



Detekcja gazów toksycznych w przemyśle

– ochrona pracowników przed zagrożeniem

Z gazami toksycznymi mamy do czynienia przy różnorodnych procesach produkcyjnych w przemyśle chemicznym, petrochemicznym, metalurgicznym, samochodowym, wydobywczym i innych. Jednak monitorowanie obecności gazów w miejscu pracy wciąż sprawia pracodawcom wiele problemów.

Czy tak naprawdę w zakładach przemysłowych w ogóle musimy monitorować gazy toksyczne, a jeżeli tak, to kiedy?

Według *Rozporządzenia Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy – Rozdział 6 Prace szczególnie niebezpieczne D. Prace przy użyciu materiałów niebezpiecznych* (Dz.U. z roku 2003 nr 169 poz. 1650, tekst jednolity):

§ 97.1. Pomieszczenia przeznaczone do składowania lub stosowania materiałów niebezpiecznych pod względem pożarowym lub wybuchowym oraz pomieszczenia, w których istnieje niebezpieczeństwo wydzielania się substancji sklasyfikowanych jako niebezpieczne, powinny być wyposażone w:

1) urządzenia zapewniające sygnalizację o zagrożeniach.

Powyższe rozporządzenie nie określa sposobu monitorowania zagrożeń, więc w przypadku gazów jest to kwestia prawidłowego doboru zabezpieczenia pod względem skuteczności i możliwości technicznych.

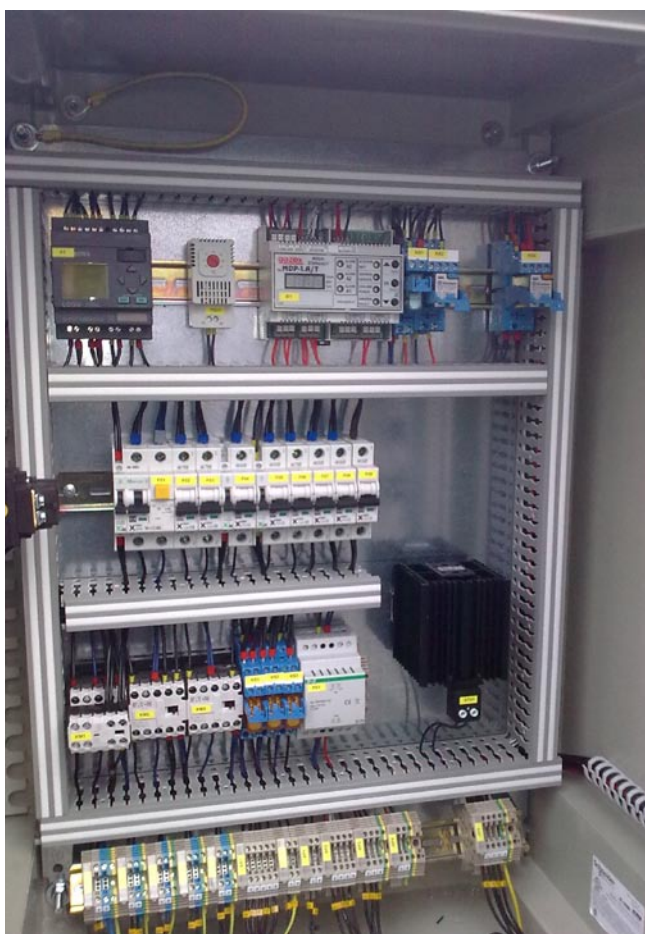
Wartości dopuszczalne stężenia gazów

Następny ważny i powiązany z poprzednim przepis dostarcza tyleż samo pozytywnych informacji, co problemów w jego stosowaniu z punktu widzenia gazometrii. Często też jest błędnie interpretowany lub stosowany zbyt rygorystycznie, doprowadzając do sytuacji, w której system detekcji gazów zamiast pomagać i chronić, przeszkadza i uniemożliwia funkcjonowanie zakładu. Ten przepis to *Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 listopada 2002 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy* (Dz. U. z roku 2002 nr 217, poz. 1833), który mówi, że:

§ 1.1. Ustala się wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń chemicznych i pyłowych czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy, określone w wykazie stanowiącym załącznik nr 1 do rozporządzenia.

§ 2. Wartości, o których mowa w § 1 ust. 1, określają najwyższe dopuszczalne stężenia czynników szkodliwych dla zdrowia, ustalone jako:

1. najwyższe dopuszczalne stężenie (NDS) – wartość średnia ważona stężenia, którego oddziaływanie na pracownika w ciągu 8-godzinnego dobowego i przeciętnego tygodniowego wymiaru czasu pracy, określonego w *Kodeksie pracy*, przez okres jego aktywności zawodowej nie powinno spowodować ujemnych zmian w jego stanie zdrowia oraz w stanie zdrowia jego przyszłych pokoleń;
 2. najwyższe dopuszczalne stężenie chwilowe (NDSCh) – wartość średnia stężenia, które nie powinno spowodować ujemnych zmian w stanie zdrowia pracownika, jeżeli występuje w środowisku pracy nie dłużej niż 15 minut i nie częściej niż 2 razy w czasie zmiany roboczej, w odstępie czasu nie krótszym niż 1 godzina;
 3. najwyższe dopuszczalne stężenie pułapowe (NDSPP) – wartość stężenia, która ze względu na zagrożenie zdrowia lub życia pracownika nie może być w środowisku pracy przekroczona w żadnym momencie.
- § 3. Wartości, o których mowa w § 1 ust. 2, określają najwyższe dopuszczalne na-



Centrala detekcji umieszczona w rozdzielnicy automatyki



Współpracujące ze sobą centrale 16 kanałowe

tężenia fizycznego czynnika szkodliwego dla zdrowia – ustalone jako wartość średnia natężenia, którego oddziaływanie na pracownika w ciągu 8-godzinnej dobowego i przeciętnego tygodniowego wymiaru czasu pracy, określonego w *Kodeksie pracy*, przez okres jego aktywności zawodowej nie powinno spowodować ujemnych zmian w jego stanie zdrowia oraz w stanie zdrowia jego przyszłych pokoleń.

Jako przykład posłużymy nam amoniak.

Substancja	NDS	NDSCh	NDSP
Amoniak (nr CAS 7664-41-7)	14 mg/m ³	28 mg/m ³	–

Znaczna część osób zamawiających systemy detekcji postrzega powyższe wartości jako tożsame z progami alarmowymi detektorów. Uznają, że wartość 14 mg/m³ to wartość, przy której system ma zaalarmować, gdy tylko zostanie przekroczona. Tymczasem wartość ta może występować przez cały 8-godzinny dzień pracy zgodnie z § 2.1. bez uszczerbku dla zdrowia pracownika. Gdy pracownik będzie przebywał w atmosferze 20 mg/m³ przez 4 godziny w ciągu 8-godzinnej dnia pracy, to jego wartość średnia będzie wynosiła 10 mg/m³ (wartość wynika ze wzoru $20 \text{ mg/m}^3 \times 4 \text{ h}/8 \text{ h} = 10 \text{ mg/m}^3$; przeliczona wartość odnosi się do teoretycznego przelicznika; należy wziąć pod uwagę także pozostałe czynniki zewnętrzne i indywidualne, intensywność wysiłku fizycznego, stan zdrowia itp.), a więc także nie przekroczy NDS. Jednocześnie tak niskie stężenia (w końcu są one bezpieczne dla człowieka) oznaczają, że należy zastosować bardzo czułe urządzenia, co zwiększa możliwość występowania fałszywych alarmów.

Odpowiednia kalibracja systemu detekcji gazów

Należy przy tym wspomnieć, że detektory (zależnie od zastosowanej technologii pomiarowej) są przeznaczone do okresowego przebywania w mierzonym gazie w swoim zakresie pomiarowym. Długotrwałe narażenie detektora na kontakt z gazem lub – co gorsze – przekroczeniem zakresu pomiarowego powoduje konieczność szybszej kalibracji lub wymiany modułów sensorycznych, a co za tym idzie – powstanie dodatkowych kosztów eksploatacyjnych (w zależności od zastosowanej technologii pomiarowej niektóre urządzenia nie są wrażliwe na przekroczenie zakresu pomiarowego – np. sensory Infra-Red, PID. Warto w takim przypadku wspólnie z projektantem instalacji rozważyć cel zastosowania systemu, np. czy ma to być raczej sterownik wentylacji w pomieszczeniach, gdzie pracownicy przebywają większość czasu (wtedy niskie stężenia są uzasadnione), czy raczej system ostrzegawczy (wtedy warto rozważyć wyższe wartości NDSCh i NDSP lub inne, w zależności od aplikacji). Jednym z rozwiązań mogą być także detektory przeliczające średnią ważoną jednego z rodzimych producentów. Dzięki temu można uniknąć fałszywych alarmów spowodowanych czynnikami zakłócającymi lub chwilowym wzrostem wartości gazu (szczególnie w pomieszczeniach, w których się tego spodziewamy). Są jednak pomieszczenia, które z racji swojego przeznaczenia, procesu technologicznego lub zastosowanej aparatury są narażone na częste przekroczenia wartości, a pracownicy przebywają w nim tylko w określonych momentach i mogą być z powodzeniem wyposażeni w przenośne mierniki gazów. Do najczęściej spotykanych należą mierzalnie amoniaku, pomieszczenia technologiczne oczyszczalni ścieków (szczególnie pomieszczenia krat i przepompowni), hale garażowe, malarnie, ładowalnie akumulatorów, obiekty technologiczne biogazu. Należy w takich przypadkach określić dokładnie cel systemu detekcji, bowiem detektor ustawiony na niskie stężenie będzie powodował zbyt częste alarmy i w konsekwencji nie będzie przydatny. Lepiej takie pomieszczenie monitorować w zakresie wysokich stężeń, które mogą wskazywać na awarię np. wyciek z instalacji. Z kolei w niektórych instalacjach nawet



Detektor w obudowie bryzgoszczelnej

GDZIE SPOTYKAMY SIĘ Z GAZAMI TOKSYCZNYMI?

Najwięcej zanieczyszczeń (także gazowych) wytwarzają przemysły: paliwowo-energetyczny, metalurgiczny, chemiczny. Największe ilości toksycznych gazów powstają w wyniku spalania paliw kopalnych (takich jak węgiel kamienny, węgiel brunatny, ropa naftowa, gaz ziemny). Skutkiem tego jest wydzielanie do atmosfery olbrzymich ilości gazów spalinowych – tlenków węgla (CO , CO_2), tlenków siarki (SO_2 , SO_3), tlenków azotu (NO_x) i innych.

Zanieczyszczenia gazowe powietrza są ubocznym skutkiem wielu przemysłowych procesów technologicznych. W hutach trujące gazy powstają przy różnych procesach metalurgicznych jako produkt uboczny. Są to m.in.: dwu- i trójtlenki siarki, chloru, chlorowodoru. Szkodliwe substancje chemiczne (w tym toksyczne gazy) są wydzielane do atmosfery także przez przemysł chemiczny. Rafinerie i petrochemie wydzielają do powietrza niektóre uboczne produkty przeróbki ropy naftowej. Z przemysłem wydobywczym związana jest z kolei m.in. emisja metanu.

Także procesy spawania są źródłem trujących gazów. Skład chemiczny i stężenie gazów wydzielających się przy procesach spawania zależy od metody spawania. Głównymi źródłami emisji gazów przy spawaniu są: proces rozkładu otuliny elektrod, topników i past lutowniczych, reakcje termiczne zachodzące w atmosferze otaczającej łuk, reakcje fotochemiczne (emisja promieniowania UV) oraz gaz ochronny stosowany do osłony łuku.

Zanieczyszczenia gazowe tworzone są głównie przez tlenki azotu (NO_x), tlenek węgla (CO), ozon (O_3), fluorowodor (HF) i chlor (Cl_2). Tlenki azotu w procesach spawania metali powstają w wyniku działania wysokiej temperatury łuku na tlen i azot zawarty w powietrzu atmosferycznym. Najtrwalszymi związkami są tlenek i ditlenek azotu. Inne tlenki azotu, np. N_2O_3 , N_2O_4 , N_2O_5 , są mniej trwałe i ulegają utlenieniu do NO_2 .

Głównym źródłem tlenku węgla przy procesach spawalniczych jest spawanie w osłonie gazowej, której składnikiem jest dwutlenek węgla. W wyniku dysocjacji termicznej CO_2 do środowiska pracy wydzielany jest tlenek węgla. Powstaje on również przy spawaniu elektrodami otulonymi w wyniku rozpadu termicznego węglanów wchodzących w skład otuliny. Wskutek reakcji fotochemicznych tworzy się przy procesach spawalniczych gaz toksyczny, jakim jest ozon. Najwięcej ozonu powstaje w warstwie powietrza otaczającej łuk; grubość warstwy wynosi od kilku milimetrów do 10 cm. Trujące gazy (metan, siarkowodor) powstają także m.in. w oczyszczalniach ścieków. Toksyczne gazy stosowane są niestety nadal w chłodnictwie.

Ryszard Bryła

najmniejszy wyciek jest niebezpieczny i taki system może się sprawdzić znakomicie.

Oprócz powyższych (ogólnych) regulacji prawnych poszczególne branże i obiekty są także objęte szczegółowymi przepisami, które zawierają stosowane zapisy odnośnie do detekcji gazów, a zatem warto do nich zajrzeć.

Pamiętajmy także, że oprócz gazów wybuchowych lub toksycznych występują jeszcze zagrożenia w postaci niedoboru tlenu, który może zostać wyparty przez inne gazy, np. gazy nietoksyczne, jak azot, argon czy ditlenek węgla. Z kolei tam, gdzie magazynowany jest tlen (np. instalacje medyczne czy technologiczne), istnieje ryzyko zwiększenia zagrożenia pożarowego przy zwiększeniu zawartości tego gazu w powietrzu. Także takie gazy, mimo iż nie są toksyczne, stanowią poważne zagrożenie i warto je monitorować.

Dobór systemu detekcji

– Powinniśmy zamontować 4 czujniki tlenków azotu – z taką prośbą zgłosiła się osoba z dużego zakładu produkcyjnego. Po dość długim procesie poznawczo-projektowym zostały ostatecznie zamontowanych 12 detektorów tlenu azotu i 12 detektorów ditlenku azotu. Innym razem z zamawianego 1 detektora wodoru należy zamontować 6. Czyżby to było „naciąganie klienta”? A co z bezpieczeństwem, kiedy z ponad 100 detektorów acetylenu, „o których mówił pan od automatyki”, zostaje ostatecznie 24?

Nie tylko dobór odpowiedniej liczby detektorów do warunków panujących na obiekcie stanowi problem. Zamawiający dość często liczą na to, że detektory gazów wykryją substancje będące cieczami, ciałami stałymi lub podają liczącą kilkadziesiąt pozycji listę różnych substancji złożonych używanych w całym zakładzie. Często też wtedy słyszymy: „Tak jest napisane na opakowaniu”, „Po co projekt?”, „Jakie pomiary?”, „Jakaś wentylacja chyba jest...” itp.

Z czego więc wynikają rozbieżności pomiędzy oczekiwaniami zamawiającego a rzeczywistymi potrzebami? Czy tajemniczy „pan od automatyki” jest prawidłowym doradcą? Na wybór prawidłowego rozwiązania w zakresie detekcji gazów ma wpływ wiele czynników:

- **Regulacje prawne** – warto się zapoznać z regulacjami prawnymi oraz normami dotyczącymi danego procesu technologicznego, gdyż często są w nich wskazówki dotyczące urządzeń mających chronić pracowników i zakład;
- **Rodzaj substancji** – konieczne jest prawidłowe zidentyfikowanie zagrożenia i wyodrębnienie substancji, które są możliwe do pomiaru przez urządzenia. Konieczne jest określenie parametrów fizykochemicznych substancji, a szczególnie spodziewanych stężeń, ciężaru w stosunku do powietrza i kierunków rozprzestrzeniania się.
- **Zagrożony obszar** – na zewnątrz czy wewnątrz pomieszczeń, wymiary pomieszczeń, ukształtowanie pomieszczeń, spodziewane miejsca pojawienia się/ulatniania gazu, kierunki przepływu powietrza (naturalne i wymuszone przez wentylację mechaniczną), przeszkody dla przepływu gazu, np. podciąg, maszyny, zagłębienia, możliwości przedostawania się gazu do innych pomieszczeń czyli kratki wentylacyjne, studzienki, otwory rewizyjne, strefa zagrożenia wybuchem – to tylko ważniejsze parametry.

- **Stopień i rodzaj zagrożenia** – czy zagrożeni są ludzie przebywający w danym miejscu, jak często i jak długo tam przebywają, czy zagrożenie dotyczy procesu produkcyjnego lub maszyn.
- **Czynniki mogące mieć wpływ na pracę systemu** – inne substancje chemiczne mogące się pojawić w miejscu chronionym, temperatura, ciśnienie, wilgotność, prędkość przepływu powietrza, zagrożenie uszkodzeniami mechanicznymi lub zalaniem cieczami.
- **Oczekiwania względem funkcjonalności** – w jaki sposób i przy jakich stężeniach powinno nastąpić ostrzeżenie o zagrożeniu, w jaki sposób powinno się odbywać ostrzeżenie, np. czy powinna być zamontowana ogólna sygnalizacja alarmowa czy najpierw powinno się pojawić ostrzeżenie operatora przez system wizualizacji, jakie funkcje ma realizować system detekcji, np. ostrzegać pracowników, załączać wentylację mechaniczną, powiadamiać służby BHP lub ppoż., odcinać dopływ danego gazu do pomieszczeń, przerywać proces technologiczny.
- **Oczekiwania względem możliwości technicznych systemu** – jakie sensory powinny być zastosowane (np. elektrochemiczne, katalityczne, półprzewodnikowe, Infra-Red), jaki powinien być sposób dojścia gazu do detektorów (np. dyfuzyjny, zasysający), czy może w niektórych aplikacjach zastosować np. detektory typu Open-Path lub detekcję ultradźwięków powstających przy nieszczelnościach instalacji gazów, jak powinna wyglądać instalacja systemu detekcji (np. przewodowa, bezprzewodowa, odporna chemicznie), jakiej obsługi będzie wymagał system i – w związku z tym – jak ją potem ułatwić (np. wymienne moduły sensoryczne, przemyślany wybór miejsca montażu urządzeń), jakie powinno być rozmieszczenie urządzeń sygnalizacyjnych i jakie parametry powinny spełniać.

Lista parametrów jest spora, a to zaledwie najważniejsze, które trzeba określić przed przystąpieniem do wyboru systemu detekcji.

„Preludium” projektowania systemów detekcji

W ramach zakładu warto, aby w ustalaniu parametrów potrzebnych do przygotowania systemu detekcji brał udział technolog, który zna proces, przedstawiciel służb BHP, przedstawiciel ochrony ppoż. oraz przedstawiciel zarządu. Należy pamiętać, że w takim przypadku cała odpowiedzialność za prawidłowy dobór i funkcjonowanie systemu spoczywa na tych właśnie osobach.

Gdy określenie poszczególnych parametrów i prawidłowego doboru systemu detekcji wykracza poza wiedzę i doświadczenie osób wewnątrz zakładu, można zlecić firmie zewnętrznej projekt systemu detekcji. Na rynku można spotkać najczęściej dwa rozwiązania.

Pierwsze, znacznie tańsze rozwiązanie, to dobór systemu detekcji, który jest wykonywany przez specjalistę z danej branży w formie schematu i opisu (najczęściej proponowany przez firmy instalacyjne lub producentów). Dobór nie jest jednak projektem i nie jest podpisywany przez uprawnionego projektanta, więc całą odpowiedzialność za instalację systemu detekcji wykonaną w oparciu o dobór ponosi zamawiający.

Druga opcja, często droższa, to projekt wykonawczy wykonany przez uprawnionego projektanta (biuro projektowe). Tylko do projektanta której specjalności należy się zgłosić? Nie jest to takie proste, ponieważ system detekcji sam w sobie jest systemem elektrycznym, ale może być powiązany z wentylacją, z odcinaniem dopływu gazu, z odcinaniem dopływu czynników technologicznych lub z automatyką linii produkcyjnej, więc jego zaprojektowanie może wymagać uprawnień w specjalności elektrycznej i instalacyjnej naraz. Warto zasięgnąć porady firmy zajmującej się profesjonalnie systemami detekcji w zakresie wyboru biura projektowego. Nieliczne firmy z branży detekcji oferują również przygotowanie tego typu projektów. Przy wykonywaniu projektu możemy zastrzec, czy chcemy wykonywać go w oparciu o konkretnego producenta urządzeń, czy też projektant ma pozostawić dowolność wyboru. Czasem również zdarza się tak, że w trakcie procesu projektowego okazuje się, że możliwe są inne rozwiązania techniczne lepsze lub tańsze niż te wybrane przez zamawiającego, jak np. zastosowanie urządzeń przenośnych (mierników osobistych), niewielka modyfikacja procesu technologicznego, obudowanie zagrożonego miejsca i ograniczenie liczby urządzeń koniecznych do ochrony.

Dzięki takiej modyfikacji istnieje też nieporównywalnie większa szansa na to, że nasz kosztowny i nowoczesny system nie będzie powodował fałszywych alarmów, ponieważ został źle rozmieszczony lub, co gorsze, że system nie zadziała w krytycznym momencie, ponieważ przepływ powietrza powoduje przemieszczenie gazu w miejsce, które na pierwszy rzut oka jest bezpieczne. □

reklama