Profesjonalne pomiary dla wszystkich branż

www.podkontrola.pl

ISSN 1897-1008

Podkontrolą

automatyka i pomiary

nr 1/2010 (11)

w numerze:

dobra praktyka:

Pomiary kontrolne przepływomierzy

Szybko, sprawnie, na obiekcie

temat wydania:

Zagrożenie wybuchem
Wstępnie i rzeczowo

wydawca – INTROL Sp. z o.o.

Podkontrolą
automatyka i pomiary

nr 01/2010 (11)

wydawca
introl
automatyka i pomiary

INTROL Sp. z o.o.
ul. Kościuszki 112
40-519 Katowice
tel. 032/ 205 33 44
fax 032/ 205 33 77

dodatkowe informacje i subskrypcja
www.podkontrola.pl

redakcja
Paweł Głuszek
Bogusław Trybus
Rafał Skrzypiciel

Drodzy Czytelnicy

W nowy rok wkraczamy z nowym numerem naszego magazynu. Mam nadzieję, że wybrane do pierwszego, tegorocznego wydania tematy spotkają się z Państwa zainteresowaniem, zachęcając do lektury w te długie, zimowe wieczory.

Wybuch, wybuchowość, atmosfery wybuchowe, strefy zagrożenia - pojęcia te dotyczą pracy w zakładach niemal każdej gałęzi przemysłu, a ich definicje można znaleźć w wielu publikacjach naukowych i prawnych. Zdaniem autora „Tematu Wydania", problematyka jest jednak często niezrozumiała lub nieczytelnie prezentowana, szczególnie dla osób niezajmujących się nią na co dzień. Autor stara się więc w sposób usystematyzowany przedstawić podstawy z zakresu problematyki wybuchu na obiektach przemysłowych oraz w przystępny sposób wyjaśnić zasadnicze pojęcia związane ze zjawiskiem wybuchu, jego przyczynami oraz profilaktyką.

Z uwagi na zakres podejmowanych kwestii, artykuł stanowi wstęp do tematyki związanej z normami, dyrektywami i wszystkim co jest związane z bezpieczną pracą oraz dopuszczaniem urządzeń do pracy w strefach zagrożenia wybuchem. Tematyka ta będzie poruszana w kolejnych wydaniach „Pod kontrolą".

Przepływ cieczy, gazów i pary wodnej to własność, której pomiar jest nieodzowny w licznych procesach technologicznych. Co więcej, pomiary przepływu w warunkach przemysłu należą do jednych z bardziej skomplikowanych, a do ich przeprowadzenia wykorzystuje się zaawansowane technologicznie urządzenia. Przepływomierze - jak każda aparatura pomiarowa – są urządzeniami o określonej dokładności, która jednak z czasem ulega pogorszeniu. Z uwagi na to, iż zwiększenie się błędu pomiarowego może doprowadzić do groźnych w skutkach awarii lub niekontrolowanych kosztów, kontrola sprawności posiadanych przepływomierzy odgrywa istotną rolę w każdym przedsiębiorstwie. Autor „Dobrej Praktyki" wychodzi naprzeciw wszystkim zainteresowanym tematem sprawności przepływomierzy i prezentuje metody weryfikacji poprawności działania tych urządzeń, z wykorzystaniem układów dopasowanych do określonych mediów i aplikacji. Wśród omawianych metod nie brakuje najnowszych rozwiązań w zakresie szybkiego i sprawnego weryfikowania przepływomierzy na obiekcie, bez konieczności zatrzymania przepływu.

Jako, że niniejszy numer jest naszym pierwszym spotkaniem w tym roku, wszystkim Czytelnikom, w imieniu swoim, redakcji oraz całego zespołu Introl Sp. z o.o., życzę aby ten rozpoczęty rok był dla Państwa pasmem samych sukcesów.

Oczywiście liczę, iż będziecie Państwo z nami przez cały 2010 rok.

Życząc udanej lektury, pozdrawiam.

Jerzy Janota
Wiceprezes Zarządu Introl Sp. z o.o

spis treści

aktualności str. 3

nowe produkty str. 4

temat wydania
Zagrożenie wybuchem
Wstępnie i rzeczowo str. 6

dobra praktyka
Pomiary kontrolne przepływomierzy
Szybko, sprawnie, na obiekcie str. 10

Zmiany, zmiany, zmiany

Miło nam poinformować o zmianach jakie zaszły w strukturach naszej firmy. Z dniem 1 stycznia 2010 roku, dotychczasowy kierownik Działu pomiaru poziomu, Robert Sowa, został członkiem zarządu zajmując jednocześnie stanowisko dyrektora ds. sprzedaży. Jednocześnie na stanowisko kierownika Działu pomiaru poziomu został powołany Sławomir Wąsowicz, dotychczasowy specjalista ds. aparatury do pomiaru poziomu i pomiarów izotopowych. Noworoczne zmiany mają na celu systematyczne doskonalenie i poszerzanie oferty dla polskich automatyków oraz zapewnienie jeszcze sprawniejszego funkcjonowania organizacji.

JCommerce – specjalista od IT w Grupie INTROL S.A.

Grupa INTROL S.A. poszerzyła się o kolejną spółkę. Do grupy firm z szeroko pojmowanej automatyki przemysłowej dołączyła spółka z branży IT.

JCommerce jest nowoczesną firmą tworzoną przez dynamiczne grono pasjonatów. Od 2005 roku JCommerce specjalizuje się w projektowaniu i wdrażaniu użytecznych, prostych w obsłudze oraz atrakcyjnych wizualnie rozwiązań informatycznych. Wśród rozwiązań jakie oferuje JCommerce są: Business Intelligence, systemy mobilne klasy SFA, systemy portalowe, systemy Enterprise Project Management (EPM) oraz „szyte na miarę" rozwiązania dedykowane. W swojej ofercie, nowa spółka Grupy posiada aplikacje dla sektorów: IT, telekomunikacji, finansów i ubezpieczeń, produkcji, handelu i usług oraz administracji publicznej.

Zakup firmy z sektora informatycznego ma na celu poszerzenie oferty Grupy. Nowa firma wpisuje się bowiem w strategię rozwoju opartą na budowaniu grupy kapitałowej, której ideą funkcjonowania jest synergia każdego z jej ogniw oraz dostarczanie najnowocześniejszych produktów, usług i rozwiązań realizowanych w ramach generalnego wykonawstwa.

INTROL oficjalnym przedstawicielem DYNA Instruments GmbH

Z początkiem roku nawiązaliśmy stałą współpracę z niemieckim producentem aparatury kontrolno-pomiarowej – firmą DYNA Instruments GmbH. Tym samym jesteśmy oficjalnym dystrybutorem urządzeń tego producenta na terenie Polski. Dzięki nawiązanej współpracy, nasza dotychczasowa oferta przepływomierzy i sygnalizatorów przepływu do cieczy i gazów została uzupełniona o urządzenia dedykowane materiałom sypkim. Jesteśmy przekonani, iż z uwagi na unikalne rozwiązania technologiczne oraz wysoką jakość rozwiązań tego niemieckiego producenta, nowe urządzenia spotkają się z szybkim uznaniem polskich automatyków. Liczymy na to, iż nawiązana współpraca będzie dynamicznie się rozwijać, dając możliwość optymalizacji procesów produkcji, transportu czy magazynowania wszystkim polskim przedsiębiorstwom wykorzystującym materiały sypkie.

INTROL o materiałach sypkich

W dniu 2 grudnia ubiegłego roku, podczas krakowskich targów SyMas, odbyła się Pierwsza Ogólnopolska Konferencja „Powder&Bulk". Konferencja poświęcona została w całości zagadnieniom związanym z materiałami sypkimi i masowymi, a jej formuła zakładała syntezę elementów teoretycznych wykładów z praktycznymi prezentacjami uczestników rynku urządzeń dla materiałów sypkich. Jako przedstawiciel branży AKP, przybliżyliśmy słuchaczom problematykę pomiarów przemysłowych materiałów sypkich lub masowych. Nie zabrakło zatem miejsca na omówienie kwestii pomiarów poziomu, masy czy wilgotności popiołu, zbóż, cementu czy węgla. Poruszony został także problem termowizyjnego monitoringu materiałów łatwopalnych, a także zagadnienie nowych rozwiązań w naszej ofercie – przepływomierzy do materiałów sypkich.

Przepływomierz MT 91 zatwierdzony do rozliczeń emisji

Pod koniec ubiegłego roku przepływomierz termiczny do gazu MT 91 uzyskał zatwierdzenie do rozliczeń emisji zgodnie z QAL-1. Dzięki posiadanemu zatwierdzeniu (którego częścią jest norma EN-14181) MT 91 jest jednym z nielicznych, dostępnych w Polsce przepływomierzy, który może być stosowany w pomiarach przepływu spalin, służących do rozliczeń emisji gazów cieplarnianych. Zastosowanie układu z 2÷16 punktami pomiarowymi, pozwala stworzyć siatkę pomiaru, dzięki której uzyskuje się wysoką dokładność mierzonego przepływu, z uwzględnieniem rozkładu temperatury spalin w kanale lub kominie. QAL-1 dla MT 91 jest odpowiedzią inżynierów FCI na obecne i planowane wymogi klimatyczne oraz zapotrzebowanie wielu branż na mierniki przepływu do rozliczeń emisji.

Regulator TROL P91 – nowe rozwiązanie dla oszczędnych

Najnowszym urządzeniem w grupie regulatorów programowalnych jest model TROL P91. Regulator ten, podobnie jak obecny już od kilku lat TROL 9100 posiada wymiary montażowe 48×48mm, dwa wyświetlacze, algorytm PID Fuzzy Logic z auto-tuningiem oraz szerokie możliwości konfiguracji – zarówno sprzętowej jak i programowej. W wersji podstawowej, proponujemy model zasilany 90÷250 V AC, z wejściem na termopary/pt100 (wybór typu wejścia z menu regulatora), z wyjściem regulacyjnym przekaźnikowym oraz z dwoma dodatkowymi wyjściami przekaźnikowymi, pełniącymi funkcje alarmowe. Podstawową różnicą pomiędzy modelem TROL P91

a znanymi już 91/9100/8100/9300/2500, jest możliwość wprowadzenia krzywej regulacji. Tym samym regulator TROL P91 jest tańszą alternatywą dla regulatorów programowalnych SHIMADEN FP93/FP23 czy urządzeń innych producentów. Nowy regulator ma możliwość wpisania do 9 programów, z maksymalną ilością 64 kroków (ilość wystarczająca do zaprogramowania nawet bardzo skomplikowanego procesu regulacji). Dostępne są także wersje rozbudowane, np. o moduły retransmisji analogowej czy też komunikacji z komputerem poprzez RS232/RS485.

pomiary temperatury
temperatura@introl.pl

Detektor czterogazowy GasAlertQuattro

GasAlertQuattro to nowa propozycja w zakresie osobistych detektorów gazów. Nowy model przeznaczony jest do wykrywania stężenia siarkowodoru (H_2S), tlenku węgla (CO), tlenu (O_2) oraz gazów palnych (LEL). GasAlertQuattro to odporne i niezawodne urządzenie łączące szeroki wachlarz funkcji z prostą, jednoprzyciskową obsługą. Dzięki jasnym, widocznym pod szerokim kątem listwom sygnalizacji wizualnej (6 diod LED) oraz szczelnej, wodoodpornej obudowie, detektor stanowi idealne rozwiązanie dla zastosowań przemysłowych.

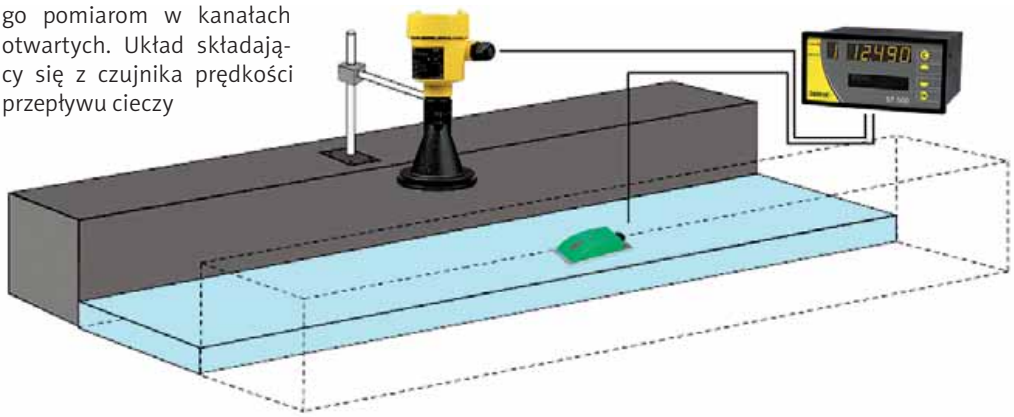
Podstawowe właściwości:

- pomiar ciągły, w czasie rzeczywistym
- duży, czytelny wyświetlacz LCD
- zwarta i lekka konstrukcja zapewniająca komfort użytkowania
- prosta procedura automatycznego kalibrowania
- pełna funkcja samotestowania czujników, stanu baterii, ciągłości obwodu i sygnalizacji akustycznej/wizualnej – przy uruchomieniu
- ciągła kontrola czujników w trakcie użytkowania
- integralna osłona chroniąca przed uszkodzeniami
- zasilanie poprzez akumulatory lub baterie AA
- dopuszczenia do prac w strefach zagrożenia wybuchem

detekcja gazów
gazometria@introl.pl

Układ pomiaru przepływu w kanałach otwartych

Współpraca Działu pomiaru przepływu z firmą Görlich zaowocowała stworzeniem układu pomiarowego dedykowanego pomiarom w kanałach otwartych. Układ składający się z czujnika prędkości przepływu cieczy Mag Flow OG, sondy radarowej VEGAPULS 61 oraz licznika przepływu ST 500 przeznaczony jest głównie do pomiaru przepływu ścieków w kanałach otwartych. Innym zastosowaniem układu jest pomiar przepływu mediów w rurociągach i kanałach niecałkowicie wypełnionych, również o nieregularnych kształtach.



pomiary przepływu
przepływy@introl.pl

Miernik przepływu materiałów sypkich DYNAvel

DYNAvel jest urządzeniem, którego zasada działania opiera się na pomiarze czasu pomiędzy charakterystycznymi punktami „szumów" wywoływanymi przez poruszające się pomiędzy dwoma niezależnymi elektrodami cząsteczki ciał stałych. Pomiar z wykorzystaniem DYNAvel jest całkowicie niezelażny od rodzaju materiału sypkiego, a urządzenie nie wymaga kalibracji. DYNAvel świetnie sprawdza sie w rurociągach od DN10 do DN400, a zakres pomiaru wynosi od 0,2 do 100 m/s. Dzięki DYNAvel możliwy jest także pomiar masy przy połączeniu np. z izotopowym miernikiem LB 491 – 4 takie układy pracują już w jednej z polskich elektrowni.

Nowy model przepływomierza znajduje zastosowanie w aplikacjach, gdzie wskazany jest pomiar przepływu materiałów sypkich, bez względu na ich rodzaj i granulacje. Szczególnie polecany jest dla branży cementowo-wapiennej, energetycznej, tworzyw sztucznych, tytoniowej.

pomiary przepływu
poziomy@introl.pl

Sygnalizatory przepływu materiałów sypkich serii DYNAguard

Seria DYNAguard to rodzina urządzeń wykorzystywanych do sygnalizacji przepływu materiałów sypkich. Model DYNAguard M jest miernikiem mikrofalowym, wykorzystującym sygnał radarowy o częstotliwości 24 GHz, który wysyłany w kierunku poruszających się cząsteczek materiału sypkiego, odbija się i powraca ze zwiększoną częstotliwością. Modele DYNAguard K i P są sygnalizatorami elektrostatycznymi, mierzącymi szumy wywołane przemieszczaniem się naładowanych elektrostatycznie cząsteczek. DYNAguard GM jest natomiast urządzeniem dedykowanym do sygnalizacji obecności popiołu

Wszystkie modele występują w standardzie z przyłączem gwintowym G 1½A (modele M, P i GM) oraz kołnierzowym dla DN10--DN100 (model K). Seria DYNAguard przeznaczona jest głównie do sygnalizacji przepływu materiału sypkich w rurociągach tłocznych, zsypach czy przy zabezpieczeniu zamknięcia klap/zasuw itp. Model GM jest natomiast stosowany przy zabiezpieczaniu filtrów, kontroli zużycia ich wkładów czy sygnalizacji rozszczelnienia rurociągów.

pomiary przepływu
poziomy@introl.pl

Pomiar poziomu przez SMS

Sondy radarowe serii VEGAPULS to znane na cały świecie urządzenia przeznaczone do pomiaru poziomu dowolnego medium (materiały sypkie, ciecze), z dokładnością od 2mm i niespotykaną odpornością na warunki środowiskowe. Najnowszym osiągnięciem firmy VEGA jest wzbogacenie sond o wbudowany moduł GSM. Dzięki niemu seria VEGAPULS świetnie sprawdza się w przypadku pomiarów poziomu prowadzonych w miejscach, w których nie istnieją żadne systemy rejestracji/automatyki np.: samotnie stojące zbiorniki, pomiary poziomu wody w zbiornikach wodnych itp. Nowa seria przeznaczona jest także dla obiektów na których istnieje potrzeba integracji poziomu z systemem w innej, oddalonej lokalizacji.

Połączenie technologii bezprzewodowej komunikacji z precyzyjnym pomiarem poziomu, to idealne rozwiązanie dla wszystkich firm, które posiadają bardzo rozproszony system magazynowania materiałów, z obiektami zlokalizowanymi w wielu miejscach. Systemy takie, w celu minimalizacji kosztów związanych z logistyką (planowanie harmonogramu tras, priorytetów dostaw itp.) wymagają od działów zaopatrzenia dokładnej informacji o stanie surowców (najczęściej 2-4 razy na dobę). Moduł GSM wbudowany w sondę, na podany numer telefonu, w określonych odstępach czasu, wysyła SMS z informacją o poziomie określonego materiału. Oczywiście, sondy posiadają także wyjście 4÷20mA lub PROFIBUS PA (niezwiązane z modułem GSM), które można wykorzystać jak w standardowych modelach. W 2010 roku planowane jest wyposażenie sond w akumulator pozwalający na 1-roczny okres ciągłej pracy.

pomiary poziomu
poziomy@introl.pl

Zagrożenie wybuchem
Wstępnie i rzeczowo

W codziennej praktyce inżynierskiej często spotykamy się z zagadnieniami związanymi z pyłami i gazami palnymi, zagrożeniem wybuchowym i strefami zagrożenia wybuchem. Wokół doboru urządzeń i instalacji przeznaczonych do pracy w strefach potencjalnego zagrożenia wybuchem, narosło już wiele mitów. Tematyka jest zawiła, a publikacje na jej temat są często niezrozumiałe, szczególnie w środowiskach bezpośrednio niezwiązanych z zagadnieniem. Warto zatem wyjaśnić kilka podstawowych pojęć związanych z wybuchowością i zabezpieczaniem pracy w strefach zagrożonych.

Czym jest wybuch?

Wszyscy na co dzień posługujemy się pojęciem wybuchu, ale rzadko jesteśmy w stanie powiedzieć co tak naprawdę termin ten oznacza. W języku potocznym wybuch oznacza gwałtowne wydzielenie w jednym miejscu dużych ilości energii, któremu towarzyszy nagły wzrost temperatury i ciśnienia oraz powstanie fali uderzeniowej.

Czynnikami destrukcyjnymi wybuchu są zatem trzy wymienione zjawiska. Gwałtowny wzrost temperatury może powodować zapłon substancji palnych znajdujących się w otoczeniu. Nagły wzrost ciśnienia wywołuje falę uderzeniową, która rozprzestrzeniając się z dużą prędkością, powoduje zniszczenia na drodze mechanicznej poprzez gwałtowny wzrost naprężeń mechanicznych w napotykanych przeszkodach.

W zależności od prędkości rozchodzenia się fali uderzeniowej oraz mechanizmu wybuchu, rozróżnia się trzy rodzaje wybuchów:

wybuch właściwy
lub inaczej deflagracja

$$v < V_p$$

eksplozja

$$V_p < v < V_{max}$$

detonacja

$$v = V_{max}$$

gdzie:
V_p – aktualna wartość prędkości dźwięku, wynosząca około 330 m/s
V_{max} – maksymalna wartość prędkości fali uderzeniowej w środowisku, w którym zachodzi wybuch.

Praktycznie wszystkie trzy rodzaje zjawiska mogą się pojawić jako skutek przypadkowego zapłonu mieszaniny wybuchowej, a prędkość fali uderzeniowej zależy od energii wyzwolonej podczas wybuchu. Wyzwolona energia przekłada się wprost na skalę wywołanych zniszczeń.

Kiedy następuje wybuch?

Warunkiem koniecznym do powstania zjawiska wybuchu jest równoczesna obecność trzech czynników.

Pierwszym czynnikiem koniecznym do zaistnienia wybuchu jest obecność palnej substancji, która będzie ulegała gwałtownemu spalaniu. Należy jednak rozróżnić terminy „palnej substancji" i „atmosfery wybuchowej".

Palna substancja może występować w postaci mieszaniny gazowej, cieczy, oparów cieczy, mgły lub pyłu. Substancja palna posiada zdolność wchodzenia w reakcję egzotermiczną po zapaleniu [2].

Atmosfera wybuchowa – *mieszanina substancji palnych w postaci gazów, par, mgieł lub pyłów z powietrzem w warunkach atmosferycznych, w której po zapaleniu, spalanie rozprzestrzenia się na całą nie spaloną mieszaninę* [2].

Jak wynika z powyższych definicji, główną cechą atmosfery wybuchowej, wyróżniającą ją z grupy substancji palnych, jest samoistne rozchodzenie się procesu spalania na całą mieszaninę.

Obecność tlenu jako drugi czynnik zaistnienia wybuchu w powietrzu atmosferycznym jest oczywiście zawsze spełniony.

Trzeci czynnik – źródło zapłonu – może być bardzo różny: otwarty płomień, iskra, wysoka temperatura powierzchni urządzenia lub wyładowanie elektrostatyczne (o źródłach zapłonu będzie jeszcze mowa w dalszej części artykułu).

Czym jest wybuchowość?

Termin wybuchowość można określić jako podatność atmosfery wybuchowej na czynniki prowadzące do zapłonu (a tym samym wybuchu). Podatność ta zależy od stężenia gazu palnego lub palnych oparów cieczy oraz od rodzaju atmosfery. W celu wymiernej oceny podatności na wybuch, stosuje się dwa podstawowe wskaźniki określające stopień zagrożenia wybuchem w zależności od stężenia palnej części mieszaniny.

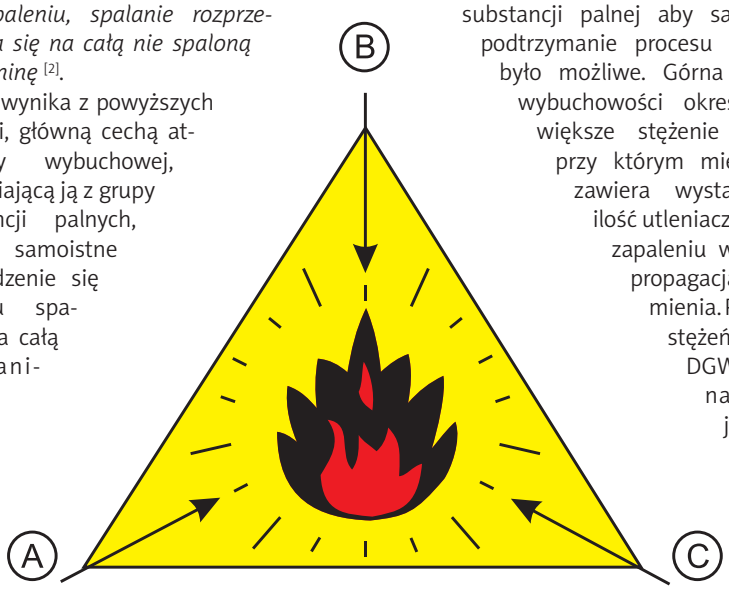
Dolna granica wybuchowości DGW

Dolna granica wybuchowości określa stężenie gazu palnego lub palnej pary w powietrzu, poniżej którego atmosfera gazowa nie jest wybuchowa. Wartość DGW podawana jest zwykle w % objętościowych lub w g/m³ [3].

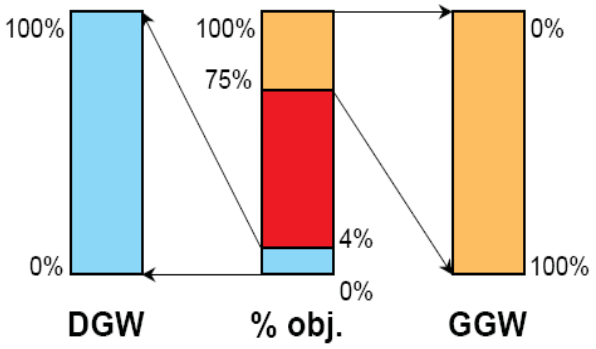
Górna granica wybuchowości GGW

Górna granica wybuchowości określa stężenie gazu palnego lub palnej pary w powietrzu, powyżej którego atmosfera gazowa nie jest wybuchowa. Wartość GGW podawana jest zwykle w % objętościowych lub w g/m³ [3].

Poniżej dolnej granicy wybuchowości, mieszanina zawiera zbyt mało substancji palnej aby samoistne podtrzymanie procesu spalania było możliwe. Górna granica wybuchowości określa największe stężenie paliwa, przy którym mieszanina zawiera wystarczającą ilość utleniacza aby po zapaleniu wystąpiła propagacja płomienia. Przedział stężeń między DGW i GGW nazywany jest przedziałem



A – *tlen*
B – *atmosfera wybuchowa*
C – *źródło zapłonu*



wybuchowości. W przedziale zadziałania czynnika inicjującego, zapłon zachodzi zawsze.

Ukazane na wykresie wartości DGW = 100% V i GGW = 75% V podano dla mieszaniny powietrza i wodoru. Na środkowej części wykresu podano stężenia w procentach objętościowych. Skrajne skale odnoszą się do poziomów DGW i GGW, które odpowiadają 100% rozpatrywanego zakresu. Prowadząc rozważania odnośnie zagrożenia wybuchowego, posługujemy się pojęciem DGW (dolnej granicy wybuchowości) rozpatrywanym w zakresie od 0% do 100% wartości DGW.

Wartości dolnej i górnej granicy wybuchowości nie są wartościami stałymi. Zależą one od ciśnienia i temperatury mieszaniny oraz jej składu. Domieszki innych składników mogą wpływać na właściwości mieszaniny palnej. Tabela 1 przedstawia przykładowe zależności DGW i GGW od składu mieszaniny.

Nazwa substancji	Powietrze		Tlen
	% DGW	% GGW	% GGW
Amoniak NH_3	15,0	28,0	79,0
Eter etylowy $C_4H_{10}O$	1,6	48,0	82,0
Wodór H_2	4,0	75,0	93,9
Tlenek węgla CO	12,5	75,0	93,9

Tabela 1

Należy przy tym pamiętać, iż mieszanki gazów palnych i czystego tlenu nie posiadają dolnej granicy wybuchowości. Dodatkowo, w porównaniu z mieszaninami zawierającymi powietrze, w mieszaninach z czystym tlenem, wartość górnej granicy wybuchowości ulega zdecydowanemu zwiększeniu, a zakres wybuchowości rozszerza się dwa do trzech razy.

Klasyfikacja atmosfer wybuchowych

Atmosfery wybuchowe zgodnie z obowiązującą normą [5] dzielimy na dwie grupy:

Grupa I – metan w wyrobiskach podziemnych.

Grupa II – gazy palne i pary palnych cieczy za wyjątkiem metanu w wyrobiskach podziemnych.

Na podstawie maksymalnego doświadczalnego bezpiecznego prześwitu (MESG) i wartości stosunku minimalnych prądów zapalających do prądu zapalającego metan laboratoryjny (MIC) [6], w Grupie II wyróżniono podgrupy wybuchowości IIA, IIB, IIC.

Podgrupa wybuchowości	*Wartość MESG [mm]*
IIA	*powyżej 0,9*
IIB	*w przedziale między 0,5 a 0,9*
IIC	*poniżej 0,5*

MESG – Maximum experimental safe gap

Podgrupa wybuchowości	*Wartość MIC*
IIA	*powyżej 0,8*
IIB	*w przedziale między 0,45 a 0,8*
IIC	*poniżej 0,45*

MIC – Minimum igniting current

Rozważając zagrożenie wybuchem powodowane przez daną substancję gazową, należy wziąć pod uwagę temperaturę zapłonu tej substancji oraz temperaturę samozapłonu tworzonej przez nią atmosfery wybuchowej.

Temperatura zapłonu jest to minimalna temperatura, przy której w określonych warunkach badania, z cieczy wydziela się palny gaz lub para w ilości wystarczającej do natychmiastowego zapłonu. [2]

Temperatura samozapłonu atmosfery wybuchowej jest to najniższa temperatura, w której następuje zapalenie palnej substancji w postaci mieszaniny gazu lub pary z powietrzem. [2]

Zagrożenie wybuchowe jest to możliwość tworzenia przez palne gazy, pary palnych cieczy, pyły lub włókna palnych ciał stałych, w różnych warunkach, mieszanin z powietrzem, które pod wpływem czynnika inicjującego zapłon, ulegają gwałtownemu spalaniu połączonemu ze wzrostem ciśnienia. Czynnikiem inicjującym może być iskra, łuk elektryczny, wyładowanie elektrostatyczne lub przekroczenie temperatury samozapłonu.

Atmosfery wybuchowe gazów i par cieczy podzielono na podstawie temperatur samozapłonu na sześć klas temperaturowych.

Klasa temperaturowa	Temperatura samozapłonu [°C]
T1	powyżej 450
T2	powyżej 300 do 450
T3	powyżej 200 do 300
T4	powyżej 135 do 200
T5	powyżej 100 do 135
T6	powyżej 85 do 100

Strefy zagrożenia wybuchem

W celach praktycznych, związanych z doborem urządzeń pracujących w określonych przestrzeniach, zdefiniowano sześć rodzajów stref zagrożenia wybuchem. Wszystkie strefy wyznaczone są w zależności od częstotliwości pojawiania się emisji oraz jej wydajności. Pierwsze trzy dotyczą stref, w których zagrożenie powoduje mieszanina gazowa, kolejne dotyczą zagrożenia powodowanego przez pyły i włókna palnych substancji.

Strefa 0 – miejsce, w którym atmosfera wybuchowa zawierająca mieszaninę powietrza oraz substancji palnych w postaci gazu, pary lub mgły, **występuje stale lub przez długie okresy czasu, lub często**. Strefa ta pojawia się wewnątrz pojemników, rurociągów, zbiorników, separatorów olejowo-wodnych otwartych do atmosfery.

Strefa 1 – miejsce, w którym atmosfera wybuchowa zawierająca mieszaninę powietrza oraz substancji palnych w postaci gazu, pary lub mgły, **może czasami wystąpić w trakcie normalnego działania**. Strefa ta może obejmować bezpośrednie otoczenie strefy 0, miejsca napełniania i opróżniania naczyń lub zbiorników, otoczenie uszczelnień pomp, zaworów połączeń kołnierzowych armatury i rurociągów.

Strefa 2 – miejsce, w którym atmosfera wybuchowa zawierająca mieszaninę

powietrza oraz substancji palnych w postaci gazu, pary lub mgły, **nie występuje w trakcie normalnego działania, a w przypadku wystąpienia trwa krótko**. Typowo strefa ta może obejmować strefę 0 lub strefę 1.

Strefa 20 – miejsce, w którym atmosfera wybuchowa w postaci obłoku palnego pyłu w powietrzu, **występuje stale lub przez długie okresy czasu, lub często**. Strefa ta pojawia się wewnątrz pojemników, rurociągów, młynów, zbiorników, silosów i bunkrów.

Strefa 21 – miejsce, w którym atmosfera wybuchowa w postaci obłoku palnego pyłu w powietrzu, **może czasami wystąpić w trakcie normalnego działania**. Strefa ta pojawia się w bezpośrednim otoczeniu nasypywania, wysypywania pyłów lub warstw pyłów zdolnych do tworzenia mieszanin z powietrzem w zakresie stężeń wybuchowych.

Strefa 22 – miejsce, w którym atmosfera wybuchowa w postaci obłoku palnego pyłu w powietrzu, **nie występuje w trakcie normalnego działania, a w przypadku wystąpienia trwa krótko**. Strefa ta może obejmować miejsca w bezpośrednim otoczeniu urządzeń zawierających pył, na przykład w pomieszczeniach z młynami, w których osiada pył wydobywający się z wnętrza młynów.

Określenie stref zagrożenia wybuchem jest metodą analizowania i klasyfikowania środowiska, w którym może pojawić się atmosfera wybuchowa. Ułatwia ona właściwy dobór i instalowanie urządzeń celem ich bezpiecznego stosowania w takim środowisku, z uwzględnieniem rodzaju strefy, grupy wybuchowości i klas temperaturowych.

W praktyce, w większości przypadków, w których stosuje się substancje palne, trudno jest zapewnić, że atmosfera wybuchowa nigdy nie wystąpi oraz, że instalacje i urządzenia nigdy nie staną się źródłem zapłonu. Dlatego też, klasyfikację środowisk w odniesieniu do zagrożenia wybuchem, należy przeprowadzać zawsze przed rozpoczęciem jakiejkolwiek działalności. Należy przy tym pamiętać, aby klasyfikacji obszarów niebezpiecznych dokonywały osoby znające właściwości substancji palnych, technologię produkcji i wyposażenie instalacji. Nie mniej istotne jest także to aby wyznaczenie stref odbyło się w porozumieniu ze służbami p/poż i bhp.

Podstawowymi działaniami podczas ustalania rodzaju stref zagrożenia wybuchem są: identyfikacja źródła emisji oraz określenie stopnia emisji. Stopień emisji zależy od częstotliwości i czasu trwania emisji. Wyróżnia się trzy stopnie emisji:

- emisję ciągłą – emisję, która występuje stale lub której występowania można spodziewać się w długich okresach
- pierwszy stopień emisji – emisja, której występowania w normalnych warunkach pracy można spodziewać się w długich okresach
- drugi stopień emisji – emisja, której występowania w normalnych warunkach pracy nie można się spodziewać, a jeśli się pojawi, to rzadko i w krótkich okresach.

Mając ustalone stopnie emisji, mamy określone rodzaje stref (które zależą głównie od stopnia emisji i skuteczności wentylacji w przestrzeni zagrożonej). Zasięg stref zagrożenia wybuchem zależy od wydajności emisji gazu lub pary, geometrii źródła emisji, szybkości emisji, stężenia substancji w emitowanej mieszaninie, lotności cieczy palnej, temperatury cieczy, dolnej granicy wybuchowości, wentylacji oraz gęstości względnej emitowanej substancji.

Wskazówki dotyczące ustalenia zasięgu stref można znaleźć w załącznikach do rozporządzenia [4], w których podano typowe wymiary i zasięgi stref zagrożenia wybuchem dla niektórych urządzeń technologicznych, przeznaczonych do magazynowania i dystrybucji ropy naftowej i jej pochodnych. Wymiary stref zagrożenia wybuchem dla stanowisk i urządzeń niewymienionych w załącznikach do rozporządzenia, należy ustalić indywidualnie, zgodnie z polskimi normami oraz odrębnymi przepisami dotyczącymi ochrony przeciwpożarowej budynków oraz innych obiektów budowlanych i terenów.

Jak nie doprowadzić do wybuchu?

Sposobów na uniknięcie wybuchu podczas pracy w określonej przestrzeni jest wiele. W normie [2] ujęto zasady zapobiegania wybuchowi i ochrony przed wybuchem. Najprościej ujmując, wszelkie działania realizowane w przestrzeniach, w których możliwy jest wybuch, powinny skupiać się na:

- zapobieganiu wybuchu
- unikaniu powstawania źródeł zapłonu
- ograniczeniu skutków wybuchu

Zapobieganie polega na unikaniu atmosfer wybuchowych poprzez zmianę stężenia substancji palnych do wartości leżących poza zakresem wybuchowości. Alternatywną metodą jest zmiana stężenia tlenu poniżej wartości niezbędnej do zaistnienia wybuchu oraz eliminacja źródeł emisji substancji palnych.

Unikanie powstawania źródeł zapłonu to nic innego jak monitoring efektywnych źródeł zapłonu, którymi są między innymi:

- gorące powierzchnie
- płomienie i gorąca gazy
- mechaniczne źródła iskier
- urządzenia i instalacje elektryczne
- prądy błądzące i wyrównawcze
- ochrona katodowa przed korozją
- elektryczność statyczna
- wyładowania atmosferyczne
- promieniowanie jonizujące
- ultradźwięki
- sprężanie adiabatyczne i fale uderzeniowe
- reakcje egzotermiczne i samozapłon gazów

Ograniczenie skutków wybuchu polega natomiast na stosowaniu rozwiązań konstrukcyjnych takich jak systemy odpowietrzenia i tłumienia fali uderzeniowej, wzmocnienia konstrukcyjne oraz separacja urządzeń i obszarów.

Eliminacja lub minimalizacja ryzyka wybuchu powinna być dokonywana przez stosowanie jednej lub kombinacji powyższych metod, z których najistotniejszą jest unikanie możliwości powstawania atmosfery wybuchowej. Można tego dokonać poprzez szereg działań, z których najważniejsze to:

- projektowanie, konstruowanie i użytkowanie urządzeń zawierających gazy palne w taki sposób, aby zachować ich szczelność
- stosowanie niepalnych materiałów konstrukcyjnych
- rozcieńczanie za pomocą stosowania instalacji wentylacji
- unikanie gromadzenia się pyłów

W codziennej pracy, w celu minimalizacji ryzyka wybuchu, należy przede wszystkim pamiętać, iż bezpieczna praca urządzeń w przestrzeniach zagrożonych wybuchem zależy głównie od ich właściwego doboru do sklasyfikowanych stref zagrożenia. Niemniej istotny jest prawidłowy montaż i zasilanie oraz późniejsza eksploatacja.

Atmosfera gazowa a pyłowa

W dotychczasowych rozważaniach koncentrowaliśmy się na atmosferach gazowych. Zagrożenie wybuchowe powodowane przez pyły stanowi odrębną dziedzinę zagadnień. Podstawową różnicą między wybuchową atmosferą gazową, a atmosferą pyłową jest gęstość. Gęstość par i gazów jest przynajmniej 1000 razy mniejsza niż gęstość atmosfer pyłowych. Istotną cechą jest również sposób rozprzestrzeniania się składnika palnego. Gazy rozprzestrzeniają się w powietrzu drogą konwekcji i dyfuzji, tworząc jednorodną lub prawie jednorodną mieszaninę. W przypadku atmosfer pyłowych, należy pamiętać, iż pyły są cięższe od powietrza i wykazują tendencję do osadzania się.

Aby atmosfera pyłowa stała się wybuchowa, muszą być spełnione następujące warunki:

- pył musi być palny
- atmosfera musi zawierać tlen (lub inny utleniacz)
- pył musi tworzyć zawiesinę
- stężenie pyłu musi osiągać wartości z zakresu wybuchowego tj. minimum 50g/m^3.

Najbardziej istotną różnicą w przebiegu zjawiska wybuchu w atmosferach pyłowych, odróżniającą je od analogicznych zjawisk w atmosferach gazowych, jest możliwość powstawania wybuchów wielokrotnych. Fala uderzeniowa wywołana przez pierwszy wybuch może spowodować powstanie nowej chmury pyłu i w efekcie zainicjowanie wybuchu wtórnego. W skrajnym przypadku może dojść do wybuchów wielokrotnych.

Ciąg dalszy nastąpi

W wielu przypadkach, praca na obiektach przemysłowych łączy się z zagrożeniem wybuchem. Zapewnienie bezpieczeństwa pracy w takich warunkach nie spoczywa jednak tylko na służbach odpowiedzialnych za kwestię bhp. Każda osoba bowiem musi zdawać sobie sprawę z zagrożenia i we własnym zakresie minimalizować ryzyko wybuchu. Aby jednak móc przeciwdziałać, należy posiadać elementarną wiedzę na temat przyczyn i skutków jakie niesie ze sobą praca w obszarach zagrożonych. Mam nadzieję, że udało mi się w sposób jasny i czytelny przedstawić podstawowe pojęcia związane z wybuchowością, a niniejszy artykuł choć trochę rozświetli tę dość skomplikowaną problematykę.

Artykuł, którego lekturę mają już Państwo na ukończeniu, proszę traktować jako swoisty wstęp do kolejnych publikacji traktujących o zagadnieniach „ATEX-owych". Zapraszam więc do kolejnych numerów „Pod kontrolą".

Autor artykułu:
Maciej Warzyszko

W 1986 roku ukończył Akademię Górniczo-Hutniczą im. Stanisława Staszica w Krakowie, Wydział Elektryczny, na kierunku Metrologia. W Introlu pracuje od 2004 roku. Jako kierownik Działu gazometrii, zajmuje się między innymi systemami detekcji gazów i przemysłowymi systemami analityki gazowej.

tel. 032/789 00 62
e-mail: gazometria@introl.pl

Wykaz przepisów i norm wykorzystanych w artykule:

[1] Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 16 czerwca 2003r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów -Dz.U. Nr 121, poz1138

[2] PN-EN 1127-1; 2001 Atmosfery wybuchowe. Zapobieganie wybuchowi i ochrona przed wybuchem. Pojęcia podstawowe i metodologia.

[3] PN-EN 60079-10; 2003 Urządzenia elektryczne w przestrzeniach zagrożonych wybuchem. Część 10; Klasyfikacja obszarów niebezpiecznych.

[4] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 21 listopada 2005r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać bazy i stacje paliw płynnych, rurociągi przesyłowe dalekosiężne służące do transportu ropy naftowej i produktów naftowych i ich usytuowanie – Dz.U. Nr 243, poz 2063.

[5] PN-84/E-08119 Elektryczne urządzenia przeciwwybuchowe. Mieszaniny wybuchowe.

[6] PN-EN 50014; 2004 Urządzenia elektryczne w przestrzeniach zagrożonych wybuchem. Wymagania ogólne.

Pomiary kontrolne przepływomierzy
Szybko, sprawnie, na obiekcie

Na każdym z obiektów przemysłowych nie sposób nie znaleźć urządzeń pomiarowych. Aby urządzenia te spełniały swoje funkcje, muszą być okresowo sprawdzane i – jeśli to konieczne – ponownie kalibrowane. Szczególne znaczenie ma kontrolna sprawności działania przepływomierzy, gdyż to wiarygodność wskazań tych właśnie urządzeń, decyduje często o bezpieczeństwie i efektywności procesów technologicznych. Sprawdźmy zatem jakimi sposobami można weryfikować przepływomierze do cieczy, gazów i pary.

Mobilnie – dla ceniących czas i pieniądze

Sprawdzenie przepływomierza wiąże się najczęściej z jego każdorazowym demontażem, a nierzadko konieczne jest wykonanie dodatkowej „wstawki" na czas sprawdzenia przepływomierza na stanowisku laboratoryjnym.

Co gorsza, nie jest to największa przeszkoda. Najistotniejszym problemem jest czas realizacji sprawdzenia przepływomierza – weryfikacja zazwyczaj trwa od kilku do kilkunastu dni. Nie trzeba chyba wyjaśniać skutków braku pomiaru w tak długim czasie.

Z myślą o Klientach, którzy nie mogą pozwolić sobie na kilkudniowe przestoje (spowodowane brakiem pomiaru, którego realizacja jest niezbędna do prowadzenia procesu), powstało mobilne stanowisko sprawdzania przepływomierzy. Dzięki niemu możliwe jest sprawdzenie pojedynczego przepływomierza nawet w **30 minut, bezpośrednio na obiekcie**.

Stanowisko mogące być zasilane z hydrantu, pompy lub innego źródła wody o żądanej wydajności, skonstruowane zostało w oparciu o przepływomierz masowy o wysokiej klasie dokładności (0,1%) oraz o wagę legalizowaną w klasie III. Pozwala to sprawdzać przepływomierze w zakresie od 1mm do 80mm (maksymalnym zakresie pomiarowym do 50 t/h).

Dla pomiarów przepływu przy małych średnicach (do DN15) stosujemy pomiar wagowy. Przy rożnych zakresach przepływu, przelana zostaje zadana dawka wody (max 60 kg), a następnie porównywana jest wartość sumatora przepływomierza z wartością wyświetlaną przez wagę, uwzględniając gęstość medium w aktualnej temperaturze.

Dla większych średnic wykorzystujemy przepływomierz masowy. Na samym początku, stanowisko zostaje podłączone do źródła wody za pomocą węża strażackiego(weryfikacja odbywa się przy użyciu wody, ale sprawdzany przepływomierz może mierzyć dowolną ciecz). Woda przepływa przez przepływomierz masowy, następnie zawór regulacyjny, dzięki któremu można precyzyjne ustawić wartość żądanego przepływu. Dalej, zachowując odpowiednie odcinki proste, montowany jest przepływomierz sprawdzany. Do rejestracji i monitorowania całego cyklu sprawdzenia przepływomierza stosowany jest wskaźnik/licznik ST500. Jeśli sprawdzany przepływomierz nie posiada wyświetlacza, można rejestrować i porównać wskazania urządzeń korzystając z wyjścia prądowego lub impulsowego przepływomierza.

Wymagania:
- średnice badanych przepływomierzy od 1-80 mm
- maksymalne ciśnienie na stanowisku pomiarowym do 10 bar
- maksymalny mierzony przepływ (zależny od źródła wody) 50 t/h

Stanowisko zostało już wykorzystane do weryfikacji ponad 100 przepływomierzy.

Bezinwazyjnie – dla wygodnych

W przypadku gdy nie ma możliwości demontażu przepływomierza (nawet na 30 minut) lub gdy wymagana dokładność weryfikacyjna nie jest wysoka, sprawdzenie przepływomierza można dokonać przy pomocy urządzenia ultradźwiękowego. Zaletą tej metody jest wykonanie pomiaru przepływu bez ingerencji w rurociąg.

Przepływomierz wykorzystuje zjawisko powstania różnicy czasu przejścia fali ultradźwiękowej w płynącym medium. Umożliwia to bezinwazyjny pomiar przepływu cieczy jednorodnych, w których rozchodzą się fale ultradźwiękowe. Przepływomierze ultradźwiękowe działają na rurociągach stalowych i w większości rurociągów plastikowych o średnicach 12,7÷7600 mm. Istotna jest również temperatura mierzonego medium, która maksymalnie może wynosić 240°C (w zależności od rodzaju zastosowanej sondy).

Dodatkowo, przetwornik sygnału przepływomierza posiada dwa wejścia analogowe 4÷20 mA do podłączenia przetworników temperatury oraz funkcję obliczania energii cieplnej lub chłodu przepływającej cieczy. Może być więc wykorzystany w aplikacjach ciepłowniczych lub chłodniczych dla wody, glikolu oraz mieszanek woda/glikol.

Dokładność pomiarów metodą ultradźwiękowa:
- dla rurociągów Ø>150mm:
  typowo ±1÷2% przepływu chwilowego
- dla rurociągów Ø<150mm:
  typowo ±2÷5% przepływu chwilowego

Należy jednak pamiętać, że dokładność ta dotyczy warunków laboratoryjnych, co oznacza, iż:
- posiadamy dokładne parametry rurociągu: średnicę i grubość ścianki oraz rodzaj materiału z jakiego została wykonana
- wnętrze rurociągu jest czyste (bez nalotów i kamienia)

W większości przypadków powyższe warunki nie są spełnione, dlatego pomiar bezinwazyjnym przepływomierzem ultradźwiękowym należy traktować jak pomiar o mniejszej dokładności.

Elektromagnetycznie – dla otwartych lub częściowo wypełnionych

Obie metody wcześniej opisane dotyczą pomiarów weryfikacyjnych w rurociągach całkowicie wypełnionych.

Na obiektach spotykamy jednak często układy pomiaru przepływu w kanałach otwartych lub rurociągach o częściowym wypełnieniu. Dla takich aplikacji stosuje się zazwyczaj układy pomiarowe składające się z czujnika pomiaru poziomu oraz czujnika prędkości. Aby zweryfikować poprawność wskazań układu pomiarowego, konieczne jest zweryfikowanie wskazań zarówno poziomu jak i prędkości cieczy. Poprawność pomiaru poziomu można sprawdzić na różne sposoby, a najprostszym jest zwykła miarka metryczna. Weryfikacja poprawności wskazań czujnika prędkości jest już jednak znacznie bardziej skomplikowana, a do jej przeprowadzenia używamy przepływomierza elektromagnetycznego typu „insert" (wpuszczany do rurociągu/kanału).

Pomiar w kanale otwartym nie wymaga żadnej ingerencji w instalacje, czego nie można powiedzieć o rurociągach częściowo wypełnionych. Do weryfikacji prędkości w takich układach, konieczne jest bowiem wspawanie króćca do zabudowy przepływomierza. Stosując tę metodę należy także pamiętać, iż pomiar może być realizowany przy poziomie cieczy minimum 10 cm.

Termicznie/wirowo – dla gazowych

Do weryfikacji przepływomierzy gazowych stosujemy termiczny przepływomierz masowy lub wpuszczany w rurociąg przepływomierz wirowy. Przepływomierze dokonują pomiaru przepływu z pełną kompensacją od zmian ciśnienia i temperatury, z przeliczeniem na objętość w warunkach normalnych (101,325 kPa abs, 0°C) lub przepływ masowy.

Termiczny przepływomierz masowy działa na zasadzie pomiaru zmian rezystancji elementu schładzanego przez przepływające medium, z wartością rezystancji czujnika podgrzewanego RTD. Pomiar przepływu określa się jako funkcję różnicy temperatur pomiędzy nagrzewanymi, a schładzanymi czujnikami RTD. Układ elektroniczny wykonuje jednocześnie linearyzację sygnału wyjściowego. W przypadku stosowania przepływomierzy termicznych, konieczne jest wspawanie do rurociągu króćca ¾" lub 1" z zaworem kulowym pełnoprzelotowym. Aby zapewnić dokładność podawaną przez producenta (w zależności od zastosowanego przepływomierza jest to ±2 lub ±1% przepływu chwilowego + 0,5% zakresu), konieczne jest zapewnienie odpowiednich odcinków prostych: 20xDN przed przepływomierzem i 10xDN za przepływomierzem. Tak wymagane długości nie dotyczą jednak odcinków za sprężarką, pompą, zaworem lub zasuwą – w takich przypadkach podane wartości mogą się okazać niewystarczające.

Wymagania:

- zakres średnic od DN50 (dla większych średnic, powyżej DN300 konieczne jest wykonanie pomiaru wielopunktowego).
- maksymalne ciśnienie:
  - dla pomiaru przepływomierzem termicznym: do 10 bar
  - dla pomiaru przepływomierzem wirowym: do 16 bar
- medium: powietrze, azot, biogaz oraz inne mieszanki gazowe.

Vortek'sowo – dla parowych

Do weryfikacji układów parowych stosujemy przepływomierz wirowy, mierzący przepływ objętościowy, poprzez pomiar częstotliwości wirów tworzących się za przegrodą zaburzającą przepływ strumienia medium. Częstotliwość tych wirów zależy od prędkości przepływu medium, a więc od wielkości przepływu. Dodatkowo, przepływomierz posiada wbudowany czujniki ciśnienia i temperatury niezbędne do obliczenia energii i masy pary.

Weryfikacja przepływomierzem wirowym jest pomiarem inwazyjnym, a do jego wykonania konieczne jest wspawanie króćca z kołnierzem DN50. Istnieje zatem konieczność rozszczelnienia rurociągu i zatrzymania przepływu pary.

Wymagania:

- zakres pomiaru średnic od DN80 do DN400
- maksymalna temperatura 400°C
- maksymalne ciśnienie: 20 bar

Podsumowanie

Przepływomierze różnych typów i producentów cechują się określonymi klasami dokładności. Warto jednak pamiętać, iż dokładność fabryczna nie jest dana na zawsze. Każde niemal urządzenie pomiarowe powinno być okresowo kalibrowane, a producenci sami określają zalecane okresy wtórnej kalibracji. Aby jednak wiedzieć czy urządzenie wymaga ponownego wzorcowania, należy je sprawdzić przeprowadzając pomiary kontrolne.

W warunkach przemysłowych względy bezpieczeństwa i sprawności pracy przegrywają jednak często z potrzebą zachowania ciągłości procesu. **Dlatego tak istotna jest możliwość wykonania pomiarów kontrolnych na obiekcie**. Ofertę takich pomiarów stworzyli specjaliści z Działu pomiaru przepływu INTROL Sp. z o.o. Przy użyciu układów pomiarowych dostosowanych do medium (Tabela 1) oraz wymagań aplikacyjnych, przeprowadzane są weryfikacje, a następnie sporządzane odpowiednie raporty oraz wystawiane Świadectwo sprawdzenia.

Metoda pomiarowa	Ciecze przewodzące	Ciecze nieprzewodzące	Gazy	Para wodna
Mobilne stanowisko	X	X		
Termiczne przepływomierze masowe			X	
Przepływomierze ultradźwiękowe	X	X		
Przepływomierze elektromagnetyczne	X			
Przepływomierze wirowe	X	X	X	X

Tabela 1

Autor artykułu:
Krzysztof Abrahamczyk

Ukończył Wydział Elektrotechniki i Automatyki na Politechnice Opolskiej. W Introlu pracuje od 2005 roku, w dziale pomiaru przepływu, na stanowisku specjalisty ds. AKPiA. Do jego głównych zadań należą montaż, uruchomienia i konfiguracja układów pomiarowych na obiektach przemysłowych.

tel. 032/7890094
e-mail: przeplywy@introl.pl

Na straży przepływu

materiałów sypkich

DYNA Instruments
Instrumentation for Powder and Bulk Industries

Sygnalizatory przepływu serii DYNAguard

- **wykrywanie minimalnych ilości materiału od 2 g/m³**
- **duża odporność na oblepienie**
- **możliwość regulacji czasu reakcji i czułości**

Seria DYNAguard to rodzina urządzeń wykorzystywanych do sygnalizacji przepływu materiałów sypkich w rurociągach tłocznych, zsypach lub przy zabezpieczeniu zamknięcia klap/zasuw.
Dostępna jest również wersja przeznaczona do sygnalizacji obecności pyłu (zabezpieczenia filtrów).

» poziomy@introl.pl «

Przedsiębiorstwo Automatyzacji i Pomiarów
Introl Sp. z o.o.

www.introl.pl

introl
automatyka i pomiary
w przemyśle niezastąpieni