

Ocena ryzyka wybuchu

a problemy zapewnienia bezpiecznej produkcji
w warunkach zagrożenia wybuchem

**Cz. 2. Problemy oceny ryzyka wybuchu wynikające ze
słosowanej metodologii oceny ryzyka**



dr hab. inż. Andrzej Wolff
Atex Wolff i Wspólnicy sp.j. (GRUPA WOLFF)
a.wolff@grupa-wolff.eu

Punktem wyjściowym i kluczowym dla oceny ryzyka wybuchu jest prawidłowe określenie rodzaju stref zagrożenia wybuchem i wyznaczenie ich zasięgu. Podstawą są zapisy wynikające z Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 8 lipca 2010 roku w sprawie minimalnych wymagań, dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy, związanych z możliwością wystąpienia w miejscu pracy atmosfery wybuchowej (Dz. U. 2010 Nr 138, poz. 931). Postępowanie związane z określeniem rodzaju i zasięgu stref jest istotnie różne dla pyłów oraz palnych gazów i par cieczy.

Zgodnie z paragrafem 4.4. rozporządzenia pracodawca dokonuje kompleksowej oceny ryzyka związanego z możliwością wystąpienia w miejscach pracy atmosfery wybuchowej, biorąc pod uwagę co najmniej prawdopodobieństwo i czas występowania atmosfery wybuchowej. Natomiast zgodnie z paragrafem 5.1. pracodawca / wykonawca inwestycji dzieli przestrzenie zagrożone wybuchem na strefy, klasyfikując je na podstawie prawdopodobieństwa i czasu występowania atmosfery wybuchowej.

Zapisy te podkreślają wagę procedury związanej z określeniem stref zagrożenia wybuchem. Nie dają jednak praktycznych i pomocnych zaleceń. Oparcie się na prawdopodobieństwie występowania atmosfery wybuchowej dla określenia rodzaju stref (pyły: 20, 21 i 22; gazy: 0, 1 i 2) prowadzi do metodologicznych problemów. Pomocne w wyznaczeniu zasięgu stref zagrożenia wybuchem są normy PN-EN 60079-10-2 (pyły) i PN-EN 60079-10-1 (gazy i pary palnych cieczy). Jednak w przypadku pyłów norma nie oferuje żadnych technik obliczeniowych, które można by wykorzystać do określenia zasięgu stref. Dokonuje się tego wyłącznie na podstawie rekomendacji praktycznych i doświadczenia. W przypadku gazów i par cieczy norma oferuje procedurę obliczeniową szacowania zasięgu stref. Wymaga to jednak przyjęcia założeń i uproszczeń, które mogą prowadzić do błędnych wyników. Z tych powodów określenie rodzaju i zasięgu stref jest odpowiedzialnym zadaniem – stanowi bowiem punkt wyjścia dla procedury oceny ryzyka wybuchu i sporządzenia dokumentu zabezpieczenia przed wybuchem.

Po pierwsze, problematyczne jest samo określenie prawdopodobieństwa występowania atmosfery wybuchowej w warunkach produkcji. Co bowiem oznacza w praktyce wysokie lub niskie prawdopodobieństwo? Przecież nie jest to definicja ilościowa.

W przypadku gazów i par cieczy do szacowania zasięgu stref mamy do dyspozycji odpowiednie wzory obliczeniowe. Wymagają one jednak przyjęcia pewnych wartości liczbowych trudnych do określenia. Natomiast w przypadku pyłów zasadniczo mamy do dyspozycji tylko doświadczenie i wiedzę inżynierską.

Przy klasyfikacji stref nie bierze się pod uwagę potencjalnych skutków wybuchu oraz innych czynników, jak np. toksyczność materiałów (obecnych lub powstających w produktach spalania podczas wybuchu). Oznacza to, że ocena potencjalnych skutków wybuchu znajduje się (niestety) na dalszym miejscu w całym procesie oceny ryzyka wybuchu, gdyż ustawa nie daje w tym zakresie żadnych zaleceń. Jest to niewątpliwie słabość podejścia do zapewnienia bezpieczeństwa wybuchowego w zakładzie.

Dostępne współcześnie systemy techniczne (A) i (B) i systemy ochronne zabezpieczenia przed wybuchem (C):

- A:** ograniczają i, tylko w niektórych przypadkach, eliminują możliwość tworzenia się atmosfer wybuchowych,
- B:** ograniczają / eliminują potencjalne źródła zapłonu,
- C:** ograniczają / minimalizują skutki wybuchu (systemy zabezpieczeń przed wybuchem).

Zakres i celowość stosowania systemów zabezpieczeń przed wybuchem (C) zależą istotnie od efektywności zastosowanych środków technicznych (A) i (B). Należy jednak podkreślić, że efektywna eliminacja szczególnie atmosfer wybuchowych (A) oraz eliminacja źródeł zapłonu (B) nie są takie proste w realizacji. Konieczność stosowania systemów ochronnych (C) jest w wielu przypadkach nieodzowna, gdyż chcemy doprowadzić do tego, aby ryzyko resztkowe było na dostatecznie niskim poziomie, a tym samym chcemy spełnić „minimalne wymagania” wynikające z rozporządzenia. Ostatnie stwierdzenie generuje kolejne ważne i może najtrudniejsze pytanie: co to jest dostatecznie niskie (akceptowalne) ryzyko w warunkach produkcji zagrożonej wybuchem?

Konsekwencje proponowanych do zastosowania technik zabezpieczenia przed wybuchem należy zawsze ocenić. W tym celu trzeba wziąć pod uwagę charakter pracy urządzeń i aparatów procesowych, ich lokalizację (hala, przestrzeń poza halą!), przyjętą klasyfikację stref zagrożenia, stany zatrzymania i ponownego rozruchu instalacji, stosowane

substancje (surowce, półprodukty, produkty) i inne. Wymaga to, jak już stwierdzono wcześniej kilkakrotnie, doświadczenia i odpowiedzialnego podejścia do oceny sytuacji.

MINIMALIZACJA POTENCJALNYCH SKUTKÓW WYBUCHÓW

Ze względu na fakt, że w wielu sytuacjach procesowych nie mamy możliwości eliminacji atmosfer wybuchowych (wywołanych obecnością palnych i wybuchowych pyłów, gazów i par cieczy oraz tlenem zawartym w powietrzu) i nie zawsze mamy możliwość eliminacji potencjalnych źródeł zapłonu, należy zastosować odpowiednie, dla określonego stopnia zagrożenia wynikającego z oceny ryzyka wybuchu, systemy zabezpieczające przed skutkami wybuchu. Współczesna technika oferuje tu następujące rozwiązania (środki ochronne):

- odciążanie (odpowietrzanie) wybuchu (pyły: PN-EN 14491, gazy: PN-EN 14994),
- tłumienie wybuchu (PN-EN 14373),
- izolacja (odsprężanie) aparatu zagrożonego wybuchem od reszty instalacji procesowej (PN-EN 15089).

W ogólności należy tu rozumieć urządzenia i systemy ochronne, które spełniają wymogi Rozporządzenia Ministra Gospodarki z 22 grudnia 2005 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla urządzeń i systemów ochronnych przeznaczonych do użytku w przestrzeniach zagrożonych wybuchem (Dyrektywa Atex 95).

Dobór odpowiedniego systemu zabezpieczenia przed wybuchem to zadanie wymagające, między innymi, znajomości:

- oferowanych na rynku systemów zabezpieczeń przed skutkami wybuchu (w szczególności ograniczeń w ich stosowaniu),
- oceny poniesionych kosztów w konsekwencji ich zastosowania i uzyskanego poziomu bezpieczeństwa (obniżonego ryzyka).

Odpowiedzialność techniczną i finansową ponosi pracodawca.

IDENTYFIKACJA ZAGROZEŃ Z OSZACOWANIEM RYZYKA

Do przeprowadzenia identyfikacji zagrożeń z oszacowaniem ryzyka zwykle stosowana jest jakościowa ocena ryzyka zagrożenia

ze względu na fakt, że w wielu sytuacjach procesowych nie mamy możliwości eliminacji atmosfer wybuchowych [...] i nie zawsze mamy możliwość eliminacji potencjalnych źródeł zapłonu, należy zastosować odpowiednie, dla określonego stopnia zagrożenia wynikającego z oceny ryzyka wybuchu, systemy zabezpieczające przed skutkami wybuchu.

wybuchem sporządzona na podstawie tabeli częstości wystąpienia efektywnych źródeł zapłonu (tabela 1), które mogą spowodować wybuch, i tabeli możliwych skutków wybuchu (tabela 2) oraz wynikającej z zawartych w tabelach danych matrycy ryzyka R (tabela 3).

Podejście to jest metodologicznie właściwe. W praktyce ma ono jednak szereg ograniczeń. Nie wiadomo bowiem, jak racjonalnie (ilościowo) określić częstość i skutki zawarte w tabelach 1 i 2 dla danej sytuacji procesowej i na podstawie czego. W obu przypadkach zasadnicze powinny być wiedza o procesie i praktyczne doświadczenie osób wykonujących ocenę ryzyka wybuchu w zakresie zapewnienia bezpieczeństwa procesowego i wybuchowego. Podejmowanie decyzji oznacza bowiem odpowiedzialność za zdrowie i życie pracujących osób, a także za konieczne do poniesienia koszty proponowanych rozwiązań. Kierownictwo zakładu powinno mieć przecież do dyspozycji narzędzia, które pozwolą mu podejmować racjonalne decyzje, także finansowe.

PROBLEMY ZWIĄZANE Z OCENĄ RYZYKA WYBUCHU

Ocena ryzyka i identyfikacja zagrożeń są prowadzone na podstawie arkusza roboczych (tabela 1 i 2) i matrycy ryzyka R.

Tabela jest prosta i pozornie jasna. Ale jak zdefiniować ilościowo, co to znaczy: częste, prawdopodobne, okazjonalne, mało prawdopodobne itd.?

Kategoria (P)	Określenie częstości zdarzenia	Częstotliwość występowania efektywnych źródeł zapłonu
5	Częste	Występuje bardzo często
4	Prawdopodobne	Może występować często
3	Okazjonalne	Wystąpi kilkakrotnie w okresie użytkowania
2	Mało prawdopodobne	Mało prawdopodobne, ale może wystąpić w okresie użytkowania
1	Nieprawdopodobne	Bardzo mało prawdopodobne, ale jednak możliwe

Tabela 1. Kategoria częstości wystąpienia efektywnych źródeł zapłonu P, które mogą spowodować wybuch

Kategoria (S)	Określenie skali skutków zdarzenia	Charakterystyka następstw
4	Katastroficzne	Ofiary śmiertelne lub całkowite zniszczenie instalacji
3	Poważne	Ciężkie urazy pracowników lub poważne zniszczenia instalacji
2	Drobne	Lekkie obrażenia pracowników lub drobne uszkodzenia instalacji
1	Pomijalne	Nieznaczne obrażenia pracowników lub pomijalne uszkodzenia instalacji

Tabela 2. Określenie skutków wybuchu S

Analogicznie jak wyżej jest to pozornie jasne. Ale jak w danej sytuacji procesowej przyjąć możliwe skutki wybuchu: katastroficzne, poważne, drobne itd.? To przecież zależy od tak wielu czynników...

Dobór wartości P i S z tabel 1 i 2 odbywa się wyłącznie na podstawie arbitralnej decyzji (wiedzy) osób wykonujących ocenę ryzyka wybuchu. Konsekwencje błędnego oszacowania wartości P i S mogą być bardzo poważne dla prawidłowej oceny ryzyka R ($R = P \times S$).

Do jakościowego określenia ryzyka R przyjęto następujące definicje:

- A** – ryzyko wysokie – nieakceptowalne – konieczne działania techniczne i/lub konstruktywne* zmniejszające poziom ryzyka;
- B** – ryzyko średnie – konieczne podjęcie działań technicznych i rozważenie celowości podjęcia działań konstruktywnych obniżających poziom ryzyka;
- C** – ryzyko małe – zalecane podjęcie działań technicznych i organizacyjnych obniżających poziom ryzyka;
- D** – ryzyko pomijalne – podjęcie działań obniżających poziom ryzyka nie jest wymagane.

P \ S	4	3	2	1
	5	A	A	A
4	A	A	B	C
3	A	B	B	D
2	A	B	C	D
1	B	C	C	D

Tabela 3. Matryca ryzyka

Matryca ryzyka wprowadza pojęcia ryzyka: wysokiego (A), średniego (B), małego (C), pomijalnego (D). Ale czy ryzyko średnie (B) wymaga zastosowania, w każdej sytuacji, zabezpieczeń przed wybuchem, czy nie? Czy w przypadku

*Działania konstruktywne związane są z zastosowaniem odpowiednich systemów zabezpieczenia przed skutkami wybuchu (odciążenie, tłumienie, izolacja wybuchu).

ryzyka małego zawsze (C) wystarczą tylko zalecenia techniczne i organizacyjne? Na podstawie jakich kryteriów należy o tym decydować? Nasze podejście i podejmowane decyzje wynikają, w zasadniczym stopniu, z lat doświadczeń, związanych z zabezpieczeniem aparatów, węzłów i instalacji procesowych przed skutkami wybuchu, w różnych gałęziach przemysłu, a tylko częściowo z podanych wcześniej jakościowych kryteriów (tabela 1 [częstość P] i 2 [skutki S]).

ZALECENIA WYNIKAJĄCE Z OCENY RYZYKA WYBUCHU

Zalecenia zapisane w dokumentach oceny ryzyka wybuchu (ORW) i zabezpieczenia przed wybuchem (DZPW) powinny uwzględniać ocenę celowości zastosowania dostępnych technik zabezpieczania przed wybuchem (wady, zalety, koszty, możliwość lub nie zabudowy w danej sytuacji procesowej). Ocena ta powinna opierać się na dobrej znajomości analizowanego procesu oraz zastosowanych rozwiązań technicznych, a tym samym na znajomości potencjalnych zagrożeń. Ponadto jej podstawą powinno być poczucie odpowiedzialności za zdrowie i życie osób, które w danym miejscu pracują / przebywają. W ocenie należy uwzględnić również kwestię nakładów finansowych. Zbyt duże koszty proponowanych zabezpieczeń przed skutkami wybuchu spowodują bowiem, że może zostać podjęta decyzja o (za długim) rozłożeniu w czasie wdrożenia zaleceń lub zalecenia te zostaną wdrożone tylko częściowo. W obu przypadkach pracodawca musi jednak zaakceptować dodatkowe ryzyko z tym związane. Decyzje nie są proste.

NA JAKIM ETAPIE PROJEKTOWANIA / BUDOWY INSTALACJI NALEŻY PRZEPROWADZIĆ OCENĘ RYZYKA?

Rozporządzenie (Dz. U. 2010 r. Nr 138, poz. 931) nic wyraźnie nie mówi o tym, czy ocena ryzyka wybuchu powinna być przeprowadzana już na etapie projektowania nowej instalacji, czy dopiero na etapie prowadzenia testów ruchowych lub może w momencie jej uruchomienia. Wyjątkiem jest tylko zapis zawarty w paragrafie 14.1., stwierdzającego: „gdy miejsce pracy, w którym może

wystąpić atmosfera wybuchowa, ma być udostępnione osobom pracującym po raz pierwszy, weryfikuje się jego ogólne bezpieczeństwo w zakresie zabezpieczenia przed wybuchem”.

W każdym przypadku aktualne jest jednak pytanie, czy ORW powinna być prowadzona dla nowej instalacji na etapie jej projektowania, a jeżeli tak to z jakich powodów:

A: Czy dlatego, że wymagają tego specjaliści zabezpieczeń przeciwpożarowych akceptujący projekt budowlany nowo budowanego obiektu?

B: Czy może dlatego, że doświadczenia przemysłu wskazują, by nowo projektowane instalacje brały pod uwagę już na tym etapie rozwiązania techniczne zapewniające minimalny poziom bezpieczeństwa (bo to prowadzi, między innymi, do ograniczenia nakładów finansowych)?

Z praktyki wynika, że dla potrzeb realizacji z punktu A ORW nie jest wymagana, a rekomendacje podane w punkcie B nie zawsze są brane pod uwagę. Jednakże w okresie ostatnich 2–3 lat sytuacja zaczęła się poprawiać.

Powyższe rozważania nasuwają kolejne pytanie: czy typowa zawartość dokumentacji projektu budowlanego, dla potrzeb uzyskania pozwolenia na budowę, jest dostateczna dla przeprowadzenia wstępnej oceny ryzyka wybuchu? Odpowiedź jest negatywna, i to co najmniej z dwóch powodów. Po pierwsze, projekt technologiczny i opis technologii są sporządzane w projekcie budowlanym bardzo skrótowo. Po drugie, informacje o stosowanych rozwiązaniach technicznych są, na tym etapie projektowania, bardzo ogólne. Zagadnienia związane z zabezpieczeniami przeciwpożarowymi i zapewnieniem bezpieczeństwa wybuchowego zawarte są zwykle na jednej stronie bardzo ogólnego opisu. Ponadto typowa odpowiedź wykonawcy dokumentacji budowlanej na bardziej szczegółowe pytania jest zazwyczaj jedna: będzie to przedmiotem późniejszych projektów. I co z tym zrobić?

DOKUMENT ZABEZPIECZENIA PRZED WYBUCHEM (DZPW)

Zgodnie z postanowieniami art. 4. Dyrektywy 99/92/EC (Dyrektywa Atex 137) i odpowiedniego rozporządzenia polskiego

(Dz. U. 2010 r. Nr 138, poz. 931) pracodawca musi opracować i wdrożyć dokument zabezpieczenia (stanowiska pracy) przed wybuchem (DZPW) oraz przeprowadzać jego okresową aktualizację.

Dokument DZPW powinien, zgodnie z paragrafem 7.3., zawierać co najmniej:

- czytelny opis stosowanych technologii produkcji oraz używanych maszyn i urządzeń,
- informacje o stosowanych substancjach niebezpiecznych, identyfikacji atmosfer wybuchowych i określonych rodzajach i zasięgu stref zagrożenia wybuchem,
- informacje o podjętych odpowiednich środkach zapobiegających wystąpieniu zagrożenia wybuchem (zastosowane środki ochronne),
- wykaz miejsc pracy zagrożonych wybuchem wraz z odpowiednią klasyfikacją,
- zalecenia techniczne i organizacyjne,
- ocenę ryzyka wystąpienia wybuchu, w tym analizę scenariuszy awaryjnych, które identyfikują zagrożenia wybuchowe i dają rekomendacje w celu ich eliminacji,
- deklarację, że stanowiska i narzędzia pracy, a także systemy zabezpieczeń są zaprojektowane, skonstruowane, używane i konserwowane z uwzględnieniem wszelkich zasad bezpieczeństwa.

Celem dokumentu jest spełnienie minimalnych wymagań w zakresie bezpiecznej produkcji. Zawartość DZPW nie budzi wątpliwości. Problematyczny jest tylko zapis paragrafu 7.3. rozporządzenia: „Dokument [...] powinien zawierać w szczególności opis środków ochronnych, które zostaną podjęte w celu spełnienia wymagań określonych w niniejszym rozporządzeniu [...]”.

Z zapisu tego wynika, że najpierw powinien powstać dokument zabezpieczenia przed wybuchem, a dopiero potem, na podstawie zawartych w nim zaleceń, powinny zostać wdrożone środki ochronne. Taki zapis dotyczyłby pracujących instalacji, w których dotychczas nie wdrożono środków ochronnych (organizacyjnych, technicznych i systemów ochronnych). A co w innych przypadkach? Według naszej oceny nie jest to wystarczająco precyzyjny zapis. ■