

Instalacje biomasy a zagrożenie wybuchem

Ostatnie lata w energetyce przebiegają pod hasłem limitów CO₂, które podnoszą koszty produkcji energii. Unia Europejska sugeruje współpalanie biomasy – początkowo rozwiązanie to miało być zastosowane w małych elektrowniach i elektrociepłowniach, jednak z biegiem czasu również elektrownie o dużej mocy rozpoczęły spalanie biomasy z węglem – w założeniu ma być to coraz częściej stosowana praktyka.

Tomasz Jobczyk, Polska

Doradca techniczny i konsultant od zabezpieczeń przeciwwybuchowych

W zależności od przyznanego limitów stosunek spalanej biomasy do węgla jest różny (w 2009 roku wynosił przeciętnie 80:20). Paliwa odnawialne, znane jako biomasa, są dzielone w elektrowniach na zawężone kategorie, takie jak agro biomasa oraz biomasa leśna. Spalanie drzewa pod różnymi postaciami było już znane człowiekowi od tysiącleci, jednak wykorzystanie suszonych pestek wiśni, kukurydzy, suszu owocowego, łusek słonecznika, łupin orzecha kokosowego, słomy i innych organicznych odpadów w celach uzyskania energii dopiero od niedawna.

Pod względem zagrożeń wybuchowych węgiel kamienny czy brunatny, podobnie jak drewno były dobrze rozpoznane. Pył węglowy w kopalniach stanowił zawsze bardzo duże zagrożenie i jego zachowanie w obróbce i transporcie zostało zbadane.

Z drewnem do momentu jego rozdrobnienia największe doświadczenie miały tartaki, fabryki produkujące meble i elementy drewniane. Tam wiedziano, że im drobniejsze wióry, tym większe zagrożenie eksplozją. Tutaj należy zauważyć, że w elektrowniach aby wprowadzić paliwo do komory spalania, należy je rozdrobnić na pył o odpowiedniej granulacji. Mieszanka węgla i różnego rodzaju niezbadanej biomasy stanowi bardzo duże zagrożenie, mogące mieć potencjalnie fatalne skutki. Zależnie od podejścia instalacje są projektowane na nowo lub przerabiane w celu dostosowania do nowego rodzaju paliwa. Użytkownik takiej instalacji musi spełniać kilka wymogów prawnych – jednym z nich zajmujemy się w tym artykule.

Dyrektywa ATEX 137 (99/92/EU).

Dyrektywa ta oraz kilka norm z nią związanych nakładają na użytkownika obowiązek zabezpieczenia zakładu przed wybuchem, które ma zostać zrealizowane w odpowiedni i określony sposób, przez co ma zagwarantować bezpieczeństwo pracownikom oraz całej instalacji. Odpowiedzialność prawną spoczywa w rękach kierownictwa (użytkownika instalacji) oraz projektanta i inwestora – w momencie budowy instalacji.

Każdą pracę nad przystosowaniem instalacji do pracy z atmosferami wybuchowymi należy poprzedzić odpowiednią „Oceną Ryzyka” linii technologicznej. Powinien ją przeprowadzić doświadczony zespół.

W pierwszej fazie wyznaczone zostanie przeprowadzona klasyfikacja stref, która umożliwi projektantowi dobór odpowied-



nich urządzeń dla każdej z nich. Następnie należy wykluczyć wszystkie możliwe źródła zapłonu, tak aby nie doszło do zainicjowania wybuchu poprzez współdziałanie elementów. Jeden element dobrany do pracy w strefie to jeszcze nie zespół elementów działających bezpiecznie. Po zrealizowaniu wszystkich kroków należy uwzględnić „proponowane minimalizacji ryzyka”, w których są zawarte rozwiązania techniczne zmniejszające ryzyko wybuchu.

Systemy zabezpieczeń przeciwwybuchowych:

Pracując z danym rodzajem pyłu, należy najpierw zbadać jego cechy i parametry wybuchowe. Pozwoli to zorientować się, jak niebezpieczny jest dany typ paliwa w zależności od granulacji.

Podstawowe parametry biomas używanych w Polsce oscylują w granicy $K_{st}=60$ (maksymalna szybkość narastania ciśnienia bar/s), $P_{max}=8.5$ (maksymalne ciśnienie wybuchu w barach), przy czym bardzo ważne są także parametry takie jak temperatura zapłonu warstwy pyłu (zwykle około 280°C) oraz minimalna energia zapłonu pyłu (mierzona w mJ), bardzo różna, jednak można przyjąć, że wartością reprezentatywną będzie 10 mJ.



Butla HRD5L na stopie przenośnika kubelkowego jako izolacja wybuchu



Butla odsprężająca wybuch mogący rozchodzić się od filtra w stronę instalacji (typ SRD)



Eksplzja na filtrze kontrolowana za pomocą płyty bezpieczeństwa

Omawiając przykładową linię technologiczną, należy przyjąć, że użytkownik pozwolił na przeliczenie lub sam ustalił wartość ciśnienia zredukowanego urządzeń. (Ciśnienie zredukowane to wartość wytrzymałości urządzenia na nadciśnienie wybuchu).

Przykładowy scenariusz eksplozji w niezabezpieczonej instalacji biomasy

Rozładunek biomasy z transportu samochodowego. 1. W momencie rozładunku dochodzi do wybuchu w filtrze (odpylającym rozładunek), gdzie nastąpiło wyładowanie elektrostatyczne. Eksplozja niszczy filtr – zaparkowane w okolicy samochody zostają zniszczone poprzez oderwane drzwi rewizyjne filtra. 2. Do rury ssącej przenosi się nieuwolniona energia wybuchu i podróżuje w kierunku miejsca rozładunku biomasy, w tym miejscu dochodzi do wtórnej eksplozji już dużo silniejszej (uszkodzony zostaje samochód oraz budynek rozładunku). 3. Wybuch przenosi się następnie do przenośnika kubelkowego, niszcząc go, a jednocześnie zmierza w kierunku przesiewacza, który znajduje się wewnątrz budynku. 4. Przesiewacz zostaje rozerwany i wszystkie szyby oraz lekka konstrukcja budynku ulegają uszkodzeniu. 5. Eksplozja następnie przenosi się do bunkra przesiewacza, skąd dalej dochodzi do następnego przenośnika, który również niszczy. 6. Na rozgałęzieniu przenośników i następnym przesypie przedostaje się do linii załadunku silosów oraz równolegle przemieszcza się innym przenośnikiem do linii nawęglania, gdzie biomasa jest mieszana z węglem. 7. Równocześnie zostają zniszczone wszystkie niezabezpieczone silosy i cała linia nawęglania. Elektrownia zatrzymuje się w trybie awaryjnym. Po około 60 ms zatrzymanie rozprzestrzeniającego się wybuchu jest bardzo trudne.

Warto pamiętać, że podróżującą falę ognia poprzedza fala ciśnienia, która w odpowiedni sposób podrywa zalegający pył, stwarzając sobie optymalne warunki do propagacji wybuchu.

Przykład optymalnie zabezpieczonej instalacji biomasy:

Po rozładunku biomasy z ciężarówek lub wagonów kolejowych trafia ona do odpowiednich lejów zasypowych, skąd jest transportowana do dalszych części instalacji. W momencie wysypu paliwa należy w celu ograniczenia zagrożenia wybuchem pyłu zastoso-



Przerzycznik ognia gotowy do pracy na filtrze



Przerzycznik ognia podczas działania na filtrze

wać odpylanie odpowiednimi ssawami. Pył w odpowiedniej dyspersji trafia do odpylacza, dlatego urządzenie to należy właściwie wyposażyć w zabezpieczenia przeciwwybuchowe. Zwykle same filtry stoją na zewnątrz, dlatego wyrzut nadciśnienia spowodowanego wybuchem pyłu może być odprowadzony panelami rozrywanymi (płytami bezpieczeństwa). W momencie eksplozji ulegną one otwarciu i skierują energię wybuchu w odpowiednim kierunku do atmosfery. Jednakże samo uwolnienie energii nie jest wystarczające, ponieważ wybuch będzie rozprzestrzeniał się do innych części instalacji.

Króćcem przyłączeniowym do innych elementów instalacji jest tutaj dół brudnego powietrza do filtra. Należy nim rozstawić w odpowiednim miejscu butle typu SRD, najczęściej o pojemności 8,4 l, które we współpracy z czujnikami rozerwania oraz dodatkowymi czujnikami ciśnienia i podczerwieni – jako elementy detekcji – wyrzucą w bardzo krótkim czasie proszek tłumiący wybuch.

Izolację wybuchów można przeprowadzić na wiele sposobów, jednak zastosowanie butli SRD (proszkowej) lub zaworów szybko zamykających typu FAV to sprawdzony środek. Zadziałanie tych elementów zapewnia nam bezpieczną izolację wybuchu w danym obszarze.

W kolejnym etapie biomasa jest transportowana przenośnikami zgrzeblowymi/kubelkowymi lub innymi, do miejsca, gdzie ulega rozdrobieniu. Elementy transportu pionowego, takie jak przenośniki kubelkowe lub kieszeniowe, stanowią poważne źródło zagrożenia w świetle dyrektywy ATEX.

Proponowanym sposobem zabezpieczeń przeciwwybuchowych dla tego typu urządzeń jest – zależnie od ich rozmieszczenia – zabezpieczenie stopy sięgającej do miejsca rozładunku butlą typu HRD (tłumiącą wybuch) z współdziałającymi punktami detekcji (Irex optyczna + Cerex ciśnieniowa). Jego celem jest zatrzymanie wybuchu, powstającego w stopie przenośnika oraz równoczesne zablokowanie jego dalszej propagacji do innych części instalacji. Następnie na części pionowej, która przebiega na wolnym powietrzu, należy zamontować płyty bezpieczeństwa w celu dekompresji wybuchu (zależnie od długości stopy przenośnika wyspecjalizowana firma dobierze odpowiednie typy płyt bezpieczeństwa). Głowica jako element końcowy, najczęściej będący już w budynku, wymaga także zabezpieczenia – najlepiej płytą bezpieczeństwa w kombinacji z przerywaczem ognia typu FlamQuench lub EleQuench (zależnie od miejsca montażowego), w celu bezpłomieniowego odpowietrzenia powstającego nadciśnienia. Wybuchy w przenośnikach mają swoje źródło najczęściej w stopach przenośników, przez obłuzowanie paska lub uszkodzenia kubelków, bądź poprzez zwyczajne przegrzanie się rolki. Wybuch mający swój początek w stopie nabiera siły w kierunku głowicy, dlatego tak ważne jest wyposażenie wszystkich elementów przenośnika w zabezpieczenia. W miejscu rozładunku, zależnie od rozwiązania, proponowany jest przenośnik ślimakowy lub montaż butli typu SRD, która stłumi wybuch, nie pozwalając na jego dalszą propagację. Następnie paliwo jest transportowane w celu rozdrobnienia lub frakcjonowania do kruszarki lub przesiewacza. W urządzeniach tych podczas pracy panuje stale atmosfera niebezpieczna, umożliwiającą wybuch i późniejszą jego propagację. Dla tego typu urządzeń zalecane jest zabezpieczenie aktywną butlą typu HRD (np.: 10 L) nadawy, bunkra załadunkowego oraz – poniżej – kruszarki bunkra rozładunkowego. Czujniki ciśnienia, w momencie wykrycia ciśnienia krytycznego, wskazującego na wybuch, w odpowiednim czasie wystrzelą proszek tłumiący eksplozję. Oczywiście nie wolno zapomnieć o zabezpieczeniu miejsca odpylania odpowiednią butlą typu SRD



Rodzaje przerywaczy ognia stosowane do bezpłomieniowego odprowadzania wybuchów biomas



Wnętrze przerywacza ognia typu Flamquench składa się z płyty bezpieczeństwa, na której jest montowany przerywacz

(*Slow Rate Discharge*), aby nie doszło do propagacji wybuchu. Alternatywą dla mniejszych średnic odpylania jest zawór typu Pinch Valve. Urządzenie to blokuje zarówno ogień, jak i ciśnienie.

W podobny sposób należy zabezpieczyć także przesiewacz. Zасыp produktu najlepiej zabezpieczyć butlą typu HRD 10L lub 20L, tak samo należy postąpić z oboma wysypami. Rozwiązaniem dla samego urządzenia, niewymagającym przeglądów, jest zastosowanie na przesiewaczu przerywacza ognia typu FlamQuench w celu bezpłomieniowej redukcji ciśnienia. Urządzenia te nie wymagają przeglądów oraz nie powodują dodatkowych kosztów, ze względu na swoją bezobsługowość.

Po zadziałaniu urządzenia użytkownik może sam dokonać przeglądu serwisowego.

FlamQuench ma zabudowaną płytę bezpieczeństwa, która w momencie wybuchu ulega rozerwaniu i cała energia zostaje skierowana do przerywacza ognia. Redukuje on energię wybuchu tak, że na zewnątrz urządzenia wystąpi maksymalnie temperatura 60°C (trwa to ułamki sekund).

Zabezpieczając instalację podawania biomasy, należy także pamiętać o odpowiednim zabezpieczeniu miejsc składowania. Silosy niezależnie od ich rozmiaru trzeba wyposażyć w płyty bezpieczeństwa po odpowiednim przeliczeniu powierzchni dekompresyjnej przez profesjonalną firmę zajmującą się tymi zagadnieniami. Załadunek oraz rozładunek musi się odbywać poprzez odpowiednią formę gwarantującą bezpieczeństwo przed propagacją wybuchu.



Wizualizacja wybuchu z odpylacza

Młyny pierścieniowo-kulowe

Urządzeniem wykorzystywanym w większości elektrowni do rozdrabniania węgla są młyny pierścieniowo-kulowe. Urządzenia te są ładowane z góry węglem lub odpowiednią mieszanką węgla z biomasą w celu zmielenia paliwa na pył. Następnie wdmuchiwane gorące powietrze przenosi drobne frakcje paliwa przez wyloty w kierunku kotła. Urządzenia te były konstruowane do pracy z węglem, przez co nie dochodziło do wypadków przy zachowaniu odpowiednich parametrów pracy. Obecnie, kiedy w większości wykorzystywane są one do rozdrabniania i podawania biomasy, zmieniło się ich przeznaczenie. Mielenie takiej mieszanki o nieustalonych cechach wybuchowych jest niebezpieczne – stąd potrzeba wykorzystania w młynach odpowiednich zabezpieczeń przeciwwybuchowych.

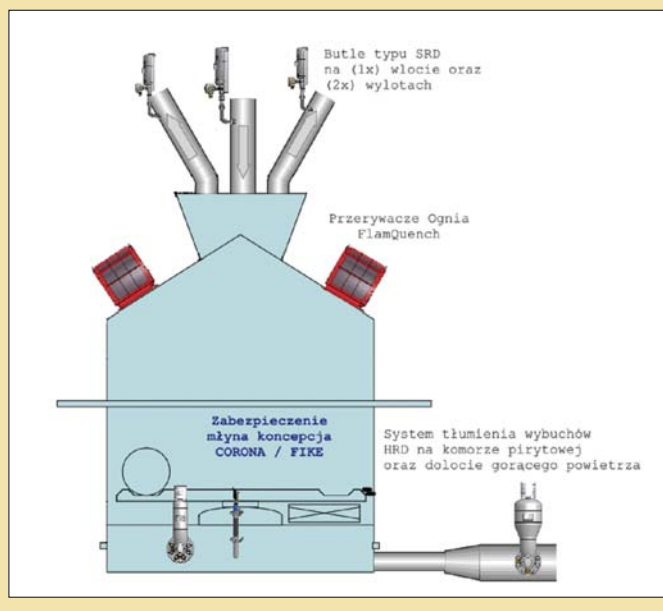
Wszystkie podjęte kroki przy pracy z paliwami alternatywnymi, jakimi są biomasy, powinny być przeanalizowane i odpowiednio zabezpieczone, aby zapewnić bezpieczną i stabilną pracę tych instalacji.

Doświadczenie wskazuje na to, że w przemyśle dochodzi często do wybuchów pyłów i zagadnienia zabezpieczeń przeciwwybuchowych nie wolno lekceważyć.

Opis zabezpieczenia młyna pierścieniowo-kulowego przed propagacją wybuchu:

Korpus młyna zostaje, zależnie od kubatury, wyposażony w przerywacze ognia typu FlamQuench, współpracujące z płytami bezpieczeństwa. W chwili wybuchu płyty ulegną zerwaniu i energia podmuchu zostanie zredukowana przerywaczem ognia. Dodatkowo w celu zabezpieczenia kanałów gorącego powietrza należy zabezpieczyć komorę pirytową i kanał gorącego powietrza, np. systemem HRD.

Detektor ciśnieniowy typu Cerex w momencie wykrycia wybuchu oraz otrzymania sygnału z przerywacza ognia przekazuje sygnał do kontrolera EPACO i uruchamia butlę tłumiącą wybuch. Serwer typu EPACO analizuje wszystkie wartości i potrafi rozpoznać, czy ma do czynienia z rozpoczynającą się eksplozją lub zwykłym nadciśnieniem. W ten sposób chronimy korpus młyna, komorę pirytową oraz najsłabszy element, jakim jest dolot gorącego powietrza. Dodatkowo w celu zahamowania propagacji wybuchu należy ją odciąć od innych elementów instalacji, dlatego obligatoryjnie należy zamontować na dolocie oraz wylotach butle izolacji wybuchu typu SRD (rysunek pokazuje przykładową koncepcję zabezpieczenia młyna pierścieniowo kulowego).



Zapraszamy na targi 15 – 17 września 2010

expoSilesia



ExpoBeton

Targi Technologii, Produkcji i Wykorzystania Betonu

Beton – Tworzywo Przyszłości!

Kruszywa i Beton w jednym miejscu! Jedyne specjalistyczne targi w Polsce!

patronat honorowy:

Ministerstwo
Infrastruktury



patronat medialny:

Autostrady

MOSTY

partnerzy medialni:

Polskie drogi

BUDOWNICTWO MONOLITYCZNE

forum budowlane

powder.bulk

INFRASTRUKTURA

Nowoczesne Budownictwo

patronat internetowy:

budownictwo.org

tworzywa.org

budowlany.pl

PMR

budownictwo inżynierskie.pl

kontakt

Małgorzata Hankus – menadżer projektu

tel. 32 7887 535, fax 32 7887 503, kom. 510 031 476

e-mail: malgorzata.hankus@expoSilesia.pl

tereny targowe

Expo Silesia – Kolporter EXPO

Braci Mieroszewskich 124, Sosnowiec

www.expobeton.pl