

Zabezpieczenie podnośnika kubetkowego w browarze przy pomocy systemu tłumienia i izolacji wybuchu

dr hab. inż. Andrzej Wolff, Politechnika Krakowska, Kraków
mgr Bartosz Wolff, Tessa Wolff i Synowie sp.j., Kraków

Konstruktywna technika zabezpieczania aparatów i instalacji procesowych przed skutkami wybuchu wywołanego obecnością palnych i wybuchowych pyłów, par i gazów przy pomocy systemu tłumienia i izolacji wybuchu znajduje szerokie zastosowanie w przemyśle przetwórczym [1].

Podstawową zaletą techniki tłumienia jest identyfikacja wybuchu przy pomocy dynamicznego czujnika ciśnienia MEX (i w pewnych przypadkach przy pomocy czujników optycznych IR) na etapie wstępnym propagacji wybuchu i bezpośrednie tłumienie „zarzewia” wybuchu poprzez wtrysk proszku tłumiącego z zainstalowanych butli do chronionej objętości. Tłumienie wybuchu stosowane jest nie tylko do zabezpieczania aparatów procesowych ale także do izolacji aparatu (-ów) zagrożonych wybuchem od reszty instalacji procesowej.

Sprowadza się to do zainstalowania na rurociągach procesowych na wlocie/wylocie z aparatu (-ów), dodatkowych butli z proszkiem tłumiącym lub zasuw szybkiego działania [2,3]. Eliminuje to możliwość przeniesienia i propagacji wybuchu.

Instalacja magazynowania sόδu

Schemat zabezpieczanej instalacji przyjmowania, oczyszczania i magazynowania sόδu w browarze pokazany jest na rys. 1. Składa się z następujących elementów:

- stacji przyjęcia sόδu z samochodu do pośredniego kosza zasypowego,
- transportu sόδu do pierwszego podnośnika kubetkowego (wysokość 17 m) przy pomocy podajnika zgrzeblowego,
- z pierwszego podnośnika kubetkowego do stacji czyszczenia sόδu z małych kamieni, kawałków metali i innych zanieczyszczeń,
- czysty sólód jest dalej podawany grawitacyjnie do drugiego podnośnika kubetkowego (wysokość 32 m) i transportowany dalej przez podajnik zgrzeblowy do baterii silosów magazynowych,
- sólód jest dalej podawany z baterii silosów przez podajniki zgrzeblowe do trzeciego

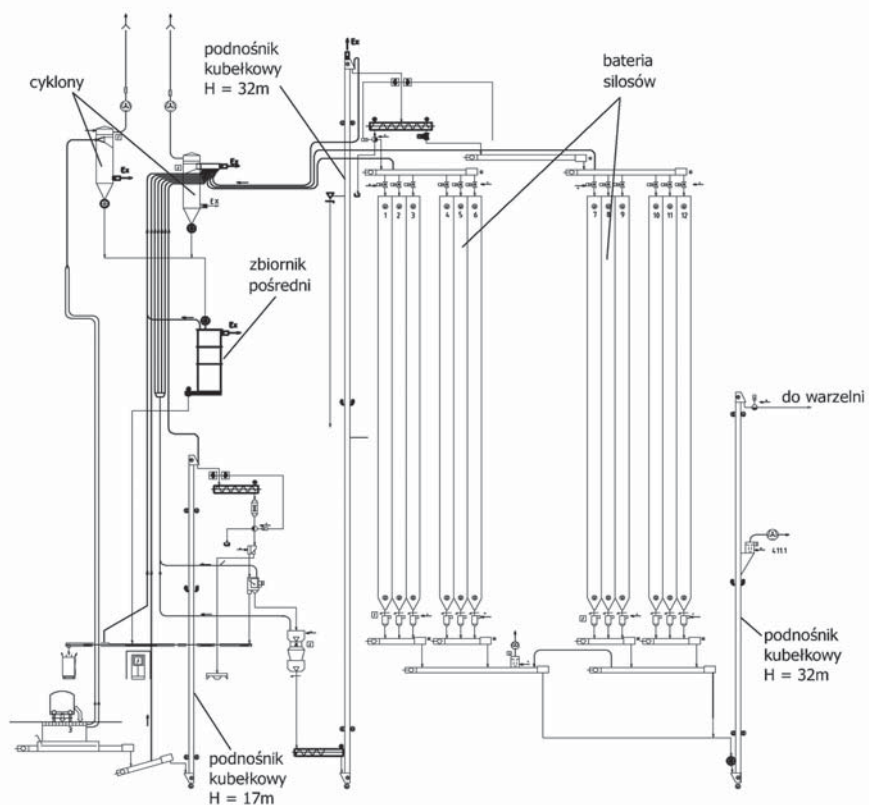
podnośnika kubetkowego i dalej do waznelni, do dalszej przeróbki.

System tłumienia i izolacji wybuchu na trzecim podnośniku kubetkowym

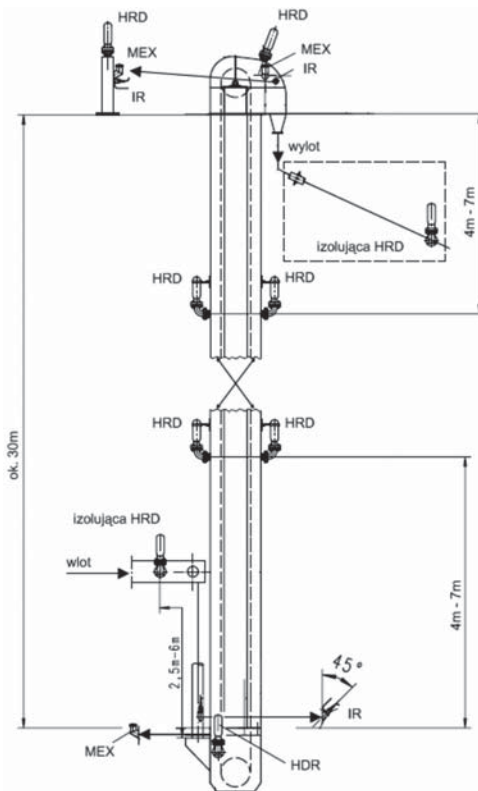
Stopa i głowica podnośnika kubetkowego została wyposażona w dwa dynamiczne czujniki ciśnienia MEX oraz dwa czujniki optyczne IR. Czujnik ciśnienia MEX odpowiada za identyfikację wzrostu ciśnienia wywołanego wybuchem pyłów sόδu.

Nagły wzrost ciśnienia, spowodowany powstaniem tak zwanej „kuli ogniowej”, związany jest z wartością stałej Kst [bar m s-1], która charakteryzuje dynamikę rozwoju wybuchu. Należy podkreślić, że czujnik ten nie będzie reagował na możliwe fluktuacje ciśnienia roboczego w podnośniku kubetkowym.

Dynamiczny czujnik ciśnienia MEX jest w rzeczywistości wyposażony w dwie niezależne celki pomiarowe (i gdy to jest konieczne także w czujnik pomiaru temperatury) i system zostanie uruchomiony tylko w przypadku gdy



Rysunek 1. Schemat instalacji przyjmowania, oczyszczania i magazynowania sόδu



Rysunek 2.

Sposób zabezpieczenia podajnika kubekowego stodu. Stała Kst = 152 bar m/sec (miara podatności pyłu stodu na wybuch), maksymalne ciśnienie wybuchu Pmax = 9 bar, temperatura zapłonu 400 C, zredukowane ciśnienie wybuchu Pred = 0,3 bar, minimalna wymagana wytrzymałość konstrukcyjna podajnika 0,3 bar g.

oba te czujniki (celki) równocześnie zidentyfikują nagły wzrost ciśnienia spowodowany wybuchem pyłu stodu. Czujnik MEX wysyła sygnał do przetwornika sygnału FAB, a ten dalej do jednostrefowej (w tym przypadku) centrali sterującej.

Centrala sterująca decyduje, w zależności od lokalizacji czujnika MEX czy zostaną uruchomione wszystkie zainstalowane butle z proszkiem tłumiącym czy tylko niektóre.

W sytuacji typowej system tłumienia nie posiada czujnika optycznego IR. Jednakże w pewnych sytuacjach procesowych doświadczenie zaleca stosowanie czujnika ciśnienia MEX oraz czujnika optycznego IR. Przykładem takiego zastosowania jest podnośnik kubekowy, a praktycznie jego stopa i głowica [4]. Czujnik IR zapewnia możliwość identyfikacji strumienia iskier/płomienia w stopie lub głowicy podajnika, a także w przypadku pojawienia się ich w kanałach transportujących.

Przyczyną stosowania czujnika IR, w podnośniku kubekowym, jest potencjalna możliwość wystąpienia tzw. wolnych wybuchów [4,5] które mogą doprowadzić do sytuacji w której czujnik MEX nie zareaguje dostatecznie szybko. W takim przypadku czujnik optyczny da niezależny sygnał do centrali sterującej i zapewni uruchomienie systemu tłumienia i izolacji wybuchu.

Stopa i głowica analizowanego podnośnika kubekowego została niezależnie wyposażona w butle HRD z proszkiem tłumiącym. Dodatkowo, z powodu wysokości podnośnika (32 m) wydzielono na długości kanałów transportujących dwie sekcje, które zabezpieczono przy pomocy czterech butli HRD. Zapewnia to ochronę głowicy lub stopy podnośnika przed ewentualną propagacją wybuchu kanałami transportującymi stód. Ponadto, w celu zabezpieczenia wlotu i wylotu z podnośnika kubekowego, przed potencjalnym przeniesieniem się wybuchu pyłu stodu na resztę instalacji procesowej, zainstalowano po jednej butli HRD, rys. 2.

W podobny sposób zabezpieczono pozostałe podnośniki kubekowe na instalacji oczyszczania i magazynowania stodu a także w warzelnii.

Wybuch na trzecim podnośniku kubekowym

Przyczyną wybuchu w głowicy podnośnika kubekowego było uszkodzenia głównego łożyska rolki taśmy, co spowodowało przesunięcie się taśmy i ocieranie o obudowę podnośnika, przy równoczesnym intensywnym grzaniu się obu elementów. Podajnik był wyposażony w czujnik przesuwu taśmy i czujnik ślizgania się taśmy. Oba nie zadziały.

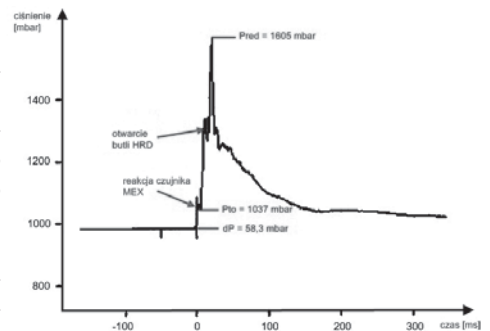
Intensywne grzanie, spowodowane tarciem, i wzrost temperatury spowodowały zapłon i silny wybuch mieszaniny powietrza i pyłu stodu w głowicy podnośnika.

Dynamiczny czujnik ciśnienia MEX zainstalowany w głowicy podnośnika zidentyfikował wybuch (w praktyce szybkość narastania ciśnienia w czasie charakterystyczną dla pyłu stodu - stała Kst) i podał sygnał, poprzez przetwornik sygnału FAB, do jednostrefowej centrali sterującej. Centrala uruchomiła wszystkie butle HRD z proszkiem tłumiącym, a także dwie butle na wlocie i wylocie podajnika, w celu odciążenia ewentualnej propagacji wybuchu.

W wyniku prawidłowego zadziałania systemu tłumienia i odciążenia wybuchu nie doszło do zniszczenia podnośnika kubekowego i – co ważniejsze – do zniszczenia instalacji czyszczenia i magazynowania stodu. Jedyną konsekwencją wybuchu była konieczność wymiany obu czujników kontroli pracy taśmy oraz wymiana butli HRD.

Przebieg wybuchu (zależność zmian ciśnienia w czasie) pokazano na rys. 3. System zarejestrował następujące zmiany ciśnienia w czasie:

- dP: nagły wzrost ciśnienia w czasie (58,3 mbar w 50 ms, wartość charakterystyczna dla wybuchu stodu) który spowodował wystanie przez czujnik MEX sygnału o wybuchu do centrali sterującej, w celu uruchomienia systemu tłumienia,



Rysunek 3.

Zarejestrowane zmiany ciśnienia podczas wybuchu pyłu stodu w głowicy podajnika.

- Pto: ustawiona wartość ciśnienia (1037 mbar, dla stodu) przy której czujnik MEX reaguje i uruchamia system w sytuacji gdy wcześniej nie zmierzył wartości dP (przypadek "wolnego" wybuchu),
- Pred: zmierzona zredukowana wartość ciśnienia wybuchu, po zadziałaniu systemu tłumienia.

Możliwe konsekwencje

Możliwe konsekwencje wybuchu na analizowanym podnośniku kubekowym są trudne do jednoznacznego oszacowania. Zabezpieczenie samego podnośnika kubekowego mogłoby go uchronić przed ewentualnym zniszczeniem. Jednakże tylko zastosowanie systemu tłumienia i izolacji wybuchu stwarza efektywną możliwość zabezpieczenia całej instalacji czyszczenia i magazynowania stodu oraz warzelnii.

Systemy tłumienia i izolacji wybuchu, w celu ochrony aparatów i instalacji procesowych, należą do grupy bardzo nowoczesnych konstruktywnych systemów zabezpieczenia. Posiadają one szereg zalet w stosunku do alternatywnych rozwiązań opartych o odpozwierzenie wybuchu. Do chwili obecnej firma Tessa Wolff i Synowie sp.j. zabezpieczyła w ten sposób zarówno szereg aparatów procesowych (np. filtry), jak i instalacji procesowych.

Literatura:

- Sam Mannan, Lee's Loss Prevention in the Process Industries, Hazard Identification, Assessment and Control, 3rd edition, vol. 2, 2005
- J.Barton, Dust explosion Prevention and Protection, IChemE, Warwickshire, UK, 2002
- A.Laszuk, A.Wolff, Systemy zabezpieczeń przeciwybuchowych w przemyśle chemicznym, Inżynieria i Aparatura Chemiczna, 2003, 6, 19-24
- P.E. Moore, D.J. Spring, Design of explosion isolation barriers, Trans IChemE, part B, Process Safety and Environmental Protection, 2005, 83 (B2), 161-170
- Kees van Wingerden, Auslegung von Explosion-sentkopplungssystem, TU Bd. 46 (2005), Nr. 9 – September,