

Bezpieczne instalacje odpylania w standardzie ATEX dostosowane do procesu technologicznego

www.bart-vent.pl

Firma BART specjalizuje się w projektowaniu i wykonywaniu systemów odpylania, w tym pyłów, które mogą tworzyć atmosferę wybuchową. Zapewnienie bezpieczeństwa pracownikom i instalacjom produkcyjnym w atmosferze potencjalnie wybuchowej wymaga stosowania rozwiązań i procedur zgodnych z dyrektywami ATEX i innymi przepisami prawa. Specjaliści firmy BART indywidualnie dobierają i wykonują zintegrowane z instalacjami odpylania systemy redukujące zagrożenie wystąpienia pożaru lub wybuchu w odpowiedzi na specyfikę procesu technologicznego i rodzaj zapylenia.



FOT. 1 Instalacja odpylania pyłów wybuchowych z zastosowaniem systemu bezpieczeństwa – na rurociągu wentylacyjnym widoczna jest klapa zwrotna do odsprężania fali ciśnienia wybuchu, uniemożliwiająca propagację wybuchu na inne elementy instalacji

Określenie poziomu ryzyka i wydzielenie stref zagrożenia wybuchem

Specjaliści firmy BART projektują i montują kompleksowe instalacje odpylania i centralnego odkurzania z urządzeniami filtracyjnymi dla procesu produkcji, na drodze transportowej materiałów sypkich i

kruszyw oraz ich konfekcjonowania. Obsługują m.in. branżę ceramiczną, chemiczną, spożywczą, farmaceutyczną, metalową czy energetyczną na układach zasilania bloków energetycznych węglem i biomasą. Zakłady, w których następuje fizyczna obróbka materiałów sypkich, najczęściej zagrożone są wystąpieniem pożaru lub wybuchu, ze względu na palne właściwości powstających przy tym pyłów. Dlatego też instalacje w tych branżach wyposażone są w systemy bezpieczeństwa przeciwwybuchowego, eliminujące lub redukujące te zagrożenia.

Stosowane rozwiązania i ich poszczególne elementy mają odpowiednie certyfikaty i oznaczenia, zgodne z dyrektywą ATEX 2014/34/EU, sprecyzowane aktualnie w Rozporządzeniu Ministra Rozwoju z dnia 6 czerwca 2016 r. w sprawie wymagań dla urządzeń i systemów ochronnych przeznaczonych do użytku w atmosferze potencjalnie wybuchowej (Dz.U. z 2016 r., poz. 817), Rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 8 lipca 2010 r. w sprawie minimalnych wymagań dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy, związanych z możliwością wystąpienia w miejscu pracy atmosfery wybuchowej (Dz.U. z 2010 r. nr 138, poz. 931) oraz normie PN-EN 1127-1:2019-10 „Atmosfery wybuchowe. Zapobieganie wybuchowi i ochrona przed wybuchem. Część 1: Pojęcia podstawowe i metodyka”.

Według wytycznych zamieszczonych w powyższych przepisach, w każdym z zakładów przemysłowych priorytetem jest określenie poziomu ryzyka i wydzielenie ewentualnych stref zagrożenia wybuchem, co wchodzi w zakres kompleksowo realizowanych przez firmę BART usług i gwarantuje skuteczność podejmowanych działań. Aby opracować adekwatny projekt koncepcyjny instalacji odpylania, przeprowadza się m.in. analizy ryzyka, klasyfikację przestrzeni zagrożonych wybuchem pyłu, ocenę zagrożenia wybuchem, badania własności pyłów pod kątem wybuchowości. Następnie opracowuje się dokument zabezpieczenia przed wybuchem, a po realizacji inwestycji – powykonawczą ocenę ryzyka wybuchu.

Dogłębne poznanie procesu produkcyjnego kluczowe dla bezpieczeństwa

Unoszące się w powietrzu pyły z procesów przemysłowych – pochodzące nawet z materiałów powszechnie uważanych za trudnopalne – przy odpowiednim rozdrobnieniu i stężeniu tworzą z powietrzem groźne mieszaniny, podatne na zapłon czy wybuch. Takie atmosfery występują z różną częstotliwością i utrzymują się przez określony czas. Pojawiające się w rozpatrywanym obszarze i w danym czasie pyły należy szczegółowo zidentyfikować pod kątem własności, wyznaczyć m.in. minimalną energię zapłonu warstwy i obłoku pyłu, a także maksymalne ciśnienie wybuchu P_{max} oraz stałą wybuchowości K_{st} w zależności od gęstości, stopnia rozdrobnienia i zawartości wilgoci, czy też naturalnego kąta usypu. Te wszystkie zmienne decydują o zakwalifikowaniu pyłowej atmosfery wybuchowej do danej strefy zagrożenia wybuchem.

Poznanie właściwości wybuchowych mieszanin poszczególnych pyłów z powietrzem występujących na każdym etapie procesu produkcyjnego ma kluczowe znaczenie dla właściwego zaprojektowania i montażu instalacji odpylania, doboru urządzeń oraz dla zapewnienia odpowiedniego poziomu zabezpieczenia ich przed potencjalnym zapłonem czy wybuchem, zgodnie z wymaganiami dyrektywy ATEX.

Systemy ssawne i urządzenia filtracyjne oraz hermetyzacja stosowane w redukcji zagrożeń wybuchowych

Strefy zagrożenia wybuchem zlokalizowane mogą być zarówno wewnątrz, jak i na zewnątrz instalacji i urządzeń. Zależą one od specyfiki procesów technologicznych, takich jak przesypywanie, mielenie, rozdrabnianie produktu czy suszenie.

Podstawową pracą specjalistów od procesu odpylania ATEX oraz integratorów systemu jest w pierwszej kolejności maksymalne ograniczenia pylenia i uszczelnienie lub – jeśli jest taka możliwość – zamknięcie otwartych składowisk i przesypów materiałów. Jest to równoznaczne z redukcją lub wyeliminowaniem możliwości powstania atmosfery wybuchowej u źródła.

Powstające obłoki pyłu w otwartych pomieszczeniach odpyła się poprzez projektowane dla nich systemy ssawne. Najistotniejszym parametrem systemu ssawnego jest jego wydajność, która powinna

zapewnić taką intensywność wentylowania zapyłonej przestrzeni, aby nawet w szczytowych fazach emisji pyłu nie dochodziło do przekraczania dolnej granicy wybuchowości. W wielu przypadkach wydajność takich systemów odpylania wymaga strumieni kilkudziesięciu tysięcy metrów sześciennych, dotyczy to np. wentylacji stanowisk rozładowniczych lub muld rozładowniczych.

Przy projektowaniu odpylania dla przesypów, taśmociągów, kruszarek i przesiewaczy dobrym rozwiązaniem jest konstrukcja elementów hermetyzujących lub ograniczających możliwość rozprzestrzeniania się obłoku pyłu z jednoczesnym wytworzeniem lokalnego podciśnienia, którego zadaniem jest kierowanie pyłu do instalacji odciągowej, pyłoprzewodów, i podanie go na urządzenia odpylające.

Dla właściwego określenia strumienia powietrza wentylującego zawsze należy uwzględnić ruch elementów, prędkość przemieszczania się taśmociągu transportowego, prędkość wirowania. Dodatkowo należy wziąć pod uwagę wielkość hermetyzowanej przestrzeni oraz masę i własności transportowanego materiału.

Inny typ systemów odpylania przeznaczony jest do urządzeń do magazynowania materiałów, takich jak zbiorniki i silosy. Ich odpylanie może być wykonywane przez filtry oddechowe, szczególnie jeżeli system załadunku jest oparty na transporcie pneumatycznym. Urządzenie filtracyjne oczyszcza wydmuchiwane do atmosfery powietrze. Jeżeli przesyłanie materiału do silosów wykonywane jest za pomocą transportu mechanicznego z wykorzystaniem przenośników ślimakowych, talerzykowych lub kubełkowych redukcja atmosfery wybuchowej w przestrzeni nad magazynowanym materiałem a górną dennicą silosu musi być wykonana przez zespół filtracyjny z wentylatorem wymuszającym przepływ powietrza.

Do odpylania silosów stosuje się autonomiczne urządzenia filtracyjne, a przy odpylaniu przesypów, młynów i innych stanowisk znajdują zastosowanie centralne urządzenia filtracyjne dużych wydajności.

Dobór rozwiązań odpylających

Przy doborze urządzeń odpylających powinno się uwzględnić szczytowe wartości stężeń pyłu w powietrzu transportującym. Dla dużych stężeń – przekraczających kilkanaście, kilkadziesiąt gramów na metr sześcienny – rekomendowane są filtry tkaninowe. Dla pyłów drobnych, mocno pyłących, dodatkowo stosowane są systemy rozładunku z jednoczesnym zraszaniem zsypanych pyłu lub z pełną hermetyzacją tego procesu.

W redukcji zagrożeń wybuchowych pomocne są także instalacje centralnego odkurzania w punktach emisji oraz regularne odkurzanie osiadłych warstw pyłu na powierzchniach poziomych, posadzkach i konstrukcjach.

Zalegający pył negatywnie oddziałuje na elementy instalacji i powoduje ich szybkie zużycie w wyniku erozji. Może stanowić też bezpośrednie zagrożenie dla pracowników: ryzyko poślizgnięć i upadków, które dalej mogą skutkować poważniejszymi obrażeniami.

Wtórne zagrożenia związane z podniesieniem się pyłów zalegających na posadzkach i elementach konstrukcyjnych obiektów do odbioru, transportu lub magazynowania materiałów redukuje się przez odkurzanie. Właściwy sposób postępowania i częstotliwość wykonywania operacji odkurzania z zastosowaniem przemysłowych systemów i instalacji centralnego odkurzania powinny być oparte na pomiarze warstwy pyłu i oszacowaniu czasu jej powstawania.



FOT. 2 Instalacja odpylania pyłów wybuchowych z zastosowaniem systemów bezpieczeństwa – na urządzeniu filtracyjnym umieszczono panele dekompresyjne

Dobór odpowiednich zabezpieczeń przeciwwybuchowych

W przypadku generowania atmosfer wybuchowych wewnątrz aparatów produkcyjnych, zbiorników magazynowych i zabudowanych przesypów czy filtrów powietrza mówimy o wewnętrznych strefach zagrożenia wybuchem. W tym wypadku najczęściej – ze względu na specyfikę procesu i rodzaj pyłu – trudno jest wyeliminować atmosferę wybuchową lub jest to po prostu niemożliwe. Zakłada się więc potencjalne zaistnienie wybuchu, jednak w kontrolowanym obszarze i na bezpiecznym dla otoczenia poziomie.

Każde z urządzeń odpylających, niezależnie od parametrów pracy – nisko- czy wysokociśnieniowych – wymaga zabezpieczenia przed przeciążeniem możliwym do wystąpienia w wyniku wybuchu. Zadaniem systemów zabezpieczenia przeciwwybuchowego dla urządzeń filtracyjnych jest ograniczenie do bezpiecznego poziomu przyrostu ciśnienia we wnętrzu urządzenia po wybuchu, aby ten nie uszkodził czy zniszczył całkowicie aparatu. Dobór rodzaju zabezpieczenia jest wynikiem oceny projektowej związanej z jego lokalizacją (istotne jest, czy znajduje się w hali czy na terenie otwartym), warunkami pracy filtra, własnościami pyłów i wartościami parametrów tworzącej się atmosfery wybuchowej, jak i innych cech.

Systemy redukujące zagrożenie wystąpienia wybuchu

Układy zabezpieczające instalacje procesowe i ograniczające skutki ewentualnego wybuchu wewnątrz aparatów do możliwego do przyjęcia poziomu mogą przybrać postać systemów zabezpieczonych układami aktywnymi albo pasywnymi: systemu do tłumienia wybuchu, systemu odpowietrzania

(odciążenia) i systemu odsprężania wybuchu lub kombinacji tych systemów ochrony wraz z użyciem innych środków, m.in. wyznaczenia dodatkowych bezpiecznych stref dla odpowietrzenia wybuchu i urządzeń o właściwej odporności ciśnieniowej, dopuszczonych wyłącznie na drodze certyfikacji według dyrektywy ATEX.

W przypadku jednostek filtracyjnych prawo dopuszcza cztery rozwiązania:

- układy odciążenia (odpowietrzenia) wybuchu wraz z układami bezpłomieniowego odpowietrzenia wybuchu;
- systemy tłumienia wybuchu;
- systemy odsprężania (izolacji) wybuchu oraz konstrukcje odporne na maksymalne ciśnienie wybuchu.

System odciążania lub odpowietrzenia wybuchu polega na odprowadzaniu fali i skutków wybuchu poza chronione urządzenie do atmosfery przy zastosowaniu pasywnych elementów, nieingerujących w proces spalania podczas wybuchu. Konieczne jest tu wyznaczenie dodatkowej strefy zagrożenia, do której kierowana będzie fala wybuchu. Zgodnie z dyrektywą ATEX układy odciążania wybuchu nie mogą być stosowane w przypadkach, gdy produkt lub produkty jego spalania mają charakter toksyczny lub szkodliwy dla zdrowia. Odciążanie wybuchu realizowane jest zazwyczaj poprzez zastosowanie paneli dekompresyjnych (membran), klap samozamykających – zaworów odciążających wybuch EVN lub alternatywnych układów bezpłomieniowego odpowietrzenia wybuchu.

Panele dekompresyjne nie można stosować w pomieszczeniach zamkniętych. W pobliżu panelu odpowietrzającego należy wyznaczyć strefę bezpieczeństwa, bo istnieje możliwość wystąpienia pożaru po wybuchu, a siły odrzutu powstające w chwili wybuchu mogą wyrzucić chronione urządzenie. Samozamykające klapy odciążające wybuch zamykają się po wystąpieniu eksplozji i można je zastosować na zewnątrz hali produkcyjnej. Rozwiązanie to jest przeznaczone głównie do ochrony filtrów pracujących z pyłem węglowym i do silosów. System bezpłomieniowego odciążenia wybuchu służy do przeniesienia z chronionego urządzenia ciśnienia wybuchu oraz dalszych produktów wybuchu do otoczenia. Nie dochodzi do przejścia płomienia poza obudowę chronionego urządzenia. Nie ingeruje to w żaden sposób w proces spalania podczas wybuchu. Bezpłomieniowe odciążanie wybuchu łączy panel dekompresyjny z wydajnym, perforowanym wymiennikiem ciepła. Poleca się je do ochrony urządzeń znajdujących się zarówno wewnątrz, jak i na zewnątrz hali produkcyjnej.

Nie stosujemy powyższych rozwiązań w przypadku obecności substancji toksycznych lub szkodliwych dla zdrowia.

System HRD (ang. *High Rate Discharge*) tłumienia wybuchu pyłu wewnątrz chronionego urządzenia polega na aktywnej ingerencji w proces spalania (gaszenie), zanim ciśnienie wybuchu osiągnie niebezpieczny poziom, stłumieniu płomienia za pomocą proszku tłumiącego, który odetnie dopływ tlenu i zneutralizuje proces. Składa się on z centrali sterującej, zespołu ciśnieniowych lub optycznych detektorów wybuchu i butli HRD z czynnikiem tłumiącym. Jednostka filtracyjna monitorowana jest poprzez czujnik reagujący na zmiany ciśnienia wewnątrz urządzenia w czasie. Można go zastosować w większości aplikacji, dla aparatów umieszczonych w hali produkcyjnej, jak i na zewnątrz niej. Dostosować go można także do pyłów produktów spożywczych i substancji toksycznych.

Urządzenia odporne na maksymalne ciśnienie wybuchu to aparaty, które nie mają żadnych elementów pasywnego bądź aktywnego systemu zabezpieczeń przeciwybuchowych, a ich konstrukcja została specjalnie zaprojektowana i wykonana tak, aby nie doszło do uszkodzenia aparatu w trakcie potencjalnego wybuchu – tak, że jego skutki nie przenoszą się na zewnątrz.



FOT. 3 Urządzenie filtracyjne BART BFC/CFC Ex w wersji ATEX

Stosowanie układów odsprężania wybuchu jednostek filtracyjnych równoległe z systemami ochrony przeciwwybuchowej

Aby urządzenie filtracyjne było całkowicie bezpieczne, równoległe z zabezpieczeniami przeciwwybuchowymi implementuje się specjalne systemy odsprężania wybuchu. Systemy te, montowane najczęściej na kanałach wchodzących, chronią przed przeniesieniem fali ciśnienia wybuchu z chronionego aparatu na pozostałe elementy instalacji. Stanowią je dostosowane do rodzaju instalacji klapy zwrotne, przepustnice, zawory celkowe, zaciskowe, zawory typu Ventex, jak i bariery typu HRD ze środkiem gaśniczym.

Wysokie ryzyko wystąpienia zdarzeń niepożądanych związanych z zapłonem czy wybuchem pyłu w systemach odpylania i wentylacji

Ryzyko wystąpienia incydentów związanych z zapłonem oraz wybuchem pyłu jest bardzo duże w szczególności w branżach procesowych, w sektorze chemicznym i petrochemicznym, a także przemyśle wydobywczym. Jednak jak pokazuje raport „2019 Combustible Dust Incident Report”, zamieszczony w portalu www.dustsafetyscience.com, dotyczący zdarzeń z udziałem palnych pyłów, które miały miejsce na świecie w 2019 r., najwięcej, bo aż 40%, stanowią eksplozje pyłów w przemyśle spożywczo-rolniczym i paszowym, a następnie w przemyśle przetwórstwa drewna (26 %). Przy czym najbardziej narażone na zdarzenia z udziałem palnych pyłów są właśnie systemy odpylające i wentylacyjne (22%) – filtry odpylające i cyklony – następnie suszarnie – np. cukru, zbóż (17%), dalej silosy magazynowe (13%) oraz inne obiekty magazynowe (10%). Kolejną istotną grupą urządzeń są różnego typu podnośniki oraz przenośniki, w obrębie których wystąpiło 11% wszystkich zdarzeń.

Niestety, pomimo akcji informacyjnych i wysokiej świadomości poszczególnych branż ilość wypadków w obecności pyłów wybuchowych na przestrzeni ostatnich czterech lat nie maleje. W roku 2019 aż 87% wszystkich udokumentowanych wypadków śmiertelnych nastąpiło w wyniku wybuchu

pyłów. Branża spożywcza oraz przetwórstwo drewna odpowiedzialne są za 59% rannych i 62% ofiar śmiertelnych.

Jak ważne jest powierzenie wykonania instalacji ATEX doświadczonemu integratorowi systemów bezpieczeństwa

Powyższe statystyki pokazują, że zaniedbania oraz niepoprawnie dobrane zabezpieczenia są poważnym zagrożeniem dla instalacji procesowej oraz obsługującego ją personelu. Partnerem inwestycji w zakresie zabezpieczeń przeciwybuchowych w newralgicznych branżach powinna być firma inżynierska i montażowa z rekordem wielu zaawansowanych technicznie instalacji. Zaprojektowanie i wykonanie instalacji należy powierzyć doświadczonemu integratorowi systemów. Firma BART już od dwudziestu lat współpracuje z liderami rynku, świadcząc swoje usługi na najwyższym światowym poziomie bezpieczeństwa i jakości, realizuje kompleksowe projekty spełniające najwyższe wymagania bezpieczeństwa przeciwybuchowego oraz wieloletniej stabilności parametrów technicznych. Systemy firmy BART zostały przetestowane pozytywnie i dostosowane do potrzeb klientów z różnych segmentów produkcji sypkiej. Potwierdza to rosnące z roku na rok grono zadowolonych klientów i wystawiane przez nich referencje.

Więcej informacji na temat instalacji odpylania w standardzie ATEX z zabezpieczeniem przed skutkami wybuchu znajdują się na stronie internetowej firmy BART: www.bart-vent.pl.

Przykłady instalacji przeciwybuchowych ATEX wykonanych przez firmę BART Sp. z o.o.

Instalacja odciągania gazów i oparów wybuchowych w obiekcie o wysokich wymagach higienicznych

Proces: odpylanie pyłów z procesu produkcji gumy do żucia.

Branża przemysłu: spożywcza.

Rodzaj pyłu: mączka, cukier, pudry – pyły higroskopijne, wybuchowe w klasie ST 1.

Zainstalowana wydajność: 2 układy po 25 000 m³/h.

Opis: instalacja rurowa w obszarach produkcji wykonana ze stali kwasoodpornej. Wyposażenie spełniające surowe warunki higieniczne. Układ zabezpieczony przed skutkami wybuchu panelami dekompresji wybuchu oraz łapaczami płomienia pozwalającymi na bezpieczne rozładowanie eksplozji wewnątrz hali. Układ sterowany przemiennikami częstotliwości poprzez zadane podciśnienie układu. Pełny monitoring podzespołów instalacji w centralnej stacji zarządzania produkcją.

Filtracja pyłów wybuchowych przy produkcji filtrów ceramicznych cząstek stałych – z węgla krzemu

Proces: filtracja pyłów technologicznych.

Branża przemysłu: motoryzacyjna.

Rodzaj pyłu: pyły ceramiczne o właściwościach wybuchowych.

Zainstalowana wydajność: 2 × 24 000 m³/h.

Informacje dodatkowe: właściwości wybuchowe pyłu $K_{st} = 49 \text{ m} \cdot \text{bar/s}$, filtry z zabezpieczeniem pasywnym w postaci 8 paneli eksplozyjnych z deflektorami ukierunkowującymi ewentualną falę eksplozji w górę.