

WPROWADZENIE

Ochrona przed wybuchem pyłów

Sebastian Gruszka
www.grupa-wolff.eu
GRUPA WOLFF

Niniejszy artykuł objaśnia ważniejsze terminy oraz zjawiska związane z zagrożeniem wybuchowym wywołanym obecnością w procesie palnych i wybuchowych pyłów. Autor przedstawia również podstawy prawne będące punktem wyjścia do poprawy bezpieczeństwa wybuchowego w zakładach przemysłowych oraz, opracowany na ich podstawie, Dedykowany System Bezpieczeństwa Wybuchowego.



ATEX – PODSTAWY PRAWNE

Warunkiem członkostwa w Unii Europejskiej było dostosowanie krajowych przepisów do aktów prawnych obowiązujących na terenie wspólnoty. Przepisy w poszczególnych krajach członkowskich, również i w Polsce, były niejedolite i utrudniały swobodny przepływ

towarów, wymagały więc niezbędnej harmonizacji. Polska realizując te założenia, zobowiązała się do implementacji w swoim krajowym systemie prawa postanowień dyrektyw Parlamentu Europejskiego oraz Rady dotyczących zakresu bezpieczeństwa wybuchowego.

ATMOSFERY WYBUCHOWE

Warunkiem koniecznym do wystąpienia zagrożenia wybuchowego jest powstanie atmosfery wybuchowej, tj. mieszaniny pyłowo-powietrznej (lub szerzej – mieszaniny pyłu z utleniaczem) o stężeniu mieszczącym się w zakresie dolnej i górnej granicy wybuchowości. W procesie oceny ryzyka wybuchowego określony zostaje zasięg poszczególnych atmosfer wybuchowych, to jest kubatura, jaka może zostać wypełniona przez mieszaninę pyłowo-powietrzną w chwili jej wystąpienia. Atmosfera wybuchowa, dla której został określony zasięg, nosi nazwę strefy zagrożenia wybuchem.

Ze względu na miejsce występowania stref zagrożonych wybuchem można wyróżnić:

- **wewnętrzne strefy zagrożenia wybuchem** – są to strefy zlokalizowane wewnątrz obudów urządzeń i instalacji (np. w silosach, filtrach powietrza, zabudowanych przesykach itp.),
- **zewnętrzne strefy zagrożenia wybuchem** – są to strefy zlokalizowane na zewnątrz obudów urządzeń i instalacji (np. otwarte składowiska materiałów sypkich, otwarte przesyki, zapylenie przestrzeni roboczej wynikające z nieszczelności instalacji i/lub obecności pyłów osiadłych).

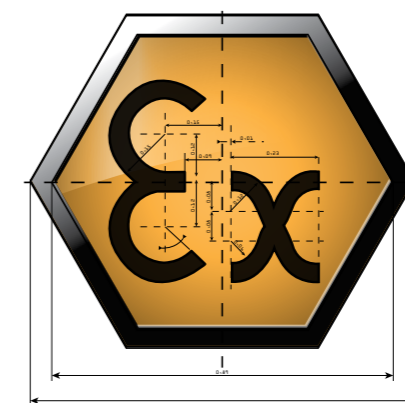
STREFY ZAGROŻENIA WYBUchem

W celu doprecyzowania poziomu zagrożenia wybuchowego oraz umożliwienia doboru urządzeń o właściwym stopniu zabezpieczenia każdej strefie zagrożenia wybuchowego przypisuje się parametr informujący użytkownika instalacji o częstotliwości występowania danej atmosfery wybuchowej. W przypadku pyłów parametry te zostały oznaczone następująco:

- 20 – atmosfera wybuchowa w postaci mieszaniny pyłowo-powietrznej, która występuje stale, często lub przez długie okresy,

- 21 – atmosfera wybuchowa w postaci mieszaniny pyłowo-powietrznej, która może wystąpić podczas normalnej pracy,
- 22 – atmosfera wybuchowa w postaci mieszaniny pyłowo-powietrznej, która nie występuje w trakcie normalnej pracy, a w przypadku wystąpienia utrzymuje się przez krótki czas.

Jak zostało zaznaczone wcześniej, atmosfera wybuchowa może występować zarówno wewnątrz, jak i na zewnątrz obudów. W takich przypadkach ich zasięg oraz częstotliwość występowania powinny zostać określone oddzielnie dla każdej z tych przestrzeni.



Analogicznie urządzenia pracujące w danej strefie zagrożenia wybuchem muszą mieć odpowiednie zabezpieczenia przed zapłonem atmosfery wybuchowej. Za dobór tych zabezpieczeń odpowiada producent urządzenia.

W przypadku urządzeń elektrycznych przeznaczonych do pracy w 20, 21 oraz nieelektrycznych przeznaczonych do pracy w 20 strefie zagrożenia wybuchem pyłów wybór ten oraz zgodność urządzenia z odpowiednimi normami są dodatkowo weryfikowane przez jednostkę notyfikowaną.

Za określenie na obiekcie stref zagrożenia wybuchem oraz dobór urządzeń wyposażonych we właściwe zabezpieczenia oraz certyfikaty odpowiada użytkownik/właściciel obiektu. Przy realizacji obu czynności użytkownicy/właściciele obiektów często współpracują z firmami zewnętrznymi specjalizującymi się w obszarze bezpieczeństwa wybuchowego.

URZĄDZENIA PRACUJĄCE W DWÓCH STREFACH ZAGROŻENIA WYBUchem

Zdarza się, że dane urządzenie pracuje w dwóch strefach zagrożenia wybuchem jednocześnie. Przykładem może tu być czujnik zapalenia, którego sonda pracuje wewnątrz zbiornika na pył (najczęściej w strefie 20), natomiast układ elektroniczny po jego zewnętrznej stronie (najczęściej w strefie 22). W takich przypadkach poszczególne elementy urządzenia mogą mieć odmienne zabezpieczenia, które będą właściwe dla zidentyfikowanego zagrożenia.

Innym przykładem może być zawór celkowy zamontowany na wylocie z silosu. Wówczas we wnętrzu obudowy zaworu celkowego (w większości przypadków) wyznacza się 20, a na zewnątrz 22 strefę zagrożenia wybuchem. W związku z powyższym poszczególne elementy zaworu (wewnętrzne oraz zewnętrzne) mogą mieć zabezpieczenia adekwatne do wyznaczonych stref zagrożenia wybuchem.

GENEROWANIE PYŁOWYCH ATMOSFER WYBUCHOWYCH

Generowanie atmosfer wybuchowych wewnątrz obudów związane jest bezpośrednio z charakterem procesów technologicznych (kruszenie, mieszanie, przesykiwanie itp.). Dlatego też ich eliminacja z procesu produkcyjnego jest trudna i kosztowna lub praktycznie niemożliwa.

Najważniejszymi dokumentami w tym zakresie są dyrektywy 1999/92/WE oraz 94/9/WE. Pierwsza z nich została wprowadzona Rozporządzeniem 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. Druga z kolei Rozporządzeniem Ministra Gospodarki z dnia 22 grudnia 2005 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla urządzeń i systemów ochronnych przeznaczonych do użytku w przestrzeniach zagrożonych wybuchem.

Do urządzeń i aparatów, we wnętrzu których najczęściej dochodzi do wybuchu atmosfery pyłowo-powietrznych, należą:

- silosy (20%),
- instalacje odpylające (17%),
- instalacje mielące (13%),
- instalacje transportujące (10%),
- instalacje suszące (8%),
- instalacje dopalające (5%),
- instalacje mieszające (5%),
- instalacje polerujące i szlifujące (5%),
- instalacje przesiewające (3%),
- inne (14%).

Zewnętrzne atmosfery wybuchowe najczęściej powstają w wyniku nieszczelności w instalacji oraz wzbudzenia tzw. pyłów osiadłych, tj. pyłów zalegających na posadzkach, obudowach urządzeń oraz konstrukcjach stalowych. Ograniczenie ich powstawania może zostać osiągnięte poprzez hermetyzację instalacji, okresowe sprzątanie z użyciem urządzeń podciśnieniowych (np. systemu centralnego odkurzenia), stosowanie instalacji odpylających.

Wzbudzenie pyłów osiadłych może nastąpić w wyniku: drgań konstrukcji stalowych, używania nadciśnieniowych układów czyszczących, niekontrolowanego uwolnienia ciśnienia z instalacji, wybuchu (np. w urządzeniu niezabezpieczonym lub nieprawidłowo zabezpieczonym przed wybuchem), przeciągów, nieprawidłowego działania wentylacji.

Dla przykładu wzbudzenie 1 mm warstwy pyłu osiadłego o gęstości usypowej 500 kg/m³ może stworzyć atmosferę wy-

buchową o wysokości 5 metrów oraz koncentracji 100 g/m³.

Rzadziej występującym mechanizmem powstawania pyłowych atmosfer wybuchowych jest skraplanie i zestalanie się par różnych substancji chemicznych, np. sadzy czy dymu spawalniczego (pył kondensacyjny).

OCHRONA PRZED SKUTKAMI WYBUCHU

Zgodnie z rozporządzeniem w sprawie minimalnych wymagań dla stanowisk pracy, na których może wystąpić atmosfera wybuchowa, pracodawca powinien w pierwszej kolejności ograniczać tworzenie się atmosfer wybuchowych oraz dążyć do wyeliminowania źródeł zapłonu atmosfer wybuchowych. Powyższe rozporządzenie wskazuje również, iż „w przypadku zaistnienia wybuchu zasięg jego oddziaływania powinien ograniczyć się tylko do stanowiska pracy i znajdujących się tam urządzeń na skutek zastosowania przez pracodawcę sposobów uniemożliwiających jego przejście w detonację i rozprzestrzenianie się fali detonacyjnej”.

W praktyce oznacza to konieczność budowy instalacji odpornych na maksymalne ciśnienie wybuchu lub stosowanie zabezpieczeń chroniących przed skutkami wybuchu w postaci:

- układów odciążających wybuch – panele dekompresyjne, układy bezpłomieniowego odciążania wybuchu, klapy samozamykające się,

- systemu tłumienia wybuchu – układu wykorzystującego butle z materiałem tłumiącym, czujniki oraz centralę sterującą,
- układów odsprzęgania (izolacji) wybuchu – bariery proszkowe HRD, zasuw szybkiego działania, zawory celkowe w wykonaniu odpornym na falę i ciśnienie wybuchu, zawory odcinające typu Ex-Kop oraz Ventex.

Prawidłowo zabezpieczona instalacja (urządzenie) każdorazowo musi zostać wyposażona w system odsprzęgania wybuchu, który blokuje jego propagację na pozostałą część instalacji, oraz jeden z pozostałych systemów ochrony (odciążanie lub tłumienie wybuchu).

Wybór konkretnych rozwiązań uzależniony jest od parametrów procesowych (w tym temperatury, ciśnienia), konstrukcji chronionych urządzeń (w tym wytrzymałości konstrukcyjnej, kształtu) oraz parametrów wybuchowości pyłu (w tym p_{max} , K_{st}).

WTÓRNE WYBUCHY

Do wybuchów wtórnych dochodzi w wyniku propagacji, czyli rozprzestrzeniania się wybuchu pierwotnego. W zależności od zastosowanych (lub też braku zastosowania) zabezpieczeń przeciwwybuchowych mamy do czynienia z trzema typowymi przypadkami:

- brak propagacji po wybuchu pierwotnym, który został zainicjowany we wnętrzu instalacji – jest to modelowa sytuacja, która ma miejsce w przypadku prawidłowo zabezpieczonej instalacji procesowej poprzez system tłumienia lub odciążania wybuchu oraz system odsprzęgania (izolacji) wybuchu. W sytuacji tej skutki wybuchu zainicjowanego w danym urządzeniu zostają ograniczone do jego kubatury, a w przypadku paneli odciążających do jego kubatury oraz strefy bezpieczeństwa, która musi zostać wyznaczona w obszarze otworów dekompresyjnych,
- propagacja po wybuchu pierwotnym, który został zainicjowany we wnętrzu instalacji, a następnie rozprzestrzenił się na sąsiednie urządzenia oraz poza wnętrze instalacji – sytuacja ta ma miejsce w przypadku niezabezpieczonych lub nieprawidłowo zabezpieczonych instalacji procesowych:
 - instalacje niezabezpieczone: wybuch powstały w danym urządzeniu rozprzestrzenił się poprzez system przesypów i kanałów na sąsiednie urządzenia, w których dochodzi do wybuchów wtórnych (propagacja wewnątrz



Rys. 2. Cukrownia po wybuchu pyłu cukrowego. Źródłem zapłonu był przegrzany element podajnika taśmowego

instalacji). W konsekwencji narastającego w instalacji ciśnienia następuje jej rozerwanie. Uwolnione ciśnienie wzbudza warstwy pyłu osiadłego, co prowadzi do wybuchów wtórnych (propagacja na zewnątrz instalacji),

- instalacja zabezpieczona nieprawidłowo: do typowych błędów popełnianych podczas zabezpieczania instalacji procesowych przed wybuchem należy stosowanie paneli odciążających wybuch w halach i budynkach oraz brak stosowania odsprzęgania wybuchu. W pierwszym przypadku wybuch uwolniony do wnętrza hali wzbudza pyły osiadłe, doprowadzając do wybuchów wtórnych. W drugim przypadku brak odsprzęgania (pomimo prawidłowego zastosowania tłumienia lub odciążania wybuchu) powoduje propagację fali ciśnienia oraz płomienia na sąsiednie urządzenia. W konsekwencji zjawisko to może prowadzić do ich rozerwania, co skutkuje przeniesieniem się wybuchu na zewnątrz instalacji procesowej,

- propagacja po wybuchu pierwotnym, który został zainicjowany na zewnątrz instalacji – zjawisko to najczęściej jest spowodowane obecnością pyłów osiadłych, które w wyniku podmuchu lub drgań zostają wzbite, tworząc atmosferę wybuchową. W przypadku gdy w obsza-

rze powstałej chmury znajduje się źródło zapłonu (np. gorąca powierzchnia, niedopałek, iskry pochodzące od prac spawalniczych), może dojść do wybuchu. Drgania oraz podmuch wywołany wybuchem pierwotnym powodują wzbicie kolejnych porcji pyłu, który stanowi paliwo dla wybuchów wtórnych.

DEDYKOWANY SYSTEM BEZPIECZEŃSTWA WYBUCHOWEGO – DSBW

DSBW to kompleksowy program ochrony pojedynczych urządzeń oraz całych zakładów przemysłowych przed skutkami niekontrolowanego wybuchu pyłów, gazów, par cieczy oraz mieszanin hybrydowych. Program ten został opracowany przez ekspertów GRUPY WOLFF, polskiej firmy, która od blisko 20 lat współpracuje z przemysłem w zakresie ochrony przeciwwybuchowej.

Celem DSBW jest zapewnienie właściwego poziomu bezpieczeństwa wybuchowego w zakładach przemysłowych poprzez wdrożenie trzech poziomów ochrony:

Poziom 1 – ochrona poprzez identyfikację i ocenę zagrożeń obejmuje:

- opracowanie wstępnej oraz powykonawczej oceny ryzyka wybuchowego,
- wyznaczenie stref zagrożonych wybuchem,
- opracowanie dokumentu zabezpieczenia przed wybuchem.

Poziom 2 – ochrona poprzez ograniczenie ryzyka wystąpienia wybuchu obejmuje:

- dobór urządzeń dostosowanych do pracy w wyznaczonych strefach zagrożenia wybuchem,
- zaprojektowanie oraz wdrożenie instalacji odpylania/centralnego odkurzenia w wykonaniu zgodnym z Atex (ograniczenie tworzenia się atmosfer wybuchowych),
- ograniczenie/eliminację źródeł zapłonu atmosfery wybuchowej.

Poziom 3 – ochrona poprzez ograniczenie skutków wybuchu do bezpiecznego poziomu obejmuje:

- wdrożenie systemu tłumienia wybuchu,
- wdrożenie systemu odciążania wybuchu,
- wdrożenie systemu odsprzęgania wybuchu.

Zakres wdrożenia Dedykowanego Systemu Bezpieczeństwa Wybuchowego uwarunkowany jest rzeczywistymi potrzebami zakładu przemysłowego. W celu ich określenia ekspert GRUPY WOLFF przeprowadza audyt bezpieczeństwa wybuchowego instalacji procesowych, budynków oraz hal podlegających dyrektywie ATEX. W efekcie sporządzony zostaje raport, który w sposób jednoznaczny wskazuje krytyczne punkty badanych obiektów. Raport ten jest podstawą do określenia zakresu DSBW, w jakim zostanie on wdrożony w konkretnym zakładzie przemysłowym. ■



Rys. 1. Skrajny przypadek zalegania tzw. pyłów osiadłych