badań (PN-92/E-05201 oraz PN-92/E-05203).

Ochrona przed elektrycznością statyczną

Przesypywanie materiałów sypkich wg niemieckich przepisów technicznych (TRGS 727)

W przestrzeniach zagrożonych wybuchem wszystkie przedmioty i urządzenia wykonane z materiałów przewodzących lub rozpraszających powinny być uziemione. Przedmioty i urządzenia izolacyjne są dozwolone tylko wtedy, gdy nie można oczekiwać żadnych niebezpiecznych ładunków elektrostatycznych.

1. Opróżnianie pojemników

Transport pneumatyczny materiałów sypkich lub transport grawitacyjny materiału sypkiego przez rury, rękawy itp. z wysokości większej niż 3 m, powoduje silny proces tworzenia ładunków elektrostatycznych na wewnętrznych ściankach rur izolacyjnych, rękawów itp. Jeżeli naładowany materiał sypki zostanie wsypany do pojemnika większego niż 0,25 m³ mogą wystąpić niebezpieczne ładunki elektrostatyczne.

2. Napełnianie pojemników

Zawsze należy unikać worków izolacyjnych. Jeżeli rezystywność materiału sypkiego jest mniejsza niż 10⁶ Ωm, to musi być on uziemiony.

Wyładowanie snopiaste propagacyjne może wystąpić w zależności od specyficznej odporności wkładów workowych na przebicia spowodowane napięciem i w zależności od właściwości elektrycznych zawartości.

Jeżeli worki izolacyjne są nieuniknione, poza ogólnymi warunkami, musi zostać spełniony co najmniej jeden z poniższych warunków:

- objętość $V < 0,25 \text{ m}^3$,
- napięcie przebicia $U_D \leq 4 \text{ kV}$,
- udokumentowany dowód, że nie wystąpi wyładowanie snopiaste propagacyjne.

Ochrona przed elektrycznością statyczną

Transport materiałów sypkich wg niemieckich przepisów technicznych (TRGS 727)

Węże wykonane z materiału rozpraszającego z przewodzącą spiralą wewnątrz ścianki węża mogą być stosowane jeżeli:

- spirala jest wykonana z przewodzącego, niez izolowanego i niepowleczonego drutu;
- spirala jest uziemiona po obu stronach;
- średnica drutu wynosi 1 – 2 mm;
- odległość wewnętrznej powierzchni ścianki węża od drutu wynosi 0,7 – 2 mm;
- skok między zwojami spirali wynosi nie więcej niż 30 mm;
- spirala jest osadzona w jednorodnym materiale o rezystywności nie większej niż $2,5 \cdot 10^8 \Omega\text{m}$;
- wewnętrzna średnica wynosi 50 – 160 mm;
- względna przenikalność elektryczna materiału ścianki jest nie większa niż 5.

Alternatywnie węże mogą być dopuszczone do stosowania na podstawie badań jednostkę certyfikującą.

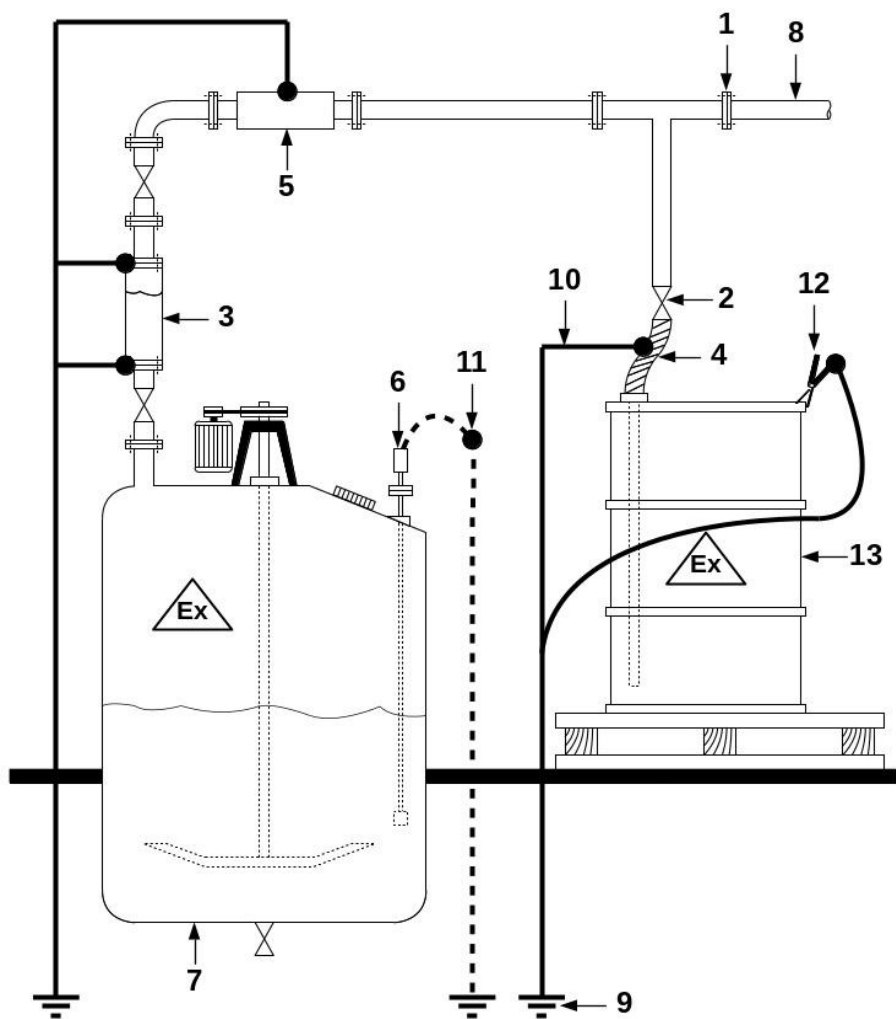
Przewodzące spirale powinny być uziemione po obu stronach węża.



Przykład uziemienia wewnętrznej spirali

Ochrona przed elektrycznością statyczną

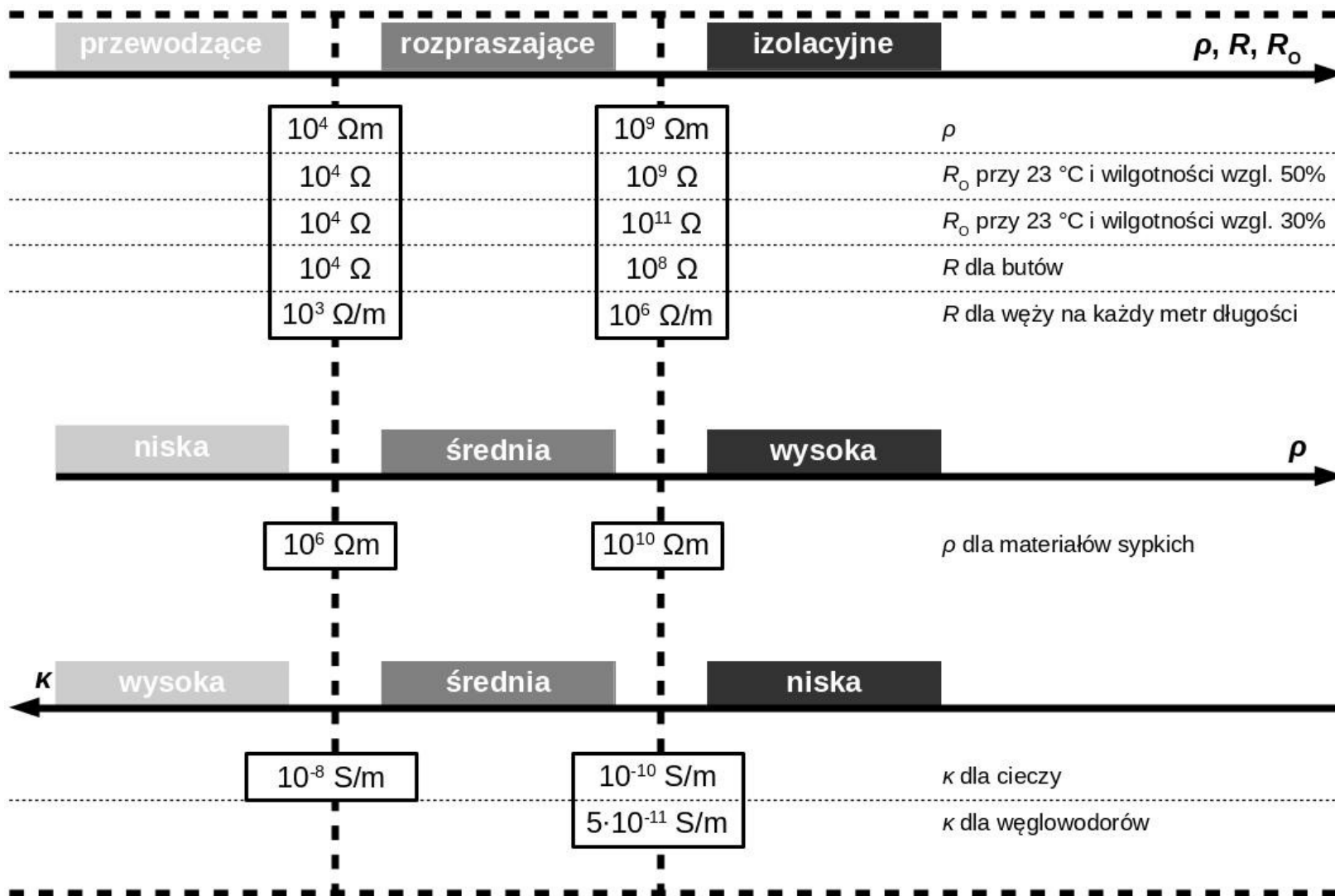
Przykład uziemienia w strefie 1, wg niemieckich przepisów technicznych (TRGS 727)



- 1 – połączenia kołnierzowe zachowujące ciągłość uziemienia, malowane lub niemalowane;
- 2 – zawory odcinające z uziemionymi przewodzącymi częściami wewnętrznymi;
- 3 – szklany wziernik z uziemionymi metalowymi kołnierzami;
- 4 – antystatyczny wąż ze spiralą uziemioną przeznaczony do strefy 1;
- 5 – przewodząca osłona z izolacją termiczną;
- 6 – przewodzące lub rozpraszające elementy urządzenia iskrobezpiecznego (uziemienie powinno mieć rezystancję $R_E \leq 10^8 \Omega$);
- 7 – przewodzący mieszalnik połączony z uziemioną konstrukcją budynku;
- 8 – metalowy rurociąg połączony z uziemioną konstrukcją budynku; 9 – uziom; 10 – przewód uziemiający;
- 11 – zacisk uziemiający;
- 12 – zacisk kleszczowy (tzw. „krokodylek”);
- 13 – metalowa beczka zawierająca ciecz palną, umieszczona na drewnianej palecie.

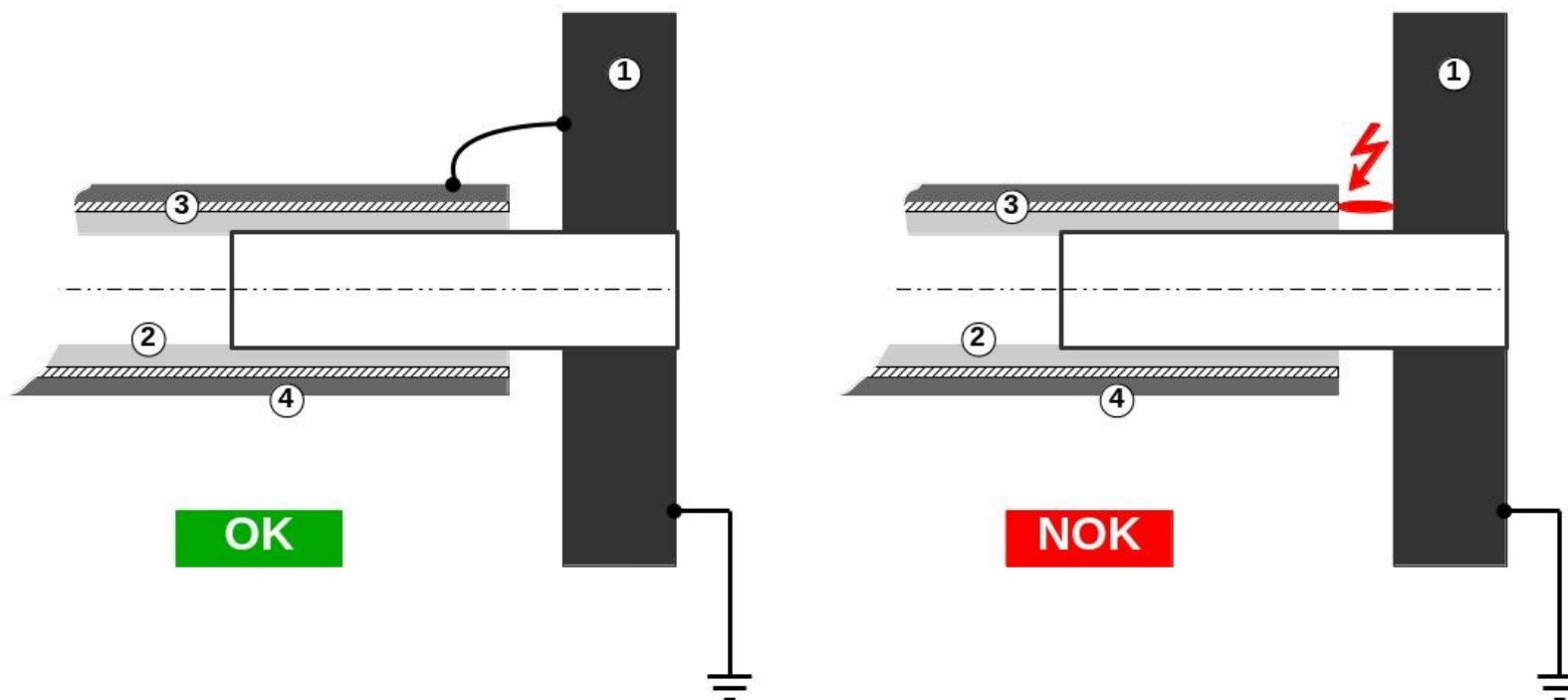
Ochrona przed elektrycznością statyczną

Rezystancja (R), rezystancja powierzchniowa (R_o), rezystywność (ρ) i konduktywność (κ), wg niemieckich



Ochrona przed elektrycznością statyczną

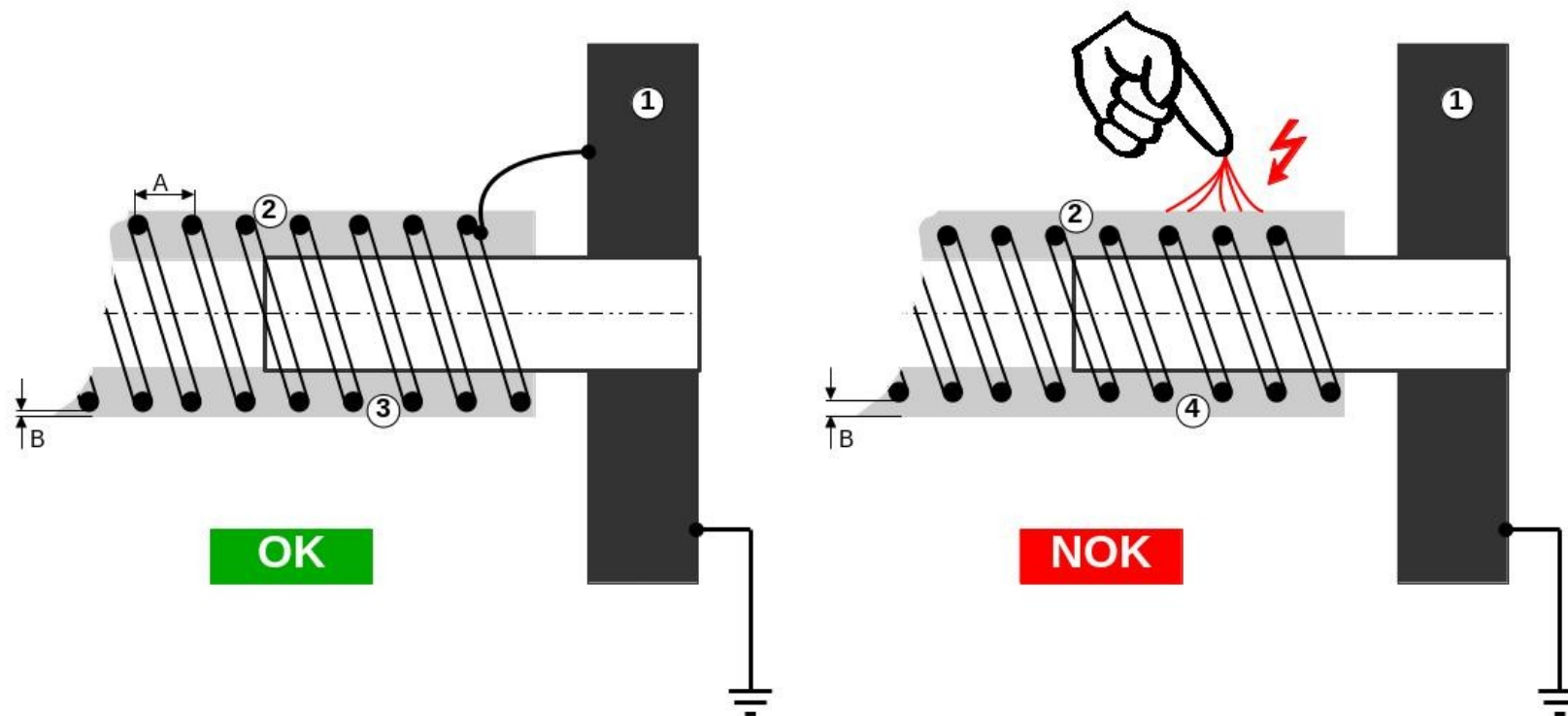
Przykład uziemienia wg niemieckich przepisów technicznych (TRGS 727)



Transport węzłem cieczy o niewielkiej przewodności w strefie 1.
1 – uziemiony metalowy element połączenia kołnierowego; 2 – izolacyjna wewnętrzna warstwa węża (w strefie 1 tylko na zewnątrz); 3 – izolacyjne zbrojenie wewnętrzne;
4 – powłoka zewnętrzna węża przewodząca lub rozpraszająca

Ochrona przed elektrycznością statyczną

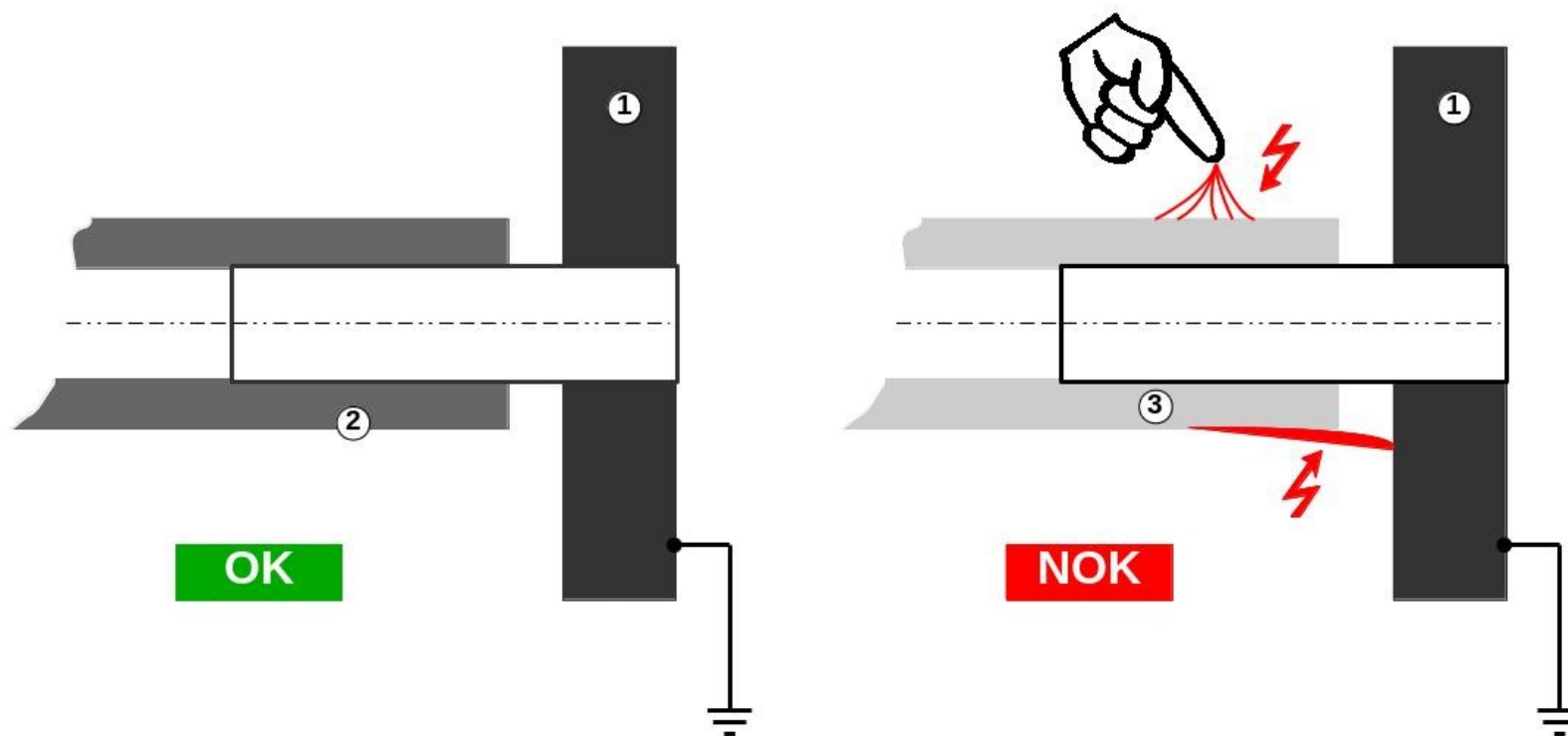
Przykład uziemienia wg niemieckich przepisów technicznych (TRGS 727)



Transport węzłem cieczy o niewielkiej przewodności w strefie 1.
1 – uziemiony metalowy element połączenia kołnierzewego; 2 – przewodząca spirala połączona po obu stronach z uziemionymi połączeniami kołnierzewymi, odległość pomiędzy zwojami spirali $A \leq 30$ mm;
3 – wąż izolacyjny o grubości warstwy pokrywającej spiralę $B \leq 2$ mm;
4 – wąż izolacyjny o grubości warstwy pokrywającej spiralę $B > 2$ mm.

Ochrona przed elektrycznością statyczną

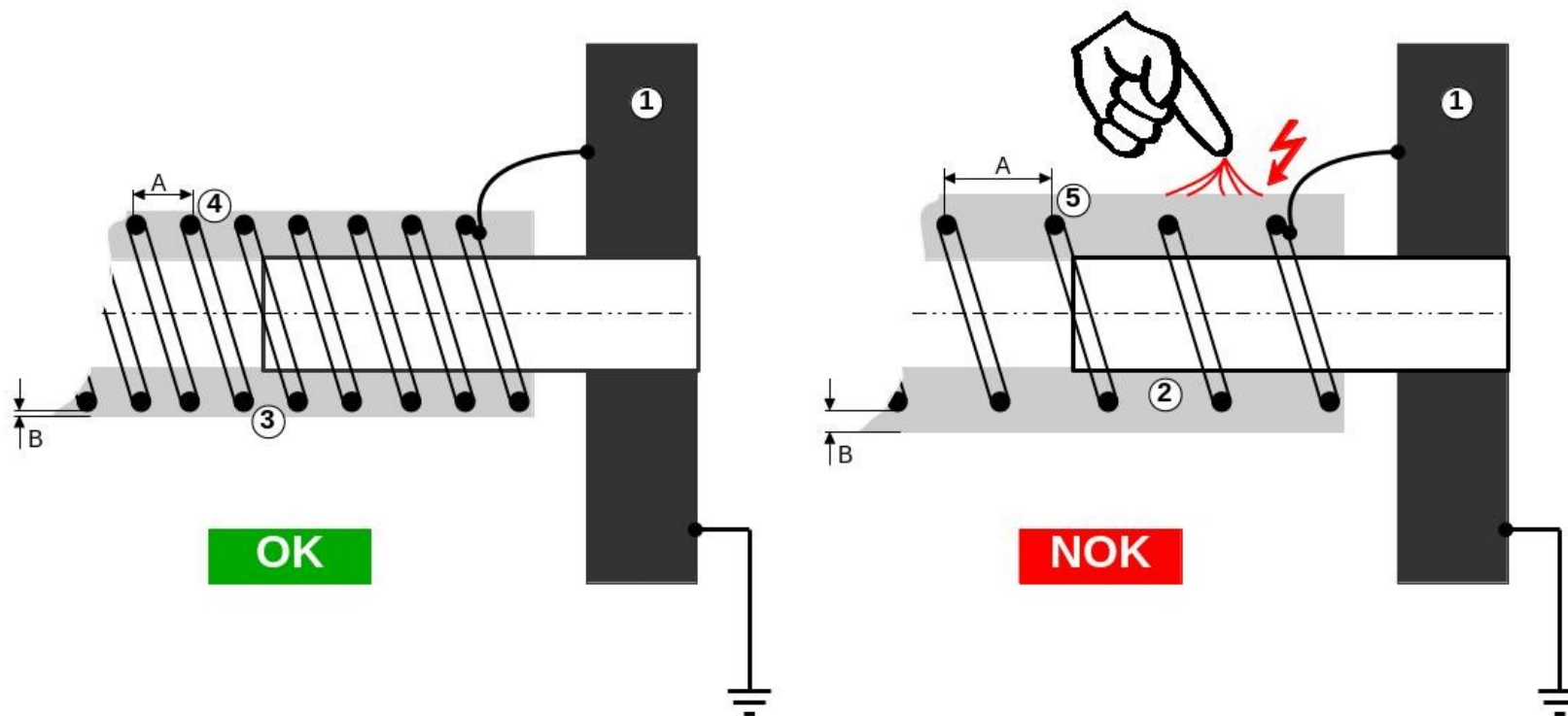
Przykład uziemienia wg niemieckich przepisów technicznych (TRGS 727)



Transport węzłem cieczy o niewielkiej przewodności w strefie 1.
1 – uziemiony metalowy element połączenia kołnierzewego; 2 – wąż przewodzący w całym przekroju;
3 – materiał węża izolacyjny w całym przekroju.

Ochrona przed elektrycznością statyczną

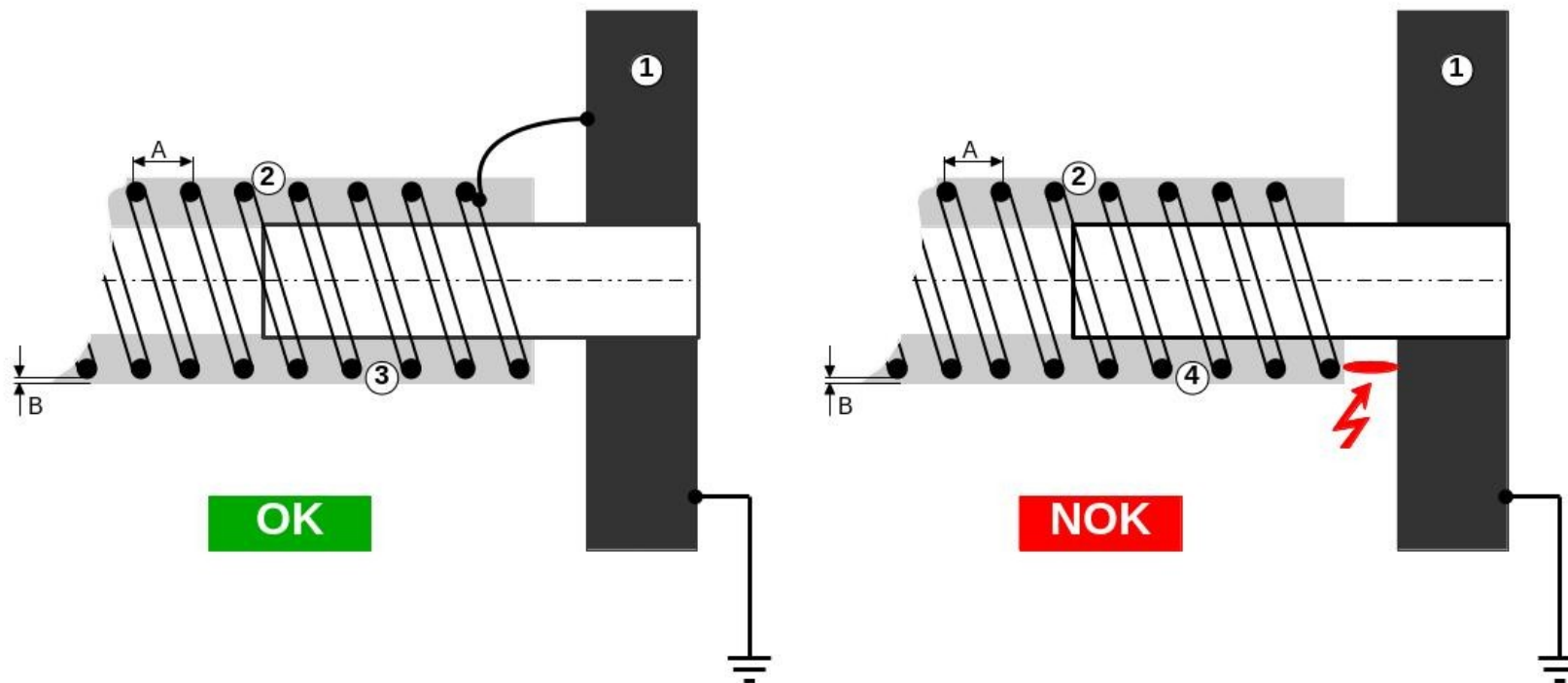
Przykład uziemienia wg niemieckich przepisów technicznych (TRGS 727)



Wężę do pneumatycznego transportu niepalnych materiałów sypkich w strefie 1 związanej z substancjami palnymi z grupy IIA i IIB. 1 – uziemiony metalowy element połączenia kołnierzowego; 2 – materiał węża izolacyjny w całym przekroju; 3 – wąż izolacyjny; 4 – przewodząca spirala, odległość pomiędzy zwojami spirali $A \leq 30$ mm, grubość warstwy pokrywającej spiralę $B \leq 2$ mm (Zalecenie: uziemienie spirali po obu końcach); 5 – przewodząca spirala, $A > 30$ mm, $B > 2$ mm.

Ochrona przed elektrycznością statyczną

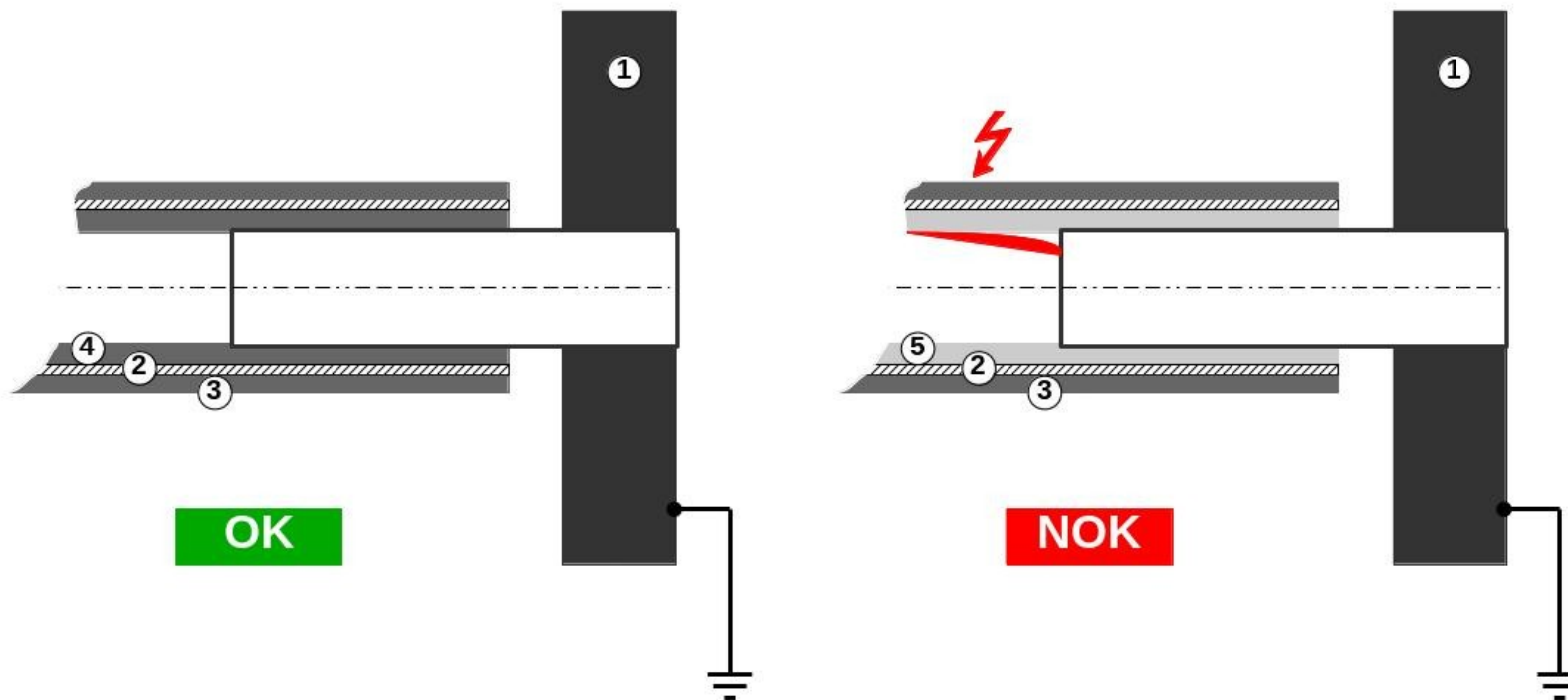
Przykład uziemienia wg niemieckich przepisów technicznych (TRGS 727)



Wężę do pneumatycznego transportu niepalnych materiałów sypkich w strefie 1 związanej z substancjami palnymi z grupy IIA i IIB. 1 – uziemiony metalowy element połączenia kołnierzewego; 2 – wąż izolacyjny; 3 – przewodząca spirala, odległość pomiędzy zwojami spirali $A \leq 30$ mm, grubość warstwy pokrywającej spiralę $B \leq 2$ mm (Zalecenie: uziemienie spirali po obu końcach); 4 – przewodząca spirala jak w pkt. 3 ale nie uziemiona.

Ochrona przed elektrycznością statyczną

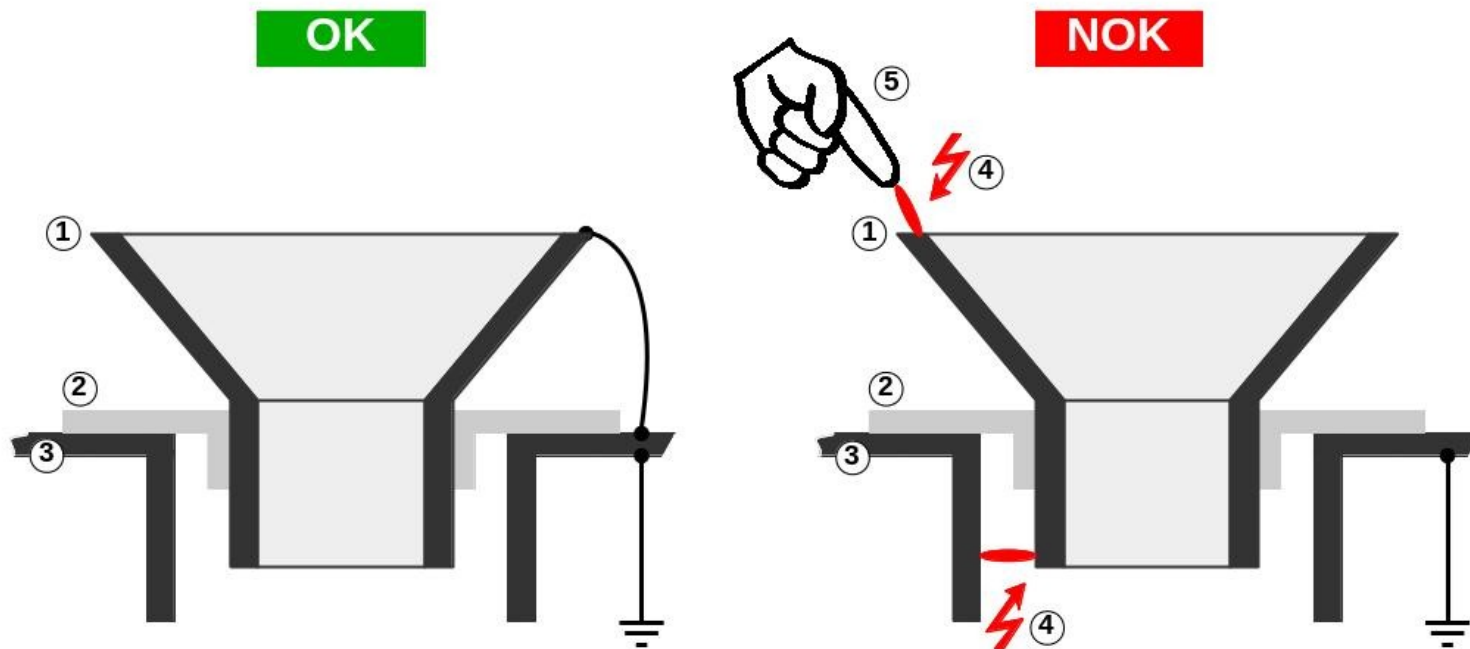
Przykład uziemienia wg niemieckich przepisów technicznych (TRGS 727)



Wężę do pneumatycznego transportu materiałów sypkich
1 – uziemiony metalowy element połączenia kołnierzewego; 2 – izolacyjne zbrojenie wewnętrzne;
3 – powłoka zewnętrzna przewodząca, rozpraszająca lub izolacyjna; 4 – wewnętrzna warstwa przewodząca
lub rozpraszająca; 5 – wewnętrzna warstwa izolacyjna.

Ochrona przed elektrycznością statyczną

Przykład uziemienia wg niemieckich przepisów technicznych (TRGS 727)

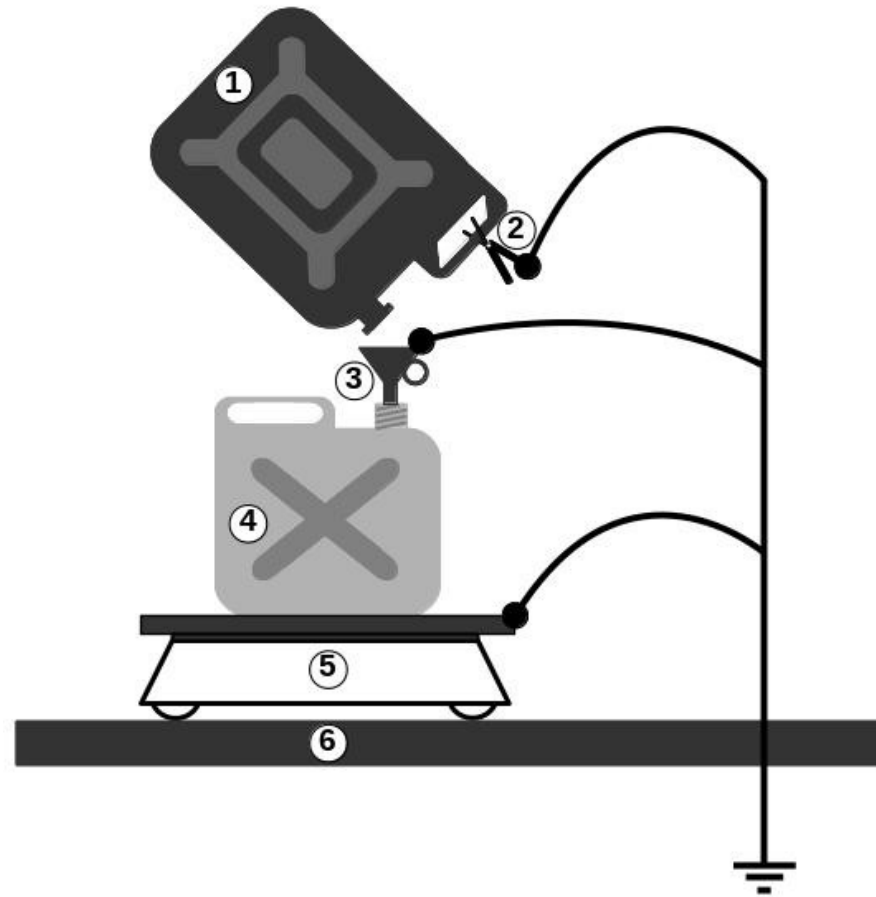


Wyładowanie elektrostatyczne do metalowego lejka.

1 – lejek metalowy; 2 – kołnierz izolacyjny; 3 – otwór do napełniania w metalowym zbiorniku;
4 – wyładowanie elektrostatyczne; 5 – osoba w butach antyelektrostatycznych na przewodzącej podłodze.

Ochrona przed elektrycznością statyczną

Przykład uziemienia wg niemieckich przepisów technicznych (TRGS 727)



Napelnianie małych plastikowych kanistrów w strefie 1.
1 – bezpieczny metalowy kanister; 2 – zacisk kleszczowy (tzw. krokodylek);
3 – metalowy lejek; 4 – plastikowy kanister o nominalnej objętości $V \leq 5$ l;
5 – waga; 6 – przewodzące lub rozpraszające podłoże.

Bezpieczeństwo pracy w przestrzeniach zagrożonych wybuchem – przepisy prawa

Dz.U. 2010 nr 109 poz. 719 [8]

§ 36. 1. Przed rozpoczęciem prac niebezpiecznych pod względem pożarowym, mogących powodować bezpośrednio niebezpieczeństwo powstania pożaru lub wybuchu, właściciel, zarządca lub użytkownik obiektu:

- 1) ocenia zagrożenie pożarowe w miejscu, w którym prace będą wykonywane;*
- 2) ustala rodzaj przedsięwzięć mających na celu niedopuszczenie do powstania i rozprzestrzeniania się pożaru lub wybuchu;*
- 3) wskazuje osoby odpowiedzialne za odpowiednie przygotowanie miejsca pracy, za przebieg oraz zabezpieczenie miejsca po zakończeniu pracy;*
- 4) zapewnia wykonywanie prac wyłącznie przez osoby do tego upoważnione, posiadające odpowiednie kwalifikacje;*
- 5) zaznaja osoby wykonujące prace z zagrożeniami pożarowymi występującymi w rejonie wykonywania prac oraz z przedsięwzięciami mającymi na celu niedopuszczenie do powstania pożaru lub wybuchu.*

Kontrola, konserwacja, remont

Bezpieczeństwo pracy w przestrzeniach zagrożonych wybuchem – przepisy prawa

Dz.U. 2010 nr 109 poz. 719 [8]

§ 36. 2. Przy wykonywaniu prac, o których mowa w ust. 1, należy:

- 1) zabezpieczyć przed zapaleniem materiały palne występujące w miejscu wykonywania prac oraz w rejonach przyległych, w tym również elementy konstrukcji budynku i znajdujące się w nim instalacje techniczne;*
- 2) prowadzić prace niebezpieczne pod względem pożarowym w pomieszczeniach lub przy urządzeniach zagrożonych wybuchem lub w pomieszczeniach, w których wcześniej wykonywano inne prace związane z użyciem łatwo palnych cieczy lub palnych gazów, jedynie wtedy, gdy stężenie par cieczy lub gazów w mieszaninie z powietrzem w miejscu wykonywania prac nie przekracza 10 % ich dolnej granicy wybuchowości;*
- 3) mieć w miejscu wykonywania prac sprzęt umożliwiający likwidację wszelkich źródeł pożaru;*
- 4) po zakończeniu prac poddać kontroli miejsce, w którym prace były wykonywane, oraz rejony przyległe;*
- 5) używać do wykonywania prac wyłącznie sprzętu sprawnego technicznie i zabezpieczonego przed możliwością wywołania pożaru.*

Kontrola, konserwacja, remont

Bezpieczeństwo pracy w przestrzeniach zagrożonych wybuchem – przepisy prawa

Dz.U. 2013 poz. 492 [4]

§ 11. 1. Prace eksploatacyjne, przy wykonywaniu których jest możliwe gromadzenie się lub występowanie pyłów, gazów, par cieczy lub mgieł stwarzających zagrożenie powstania pożaru lub wybuchu, należy prowadzić po usunięciu tego zagrożenia lub zastosowaniu środków ochronnych zgodnie z instrukcjami wykonywania tych prac.

§ 28. 1. Prace eksploatacyjne stwarzające możliwość wystąpienia szczególnego zagrożenia dla zdrowia lub życia ludzkiego należy wykonywać na podstawie polecenia pisemnego.

2. Do prac eksploatacyjnych przy urządzeniach energetycznych stwarzających możliwość wystąpienia szczególnego zagrożenia dla zdrowia lub życia ludzkiego należy zaliczyć w szczególności prace:

...

3) niebezpieczne pod względem pożarowym wykonywane w strefach zagrożenia wybuchem;

...

4. Prace, o których mowa w ust. 2 i 3, wykonują co najmniej dwie osoby w celu zapewnienia asekuracji.

§ 29. 1. Polecenie pisemne wykonywania pracy wydaje prowadzący eksploatację lub osoby przez niego upoważnione.

Bezpieczeństwo pracy w przestrzeniach zagrożonych wybuchem – polecenie pisemne

Polecenie pisemne powinno zawierać co najmniej:

- numer polecenia;
- określenie osób odpowiedzialnych za organizację oraz wykonanie pracy;
- określenie zakresu prac do wykonania i strefy pracy;
- określenie dozwolonych czynności (np. demontaż silnika, wiercenie);
- określenie warunków i środków ochronnych niezbędnych do zapewnienia bezpiecznego przygotowania i wykonania poleconych prac;
- wyznaczenie terminu rozpoczęcia i zakończenia prac oraz przerw w ich wykonaniu;
- określenie sposobu przeprowadzania pomiarów stężenia par cieczy i gazów oraz sposobu rejestrowania wyników;
- określenie sposobu pobierania próbek w celu potwierdzenia braku niedopuszczalnych stężeń par cieczy i gazów;
- określenie sposobu monitorowania potencjalnych źródeł emisji substancji łatwopalnych;
- określenie sposobów postępowania w sytuacjach zagrożenia.

Kontrola, konserwacja, remont

Bezpieczeństwo pracy w przestrzeniach zagrożonych wybuchem – kwalifikacje

Osoby wykonujące prace eksploatacyjne przy urządzeniach elektroenergetycznych powinny posiadać odpowiednie świadectwo kwalifikacyjne wydane przez komisję kwalifikacyjną, odpowiadające stanowisku pracy, rodzajowi wykonywanych czynności oraz rodzajowi eksploatowanych urządzeń [5].

Osoby wykonujące prace eksploatacyjne przy urządzeniach elektroenergetycznych eksploatowanych w atmosferach wybuchowych powinny posiadać odpowiednie doświadczenie gwarantujące bezpieczne wykonanie pracy i utrzymanie właściwego stanu technicznego urządzeń. Osoby wykonujące konserwację, remonty, montaż oraz prace kontrolno-pomiarowe w przestrzeniach zagrożonych wybuchem, a także osoby sprawujące nadzór techniczny powinny znać i rozumieć zagadnienia związane z eksploatacją urządzeń w atmosferach wybuchowych a w szczególności:

- ogólne zasady elektrotechniki;
- zasady podane w normach: **PN-EN 60079-0, PN-EN 60079-10-1, PN-EN 60079-10-2, PN-EN 60079-14, PN-EN 60079-17** i **PN-EN 60079-19**.

Przy ustalaniu kompetencji osób pracujących, należy uwzględnić dokument **IECEx Operational Document 504**.

Osoba sprawująca nadzór techniczny – uprawniona i upoważniona osoba kierująca czynnościami osób pracujących i/lub sprawująca nadzór techniczny nad eksploatacją urządzeń. Osoba sprawująca nadzór techniczny powinna posiadać odpowiednią wiedzę i doświadczenie gwarantujące bezpieczeństwo prac eksploatacyjnych i utrzymanie właściwego stanu technicznego urządzeń.

Kontrola, konserwacja, remont

Warunki środowiskowe

Stan techniczny urządzeń w dużym stopniu zależy od wpływu warunków środowiskowych, w których jest eksploatowany.

Najważniejszymi narażeniami związanymi z warunkami środowiskowymi są:

- ekstremalnie niskie lub wysokie temperatury;
- Ciśnienie;
- atmosfera korozyjna;
- narażenia mechaniczne – wibracje, uderzenia, tarcie i ścieranie;
- procesy malarskie;
- promieniowanie słoneczne;
- substancje chemiczne;
- woda i wilgoć;
- pył i zanieczyszczenia;
- flora i fauna.

Korozja metalu lub oddziaływanie substancji chemicznych (szczególnie rozpuszczalników) na elementy z tworzyw sztucznych powoduje degradację i wpływa na poziom zabezpieczenia urządzenia i stopień ochrony zapewnianej przez obudowę.

Jeżeli oznakowanie urządzeń w wykonaniu przeciwwybuchowym nie wskazuje zakresu temperatur otoczenia, to urządzenie powinno być stosowane wyłącznie w zakresie temperatur od -20°C do $+40^{\circ}\text{C}$.

Kontrola, konserwacja, remont

Konserwacja

Konserwacja - kombinacja wszystkich niezbędnych działań w celu zachowania właściwego stanu technicznego gwarantującego prawidłowe działanie urządzeń.

Zasady wykonywania konserwacji i kontroli okresowych zostały podane w normie PN-EN 60079-17.

Prace niebezpieczne pod względem pożarowym w przestrzeniach zagrożonych wybuchem wykonuje się na polecenie pisemne. Stosowanie urządzeń, które mogą być źródłem zapłonu atmosfer wybuchowych jest dozwolone po spełnieniu określonych warunków. Procedura bezpiecznej pracy została podana w normie PN-EN 60079-14.

Prace konserwacyjne mogą wymagać użycia narzędzi nieiskrzących i przyrządów pomiarowych w wykonaniu iskrobezpiecznym. Używanie narzędzi i przyrządów pomiarowych w normalnym wykonaniu może być dopuszczone w przypadku braku obecności atmosfery wybuchowej i zastosowaniu procedury bezpiecznej pracy.

Kontrola, konserwacja, remont

Rodzaje kontroli

Kontrola – działanie polegające na dokładnym zbadaniu urządzenia, przeprowadzone bez demontażu lub w razie konieczności z częściowym demontażem, uzupełnione odpowiednimi czynnościami takimi jak np. pomiary, mające na celu uzyskanie wiarygodnej oceny stanu technicznego urządzenia;

Kontrola wzrokowa (ogłędziny) – kontrola wykonywana bez pomocy narzędzi, dzięki której można zidentyfikować widoczne nieprawidłowości;

Kontrola bezpośrednia – kontrola obejmuje aspekty typowe dla kontroli wzrokowej i dodatkowo w czasie kontroli z bliska mogą być wykrywane, niektóre uszkodzenia np. poluzowane śruby. Kontrola z bliska nie wymaga demontażu obudów i wyposażenia i odłączania zasilania; W czasie kontroli bezpośredniej zapewnienie dostępu do urządzeń może wymagać użycia drabin, mogą być używane narzędzia np. do kontroli dokręcenia połączeń śrubowych.

Kontrola szczegółowa – kontrola obejmująca aspekty objęte kontrolą z bliska, a ponadto identyfikuje nieprawidłowości, takie jak np. poluzowane zaciski, które są widoczne tylko po otwarciu obudowy i/lub, w razie potrzeby, przy użyciu narzędzi i przyrządów pomiarowych;

Nadzór ciągły – częsta obecność, inspekcje, konserwacja przez wykwalifikowany personel, który ma doświadczenie w konkretnej instalacji i jej otoczeniu, w celu zachowania sprawności ochrony przeciwybuchowej instalacji w wymaganym stanie.

Kontrola, konserwacja, remont

Pomiary

Jeżeli rodzaj przyrządów pomiarowych nie został wskazany w odpowiedniej dokumentacji, można stosować wyłącznie przyrządy pomiarowe, które nie naruszają bezpieczeństwa badanych obwodów i urządzeń.

Stosowanie mierników, które nie są przeznaczone do atmosfer wybuchowych może być dopuszczone przy braku obecności substancji palnych w ilościach wystarczających do wytworzenia atmosfery wybuchowej oraz przy zastosowaniu Procedury Bezpiecznej Pracy.

Wymagania dotyczące badania stanu technicznego urządzeń o budowie przeciwwybuchowej znajdują się w normach PN-EN 60079-14 i PN-EN 60079-17. Ogólne wymagania dotyczące badania stanu technicznego urządzeń znajdują się w normach PN-HD 60364-6 i PN-EN 60204-1.

Kontrola, konserwacja, remont

Remont

Remont – naprawa związana z wymianą uszkodzonego lub zużytego wyposażenia i podzespołów w celu przywrócenia właściwości ochronnych określonych w odpowiedniej normie wyrobu.

Remonty przeprowadza się zgodnie z normą PN-EN 60079-19 oraz zgodnie przepisami prawa, zasadami wiedzy technicznej i zaleceniami producentów urządzeń i systemów ochronnych.

Prace remontowe nie mogą powodować obniżenia bezpieczeństwa eksploatacji urządzeń w wykonaniu przeciwwybuchowym. Zachowanie poziomu bezpieczeństwa może wymagać konsultacji z producentem urządzenia.

Po zakończeniu napraw lub remontów należy przeprowadzić kontrolę zgodnie z odpowiednią normą.

Urządzenia remontowane mogą podlegać specjalnemu oznakowaniu zawierającemu: symbol; numer normy, wg której wykonano remont; datę; dane identyfikujące wykonawcę i numer certyfikatu remontowanego urządzenia jeżeli został zmieniony.



Symbole w oznaczeniach urządzeń:

- remontowanych po raz pierwszy (litera R w kwadracie);
- remontowanych po raz kolejny (litera R w trójkącie).

Kontrola, konserwacja, remont

Stosowanie narzędzi ręcznych i przyrządów pomiarowych

Narzędzia ręczne ogólnego przeznaczenia, które mają być używane w przestrzeniach zagrożonych wybuchem dzieli się na dwa rodzaje:

- 1) narzędzia, które w czasie używania mogą wytwarzać pojedyncze iskry, takie jak wkrętaki, wkrętaki udarowe, klucze, itp.;
- 2) narzędzia, które w czasie używania mogą wytwarzać snopy iskieł, np. narzędzia do piłowania, szlifowania itp.

W strefach 0 i 20 nie wolno stosować narzędzi wytwarzających iskry. W strefach 1 i 2 mogą być stosowane stalowe narzędzia zgodne z pkt. 1).

Narzędzia zgodne z pkt. 2) mogą być dopuszczone tylko wtedy, gdy w miejscu pracy nie powstaje atmosfera wybuchowa.

Stosowanie narzędzi stalowych jest zakazane w strefie 1, jeżeli istnieje ryzyko wybuchu spowodowane obecnością substancji należących do grupy wybuchowości IIC (np. acetylen, dwusiarczek węgla, wodór) i siarkowodoru, tlenku etylenu, tlenku węgla o ile nie zapewniono braku niebezpiecznej atmosfery wybuchowej w miejscu pracy.

W strefach 21 i 22 mogą być stosowane stalowe narzędzia zgodne z pkt. 1), a narzędzia zgodne z pkt. 2) mogą być stosowane pod warunkami:

- osady pyłu usunięto z miejsca pracy, lub
- miejsce pracy jest utrzymywane w stanie wilgotnym, tak, że pył nie może rozpraszać się w powietrzu oraz nie mogą wystąpić żadne procesy tlenia.

Kontrola, konserwacja, remont

Urządzenia stacjonarne, urządzenia ruchome i wyposażenie osobiste

Należy zwrócić uwagę na urządzenia stacjonarne i ruchome, które mogą być przemieszczane. Poziom ochrony przeciwwybuchowej tych urządzeń musi odpowiadać strefom we wszystkich przestrzeniach zagrożonych wybuchem, do których mogą zostać przemieszczone.

Te same zasady dotyczą wyposażenia osobistego i innych urządzeń elektronicznych, które osoby pracujące mogą mieć przy sobie. Wyjątkiem są zegarki elektroniczne w standardowym wykonaniu (bez dodatkowych urządzeń).

Bibliografia

1. Ustawa z dnia 26 czerwca 1974r. Kodeks Pracy z późniejszymi zmianami.
2. Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej z późniejszymi zmianami.
3. Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26.09.1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy.
4. Rozporządzenia Ministra Energii z dnia 28 sierpnia 2019 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach energetycznych..
5. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 21 grudnia 2005 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla środków ochrony indywidualnej.
6. Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 28 kwietnia 2003r. w sprawie szczegółowych zasad stwierdzania posiadania kwalifikacji przez osoby zajmujące się eksploatacją urządzeń, instalacji i sieci.
7. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów.
8. Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 6 czerwca 2016 r. w sprawie wymagań dla urządzeń i systemów ochronnych przeznaczonych do użytku w atmosferze potencjalnie wybuchowej.
9. 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.
10. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 21 października 2008 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla maszyn.
11. PN-EN 60079-17:2014-05 Atmosfery wybuchowe -- Część 17: Kontrola i konserwacja instalacji elektrycznych.
12. PN-E-05204:1994 Ochrona przed elektrycznością statyczną -- Ochrona obiektów, instalacji i urządzeń – Wymagania.
13. Electropedia: The World's Online Electrotechnical Vocabulary.
14. TRGS 727 Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen GMBI 2016 S. 256-314 [Nr. 12-17].
15. Świerżewski M. Wybrane zagadnienia dotyczące urządzeń elektrycznych w przestrzeniach zagrożonych wybuchem (publikacja dostępna na stronie internetowej Stowarzyszenia Elektryków Polskich w dniu 18.04.2018).
16. ATEX - Wytyczne wdrażania. Ministerstwo Gospodarki w Warszawie oraz Główny Instytut Górnictwa w Katowicach.
17. Musiał E. - Zasilanie i zabezpieczanie obwodów sterowniczych. INPE nr 98-99.
18. Standard CNBOP-PIB-BW02P:2016 Pyły palne – przegląd podstawowych parametrów wybuchowości i zapalności oraz metod badawczych.
19. PTB report PTB ThEx-10.

