

Instalacje odpylające oraz centralnego odkurzenia – dobór zabezpieczeń

Instalacje odpylające, centralnego odkurzenia, jak i aspiracyjne występują praktycznie w każdym zakładzie przemysłowym. W wielu przypadkach zasysane do instalacji pyły mają charakter wybuchowy, a w pewnych gałęziach przemysłu wraz z pyłami do instalacji trafiają wybuchowe gazy lub pary. Jak w takich przypadkach poradzić sobie z gąszczem zapisów normatywnych obowiązujących w obszarze bezpieczeństwa wybuchowego?



Zbigniew Wolff

Wspólnik w GRUPIE WOLFF i praktyk z ponad 20-letnim doświadczeniem w obszarze bezpieczeństwa wybuchowego w branżach: drzewnej, energetycznej, chemicznej, farmaceutycznej oraz spożywczej. Brał udział w kilkuset projektach dot. zabezpieczeń pojedynczych urządzeń lub kompletnych linii produkcyjnych przed skutkami wybuchu. Współpracował z największymi koncernami, biurami projektowymi i ubezpieczycielami. Kontakt: z.wolff@g-w.eu

Konieczność należytej ochrony instalacji zagrożonych wybuchem wynika bezpośrednio z dyrektywy ATEX 137 i odpowiednich rozporządzeń polskich. W praktyce działania w tym zakresie realizowane są na podstawie odpowiednich norm PN-EN oraz EN.

Ponieważ jednak sprawne poruszanie się w gąszczu skomplikowanych zapisów nie jest zadaniem prostym, w niniejszym artykule przedstawione zostało praktyczne podejście do prawidłowego zabezpieczenia instalacji odpylania, centralnego odkurzenia oraz aspiracyjnych przed skutkami wybuchu.

Pomimo że budowa powszechnie stosowanych jednostek filtracyjnych – przynajmniej w zakresie podstawowych założeń – jest zbliżona, to podejście do ich właściwego zabezpieczenia przed skutkami wybuchu może się diametralnie różnić. Do czynników, które w głównej mierze o tym decydują, należy zaliczyć:

- parametry odpylanej atmosfery wybuchowej,
- wytrzymałość konstrukcyjną urządzenia,
- lokalizację urządzenia (wewnątrz lub na zewnątrz budynku).

ATMOSFERA WYBUCHOWA

Z punktu widzenia bezpieczeństwa wybuchowego kluczowym zagadnieniem przy doborze jednostki filtracyjnej jest określenie parametrów atmosfery wybuchowej, która może się pojawić w komorze filtracyjnej oraz w kanałach brudnego, a w pewnych przypadkach również w kanale czystego powietrza.

Do prawidłowego zaprojektowania systemu przeciwwybuchowego konieczna jest znajomość parametrów takich, jak:

- K_{st} [bar x m/s] – maksymalna wartość przyrostu ciśnienia w danej objętości i w jednostce czasu wywołanego wybuchem atmosfery wybuchowej.
- P_{max} [bar] – maksymalne ciśnienie, jakie może zostać osiągnięte w chwili wybuchu danej atmosfery wybuchowej w jednostce filtracyjnej (lub innym zamkniętym aparacie).

JEDNOSTKA FILTRACYJNA

Do wykonania niezbędnych obliczeń niezbędne są również dane techniczne dotyczące konkretnej jednostki filtracyjnej, która została dobrana ze względu na wymaganą wydajność jakości oczyszczonego powietrza. Koniecznym minimum w tym zakresie są:

- podstawowe wymiary jednostki filtracyjnej,
- ilość, rodzaj oraz wymiary wkładów filtracyjnych,
- średnice oraz przebieg kanałów brudnego, oraz czystego powietrza,
- wytrzymałość konstrukcyjna urządzenia wyrażona poprzez maksymalne ciśnienie P_{stat} [bar], na jakie dane urządzenie jest odporne, tj. nie ulegnie rozerwaniu (a w pewnych przypadkach również odkształceniu).

WYTRZYMAŁOŚĆ KONSTRUKCYJNA

Zasadniczym zadaniem systemów przeciwwybuchowych jest obniżenie maksymalnego ciśnienia wybuchu P_{max} do wartości tzw. zredukowanego ciśnienia wybuchu P_{red} , którego wartość musi być niższa od wytrzymałości konstrukcyjnej urządzenia P_{stat} . Innymi słowy, zabezpieczenia przeciwwybuchowe mają ograniczyć nadmierny przyrost ciśnienia we wnętrzu urządzenia

po wybuchu, do bezpiecznego poziomu, a tym samym przeciwdziałać jego zniszczeniu (rozerwaniu) lub poważnemu uszkodzeniu (odkształceniu).

W przypadku prawidłowo zabezpieczonej instalacji musi więc być spełniony warunek:

$$P_{red} < P_{stat} < P_{max}$$

Należy również pamiętać, że wartość P_{stat} musi być zachowana także dla kanałów łączących dane urządzenie z pozostałą częścią instalacji. Warunek ten dotyczy odcinków kanałów na długości od aparatu do układów odsprężania (izolacji) wybuchu zamontowanych na tych kanałach (układy odsprężania chronią przed przebiciem się skutków wybuchu, w tym ciśnienia i ognia na pozostałą część instalacji).

Wytrzymałość konstrukcyjna aparatu P_{stat} może zostać określona na podstawie dwóch parametrów, tj. granicy sprężystości lub granicy plastyczności materiału, z jakiego zostało wykonane dane urządzenie. Oba podejścia są prawidłowe, niemniej zastosowanie granicy sprężystości gwarantuje, że urządzenie w wyniku wybuchu nie ulegnie trwałym odkształceniom, a tym samym będzie zdolne do dalszej pracy. W przypadku zastosowania do obliczeń granicy plastyczności mamy jedynie gwarancję, że nie zostanie ono rozerwane, może natomiast ulec odkształceniom, które wyeliminuje je z dalszej pracy.

Wyższa odporność konstrukcyjna generuje wyższą cenę urządzenia. Doświadczenie pokazuje jednak, że w wielu przypadkach różnica ta jest stosunkowo niewielka.

Warto podkreślić, że obliczenie wytrzymałości konstrukcyjne P_{stat} jest możliwe także w przypadku urządzeń pracujących od lat, a działania w tym zakresie zyskują w ostatnim czasie na znaczeniu. Dzieje się tak, ponieważ na podstawie przeprowadzonych obliczeń i analiz możliwe jest odpowiednie wzmocnienie urządzeń, co pozwala ograniczyć koszty związane z ich ewentualną wymianą.

ZABEZPIECZENIA PRZECIWWYBUCHOWE

Na rynku dostępne są obecnie cztery rozwiązania techniczne, które zgodnie z dyrektywą ATEX są dopuszczone przez polskie i europejskie prawo do zabudowy m.in. na jednostkach filtracyjnych. Są to układy odciążenia (odpowietrzania) wybuchu, układy bezpłomieniowego odpowietrzania wybuchu, systemy tłumienia wybuchu oraz konstrukcje odporne na

maksymalne ciśnienie wybuchu. Służą one jednak wyłącznie do ochrony aparatu przed skutkami wybuchu. Podstawowym czynnikiem mającym wpływ na wybór zabezpieczenia przeciwybuchowego jest lokalizacja jednostki filtracyjnej (budynek/hala lub teren otwarty) oraz wartości parametrów atmosfery wybuchowej.

ODCIĄŻANIE WYBUCHU

Decydując się na układ odciążenia wybuchu, czyli na odprowadzanie skutków wybuchu (ciśnienia, płomienia, palących się cząstek oraz niespalonego produktu) poza urządzenie do atmosfery, należy pamiętać o kilku kluczowych zasadach. Niezbędne jest wyznaczenie strefy zagrożenia, do której kierowana będzie fala wybuchu. Jest to konieczne, ponieważ zasadniczo zabrania się kierować skutki wybuchu w stronę budynków, innych aparatów i instalacji, traktów

REKLAMA

Suwnica do 120t
Modułowość
Plug and Play
Synchronizacja
Łagodny rozruch

DBAŁOŚĆ O SZCZEGÓŁY I ŚRODOWISKO

Prewencja

pieszych i drogowych, parkingów, miejsc składowania produktów oraz w stronę, gdzie mogą wystąpić inne atmosfery wybuchowe. Strefa ta, której zasięg należy obliczyć, może mieć do kilkudziesięciu metrów. Zaleca się również jej wygradzenie. Działania te powinni zostać wykonane w ramach Oceny Ryzyka Wybuchu.

Odciążenie wybuchu, którego elementem wykonawczym są panele lub kłapy przeciwwybuchowe, montowane są na bocznej lub górnej ścianie jednostki filtracyjnej. Na przykład w przypadku jednostek z rękawami filtracyjnymi jedyną dopuszczalną możliwością jest montaż układu odciążającego na bocznej stronie urządzenia, powyżej leja, w taki sposób, by rękawy filtracyjne nie przystaniały otworu dekompresyjnego. Natomiast w przypadku prostokątnych wkładów filtracyjnych (płyty lub kieszenie filtracyjne) zabudowa paneli lub kłap dekompresyjnych na górnej części jest możliwa tylko wtedy, gdy część czysta filtra znajduje się na jego bocznej ścianie. W przypadku układów odciążania wybuchu należy również pamiętać, że rozwiązania tego typu każdorazowo montuje się po tzw. brudnej stronie jednostki filtracyjnej.

Co ważne, paneli oraz kłap przeciwwybuchowych zasadniczo nie stosuje się w przypadku urządzeń zlokalizowanych w obiektach zamkniętych. W przypadku tych pierwszych odstępstwo od tej reguły stanowią nieliczne przypadki pozwalające na zastosowanie tzw. kanałów dekompresyjnych, które umożliwią wyprowadzenie skutków wybuchu do otwartej przestrzeni poza halę lub budynek.

BEZPŁOMIENIOWE ODCIĄŻANIE WYBUCHU

W praktyce w wielu przypadkach okazuje się, że kanał dekompresyjny tak znacząco wpływa na rozmiar wymaganej powierzchni odciążenia i/lub zredukowane ciśnienie wybuchu, że jego zastosowanie jest fizycznie niemożliwe. Przyczyny te sprawiają, że stosowanie standardowych paneli dekompresyjnych w pomieszczeniach zamkniętych jest bardzo trudne, a w wielu sytuacjach wręcz niemożliwe.

Alternatywne rozwiązanie stanowi bezpłomieniowy układ odciążania wybuchu. Jest to połączenie panelu dekompresyjnego z perforowanym, wydajnym wymiennikiem ciepła, który stanowi barierę dla płomienia oraz palącego się i niespalonego produktu, pozwalając jednocześnie odprowadzić ciśnienie wybuchu (gazy spalinowe) do otoczenia.

Pomimo wielu zalet bezpłomieniowego odciążania wybuchu należy pamiętać, że podobnie jak w przypadku paneli dekompresyjnych, w chwili wybuchu nadmierne ciśnienie oraz gazy powstające w wyniku spalania produktu wyprowadzane są z urządzenia do otaczającej go atmosfery. Dlatego też przed wyborem tego rozwiązania należy się upewnić, czy stosunek kubatury pomieszczenia do kubatury chronionego urządzenia jest zgodny z normą. W wielu przypadkach można przyjąć, że ten stosunek powinien być nie mniejszy niż 1 : 15.

TŁUMIENIE WYBUCHU

Gdy ze względu na wymienione ograniczenia nie jest możliwe zastosowanie układu odciążającego, z pomocą przychodzi system tłumienia wybuchu. Jest to najbardziej zaawansowane technicznie rozwiązanie służące do ochrony urządzeń procesowych przed wybuchem. Jego zadanie, w odróżnieniu od odciążania wybuchu, polega na niedopuszczeniu do rozwoju wybuchu, który zostaje stłumiony już w zarzewiu.

System ten składa się z elementów detekcyjnych, sterujących i wykonawczych. Element wykonawczy stanowią butle typu HRD (ang. High Rate Discharge) wypełnione specjalnym proszkiem tłumiącym wybuch. Jednostka filtracyjna monitorowana jest poprzez czujnik, który w sposób ciągły mierzy zmiany ciśnienia wewnątrz urządzenia w czasie. W pewnych przypadkach, gdy wymagane jest skrócenie czasu reakcji układu, stosowane są dodatkowo czujniki podczerwieni. Za weryfikację sygnałów płynących z czujników oraz aktywację systemu odpowiada centrala sterująca.

W przypadku układów opartych na dynamicznym czujniku ciśnienia aktywacja butli HRD następuje tylko wtedy, gdy zmiana ciśnienia w czasie odpowiada charakterystyce wybuchu danego produktu. Wtrysk środka tłumiącego do wnętrza chronionego urządzenia nie dopuszcza do propagacji wybuchu poprzez stłumienie tworzącego się płomienia, wychłodzenie produktu i inertyzację układu. Należy pamiętać, że system tłumienia projektowany jest z uwzględnieniem indywidualnych wymogów konkretnej instalacji oraz ograniczeń wynikających z certyfikatu ATEX (systemy różnych producentów posiadają odmienne ograniczenia). W zależności od parametrów wybuchowości produktu oraz kubatury zabezpieczonego urządzenia czas mierzony od wykrycia zarzewia wybuchu do jego całkowitego stłumienia wynosi od kilkudziesięciu do kilkuset milisekund.

Podstawową zaletą opisanego systemu jest możliwość zabudowy jednostki filtracyjnej w dowolnym miejscu – w budynku lub hali, na dachu, w pobliżu traktów pieszych lub dróg, w obrębie gęsto zabudowanej instalacji itp. Zabudowanie systemu tłumienia wybuchu HRD eliminuje konieczność wyznaczania jakichkolwiek stref zagrożenia. System HRD jest dopuszczony do stosowania podczas obecności zdecydowanej większości pyłów oraz gazów.

KONSTRUKCJA ODPORNA NA MAKSYMALNE CIŚNIENIE WYBUCHU

W tych rzadkich przypadkach, gdy zastosowanie wymienionych rozwiązań nie jest możliwe, pozostaje wykonanie jednostki filtracyjnej odpornej na maksymalne ciśnienie wybuchu P_{max} . Konsekwencją takiego rozwiązania jest duży ciężar urządzenia, który w wielu przypadkach powoduje konieczność wzmocnienia podłoża lub konstrukcji budynku, na której jest ono posadowione. Oznacza to także poważny wzrost kosztów.

ODSPRĘGANIE (IZOLACJA) WYBUCHU

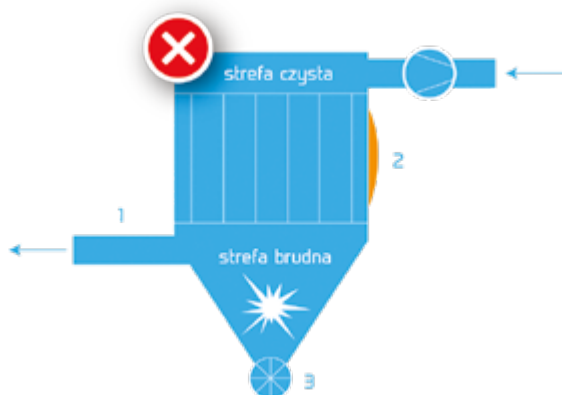
Niezależnie od zastosowanej metody ochrony aparatu procesowego (w tym jednostek filtracyjnych) przed wybuchem konieczne jest jej uzupełnienie o układ odprężania (izolacji) wybuchu – co wynika bezpośrednio z zapisów dyrektywy ATEX 137. Zastosowanie układów odprężania wybuchu na kanałach wchodzących i w pewnych przypadkach wychodzących z jednostki filtracyjnej oraz wysyp z komory odbieranego pyłu mają na celu niedopuszczenie do przebiccia się skutków wybuchu (ciśnienie, płomień) na inne części instalacji. Tak więc podstawową rolę odprężania wybuchu jest ochrona instalacji procesowej przed przeniesieniem się wybuchu z zagrożonego aparatu.

Na rynku dostępnych jest kilka rozwiązań zgodnych z dyrektywą ATEX oraz polskimi i europejskimi przepisami. W zależności

od parametrów pracy instalacji, przebiegu kanałów i parametrów wybuchowości pyłów możliwe jest np. zastosowanie śluz celkowych (zaworów celkowych, śluz obrotowych), specjalnych zaworów zaciskowych, klap zwrotnych, układów podwójnych przepustnic, zasuw szybkiego zadziałania, zaworów typu Ventex oraz barier ogniowych typu HRD.

ZABEZPIECZENIE FILTRA – PRZYKŁADY

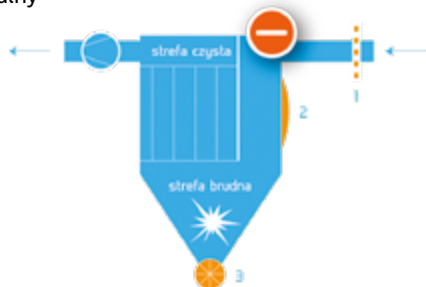
Zabezpieczenie filtra: nieprawidłowe; poziom bezpieczeństwa: niedopuszczalny



Rys. 1. Ochrona filtrów przed wybuchem – przykład rozwiązania błędnego

(1) Brak odprężania wybuchu na kanale brudnego powietrza umożliwi rozprzestrzenienie się wybuchu na pozostałą część instalacji. (2) Wkłady filtracyjne zamontowane na wysokości panelu odciążającego uniemożliwią skuteczne odprowadzenie skutków wybuchu poza chronione urządzenie. (3) Na wylocie z filtra zastosowano zawór celkowy w standardowym wykonaniu (bez certyfikatu ATEX potwierdzającego odporność na uderzenie ciśnienia i przebicie się ognia). Może to skutkować rozprzestrzenieniem się wybuchu na pozostałą część instalacji.

Zabezpieczenie filtra: prawidłowe; poziom bezpieczeństwa: dopuszczalny



Rys. 2. Ochrona filtrów przed wybuchem - przykład rozwiązania akceptowalnego

(1) Na kanale brudnego powietrza zastosowano certyfikowany system odprężający (bariera proszkowa HRD/klapa zwrotna). (2) Wkłady filtracyjne odsunięto od ściany filtra, na której zamontowano panel odciążający wybuch. Szczególną uwagę należy zwrócić na wymiary powstałego w ten sposób kanału. W przypadku

ich nieprawidłowego doboru filtr może wymagać zastosowania dodatkowych środków ochronnych. (3) Na wylocie z filtra zastosowano certyfikowany zawór dozujący.

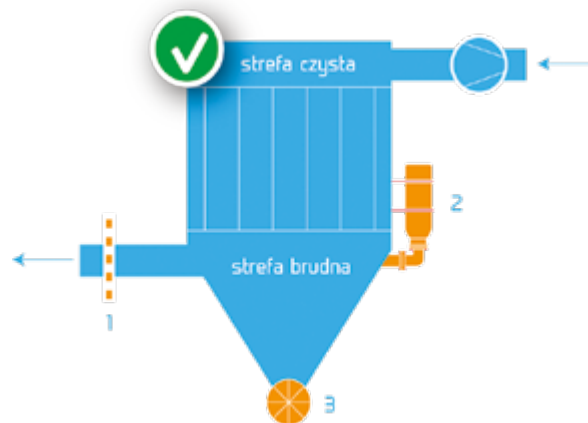
Zabezpieczenie filtra: prawidłowe; poziom bezpieczeństwa: wysoki



Rys. 3. Ochrona filtrów przed wybuchem – przykład rozwiązania prawidłowego

(1) Na kanale brudnego powietrza zastosowano certyfikowany system odprężający (tłumienie wybuchu/klapa zwrotna), co w przypadku wybuchu skutecznie odizoluje chroniony filtr od pozostałej części instalacji. (2) Wkłady filtracyjne zostały podniesione względem panelu odciążającego, co umożliwi ich prawidłowe zadziałanie w przypadku wybuchu. (3) Na wylocie z filtra zastosowano certyfikowany zawór dozujący, co w przypadku wybuchu skutecznie odseparuje chronione urządzenie od pozostałej części instalacji.

Zabezpieczenie filtra: prawidłowe; poziom bezpieczeństwa: wysoki



Rys. 4. Ochrona filtrów przed wybuchem – przykład rozwiązania prawidłowego

(1) Na kanale brudnego powietrza zastosowano certyfikowany system odprężający (tłumienie wybuchu/klapa zwrotna). (2) Skutki wybuchu w filtrze zostaną zminimalizowane do bezpiecznego poziomu poprzez system tłumienia wybuchu. (3) Na stożkowej części filtra zastosowano certyfikowany zawór dozujący, co w przypadku wybuchu skutecznie odseparuje chronione urządzenie od pozostałej części instalacji. ■