

KOZYRA Jacek, ZIELIŃSKI Krzysztof

URZĄDZENIA ELEKTRYCZNE STOSOWANE W OBIEKTACH ZAGROŻONYCH WYBUchem

Streszczenie

W artykule przybliżono tematykę związaną z bezpieczną eksploatacją urządzeń elektrycznych w przestrzeniach zagrożonych wybuchem w oparciu o aktualne prawodawstwo obowiązujące po przystąpieniu Polski do Unii Europejskiej

WSTĘP

Bezpieczna praca urządzeń elektrycznych w przestrzeniach zagrożonych wybuchem zależy głównie od ich właściwego doboru do warunków zagrożenia wybuchowego, prawidłowego montażu, zasilania i zabezpieczenia a także prawidłowej eksploatacji zgodnej z obowiązującymi przepisami. Wraz z przystąpieniem Polski do Unii Europejskiej krajowe ustawodawstwo zostało przystosowane do wymagań prawa wspólnotowego. Aspekty związane z projektowaniem, certyfikacją, handlem, wdrażaniem i bezpieczną eksploatacją urządzeń elektrycznych w przestrzeniach, gdzie występuje zagrożenie wybuchem, regulują dyrektywy ATEX (od fr. Atmosphères Explosibles) i ATEX USER z 1999 roku.

Obydwie dyrektywy zostały wprowadzone do polskiego prawa już 2003 roku. W ten sposób krajowe normy zostały zharmonizowane z obowiązującymi w całej Unii Europejskiej. Obecnie w Radzie Unii Europejskiej trwają prace, które mają na celu ujednoczenie dyrektywy ATEX z wymaganiami Nowych Ram Prawnych Decyzji 768/2008/WE. Stanowi ona nowe normy prawne dotyczące obrotu towarowego na rynku wspólnotowym.

Dyrektywy ATEX i ATEX USER wymaga od producentów, pracodawców i projektantów stosowanie szeregu obowiązków organizacyjno – technicznych, które stanowią przełom w podejściu do rozpatrywanego zagadnienia.

Ze względu na to, że interpretacja i implementacja nowych wymagań jest dość skomplikowanym aspektem, niniejsza publikacja dużo uwagi poświęca wymaganiom dla urządzeń i systemów ochronnych, stosowanych w miejscach zagrożonych wybuchem. Praca prezentuje praktyczne aspekty dotyczące instalowania i eksploatacji urządzeń elektrycznych w strefie o ryzyku wybuchowym.

1. WYMAGANIA DLA URZĄDZEŃ I SYSTEMÓW OCHRONNYCH

Wprowadzenie do polskiego prawodawstwa **Dyrektywy 94/9/WE** nakłada na projektantów i producentów liczne obowiązki organizacyjne i określone procedury techniczne. Urządzenia, systemy ochronne, aparatura oraz części i podzespoły powinny być projektowane i wytwarzane zgodnie z wymaganiami norm zharmonizowanych dyrektywą. Celem wprowadzenia dyrektywy ATEX jest całkowita eliminacja lub maksymalne zmniejszenie ryzyka, jakie wiąże się ze stosowaniem dowolnego produktu

w obszarach, w których może występować atmosfera grożąca wybuchem, określana dalej jako Ex.

Dyrektywa ATEX definiuje jedynie najbardziej podstawowe wymagania jakie musi spełniać produkt przeznaczony do stosowania w strefach zagrożonych wybuchem. Wymagania szczegółowe podane są w normach zharmonizowanych z dyrektywą. Zasady doboru urządzeń elektrycznych oraz zasady projektowania i wykonania instalacji elektrycznych wynikają z norm:

- **PN-EN50014U** Urządzenia elektryczne w przestrzeniach zagrożonych wybuchem.
- **PN-EN 60079-0:2006** Urządzenia elektryczne w przestrzeniach zagrożonych wybuchem gazów.

Postanowienia ogólne odnoszące się do wszystkich urządzeń elektrycznych w wykonaniu przeciwwybuchowym określają wymagania konstrukcyjne dotyczące: wytrzymałości mechanicznej, prądów obwodowych, mocowania uszczelnień, trwałości termicznej oraz przeciwdziałania powstawaniu ładunków elektrostatycznych, obudów ze stopów metali lekkich, elementów mocujących (zamknięcia specjalne), blokad, izolatorów przepustowych, części i podzespołów Ex, zacisków, skrzynek zaciskowych, wprowadzenia do obudów wpustów kablowych oraz zaślepek.

Systemy ochronne są wyrobami przeznaczonymi do natychmiastowego powstrzymania wybuchu w stadium początkowym lub ograniczenia zasięgu wybuchu. Są one wprowadzane do obrotu jako samodzielne systemy. Do systemów ochronnych zalicza się:

- Przerwywacze płomieni,
- Zapory gaszące,
- Systemy tłumienia wybuchów

Systemy ochronne podlegają dyrektywie niezależnie od tego czy mają własne źródło zapalenia czy nie ze względu na to, że służą do ograniczenia lub eliminacji skutków wybuchu [1], [4], [5].

1.1. Podział urządzeń i systemów ochronnych

W dyrektywie ATEX 94/9/WE ustalono podział urządzeń na dwie grupy. W celu podjęcia odpowiedniej procedury oceny zgodności producent musi najpierw określić, użytkowanie zgodne z przeznaczeniem, czyli do jakiej grupy i kategorii należy zakwalifikować dany wyrób. Aparatura wymagana lub przyczyniająca się do bezpiecznego funkcjonowania urządzeń lub systemów ochronnych (aparatura towarzysząca) musi przejść procedurę oceny zgodności według kategorii tych urządzeń lub systemów ochronnych. Części lub podzespoły i aparatura mogą być odpowiednie do urządzeń różnych grup i kategorii. Dyrektywa wyznacza następujące grupy:

- **Grupa I** - obejmuje urządzenia i systemy ochronne przeznaczone do użytku w zakładach górniczych, w których występuje zagrożenie metanowe lub zagrożenie wybuchem pyłu węglowego,
- **Grupa II** - urządzenia i systemy ochronne przeznaczone do użytku w innych niż zakłady górnicze miejscach zagrożonych wybuchem.

W obrębie tych grup wydzielono kategorie urządzeń i systemów ochronnych. Grupy i kategorie dotyczą wszystkich rodzajów urządzeń i systemów ochronnych przewidzianych do instalowania w przestrzeniach zagrożonych wybuchem. W tabeli 1 i tabeli 2 wyszczególniono kategorie:

Tab. 1. Podział urządzeń Grupy I na kategorie [6]

URZADZENIA – GRUPA I (kopalnie pod ziemi)		
	Kategoria M1 - bardzo wysoki poziom zabezpieczeń	Kategoria M2 - wysoki poziom zabezpieczeń
Charakterystyka bezpieczeństwa	2 niezależne środki zabezpieczeń 2 niezależne uszkodzenia	Urządzenia wyłączane w przypadku wystąpienia atmosfery wybuchowej

- **Kategoria M1** - obejmuje urządzenia zaprojektowane i, w razie potrzeby, wyposażone w specjalne dodatkowe środki zabezpieczenia przeciwybuchowego tak, że mogą funkcjonować zgodnie z parametrami ruchowymi określonymi przez producenta, zapewniając bardzo wysoki poziom zabezpieczenia w czasie pracy w atmosferze wybuchowej nawet w przypadku rzadko występującego uszkodzenia; urządzenia tej kategorii charakteryzują się takimi zabezpieczeniami, że:
 - w przypadku uszkodzenia jednego ze środków zabezpieczających, przynajmniej drugi, niezależny środek, zapewni wymagany poziom zabezpieczenia, albo wymagany poziom zabezpieczenia będzie zapewniony w przypadku wystąpienia dwóch niezależnych od siebie uszkodzeń,
 - źródła zapalenia (w urządzeniu) nie mogą się uaktywnić nawet w przypadku rzadko występujących uszkodzeń; urządzenia te, w miarę potrzeby, wyposaża się w specjalne środki zabezpieczające, które są zdolne do funkcjonowania w atmosferze wybuchowej,
- **Kategoria M2** - obejmuje urządzenia zaprojektowane i wykonane w taki sposób, że mogą funkcjonować zgodnie z parametrami ruchowymi ustalonymi przez producenta, gwarantując wysoki poziom zabezpieczenia; w urządzeniach tej kategorii producent zapewnia:
 - wyłączenie zasilania w przypadku wystąpienia atmosfery wybuchowej,
 - środki zabezpieczenia przeciwybuchowego dające wymagany poziom zabezpieczenia podczas normalnego działania tych urządzeń oraz w przypadku trudnych warunków ich eksploatacji, szczególnie powstałych wskutek nieostrożnego obchodzenia się z nimi i zmieniających się warunków środowiskowych. [4], [5].

Tab. 2. Podział urządzeń Grupy II na kategorie [6]

URZADZENIA – GRUPA II (pozostałe obszary zagrożone wybuchem)						
	Kategoria 1 - bardzo wysoki poziom zabezpieczenia		Kategoria 2 - wysoki poziom zabezpieczenia		Kategoria 3 - normalny poziom zabezpieczenia	
Charakterystyka bezpieczeństwa	2 niezależne środki zabezpieczeń 2 niezależne uszkodzenia		Okresowo występujące uszkodzenia urządzenia		Występujące w czasie normalnej pracy	
Może być stosowane	Strefa 0	Strefa 20	Strefa 1	Strefa 21	Strefa 2	Strefa 22
Atmosfera G=Gaz D Pył	G	D	G	D	G	D

- **Kategoria 1** - obejmuje urządzenia zaprojektowane i wykonane w taki sposób, że mogą funkcjonować zgodnie z parametrami ruchowymi ustalonymi przez producenta, zapewniając bardzo wysoki poziom zabezpieczenia. Urządzenia tej kategorii są przeznaczone do użytku w miejscach, w których mieszaniny wybuchowe gazów palnych, par cieczy palnych lub pyłów z powietrzem są obecne stale, często lub w długich okresach, czyli w strefach zagrożenia wybuchem 0 lub 20. Zapewniają wymagany poziom zabezpieczenia, nawet w przypadku rzadko występujących uszkodzeń i charakteryzują się takimi środkami zabezpieczenia, że:

- w przypadku uszkodzenia jednego ze środków zabezpieczających, przynajmniej drugi, niezależny środek, zapewni wymagany poziom zabezpieczenia,
 - wymagany poziom zabezpieczenia będzie zapewniony w przypadku wystąpienia dwóch niezależnych od siebie uszkodzeń.
- **Kategoria 2** - obejmuje urządzenia zaprojektowane i wykonane w taki sposób, że mogą funkcjonować zgodnie z parametrami ruchowymi ustalonymi przez producenta, zapewniając wysoki poziom zabezpieczenia. Urządzenia tej kategorii są przeznaczone do użytkowania w miejscach, w których występowanie mieszanin wybuchowych gazów palnych, par cieczy palnych lub pyłów z powietrzem jest prawdopodobne czyli w strefach zagrożenia wybuchem 1 lub 21. Posiadają środki zabezpieczenia przeciwwybuchowego zapewniające wymagany poziom zabezpieczenia nawet w przypadkach częstych zakłóceń lub uszkodzeń urządzeń, jakie bierze się pod uwagę,
 - **Kategoria 3** - obejmuje urządzenia zaprojektowane i wykonane w taki sposób, że mogą funkcjonować zgodnie z parametrami ustalonymi przez producenta, zapewniając normalny stopień zabezpieczenia. Urządzenia tej kategorii są przeznaczone do użytku w miejscach, w których wystąpienie mieszanin wybuchowych gazów palnych, par cieczy palnych lub pyłów z powietrzem jest mało prawdopodobne, a jeżeli wystąpią, to rzadko i w krótkim okresie, czyli w strefach zagrożenia wybuchem 2 i 22. Zapewniają wymagany poziom zabezpieczenia podczas normalnego działania tych urządzeń.

Urządzenia wymienionych kategorii powinny spełniać zasadnicze wymagania określone w rozporządzeniu. [1], [4], [5]

1.2. Znakowanie urządzeń przeciw wybuchowych

Elektryczne urządzenia w wykonaniu przeciwwybuchowym w celu zachowania bezpieczeństwa powinny być w widocznym miejscu czytelne i trwale oznakowane na tabliczce znamionowej według następującego systemu:

- symbol **Ex** wskazujący, że urządzenie elektryczne odpowiada jednemu lub kilku rodzajom budowy przeciwwybuchowej
- symbol każdego użytego rodzaju budowy przeciwwybuchowej
 - „**d**” – osłona ognioszczelna,
 - „**e**” – budowa wzmocniona,
 - „**i**” – wykonanie iskrobezpieczne,
 - „**m**” – hermetyzowane masą izolacyjną,
 - „**o**” – osłona olejowa,
 - „**p**” – osłona gazowa z nadciśnieniem,
 - „**q**” – osłona piaskowa;
- symbol grupy urządzenia elektrycznego przeciwwybuchowego:
 - **I** - urządzenia elektrycznego przeznaczonego do kopalń metanowych
 - **II** dla urządzeń elektrycznych przeznaczonych do użytkowania w przestrzeniach innych niż kopalnie metanowe
 - **IIA, IIB, IIC** – podgrupy grupy II dla urządzeń „**d**” i „**i**”
 - jeżeli urządzenie jest certyfikowane do pracy w atmosferze konkretnego gazu to po symbolu II należy podać nazwę tego gazu lub jego wzór chemiczny oddzielony od symbolu znakiem „+”
- jeden z symboli klasy temperaturowej dla urządzeń grupy II **T1, T2, T3, T4, T5, T6**, maksymalną temperaturę powierzchni, lub oba symbole np. 450 °C T1.

Tab. 3. Maksymalne dopuszczalne temperatury powierzchni urządzeń elektrycznych

Klasa temperaturowa	Maksymalna temperatura powierzchni [°C]
T1	450
T2	300
T3	200
T4	135
T5	100
T6	85

2. PRZYKŁADY URZĄDZEŃ PRZECIWWYBUCHOWYCH

W urządzeniach elektrycznych bezpieczeństwo przeciwwybuchowe można osiągnąć na trzy różne sposoby:

- Oslonięcie obudów elektrycznych w sposób uniemożliwiający przeniesienie wybuchu z obudowy do otoczenia,
- Zwiększenie niezawodności elementów urządzeń w stosunku do wykonania zwykłego,
- Wykonanie obudów elektrycznych w sposób iskrobezpieczny, wykluczający możliwość, aby urządzenie stało się źródłem zapłonu [1].

2.1. Osłona ognioszczelna „d”

Rodzaj budowy przeciwwybuchowej, których wszystkie części mogące wywołać zapalenie otaczającej mieszaniny wybuchowej umieszczone są w osłonie ognioszczelnej tzn. takiej, która bez uszkodzenia wytrzymuje ciśnienie wybuchu powstałego w jej wnętrzu i skutecznie zapobiega przeniesieniu wybuchu na zewnątrz do otaczającej urządzenie elektryczne przestrzeni zawierającej mieszaninę wybuchową. [4]



Rys. 1. Symbol graficzny osłony ognioszczelnej „d” [7]

W przypadku osłon które zawierają wyposażenie niezbędne do pracy urządzenia, rozpatruje się objętość wolnej przestrzeni wewnątrz osłony, od wielkości której zależą długości i prześwity złącz ognioszczelnych. Materiałami używanymi do budowy osłon ognioszczelnych są najczęściej metale, natomiast dla małych gabarytowo urządzeń stosuje się tworzywa sztuczne.

W przypadku osłon ognioszczelnych za stopów metali lekkich materiały użyte do konstrukcji osłon urządzeń elektrycznych grupy I nie mogą zawierać masowo:

- Więcej niż 15% ogółem aluminium, magnezu i tytanu;
- Więcej niż 6% ogółem magnezu i tytanu

Materiały stosowane do konstrukcji osłon urządzeń elektrycznych grupy II nie mogą zawierać masowo więcej niż 6% magnezu. [1], [2]

Zastosowanie osłon ogniotrwałych to oprawy oświetleniowe, silniki elektryczne, sprzęt łączeniowy i instalacyjny, kasety sterownicze, transformatory, rozdzielnice, skrzynki pośredniczące.



Rys. 2. Przykładowe zastosowanie obudów ognioszczelnych [8]



Rys. 3. Silnik nN produkcji CELMA 132 kW z osłoną ognioszczelną

2.2. Budowa wzmocniona „e”

Rodzaj budowy w której zastosowano dodatkowe środki zapewniające zwiększone bezpieczeństwo wobec możliwości powstania nadmiernej temperatury, wystąpienia łuków i iskier wewnątrz i na zewnętrznych częściach urządzeń elektrycznych nie wytwarzających iskier i łuków w czasie normalnej pracy.



Rys. 4. Symbol graficzny budowy wzmocnionej „e” [7]

Zwiększone bezpieczeństwo osiągnięte zostało przez stopnie ochrony zapewnione przez obudowy. Obudowy zawierające części przewodzące gołe powinny mieć co najmniej stopień ochrony IP 54, obudowy zawierające wyłącznie części przewodzące izolowane powinny mieć co najmniej stopień ochrony IP 44. Określono minimalne odstępki izolacyjne powierzchniowe i powietrzne między nieizolowanymi częściami przewodzącymi, w zależności od napięcia roboczego od $U \leq 15V$ do ≤ 11000 . Przewody izolowane powinny być pokryte co najmniej dwoma warstwami izolacji. Żadna część urządzenia elektrycznego nie może osiągnąć temperatury wyższej niż temperatura którą określa wytrzymałość cieplna zastosowanych materiałów, oraz aby żadna powierzchnia części urządzenia elektrycznego nie

przekroczyła temperatury powyżej maksymalnej temperatury powierzchni określonej przez klasę temperaturową.

Zastosowanie budowy wzmocnionej to oprawy oświetleniowe, silniki klatkowe, skrzynki pośredniczące i zaciskowe, urządzenia grzejne.



Rys. 5. Przykładowe zastosowanie budowy wzmocnionej [8]

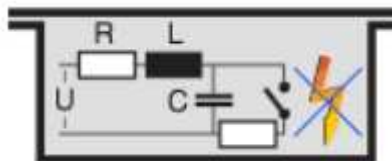


Rys. 6. Silnik 6 kV produkcji SCHORCH GmbH

2.3. Budowa iskrobezpieczna „i”

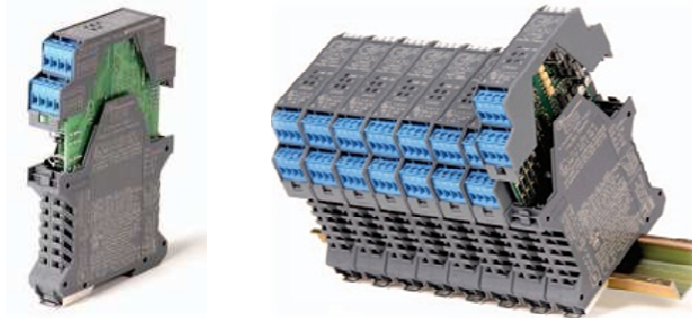
Iskrobezpieczeństwo obwodu elektrycznego zależy w głównej mierze od ograniczeń prądu i napięcia, a w rezultacie również od dostarczanej energii. Dzięki takim ograniczeniom niemożliwe jest powstawanie iskier o energii zdolnej do wywołania zapłonu, nie tylko w warunkach normalnej pracy, ale też w przypadku awarii spowodowanej zwarcie obwodu lub jego przerwaniem.

Aby przeciwdziałać powstawaniu iskier, konieczne jest ograniczenie energii magazynowanej w obwodzie. Nawet niewielka ilość dodatkowej energii może mieć wpływ na iskrobezpieczeństwo obwodu. [9]



Rys. 7. Symbol graficzny budowy iskrobezpiecznej „i” [7]

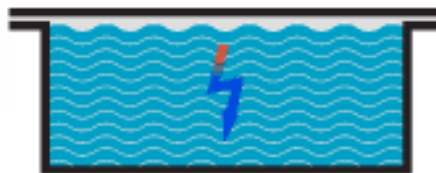
Należy unikać nie tylko źródeł iskier, ale także zapłonu termicznego, będącego rezultatem występowania gorących powierzchni. Dlatego trzeba zagwarantować, że maksymalne wartości prądu, napięcia i mocy możliwe w iskrobezpiecznym obwodzie nie doprowadzą do niedopuszczalnie wysokich temperatur powierzchni urządzeń, podzespołów i kabli w obszarze niebezpiecznym, podczas normalnej pracy i w warunkach awarii. Obudowa urządzenia powinna zapewnić stopień ochrony odpowiedni do warunków eksploatacji. Bariery ochronne włączone między obwodami iskrobezpiecznymi a obwodami nieiskrobezpiecznymi składają się z równolegle włączonych diod zenera, tyrystorów, tranzystorów kondensatorów i szeregowo włączonych bezpieczników, rezystorów, diod, tranzystorów. Połączenie z urządzeniem uziemiającym powinno być wykonane tylko w jednym punkcie obwodu iskrobezpiecznego. [1][2][3]. Zastosowanie budowy iskrobezpiecznej to urządzenia kontrolno – pomiarowe, telekomunikacyjne, czujniki przeciwpożarowe, przetworniki, czujniki temperatury.



Rys. 8. Separator Ex seria G1000 firmy GM International zapewniający iskrobezpieczeństwo obwodów wejść/wyjść ze stref Ex. oraz pełną izolację galwaniczną

2.4. Budowa z osłoną olejową „o”

Rodzaj budowy przeciwwybuchowej polegającej na zanurzeniu urządzenia elektrycznego w cieczy ochronnej w taki sposób, że atmosfera wybuchowa która może występować na zewnątrz obudowy, nie może zostać zapalona. [1]



Rys. 9. Symbol graficzny budowy z osłoną olejową „o” [7]

Obudowa urządzenia powinna zapewnić stopień ochrony IP66, z wyjątkiem wylotu urządzenia oddechowego i dekompresacyjnego, które powinny mieć stopień ochrony co najmniej IP23. Urządzenia powinny mieć wskaźnik poziomu cieczy ochronnej do sprawdzenia poziomu podczas pracy.

Temperatura na powierzchni cieczy ochronnej nie powinna przekraczać wartości 25K niższej od ustalonej minimalnej temperatury zapłonu. Temperatura na powierzchni cieczy ochronnej lub powierzchni urządzenia elektrycznego, do którego może mieć dostęp atmosfera wybuchowa, nie powinna przekraczać wartości w odniesieniu do określonej klasy temperaturowej. [1],[2]. Zastosowanie budowy z osłoną olejową to transformatory, oporniki rozruchowe, przekładniki, bezpieczniki.

2.5. Budowa z osłoną piaskową „p”

Rodzaj budowy przeciwwybuchowej, w której elementy zdolne do zapalenia atmosfery wybuchowej są zamocowane i całkowicie otoczone wypełniaczem w celu zabezpieczenia zewnętrznej atmosfery wybuchowej przed zapłonem.



Rys. 10. Symbol graficzny budowy z osłoną piaskową „p” [7]

Osłona piaskowa ma zastosowanie do urządzeń elektrycznych, elementów urządzeń elektrycznych oraz części i podzespołów Ex o następujących wartościach znamionowych:

- Napięcie zasilania większe niż 10kV,
- Prąd nie większy niż 16A,
- Moc pozorna nie większa niż 1kVA

Obudowa urządzenia przeznaczonego do wypełnienia piaskiem, powinna zapewnić stopień ochrony co najmniej IP54. Odstęp tworzony przez wypełniacz między częściami urządzenia przewodzącymi prąd i elementami izolowanymi z jednej strony a powierzchnią wewnętrzną obudowy z drugiej strony – powinien wynosić $U \leq 275 - 5 \text{ mm} \div U \leq 10000 - 100 \text{ mm}$. Zastosowanie budowy z osłoną piaskową to dławiki, transformatory, prostowniki i urządzenia grzejne

2.7. Kable i przewody

Przewody i kable powinny być zabezpieczone przed wpływami zewnętrznymi – cieplnymi, chemicznymi, mechanicznymi, przed wibracjami i wilgocią, które mogą mieć wpływy destrukcyjne na zabezpieczenia przeciwwybuchowe, np. na powierzchnie szczelin ognioszczelnych, na izolację części czynnych.

Dla kabli siłowych, sterowniczych i sygnalizacyjnych zaleca się wykonanie izolacji z polietylenu lub PCV oraz powłokę z PCV lub inną równoważną. W zależności od przeznaczenia powinny być układane osobno a zwłaszcza iskrobezpieczne w stosunku do innych kabli elektrycznych oraz kable o różnych napięciach.

Przewody i kable przechodzące przez strefy zagrożone wybuchem nie powinny być przecinane. Jeżeli nie można tego uniknąć, to połączenia powinny być wykonywane w puszkach w wykonaniu przeciwwybuchowym odpowiednim do strefy zagrożenia wybuchem albo wewnątrz urządzeń, np. opraw oświetleniowych. Żyły niewykorzystane w kablach wielożyłowych powinny być uziemione.

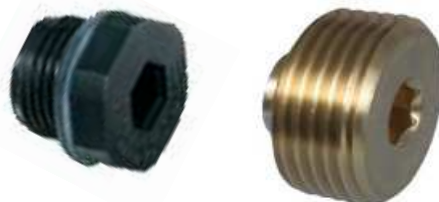
Do wprowadzania kabli, przewodów i światłowodów służą wpusty kablowe i rurowe, które powinny być skonstruowane i umocowane w taki sposób, aby nie naruszały szczególnych właściwości określonego rodzaju budowy przeciwwybuchowej urządzenia elektrycznego, w którym są zamontowane. Celem ich stosowania jest przede wszystkim zapewnienie szczelności w miejscu wprowadzenia kabli do urządzeń i uzyskanie odpowiedniej ochrony przed wnikaniem obcych ciał stałych i wilgoci do wnętrza obudów, np. do skrzynek przyłączeniowych silników elektrycznych, rozdzielnic, pulpitów, szaf sterowniczych i innych urządzeń ruchomych i stacjonarnych. Przykład wpustu kablowego przedstawiono na rysunku 11.



Rys. 11. Przykład wpustów kablowych firmy GOTHE&CO i STAHL

Wpusty kablowe i rurowe mogą stanowić integralną część urządzenia Ex, to znaczy że główny element lub główna część wpustu stanowią nierozdzieloną część obudowy urządzenia. W takich przypadkach wpusty powinny być badane i certyfikowane razem z urządzeniem. Wpusty kablowe zainstalowane w urządzeniu, lecz niestanowiące jego integralnej części, są zazwyczaj badane i certyfikowane razem z urządzeniem, jeżeli zażąda tego producent urządzenia.

Korzystnym rozwiązaniem technicznym jest możliwość zastosowania skrzynek pośredniczących, które umożliwiają zmianę kabla zasilającego urządzenia na giętki kabel oponowy, łatwiejszy do wielokrotnego odłączania ze skrzynki zaciskowej. Konicznym rozwiązaniem dla urządzeń stosowanych w obiektach zagrożonych wybuchem są elementy zaślepiające. Przeznaczone do zamknięcia nieużywanych otworów w ścianach obudowy urządzenia elektrycznego. Spełniają wymagania określonego rodzaju obudowy przeciwwybuchowej Ex [10].



Rys. 11. Zaślepki firmy STAHL stosowane w strefie EX e oraz firmy GOTHE&CO dla zastosowań w strefie Ex d

PODSUMOWANIE

Niniejsza publikacja zawiera zagadnienia natury technicznej i prawnej, które przyczyniają się do ograniczenia zagrożeń wynikających z użytkowania urządzeń elektrycznych w miejscach, gdzie występuje ryzyko wybuchu. Z punktu widzenia bezpieczeństwa istotne jest by producenci stosowali zasady dobrej praktyki, wiedzy technicznej oraz wymogi norm konstrukcyjnych i przepisów budowy urządzeń elektrycznych.

Bezpieczna praca urządzeń elektrycznych, w przestrzeniach zagrożonych wybuchem zależy głównie od ich właściwego doboru do warunków zagrożenia wybuchowego. Prawidłowy montaż, warunki zasilania i zabezpieczenie przed zwarciami i przeciążeniami prowadzi do prawidłowej i zgodnej przepisami eksploatacji. W celu podniesienia poziomu bezpieczeństwa pracy w pomieszczeniach i przestrzeniach zewnętrznych zagrożonych wybuchem, należy stosować oznakowanie ostrzegawcze urządzeń Ex.

BIBLIOGRAFIA

1. Nowak S. „Elektryczne Urządzenia Ex”, ASE Sp. z o.o., Gdańsk 2008.
2. Nowak S. „Urządzenia i Instalacje Elektryczne w Przestrzeniach Zagrożonych Wybuchem”, INFOTECH Gdańsk 2005.
3. Nowak S. Wołczyński W. „Eksplatacja Instalacji i Urządzeń Elektrycznych w Przestrzeniach Zagrożonych Wybuchem”, COSiW, Warszawa 2003.
4. Świerżewski M. „Urządzenia Elektryczne w Obszarach Zagrożonych Wybuchem” SEP Warszawa 2010.
5. Świerżewski M. „Wybrane Zagadnienia Dotyczące Urządzeń Elektrycznych w Przestrzeniach Zagrożonych Wybuchem” SEP. <http://darelektric.pl/>
6. Katalog Stahl, R. Stahl Schältgerate, 2010.
7. <http://www.asconumatics.eu/pl/>
8. <http://www.stahl.de>
9. Magazyn Ex, nr 2/2011, ASE Sp. z o.o., 2011.
10. Magazyn Ex, nr 1-2/2010, ASE Sp. z o.o., 2010.

ELECTRICAL EQUIPMENT USED IN EXPLOSIVE OBJECTS

Abstract

The article brought closer to issues related to the safe operation of electrical equipment in hazardous areas according to current legislation in force after the Polish accession to the European Union

Autorzy:

dr inż. **Jacek Kozyra** – Uniwersytet Technologiczno Humanistyczny w Radomiu, Wydział Transportu i Elektrotechniki

mgr inż. **Krzysztof Zieliński** – REVICO S.A. Mirosław, Wydział Elektryczny Rejonu Rafinerii