

Honeywell

Księga **Gazów**



Honeywell - Detekcja gazów

1 Wstęp

Celem Księgi gazów jest **przekazanie prostych wytycznych osobom rozważającym korzystanie ze stacjonarnych i przenośnych detektorów gazów.**

Jej zadaniem jest pełne i wyczerpujące wprowadzenie do omawianego tematu — poczynwszy od szczegółowego wyjaśnienia zasad wykrywania stosowanych w różnych urządzeniach po przekazanie informacji na temat ich certyfikacji i przydatności dla konkretnych zastosowań.

W wielu różnorodnych zastosowaniach i procesach coraz częściej stosuje lub produkuje się bardzo niebezpieczne substancje, w szczególności palne, toksyczne i zawierające tlen gazy. Nieuniknione są sporadyczne wycieki gazu, stanowiące potencjalne zagrożenie dla zakładów przemysłowych, ich pracowników i mieszkańców pobliskich budynków. O tym problemie stale przypominają zdarzające się na całym świecie wypadki związane z niedotlenieniem, wybuchy i ofiary śmiertelne.

W większości przedsiębiorstw kluczową częścią planu bezpieczeństwa zmierzającego do ograniczenia zagrożeń dla pracowników i zakładu jest stosowanie takich urządzeń wczesnego ostrzegania, jak detektory gazu. Mogą one umożliwić zyskanie dodatkowego czasu na podjęcie działań naprawczych lub zabezpieczających. Ponadto można z nich korzystać w formie części ogólnego, zintegrowanego systemu monitorowania i bezpieczeństwa, który może obejmować różne inne funkcje bezpieczeństwa, w tym wykrywanie pożarów oraz zatrzymywanie procesów w sytuacjach awaryjnych. Detektory gazu można podzielić na dwie nadrzędne kategorie — na stacjonarne i przenośne. Jak sama nazwa może sugerować, stacjonarne detektory gazu reprezentują statyczne systemy wykrywania zagrożeń pochodzących od gazów palnych, toksycznych oraz tlenu i są przeznaczone do monitorowania procesów, a ponadto pozwalają chronić zakład i jego majątek oraz znajdujących się w nim pracowników.

Przenośne detektory gazu są w szczególności przeznaczone do zapewnienia ochrony pracownikom przed zagrożeniami pochodzącymi od gazów palnych, toksycznych lub tlenu i zwykle są niewielkimi urządzeniami noszonymi przez operatorów w celu monitorowania strefy oddechowej. Stosowana w wielu zakładach filozofia bezpieczeństwa obejmuje zarówno stacjonarne, jak i przenośne systemy wykrywania, jednak o przydatności jednego z nich decydować będzie wiele czynników, w tym częstotliwość wkraczania pracowników na dany obszar. ■

Spis treści

Rozdział	Temat	Strona	Rozdział	Temat	Strona
1	Wstęp	2	17	Europejskie normy i aprobaty dotyczące obszarów niebezpiecznych	78–79
2	Honeywell - detekcja gazów	4–5	18	ATEX	80–81
3	Czym jest gaz?	6		Normy IEC	82–83
4	Zagrożenia pochodzące od gazów	7		Oznaczenie urządzeń	84–85
5	Zagrożenia pochodzące od gazów palnych	8	19	Klasyfikacja obszarów	86–87
	Granica palności	9	20	Konstrukcja urządzeń	88–89
	Właściwości gazów palnych	10–11	21	Klasyfikacja urządzeń	90–91
	Informacje o gazach palnych	12–19	22	Stopień ochrony obudów	92–93
6	Zagrożenia związane z gazami toksycznymi	20	23	Poziomy nienaruszalności bezpieczeństwa (SIL)	94–95
	Wartości graniczne narażenia w miejscu pracy	21	24	Systemy wykrywania gazu	96–97
	Wartości graniczne narażenia na substancje toksyczne	22–25		Położenie czujników	98–99
	Informacje o gazach toksycznych	26–29		Typowe opcje montażu czujników	100
7	Ryzyko uduszenia się (niedobór tlenu)	30		Typowe konfiguracje systemów	100–101
8	Wzbogacanie powietrza w tlen	31	25	Instalacja	102
9	Typowe obszary wymagające wykrywania gazów	32–35	26	Konserwacja i bieżąca obsługa detektorów gazu	106–109
10	Zasady wykrywania	36	27	Spis pojęć i skrótów	110–113
	Czujnik gazów palnych	36			
	Czujnik katalityczny	36			
	Szybkość odpowiedzi	37			
	Wyjście czujnika	37			
	Kalibracja	38			
	Detektor gazu na podczerwień	39			
	Detektor gazów palnych na podczerwień, wykrywający wzdłuż otwartej ścieżki	40			
	Czujniki wyposażone w ogniwo elektrochemiczne	41			
	Detektory fotojonizacyjne (PID)	42			
	Czujnik Chemcassette®	42			
	Porównanie technik wykrywania gazów	43			
11	Dobór detektorów gazu	44–45			
12	Maksymalizacja czasu pracy i wydajności	46–47			
13	Protokoły komunikacji	48–49			
14	Stacjonarne detektory gazu firmy Honeywell	50–51			
15	Przenośne detektory gazu	52			
	Dlaczego przenośne detektory gazu są tak ważne?	54			
	Strefa oddychania	55			
	Typowe gazy wymagające wykrywania przenośnymi urządzeniami	55			
	Rodzaje przenośnych detektorów gazu	56			
	Tryby pracy detektora gazu	56			
	Funkcje i działanie	57			
	Akcesoria	58			
	Alarmy i wskazywanie stanu pracy	59			
	Typowe pola zastosowań przenośnych detektorów gazu	60			
	Przestrzenie zamknięte	60–61			
	Instalacje morskie	62			
	Wodociągi i kanalizacja	63			
	Wojsko	64–65			
	Reagowanie na obecność materiałów niebezpiecznych (HAZMAT)	66			
	Ropa naftowa i gaz (instalacje lądowe i morskie)	67			
	Informacje na temat detektorów PID	68			
	Pomiar par rozpuszczalników, paliw i LZO w środowisku pracy	68–71			
	Konserwacja przenośnych detektorów gazu	72			
	Ograniczenie kosztów testowania urządzeń	73			
	Przeprowadzanie ręcznej próby działania	73			
	Przenośne detektory gazu firmy Honeywell	74–75			
16	Północnoamerykańskie normy i aprobaty dotyczące obszarów niebezpiecznych	76			
	Północnoamerykańskie oznaczenie Ex i klasyfikacja obszarów	77			

2

Honeywell - detekcja gazów

Honeywell Analytics Experts in Gas Detection

W firmie Honeywell Analytics skupiamy się głównie na potrzebach naszych klientów. Naszym zdaniem ewolucję w zakresie wykrywania gazów powinny napędzać głównie osoby korzystające z naszych urządzeń, a nie inżynierowie decydujący o potrzebach przemysłu. Mając to na uwadze, wsłuchujemy się w potrzeby naszych klientów, doskonalimy nasze rozwiązania w taki sposób, aby zaspokajać zmieniające się oczekiwania, a ponadto rozwijamy się wraz z rozwojem naszych klientów, by móc zapewnić, że będziemy w stanie oferować usługi z wartością dodaną, spełniając indywidualne oczekiwania.

Współpraca z przemysłem... od początków wykrywania gazów

Mając 50-letnie doświadczenie w branży wykrywania gazów, od samego początku wywieraliśmy wpływ na rozwiązania dotyczące tego rynku. Wiele opracowanych przez nas w przeszłości urządzeń wyznaczyło nowe standardy wykrywania gazów pod względem sprawności działania, łatwości obsługi oraz wykorzystywania innowacyjnych rozwiązań. Obecnie nasze linie produktów rozbudowano w taki sposób, aby móc zaspokajać wymagania stawiane przez różne branże i zastosowania oraz dostarczać kompleksowe rozwiązania pozwalające ograniczać koszty wykrywania gazów i jednocześnie zapewniać wyższy poziom bezpieczeństwa.

Pracownicy naszych centrów wsparcia technicznego, specjaliści ds. aplikacji produktów i szkoleń, inżynierowie pracujący w terenie i wewnętrzne zespoły wsparcia technicznego reprezentują to, co najlepszego do zaoferowania ma ta branża. A ich doświadczenie można przeliczyć na łącznie ponad 1100 lat pracy, co pozwala nam zapewniać lokalnym przedsiębiorstwom wsparcie klasy korporacyjnej. ■





FAKTY DOTYCZĄCE GAZÓW

Słowo gaz wymyślił na początku XVII wieku flamandzki chemik J. B. van Helmont (1580–1644). Pochodzi ono od greckiego słowa oznaczającego chaos.

BW Technologies

by Honeywell

Firma BW Technologies by Honeywell jest światowym liderem w dziedzinie wykrywania gazu dzięki dużemu zaangażowaniu w zapewnianie klientom wysokowydajnych, niezawodnych produktów przenośnych, wspieranemu wyjątkową obsługą klienta i stałą pomocą techniczną.

Projektujemy, produkujemy i wprowadzamy na rynek innowacyjne rozwiązania z dziedziny wykrywania gazu przeznaczone dla szerokiej gamy zastosowań i branż, udostępniając opcje umożliwiające dostosowanie do każdego budżetu i do wszystkich wymagań w zakresie monitorowania zagrożeń.

W naszej bogatej ofercie znajdują się zarówno czujniki jednogazowe, które nie wymagają stałej konserwacji, jak i rozbudowane, wieloczujnikowe urządzenia, które posiadają dodatkowe, niezwykle przydatne funkcje.

Jako ekspert i lider w branży przenośnych wykrywaczy gazu, zapewniamy dostosowane szkolenia bazujące na danym obiekcie lub terenie, dzięki czemu możemy spełnić specyficzne wymagania klienta. Zapewniamy też wsparcie dotyczące zastosowań, pomagając klientom w wyborze i integracji idealnie dobranych rozwiązań.

W zakresie konserwacji urządzeń oferujemy również korzystne finansowo, wzorcowe wsparcie techniczne i usługi serwisowe poprzez naszą rozbudowaną sieć autoryzowanych partnerów.

Od 25 lat dostarczamy wartościowe rozwiązania w przystępnych cenach

Firma BW Technologies by Honeywell powstała pierwotnie w 1987 r. w kanadyjskim Calgary. Na przestrzeni ostatnich 25 lat wprowadzaliśmy na rynek innowacyjne rozwiązania w dziedzinie wykrywania gazu, które stanowią wartość dodaną, zwiększają bezpieczeństwo i pozwalają ograniczać bieżące koszty wykrywania gazu za pomocą urządzeń przenośnych.

Dzięki sieci biur na całym świecie oraz zróżnicowanemu i utalentowanemu zespołowi ekspertów branżowych, którzy zapewniają klientom wsparcie techniczne, oddajemy do Państwa dyspozycji rozległą infrastrukturę korporacyjną wspieraną przez ukierunkowane lokalnie grupy pracowników posiadających niepowtarzalną wiedzę o przemyśle i zastosowaniach, jak również o wymaganiach specyficznych dla danego regionu. ■

3

Czym jest gaz?

Nazwa „gaz” pochodzi od słowa chaos. Gaz zbudowany jest z mnóstwa poruszających się w losowy i chaotyczny sposób, nieustannie zderzających się wyłącznie ze sobą cząsteczek. Gazy wypełniają każdą wolną przestrzeń, a wskutek poruszania się z bardzo dużą prędkością gwałtownie mieszają się z atmosferą, do której zostają uwolnione.

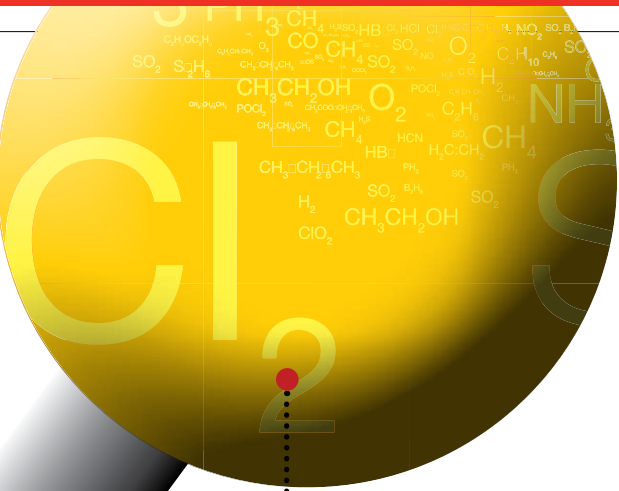
Codziennie otaczają nas różne gazy. W skład powietrza, którym oddychamy, wchodzi kilka różnych gazów, w tym tlen i azot.

W silnikach pojazdów paliwo jest spalane z tlenem, w wyniku czego powstają gazy spalinowe zawierające tlenki azotu, tlenek węgla i dwutlenek węgla.

Skład powietrza

W tabeli obok podano skład powietrza na poziomie morza (w procentach objętościowych, w temperaturze 15°C, przy ciśnieniu 101 325 Pa).

Nazwa	Symbol	Procent objętościowy
Azot	N ₂	78,084%
Tlen	O ₂	20,9476%
Argon	Ar	0,934%
Dwutlenek węgla	CO ₂	0,0314%
Neon	Ne	0,001818%
Metan	CH ₄	0,0002%
Hel	He	0,000524%
Krypton	Kr	0,000114%
Wodór	H ₂	0,00005%
Ksenon	Xe	0,0000087%



Gazy mogą być lżejsze, cięższe lub mieć w przybliżeniu taki sam ciężar właściwy jak powietrze. Gazy mogą być wyczuwalne lub bezwonne. Gazy mogą być kolorowe lub bezbarwne. Jeśli nie można ich zobaczyć, poczuć ani dotknąć, nie oznacza to, że ich nie ma.



Gaz ziemny (metan) wykorzystuje się w wielu domach do ogrzewania i gotowania.

4

Zagrożenia pochodzące od gazów

Występują trzy główne rodzaje zagrożeń pochodzących od gazów:

Łatwopalność

**RYZIKO POŻARU
I/LUB WYBUCHU**

np.:
metan,
butan, propan.



Toksyczność

**RYZIKO
ZATRUCIA**

np.:
tlenek węgla, wodór,
chlor.



Asfiksja

**RYZIKO
UDUSZENIA SIĘ**

np.:
niedobór tlenu. Tlen może
zostać pochłonięty lub
wyparty przez inny gaz.



Zagrożenia pochodzące od gazów palnych

Spalanie jest stosunkowo prostą reakcją chemiczną, w której tlen gwałtownie łączy się z inną substancją, w wyniku czego uwalniana jest energia. Energia ta występuje głównie pod postacią ciepła — a czasem jako płomień. Substancją powodującą zapłon jest zwykle, lecz nie zawsze, związek węglowodorowy w postaci ciała stałego, cieczy, pary lub gazu. Niemniej jednak w niniejszej publikacji uwagę poświęcono wyłącznie gazom i parom.

(UWAGA: Pojęcia „łatwopalny”, „wybuchowy” i „palny” stosuje się zamiennie dla celów niniejszej publikacji).

Trójkąt ognia

Proces spalania można przedstawić za pomocą dobrze znanego trójkąta ognia.

Aby doszło do spalania, zawsze potrzebne są trzy czynniki:

- 1 **ŹRÓDŁO ZAPŁONU**
- 2 **TLEN**
- 3 **PALIWO W POSTACI GAZU LUB PARY**

Dlatego zawsze celem każdej instalacji przeciwpożarowej jest usunięcie przynajmniej jednego z tych trzech potencjalnie niebezpiecznych czynników.



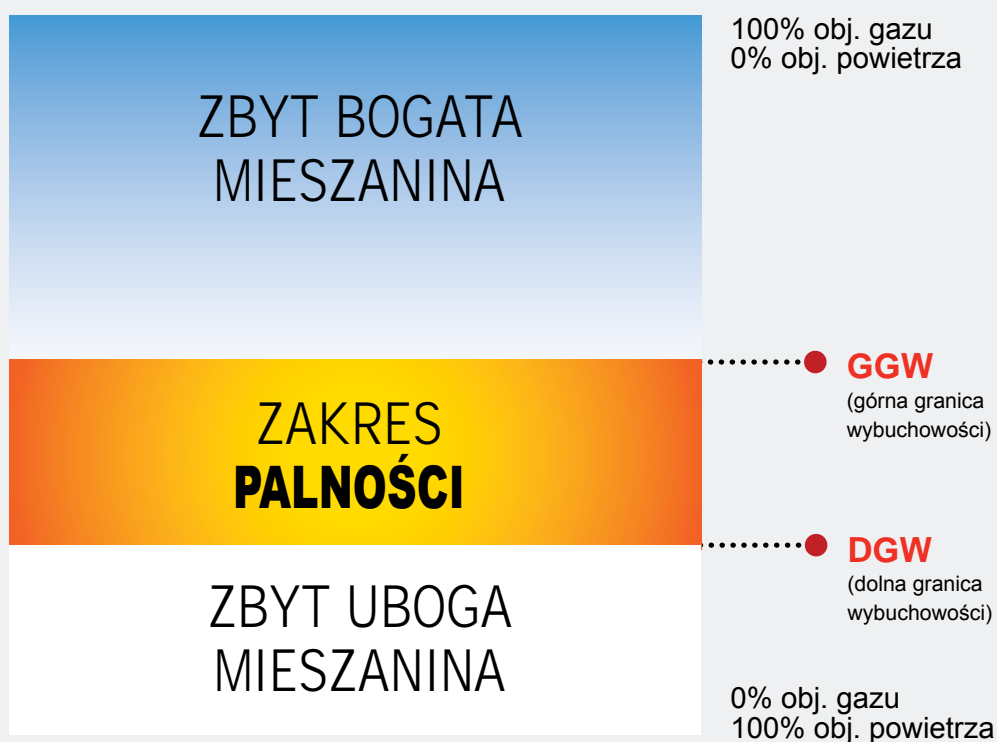
Granica palności

Zakres stężenia gazu/powietrza, które doprowadzi do powstania palnej mieszaniny jest ograniczony. Zakres ten jest charakterystyczny dla każdego gazu oraz każdej pary i wiąże się z górnym poziomem stężenia, znanym jako górna granica wybuchowości (GGW) oraz dolnym poziomem stężenia, zwanym dolną granicą wybuchowości (DGW).

FAKTY DOTYCZĄCE GAZÓW

Wysoka zawartość O_2 zwiększa palność materiałów i gazów — np. przy zawartości tlenu równej 24% materiały takie jak odzież mogą ulegać samozapłonowi.

Granice palności



Przy poziomie poniżej DGW gazu jest za mało, aby nastąpił wybuch, tzn. że mieszanina jest zbyt „uboga”, a przy zawartości powyżej GGW w mieszaninie jest za mało tlenu, tzn. że mieszanina jest zbyt „bogata”. Każdy gaz lub mieszanina gazów są zatem palne w zakresie pomiędzy granicami DGW i GGW. Poza tym zakresem mieszanina nie jest zdolna do zapłonu. W części *Informacje o gazach palnych* na stronie 12 podano wartości granic wybuchowości niektórych powszechnie znanych palnych gazów i związków chemicznych. Podane wartości dotyczą gazów i par w warunkach normalnych ciśnienia i temperatury. Wzrost ciśnienia, temperatury czy zawartości tlenu zazwyczaj rozszerza zakres palności.

W typowym zakładzie przemysłowym na ogół nie dochodzi do ulatniania gazów do otoczenia, a w najgorszym razie może występować minimalna, śladowa zawartość gazu.

Z tego względu system wykrywania i wczesnego ostrzegania powinien wykrywać gaz w stężeniu od 0% do dolnej granicy wybuchowości. Zanim stężenie gazu dojdzie do dolnej granicy wybuchowości, powinny zadziałać procedury wyłączenia awaryjnego lub ewakuacji. Przeważnie następuje to przy stężeniu poniżej 50% wartości DGW, aby zapewnić odpowiedni margines bezpieczeństwa.

Należy jednak zawsze pamiętać, że w pomieszczeniach zamkniętych lub niewentylowanych może czasami wystąpić stężenie gazu powyżej GGW. Obsługując wazy lub drzwi w trakcie kontroli, należy zachować szczególną ostrożność, gdyż dostające się z zewnątrz powietrze może rozrzedzić gazy, tworząc niebezpieczne, palne mieszaniny. ■

(UWAGA: określenia LEL/DGW i UEL/GGW stosuje się zamiennie dla celów niniejszej publikacji).

Właściwości gazów palnych

Temperatura samozapłonu

Gazy palne charakteryzuje też temperatura, w której nastąpi zapłon, nawet bez udziału iskry lub płomienia z zewnątrz. Określa się ją jako temperaturę samozapłonu. Temperatura powierzchni urządzeń stosowanych w obszarach niebezpiecznych nie może przekraczać temperatury samozapłonu. Dlatego na urządzeniach znajdują się oznaczenia dotyczące maksymalnej temperatury powierzchni, czyli klasy temperatury.

TEMPERATURA ZAPŁONU (F.P. °C)

Temperatura zapłonu cieczy palnej to najniższa temperatura, w której z powierzchni cieczy wydzielają się pary w wystarczającej ilości umożliwiającej ich zapłon za pomocą niewielkiego płomienia. Nie należy jej mylić z temperaturą samozapłonu, gdyż wartości te mogą się zasadniczo różnić:

Gaz/para	Temperatura zapłonu °C	Temp. samozapłonu °C
Metan	<-188	595
Nafta	38	210
Bitum	270	310

Przeliczenie temperatury ze stopni Celsjusza na stopnie Fahrenheita: $T_f = ((9/5) * T_c) + 32$; np. aby przeliczyć -20 stopni Celsjusza na stopnie Fahrenheita, należy najpierw pomnożyć odczyt w stopniach Celsjusza przez dziewięć piątych, co daje -36. Następnie należy dodać 32, uzyskując -4°F.

GĘSTOŚĆ PARY

Pomaga określić położenie czujnika

Gęstość gazu/pary porównuje się z powietrzem

przy gęstości powietrza = 1,0

Przy gęstości pary < 1,0 — podnosi się

Przy gęstości pary > 1,0 — opada

Gaz/para	Gęstość pary
Metan	0,55
Tlenek węgla	0,97
Siarkowodór	1,45
Pary benzyny	ok. 3,0



FAKTY DOTYCZĄCE GAZÓW

Gaz to niejedyne potencjalne źródło zagrożenia — własności wybuchowe może mieć również pył! Do pyłów wybuchowych zaliczają się polistyren, skrobia kukurydziana i żelazo.



Informacje o gazach palnych

Nazwa pospolita	Numer wg CAS	Wzór chemiczny	Masa cząsteczkowa	Temperatura wrzenia °C	Gęstość względna par
Aldehyd octowy	75-07-0	CH ₃ CHO	44,05	20	1,52
Kwas octowy	64-19-7	CH ₃ COOH	60,05	118	2,07
Bezwodnik octowy	108-24-7	(CH ₃ CO) ₂ O	102,09	140	3,52
Aceton	67-64-1	(CH ₃) ₂ CO	58,08	56	2,00
Acetonitryl	75-05-8	CH ₃ CN	41,05	82	1,42
Chlorek acetylu	75-36-5	CH ₃ COCl	78,5	51	2,70
Acetylen	74-86-2	CH≡CH	26	-84	0,90
Fluorek acetylu	557-99-3	CH ₃ COF	62,04	20	2,14
Akryloaldehyd	107-02-8	CH ₂ =CHCHO	56,06	53	1,93
Kwas akrylowy	79-10-7	CH ₂ =CHCOOH	72,06	139	2,48
Akrylonitryl	107-13-1	CH ₂ =CHCN	53,1	77	1,83
Chlorek akryloilu	814-68-6	CH ₂ CHCOCl	90,51	72	3,12
Octan allilu	591-87-7	CH ₂ =CHCH ₂ OOCCH ₃	100,12	103	3,45
Alkohol allilowy	107-18-6	CH ₂ =CHCH ₂ CH ₂ OH	58,08	96	2,00
Chlorek allilu	107-05-1	CH ₂ =CHCH ₂ Cl	76,52	45	2,64
Amoniak	7664-41-7	NH ₃	17	-33	0,59
Anilina	62-53-3	C ₆ H ₅ NH ₂	93,1	184	3,22
Benzaldehyd	100-52-7	C ₆ H ₅ CHO	106,12	179	3,66
Benzen	71-43-2	C ₆ H ₆	78,1	80	2,70
1-bromobutan	109-65-9	CH ₃ (CH ₂) ₂ CH ₂ Br	137,02	102	4,72
Bromoetan	74-96-4	CH ₃ CH ₂ Br	108,97	38	3,75
1,3-butadien	106-99-0	CH ₂ =CHCH=CH ₂	54,09	-4,5	1,87
Butan	106-97-8	C ₄ H ₁₀	58,1	-1	2,05
Izobutan	75-28-5	(CH ₃) ₂ CHCH ₃	58,12	-12	2,00
1-butanol	71-36-3	CH ₃ (CH ₂) ₂ CH ₂ OH	74,12	116	2,55
Butanon	78-93-3	CH ₃ CH ₂ COCH ₃	72,1	80	2,48
1-buten	106-98-9	CH ₂ =CHCH ₂ CH ₃	56,11	-6,3	1,95
2-buten (nie podano izomeru)	107-01-7	CH ₃ CH=CHCH ₃	56,11	1	1,94
Octan butylu	123-86-4	CH ₃ COOCH ₂ (CH ₂) ₂ CH ₃	116,2	127	4,01
Akrylan n-butylu	141-32-2	CH ₂ =CHCOOC ₄ H ₉	128,17	145	4,41
Butyloamina	109-73-9	CH ₃ (CH ₂) ₃ NH ₂	73,14	78	2,52
Izobutyloamina	78-81-9	(CH ₃) ₂ CHCH ₂ NH ₂	73,14	64	2,52
Izomasłan izobutylu	97-85-8	(CH ₃) ₂ CHCOOCH ₂ CH(CH ₃) ₂	144,21	145	4,93
Metakrylan butylu	97-88-1	CH ₂ =C(CH ₃)COO(CH ₂) ₃ CH ₃	142,2	160	4,90
Eter tert-butyłowometylowy	1634-04-4	CH ₃ OC(CH ₃) ₂	88,15	55	3,03
Propionian n-butylu	590-01-2	C ₂ H ₅ COOC ₄ H ₉	130,18	145	4,48
Butyraldehyd	123-72-8	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CHO	72,1	75	2,48
Aldehyd izomasłowy	78-84-2	(CH ₃) ₂ CHCHO	72,11	63	2,48
Dwusiarczek węgla	75-15-0	CS ₂	76,1	46	2,64
Tlenek węgla	630-08-0	CO	28	-191	0,97
Siarczek karbonylu	463-58-1	COS	60,08	-50	2,07
Chlorobenzen	108-90-7	C ₆ H ₅ Cl	112,6	132	3,88
1-chlorobutan	109-69-3	CH ₃ (CH ₂) ₂ CH ₂ Cl	92,57	78	3,20
2-chlorobutan	78-86-4	CH ₃ CHClCH ₂ CH ₃	92,57	68	3,19
Epichlorohydryna	106-89-8	OCH ₂ CHCH ₂ Cl	92,52	115	3,30
Chloroetan	75-00-3	CH ₃ CH ₂ Cl	64,5	12	2,22
2-chloroetanol	107-07-3	CH ₂ ClCH ₂ OH	80,51	129	2,78
Chloroetylen	75-01-4	CH ₂ =CHCl	62,3	-15	2,15
Chlorometan	74-87-3	CH ₃ Cl	50,5	-24	1,78
1-chloro-2-metylopropan	513-36-0	(CH ₃) ₂ CHCH ₂ Cl	92,57	68	3,19
3-chloro-2-metylo-1-propen	563-47-3	CH ₂ =C(CH ₃)CH ₂ Cl	90,55	71	3,12
5-chloro-2-pentanon	5891-21-4	CH ₃ CO(CH ₂) ₃ Cl	120,58	71	4,16
1-chloropropan	540-54-5	CH ₃ CH ₂ CH ₂ Cl	78,54	37	2,70
2-chloropropan	75-29-6	(CH ₃) ₂ CHCl	78,54	47	2,70
Chlorotrifluoroetylen	79-38-9	CF ₂ =CFCl	116,47	-28,4	4,01
α-chlorotoluen	100-44-7	C ₆ H ₅ CH ₂ Cl	126,58		4,36

Źródła: Źródła: BS EN 60079-20-1 (zastępuje 61779) Aparatura elektryczna do wykrywania i pomiaru gazów palnych — Część 1: Wymagania ogólne i metody badań. Wymagania ogólne i metody badań. NIST Chemistry Web Book, wydanie z czerwca 2005. Aldrich Handbook of Fine Chemicals and Laboratory Equipment 2003–2004.

Dane mogą zmieniać się w czasie i w poszczególnych krajach, więc należy zawsze sprawdzić lokalne aktualne przepisy.

Uwaga: Gdy w rubryce określającej temperaturę zapłonu wpisano „gaz”, związek taki zawsze występuje w stanie gazowym i dlatego nie charakteryzuje go temperatura zapłonu.

Granice palności

temp. zapłonu (°C)	DGW (% obj.)	GGW (% obj.)	DGW (mg/L)	UGW (mg/L)	temp. samozapłonu (°C)
-38	4,00	60,00	74	1108	204
40	4,00	17,00	100	428	464
49	2,00	10,30	85	428	334
<-20	2,50	13,00	80	316	535
2	3,00	16,00	51	275	523
-4	5,00	19,00	157	620	390
gaz	2,30	100,00	24	1092	305
<-17	5,60	19,90	142	505	434
-18	2,80	31,80	65	728	217
56	2,90		85		406
-5	2,80	28,00	64	620	480
-8	2,68	18,00	220	662	463
13	1,70	10,10	69	420	348
21	2,50	18,00	61	438	378
-32	2,90	11,20	92	357	390
gaz	15,00	33,60	107	240	630
75	1,20	11,00	47	425	630
64	1,40		62		192
-11	1,20	8,60	39	280	560
13	2,50	6,60	143	380	265
<-20	6,70	11,30	306	517	511
gaz	1,40	16,30	31	365	430
gaz	1,40	9,30	33	225	372
gaz	1,30	9,80	31	236	460
29	1,40	12,00	52	372	359
-9	1,50	13,40	45	402	404
gaz	1,40	10,00	38	235	440
gaz	1,60	10,00	40	228	325
22	1,20	8,50	58	408	370
38	1,20	9,90	63	425	268
-12	1,70	9,80	49	286	312
-20	1,47	10,80	44	330	374
34	0,80		47		424
53	1,00	6,80	58	395	289
-27	1,50	8,40	54	310	385
40	1,00	7,70	53	409	389
-16	1,80	12,50	54	378	191
-22	1,60	11,00	47	320	176
-30	0,60	60,00	19	1900	95
gaz	10,90	74,00	126	870	805
gaz	6,50	28,50	100	700	209
28	1,30	11,00	60	520	637
-12	1,80	10,00	69	386	250
<-18	2,00	8,80	77	339	368
28	2,30	34,40	86	1325	385
gaz	3,60	15,40	95	413	510
55	4,90	16,00	160	540	425
gaz	3,60	33,00	94	610	415
gaz	7,60	19,00	160	410	625
<-14	2,00	8,80	75	340	416
-16	2,10		77		478
61	2,00		98		440
-32	2,40	11,10	78	365	520
<-20	2,80	10,70	92	350	590
gaz	4,60	84,30	220	3117	607
60	1,10		55		585

Informacje o gazach palnych (ciąg dalszy)

Nazwa pospolita	Numer wg CAS	Wzór chemiczny	Masa cząsteczkowa	Temperatura wrzenia °C	Gęstość względna par
Krezole (mieszanina izomerów)	1319-77-3	CH ₃ C ₅ H ₄ OH	108,14	191	3,73
Aldehyd krotonowy	123-73-9	CH ₃ CH=CHCHO	70,09	102	2,41
Kumen	98-82-8	C ₆ H ₅ CH(CH ₃) ₂	120,19	152	4,13
Cyklobutan	287-23-0	CH ₂ (CH ₂) ₂ CH ₂	56,1	13	1,93
Cykloheptan	291-64-5	CH ₂ (CH ₂) ₅ CH ₂	98,19	118,5	3,39
Cykloheksan	110-82-7	CH ₂ (CH ₂) ₄ CH ₂	84,2	81	2,90
Cykloheksanol	108-93-0	CH ₂ (CH ₂) ₄ CHOH	100,16	161	3,45
Cykloheksanon	108-94-1	CH ₂ (CH ₂) ₄ CO	98,1	156	3,38
Cykloheksen	110-83-8	CH ₂ (CH ₂) ₃ CH=CH	82,14	83	2,83
Cykloheksyloamina	108-91-8	CH ₂ (CH ₂) ₄ CHNH ₂	99,17	134	3,42
Cyklopentan	287-92-3	CH ₂ (CH ₂) ₃ CH ₂	70,13	50	2,40
Cyklopenten	142-29-0	CH=CHCH ₂ CH ₂ CH	68,12	44	2,30
Cyklopropan	75-19-4	CH ₂ CH ₂ CH ₂	42,1	-33	1,45
Keton cyklopropyloowo-metylowy	765-43-5	CH ₃ COCHCH ₂ CH ₂	84,12	114	2,90
P-cymen	99-87-6	CH ₃ CH ₆ H ₄ CH(CH ₃) ₂	134,22	176	4,62
Trans-dekahydronaftalen	493-02-7	CH ₂ (CH ₂) ₃ CHCH(CH ₂) ₃ CH ₂	138,25	185	4,76
Dekan (mieszanina izomerów)	124-18-5	C ₁₀ H ₂₂	142,28	173	4,90
Eter dibutylowy	142-96-1	(CH ₃ (CH ₂) ₃) ₂ O	130,2	141	4,48
Dichlorobenzeny (nie podano izomerów)	106-46-7	C ₆ H ₄ Cl ₂	147	179	5,07
Dichlorodietylsilan	1719-53-5	(C ₂ H ₅) ₂ SiCl ₂	157,11	128	
1,1-dichloroetan	75-34-3	CH ₃ CHCl ₂	99	57	3,42
1,2-dichloroetan	107-06-2	CH ₂ ClCH ₂ Cl	99	84	3,42
Dichloroetylen	540-59-0	ClCH=CHCl	96,94	37	3,55
1,2-dichloropropan	78-87-5	CH ₃ CHClCH ₂ Cl	113	96	3,90
Dicyklopentadien	77-73-6	C ₁₀ H ₁₂	132,2	170	4,55
Dietyloamina	109-89-7	(C ₂ H ₅) ₂ NH	73,14	55	2,53
Weglan dietylu	105-58-8	(CH ₃ CH ₂ O) ₂ CO	118,13	126	4,07
Eter dietylowy	60-29-7	(CH ₃ CH ₂) ₂ O	74,1	34	2,55
1,1-difluoroetylen	75-38-7	CH ₂ =CF ₂	64,03	-83	2,21
Diizobutyloamina	110-96-3	((CH ₃) ₂ CHCH ₂) ₂ NH	129,24	137	4,45
Karbinol diizobutylowy	108-82-7	((CH ₃) ₂ CHCH ₂) ₂ CHOH	144,25	178	4,97
Eter diizopentylowy	544-01-4	(CH ₃) ₂ CH(CH ₂) ₂ O(CH ₂) ₂ CH(CH ₃) ₂	158,28	170	5,45
Diizopropylamina	108-18-9	((CH ₃) ₂ CH) ₂ NH	101,19	84	3,48
Eter diizopropylowy	108-20-3	((CH ₃) ₂ CH) ₂ O	102,17	69	3,52
Dimetyloamina	124-40-3	(CH ₃) ₂ NH	45,08	7	1,55
Dimetoksymetan	109-87-5	CH ₂ (OCH) ₃ ₂	76,09	41	2,60
3-(dimetyloamino)propiononitryl	1738-25-6	(CH ₃) ₂ NHCH ₂ CH ₂ CN	98,15	171	3,38
Eter dimetylowy	115-10-6	(CH ₃) ₂ O	46,1	-25	1,59
N,N-dimetyloformamid	68-12-2	HCON(CH ₃) ₂	73,1	152	2,51
3,4-dimetyloheksan	583-48-2	CH ₃ CH ₂ CH(CH ₃)CH(CH ₃)CH ₂ CH ₃	114,23	119	3,87
N,N-dimetylohydrazyna	57-14-7	(CH ₃) ₂ NNH ₂	60,1	62	2,07
1,4-dioksan	123-91-1	OCH ₂ CH ₂ OCH ₂ CH ₂	88,1	101	3,03
1,3-dioksolan	646-06-0	OCH ₂ CH ₂ OCH ₂	74,08	74	2,55
Dipropylamina	142-84-7	(CH ₃ CH ₂ CH ₂) ₂ NH	101,19	105	3,48
Etan	74-84-0	CH ₃ CH ₃	30,1	-87	1,04
Etanotiol	75-08-1	CH ₃ CH ₂ SH	62,1	35	2,11
Etanol	64-17-5	CH ₃ CH ₂ OH	46,1	78	1,59
2-etoksyetanol	110-80-5	CH ₃ CH ₂ OCH ₂ CH ₂ OH	90,12	135	3,10
Octan 2-etoksyetylu	111-15-9	CH ₃ COOCH ₂ CH ₂ OCH ₂ CH ₃	132,16	156	4,72
Octan etylu	141-78-6	CH ₃ COOCH ₂ CH ₃	88,1	77	3,04
Acetyloctan etylu	141-97-9	CH ₃ COCH ₂ COOCH ₂ CH ₃	130,14	181	4,50
Akrylan etylu	140-88-5	CH ₂ =CHCOOCH ₂ CH ₃	100,1	100	3,45
Etyloamina	75-04-7	C ₂ H ₅ NH ₂	45,08	16,6	1,50
Etylobenzen	100-41-4	CH ₂ CH ₃ C ₆ H ₅	106,2	135	3,66
Maślan etylu	105-54-4	CH ₃ CH ₂ CH ₂ COOC ₂ H ₅	116,16	120	4,00
Etylocyklobutan	4806-61-5	CH ₃ CH ₂ CHCH ₂ CH ₂ CH ₂	84,16		2,90
Etylocykloheksan	1678-91-7	CH ₃ CH ₂ CH(CH ₂) ₄ CH ₂	112,2	131	3,87
Etylocyklopentan	1640-89-7	CH ₃ CH ₂ CH(CH ₂) ₃ CH ₂	98,2	103	3,40
Etylen	74-85-1	CH ₂ =CH ₂	28,1	-104	0,97

Granice palności

temp. zapłonu (°C)	DGW (% obj.)	GGW (% obj.)	DGW (mg/L)	UGW (mg/L)	temp. samozapłonu (°C)
81	1,10		50		555
13	2,10	16,00	82	470	280
31	0,80	6,50	40	328	424
gaz	1,80		42		
<10	1,10	6,70	44	275	
-18	1,00	8,00	35	290	259
61	1,20	11,10	50	460	300
43	1,30	8,40	53	386	419
-17	1,10	8,30	37		244
32	1,10	9,40	47	372	293
-37	1,40		41		320
<-22	1,48		41		309
gaz	2,40	10,40	42	183	498
15	1,70		58		452
47	0,70	5,60	39	366	436
54	0,70	4,90	40	284	288
46	0,70	5,60	41	332	201
25	0,90	8,50	48	460	198
86	2,20	9,20	134	564	648
24	3,40		223		
-10	5,60	16,00	230	660	440
13	6,20	16,00	255	654	438
-10	9,70	12,80	391	516	440
15	3,40	14,50	160	682	557
36	0,80		43		455
-23	1,70	10,00	50	306	312
24	1,40	11,70	69	570	450
-45	1,70	36,00	60	1118	160
gaz	3,90	25,10	102	665	380
26	0,80	3,60	42	190	256
75	0,70	6,10	42	370	290
44	1,27		104		185
-20	1,20	8,50	49	358	285
-28	1,00	21,00	45	900	405
gaz	2,80	14,40	53	272	400
-21	2,20	19,90	71	630	247
50	1,57		62		317
gaz	2,70	32,00	51	610	240
58	1,80	16,00	55	500	440
2	0,80	6,50	38	310	305
-18	2,40	20	60	490	240
11	1,40	22,50	51	813	379
-5	2,30	30,50	70	935	245
4	1,20	9,10	50	376	280
gaz	2,50	15,50	31	194	515
<-20	2,80	18,00	73	466	295
12	3,10	19,00	59	359	363
40	1,70	15,70	68	593	235
47	1,20	12,70	65	642	380
-4	2,00	2,80	73	470	460
65	1,00	9,50	54	519	350
9	1,40	14,00	59	588	350
<-20	3,50	14,00	49	260	425
23	0,80	7,80	44	340	431
21	1,40		66		435
<-16	1,20	7,70	42	272	212
<24	0,80	6,60	42	310	238
<5	1,05	6,80	42	280	262
	2,30	36,00	26	423	425

Honeywell

IGNITION OF HAZARDOUS
CONNECT CIRCUITS
KEEP COVER CLOSED
CIRCUITS ARE ENERGIZED

Power Fault

0.0
%LEL
FL

XNX
Universal Transmitter
Honeywell

Informacje o gazach palnych (ciąg dalszy)

Nazwa pospolita	Numer wg CAS	Wzór chemiczny	Masa cząsteczkowa	Temperatura wrzenia °C	Gęstość względna par
Etylenodwuamina	107-15-3	NH ₂ CH ₂ CH ₂ NH ₂	60,1	118	2,07
Tlenek etylenu	75-21-8	CH ₂ CH ₂ O	44	11	1,52
Mrówczan etylu	109-94-4	HCOOCH ₂ CH ₃	74,08	52	2,65
Izomaślan etylu	97-62-1	(CH ₃) ₂ CHCOOC ₂ H ₅	116,16	112	4,00
Metakrylan etylu	97-63-2	CH ₂ =CCH ₃ COOCH ₂ CH ₃	114,14	118	3,90
Eter metylowoetylowy	540-67-0	CH ₃ OCH ₂ CH ₃	60,1	8	2,10
Azotyn etylu	109-95-5	CH ₃ CH ₂ ONO	75,07		2,60
Formaldehyd	50-00-0	HCHO	30	-19	1,03
Kwas mrówkowy	64-18-6	HCOOH	46,03	101	1,60
2-furoaldehyd	98-01-1	OCH=CHCH=CHCHO	96,08	162	3,30
Furan	110-00-9	CH=CHCH=CHO	68,07	32	2,30
Alkohol furfurylowy	98-00-0	OC(CH ₂ OH)CHCHCH	98,1	170	3,38
1,2,3-trimetylobenzen	526-73-8	CHCHCHC(CH ₃)C(CH ₃)C(CH ₃)	120,19	175	4,15
Heptan (mieszanka izomerów)	142-82-5	C ₇ H ₁₆	100,2	98	3,46
Heksan (mieszanka izomerów)	110-54-3	CH ₃ (CH ₂) ₄ CH ₃	86,2	69	2,97
1-heksanol	111-27-3	C ₆ H ₁₃ OH	102,17	156	3,50
Heksan-2-on	591-78-6	CH ₃ CO(CH ₂) ₃ CH ₃	100,16	127	3,46
Wodór	1333-74-0	H ₂	2	-253	0,07
Cyjanowodór	74-90-8	HCN	27	26	0,90
Siarkowodór	7783-06-4	H ₂ S	34,1	-60	1,19
4-hydrokso-4-metylopenta-2-on	123-42-2	CH ₃ COCH ₂ C(CH ₃) ₂ OH	116,16	166	4,00
Kerosen	8008-20-6			150	
1,3,5-trimetylobenzen	108-67-8	CHC(CH ₃)CHC(CH ₃)CHC(CH ₃)	120,19	163	4,15
Chlorek metakryloilu	920-46-7	CH ₂ CCH ₃ COCl	104,53	95	3,60
Metan (kopalniany)	74-82-8	CH ₄	16	-161	0,55
Metanol	67-56-1	CH ₃ OH	32	65	1,11
Metanotiol	74-93-1	CH ₃ SH	48,11	6	1,60
2-metoksyetanol	109-86-4	CH ₃ OCH ₂ CH ₂ OH	76,1	124	2,63
Octan metylu	79-20-9	CH ₃ COOCH ₃	74,1	57	2,56
Acetyloctan metylu	105-45-3	CH ₃ COOCH ₂ COCH ₃	116,12	169	4,00
Akrylan metylu	96-33-3	CH ₂ =CHCOOCH ₃	86,1	80	3,00
Metyloamina	74-89-5	CH ₃ NH ₂	31,1	-6	1,00
2-metylobutan	78-78-4	(CH ₃) ₂ CHCH ₂ CH ₃	72,15	30	2,50
2-metylobutan-2-ol	75-85-4	CH ₃ CH ₂ C(OH)(CH ₃) ₂	88,15	102	3,03
3-metylobutan-1-ol	123-51-3	(CH ₃) ₂ CH(CH ₂) ₂ OH	88,15	130	3,03
2-metylobut-2-en	513-35-9	(CH ₃) ₂ C=CHCH ₃	70,13	35	2,40
Chloromrówczan metylu	79-22-1	CH ₃ OOCCl	94,5	70	3,30
Metylocykloheksan	108-87-2	CH ₃ CH(CH ₂) ₄ CH ₂	98,2	101	3,38
Metylocyklopentadieny (nie podano izomerów)	26519-91-5	C ₆ H ₆	80,13		2,76
Metylocyklopentan	96-37-7	CH ₃ CH(CH ₂) ₃ CH ₂	84,16	72	2,90
Metylenocyklobutan	1120-56-5	C(=CH ₂)CH ₂ CH ₂ CH ₂	68,12		2,35
2-metylo-1-but-3-yn	78-80-8	HC≡CC(CH ₃)CH ₂	66,1	32	2,28
Mrówczan metylu	107-31-3	HCOOCH ₃	60,05	32	2,07
2-metylofuran	534-22-5	OC(CH ₃)CHCHCH	82,1	63	2,83
Izocyjanian metylu	624-83-9	CH ₃ NCO	57,05	37	1,98
Metakrylan metylu	80-62-6	CH ₃ =CCH ₃ COOCH ₃	100,12	100	3,45
4-metylopentan-2-ol	108-11-2	(CH ₃) ₂ CHCH ₂ CHOHCH ₃	102,17	132	3,50
4-metylopentan-2-on	108-10-1	(CH ₃) ₂ CHCH ₂ COCH ₃	100,16	117	3,45
2-metylopent-2-enal	623-36-9	CH ₃ CH ₂ CHC(CH ₃)COH	98,14	137	3,78
4-metylopent-3-en-2-on	141-79-7	(CH ₃) ₂ (CCHCOCH) ₃	98,14	129	3,78
2-metylo-1-propanol	78-83-1	(CH ₃) ₂ CHCH ₂ OH	74,12	108	2,55
2-metyloprop-1-en	115-11-7	(CH ₃) ₂ C=CH ₂	56,11	-6,9	1,93
2-metylopirydyna	109-06-8	NCH(CH ₃)CHCHCHCH	93,13	128	3,21
3-metylopirydyna	108-99-6	NCHCH(CH ₃)CHCHCH	93,13	144	3,21
4-metylopirydyna	108-89-4	NCHCHCH(CH ₃)CHCH	93,13	145	3,21
α-metylostyren	98-83-9	C ₆ H ₅ C(CH ₃)=CH ₂	118,18	165	4,08
Eter tert-amylo-metylowy	994-05-8	(CH ₃) ₂ C(OCH ₃)CH ₂ CH ₃	102,17	85	3,50
2-metylotiofen	554-14-3	SC(CH ₃)CHCHCH	98,17	113	3,40
Morfolina	110-91-8	OCH ₂ CH ₂ NHCH ₂ CH ₂	87,12	129	3,00

Granice palności

temp. zapłonu (°C)	DGW (% obj.)	GGW (% obj.)	DGW (mg/L)	UGW (mg/L)	temp. samozapłonu (°C)
34	2,50	18,00	64	396	403
<-18	2,60	100,00	47	1848	435
-20	2,70	16,50	87	497	440
10	1,60		75		438
20	1,50		70		
gaz	2,00	10,10	50	255	190
-35	3,00	50,00	94	1555	95
60	7,00	73,00	88	920	424
42	18,00	57,00	190	1049	520
60	2,10	19,30	85	768	316
<-20	2,30	14,30	66	408	390
61	1,80	16,30	70	670	370
51	0,80	7,00			470
-4	0,85	6,70	35	281	215
-21	1,00	8,90	35	319	233
63	1,10		47		293
23	1,20	9,40	50	392	533
gaz	4,00	77,00	3,4	63	560
<-20	5,40	46,00	60	520	538
gaz	4,00	45,50	57	650	270
58	1,80	6,90	88	336	680
38	0,70	5,00			210
44	0,80	7,30	40	365	499
17	2,50		106		510
<-188	4,40	17,00	29	113	537
11	6,00	36,00	73	665	386
4,10	4,10	21,00	80	420	
39	1,80	20,60	76	650	285
-10	3,10	16,00	95	475	502
62	1,30	14,20	62	685	280
-3	1,95	16,30	71	581	415
gaz	4,20	20,70	55	270	430
-56	1,30	8,30	38	242	420
16	1,40	10,20	50	374	392
42	1,30	10,50	47	385	339
-53	1,30	6,60	37	189	290
10	7,50	26	293	1020	475
-4	1,00	6,70	41	275	258
<-18	1,30	7,60	43	249	432
<-10	1,00	8,40	35	296	258
<0	1,25	8,60	35	239	352
-54	1,40		38		272
-20	5,00	23,00	125	580	450
<-16	1,40	9,70	47	325	318
-7	5,30	26,00	123	605	517
10	1,70	12,50	71	520	430
37	1,14	5,50	47	235	334
16	1,20	8,00	50	336	475
30	1,46		58		206
24	1,60	7,20	64	289	306
28	1,40	11,00	43	340	408
gaz	1,60	10	37	235	483
27	1,20		45		533
43	1,40	8,10	53	308	537
43	1,10	7,80	42	296	534
40	0,80	11,00	44	330	445
<-14	1,50		62		345
-1	1,30	6,50	52	261	433
31	1,40	15,20	65	550	230



Informacje o gazach palnych (ciąg dalszy)

Nazwa pospolita	Numer wg CAS	Wzór chemiczny	Masa cząsteczkowa	Temperatura wrzenia °C	Gęstość względna par
Ciężka benzyna				35	2,50
Naftalen	91-20-3	C ₁₀ H ₈	128,17	218	4,42
Nitrobenzen	98-95-3	CH ₃ CH ₂ NO ₂	123,1	211	4,25
Nitroetan	79-24-3	C ₂ H ₅ NO ₂	75,07	114	2,58
Nitrometan	75-52-5	CH ₃ NO ₂	61,04	102,2	2,11
1-nitropropan	108-03-2	CH ₃ CH ₂ CH ₂ NO ₂	89,09	131	3,10
Nonan	111-84-2	CH ₃ (CH ₂) ₇ CH ₃	128,3	151	4,43
Oktan	111-65-9	CH ₃ (CH ₂) ₆ CH ₃	114,2	126	3,93
1-oktanol	111-87-5	CH ₃ (CH ₂) ₆ CH ₂ OH	130,23	196	4,50
Penta-1,3-dien	504-60-9	CH ₂ =CH-CH=CH-CH ₃	68,12	42	2,34
Pentany (izomery mieszane)	109-66-0	C ₅ H ₁₂	72,2	36	2,48
Pentan-2,4-dion	123-54-6	CH ₃ COCH ₂ COCH ₃	100,1	140	3,50
1-pentanol	71-41-0	CH ₃ (CH ₂) ₃ CH ₂ OH	88,15	136	3,03
Pentan-3-on	96-22-0	(CH ₃ CH ₂) ₂ CO	86,13	101,5	3,00
Octan pentylu	628-63-7	CH ₃ COO-(CH ₂) ₄ -CH ₃	130,18	147	4,48
Ropa naftowa					2,80
Fenol	108-95-2	C ₆ H ₅ OH	94,11	182	3,24
Propan	74-98-6	CH ₃ CH ₂ CH ₃	44,1	-42	1,56
Propan-1-ol	71-23-8	CH ₃ CH ₂ CH ₂ OH	60,1	97	2,07
Propan-2-ol	67-63-0	(CH ₃) ₂ CHOH	60,1	83	2,07
Propen	115-07-1	CH ₂ =CHCH ₃	42,1	-48	
Kwas propionowy	79-09-4	CH ₃ CH ₂ COOH	74,08	141	2,55
Aldehyd propionowy	123-38-6	C ₂ H ₅ CHO	58,08	46	2,00
Octan propylu	109-60-4	CH ₃ COOCH ₂ CH ₂ CH ₃	102,13	102	3,60
Octan izopropylu	108-21-4	CH ₃ COOCH(CH ₃) ₂	102,13	85	3,51
Propyloamina	107-10-8	CH ₃ (CH ₂) ₂ NH ₂	59,11	48	2,04
Izopropyloamina	75-31-0	(CH ₃) ₂ CHNH ₂	59,11	33	2,03
Chlorooctan izopropylu	105-48-6	ClCH ₂ COOCH(CH ₃) ₂	136,58	149	4,71
2-izopropyl-5-metyloheks-2-enal	35158-25-9	(CH ₃) ₂ CH-C(CHO)CHCH ₂ CH(CH ₃) ₂	154,25	189	5,31
Azotan izopropylu	1712-64-7	(CH ₃) ₂ CHONO ₂	105,09	101	
Propyn	74-99-7	CH ₃ C≡CH	40,06	-23,2	1,38
Prop-2-yn-1-ol	107-19-7	HC≡CCH ₂ OH	56,06	114	1,89
Pirydyna	110-86-1	C ₅ H ₅ N	79,1	115	2,73
Styren	100-42-5	C ₆ H ₅ CH=CH ₂	104,2	145	3,60
Tetrafluoroetylen	116-14-3	CF ₂ =CF ₂	100,02		3,40
2,2,3,3-tetrafluoro-propyloakrylan	7383-71-3	CH ₂ =CHCOOCH ₂ CF ₂ CF ₂ H	186,1	132	6,41
2,2,3,3-tetrafluoro-metakrylan propylowy	45102-52-1	CH ₂ =C(CH ₂)COOCH ₂ CF ₂ CF ₂ H	200,13	124	6,90
Tetrahydrofuran	109-99-9	CH ₂ (CH ₂) ₂ CH ₂ O	72,1	64	2,49
Alkohol tetrafurfurylowy	97-99-4	OCH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ OH	102,13	178	3,52
Tetrahydropyridyn	110-01-0	CH ₂ (CH ₂) ₂ CH ₂ S	88,17	119	3,04
N,N,N',N'-tetra-dwuamina metylometanu	51-80-9	(CH ₃) ₂ NCH ₂ N(CH ₃) ₂	102,18	85	3,50
Tiofen	110-02-1	CH=CHCH=CHS	84,14	84	2,90
Toluen	108-88-3	C ₆ H ₅ CH ₃	92,1	111	3,20
Trietyloamina	121-44-8	(CH ₃ CH ₂) ₃ N	101,2	89	3,50
1,1,1-trifluoroetan	420-46-2	CF ₃ CH ₃	84,04		2,90
2,2,2-trifluoroetanol	75-89-8	CF ₃ CH ₂ OH	100,04	77	3,45
Trifluoroetylen	359-11-5	CF ₂ =CFH	82,02		2,83
3,3,3-trifluoro-1-propen	677-21-4	CF ₃ CH=CH ₂	96,05	-16	3,31
Trimetyloamina	75-50-3	(CH ₃) ₃ N	59,1	3	2,04
2,2,4-trimetylopentan	540-84-1	(CH ₃) ₂ CHCH ₂ C(CH ₃) ₃	114,23	98	3,90
2,4,6-trimetylo-1,3,5-trioksan	123-63-7	OCH(CH ₃)OCH(CH ₃)OCH(CH ₃)	132,16	123	4,56
1,3,5-trioksan	110-88-3	OCH ₂ OCH ₂ OCH ₂	90,1	115	3,11
Terpentyna		C ₁₀ H ₁₆		149	
Aldehyd izowalerianowy	590-86-3	(CH ₃) ₂ CHCH ₂ CHO	86,13	90	2,97
Octan winylu	108-05-4	CH ₃ COOCH=CH ₂	86,09	72	3,00
Cyklohekseny winylu (nie podano izomerów)	100-40-3	CH ₂ CHC ₆ H ₉	108,18	126	3,72
Chlorek winylidenu	75-35-4	CH ₂ =CCl ₂	96,94	30	3,40
2-winylopirydyna	100-69-6	NC(CH ₂ =CH)CHCHCHCH	105,14	79	3,62
4-winylopirydyna	100-43-6	NCHCHC(CH ₂ =CH)CHCH	105,14	62	3,62
Ksyleny	1330-20-7	C ₆ H ₄ (CH ₃) ₂	106,2	144	3,66

Granice palności

temp. zapłonu (°C)	DGW (% obj.)	GGW (% obj.)	DGW (mg/L)	UGW (mg/L)	temp. samozapłonu (°C)
<-18	0,90	6,00			290
77	0,60	5,90	29	317	528
88	1,40	40,00	72	2067	480
27	3,40		107		410
36	7,30	63,00	187	1613	415
36	2,20		82		420
30	0,70	5,60	37	301	205
13	0,80	6,50	38	311	206
81	0,90	7,00	49	385	270
<-31	1,20	9,40	35	261	361
-40	1,40	7,80	42	261	258
34	1,70		71		340
38	1,06	10,50	36	385	298
12	1,60		58		445
25	1,00	7,10	55	387	360
<-20	1,20	8,00			560
75	1,30	9,50	50	370	595
gaz	1,70	10,90	31	200	470
22	2,10	17,50	52	353	405
12	2,00	12,70	50	320	425
gaz	2,00	11,10	35	194	455
52	2,10	12,00	64	370	435
<-26	2,00		47		188
10	1,70	8,00	70	343	430
4	1,70	8,10	75	340	467
-37	2,00	10,40	49	258	318
<-24	2,30	8,60	55	208	340
42	1,60		89		426
41	3,05		192		188
11	2,00	100,00	75	3738	175
gaz	1,70	16,8	28	280	340
33	2,40		55		346
17	1,70	12,40	56	398	550
30	1,00	8,00	42	350	490
gaz	10,00	59,00	420	2245	255
45	2,40		182		357
46	1,90		155		389
-20	1,50	12,40	46	370	224
70	1,50	9,70	64	416	280
13	1,00	12,30	42	450	200
<-13	1,61		67		180
-9	1,50	12,50	50	420	395
4	1,10	7,80	39	300	535
-7	1,20	8,00	51	339	
	6,80	17,60	234	605	714
30	8,40	28,80	350	1195	463
	27,00	502	904	319	
	4,70		184		490
gaz	2,00	12,00	50	297	190
-12	0,70	6,00	34	284	411
27	1,30		72		235
45	3,20	29,00	121	1096	410
35	0,80				254
-12	1,30	13,00	60		207
-8	2,60	13,40	93	478	425
15	0,80		35		257
-18	6,50	16,00	260	645	440
35	1,20		51		482
43	1,10		47		501
30	1,00	7,60	44	335	464

6

Zagrożenia związane z gazami toksycznymi

1 MILION
KULEK

Niektóre gazy są trujące i mogą być groźne dla zdrowia nawet w bardzo niskim stężeniu. Pewne gazy toksyczne mają łatwo wyczuwalny zapach, na przykład zapach zgniłych jaj w przypadku siarkowodoru (H_2S). Najczęściej stosowane miary stężenia gazów toksycznych to liczba części na milion (ang. parts per million, ppm) oraz liczba części na miliard (ang. parts per billion, ppb). Aby zobrazować wartość 1 ppm, można wyobrazić sobie pokój wypełniony milionem kulek, z których jedna jest czerwona. Ta czerwona kulka to właśnie jedna część na milion, czyli 1 ppm.

Więcej osób umiera na skutek narażenia na toksyczne gazy niż w konsekwencji wybuchów, których przyczyną był zapłon palnych gazów. (Należy zauważyć, że istnieje duża grupa gazów jednocześnie palnych i toksycznych, w związku z czym detektory gazów toksycznych czasami muszą mieć również dopuszczenie do zastosowań w obszarach niebezpiecznych). Głównym

powodem rozdzielnego traktowania gazów palnych i toksycznych jest fakt, że grupy te różnią się między sobą pod względem zagrożeń, przepisów i rodzajów wymaganych czujników.

W przypadku substancji toksycznych (oprócz oczywistych problemów związanych ze środowiskiem) główną kwestią jest wpływ, jaki na pracowników ma narażenie nawet na bardzo niskie stężenie przez wdychanie, połknięcie lub wchłonięcie przez skórę. Ponieważ negatywne skutki często pojawiają się na skutek kumulującego się długookresowego narażenia, ważny jest pomiar nie tylko stężenia gazu, ale także łącznego czasu

narażenia. Znane są nawet przypadki działania synergicznego, polegającego na tym, że wpływ pewnych substancji występujących łącznie jest dużo bardziej negatywny niż wpływ każdej z nich z osobna.

Badania stężeń substancji toksycznych w miejscu pracy obejmują związki organiczne i nieorganiczne, ich potencjalny wpływ na zdrowie i bezpieczeństwo pracowników, możliwe zanieczyszczenie wyrobu końcowego (lub urządzeń używanych do jego produkcji), a także późniejsze zakłócenie normalnej pracy. ■

Miejsce pracy Narażenie Granice

Określenia „wartości graniczne narażenia w miejscu pracy” lub „monitorowanie ryzyka zawodowego” ogólnie odnoszą się do monitorowania warunków bezpieczeństwa i higieny pracy w środowisku przemysłowym w związku z narażeniem pracowników na zagrożenia wynikające z występowania gazów, pyłu, hałasu itp. Innymi słowy, celem jest zapewnienie, aby poziomy tych czynników w miejscu pracy były niższe niż prawnie wymagane wartości graniczne.



1 CZERWONA KULKA

100% obj. = 1 000 000 ppm
1% obj. = 10 000 ppm

PRZYKŁAD

100% DGW amoniaku = 15% obj.
50% DGW amoniaku = 7,5% obj.
50% DGW amoniaku = 75 000 ppm

Dziedzina ta obejmuje zarówno badania w terenie (określanie potencjalnych narażeń), jak i monitorowanie osób, przy czym przyrządy są noszone przez pracowników możliwie najbliższej strefy oddechowej i tam też są pobierane próbki. W ten sposób zapewnia się, że mierzony poziom zanieczyszczenia rzeczywiście odpowiada ilości wdychanej przez pracownika.

Należy podkreślić, że monitorowanie zarówno osób, jak i miejsca pracy powinno się traktować jako ważne elementy całościowego, zintegrowanego planu bezpieczeństwa. Te działania służą tylko ustaleniu niezbędnych danych o faktycznych warunkach w danej atmosferze. Na tej podstawie można podjąć konieczne działania, aby zapewnić zgodność ze stosownymi przepisami branżowymi i wymaganiami w zakresie bezpieczeństwa.

Niezależnie od wybranej metody ważne jest uwzględnianie charakteru toksyczności wszystkich gazów występujących w danym procesie. Na przykład przyrząd, który mierzy tylko średnią ważoną w czasie, lub taki, który pobiera próbkę do dalszych analiz laboratoryjnych, nie zapewni pracownikom ochrony przed krótkim narażeniem na śmiertelną dawkę bardzo toksycznej substancji. Z drugiej strony normalnym zjawiskiem może być krótkotrwałe przekraczanie średnich poziomów dopuszczalnych stężeń (NDS lub NDSCH) w pewnych obszarach zakładu i nie musi być to traktowane jako sytuacja alarmowa. Z tego względu optymalny system oprzyrządowania powinien umożliwiać monitorowanie poziomów narażenia w krótkim i długim okresie, a także chwilowe poziomy alarmowe. ■

Wartości graniczne narażenia na substancje toksyczne

Europejskie normy narażenia zawodowego

Wartości graniczne narażenia w miejscu pracy są ustalane przez kompetentne krajowe organy lub inne właściwe krajowe instytucje jako maksymalne dopuszczalne stężenia niebezpiecznych związków w powietrzu w miejscu pracy. Stanowią one ważne narzędzie do oceny ryzyka i zarządzania nim oraz cenne dane będące podstawą do działań w zakresie BHP dotyczących substancji niebezpiecznych.

FAKTY DOTYCZĄCE GAZÓW

Wodór to najłżejszy i najpowszechniejszy na Ziemi gaz wybuchowy.

Wartości graniczne narażenia w miejscu pracy mogą dotyczyć zarówno produktów oferowanych na rynku, jak i odpadów i produktów ubocznych procesów produkcyjnych. Wartości graniczne chronią pracowników przed negatywnymi skutkami dla zdrowia, ale nie odnoszą się do kwestii bezpieczeństwa, takich jak ryzyko wybuchu. Ponieważ są one często zmieniane i mogą być różne w poszczególnych krajach, należy zweryfikować aktualność swoich informacji we właściwych krajowych instytucjach.

Wartości graniczne narażenia w miejscu pracy w Wielkiej Brytanii określają przepisy nadzoru nad substancjami niebezpiecznymi dla zdrowia (Control of Substances Hazardous to Health Regulations, COSHH). Przepisy COSHH zobowiązują pracodawcę do zapewnienia, że zapobiega się narażeniu pracowników na substancje niebezpieczne dla zdrowia, a jeśli jest to niemożliwe w praktyce, poziom narażenia jest odpowiednio kontrolowany.

Szóstego kwietnia 2005 r. na mocy tych przepisów wprowadzono nowy, prostszy system wartości granicznych narażenia w miejscu pracy. Zebrano istniejące wymagania dotyczące zalecanych praktyk, wprowadzając osiem zasad w formie poprawki do przepisów COSHH 2004.

Maksymalne wartości graniczne narażenia (ang. maximum exposure limit, MEL) oraz normy narażenia zawodowego (ang. occupational exposure standard, OES) zastąpiono jednym wskaźnikiem — wartością graniczną narażenia w miejscu pracy (ang. workplace exposure limit, WEL). Wszystkie wartości MEL oraz większość wartości OES przenosi się do nowego systemu jako wskaźniki WEL z zachowaniem ich wcześniejszych wartości. Wskaźniki OES dla około 100 substancji usunięto w związku z wprowadzeniem zakazu ich stosowania, rzadkim stosowaniem lub istnieniem dowodu na występowanie negatywnych skutków dla zdrowia przy wartościach bliskich dotychczasowemu wskaźnikowi. Wykaz wartości granicznych narażenia nosi nazwę EH40 i jest dostępny w brytyjskim Urzędzie ds. BHP. Wszystkie wartości WEL, których przestrzeganie jest prawnie wymagane w Wielkiej Brytanii, to wartości graniczne stężenia w powietrzu. Maksymalne dopuszczalne lub dozwolone stężenie

jest różne dla poszczególnych substancji w zależności od ich toksyczności. Czasy narażenia, dla których określa się wartości średnie, to osiem godzin (średnia ważona w czasie 8 godzin — NDS) oraz 15 minut (dopuszczalne krótkotrwałe narażenie — NDSC). W przypadku niektórych substancji krótkie narażenie jest tak groźne, że określa się dla nich tylko wartość NDSC, która nie powinna być przekraczana nawet przez

krótszy czas. Zdolność do przenikania przez skórę jest oznaczana w wykazie wartości WEL uwagą „Skin” (ang. skóra). Podczas przygotowywania propozycji wartości granicznej narażenia w miejscu pracy uwzględnia się rakotwórczość, szkodliwe działanie na rozrodczość, podrażnianie lub uczulanie, zgodnie z aktualną wiedzą naukową. ■



Skutki narażenia na tlenek węgla



Amerykańskie normy narażenia zawodowego

W USA poszczególne stany mają różne systemy BHP. Poniżej zamieszczono informacje na temat trzech najważniejszych amerykańskich organizacji publikujących normy narażenia zawodowego: ACGIH, OSHA i NIOSH.

Amerykańska Konferencja Rządowych Techników Higieny w Przemśle (ACGIH) publikuje informacje o maksymalnych dopuszczalnych stężeniach (ang. maximum allowable concentration, MAC), które później przemianowano na progowe wartości graniczne (ang. threshold limit value, TLV).

Progowe wartości graniczne określa się jako dopuszczalne stężenie, „na które niemal wszyscy pracownicy mogą być narażeni codziennie przez cały okres pracy zawodowej bez negatywnych skutków dla zdrowia”. ACGIH to organizacja zawodowa skupiająca specjalistów ds. BHP z uczelni i instytucji państwowych. Specjaliści ds. BHP z sektora prywatnego mogą do niej dołączyć jako członkowie stowarzyszeni. Raz w roku różne komitety proponują nowe progowe wartości graniczne lub wytyczne na temat najlepszych praktyk. Lista progowych wartości granicznych obejmuje ponad 700 substancji chemicznych i czynników fizycznych, a także dziesiątki wskaźników dopuszczalnego stężenia w materiale biologicznym (ang. Biological Exposure Index, BEI), dotyczących wybranych substancji chemicznych.

ACGIH stosuje następujące definicje różnych wskaźników TLV:

Progowa wartość graniczna — średnia ważona w czasie (TLV-TWA): średnie ważone w czasie stężenia w ciągu normalnego 8-godzinnego dnia pracy lub 40-godzinnego tygodnia pracy, na które prawie wszyscy pracownicy mogą być wielokrotnie narażeni każdego dnia bez negatywnych skutków.

Progowa wartość graniczna — dopuszczalne krótkotrwałe narażenie (TLV-STEL): stężenie, na które pracownicy mogą być narażeni stale przez krótki czas bez wystąpienia podrażnienia, chronicznego lub nieodwracalnego uszkodzenia tkanek lub narządy. Wartość STEL jest zdefiniowana jako średnie ważone w czasie 15 minut stężenie, które nie powinno nigdy być przekraczane w ciągu dnia pracy.

Progowa wartość graniczna — pułap (TLV-C): stężenie, które nie powinno być przekraczane na żadnym etapie narażenia w miejscu pracy.

W przypadku wartości TLV-TWA, dla których nie podano wartości STEL, zaleca się stosowanie ogólnego najwyższego dopuszczalnego stężenia pułapowego. Stężenia pułapowe w przypadku poziomów narażenia pracowników mogą przekroczyć trzykrotność TLV-TWA przez czas nie dłuższy



Normy narażenia zawodowego — tabela porównawcza

ACGIM	OSHA	NIOSH	EH40	Znaczenie
Progowe wartości graniczne (TLV)	Dopuszczalne poziomy narażenia (PEL)	Zalecane poziomy narażenia (REL)	Wartości graniczne narażenia w miejscu pracy (WEL)	Definicja ograniczeń
TLV-TWA	TWA	TWA	TWA	Dopuszczalne długotrwałe narażenie (NDS — 8 godzin)
TLV-STEL	STEL	STEL	STEL	Dopuszczalne krótkotrwałe narażenie (NDSCH - 15 min)
TLV-C	Pułap	Pułap	-	Stężenie, które nie powinno zostać przekroczone na żadnym etapie narażenia w miejscu pracy
Najwyższe dopuszczalne stężenie pułapowe	Najwyższe dopuszczalne stężenie pułapowe Wskaźniki BEI	- Wskaźniki BEI	-	Wartość graniczna, jeśli nie podano wartości STEL Wskaźniki dopuszczalnego stężenia w materiale biologicznym



niż 30 minut w ciągu dnia pracy i w żadnym wypadku nie powinny przekroczyć wtedy pięciokrotności TLV-TWA.

Podawane przez ACGIH wartości TLV nie mają mocy prawnej w Stanach Zjednoczonych — są tylko zaleceniami. Wartości graniczne wymagane przepisami podaje OSHA. Mimo to publikowane przez ACGIH wartości TLV i dokumenty kryterialne są bardzo często podstawą do ustanawiania wartości TLV w tym i w wielu innych krajach. Poziomy narażenia według ACGIH są w wielu przypadkach bezpieczniejsze niż te podawane przez OSHA. Wiele amerykańskich firm stosuje aktualne poziomy ACGIH lub inne wewnętrzne i ostrożniejsze wartości graniczne.

Agencja Bezpieczeństwa i Zdrowia w Pracy (OSHA) amerykańskiego Departamentu Pracy publikuje dopuszczalne poziomy narażenia (ang. permissible exposure limit, PEL). Wskaźniki PEL są przepisowymi wartościami granicznymi stężenia substancji w powietrzu i ich stosowanie jest wymagane przez prawo.

Początkowy zestaw wartości granicznych z 1971 r. opierał się na wartościach TLV opublikowanych przez ACGIH. Obecnie OSHA podaje około 500 wartości PEL dla różnych postaci około 300 substancji chemicznych, z których wiele powszechnie stosuje się w przemyśle. Istniejące wartości PEL są podane w dokumencie 29 CFR 1910.1000 — normie dotyczącej zanieczyszczeń powietrza. Wszelkie zmiany stosunku tych dwóch sygnałów są mierzone jako wskazanie ilości gazu. Agencja OSHA, podobnie jak ACGIH, stosuje następujące rodzaje wartości granicznych narażenia w miejscu pracy: średnia ważona w czasie (TWA), poziom działania, wartość pułapowa, dopuszczalne krótkotrwałe narażenie (STEL), najwyższe dopuszczalne stężenie pułapowe oraz w pewnych przypadkach dopuszczalne stężenie w materiale biologicznym (BEI).

Amerykański Krajowy Instytut Bezpieczeństwa i Higieny Pracy (NIOSH) jest ustawowo zobowiązany do podawania zaleczanych poziomów narażenia, zapewniających

bezpieczeństwo pracowników. NIOSH podaje zalecane poziomy narażenia (ang. recommended exposure level, REL) dla około 700 substancji niebezpiecznych. Te wartości graniczne nie mają mocy prawnej. NIOSH przekazuje zalecane wartości graniczne za pośrednictwem dokumentów kryterialnych do agencji OSHA oraz do innych instytucji ustalających wartości graniczne narażenia w miejscu pracy. Zalecane poziomy narażenia to TWA, STEL, pułap i BEI. Zalecenia i kryteria są publikowane w kilku różnych rodzajach dokumentów, takich jak biuletyny informacyjne (Current Intelligence Bulletin, CIB), ostrzeżenia (Alert), specjalne przeglądy poświęcone zagrożeniom (Special Hazard Review), oceny zagrożeń zawodowych (Occupational Hazard Assessment) oraz wytyczne techniczne (Technical Guidelines). ■

Informacje o gazach toksycznych

Wymienione poniżej gazy toksyczne mogą być wykrywane przy użyciu urządzeń dostarczanych przez firmę Honeywell. Podano znane informacje o gazach. W związku z ciągłym rozwojem produktów należy skontaktować się z firmą Honeywell w sprawie poszukiwanych gazów, których nie ma na tej liście. Dane mogą zmieniać się w czasie i w poszczególnych krajach, więc należy zawsze sprawdzić lokalne aktualne przepisy.

Nazwa pospolita	Numer wg CAS	Wzór chemiczny
Amoniak	7664-41-7	NH ₃
Arsan	7784-42-1	AsH ₃
Trichlorek boru	10294-34-5	BCl ₃
Fluorek boru	7637-07-2	BF ₃
Brom	7726-95-6	Br ₂
Tlenek węgla	630-08-0	CO
Chlor	7782-50-5	Cl ₂
Dwutlenek chloru	10049-04-4	ClO ₂
1,4-diizocyjanian cykloheksanu		CHDI
Diboran	19287-45-7	B ₂ H ₆
Dichlorosilan (DCS)	4109-96-0	H ₂ Cl ₂ Si
Dimetyloamina (DMA)	124-40-3	C ₂ H ₇ N
Dimetylohydrazyna (UDMH)	57-14-7	C ₂ H ₈ N ₂
Disilan	1590-87-0	Si ₂ H ₆
Tlenek etylenu	75-21-8	C ₂ H ₄ O
Fluor	7782-41-4	F ₂
Germanan	7782-65-2	GeH ₄
Diizocyjanian heksametylenu (HDI)	822-06-0	C ₈ H ₁₂ N ₂ O ₂
Hydrazyna	302-01-2	N ₂ H ₄
Wodór	1333-74-0	H ₂
Bromowodór	10035-10-6	HBr
Chlorowodór	7647-01-0	HCl
Cyjanowodór	74-90-8	HCN
Fluorowodór	7664-39-3	HF
Jodowodór	10034-85-2	HI
Nadtlenek wodoru	7722-84-1	H ₂ O ₂
Selenowodór	7783-07-5	H ₂ Se
Siarkowodór	7783-06-4	H ₂ S
Diizocyjanian heksametylenu (HMDI)		
Metakrylan izocyjanianoetylu (IEM)		C ₇ H ₉ NO ₃
Diizocyjanian izoforonu (IPDI)		C ₁₂ H ₁₈ N ₂ O ₂
Fluorometan (R41)	593-53-3	CH ₃ F
Fenylizocyjanian	101-68-8	C ₁₅ H ₁₀ N ₂ O ₂
Izocyjanian difenylometanu-2 (MDI-2)	101-68-8	C ₁₅ H ₁₀ N ₂ O ₂
Metylenodianilina (MDA)	101-77-9	C ₁₃ H ₁₄ N ₂
Metylohydrazyna	60-34-4	CH ₆ N ₂
Diizocyjanian naftalenu (NDI)	3173-72-6	C ₁₂ H ₆ N ₂ O ₂
Kwas azotowy	7697-37-2	HNO ₃

Źródło: EH40/2005 — Wartości graniczne narażenia w miejscu pracy, norma OSHA 29 CFR 1910.1000, tabele Z-1 i Z-2; ACGIH — Wartości najwyższego dopuszczalnego stężenia substancji chemicznych i dopuszczalnego stężenia w materiale biologicznym, 2005 r.

EH40 — wartość graniczna narażenia w miejscu pracy (WEL)				OSHA — dopuszczalne poziomy narażenia (PEL)	
Dopuszczalne długotrwałe narażenie (TWA — 8 godzin)		Dopuszczalne krótkotrwałe narażenie (15-minutowy okres odniesienia)		Dopuszczalne długotrwałe narażenie (TWA — 8 godzin)	
ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³
25	18	35	25	50	35
0,05	0,16			0,05	0,2
				1 (pułap)	3 (pułap)
0,1	0,66	0,2	1,3	0,1	0,7
30	35	200	232	50	55
		0,5	1,5	1 (pułap)	3 (pułap)
0,1	0,28	0,3	0,84	0,1	0,3
				0,1	0,1
2	3,8	6	11	10	18
5	9,2			1,5	
1	1,6	1	1,6	0,1	0,2
0,2	0,64	0,6	1,9		
0,02	0,03	0,1	0,13	1	1,3
		3	10	3	10
1	2	5	8	5 (pułap)	7 (pułap)
		10	11	10	11
1,8	1,5	3	2,5		2
1	1,4	2	2,8	1	1,4
				0,05	0,2
5	7	10	14	2	10
0,01	0,08				
		1	2,6	2	5

■ Informacje o gazach toksycznych (ciąg dalszy)

Nazwa polszita	Numer wg CAS	Wzór chemiczny
Tlenek azotu	10102-43-9	NO
Dwutlenek azotu	10102-44-0	NO ₂
Trifluorek azotu	7783-54-2	NF ₃
Butyloamina	109-73-9	C ₄ H ₁₁ N
Ozon	10028-15-6	O ₃
Fosgen	75-44-5	COCl ₂
Fosforowodór	7803-51-2	PH ₃
Tlenek propylenu	75-56-9	C ₃ H ₆ O
Fenylendiamina	106-50-3	C ₆ H ₈ N ₂
p-fenyldiizocyjanian (PPDI)	104-49-4	C ₈ H ₄ N ₂ O ₂
Silan	7803-62-5	SiH ₄
Antymonowodór	7803-52-3	SbH ₃
Dwutlenek siarki	7446-09-5	SO ₂
Kwas siarkowy (mgly)	7664-93-9	H ₂ SO ₄
Butyloarsenowodór trzeciorzędowy (TBA)		
Butylofosforowodór trzeciorzędowy (TBP)	2501-94-2	C ₄ H ₁₁ P
Ortokrzemian tetraetylu	78-10-4	C ₈ H ₂₀ O ₄ Si
Tetrakis(dimetyloamino)tytan (TDMAT)	3275-24-9	C ₈ H ₂₄ N ₄ Ti
Diizocyjanian tetrametyloksylenu (TMXDI)		C ₁₄ H ₁₆ N ₂ O ₂
Toluenodiamina (TDA)	95-80-7	C ₇ H ₁₀ N ₂
Diizocyjanian toluenu (TDI)	584-84-9	C ₉ H ₆ N ₂ O ₂
Trietyloamina (TEA)	121-44-8	C ₆ H ₁₅ N
Diizocyjanian trimetyloheksametylenu (TMDI)		C ₁₁ H ₁₈ N ₂ O ₂
Niesymetryczna dimetylohydrazyna (UDMH)	57-14-7	C ₂ H ₈ N ₂

EH40 — wartość graniczna narażenia w miejscu pracy (WEL)				OSHA — dopuszczalne poziomy narażenia (PEL)	
Dopuszczalne długotrwałe narażenie (TWA — 8 godzin)		Dopuszczalne krótkotrwałe narażenie (15-minutowy okres odniesienia)		Dopuszczalne długotrwałe narażenie (TWA — 8 godzin)	
ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³
				25	30
				5 (pułap)	9 (pułap)
				10	29
				5 (pułap)	15 (pułap)
		0,2	0,4	0,1	0,2
0,02	0,08	0,06	0,25	0,1	0,4
0,1	0,14	0,2	0,28	0,3	0,4
5	12			100	240
	0,1				0,1
0,5	0,67	1	1,3		
				0,1	0,5
				5	13
					1
50	191	150	574		
		0,02 (pułap)	0,14 (pułap)		
2	8	4	17	2,5	100

7

Ryzyko uduszenia (Niedobór tlenu)

MOŻLIWE PRZYCZYNY NIEDOBORU TLENU:

- Wypieranie
- Spalanie
- Utlenianie
- Reakcja chemiczna
- Działanie bakterii

Aby żyć, wszyscy potrzebujemy tlenu (O_2) z powietrza. W skład powietrza wchodzi kilka gazów, w tym tlen. W normalnym powietrzu atmosferycznym stężenie tlenu wynosi objętościowo 20,9%. Gdy wartość ta spadnie poniżej 19,5%, stan ten określa się jako niedobór tlenu w powietrzu. Stężenie tlenu poniżej 16% obj. uważa się za niebezpieczne dla ludzi.

100%
obj. O_2

0%
obj. O_2

20,9%
obj. — norma

16%
obj. — niedobór

6%
obj. — śmierć

8

Wzbogacanie powietrza w tlen

FAKTY DOTYCZĄCE GAZÓW

Masa atomowa radonu wynosi 222 u, co sprawia, że jest to najcięższy znany gaz. Jest on 220 razy cięższy od najlżejszego gazu — wodoru.

Często zapomina się, że wzbogacanie powietrza w tlen również powoduje zagrożenie. Na skutek większego stężenia O_2 wzrasta zapalność materiałów i gazów. Przy stężeniu 24% może samoistnie zapalić się np. ubranie.

Sprzęt do spawania acetylenowo-tlenowego wykorzystuje tlen i acetylen w celu wytworzenia bardzo wysokiej temperatury. Inne obszary, w których atmosfera wzbogacona tlenem może stanowić zagrożenie, to m.in. produkcja i magazynowanie systemów napędu raketowego, produkty do bielenia w zakładach celulozowo-papierniczych oraz stacje uzdatniania wody.

Czujniki przeznaczone do pracy w atmosferze wzbogaconej O_2 muszą przejść specjalną certyfikację.

9

Typowe obszary wymagające wykrywania gazów

Stacjonarne i przenośne wykrywacze gazu mają wiele różnych zastosowań. W procesach przemysłowych coraz częściej stosuje lub produkuje się bardzo niebezpieczne substancje, w szczególności toksyczne i palne gazy. Nieuniknione są sporadyczne wycieki gazu, stanowiące potencjalne zagrożenie dla zakładu, jego pracowników i mieszkańców pobliskich budynków. O tym problemie stale przypominają zdarzające się na całym świecie wypadki związane z niedotlenieniem, wybuchy i ofiary śmiertelne.



Ropa naftowa i gaz (odwierty i produkcja)

Przemysł naftowy i gazowniczy obejmuje wiele rodzajów działalności związanej z wydobyciem oraz przetwórstwem ropy naftowej i gazu, począwszy od poszukiwań lądowych i morskich, poprzez produkcję ropy naftowej i gazu, po ich transport i magazynowanie. Obecność gazów węglowodorowych pociąga za sobą poważne ryzyko wybuchu, ponadto często towarzyszą im gazy toksyczne, na przykład siarkowodor.

Typowe zastosowania:

- Poszukiwawcze urządzenia wiertnicze
- Platformy wydobywcze
- Terminale brzegowe
- Szybkie naprawy/przestoje urządzeń
- Magazynowanie LPG
- Lądowe i morskie wieże wiertnicze i obsługowe
- Morskie platformy wydobywcze
- Sprzęt ochrony osobistej (PPE)

Typowe gazy:

Palne: różne gazy

węglowodorowe, w tym metan

Toksyczne: siarkowodor, tlenek węgla

Tlen: niedobór



Rafinerie i instalacje petrochemiczne

Mieszanki ropy naftowej przetwarzane są w rafineriach na różnorodne mieszanki węglowodorowe, które wykorzystywane są później w szerokiej gamie różnych produktów.

Typowe zastosowania:

- Uszczelki kołnierzy i pomp urządzeń do wykrywania węglowodorów
- Monitorowanie procesu krakingu katalitycznego
- Obszary masowego magazynowania
- Instalacje odpływowe, wpusty i rowy
- Wchodzenie do przestrzeni zamkniętych
- Strefy załadunku
- Systemy wentylacyjne
- Monitorowanie granic/ogrodzeń obiektu
- Zaplanowane prace konserwacyjne i przestoje/ modyfikacje zakładu

Typowe gazy:

Palne: różne gazy węglowodorowe, w tym etylen, nafta, propan i metan

Toksyczne: siarkowodor i dwutlenek siarki

Tlen: niedobór



Zakłady chemiczne

Zakłady chemiczne wytwarzają wiele różnorodnych produktów i materiałów wyjściowych dla innych branż. Wykorzystywane i produkowane środki chemiczne o różnym charakterze stanowią istotne zagrożenie dla majątku i pracowników tych zakładów. W procesach produkcyjnych prowadzonych w tych zakładach często wykorzystuje się szeroką gamę zarówno gazów palnych, jak i toksycznych.

Typowe zastosowania:

- Magazynowanie surowców
- Obszary technologiczne
- Laboratoria
- Pompownie
- Tłocznie
- Strefy załadunku/rozładunku

Typowe gazy:

Palne: różne węglowodory,

w tym ropa naftowa i żywice

Toksyczne: różne, w tym siarkowodor, fluorowodor i amoniak



Produkcja energii (tradycyjnej i odnawialnej)

Takie paliwa kopalne, jak węgiel, ropa naftowa i gaz ziemny, są tradycyjnie wykorzystywane do produkcji energii elektrycznej. Obecnie kluczowe miejsce w produkcji energii zaczyna zajmować energia odnawialna, a do jej pozyskiwania coraz częściej wykorzystuje się siłę wiatru i biogazy.

Typowe zastosowania:

- Okolice instalacji kotłów i palników
- Zespoły turbin i pobliskie miejsca
- Prace prowadzone w pobliżu instalacji gazowych na wysypiskach
- Monitoring powierzchniowej emisji gazów na wysypiskach
- Produkcja łopatek wirników oraz spawanie elementów stalowych (produkcja energii wiatrowej)
- Przestrzenie zamknięte (w wieży i gondoli)
- Prace prowadzone w pobliżu zbiorników odcieków i otworów wiertniczych

Typowe gazy:

Palne: gaz ziemny, wodór

Toksyczne: tlenek węgla, tlenek siarki, tlenek azotu, siarkowodor, LZO

Tlen: niedobór

Opracowaliśmy szereg dokumentów technicznych dotyczących zastosowań detektorów gazu. Więcej informacji można znaleźć na witrynie internetowej www.honeywellanalytics.com, gdzie opisano zastosowania stacjonarnych detektorów gazu, lub www.gasmonitors.com, gdzie opisano przenośne detektory gazu.



Uzdatnianie wody

Uzdatnianie wody to potężna branża wykorzystująca wiele procesów i pełniącą wiele funkcji, począwszy od produkcji i dystrybucji czystej wody po odbiór, oczyszczanie i usuwanie takich odpadów, jak ścieki.

Typowe zastosowania:

- Monitorowanie oczyszczalni
- Instalacje fermentacji ścieków
- Zbiorniki ściekowe
- Instalacje i śluzy doprowadzające ścieki do oczyszczalni
- Monitorowanie produkcji energii w obiektach
- Płuczki (skrubery) siarkowodoru

Typowe gazy:

Palne: różne węglowodory, w tym metan

Toksyczne: siarkowodor, dwutlenek węgla, chlor, dwutlenek siarki i ozon

Tlen: niedobór



Instalacje morskie

Na instalacjach morskich występują liczne zagrożenia gazowe. Ciekły gaz, paliwo, środki chemiczne oraz inne paliwa kopalne nierozłącznie wiążą się z groźbą wybuchu. W miejscach takich występuje niebezpieczeństwo uduszenia się w wyniku niedoboru tlenu podczas stosowania azotu lub innych gazów w procesie zubożniania. Gazy toksyczne, na przykład siarkowodor, także pociągają za sobą znaczne zagrożenia.

Typowe zastosowania:

- Pomiar prześwitów w zbiornikach i ładowniach
- Kontrole ładowni statków
- Wejścia na statek i pod pokład
- Przestrzenie zamknięte, na przykład przedział elektryczny, przestrzenie magazynowe i przestrzenie międzygrodziowe
- Zubożnianie i oczyszczanie
- Wykrywanie nieszczelności
- Korki powietrzne
- Odciały palników na platformach wiertniczych
- Rurociągi doprowadzające paliwo do maszynowni

Typowe gazy:

Palne: różne węglowodory, w tym ciekły gaz ziemny i metan

Toksyczne: siarkowodor i tlenek węgla

Tlen: niedobór



Wojsko i bezpieczeństwo narodowe

Wojska na całym świecie muszą monitorować i wykrywać obecność gazów, a w związku z ich mobilnością przenośne wykrywacze gazu stanowią kluczową część ochrony przed niebezpiecznymi gazami.

Typowe zastosowania:

- Zbiorniki do magazynowania paliwa (w tym kontrole)
- Transport (szczególnie paliwa)
- Uzupełnianie paliwa w pojazdach
- Kontrola zbiorników w samolotach
- Zbiorniki septyczne na paliwo do okrętów podwodnych oraz gromadzenie się wodoru
- Monitorowanie maszynowni okrętów marynarki wojennej oraz zbiorników septycznych
- Konserwacja sprzętu i pojazdów

Typowe gazy:

Palne: różne mieszanki nafty lotniczej, oleju napędowego oraz benzyny

Toksyczne: tlenek węgla, dwutlenek węgla, siarkowodor i lotne związki organiczne (LZO)

Tlen: niedobór



Produkcja celulozy i papieru

W tej rozległej branży stosuje się zarówno mechaniczne, jak i chemiczne przetwarzanie pozwalające zamienić drewno w różne produkty na bazie papieru. Stosowanie środków do bielenia wiąże się z zagrożeniami pochodzącymi od toksycznych gazów, z kolei paliwa wykorzystywane w procesie przetwarzania mechanicznego prowadzą do powstania zagrożeń pochodzących od gazów palnych.

Typowe zastosowania:

- Warniki (w procesie obróbki chemicznej)
- Chlor stosowany podczas bielenia
- Monitorowanie paliwa w procesie obróbki mechanicznej

Typowe gazy:

Palne: metan

Toksyczne: chlor, dwutlenek chloru i ozon

Tlen: niedobór

■ Typowe obszary wymagające wykrywania gazów (ciąg dalszy)



Drukowanie

W zależności od drukowanych materiałów procesy technologiczne w branży drukarskiej wykorzystują różne rozpuszczalniki, tusze i niebezpieczne środki chemiczne, które często są suszone w bardzo gorących piecach, co tworzy konieczność zastosowania wytrzymałych detektorów gazu w celu zapewnienia bezpieczeństwa.

Typowe zastosowania:

- Otwarte zbiorniki magazynowe tuszów i lakierów
- Suszarnie i piece
- Monitorowanie spalin

Typowe gazy:

Łatwopalne: różne węglowodory, w tym rozpuszczalniki i metan



Tunele i parkingi

Spaliny mogą gromadzić się w parkingach i tunelach, tworząc zagrożenie wynikające z obecności toksycznych gazów. Detektory gazu służą do monitorowania stężeń gazów, takich jak tlenek węgla i metan, a także do sterowania systemami wentylacji.

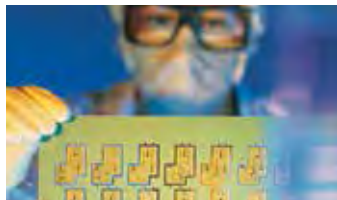
Typowe zastosowania:

- Tunele dla samochodów
- Parkingi podziemne i zamknięte
- Sterowanie wentylacją
- Tunele dostępne

Typowe gazy:

Łatwopalność Pary metanu, LPG i benzyny

Toksyczne: Tlenek węgla i dwutlenek azotu



Półprzewodniki

W produkcji materiałów półprzewodnikowych stosowane są toksyczne i łatwopalne gazy. Powszechnie stosowane domieszki półprzewodników to fosfan, arsen, trichlorek boru i gal. Z kolei wodór jest używany zarówno jako substrat reakcji, jak i gaz nośny do uzyskania atmosfery redukującej. Gazy służące do wytrawiania i oczyszczania to m.in. amoniak i inne związki perfluoropochodne.

Typowe zastosowania:

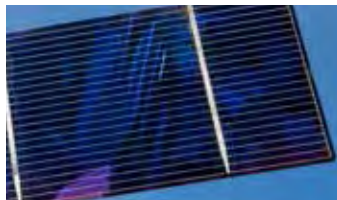
- Reaktor do wygrzewania płytek krzemowych
- Suszarnie
- Szafki gazowe
- Osadzanie chemiczne z fazy gazowej

Typowe gazy:

Palne: wodór, propan, silan i metan

Toksyczne: chlorowodór, arsyna, trichlorek boru, fosforowodór, tlenek węgla, fluorowodór, ozon, dichlorosilan, tetraetyloortokrzemian, heksafluoro-1,3-butadien, oktafluorocyklopenten, germana, amoniak oraz Dwutlenek azotu

Tlen: niedobór



Elementy fotowoltaiczne

Dzięki coraz większemu zainteresowaniu energią odnawialną następuje znaczny rozwój przemysłu elementów fotowoltaicznych (PV). W zastosowaniach PV wykorzystywane są półprzewodniki podlegające zjawisku fotowoltaicznemu w celu przekształcania promieniowania słonecznego w prąd stały. Z tego względu wymagane jest zastosowanie procesu wytwarzania półprzewodników.

Typowe zastosowania:

- Reaktor do wygrzewania płytek krzemowych
- Suszarnie
- Szafki gazowe
- Osadzanie chemiczne z fazy gazowej

Typowe gazy:

Łatwopalne: wodór, propan, silan i metan

Toksyczne: chlorowodór, arsyna, trichlorek boru, fosforowodór, tlenek węgla, fluorowodór, ozon, dichlorosilan, tetraetyloortokrzemian, heksafluoro-1,3-butadien, oktafluorocyklopenten, germana, amoniak oraz Dwutlenek azotu

Tlen: niedobór



Przestrzenie zamknięte

Wykrywanie gazu w takich miejscach to jedno z najważniejszych zastosowań przenośnych detektorów gazu ze względu na duże prawdopodobieństwo nagromadzenia się niebezpiecznych gazów (*szczególne informacje można znaleźć w części Przestrzenie zamknięte na stronie 60*).

Typowe zastosowania:

- Szyby
- Rowy
- Kanały ściekowe i włazy
- Doły
- Kotły
- Tunele
- Zbiorniki
- Statki (również zbiorniki na statkach)
- Rurociągi
- Kontenery

Typowe gazy:

Palne: metan

Toksyczne: tlenek węgla i siarkowodór

Tlen: niedobór



Budownictwo

W trakcie prac budowlanych stosuje się różne niebezpieczne substancje chemiczne. Ze względu na mobilność pracowników w trakcie tych działań przenośne detektory gazu stanowią integralną część sprzętu ochrony osobistej używanego w terenie.

Typowe zastosowania:

- Kopanie rowów i podpieranie

Typowe gazy:

Palne: metan

Toksyczne: tlenek węgla i siarkowodór

Tlen: niedobór

■ Typowe obszary wymagające wykrywania gazów (ciąg dalszy)



Chłodzenie amoniakiem

W wielu gałęziach przemysłu stosuje się chłodzenie w ramach procesów technologicznych — od produkcji żywności i napojów przez skraplanie gazu i wytwarzanie substancji chemicznych po instalacje kriogeniczne i wysyłkę gazu ziemnego LNG. Jest niezwykle ważne, aby mieć pewność, że nie dochodzi do nagromadzenia amoniaku, co prowadzi do powstania potencjalnie wybuchowej atmosfery.

Typowe zastosowania:

- Obszary magazynowania amoniaku
- Zawory, złącza i uszczelnienia w pomieszczeniach zakładu
- Monitorowanie urządzeń chłodniczych
- Układy klimatyzacji

Typowe gazy:

Łatwopalne: amoniak
Toksyczne: amoniak



Laboratoria i służba zdrowia

W laboratoriach i obiektach służby zdrowia, takich jak szpitale, mogą być stosowane różne substancje łatwopalne i toksyczne. Bardzo duże obiekty mogą posiadać własne, lokalne instalacje dostarczania mediów i rezerwowo elektrownie.

Typowe zastosowania:

- Laboratoria
- Instalacje kriogeniczne i chłodnicze
- Kotłownia

Typowe gazy:

Łatwopalne: metan i wodór
Toksyczne: tlenek węgla, chlor, amoniak oraz Tlenek etylenu
Tlen: niedobór/nadmiar



Huty stali

Ze względu na dużą liczbę pieców i występowanie procesów, w których rozgrzewa się metale do skrajnie wysokich temperatur, na terenie całego zakładu konieczne jest wykrywanie tlenu węgla.

Typowe zastosowania:

- Monitorowanie palenisk
- Monitorowanie pieców

Typowe gazy:

Toksyczne: tlenek węgla



Monitorowanie wysypisk i wytwarzanie biogazu

Wysypiska projektuje się tak, aby wspomagać i przyspieszać rozkład substancji organicznych. Mogą na nich występować również obszary sortowania i magazynowania materiałów nieorganicznych. Gaz wysypiskowy (nazywany także biogazem) często jest gromadzony na tych obiektach, więc należy zachowywać szczególną ostrożność, gdy personel pracuje blisko potencjalnych źródeł tego gazu.

Typowe zastosowania:

- Podczas pracy w pobliżu zbiorników do ługowania
- Podczas pracy w pobliżu rowów granicznych
- Podczas pracy w pobliżu instalacji gazu wysypiskowego
- Podczas monitorowania emisji powierzchniowej
- Podczas pracy w pobliżu wag pomostowych
- Podczas przemieszczania odpadów

Typowe gazy:

Palne: metan
Toksyczne: dwutlenek węgla, siarkowodór, benzen i toluen
Tlen: niedobór



Rolnictwo i hodowla

W przypadku hodowli może dochodzić do niebezpiecznego wzrostu stężenia metanu i amoniaku w oborach. W magazynach rolniczych, w których gromadzą się nawozy i pestycydy, mogą występować również zagrożenia związane z wybuchem.

Typowe zastosowania:

- Monitorowanie obór
- Rolnicze magazyny nawozów i środków chemicznych



Górnictwo

Na całym świecie wydobywa się ogromne ilości minerałów i paliw kopalnych, co naraża pracowników na zagrożenia związane z gromadzeniem się niebezpiecznych gazów w przestrzeniach zamkniętych szybów górniczych. To powoduje, że przenośne detektory gazu stanowią nieodzowny element systemu bezpieczeństwa górników.

Typowe zastosowania:

- Wytrobiska
- Stałe monitorowanie podczas pracy w szybach

Typowe gazy:

Palne: metan
Toksyczne: tlenek węgla
Tlen: niedobór



Budynki komercyjne i obiekty publiczne

Obiekty komercyjne i publiczne, takie jak baseny, centra handlowe i szkoły, używają zintegrowanych systemów bezpieczeństwa, które mogą obejmować wykrywanie gazu. Duża liczba odwiedzających może zwiększyć ryzyko nagromadzenia się dwutlenku węgla, a układy ogrzewania mogą wymagać monitorowania pod kątem wycieków palnych gazów.

Typowe zastosowania:

- Maszynownie
- Baseny
- Szkoły
- Monitorowanie orurowania układów ogrzewania
- Monitorowanie jakości powietrza we wnętrzach

Typowe gazy:

Palne: metan
Toksyczne: dwutlenek węgla, tlenek węgla, chlor
Tlen: niedobór



Modernizacje, przestoje zakładu i planowane modyfikacje urządzeń

Niezależnie od gałęzi przemysłu i zastosowania, planowane przestoje i harmonogramy czynności konserwacyjnych stwarzają na terenie obiektów dodatkowe zagrożenia, ponieważ stanowią odstępstwa od standardowych procesów. Podczas modyfikowania elementów lub procesów zakładu należy zawsze korzystać z przenośnych detektorów gazu.

Zasady wykrywania

Czujniki gazów palnych

Wiele osób prawdopodobnie zetknęło się kiedyś z lampą wskaźnikową i wie, że była ona wczesnym odpowiednikiem detektora „gazów kopalnianych” (czyli gazów występujących w kopalniach węgla, znanego także jako „lampa górnicza”) stosowanego w kopalniach węgla i kanałach ściekowych. Chociaż pierwotnie miała ona stanowić źródło światła, można ją było wykorzystywać do oceny stężenia gazów palnych z dokładnością do ok. 25–50%, zależnie od doświadczenia, wykształcenia, wieku czy zdolności postrzegania kolorów przez osobę obserwującą.

Nowoczesne detektory gazów palnych muszą być dużo bardziej dokładne i niezawodne oraz zapewniać powtarzalność wyników. Chociaż problem subiektywności pomiaru przy użyciu lamp bezpieczeństwa usiłowano rozwiązać wieloma sposobami (np. używając czujnika temperatury płomienia), zostały one niemal zupełnie zastąpione przez nowocześniejsze urządzenia elektroniczne.

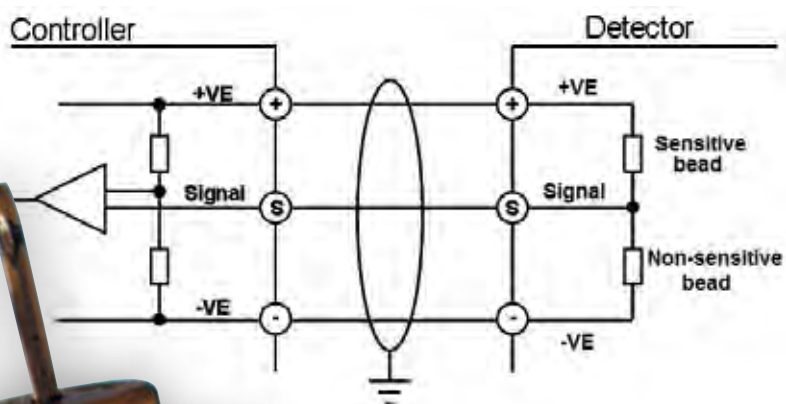
Niemniej jednak najczęściej stosowane obecnie urządzenie — detektor katalityczny — jest pod pewnymi względami rozwiniętą wersją pierwszych lamp bezpieczeństwa, ponieważ jego działanie opiera się również na spalaniu gazu i przekształcaniu go w dwutlenek węgla i wodę. ■



Czujnik katalityczny

Niemal wszystkie nowoczesne tanie czujniki do wykrywania gazów palnych to czujniki elektrokatalityczne. Zawierają one bardzo mały element czujnikowy — pelistor (ang. bead — „pastyłka”, Pellistor, Siegistor — dwie ostatnie nazwy są zastrzeżonymi znakami towarowymi komercyjnych urządzeń). Składają się one z elektrycznie podgrzewanej platynowej cewki w ceramicznej osłonie np. z tlenku glinu, osłoniętej zewnętrzną powłoką wykonaną z katalizatora palladowego lub rodowego rozproszonego w dwutlenku toru.

Zasada działania tego rodzaju czujnika jest następująca: kiedy mieszanina gazu palnego i powietrza przemieszcza się nad gorącą powierzchnią katalizatora, następuje spalanie, a powstałe ciepło powoduje wzrost temperatury pelistora. W efekcie zmienia się rezystancja platynowej cewki, więc zmianę temperatury można zmierzyć, używając cewki jak termometru w standardowym mostku elektrycznym. Zmiana rezystancji ma bezpośredni związek ze stężeniem gazu w otaczającej atmosferze i może być wyświetlona na mierniku lub podobnym urządzeniu wskazującym. ■

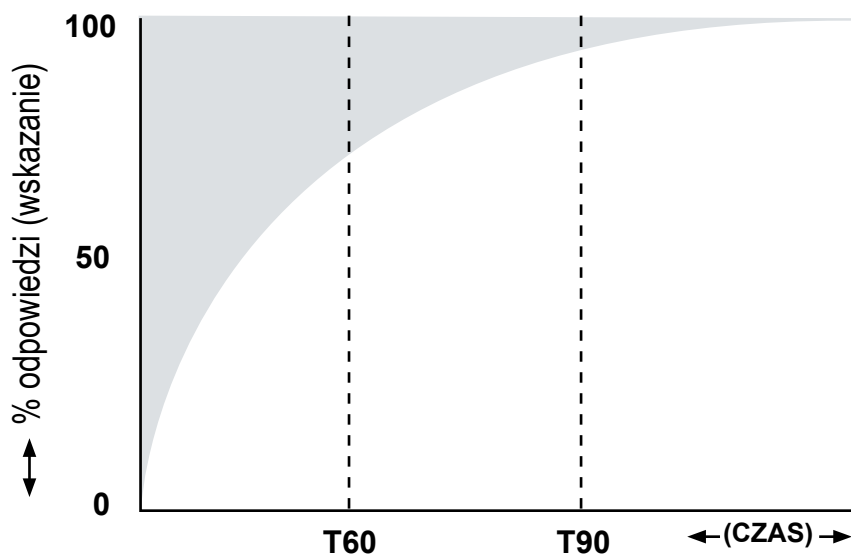


3-przewodowy obwód mostka mV

Szybkość odpowiedzi

Aby spełnić konieczne wymagania bezpieczeństwa konstrukcji, czujnik katalityczny należy montować w wytrzymałej metalowej obudowie za bezpiecznikiem przeciwogniowym. Dzięki temu mieszanka gazowo-powietrzna może dyfundować do obudowy i na działający element czujnika, a jednocześnie rozprzestrzenianie się płomienia do atmosfery zewnętrznej jest ograniczone. Bezpiecznik przeciwogniowy minimalnie zmniejsza szybkość odpowiedzi czujnika, ale w większości przypadków na wyjściu elektrycznym odczyt pojawia się w ciągu kilku sekund od wykrycia gazu. Jednakże z uwagi na znaczne spłaszczenie krzywej odpowiedzi tuż przed końcowym odczytem czas odpowiedzi często określa się jako czas osiągnięcia 90% końcowego odczytu wartość T90. Wartości T90 dla czujników katalitycznych wynoszą zwykle 20–30 sekund.

(Uwaga: W Stanach Zjednoczonych i niektórych innych krajach wartość tę podaje się często jako dolny odczyt T60, na co należy zwrócić uwagę, porównując charakterystyki różnych czujników). ■



Wyjście czujnika

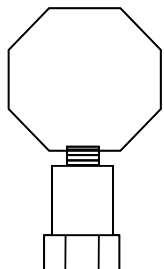
Aby zapewnić stabilność temperatury w zmiennych warunkach otoczenia, najlepsze czujniki katalityczne są wyposażane w pelistory z dopasowaniem temperatury. Są one umieszczone w przeciwnych gałęziach obwodu elektrycznego mostku Wheatstone'a, przy czym czujnik „wrażliwy” (określany zwykle jako czujnik s) reaguje na obecność gazów palnych, natomiast równoważny „nieaktywny”, „niewrażliwy” czujnik (n-s) nie reaguje. Nieaktywność jest uzyskiwana przez powleczenie pelistora warstwą szkła albo przez dezaktywację katalizatora, w wyniku czego działa on tylko jako układ kompensujący zmiany zewnętrznej temperatury lub wilgotności.

Kolejne usprawnienie na rzecz stabilnego działania można uzyskać, stosując czujniki odporne na zanieczyszczenia. Cechują się one większą odpornością na degradację spowodowaną działaniem takich substancji, jak silikony oraz związki siarki i ołowiu, które mogą szybko dezaktywować („zatruci”) inne rodzaje czujników katalitycznych. ■

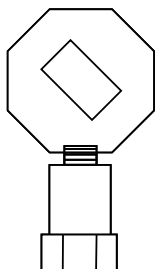


Zasady wykrywania gazów (ciąg dalszy)

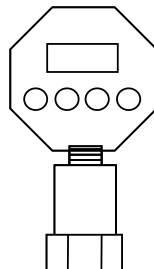
Typowe rodzaje czujników gazu/przetworników



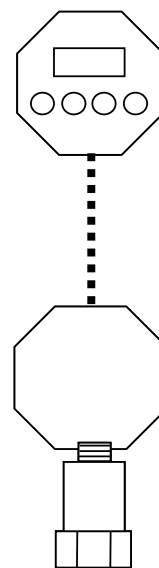
Czujnik przykręcony do nadajnika — kalibrację związaną z ingerencją w urządzenie wykonuje jedna osoba



Czujnik przykręcony do skrzynki połączeniowej — kalibrację wykonują dwie osoby



Czujnik przykręcony do nadajnika — kalibrację bez ingerencji w urządzenie wykonuje jedna osoba



Nadajnik z czujnikiem zdalnym — kalibrację bez ingerencji w urządzenie wykonuje jedna osoba

Kalibracja

Najczęstsza usterka czujników katalitycznych wynika ze spadku wydajności na skutek narażenia na określone zaturuwacze. Z tego względu każdy system monitorujący stężenie gazów powinien być nie tylko kalibrowany w czasie instalacji, ale także regularnie kontrolowany i w razie potrzeby ponownie kalibrowany. Do kontroli należy używać dokładnego wzorca — znormalizowanej mieszanki gazowej, tak aby w sterowniku został prawidłowo ustawiony poziom zera i zakres pomiarowy.

Kodeksy postępowania, takie jak norma EN 60079-29-2, określają prawny wymóg kalibracji detektorów gazów palnych (% DGW) oraz wytyczne dotyczące kalibracji detektorów gazów toksycznych (uwaga: w przyszłości prawny wymóg kalibracji obejmie także detektory gazów toksycznych). Zwykle na początku kontrole powinno się przeprowadzać co tydzień, ale w miarę zdobywania doświadczenia przez operatora odstęp ten można przedłużać. Jeśli są wymagane dwa poziomy alarmowe, zwykle ustawia się wartość 20–25% DGW dla dolnego poziomu oraz 50–55% DGW dla górnego.

W przypadku starszych (i tańszych) systemów kontrolę i kalibrację muszą przeprowadzać dwie osoby: jedna umieszcza czujnik w przepływającym gazie, a druga sprawdza odczyt na skali modułu kontrolnego. Następnie w sterowniku są korygowane ustawienia potencjometrów poziomu zerowego i zakresu pomiarowego, do momentu uzyskania odczytu dokładnie odpowiadającego stężeniu mieszanki gazowej.

Należy pamiętać, że jeśli regulację trzeba przeprowadzić w obrębie ognioszczelnej obudowy, najpierw trzeba odłączyć zasilanie i uzyskać zezwolenie na otwarcie obudowy. Obecnie dostępnych jest wiele systemów kalibracji obsługiwanych przez jedną osobę, umożliwiających wykonanie procedur kalibracji przy samym czujniku. Znacznie skraca to czas konserwacji i obniża jej koszt, szczególnie w przypadku czujników zlokalizowanych w trudno dostępnych miejscach, takich jak platformy wiertnicze do wydobywania ropy naftowej lub gazu. Dostępne są również czujniki, które spełniają wymogi norm iskrobezpieczeństwa

i mogą być kalibrowane w dogodnym miejscu poza obiektem (np. w magazynie utrzymania ruchu). Dzięki iskrobezpiecznemu wykonaniu tych czujników można je swobodnie wymieniać w miejscu instalacji bez potrzeby uprzedniego wyłączenia systemu.

Konserwację można więc przeprowadzać przy włączonym systemie — jest ona dużo szybsza i tańsza niż w przypadku pierwszych konwencjonalnych systemów. ■



■ Zasady wykrywania gazów (ciąg dalszy)



I Detektor gazu na podczerwień

Pasmo absorpcyjne wielu gazów palnych mieści się w strefie podczerwieni widma elektromagnetycznego, a zasada absorpcji w podczerwieni jest od wielu lat stosowana jako laboratoryjne narzędzie analityczne. Jednak w latach 80. XX w. postępy w elektronice i optyce umożliwiły konstruowanie urządzeń, których zużycie energii i wymiary były na tyle małe, że technika ta stała się dostępną w przemysłowych układach wykrywania gazów.

Czujniki te mają kilka ważnych zalet w porównaniu z czujnikami katalitycznymi. Zalicza się do nich bardzo szybka reakcja (zwykle krótsza niż 10 sekund), niewielkie wymagania dotyczące konserwacji i znacznie uproszczona kontrola przy użyciu funkcji autotestu, oferowanej przez nowoczesne, sterowane mikroprocesorowo urządzenia. Czujniki te można również budować w taki sposób, aby ich działania nie zakłócały żadne znane „zatruwacze”. W razie uszkodzenia zachowują się bezpiecznie (usterka w urządzeniu nie może wywołać sytuacji krytycznej dla bezpieczeństwa) oraz z powodzeniem funkcjonują w atmosferze gazów obojętnych oraz w szerokim zakresie ciśnień, wilgotności i temperatur otoczenia.

Technika ta działa na zasadzie absorpcji dwóch długości fal w podczerwieni: przez mieszaninę przenika światło o dwóch długościach fal,

z których tylko jedna odpowiada pikowi absorpcyjnemu wykrywanego gazu. Impulsy z dwóch źródeł światła występują naprzemiennie i są kierowane wzdłuż wspólnej drogi optycznej, przez ognioszczelne „okno” i próbkę gazu. Następnie wiązki są odbijane przez retroreflektor i wracają przez próbkę do urządzenia. Tutaj detektor porównuje poziomy sygnał wiązki dostosowanej do próbki i wiązki odniesienia, a na podstawie ich różnicy wskazuje stężenie gazu.

Ten rodzaj detektora nie może wykrywać dwuatomowych cząsteczek gazu, więc nie nadaje się do wykrywania stężenia wodoru. ■



FAKTY DOTYCZĄCE GAZÓW

Temperatura samozapłonu łatwopalnego gazu to temperatura, w której nastąpi zapłon, nawet bez udziału iskry lub płomienia z zewnątrz.

Zasady wykrywania gazów (ciąg dalszy)

Detektor gazów palnych na podczerwień, wykrywający wzdłuż otwartej ścieżki

Tradycyjną, konwencjonalną metodą wykrywania wycieków gazu była detekcja punktowa przy użyciu pewnej liczby czujników na określonym obszarze lub obwodzie. Jednakże w ostatnim czasie stały się dostępne przyrządy wykorzystujące technikę podczerwieni i światło laserowe w postaci szerokiej wiązki (lub otwartej ścieżki), a ich zasięg może wynieść kilkaset metrów. Wczesne konstrukcje wykrywające wzdłuż otwartej ścieżki zwykle uzupełniały detekcję punktową, natomiast przyrządy najnowszej generacji często funkcjonują obecnie jako podstawowa metoda wykrywania. Znaczący sukces odniosły one m.in. w przypadku pływających jednostek do wydobywania, składowania i przeładunku (FPSO), terminali załadunkowych/rozładunkowych, rurociągów, monitoringu obwodowego, platform wiertniczych i magazynów ciekłego gazu ziemnego (LNG).

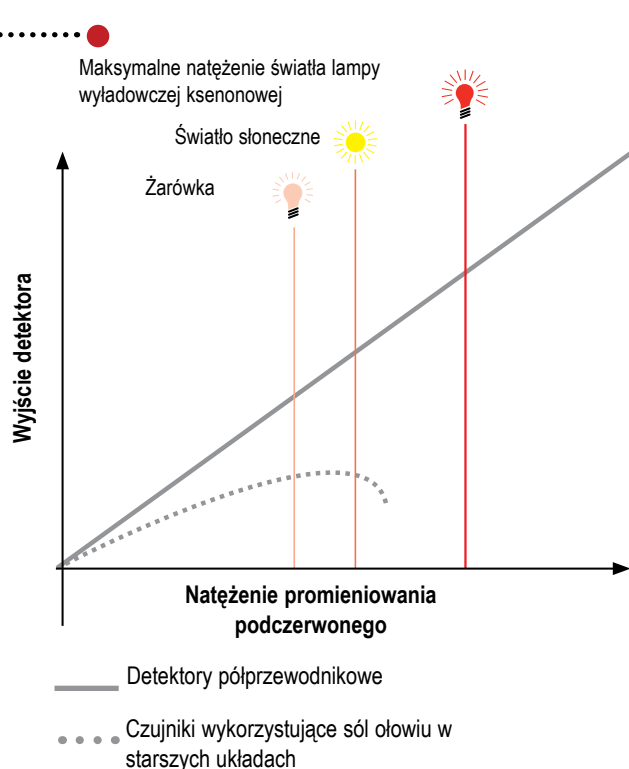
Wczesne konstrukcje wykorzystują wiązki o dwóch długościach fali: pierwsza pokrywa się z pikami absorpcyjnym gazu docelowego, druga — wiązki odniesienia — znajduje się

w pobliżu poza pasmem absorpcji. Przyrząd stale porównuje dwa sygnały przesyłane przez atmosferę, przy użyciu wstecznie rozproszonego promieniowania z retroreflektora albo częściej, w nowszych modelach, za pomocą oddzielnego nadajnika i odbiornika. Wszelkie zmiany stosunku tych dwóch sygnałów są mierzone jako wskazanie ilości gazu. Niestety konstrukcja ta jest wrażliwa na zakłócenia wywołane przez mgłę, której różne rodzaje mogą zwiększać lub zmniejszać stosunek tych sygnałów, powodując fałszywe wskazania ilości gazu: przekroczenie górnego (alarm) lub dolnego (błąd) zakresu skali. W przyrządach najnowszej generacji stosowany jest podwójny filtr pasmowy z dwiema długościami fal odniesienia (po jednej z obu stron próbki), zapewniający pełną kompensację zakłóceń wywołanych przez wszystkie rodzaje mgły i deszczu. Inne problemy występujące w starszych konstrukcjach rozwiązano, wprowadzając współosiowy układ optyczny w celu wyeliminowania fałszywych alarmów na skutek częściowego zasłonięcia wiązki.

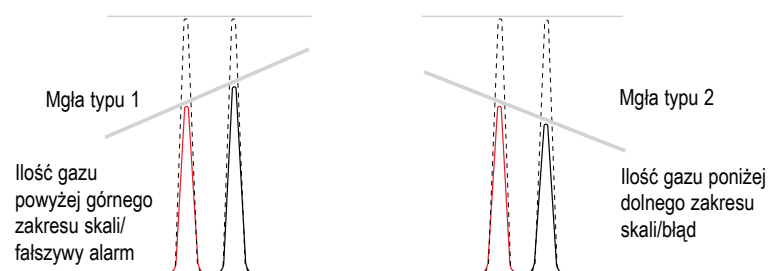


Natomiast dzięki ksenonowym lampom wyładowczym i detektorom półprzewodnikowym przyrządy te stały się całkowicie odporne na zakłócenia wywołane przez światło słoneczne lub inne źródła promieniowania, takie jak pochodnie gazowe, spawanie łukowe lub błyskawice.

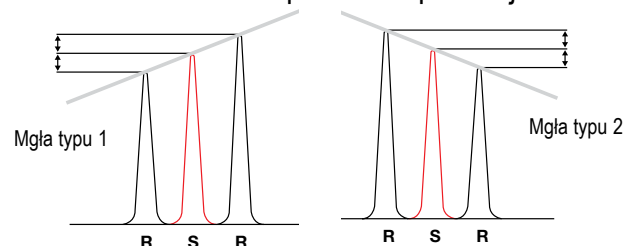
Detektory z otwartą ścieżką w rzeczywistości mierzą całkowitą liczbę cząsteczek gazu (tzn. ilość gazu) w wiązce. Wartość ta różni się od zwykłego stężenia gazu w danym punkcie i w związku z tym wyrażana jest jako wartość procentowa poziomu dolnej granicy wybuchowości (% DGW). ■



Układ z jedną długością fali odniesienia — zakłócenie wywołane przez mgłę



Układ z dwiema długościami fali odniesienia — pełna kompensacja



Zasady wykrywania gazów (ciąg dalszy)

Czujniki wyposażone w ogniwo elektrochemiczne

Czujniki elektrochemiczne przeznaczone dla określonych gazów można stosować do wykrywania większości powszechnie występujących gazów toksycznych, w tym CO, H₂S, Cl₂, SO₂ itp. w szerokim zakresie zastosowań związanych z zapewnieniem bezpieczeństwa.

Czujniki elektrochemiczne są компактowymi urządzeniami, które pobierają bardzo mało energii, charakteryzują się doskonałą liniowością i powtarzalnością, a także przeważnie długą żywotnością, która zwykle wynosi od jednego roku do pięciu lat. Czas reakcji, określany symbolem T90 wskazującym czas do osiągnięcia 90% wskazania końcowego, wynosi przeważnie od 30 do 60 sekund, natomiast minimalny zakres wykrywania mieści się w przedziale od 0,02 do 50 ppm, zależnie od rodzaju badanego gazu.

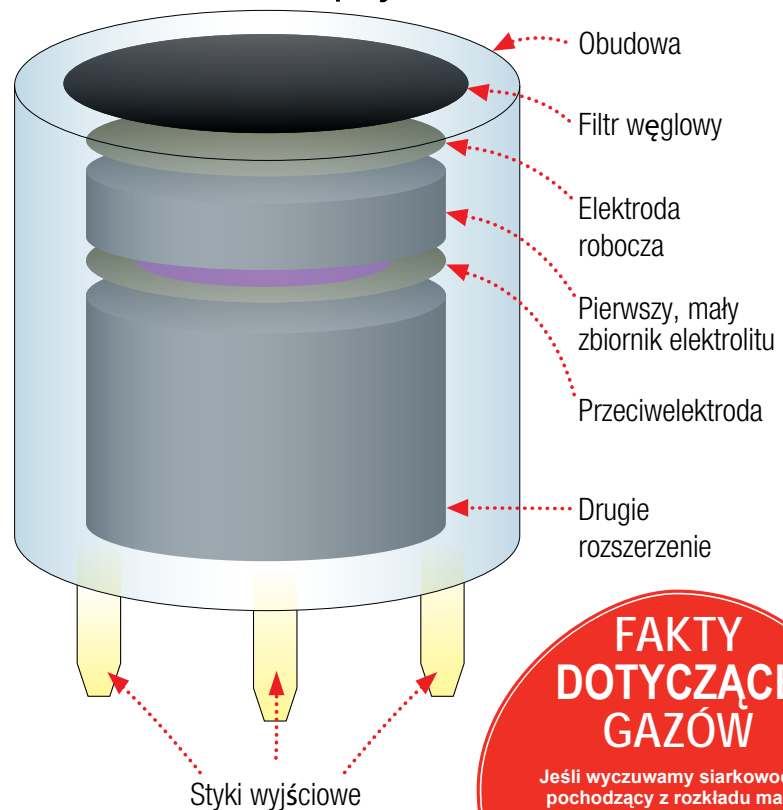
Dostępnych jest wiele konstrukcji ogniw elektrochemicznych, lecz wszystkie je łączy wiele wspólnych cech, które wymieniono poniżej:

Trzy elektrody do dyfuzji gazu aktywnego zanurzone są we wspólnym elektrolicie, którym często jest stężony roztwór wodny kwasu lub soli zapewniający efektywny przepływ jonów między elektrodą roboczą i przeciwelektrodami.

W zależności od zastosowanego ogniwa, gaz docelowy ulega albo utlenianiu, albo redukcji na powierzchni elektrody roboczej. Reakcja ta powoduje zmianę potencjału elektrody roboczej w stosunku do elektrody odniesienia. Podstawową funkcją elektronicznego obwodu sterującego podłączonego do ogniwa jest minimalizacja różnic tego potencjału poprzez przesyłanie prądu między elektrodą roboczą a przeciwelektrodami, przy czym wartość mierzonego prądu jest proporcjonalna do wartości stężenia gazu docelowego. Gaz przedostaje się do ogniwa przez zewnętrzną barierę dyfuzyjną, która przepuszcza gaz, lecz zatrzymuje ciecz. Aby ograniczyć ilość gazu mającego kontakt z elektrodą roboczą, a tym samym zachować „amperometryczny” charakter pracy ogniwa, w wielu konstrukcjach stosuje się kapilarną barierę dyfuzyjną.

Prawidłowe działanie wszystkich ogniw elektrochemicznych wymaga tlenu o minimalnym stężeniu, co sprawia, że nie nadają się one do monitorowania pewnych procesów. Mimo iż elektrolit zawiera pewną ilość rozpuszczonego tlenu i umożliwia krótkookresowe (kilkuminutowe) wykrywanie gazu docelowego w pozbawionym tlenu

Opatentowana konstrukcja Surecell™ z dwoma pojemnikami na elektrolit



FAKTY DOTYCZĄCE GAZÓW

Jeśli wyczuwamy siarkowodór pochodzący z rozkładu masy organicznej w postaci zapachu zgnitych jaj, oznacza to, że wyczuwamy go przy stężeniu na poziomie zaledwie 1 ppm. Stężenie H₂S na poziomie 1000 ppm wystarczy, aby zabić człowieka.

środoisku, zdecydowanie zaleca się, aby we wszystkich strumieniach gazów stosowanych w trakcie kalibracji powietrze było w nich głównym składnikiem lub rozcieńczalnikiem.

Wykrywanie określonego gazu docelowego osiąga się przez optymalizację układu elektrochemicznego, tzn. dobór odpowiedniego katalizatora i elektrolitu, lub zastosowanie w ogniwie filtrów, które będą fizycznie pochłaniać pewne cząsteczki gazu zakłócające wskazania lub wchodzić z nimi w reakcje chemiczne, aby uwypuklić indywidualne właściwości gazu docelowego. Ważnym jest, aby w celu zrozumienia wpływu gazów potencjalnie zakłócających reakcję ogniwa, zapoznać się z odpowiednią instrukcją obsługi urządzenia.

Konieczność użycia wodnych roztworów elektrolitów w ogniwach elektrochemicznych

sprawia, że produkt ten jest wrażliwy na warunki otoczenia: temperaturę i wilgotność. W związku z tym w opatentowanej konstrukcji Surecell™ zastosowano dwa zbiorniki elektrolitu, co pozwala na wzrost lub spadek ilości elektrolitu przy wysokiej lub niskiej temperaturze albo wilgotności.

Gwarantowana żywotność czujnika z ogniwem elektrochemicznym wynosi zwykle dwa lata, ale faktyczny czas eksploatacji często przekracza podawane wartości. Wyjątkami są czujniki tlenu, amoniaku i cyjanowodoru, w przypadku których elementy ogniwa muszą się zużywać, ponieważ wynika to z reakcji wykrywania substancji. ■

Zasady wykrywania gazów (ciąg dalszy)

Detektory fotojonizacyjne (PID)

Tę zasadę wykrywania stosuje się często w przenośnych wykrywaczach gazów, a jej celem jest zapewnienie wysoce czułego monitorowania lotnych związków organicznych (LZO) lub innych gazów, takich jak węglowodory chlorowane, które trzeba wykrywać nawet w bardzo małych stężeniach.

Czujnik PID jest w stanie wykrywać stężenia na poziomie części na miliard (ppb), co jest konieczne w przypadku obecności LZO, które mogą być bardzo toksyczne nawet w niewielkich ilościach.

Zasada ta opiera się na wykorzystaniu wysokoenergetycznych fotonów, które zwykle mieszczą się w zakresie promieniowania UV i rozbijają cząsteczki gazów na dodatnio naładowane jony. Gdy cząsteczki gazów napotkają światło UV, światło to zostanie pochłonięte, powodując jonizację cząsteczek. Dzieje się tak, ponieważ światło UV wzbudza cząsteczki, co wywołuje w nich chwilową utratę elektronów, czego następstwem jest powstanie dodatnio naładowanych jonów. W procesie tym gaz zostaje naładowany elektrycznie, a prąd powstały z dodatnio naładowanych

jonów pełni rolę sygnału wyjściowego detektora gazu. Oznacza to, że wyższemu natężeniu prądu elektrycznego odpowiada wyższe stężenie gazu w środowisku, ponieważ przy większym stężeniu gazu powstanie więcej dodatnio naładowanych jonów.

Popularność detektorów PID wynika z ich sprawności, możliwości wykrywania niewielkich stężeń oraz z niskich kosztów użytkowania (w porównaniu z detektorami gazów działającymi na innych zasadach). Bardziej szczegółowe informacje na temat zalet detektorów PID podano w części *Przenośne detektory gazów* na stronie 52. ■

Chemcassette®

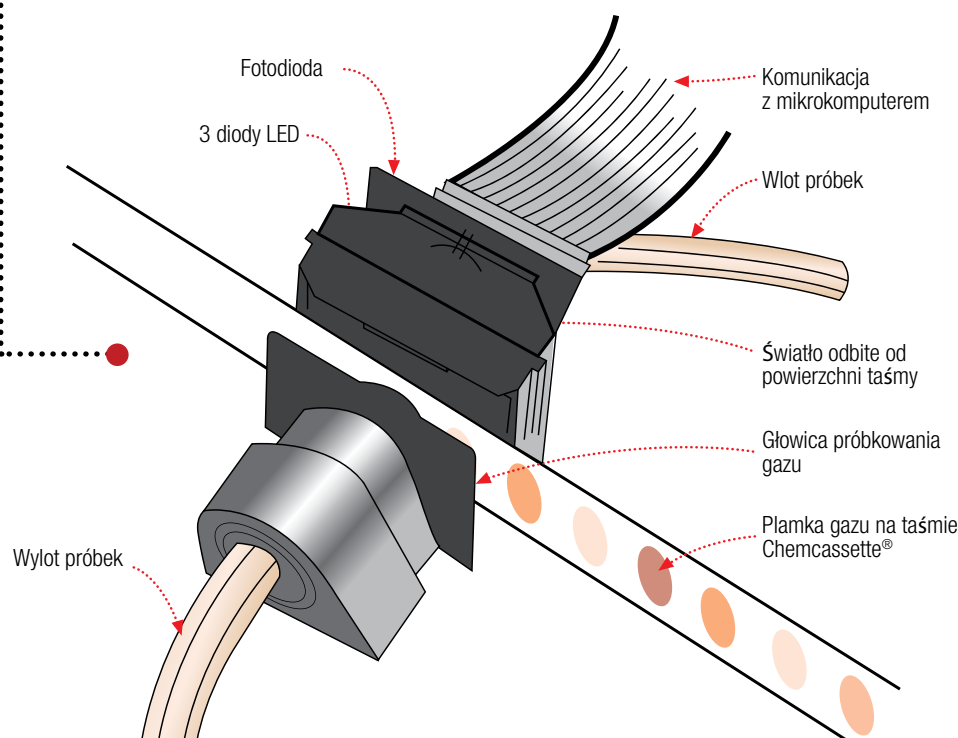
Chemcassette® to technologia polegająca na zastosowaniu absorbentu w postaci papierowej taśmy filtracyjnej, która pełni rolę suchego reagującego substratu. Obejmuje ona zarówno układ zbierania gazu, jak i czynniki do jego analizy i może być stosowana w trybie ciągłym. Działanie systemu oparto na klasycznych technikach kolorymetrii, a nadaje się on do wykrywania skrajnie niskich stężeń określonych gazów. Można go stosować

z powodzeniem do szerokiej gamy różnych bardzo toksycznych substancji, takich jak dwuizocyjany, fosgen, chlor, fluor oraz wielu wodorków w postaci gazowej używanych przy produkcji półprzewodników.

Intensywność plamki mierzy się za pomocą układu elektrooptycznego, który odbija światło od powierzchni substratu i kieruje je na fotokomórkę umieszczoną pod kątem

względem źródła światła. Następnie wraz z rosnącą intensywnością plamki to odbite światło ulega słumieniu, a jego zmniejszone natężenie odbiera fotodetektor w postaci sygnału analogowego. Z kolei sygnał ten zostaje przetworzony do postaci cyfrowej i przedstawiony w formie stężenia gazu za pomocą wygenerowanej krzywej kalibracji oraz odpowiedniego oprogramowania. Chemcassette® to wyjątkowa technologia, która nie tylko zapewnia szybkość, czułość i wykrywanie określonych gazów, lecz jest jednocześnie jedynym dostępnym rozwiązaniem umożliwiającym pozostawienie fizycznego dowodu (w postaci plamki na taśmie) na wystąpienie wycieku lub uwolnienie gazu.

Specyfikę i czułość wykrywania osiąga się poprzez stosowanie odczynników chemicznych o specjalnym składzie, które reagują wyłącznie z gazem lub gazami zawartymi w próbce. Gdy cząsteczki gazów zawarte w próbce przechodzą przez taśmę Chemcassette® pod wpływem zasysania wytwarzanego przez pompę próżniową, reagują z suchymi odczynnikami chemicznymi i tworzą kolorowe plamy charakterystyczne wyłącznie dla tego gazu. Intensywność tych plamek jest proporcjonalna do stężenia reagenta gazowego, co oznacza, że im większe jest stężenie gazu, tym ciemniejsza jest plamka. Starannie regulując częstotliwość próbkowania i prędkość przepływu, przy których próbka pozostawia ślad na taśmie Chemcassette®, można łatwo uzyskać dokładność wykrywania na poziomie części na miliard tzn. 10^{-9} . ■



Zasady wykrywania gazów (ciąg dalszy)

Porównanie technik wykrywania gazów

Metoda wykrywania	Katalityczne	ECC	Podczerwień, punktowa	Technologia Open Path	PID	Półprzewodnikowa	Papierowa taśma
Działa w atmosferze obojętnej	Nie (wymaga obecności tlenu)	Nie (wymaga obecności tlenu)	Tak	Tak	Tak	Nie (wymaga obecności tlenu)	Nie (wymaga obecności tlenu)
Odporność na zatruwacze	Podatność na działanie zatruwaczy takich jak związki zawierające ołów i siarkę, pary silikonów i fosforany	Tak	Tak	Tak	Tak	Podatność na zatruwacze takie jak związki halogenków, pary silikonów, żrące i kwasowe płyny oraz stężone pary	Tak
Wykrywa wodór	Tak	Tak	Nie	Nie	Nie	Nie	Nie
Skuteczność w 100% wilgotności	Tak	Tak	Tak	Tak	Nie	Tak	Nie
Skuteczność w warunkach normalnego ciśnienia	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak
Skuteczność we wszystkich temperaturach	Tak	Nie (niektóre modele mogą być niestabilne w niskich i wysokich temperaturach)	Tak	Tak	Tak	Nie (niektóre modele mogą wykazywać błędy poniżej -40°C i powyżej 90°C)	Nie (niektóre modele mogą wykazywać błędy poniżej 10°C i powyżej 40°C)
Odporność na pył/zabrudzenia	Tak, po zastosowaniu odpowiedniej osłony przed pyłem i czynnikami atmosferycznymi	Tak, po zastosowaniu odpowiedniej osłony przed pyłem i czynnikami atmosferycznymi	Tak, po zastosowaniu odpowiedniej osłony przed pyłem i czynnikami atmosferycznymi	Tak, po zastosowaniu odpowiedniej osłony przed pyłem i czynnikami atmosferycznymi	Tak, po zastosowaniu odpowiedniej osłony przed pyłem i czynnikami atmosferycznymi	Tak, po zastosowaniu odpowiedniej osłony przed pyłem i czynnikami atmosferycznymi	Tak, po zastosowaniu odpowiedniego filtra i osłony przed pyłem
Odporność na światło słoneczne	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Nie (uszkadza taśmę)
Skuteczność w atmosferze bogatej w O ₂	Tak	Nie (może zmieniać wskazania i czas reakcji)	Tak	Tak	Tak	Nie (może zmieniać wskazania i czas reakcji)	Nie (wykrywanie kwasów mineralnych jest zakłócone w atmosferach bogatych w tlen)
Odporność na błąd ludzki	Nie	Nie	Nie	Nie, np. nieprawidłowa regulacja	Nie	Nie	Nie
Szybkość odpowiedzi	<20 s	<30 s (typowo)	<6,5 s	<3–5 s	<5 s	<60 s	<10–30 s
Wymagania w zakresie konserwacji	Wysokie	Wysokie	Niskie	Niskie	Wysokie	Wysokie	Wysokie

Dobór detektorów gazu

Na rynku dostępnych jest wiele urządzeń do wykrywania gazu, które mogą wydawać się takie same, lecz dokładniejsze zapoznanie się z ich specyfikacjami technicznymi, charakterystyką i dostępnymi funkcjami pozwala ujawnić główne różnice dotyczące możliwości oraz potencjalnej wartości tych urządzeń. Podobnie też poszczególne miejsca pracy urządzeń są wyjątkowe pod względem konstrukcji, potrzeb oraz realizowanych procesów.

Poznaj zagrożenia w swoim zakładzie

Przed rozpoczęciem procesu doboru urządzeń do wykrywania gazu należy przeprowadzić ocenę ryzyka. Każda firma zatrudniająca pracowników jest zobowiązana prowadzić procesy oceny ryzyka w celu zidentyfikowania potencjalnych zagrożeń, w tym mogących obejmować potencjalne zagrożenia pochodzące od gazów, par lub niedoboru tlenu. W przypadku zidentyfikowania zagrożeń gazowych sposobem na ograniczenie poziomu ryzyka jest zastosowanie detektorów gazu.

Identyfikacja głównego celu

Aby stosownie do realizowanych procesów oraz wykrywanych gazów umożliwić prowadzenie dokumentacji związanej zarządzaniem bezpieczeństwem i higieną pracy, konieczne może być również stosowanie zdalnych lub znajdujących się poza terenem zakładu systemów alarmowych, a także rejestrowanie danych/ prowadzenie raportów na temat zaistniałych zdarzeń. Kolejnym czynnikiem mającym wpływ na konieczność prowadzenia bardziej szczegółowych raportów może być obowiązek przestrzegania przepisów lub warunków stawianych przez firmę ubezpieczeniową.

Znajomość głównego celu oraz motywacja składająca do posiadania systemu wykrywania gazu stanowią pierwszy krok w kierunku wybrania najlepszego rozwiązania.



Zadawaj odpowiednie pytania

Gdy już zidentyfikujesz główny cel, dobór odpowiedniego wyposażenia zależy od uzyskania odpowiedzi na kilka kluczowych pytań. Można je podzielić na trzy szeroko pojmowane kategorie:

- Wykrywane gazy oraz miejsca, z których mogą one pochodzić.
- Warunki lokalne i środowiskowe miejsca pracy detektorów.
- Łatwość obsługi przez operatorów oraz pracowników realizujących rutynowe prace serwisowe.

Odpowiedzi na te pytania będą miały bezpośredni wpływ na proponowane rozwiązanie oraz związane z nim koszty dostawy i utrzymania wyposażenia.

Wykrywane gazy oraz miejsca, z których mogą one pochodzić

Przeprowadzając ocenę ryzyka, należy zidentyfikować gazy, które będą wykrywane. Niemniej doświadczeni producenci urządzeń do wykrywania gazu i zaakceptowani przez nich dystrybutorzy często są w stanie świadczyć pomoc w tym zakresie, opierając się na doświadczeniu zyskanym przy podobnych zastosowaniach. Należy jednak pamiętać, że to użytkownik końcowy jest odpowiedzialny za zidentyfikowanie wszystkich potencjalnych zagrożeń.



Dostawca urządzeń do wykrywania gazu korzysta z opublikowanych danych w celu dokonania identyfikacji, czy dany gaz jest łatwopalny, toksyczny lub czy może wywołać asfiksję oraz określenia względnych stężeń, przy których gaz ten może spowodować zagrożenie. Celem idealnie dobranego rozwiązania w zakresie wykrywania gazu jest wykrycie gazu i zaalarmowanie o jego obecności jeszcze przed osiągnięciem niebezpiecznych poziomów stężenia. Te same opublikowane dane zawierają informacje określające, czy gaz lub para są lżejsze lub cięższe od powietrza, gdyż czynnik ten będzie miał wpływ na określenie położenia czujników w miejscach wykrywania gazów.

Należy także zidentyfikować potencjalne źródła emisji gazu, ponieważ dane te pomogą określić liczbę oraz lokalizację detektorów, które mają wejść w skład stacjonarnego systemu wykrywania gazów.

W przypadku gdy źródło emisji gazu nie jest znane, lepszym rozwiązaniem może być stosowanie przenośnych detektorów gazu noszonych przez pracowników zakładu.

Typowe źródła gazu:

- Występowanie w przyrodzie, np. metan i siarkowodor pochodzące z rozkładu odpadów
- Wyciek z rurociągu lub zbiornika magazynowego, np. przesył gazu ziemnego rurociągiem
- Emisja gazów z procesu spalania, np. tlenek węgla pochodzący z gazów spalinowych lub spalin kotłowych
- Emisja gazów z procesów produkcyjnych, np. rozpuszczalniki w przemyśle produkcji farb i powłok malarskich
- Emisje gazów z zakładu produkcyjnego, np. amoniak pochodzący z chłodni lub azot pochodzący z instalacji przesyłu azotu



Uwzględnij warunki środowiskowe

Na wydajność, dokładność i niezawodność wszystkich urządzeń do wykrywania gazu wpływać będą warunki środowiskowe, na których oddziaływanie będą one wystawione. Temperatura, poziomy wilgotności i ciśnienia w danym miejscu będą bezpośrednio wpływać na wybór rodzaju wyposażenia. Na rodzaj odpowiedniego dla danego zastosowania urządzenia wpływ mogą mieć także dodatkowe czynniki, np. ewentualne drgania pochodzące z samego procesu produkcyjnego, różnice warunków między dniem a nocą, a także zmiany sezonowe. Należy uwzględnić, czy urządzenie będzie pracować w budynku, czy na zewnątrz, gdyż może to mieć istotny wpływ na konstrukcję urządzenia. Na przykład w miejscach znajdujących się na zewnątrz narażonych na takie czynniki jak wiatr, deszcz i rozpylona sól należy zainstalować urządzenia, który będą odporne na żrące oddziaływanie takiego środowiska. Chociaż urządzenia stosowane wewnątrz budynków zwykle będą wymagać mniej wytrzymałej obudowy, należy wziąć pod uwagę te obszary w budynkach, które będą często polewane wodą z węża. W miejscach, w których często występują woda/wilgoć, zapylenie i brud, należy stosować urządzenia zabezpieczone przed dostaniem się do nich wody/brudu. Bardziej szczegółowe informacje podano w części *Stopień ochrony obudów* na stronie 92.

Oprócz naturalnych czynników środowiskowych takich jak pogoda w środowisku mogą występować inne materiały, które będą miały potencjalny wpływ na rodzaj wybieranego wyposażenia. Mogą to być pierwiastki o właściwościach żrących, takie

jak na przykład siarkowodor, lub unoszące się w powietrzu związki mogące negatywnie wpływać na niezawodność działania niektórych czujników, takie jak silikony, które zanieczyszczają czujniki katalityczne.

Kolejną ważną kwestią jest możliwość użycia urządzenia w pewnych niebezpiecznych miejscach. Obszary, w których występują zagrożenia, są klasyfikowane zgodnie z przyjmowanym prawdopodobieństwem występowania gazów. Ważne jest, aby urządzenie nie było w stanie doprowadzić do zapłonu chmury gazowej. Mając to na uwadze, opracowano urządzenia iskrobezpieczne (Ex ia/Ex ib) lub w wykonaniu przeciwybuchowym (Ex d), zapewniające wyższy poziom bezpieczeństwa. Bardziej szczegółowe informacje podano w części *Klasyfikacja obszarów* na stronie 86.

Kompetentny dostawca urządzeń do wykrywania gazu będzie oferować szereg różnych dostępnych technologii wykrywania, które można wykorzystać dla określonych zastosowań. Ponadto warunki środowiskowe zaczynają mieć wpływ na określenie najlepszej pod względem mechanicznym konfiguracji ostatecznego rozwiązania.

Funkcjonalność urządzenia

Kolejny obszar, który należy wziąć pod uwagę, wiąże się z dodatkową funkcjonalnością urządzeń. Takie kwestie, jak konfiguracja okablowania, mają znaczenie zwłaszcza w przypadku modernizacji istniejącego systemu. Jeśli przyrząd ma zostać zintegrowany z odrębnym systemem bezpieczeństwa, wymagane może być także zastosowanie określonych protokołów komunikacyjnych, np. HART®, Lonworks lub

Modbus®. Bardziej szczegółowe informacje podano w części *Protokoły komunikacji* na stronie 48.

Uwagę należy także poświęcić wymaganiom dotyczącym lokalnych wyświetlaczy na przetwornikach, natomiast lokalna konfiguracja urządzeń i wyświetlacze stężenia gazów mogą stanowić użyteczne uzupełnienie.

Do problematyki oceny funkcjonalności urządzenia należy podchodzić w sposób całościowy. Urządzenia dostępne są w wielu wariantach i, jak można się spodziewać, ich zwiększona funkcjonalność wiąże się ze wzrostem kosztów. I tu także współpraca ze specjalistami w dziedzinie wykrywania gazu może być pomocna dzięki możliwości identyfikacji potencjalnie wartościowych dodatkowych możliwości technicznych. Takie rozwiązania, jak lokalne wyświetlacze, lokalne interfejsy użytkownika, zgodność oprogramowania, liczba wymaganych przekaźników i wyjść, możliwość zamontowania zdalnych czujników, automatyczna diagnostyka, wymiana wkładów bez odłączania zasilania oraz możliwość rejestracji danych, stanowią dodatkowe korzyści dla użytkownika i sprawiają, że jeden produkt jest bardziej przydatny od innego.

Łatwość obsługi przez operatorów oraz pracowników realizujących rutynowe prace serwisowe

Kolejną ważną kwestią jest rutynowa konserwacja. Niektóre gazy i pary można wykryć wieloma różnymi czujnikami, na przykład gazy węglowodorowe czujnikami katalitycznymi lub czujnikami niedyspersyjnej absorpcji podczerwieni (NDIR). Czujniki katalityczne nie zapewniają bezpiecznego działania w przypadku usterki, dlatego mogą wymagać częstych rutynowych konserwacji, natomiast czujniki, w których zastosowano technologię NDIR, zwykle charakteryzuje wyższa cena zakupu, lecz mogą one wymagać rzadszych rutynowych konserwacji. Należy zidentyfikować dostępne w firmie zasoby umożliwiające przeprowadzenie takich rutynowych konserwacji, a w przypadku braku takich zasobów przy wyborze odpowiedniego urządzenia ważnym czynnikiem jest określenie budżetu na prowadzenie konserwacji przez podmiot zewnętrzny.

Przestój urządzeń do wykrywania gazu w trakcie prowadzenia rutynowej wymiany czujników może doprowadzić do strąt produkcyjnych. Jeśli jest to przedmiotem troski użytkownika, niektóre rozwiązania mogą zapewnić szybki, prosty i bezpieczny sposób wymiany czujników bez potrzeby zatrzymywania pracy systemu lub obiektu.

Dobry dostawca urządzeń do wykrywania gazu powinien być w stanie zaoferować szereg pakietów serwisowych pozwalających zachować sprawność urządzeń. Szczegółowe informacje dotyczące obsługi urządzeń podano w części *Konserwacja i bieżąca obsługa detektorów gazu* na stronie 106. ■

Maksymalizacja czasu pracy i wydajności

Pojęcie „inteligentnej” funkcji może dla różnych użytkowników oznaczać różne rzeczy — może obejmować o wiele więcej niż tylko funkcje urządzenia i wbudowane układy logiczne. Najmądrzejsze rozwiązania to takie, które zapewniają wydajność i korzyści finansowe w całym okresie eksploatacji produktu.

Urządzenia z oprogramowaniem sprzętowym często są postrzegane jako „bardziej inteligentne” niż tradycyjne układy analogowe, ponieważ mogą przeprowadzać automatyczną diagnostykę, są dokładniejsze i mogą skracać czas przeznaczony na kalibrację lub serwisowanie urządzeń. Obecnie bardziej niż kiedykolwiek wcześniej firmy zwracają uwagę na ograniczanie kosztów, maksymalizację wydajności oraz wybór przemysłowych rozwiązań, które mogą przyczynić się do znacznych oszczędności na przestrzeni całego okresu eksploatacji.

Niekoniecznie oznacza to, że urządzenie może przynieść oszczędności, jeśli jest wyposażone w zaawansowane układy logiczne. Produkty można właściwie ocenić wyłącznie w kontekście ich późniejszego zastosowania i umiejscowienia. Oznacza to, że oceniając ostatecznie trafność

danego wyboru, należy wziąć pod uwagę samo zastosowanie, czynniki środowiskowe i inne elementy, jakie mogą mieć wpływ na urządzenie. W niektórych sytuacjach najprostszym „nieinteligentnym” urządzeniem może być lepszym wyborem w danym zastosowaniu. Uwidacznia się to wyraźnie w podziale, jaki występuje w światowym przemyśle petrochemicznym, w którym w różnych regionach wdraża się różne technologie.

Funkcjonalność niekoniecznie musi być „inteligentna”, aby dawała znaczący efekt. Urządzenia serii Sensepoint XCD firmy Honeywell Analytics są wyposażone w trójkolorowy wyświetlacz, który umożliwia szybkie odczytanie stanu modułu — nawet z pewnej odległości: kolor zielony oznacza normalną pracę, żółty oznacza błąd, a czerwony — stan alarmu. Mimo że na rynku występuje wiele modeli wyposażonych

w trójkolorowe wskaźniki LCD, urządzenia serii Sensepoint XCD są wyposażone w ekran z pełnym kolorowym podświetleniem, które jest łatwo widzialne z odległości. Rzeczywiste oszczędności, jakie może przynieść ta funkcja, można zilustrować następującym przykładem: rozważmy zakład przemysłowy, w którym szereg detektorów monitoruje zagrożenia związane z gazem i przesyła informacje zwrotne do sterownika programowalnego (PLC). W razie wystąpienia stanu zagrożenia inżynier odpowiedzialny za obsługę techniczną musi wejść do danego obszaru i znaleźć detektor, który sygnalizuje alarm lub błąd. Jeśli zakład jest duży i posiada wiele punktów monitorowania, może to zająć dużą ilość czasu. W przypadku urządzeń Sensepoint XCD detektor sygnalizujący alarm/błąd będzie wyraźnie widoczny dzięki jasnemu podświetleniu ekranu, co oznacza, że pracownik zakładu uda się wprost do



właściwego detektora, a dzięki kodowi kolorowemu stan urządzenia można łatwo odczytać na pierwszy rzut oka.

Cechy urządzeń, takie jak trójkolorowy wyświetlacz stosowany w serii Sensepoint XCD, są niekiedy „inteligentne” lub zaawansowane technologicznie co do samej zasady, ale jak pokazuje powyższy przykład, wynikające z nich oszczędności czasu, a tym samym niższe koszty, mogą czynić z nich mądrzejszy wybór w zestawieniu z innymi porównywalnymi rozwiązaniami. Co więcej, wyświetlacze tych urządzeń eliminują konieczność dodatkowych wydatków związanych z integracją lokalnych lamp sygnalizacyjnych, co również daje oszczędności.

Oszczędzaj czas... oszczędzaj pieniądze

Systemy najkorzystniejsze z punktu widzenia kosztów to takie, które umożliwiają szybkie i łatwe użycie urządzenia oraz wymagają minimalnych nakładów szkoleniowych. Nawet nieznaczne ograniczenie czasu wymaganego przez każde urządzenie — zaledwie o kilka minut — może szybko przełożyć się na duże oszczędności, co wyraźnie pokazuje poniższy hipotetyczny przykład: rozważmy obiekt, w którym występuje 100 czujników katalitycznych. Jeśli każdy moduł wymaga 10 minut na kontrolę i ponowną kalibrację przy zastosowaniu pierwszego rozwiązania, a 6 minut w przypadku drugiego rozwiązania, można uzyskać oszczędności w wymiarze 37% kosztów pracy dzięki zaoszczędzeniu zaledwie 4 minut na każdym urządzeniu.

Produkty takie jak urządzenia z serii Sensepoint XCD i uniwersalne przetworniki XNX firmy Honeywell Analytics stanowią kompletne rozwiązania w kwestii monitorowania zagrożeń związanych z tlenem i gazami toksycznymi oraz palnymi, a także wykorzystują ten sam interfejs i te same metody kalibracji. To oznacza, że operatorzy nie muszą być szkoleni w zakresie użytkowania każdego wariantu oddzielnie. Jest to szczególnie ważne, ponieważ zakłady mogą się rozwijać, a procesy mogą ulegać zmianie, co oznacza, że mogą być konieczne dodatkowe detektory gazu. Korzystanie z takich urządzeń oznacza, że szkolenia można ograniczyć do minimum, a gdy weźmie się pod uwagę opłaty za szkolenia, wydatki związane z przewozem pracowników na miejsce szkolenia, a także koszty wynikające z konieczności zatrudnienia dodatkowych pracowników na czas szkolenia jednej grupy, może to prowadzić do znacznych oszczędności.

Każde ograniczenie strat produkcyjnych oznacza oszczędności. Rozważmy obiekt, w którym używa się urządzeń takich jak przenośny detektor gazów palnych Sensepoint XCD (RFD) do monitorowania obecności metanu w środowisku zagrożonym wybuchem. Zdolność urządzenia do generowania użytecznych ostrzeżeń sygnalizujących potrzebę wykonania konserwacji może ograniczyć występowanie fałszywych alarmów.

Zasada inteligentnego czujnika i kalibracji

Łatwość operacji wymiany czujnika i kalibracji również może przynieść oszczędności. Można to zobrazować na przykładzie funkcji automatycznego rozpoznawania czujników typu „Plug and Play” zastosowanej m.in. w urządzeniach Apex firmy Honeywell Analytics, które korzystają z zaawansowanych, wstępnie skalibrowanych czujników. Czujniki te można zabrać w teren i wymienić w zaledwie jedną minutę.

Oznacza to, że wymianę 100 czujników Apex można zakończyć w czasie krótszym niż 2 godziny w porównaniu z technologią standardowych czujników, przy której wymiana i ponowna kalibracja czujnika w jednym urządzeniu może zająć od 20 do 30 minut (co daje w sumie 3 i pół dnia pracy).

Potencjał kumulowania oszczędności

Powiedzenie, że „jakość jest proporcjonalna do ceny”, często ma w sobie wiele prawdy, co oznacza, że urządzenia bardziej „inteligentne” i wyposażone w zaawansowane funkcje mają przeważnie wyższą cenę zakupu. Jednak wydatek ten często może się zwrócić wielokrotnie, co można zobrazować na przykładzie oszczędności kosztów pracy, jakie może przynieść automatyczne rejestrowanie danych. Sterownik systemu wykrywania pożaru i gazu, który może regularnie przeprowadzać automatyczne rejestrowanie danych, może kosztować o 500 dolarów więcej (zakładając teoretycznie) niż sterownik bez takiej funkcji. Jeśli funkcja rejestracji automatycznej jest niedostępna, to zakład, w którym wymagane jest rejestrowanie danych co godzinę, będzie potrzebował pracownika technicznego, który będzie wykonywał tę pracę ręcznie. Jeśli wykonanie każdej kontroli rejestru danych wymaga 15 minut, to przy 16-godzinnym dniu pracy (wiele zakładów pracuje na dwie zmiany po osiem godzin) 4 godziny będą potrzebne na wykonywanie koniecznych kontroli. Przez rok eksploatacji urządzenia kupujący zaoszczędzi około 208 roboczogodzin.

To samo można powiedzieć o aspektach takich jak inteligentne platformy komunikacji, np. HART®, Modbus® i LonWorks, w których zastosowano rozbudowaną, dwukierunkową komunikację między urządzeniem a systemem sterowania. Taki rodzaj funkcjonalności może przynosić wiele potencjalnych korzyści, jak na przykład wspomaganie planowanych czynności konserwacyjnych. Ten typ komunikacji umożliwia operatorom ustalanie harmonogramów konserwacji i lepsze wykorzystanie czasu pracy, a także zapewnienie maksymalnego czasu sprawnego działania urządzeń. W przypadku obiektów, które korzystają z infrastruktury 4–20 mA, protokół HART® może zapewnić zaawansowaną komunikację bez konieczności zastosowania dodatkowego okablowania, a biorąc pod uwagę, że okablowanie stanowi najwyższy jednorazowy koszt dla każdego obiektu, jest to szczególnie ważna cecha. Bardziej szczegółowe informacje podano w części *Protokoły komunikacji* na stronie 48.

Można również ograniczyć czas pracy w terenie, ponieważ urządzenia, które zostały wyłączone na czas wykonania czynności obsługowych, nie muszą być ręcznie włączane przez drugiego pracownika pracującego w sterowni — urządzenia mogą włączać się do sieci automatycznie. Ta funkcja ogranicza również występowanie fałszywych alarmów, które mogą niekorzystnie wpływać na wydajność produkcyjną zakładu.

Wartość uniwersalnych rozwiązań konstrukcyjnych

Nowoczesne urządzenia są projektowane nie tylko z myślą o funkcjonalności. Sama budowa produktów również musi być niezwykle starannie przemyślana, ponieważ na przykład opracowanie uniwersalnych elementów konstrukcyjnych i zamiennych może prowadzić do ograniczenia liczby potrzebnych części zapasowych. W przemyśle średnio 2–5% łącznej wartości zamówienia stanowią wymagane zapasowe części zamiennie. Zapas części zamiennych można także ograniczyć poprzez zastosowanie urządzeń o uniwersalnej konstrukcji, takich jak uniwersalny przetwornik XNX. Zazwyczaj przy korzystaniu z uniwersalnych przetworników XNX wysokość łącznych kosztów systemu związanych z zapasem części zamiennych można ograniczyć do jednej trzeciej kosztów, jakie występują w przypadku konwencjonalnego systemu, w którym używa się przetworników różnych typów. Wynika to z braku konieczności posiadania różnych typów części zamiennych do różnego typu przetworników, które mogą być zamontowane.

Kolejnym wartościowym aspektem urządzeń mających uniwersalną konstrukcję i intuicyjny interfejs użytkownika, jest mniejsze prawdopodobieństwo nieprawidłowej konfiguracji lub kalibracji, które mogą prowadzić do fałszywych alarmów. Zaledwie jeden fałszywy alarm, który wymusza zatrzymanie procesu technologicznego na 60–90 minut w zakładzie produkującym 1000 baryłek ropy na godzinę, może spowodować stratę produkcyjną w wymiarze 1500 baryłek.

Studium przypadków

Czynniki lokalne i charakterystyka określonego zakładu mają znaczny wpływ na to, które urządzenie jest bardziej odpowiednie niż inne w zakresie przynoszenia oszczędności. Ważne jest, aby współpracować z dostawcą, który może dostarczać różne technologie i urządzenia o odmiennych specyfikacjach, ponieważ dzięki temu może on udzielać bezstronnych wskazówek odnośnie wyboru odpowiedniego rozwiązania, które będzie naprawdę dobrze dostosowane do indywidualnych potrzeb klienta. ■

Protokoły komunikacji

Komunikacja jest sprawą najwyższej wagi we wszystkich dziedzinach i wykrywanie gazu nie stanowi tu wyjątku. Zaimplementowanie funkcji komunikacyjnych w zaawansowanych zdalnych urządzeniach oraz technologiach monitorowania procesów może zwiększyć bezpieczeństwo obiektów.

Systemy bezpieczeństwa są zazwyczaj zorganizowane jako hierarchiczny układ trzech głównych poziomów sprzętu i oprogramowania. Najwyższy poziom jest reprezentowany przez interfejs sterowniczy HMI (ang. Human Machine Interface), który jest rozwiązaniem bazującym przeważnie na komputerach PC. Interfejs umożliwia operatorowi interakcję z systemem i monitorowanie go. Zatwierdzanie komunikatów i/lub modyfikowanie parametrów może być, jeśli zajdzie taka potrzeba, wykonywane tylko po wprowadzeniu odpowiednich poufnych haseł. Drugim, niższym poziomem są sterowniki programowalne (PLC). Stanowią one pomost między interfejsem HMI a sygnałami z czujników analogowych i cyfrowych oraz magistrali. Na trzeci poziom składają się urządzenia, takie jak detektory gazów na podczerwień, czujniki substancji toksycznych, ciśnienia i temperatury, a także przepływomierze.

Typ protokołu komunikacyjnego zastosowanego w systemie do łączenia sterowników PLC z urządzeniami zdalnymi określa typ danych, jakie można pobierać z urządzeń, oraz częstotliwość ich przesyłania lub odbierania. Wiele sterowników PLC wykorzystuje sygnał wejściowy 4–20 mA.

Typy protokołów komunikacji

Koncepcja detektorów gazu wyposażonych w funkcje komunikacyjne nie jest nowością. Faktem jest, że detektory gazu korzystają z protokołów takich jak Foundation Fieldbus™, Modbus®, Profibus® oraz HART® (Highway Addressable Remote Transducer) od lat 80. ubiegłego wieku.

Od czasu pojawienia się koncepcji protokołów komunikacji powstało wiele ich wariantów, przy czym pierwszym protokołem był Modbus® opracowany w roku 1979. Foundation Fieldbus™ to protokół opublikowany w latach 80. ubiegłego wieku, który był powszechnie stosowany w Stanach Zjednoczonych. Niedługo potem jako alternatywę dla Foundation Fieldbus™ wprowadzono protokół Profibus®, który stał się popularny w Europie.

HART® COMMUNICATION PROTOCOL

Dzisiejsza wersja protokołu Foundation Fieldbus™ współistnieje z protokołami Modbus®, Profibus® oraz Industrial Ethernet (koncepcja sieci Ethernet, w której zapewniona jest większa stabilność i kontrola danych).

Tak duża ilość dostępnych opcji wynika ze zmieniających się wymagań przemysłu w zakresie komunikacji. Niektóre protokoły, jak na przykład Foundation Fieldbus™, zapewniają komunikację bezpośrednią węzłów („peer-to-peer”), co oznacza, że sterownik PLC przez cały czas odbiera strumień danych, a także może zażądać informacji z urządzenia. Inne protokoły, jak na przykład HART®, pracują na zasadzie urządzeń nadrzędnych i podrzędnych („master-slave”), gdzie dane nie są przesyłane ciągłym strumieniem, a sterownik PLC, stanowiący urządzenie nadrzędne, przesyła żądania danych do urządzeń podrzędnych, które z kolei odsyłają dane do sterownika.

Protokół HART® w rzeczywistości obsługuje dwie funkcje nadrzędne — Primary Master (jak w przypadku sterowników PLC lub rozproszonych systemów sterowania, DCS) oraz Secondary Master (jak w przypadku urządzeń przENOśnych wykorzystujących protokół HART®) — co daje użytkownikom dodatkowe możliwości. Przykładowo, operator może wyjść w teren z przenośnym testerem wykorzystującym protokół HART® lub użyć sterownika PLC bądź systemu DCS umiejscowionego w sterowni lub innym miejscu.

Protokół Modbus® RTU był bardzo popularny przez ostatnie 20 lat. Wynika to z prędkości, z jaką może on przesyłać dane, oraz z zastosowanej funkcji kontroli błędów, która zapewnia wiarygodność wysyłanych i odbieranych danych. Protokół ten zachowuje swoją popularność dzięki wersji Modbus® TCP/IP pracującej w sieciach Ethernet.

Firma Honeywell Analytics opracowała w 1985 r. własny cyfrowy system Gas Data Acquisition and Control System (GDACS), korzystając z zastrzeżonego protokołu. Został on stworzony z myślą o elastyczności i wyższym poziomie interakcji, z której mogliby korzystać użytkownicy, a jego wartość pomyślnie przeszła próbę czasu. Firma Honeywell Analytics do dziś obsługuje klientów korzystających z tego protokołu.

Wartość protokołu komunikacji

Protokoły komunikacji mają znaczną wartość, dzięki temu, że zwiększają bezpieczeństwo, upraszczają konserwację i ograniczają bieżące koszty:

- Umożliwiają użytkownikowi dostęp do informacji z zaawansowanych urządzeń rozlokowanych w terenie (jak np. odczyty stężenia gazu, poziom sygnału, nieprzetworzone dane z czujników czy temperatura)
- Umożliwiają użytkownikowi zmianę kalibracji i konfiguracji urządzenia
- Mogą ułatwiać wprowadzenie zapobiegawczej, planowej konserwacji zamiast konserwacji doraźnej
- Mogą ograniczać bieżące koszty, ponieważ konserwacja zapobiegawcza jest tańsza niż doraźna
- Mogą ograniczać koszty związane z pracami technicznymi w terenie, gdyż komunikacja z urządzeniami pozwala na zebranie informacji przed wyjściem w teren, co oznacza, że technik może dobrze przygotować się do pracy, jaka musi zostać wykonana w oddalonej lokalizacji





Trendy i popularność protokołu HART®

Każdy z protokołów komunikacji działa na nieco innej zasadzie, niosąc ze sobą zarówno zalety, jak i wady. Protokoły komunikacji bezpośredniej typu peer-to-peer, takie jak Foundation Fieldbus™, mają większe wymagania względem zasilania elektrycznego ze względu na większą ilość danych, jakie są stale przesyłane strumieniowo z urządzenia do sterownika PLC, ale z drugiej strony oferują dodatkowe korzyści w postaci ciągłej komunikacji zdalnego urządzenia ze sterownikiem PLC, która jest nieodzowna w przypadku wielu procesów technologicznych ograniczonych przepisami.

Coraz bardziej popularnym protokołem komunikacji staje się HART® ze względu na fakt, że działa on w oparciu o topologię przewodów analogowych 4–20 mA starszego typu. Cyfrowy sygnał HART® jest nakładany na istniejący sygnał 4–20 mA i pozwala na komunikację dwukierunkową, co zapewnia operatorowi możliwość wprowadzania modyfikacji w konfiguracji urządzenia za pomocą sygnału HART®. Wydatki związane z infrastrukturą, na przykład z okablowaniem, to jedne z największych kosztów obiektu, więc ta cecha charakterystyczna protokołu HART® jest niezwykle atrakcyjna dla wielu zakładów. Jego rosnąca popularność odzwierciedla fakt, jak duża jest w zakładach na całym świecie baza instalacyjna okablowania 4–20 mA. Obecnie jest to jeden z najszerzej przyjętych protokołów komunikacyjnych — jest używany przez około 30 milionów urządzeń.

Protokół HART® umożliwia sterownikowi PLC wysyłanie trzech typów poleceń: uniwersalnego polecenia danych, na które odpowiadają wszystkie zdalne urządzenia wykorzystujące protokół HART®, polecenia powszechnego zastosowania, z którego korzysta wiele urządzeń, oraz polecenia dla określonego urządzenia, które jest przeznaczone wyłącznie dla danego urządzenia. Plik opisu urządzenia (DD, device description) jest generowany przez producenta zdalnego urządzenia korzystającego z protokołu HART® i umożliwia użytkownikowi bezpośrednią interakcję z urządzeniem, takim jak na przykład Searchpoint Optima Plus firmy Honeywell Analytics. Dzięki temu użytkownik może przesłać do urządzenia żądanie przekazania danych lub wykonania dowolnej innej procedury przewidzianej dla danego urządzenia, które może znajdować się w dowolnym miejscu pętli, korzystając z przenośnego urządzenia wykorzystującego protokół HART® i mającego w pamięci zapisany plik DD firmy Honeywell Analytics.

Prawdziwą wartością protokołu HART® widać wyraźnie w kontekście określonych produktów, takich jak Searchpoint Optima Plus. Zasadniczo występują dwa podstawowe obszary, w których zakłady mogą odnosić korzyści dzięki protokołowi HART®: przekazanie do eksploatacji i konfiguracja oraz wydajność bieżącej konserwacji i eksploatacji.

HART® i zastosowanie uniwersalnych urządzeń — najlepsze połączenie

Pojawienie się uniwersalnych urządzeń, takich jak na przykład uniwersalny przetwornik XNX firmy Honeywell Analytics, w znacznej mierze odpowiada potrzebom rynku. Doskonałym rozwiązaniem dla większości użytkowników końcowych jest uniwersalne urządzenie, które może komunikować się z większością technologii wykrywania gazu występujących w obiekcie, co zapewnia pojedyncze, proste i długowieczne rozwiązanie kwestii stale zmieniających się potrzeb w zakresie wykrywania gazu. Pomaga to ograniczać koszty i znacznie upraszcza eksploatację.

Uniwersalny przetwornik XNX jest niezwykle elastycznym urządzeniem, które można skonfigurować tak, aby akceptowało sygnał wejściowy pochodzący z dowolnej technologii wykrywania gazu firmy Honeywell Analytics (podczernień w otwartej ścieżce, podczernień w punkcie, czujniki wysokotemperaturowe, ogniwa elektrochemiczne i mV), dzięki czemu można uzyskać pojedynczy interfejs dla wszystkich detektorów gazów palnych, toksycznych i innych. Urządzenie udostępnia również szeroki wybór sygnałów wyjściowych, takich jak HART®, Foundation Fieldbus™, Modbus®, 4–20 mA, a także przekaźniki, dzięki czemu można łatwo spełnić wymagania wielu gałęzi przemysłu i zastosowań, włączając w to lądowe i morskie instalacje naftowe oraz gazowe, elektrownie i zakłady chemiczne oraz petrochemiczne.

Jeśli tę zaletę połączy się z korzyściami wynikającymi z zastosowania protokołu HART®, można uzyskać dalsze oszczędności w zakresie bieżących kosztów wykrywania gazu. Uniwersalne zdalne urządzenia wykorzystujące protokół HART®, takie jak uniwersalny przetwornik XNX, będą prawdopodobnie zyskiwać na popularności dzięki swojej funkcjonalności i potencjałowi w zakresie ograniczania kosztów. ■

FAKTY DOTYCZĄCE GAZÓW

W naturalnej atmosferze ziemskiej występuje łącznie 17 gazów. W większych stężeniach występują wyłącznie tlen i azot — odpowiednio 20,9476% i 78,084%.

Stacjonarne detektory gazu firmy Honeywell

Szeroki asortyment detektorów tlenu, gazów palnych i gazów toksycznych obejmuje rozwiązania opracowane pod kątem wymagań wszystkich rodzajów przemysłu i wszelkich zastosowań — od niedrogich rozwiązań zapewniających zgodność z przepisami po rozwiązania klasy wyższej, tak zaprojektowane, aby zminimalizować nakład pracy na konserwację i zmaksymalizować czas sprawnego działania.

Honeywell Analytics Experts in Gas Detection

Urządzenia stacjonarne do detekcji gazów (palnych i toksycznych)

Uniwersalny przetwornik XNX



Uniwersalny przetwornik kompatybilny ze wszystkimi technologiami czujników gazu firmy Honeywell Analytics

Seria 3000 MkII i MkIII



Zasilany z pętli dwuprzewodowej detektor gazów toksycznych i tlenu przeznaczony do użytkowania w atmosferach potencjalnie wybuchowych

Sensepoint XCD RFD



Przetwornik gazów palnych przeznaczony do pracy ze zdalnie zamontowanymi czujnikami gazów palnych

Sensepoint XCD RTD



Przetwornik gazów przeznaczony do pracy z zamontowanymi bezpośrednio lub zdalnie czujnikami gazów toksycznych i tlenu

Sensepoint XCD



Przetwornik i czujnik tlenu oraz gazów palnych i toksycznych z trójkolorowym wyświetlaczem umożliwiającym obserwację stanu z oddali

Searchline Excel



Znany na świecie detektor na podczerwień wykrywający wzdłuż otwartej ścieżki z dynamicznym zasięgiem monitorowania do 200 m

Apex



Wysokowydajny detektor gazów palnych i toksycznych z możliwością wyboru platform komunikacyjnych

Searchpoint Optima Plus



Wiodący na rynku, działający na podczerwień detektor punktowy, wykrywający 100 gazów Opcjonalna komunikacja HART® przez wyjście 4–20 mA

Seria Signalpoint



Niedrogie detektory tlenu, gazów toksycznych i palnych

Signalpoint Pro



Niedrogie detektory tlenu, gazów toksycznych i palnych ze zintegrowanym wyświetlaczem stężenia gazu

Seria Sensepoint



Niedrogie detektory tlenu, gazów toksycznych i palnych z certyfikatem ATEX

Sensepoint High Temperature Sensor



Idealny do gazów palnych w strefach o wysokiej temperaturze

Urządzenia stacjonarne do detekcji gazów (toksycznych)

Vertex M



Opłacalny monitoring gazów toksycznych z fizycznym dowodem wycieku; od 8 do 24 monitorowanych punktów

Vertex™



Elastyczne urządzenie zapewniające ciągły monitoring do 72 punktów

Midas®



Czuła detekcja przy użyciu inteligentnych wkładów wykrywających i technologii Power over Ethernet (PoE)

Chemcassette®



Niewymagająca kalibracji detekcja gazów toksycznych z fizycznym dowodem wycieku

Satellite XT



Niewielkie, kompaktowe urządzenie do detekcji gazów toksycznych z szeroką gamą czujników

Sat-Ex



Kompleksowy monitoring gazów korozyjnych, palnych i toksycznych w atmosferach potencjalnie wybuchowych

Monitor jednopunktowy SPM



Urządzenie o krótkim czasie reakcji wykrywające bardzo niskie poziomy stężenia (wyrażane w ppb) z fizycznym dowodem wycieku

ACM 150 FT-IR



Uniwersalne i czułe wykrywanie wielu gazów w maksymalnie 40 punktach

CM4



Niedrogi, ciągły monitoring w maksymalnie czterech punktach przy minimalnych wymaganiach konserwacyjnych

Sterowniki

System 57



Precyzyjny sterownik odbierający sygnały wejściowe z czujników temperatury, dymu, płomienia, tlenu, gazów toksycznych i palnych



Touchpoint 1

Sterownik przeznaczony do współpracy z detektorami tlenu, gazów toksycznych i palnych z serii Sensepoint



Touchpoint 4

Sterownik przeznaczony do współpracy z detektorami tlenu, gazów toksycznych i palnych z serii Sensepoint umożliwiającą 4-punktowe wykrywanie



Unipoint

Niedrogi, elastyczny sterownik montowany na szynie DIN

Przenośne detektory gazu

Urządzenia do wykrywania gazów palnych i toksycznych są przeważnie dostępne w dwóch różnych odmianach: przenośnej, obejmującej detektory dostarczające wskazania miejscowe, oraz stałej, obejmującej urządzenia do ciągłego monitorowania terenu. Urządzenia do wykrywania gazów palnych i toksycznych są przeważnie dostępne w dwóch różnych odmianach: przenośnej, obejmującej detektory dostarczające wskazania miejscowe, oraz stałej, obejmującej urządzenia do ciągłego monitorowania terenu. Która z tych odmian jest najodpowiedniejsza dla danego zastosowania, zależy od wielu czynników, między innymi od częstotliwości, z jaką pracownicy będą wchodzić na dany obszar, od warunków lokalnych, od tego, czy zagrożenie ma charakter stały czy przejściowy, od częstotliwości wymaganych testów i od dostępności środków finansowych.

Przenośne urządzenia stanowią prawdopodobnie blisko połowę wszystkich stosowanych obecnie nowoczesnych, elektronicznych detektorów gazu. Prawo w większości państw wymaga także, aby stosowały je wszystkie osoby pracujące w przestrzeniach zamkniętych, np. w kanalizacjach oraz podziemnych kanałach instalacji telefonicznych i elektrycznych. Zasadniczo, przenośne detektory gazu są kompaktowymi, wytrzymałymi, wodoodpornymi i lekkimi urządzeniami, które można łatwo przenosić lub przymocować do odzieży.

Przenośne detektory gazu dostępne są w wersji jedno- lub wielogazowej. Detektory jednogazowe wyposażone są w jeden czujnik do wykrywania określonego gazu, podczas gdy detektory wielogazowe zwykle zawierają maksymalnie sześć różnych czujników gazu (przeważnie do wykrywania tlenu, gazów palnych, tlenku węgla i siarkowodoru).

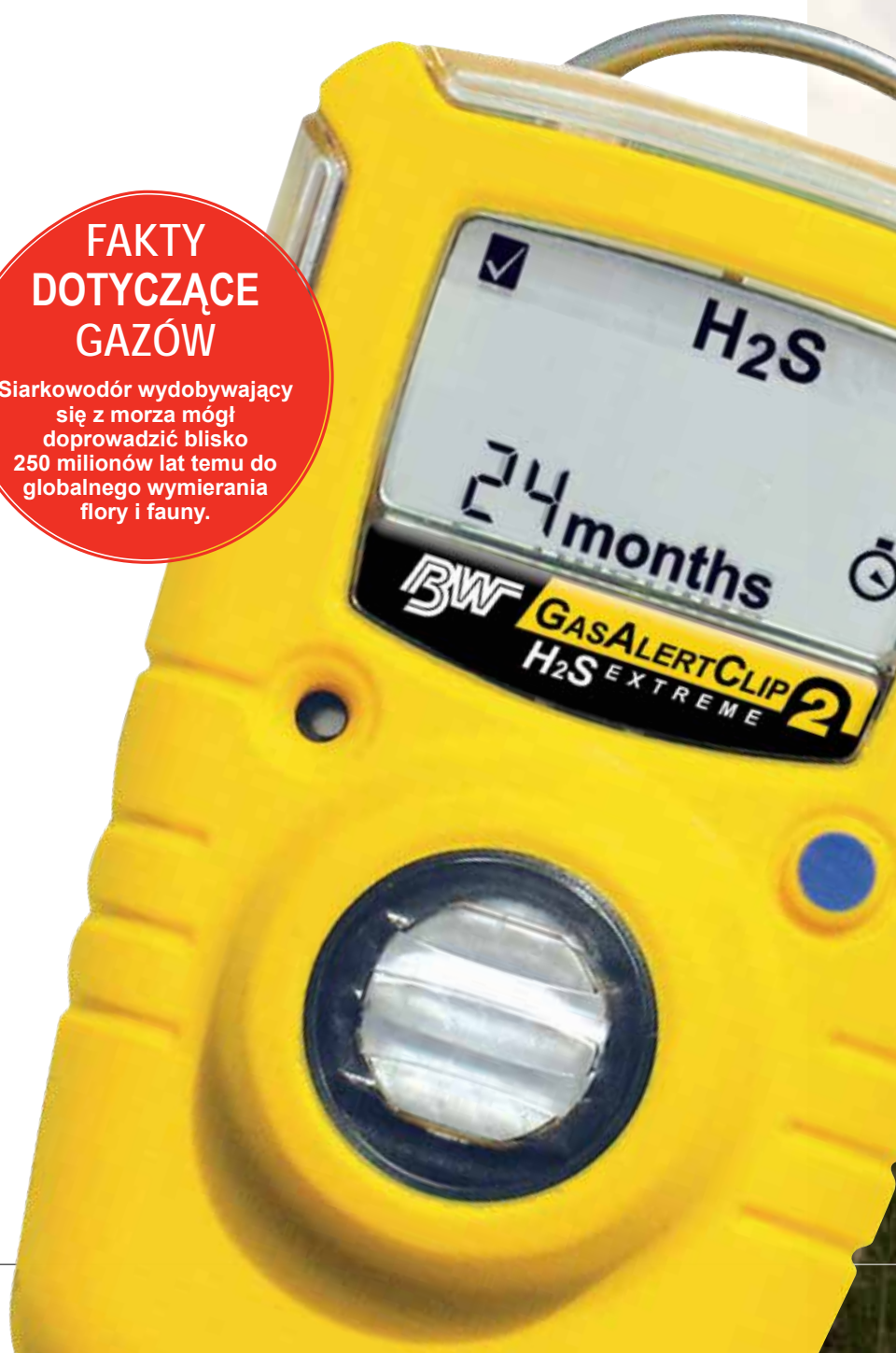
Do urządzeń tych należą zarówno proste jednorazowe sygnalizatory, jak też zaawansowane, w pełni konfigurowalne i wymienne przyrządy oferujące takie funkcje, jak rejestracja danych, pobieranie próbek za pomocą wewnętrznej pompki, rutynowa automatyczna kalibracja oraz komunikacja z innymi urządzeniami.

Najnowsze konstrukcyjne w dziedzinie przenośnych detektorów gazu to między innymi:

- Stosowanie wytrzymalszych i lżejszych materiałów konstrukcyjnych.
- Stosowanie mikroprocesorów dużej mocy umożliwiających zaawansowane rejestrowanie danych, autotesty itp.
- Stosowanie rozwiązań modułowych upraszczających rutynowe czynności obsługowe i konserwacyjne.
- Bardziej zaawansowane akumulatory pozwalające na dłuższe działanie pomiędzy ładowaniami i mieszczące się w mniejszych obudowach. ■

FAKTY DOTYCZĄCE GAZÓW

Siarkowódz wydobywany się z morza mógł doprowadzić blisko 250 milionów lat temu do globalnego wymierania flory i fauny.





■ Przenośne detektory gazu (ciąg dalszy)

DLACZEGO PRZENOŚNE DETEKTORY GAZU SĄ TAK WAŻNE?

Przenośne detektory gazu klasyfikuje się jak sprzęt ochrony osobistej, który ma za zadanie zapewnić bezpieczeństwo pracownikom i chronić ich przed zagrożeniami gazowymi, a jednocześnie umożliwiać badanie w ruchu różnych miejsc przed wejściem do nich.

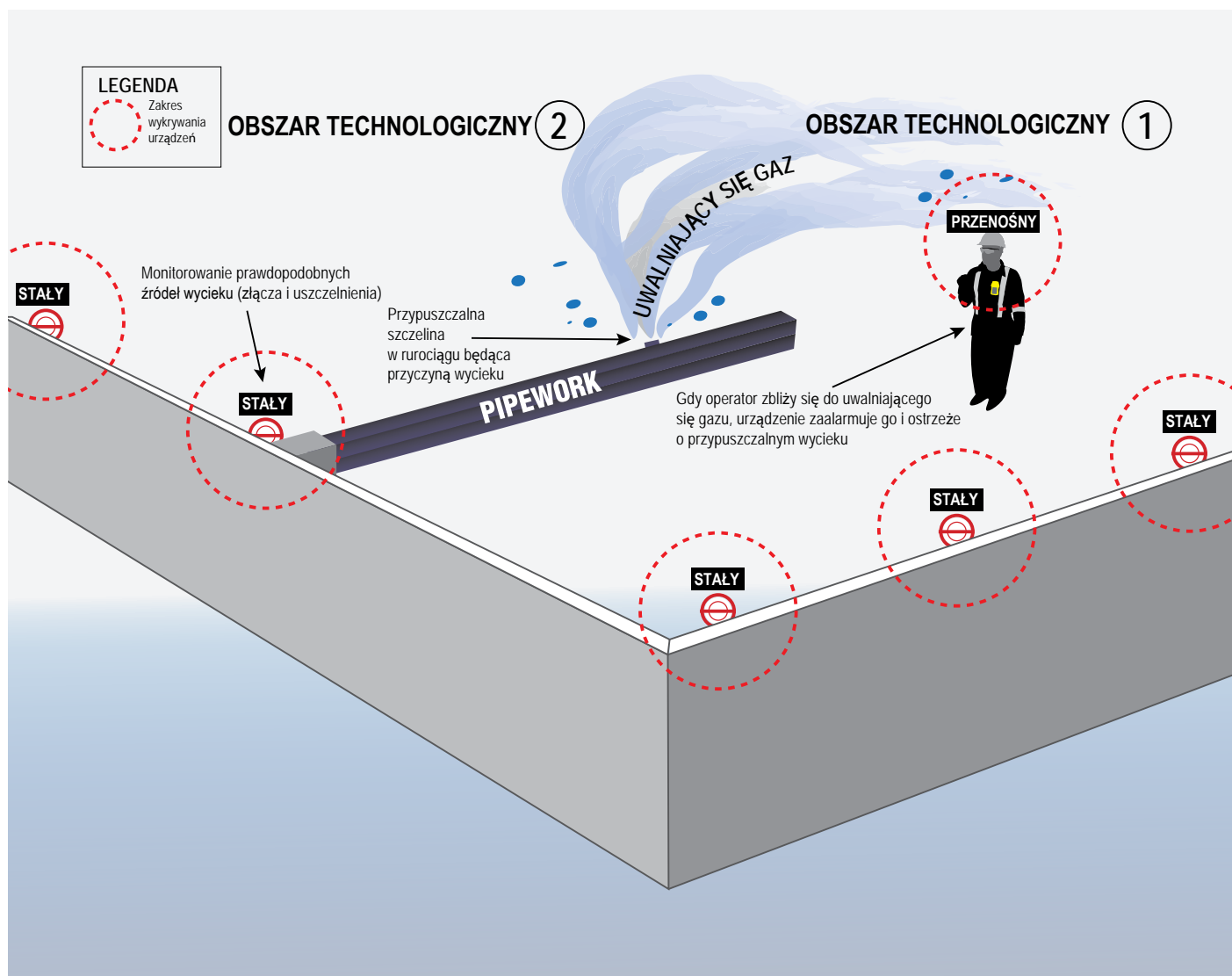
Te małe urządzenia mają bardzo duże znaczenie w wielu obszarach, w których mogą występować zagrożenia gazowe, ponieważ stanowią jedyne środki ciągłego monitorowania strefy oddechowej operatora, zarówno podczas postoju, jak i w ruchu.

Chociaż stacjonarne systemy wykrywania gazu same zapewniają ochronę pracownikom, nie mogą się jednak przemieszczać wraz z operatorem, a to może doprowadzić do sytuacji, że operator wkroczy w obszar znajdujący się poza granicami wykrywania detektora stacjonarnego.

W wielu miejscach wykorzystuje się zarówno stacjonarne, jak i przenośne systemy wykrywania gazu, lecz czasem wystarczą wyłącznie przenośne wykrywacze gazu.

Wybór ten może być uzależniony od następujących kwestii:

- Pracownicy mogą rzadko wkraczać na dany obszar, w związku z czym zastosowanie stacjonarnego systemu wykrywania gazów nie jest ekonomiczne.
- Obszar może być mały lub trudno dostępny, co sprawia, że instalacja stacjonarnego systemu wykrywania gazów jest niepraktyczna.
- Miejsce wymagające wykrywania gazu może nie mieć charakteru stacjonarnego. Na przykład podczas rozładunku tankowca transportującego ciekły gaz ziemny na nabrzeżu rozładunkowym nabrzeże pozostaje nieruchome, podczas gdy sam tankowiec będzie się poruszał w związku ruchami morza.



Przenośne detektory gazu (ciąg dalszy)

Strefa oddychania

Strefę oddechową określa się jako obszar o promieniu 25 cm/10 cali od ust i nosa operatora. Przenośne urządzenie można przymocować w różnych miejscach w obrębie strefy oddechowej. Można je także przyczepić do kurtki lub kieszeni na piersi (lecz nigdy wewnątrz kieszeni) lub przytrzymać szelkami/mocowaniem do kasku. Niezwykle ważne jest, aby urządzenie było przez cały czas pewnie przymocowane.

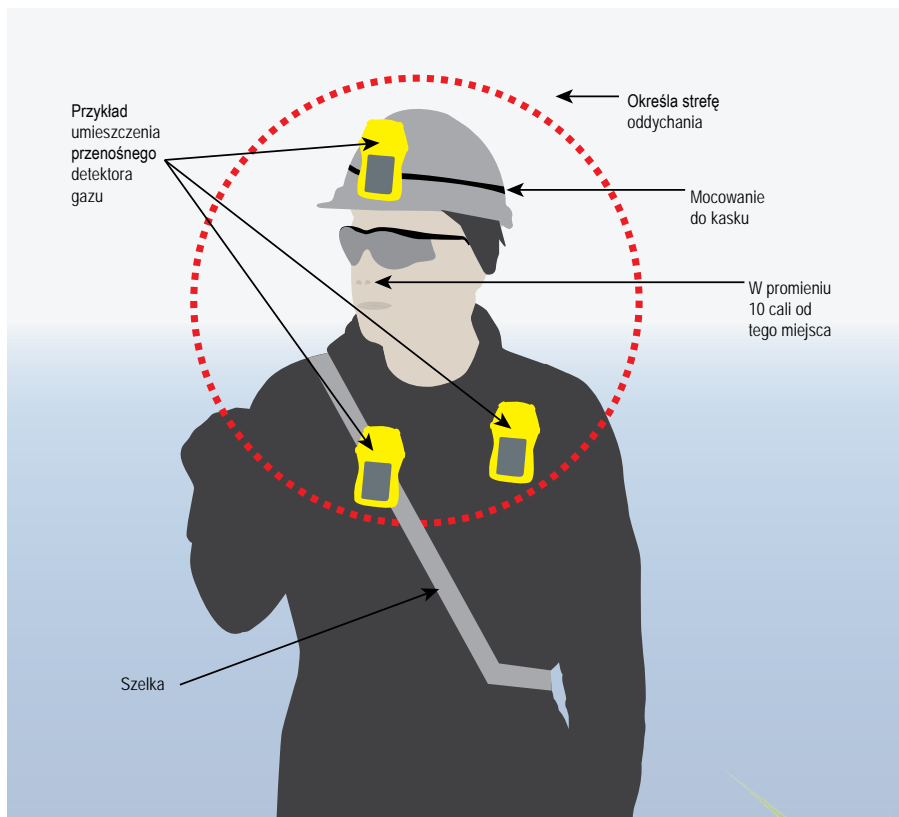
Typowe gazy wymagające wykrywania przenośnymi urządzeniami

Użytkownicy mogą się spotkać z różnymi zastosowaniami oraz warunkami wymagającymi korzystania z przenośnych urządzeń do wykrywania i monitorowania stężenia gazu, a także licznych gazów toksycznych i palnych.

Najpowszechniej wykrywane gazy:

- Tlenek węgla
- Dwutlenek węgla
- Siarkowodór
- Niedobór tlenu
- Gazy łatwopalne, np. metan, gaz LPG i gaz ziemny w postaci ciekłej
- Amoniak
- Dwutlenek siarki
- Chlor
- Dwutlenek chloru
- Tlenek azotu
- Dwutlenek azotu
- Fosforowodór
- Cyjanowodór
- Ozon
- Różne lotne związki organiczne (LZO), w tym aceton, benzen, toluen i ksylen

Z uwagi na różnorodność zastosowań i różne realizowane procesy przenośne urządzenia umożliwiają także wykrywanie wielu innych gazów. Prosimy zapoznać się z częścią *Typowe pola zastosowań przenośnych detektorów gazu* na stronie 60, która zawiera informacje na temat gazów mogących występować w określonych miejscach.



Zwiększanie bezpieczeństwa za pomocą przenośnych detektorów gazu

Konieczność zachowania zgodności ze zmieniającymi się przepisami i normami w połączeniu z zaostrzającymi się wymogami firm ubezpieczeniowych powoduje, że wykorzystanie przenośnych detektorów gazu staje się co raz powszechniejsze w wielu gałęziach przemysłu.

W wielu zakładach kładzie się duży nacisk na zwiększenie bezpieczeństwa, a jednym ze sposobów realizacji tego zadania jest integracja floty przenośnych detektorów gazu na terenie obiektu.

Oprócz wymogów prawnych (których należy przestrzegać obowiązkowo) wiele zakładów decyduje się na wdrożenie zasad obowiązujących tylko na danym terenie, np. próby działania przenośnych detektorów gazu przed ich przekazaniem pracownikom. Więcej informacji na temat testowania urządzeń zamieszono w części *Konserwacja przenośnych detektorów gazu* na stronie 72.



Przenośne detektory gazu (ciąg dalszy)

Rodzaje przenośnych detektorów gazu

Występują dwa główne rodzaje przenośnych detektorów gazu:

- **Jednogazowe** — urządzenia przeznaczone do wykrywania jednego rodzaju gazu.
- **Wielogazowe** — urządzenia potrafiące wykryć kilka rodzajów gazu. Występują one w różnych wariantach, umożliwiają wykrywanie od 2 do 6 rodzajów gazu i zwykle w jednym urządzeniu zastosowano różne zasady wykrywania.

Z punktu widzenia bieżącej obsługi i konserwacji urządzeń przenośne detektory można podzielić na kolejne dwie grupy:

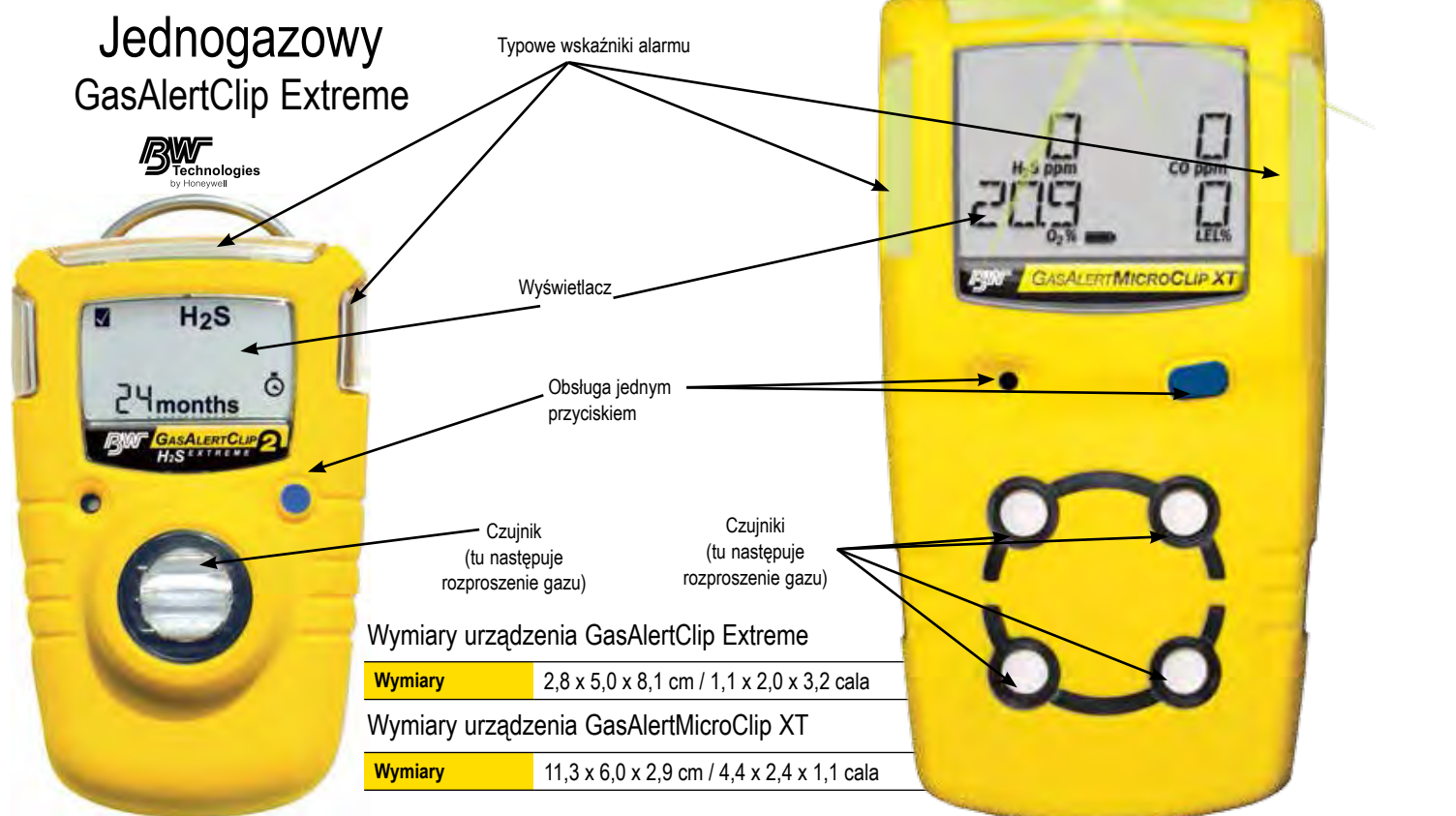
- **Wymienne** — urządzenie jest przeznaczone do pracy w długim okresie i wymagaj bieżącej konserwacji, a operator może wybrać, czy przeprowadzić ją u siebie, czy też skorzystać z zewnętrznego punktu serwisowego.
- **Jednorazowe** — urządzenie jest przeznaczone do pracy w krótkim okresie (2- lub 3-letnim) i nie wymaga konserwacji przez cały okres eksploatacji. Urządzenie tego typu często pracuje bez przerwy od pierwszego uruchomienia aż do wycofania z eksploatacji. ■

Tryby pracy przenośnego detektora gazu

Przenośne detektory są w stanie pobrać powietrze (operacja znana jako próbkowanie) lub umożliwiają rozproszenie powietrza dostającego się do czujnika w zależności od potrzeb dotyczących danego zastosowania:

- **Tryb dyfuzyjny:** Przenośne urządzenie pracuje w tym trybie przez większość czasu podczas wykorzystywania go do monitorowania strefy oddechowej pracowników. Gdy operator wchodzi do obszaru, w którym zlokalizowano stężenie gazu, aby detektor mógł wykryć ten gaz, należy go rozproszyć zanim dotrze do czujnika.
- **Tryb próbkowania:** Wbudowana napędzana silnikiem pompka lub zestaw do próbkowania składający się z pompki ręcznej pozwalają urządzeniu pobrać powietrze i doprowadzić go do czujnika. Możliwość próbkowania powietrza — ręcznie lub za pomocą napędzanej silnikiem pompki — jest bardzo ważna z punktu widzenia bezpieczeństwa, gdy w obszarze mogą występować zagrożenia, ponieważ pozwala operatorowi sprawdzić powietrze pod kątem obecności gazów przed wejściem do obszaru i zaczerpnięciem z niego powietrza.

Na poniższym zdjęciu przedstawiono dwa przykładowe urządzenia przenośne firmy BW Technologies by Honeywell — jednorazowy detektor jednogazowy oraz detektor wielogazowy. Produkty pokazano w wielkości rzeczywistej. ■



Przenośne detektory gazu (ciąg dalszy)

Funkcje i działanie

Z uwagi na zróżnicowanie zastosowań i występujących zagrożeń specyfikacje techniczne przenośnych detektorów gazu znacznie się od siebie różnią.

W poniższej tabeli wymieniono najważniejsze funkcje i zalety związane z działaniem/danymi technicznymi przenośnych urządzeń:



Funkcja	Opis	Wartość
Wyświetlacz	Dodanie wyświetlacza pozwala operatorowi obserwować uzyskiwane przez detektor wyniki monitoringu. W wiele urządzeniach dostępny jest wyświetlacz pracujący w czasie rzeczywistym, co oznacza że urządzenie pokazuje operatorowi w sposób wizualny zarówno wartości, jak i ikony odpowiadające wykonywanym operacjom.	Poziom bezpieczeństwa można podnieść, gdyż operator jest w stanie zaobserwować rosnącą wartość stężenia gazu zanim wygenerowany zostanie alarm. Wyświetlacz może także zapewnić operatorowi spokój dzięki ikonom wskazującym prawidłowe działanie urządzenia oraz informacjom np. na temat właśnie wykrytych gazów oraz liczby dni pozostałych do kolejnej kalibracji. W przypadku urządzeń jednorazowych wyświetlacz może także informować o pozostałej liczbie miesięcy sprawnej pracy urządzenia.
Zabezpieczenie urządzenia (znane także jako stopień ochrony)	Stopień ochrony (IP) (<i>dotatkowe informacje podano na stronie 92</i>) oraz odporność urządzenia na uderzenia wskazują jego przydatność do racy w trudnych warunkach, w których obecne mogą być woda, pył, brud oraz inne materiały.	Urządzenie, które jest odporne na uderzenia i które można zanurzyć w wodzie, będzie stanowiło elastyczne rozwiązanie w zakresie monitorowania gazów i będzie można je przystosować do wielu niezbędnych zastosowań w miejscu pracy. W rzeczywistości ochrony takiej wymagają urządzenia wykorzystywane w oczyszczalniach ścieków i na instalacjach morskich. Ponadto zabezpieczenie pozwala zapewnić długotrwałą eksploatację urządzenia.
Obsługa jednym przyciskiem	Niektóre urządzenia (w tym dostarczane przez firmę Honeywell) obsługują się wygodnie jednym dużym przyciskiem. Z kolei w innych urządzeniach zastosowano wiele przycisków.	W przypadku obsługi jednym dużym przyciskiem operator może łatwiej współpracować z urządzeniem, a ponadto nie musi zdejmować rękawic, aby naciskać przyciski. Takie rozwiązanie pozwala zaoszczędzić sporo czasu przy całym okresie eksploatacji urządzenia.
Wbudowany rejestrator danych	Dzięki rejestrowaniu danych każde zdarzenie (np. alarm) jest automatycznie zapisywane w pamięci urządzenia i można je później pobrać i wykorzystać w celu sporządzenia raportu za pomocą przenośnego urządzenia z programem Fleet Manager. Ilość rejestrowanych danych zależy od urządzenia.	Wbudowany automatyczny rejestrator danych pomaga uprościć i skrócić proces sporządzania raportów. Należy również pamiętać, że wiele firm ubezpieczeniowych wymaga dostarczenia szczegółowych raportów.
Parametry akumulatora	Rodzaj akumulatora, czas pracy i czas ładowania mogą się znacznie różnić w zależności od urządzenia.	Wysokowydajny, szybko ładujący się akumulator może zapewnić elastyczną pracę na długich zmianach roboczych lub podczas wielu zmian bez konieczności ponownego ładowania. Krótszy cykl ładowania może również ograniczyć liczbę niezbędnych urządzeń przenośnych w miejscu pracy oraz zużycie energii niezbędnej do naładowania urządzeń w całym okresie ich eksploatacji.
Rodzaje stosowanych czujników	W niektórych urządzeniach możliwe jest zakładanie lub wyjmowanie poszczególnych czujników, podczas gdy w innych stosuje się wbudowany wkład czujnikowy.	Oba rozwiązania mają zalety: pierwsze zapewnia elastyczność polegającą na możliwości wymiany w razie potrzeby jednego czujnika bez dotykania pozostałych. Wbudowany wkład czujnikowy zapewnia z kolei szybką i prostą wymianę, a tym samym pozwala ograniczyć czas oraz koszt konserwacji w całym okresie eksploatacji urządzenia.
Napędzana silnikiem pompka do próbkowania	Napędzana silnikiem pompka umożliwia pobieranie powietrza za pomocą urządzenia z potencjalnie niebezpiecznego obszaru bez konieczności wchodzenia do niego. Niektóre urządzenia są wyposażone we wbudowane napędzane silnikiem pompy, podczas gdy inne nie mają takich pompek.	Wejście do takich miejsc jak przestrzenie zamknięte wymaga uprzedniego ich zbadania. Badanie za pomocą urządzenia umożliwiającego przełączenie między trybem pomiaru dyfuzyjnego i trybem próbkowania pozwala zaoszczędzić czas dzięki założeniu na nie ręcznego zestawu do próbkowania. Ponadto napędzana silnikiem pompka reguluje przepływ powietrza.
Alarmy	Większość urządzeń pozwala ostrzec operatorów o zagrożeniach, generując alarmy wizualne, dźwiękowe i wibracyjne.	Bardzo ważnym jest, aby urządzenie było w stanie zwrócić uwagę operatora na zagrożenie — nawet w miejscach o wysokim poziomie hałasu — dlatego zastosowanie kilku rodzajów alarmu pozwala zapewnić, że zdarzenie alarmowe nigdy nie zostanie przeoczone. W przenośnych detektorach gazu firmy Honeywell zastosowano dobrze widoczne pod szerokim kątem i świecące bardzo jasnym światłem kontrolki, którym towarzyszą alarmy w postaci głośnego sygnału dźwiękowego oraz wibracji, co gwarantuje zwrócenie uwagi operatora w każdych warunkach pracy.
Wizualne wskaźniki prawidłowości działania	Niektóre urządzenia, np. produkcji BW Technologies by Honeywell wyposażono w specjalne diody sygnalizacyjne, które automatycznie gasną po przekroczeniu terminu kalibracji lub próby działania.	Funkcja ta może pozwolić podnieść poziom bezpieczeństwa w miejscu pracy oraz znacznie wspomóc zarządzanie posiadanymi urządzeniami, ponieważ ułatwia wykrycie urządzeń działających niezgodnie z wymaganiami, wymuszając na operatorach zapewnienie konserwacji urządzeń zgodnie z obowiązującymi w przedsiębiorstwie normami.

Przenośne detektory gazu (ciąg dalszy)

Akcesoria

Przenośne detektory gazu są dostępne z szeroką gamą akcesoriów, które zalicza się do następujących kategorii:

Akcesoria opracowane do zabezpieczania przenośnych detektorów:

Przenośny detektor gazu musi być zawsze pewnie przymocowany w obrębie strefy oddechowej. Wiele prac wymaga użycia obu rąk i w takich przypadkach dostępne są różne rozwiązania, które umożliwiają pewne i wygodne przymocowanie urządzenia.

- Linki zabezpieczające/paski na szyję różnej długości pozwalające operatorowi nosić przenośny detektor bezpiecznie zawieszony na szyi
- Mocowanie pozwalające przytwierdzić urządzenie do boku kasku
- Szelki przytrzymujące urządzenie przy klatce piersiowej lub innych częściach ciała



Akcesoria przeznaczone do ochrony urządzeń

Chociaż wiele urządzeń zaprojektowano jako „odporne na wstrząsy”, przypadkowe upuszczenie może spowodować uszkodzenie, które mogłoby ograniczyć żywotność urządzeń lub ich zdolność do wykrywania gazu i alarmowania o niebezpieczeństwie, a także utrudnić przeprowadzenie bieżącej konserwacji. Dodatkową ochronę można wykorzystywać podczas pracy w trudnych warunkach.

- Odporna na wstrząsy osłona ochronna
- Kabura
- Przystawka samochodowa



Akcesoria przeznaczone do ochrony urządzeń przed wodą, pyłem i brudem

Wiele zastosowań wymagających wykrywania gazu może się wiązać z obecnością brudu, unoszących się w powietrzu cząstek stałych o dużym stężeniu, pyłów i wody.

Jeśli urządzenie nie jest prawidłowo zabezpieczone, cząstki te mogą się dostać do czujnika urządzenia i uniemożliwić prawidłowe wykrywanie gazu, co może być bardzo niebezpieczne. Dodatkową ochronę mogą zapewnić filtry, które mają zapobiec przedostaniu się do urządzenia zanieczyszczeń i wody, a tym samym ograniczeniu jego zdolności do wykrywania gazów.

- Filtry zabezpieczające czujniki (w tym hydrofobowe i cząstek stałych)
- Elementy pozwalające unosić się na wodzie



Akcesoria ułatwiające próbkowanie powietrza

Jeśli zagrożenie gazowe mogłoby ewentualnie występować w obrębie obszaru, do którego operator zamierza wejść, najpierw należy pobrać próbki powietrza za pomocą zestawu lub pompki pozwalających pobrać powietrze. Wejście do obszaru bez przeprowadzenia tego testu może skutkować śmiercią, zwłaszcza gdy mogą tam występować bardzo toksyczne gazy. Zaledwie jeden wdych siarkowodoru o stężeniu 1000 ppm może zabić człowieka.

- Pompka ręczna
- Sonda i rurka
- Zatyczka do testów (zapewniająca dopływ do czujnika wyłącznie próbkowanego powietrza)
- Moduł pompki (urządzenie zakładane na czujniki urządzenia, aby pobrać powietrze)
- Firma Honeywell produkuje zestawy do próbkowania oraz przeznaczone do pracy w przestrzeniach zamkniętych, które można zintegrować z pełną gamą przenośnych urządzeń do wykrywania gazu jej produkcji.



Akcesoria do zasilania i ładowania

Długość zmian roboczych może być różna w zależności od miejsca pracy, dlatego należy wybrać odpowiedni sposób zasilania odpowiadający wymaganiom użytkowników. Czasem wielu operatorów może korzystać z tego samego urządzenia i nie zawsze mogą mieć czas, aby między zmianami roboczymi całkowicie naładować urządzenie. Ładowniki samochodowe i ładowarki dokujące umożliwiają łatwe ładowanie w trasie podróżującym operatorom.

- Szeroka oferta akumulatorów, w tym alkaliczne lub litowe
- Zestawy akumulatorów wielokrotnego ładowania
- Przejściówki ładowarek samochodowych
- Stacje dokujące i ładowarki



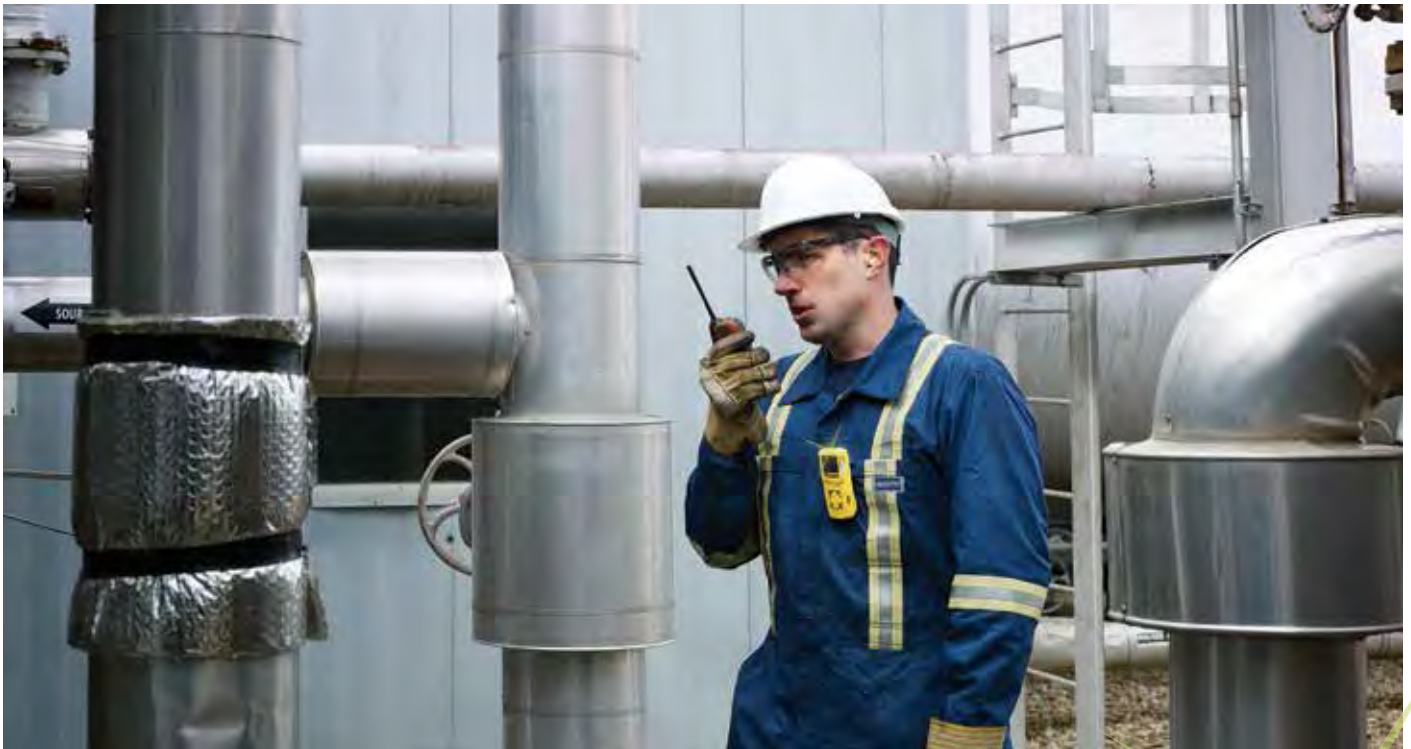
Akcesoria do rejestrowania danych

Gdy dane trzeba zarejestrować bezpośrednio na komputerze lub laptopie, czytniki USB zapewniają szybkie i proste przekazywanie danych. Ponadto karty multimedialne umożliwiają przechowywanie dodatkowych danych na kompatybilnych urządzeniach.

- Czytniki kart pamięci USB
- Karty multimedialne



■ Przenośne detektory gazu (ciąg dalszy)



Alarmy i wskazywanie stanu pracy

Typy alarmów

Przenośne detektory gazu można skonfigurować w taki sposób, aby alarmowały w różnych warunkach, dzięki czemu mogą ostrzegać operatorów przed określonymi stanami zagrożenia.

Celem alarmu jest sygnalizowanie zbliżającego się zagrożenia, zanim stanie się niebezpieczne dla zdrowia. Szczegółowe informacje na temat *wartości granicznych narażenia w miejscu pracy (WEL) znajdują się na stronie 21.*

- **Najwyższe dopuszczalne stężenie chwilowe (NDSCH - średnia z 15 min.)**
- **Najwyższe dopuszczalne stężenie (NDS - średnia z 8 godz.)**
- **Alarm niskiego poziomu:** określa niską nastawę alarmu
- **Alarm wysokiego poziomu:** określa wysoką nastawę alarmu

Większość przenośnych detektorów gazu ma trzy typy alarmów — dźwiękowy, wizualny i wibracyjny. Ich zadaniem jest ostrzeganie operatora o zdarzeniu wymagającym alarmowania, nawet w obszarach o dużym natężeniu hałasu lub gdy przenośny detektor gazu jest zamocowany w miejscu uniemożliwiającym zobaczenie alarmu wizualnego (np. po przyłączeniu do kasku).

Jak wspomniano wcześniej, przenośne detektory można używać na dwa podstawowe sposoby: w celu monitorowania strefy oddychania operatora (tryb dyfuzyjny) lub do wstępnej kontroli obszaru przed wejściem operatora w miejsce, w którym mogą występować niebezpieczne gazy.

Przenośne detektory są szczególnie ważne, gdy operatorzy pracują w obszarach występowania toksycznych gazów, na które mogą być narażeni przez ograniczoną ilość czasu i w ograniczonych stężeniach. Alarmy STEL i TWA (NDSCH i NDS) zapewniają ochronę w takich sytuacjach i ostrzegają operatorów, gdy zostają osiągnięte maksymalne poziomy narażenia.

Dodatkowe wizualne wskaźniki stanu

Urządzenia firmy BW Technologies by Honeywell mają również dodatkowe, użyteczne wskaźniki wizualne, które mogą znacznie podnieść poziom bezpieczeństwa. Detektory IntelliFlash™ są wyposażone w wyraźnie widoczne zielone wskaźniki LED, które informują o zgodności urządzenia z normami obowiązującymi na terenie obiektu. Gdy urządzenie nie jest konserwowane prawidłowo, wskaźnik IntelliFlash™ wyłącza się, sygnalizując operatorowi i pracownikowi zarządzającemu flotą, że urządzenie nie pracuje prawidłowo. ■



■ Przenośne detektory gazu (ciąg dalszy)

Typowe pola zastosowań przenośnych detektorów gazu

Przestrzenie zamknięte

Zamknięte przestrzenie występują w niezliczonych branżach i stanowią jedno z najpowszechniejszych miejsc zastosowania przenośnych detektorów gazu. Zamkniętą przestrzeń definiuje się jako:

1. Przestrzeń, która ma utrudnione lub ograniczone możliwości wejścia/wyjścia.
2. Przestrzeń, która jest dostatecznie duża, aby pracownik mógł do niej wejść i wykonać określone zadania.
3. Przestrzeń, która nie została zaprojektowana z myślą o stałej obecności pracownika.
4. Przestrzeń, w której może występować słaba wentylacja, co pozwala na gromadzenie się gazów.

Występują dwa typy zamkniętych przestrzeni:

- Normalna zamknięta przestrzeń (zezwolenie nie jest wymagane)
- Zamknięta przestrzeń (wymagane zezwolenie)

Oprócz kryteriów definiujących standardową zamkniętą przestrzeń, zamknięta przestrzeń o ograniczonym dostępie (wymagane zezwolenie) ma co najmniej jeden z niżej wymienionych atrybutów:

- Wiadomo, że zawiera (lub zawierała) niebezpieczną atmosferę.
- Wiadomo, że zawiera rozpoznane zagrożenie.
- Wiadomo, że zawiera materiał, który potencjalnie może zalegać.
- Budowa samej przestrzeni może potencjalnie uwięzić lub doprowadzić do uduszenia się operatora, który wchodzi do przestrzeni.

Typy przestrzeni zamkniętych

Zamknięte przestrzenie występują w wielu różnych branżach i miejscach. Przykładowe często występujące zamknięte przestrzenie:

- Szyby
- Rowy
- Kanały ściekowe i wiazy
- Doły
- Kotły
- Tunele
- Zbiorniki
- Statki (również zbiorniki na statkach)
- Rurociągi
- Kontenery



■ Przenośne detektory gazu (ciąg dalszy)

Zagrożenia gazowe w zamkniętych przestrzeniach

W zależności od zastosowania w przestrzeniach zamkniętych może występować wiele różnych gazów. Atmosfera może zawierać mieszaninę łatwopalnych i toksycznych gazów, jak również mogą się pojawiać zagrożenia związane z niedoborem tlenu. Typowe gazy, które mogą tam występować, to m.in.:

- Tlen
- Tlenek węgla
- Siarkowodór
- Metan
- Amoniak
- Chlor
- Dwutlenek azotu
- Dwutlenek siarki
- Cyjanowodór

Ze względu na niebezpieczny charakter przestrzeni zamkniętych wymagane jest stosowanie dwuetapowej procedury monitorowania za pomocą przenośnych detektorów. Przestrzeń należy najpierw przetestować, a następnie konieczne jest jej monitorowanie na czas trwania pracy operatora.

Wielopoziomowe badanie przestrzeni zamkniętych (etap 1)

Przed wejściem do przestrzeni zamkniętej należy użyć przenośnego detektora gazu w połączeniu z akcesoriami do badania przestrzeni zamkniętych, takimi jak ręczny zestaw do próbkowania (jeśli nie jest dostępna zintegrowana, automatyczna pompka do próbkowania) oraz wąż do próbkowania wyposażony w sondę. To umożliwi operatorowi przebywanie na zewnątrz przestrzeni zamkniętej, a jednocześnie pobranie powietrza z jej wnętrza, dzięki czemu można je przetestować za pomocą przenośnego detektora gazu.

Ważne jest, aby pobrać próbki powietrza z różnych wysokości od podłogi do sufitu, ponieważ gazy cięższe od powietrza gromadzą się na nisku, a gazy lżejsze od powietrza gromadzą się na najwyższych poziomach.

- Szczególną uwagę należy zwracać na nierówne podłogi lub sufity, które umożliwiają gromadzenie się znacznych stężeń gazu.
- Próbkę zawsze należy pobierać w pewnej odległości od wejścia; powietrze może wnikać do przestrzeni zamkniętej, co powoduje zafałszowanie wyników i nieprawidłowe wskazania dotyczące poziomu tlenu.
- Po przeprowadzeniu pełnego testu i stwierdzeniu braku zagrożeń pracownik może wejść do przestrzeni zamkniętej.



GasAlertQuattro



GasAlertMax XT II



GasAlertMicro 5



GasAlertMicroClip XT



Impact Pro



PHD6™

Dalsze ciągle monitorowanie (etap 2)

Nawet jeśli w trakcie badania wielopoziomowego nie stwierdzono żadnych zagrożeń, ważne jest ciągle monitorowanie przestrzeni zamkniętej, aby mieć pewność, że atmosfera pozostaje bezpieczna. Zawsze należy pamiętać, że atmosfera wewnątrz przestrzeni zamkniętej może się szybko zmienić, zatem:

- Należy korzystać z przenośnych detektorów co najmniej czterech gazów. Urządzenia do monitorowania pięciu lub sześciu gazów mogą być używane w celu zapewnienia dodatkowej ochrony, w tym monitorowanie detektorem fotojonizacyjnym (PID) w celu wykrywania niskich stężeń lotnych związków organicznych (LZO). To powoduje, że elastyczne rozwiązania, takie jak GasAlertMicro 5 firmy BW Technologies by Honeywell oraz PHD6™ firmy Honeywell idealnie nadają się do monitorowania wszystkich typów przestrzeni zamkniętych.
- Warto wybrać urządzenie z solidnym mocowaniem, dzięki czemu rękoma można swobodnie wykonywać konieczną pracę. Przenośny detektor gazu musi zawsze się znajdować w strefie oddychania (nie dalej niż 25 cm od ust/nosa).

- Szeregowy układ połączonych urządzeń przenośnych umożliwia przebywanie jednego pracownika wewnątrz przestrzeni zamkniętej, podczas gdy drugi pracownik monitoruje dane tego pierwszego z bezpiecznego miejsca na drugim urządzeniu. Ta technika jest szczególnie użyteczna w przypadku najbardziej niebezpiecznych zamkniętych przestrzeni.

Monitorowanie zastosowań związanych z przestrzeniami zamkniętymi

Przenośne detektory czterech gazów, takie jak Impact Pro firmy Honeywell Analytics oraz GasAlertQuattro i GasAlertMicroClip XT firmy BW Technologies by Honeywell, mogą spełniać wymagania większości zamkniętych przestrzeni, a dodatkową ochronę (w tym monitorowanie LZO) może zapewnić urządzenie do monitorowania 5 gazów, takie jak GasAlertMicro 5 firmy BW Technologies by Honeywell lub urządzenie 6-gazowe, np. PHD6™ firmy Honeywell.

■ Przenośne detektory gazu (ciąg dalszy)



GasAlertQuattro



Impact Pro



Instalacje morskie

Na instalacjach morskich występują liczne zagrożenia gazowe. Z gazem LPG, paliwami, substancjami chemicznymi i innymi paliwami kopalnymi wiąże się ryzyko eksplozji, a zagrożenie uduszeniem w wyniku wyparcia tlenu występuje podczas zubożniania za pomocą azotu lub innych gazów.

Należy również pamiętać o zagrożeniach związanych z toksycznymi gazami, takimi jak tlenek węgla w spalinach lub siarkowodor pochodzący z rozkładu związków organicznych, występujących w stonaj wodzie wewnątrz zbiorników balastowych.

Ze względu na mobilność statków stosuje się na nich głównie przenośne detektory gazu, ponieważ pozwalają na elastyczność i mobilność.

Zastosowania morskie wymagające przenośnych detektorów gazu

Rozwiązania przenośne do monitorowania wielu gazów stanowią ważną część sprzętu ochrony osobistej na morzu, ponieważ zapewniają operatorom ochronę w wielu różnych zastosowaniach i środowiskach:

- Ochrona podczas wykonywania kontroli celnych zbiorników i ładowni
- Kontrole przed wejściem i dalszy monitoring przestrzeni zamkniętych
- Zubożnianie i oczyszczanie
- Wykrywanie nieszczelności

- Wchodzenie do przestrzeni zamkniętych:
 - Pomieszczenie przetwarzania ładunku
 - Pomieszczenie z silnikiem elektrycznym
 - Pomieszczenie kontroli ładunku (jeśli nie jest sklasyfikowane jako bezpieczne w zakresie obecności gazu)
 - Zamknięte przestrzenie takie jak magazyny i przestrzenie odgródzone (z wyjątkiem magazynów mieszczących zbiorniki ładunkowe typu „C”)
- Korki powietrzne
- Odciągi palników na platformach wiertniczych i rurociągi zasilania maszynowni w gaz
- Praca w warunkach wysokich temperatur

Zagrożenia związane z gazem w przypadku zastosowań morskich

- Łatwopalne (tankowcami są transportowane różne łatwopalne paliwa takie jak gaz LPG i gaz ziemny)
- Tlenek węgla
- Siarkowodor
- Niedobór tlenu (wynikający ze zubożniania azotem)

Przepisy morskie:

Branża morska podlega ścisłym regulacjom prawnym ze względu na potencjalne zagrożenia, które mogą w niej występować, a przepisy m.in. określają, jakie certyfikaty są wymagane, aby można było używać przenośnych detektorów w zastosowaniach morskich:

- W przypadku państw członkowskich Unii Europejskiej przenośne detektory gazu muszą posiadać certyfikat zgodności z dyrektywą ws. wyposażenia morskiego (MED).
- W niektórych portach i krajach na całym świecie zaleca się, aby przenośne detektory gazu posiadały certyfikat American Bureau of Shipping (ABS).

Monitorowanie zastosowań morskich

To powoduje, że detektory z certyfikatem MED i ABS, takie jak GasAlertQuattro firmy BW Technologies by Honeywell oraz Impact Pro firmy Honeywell Analytics, idealnie nadają się do monitorowania zastosowań morskich.

■ Przenośne detektory gazu (ciąg dalszy)

Wodociągi i kanalizacja

Wodociągi i kanalizacja to potężna branża wykorzystująca wiele procesów i pełniąca wiele funkcji, począwszy od produkcji i dystrybucji czystej wody po odbiór, oczyszczanie i usuwanie odpadów takich jak ścieki.

Oprócz dystrybucji i uzdatniania czystej wody dla gospodarstw domowych zakłady z branży chemicznej, metalurgicznej czy spożywczej mogą posiadać własne stacje uzdatniania wody.

Zastosowania związane z uzdatnianiem wody wymagające przenośnych detektorów gazu

- **Monitorowanie oczyszczalni**
 - Różne środki chemiczne, w tym chlor, dwutlenek siarki i amoniak, są używane do usuwania zanieczyszczeń z wody. Jest niezwykle ważne, aby używać solidnych, przenośnych detektorów wielu gazów w trakcie procesów oczyszczania, a także podczas wchodzenia do pomieszczeń dozowania lub pracy w nich. Mogą tam występować środki chemiczne, np. amoniak, używane do „słodzenia” wody. Może występować także dwutlenek węgla, ponieważ jest używany do korekcji PH w celu obniżenia kwasowości wody.
- **Monitorowanie elektrowni**
 - Oczyszczalnie ścieków często mają własne elektrownie do wytwarzania energii elektrycznej i pompowania. To tworzy zapotrzebowanie na paliwa takie jak olej napędowy i gaz, którym towarzyszą zagrożenia związane z łatwopalnymi gazami. Dotyczy to samego paliwa, jak i spalin (gdzie dwutlenek węgla jest produktem ubocznym spalania). Przenośne detektory umożliwiające monitorowanie %DGW łatwopalnych gazów są nieodzowne w przypadku tego zastosowania.
- **Instalacje zasilające i śluzy oczyszczalni ścieków**
 - Gdy ścieki wpływają do oczyszczalni, śluzy (w postaci wrót), zatrzymują/umożliwiają przepływ wody do zakładu. Mogą występować zagrożenia związane z łatwopalnymi gazami, ponieważ ścieki mogą zawierać węglowodory z wycieków itp., więc przenośne detektory gazu są często używane do wykonywania regularnych kontroli wody wpływającej do zakładu.

- **Komory gnilne systemu kanalizacyjnego**
 - Proces rozkładu jest przyspieszany w komorach gnilnych, co umożliwia przetworzenie przefiltrowanego osadu kanalizacyjnego do postaci, którą można bezpiecznie usunąć. W zależności od od pochodzenia ścieków komory gnilne wspomagają rozkład tlenowy (w obecności tlenu) lub beztlenowy (przy braku obecności tlenu). Produktami ubocznymi tych procesów rozkładu są metan i dwutlenek węgla, co tworzy potrzebę stosowania przenośnych detektorów gazu podczas pracy w pobliżu komór gnilnych.

Zagrożenia gazowe w zastosowaniach związanych z uzdatnianiem wody

- Chlor
- Dwutlenek siarki
- Dwutlenek węgla
- Amoniak i łatwopalne gazy (gaz ziemny i LPG)
- Dwutlenek azotu
- Tlen

Przepisy dotyczące uzdatniania wody:

Występuje wiele różnych norm (międzynarodowych i krajowych), które ściśle określają monitorowanie toksycznych, łatwopalnych i żrących substancji wykorzystywanych w branży uzdatniania wody. Szczegółowe informacje dotyczące wymagań prawnych w krajach UE i poza UE zamieszczono na stronach internetowych: http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/index_en.html oraz http://osha.europa.eu/en/good_practice/topics/dangerous_substances/oel/nomembers.stm/members.stm.

Monitorowanie zastosowań związanych z uzdatnianiem wody

Detektory GasAlertQuattro, GasAlertMicroClip XT i GasAlertMicro 5 firmy BW Technologies by Honeywell oraz Impact Pro firmy Honeywell Analytics idealnie spełniają wymagania dotyczące monitorowania zastosowań związanych z uzdatnianiem wody.



GasAlertQuattro



GasAlertMicro 5



GasAlertMicroClip XT



Impact Pro



■ Przenośne detektory gazu (ciąg dalszy)



Wojsko

Większość sił zbrojnych, niezależnie od kraju stacjonowania, musi korzystać z benzyny, oleju napędowego lub nafty do napędzania silników pojazdów lądowych, jednostek pływających, łodzi podwodnych, samolotów i helikopterów. W wojsku podczas dostarczania paliw występuje wiele sytuacji wymagających zastosowania przenośnych detektorów gazu.

Siły zbrojne korzystają z wyspecjalizowanych jednostek dostarczania paliw, które zajmują się zarządzaniem i dystrybucją paliw do wszystkich jednostek wojska i w rzeczywistości siły zbrojne całego świata są największym pod względem objętości odbiorcą tych paliw.

Zastosowania wojskowe wymagające przenośnych detektorów gazu

- Zbiorniki magazynowe
 - Czyszczenie zbiornika magazynowego
 - Kontrole zbiorników magazynowych (w szczególności balastów, gdzie może się gromadzić siarkowodor i tlenek węgla)

- Przepompowywanie
- Napełnianie zbiorników magazynowych
- Transport
- Dystrybucja
- Wszystkie prace związane z zarządzaniem paliwem
- Wchodzenie do przestrzeni zamkniętych i ich kontrola
- Kontrola zbiorników w samolotach
- Łodzie podwodne (szczegółowe informacje zamieszczono poniżej)
- Monitorowanie statków (szczegółowe informacje podano w dalszej części tej strony)
- Konserwacja silników i pomp

Oprócz zastosowań wymienionych powyżej szczególną uwagę należy poświęcić następującym morskim zastosowaniom wojskowym:

- **Monitorowanie łodzi podwodnych:** W łodziach podwodnych skład powietrza jest kontrolowany przez wyspecjalizowany analizator, co zapewnia, że atmosfera jest stabilna i nie dochodzi do niebezpiecznego wzrostu stężeń tlenu węgla i dwutlenku węgla.

Siarkowodor stanowi realne zagrożenie, ze względu na fakt, że akumulatory zasilające łodzie podwodne mogą wytwarzać wodór. Na łodziach podwodnych mogą występować również gazy łatwopalne i inne, takie jak lotne związki organiczne (LZO), więc jest ważne, aby monitorować też pod ich kątem. Komora fermentacyjna na pokładzie łodzi podwodnej stwarza również zagrożenie związane z siarkowodorem.

Podczas wybierania rozwiązania do monitorowania gazów na łodziach podwodnych występują szczególne obostrzenia, m.in. należy unikać czujników tlenu węgla, ponieważ może zachodzić problem czułości skrośnej między tlenkiem węgla i siarkowodorem.

- **Monitorowanie statków:** Siarkowodor stanowi zagrożenie w pobliżu komór fermentacyjnych, a także w zamkniętych przestrzeniach, więc pracując w pobliżu takich miejsc należy koniecznie mieć na wyposażeniu przenośny detektor wielogazowy.

Tlenek węgla stanowi zagrożenie w maszynowniach, kuchniach, a także może się gromadzić w przestrzeniach

■ Przenośne detektory gazu (ciąg dalszy)



GasAlertMicro 5



PHD6™



Futurał na zamówienie

zamkniętych. Balasty mogą stwarzać zagrożenie niedoborem tlenu, podobnie przestrzenie zamknięte. Należy pamiętać, że żelazo może być utleniane przez tlen znajdujący się w powietrzu, co tworzy tlenek żelaza (znany także jako rdza). Oznacza to, że może być też wymagane wykrywanie tlenu, ponieważ tworzenie rdzy może prowadzić do zużycia tlenu z powietrza, co tworzy zagrożenia związane z niedoborem powietrza. Zarówno LZO, jak i łatwopalne gazy to potencjalne zagrożenie w maszynowniach i miejscach składowania paliwa, a także tam, gdzie paliwo jest spalane, uzupełniane lub transportowane.

Zagrożenia związane z gazem w przypadku zastosowań wojskowych

- Łatwopalne gazy (różne mieszanki paliwa lotniczego, oleju napędowego i benzyny)
- Tlenek węgla
- Dwutlenek węgla
- Siarkowodor
- Lotne związki organiczne
- Tlen

Monitorowanie paliw w wojsku

Solidne, wielogazowe rozwiązania, które oferują skuteczne wykrywanie w połączeniu z użytecznością, idealnie nadają się do zastosowań wojskowych związanych z paliwem.

Dawniej w wielu zastosowaniach wojskowych do monitorowania zagrożeń gazowych związanych z dystrybucją paliwa preferowano przenośne detektory 2-, 3- lub 4-gazowe (do wykrywania łatwopalnych gazów, niedoboru tlenu, siarkowodoru i tlenku węgla). W rzeczywistości naprawdę preferowanym rozwiązaniem jest urządzenie 5- lub 6-gazowe, ponieważ wtedy uzyskuje się pełną ochronę przed wszystkimi zagrożeniami gazowymi, które mogą występować przy dystrybucji paliwa.

Urządzenia takie jak GasAlertMicro 5 PID firmy BW Technologies by Honeywell stanowią bardziej wszechstronne i skuteczne rozwiązanie monitoringu dystrybucji paliw w wojsku dzięki możliwości wykrywania wszystkich zagrożeń związanych z toksycznymi i rzadkimi gazami, z którymi może wystąpić kontakt. Detektor GasAlertMicro 5 PID jest dostępny w wersji przeznaczonej dla wojska (wraz z automatyczną stacją do testowania urządzenia oraz różnymi dodatkowymi akcesoriami).

■ Przenośne detektory gazu (ciąg dalszy)

Reagowanie na obecność materiałów niebezpiecznych (HAZMAT)

Wypadki i wycieki, przy których występują materiały niebezpieczne (HAZMAT), mogą mieć miejsce w wielu lokalizacjach, także w przemyśle, w trakcie transportu tych materiałów po drogach lub na morzu.

W zależności od natury wycieku w odizolowanie i usuwanie materiałów niebezpiecznych mogą zostać zaangażowane różne zespoły ratownicze i specjalistyczne, w tym straż pożarna.

Wiele substancji i związków chemicznych sklasyfikowano jako materiały niebezpieczne HAZMAT ze względu na związane z nimi ryzyko i potencjalnie szkodliwe oddziaływanie na istoty żywe i środowisko naturalne. Z tego powodu szybka, bezpieczna reakcja i usunięcie materiału HAZMAT jest konieczne, aby zminimalizować wpływ niebezpiecznych ciał stałych, cieczy i gazów na otoczenie, a przenośne detektory gazu stanowią

najważniejsze elementy sprzętu ochronnego ratowników. W skład zespołów reagujących mogą wchodzić przedstawiciele różnych instytucji państwowych, agencji i grup, w tym między innymi:

- straż pożarna,
- policja,
- zespoły do usuwania wycieków,
- jednostki transportu lotniczego.

Zastosowania HAZMAT wymagające przenośnych detektorów gazu

Należy pamiętać, że wypadki z udziałem materiałów HAZMAT mogą się wydarzyć w każdym miejscu, jednak poniżej podano najbardziej prawdopodobne scenariusze.

- Wycieki substancji chemicznych na autostradach
- Wycieki substancji chemicznych na morzu
- Wycieki w zakładach przemysłowych
- Wycieki substancji chemicznych na drogach wodnych
- Wycieki w budynkach lub obiektach komercyjnych
- Problemy z rurociągami prowadzące do wycieków

Zagrożenia związane z gazem w przypadku materiałów HAZMAT

- Łatwopalne gazy takie jak gaz ziemny, gaz LPG, metan, a także ropa naftowa
- Tlenek węgla
- Dwutlenek węgla
- Siarkowodór
- Dwutlenek siarki
- Chlor
- Tlenek azotu
- Dwutlenek azotu
- Amoniak
- Fosforowodór
- Cyjanowodór
- Różne lotne związki organiczne
- Tlen

Monitoring podczas reagowania na zagrożenia HAZMAT

Ze względu na dużą różnorodność materiałów sklasyfikowanych jako HAZMAT zespoły reagowania mogą posiadać na wyposażeniu różne urządzenia, które będą używane podczas określonych zdarzeń. Przenośne detektory 4, 5 lub 6 gazów idealnie nadają się do tego celu ze względu na elastyczność. Idealnym rozwiązaniem w przypadku reagowania na zagrożenia HAZMAT są urządzenia, takie jak GasAlertQuattro (przenośny detektor czterech gazów), GasAlertMicroClip XT (przenośny detektor czterech gazów) i GasAlertMicro 5 PID (przenośny detektor pięciu gazów) firmy BW Technologies by Honeywell, Impact Pro (przenośny detektor czterech gazów) firmy Honeywell Analytics oraz PHD6™ (detektor 6 gazów) firmy Honeywell.



GasAlertQuattro



GasAlertMicro 5

■ Przenośne detektory gazu (ciąg dalszy)



Ropa naftowa i gaz (instalacje lądowe i morskie)

Niezwykle bezpieczne przenośne detektory gazu stanowią integralną część obowiązkowego sprzętu ochrony osobistej wymaganego w tych niebezpiecznych środowiskach ze względu na znaczne zagrożenie wystąpienia atmosfery wybuchowej w trakcie wydobycia, transportu i rafinacji.

Rafinerie i jednostki pływające do wydobycia, składowania i przeladunku (FPSO) są sklasyfikowane jako instalacje najwyższego poziomu zagrożenia, na których obowiązuje wymóg ograniczania ryzyka uwzględniający stosowanie przenośnych detektorów gazu.

Instalacje morskie często są trudno dostępne, a wypadki mogą wymagać pomocy drogą lotniczą, co tworzy potrzebę lepszych zabezpieczeń. Występują tam liczne zagrożenia związane z łatwopalnymi i toksycznymi gazami, jak również zagrożenia związane z niedoborem tlenu po zubożeniu azotem. W lokalizacjach tych mogą również występować skrajnie niekorzystne warunki atmosferyczne i oprysk wodą morską, co powoduje, że wymagane są najbardziej solidne rozwiązania o wysokim stopniu ochrony (IP).

Instalacje naftowe i gazowe wymagające przenośnych detektorów gazu

Wiele różnych zastosowań wymaga przenośnych detektorów gazu, ale najlepsze metody pracy zalecają, aby operatorzy zawsze korzystali z przenośnych detektorów gazu w celu monitorowania pod kątem obecności siarkowodoru.

- Testowanie i wchodzenie do zamkniętych przestrzeni
- Zubożnianie zbiorników magazynowych
- Wydobycie z dna morskiego
- Praca w pobliżu zespołów zbiorników magazynowych
- Załadunek i wyładunek łatwopalnych cieczy/materiałów w ramach transportu
- Praca w pobliżu miejsc wykonywania procesów rafineryjnych takich jak kraking węglowodorów
- W trakcie testów roboczych i podczas pracy w obszarach kontrolowanych

Zagrożenia gazowe w instalacjach naftowych i gazowych

- Łatwopalne gazy takie jak gaz ziemny, gaz LPG, metan, a także ropa naftowa
- Tlenek węgla
- Siarkowodor
- Dwutlenek węgla
- Dwutlenek siarki
- Amoniak
- Dwutlenek azotu
- Tlen

Monitorowanie instalacji naftowych i gazowych

W przypadku tych zastosowań przenośne detektory czterech gazów o stopniu ochrony IP 66/67, takie jak Impact Pro firmy Honeywell Analytics, GasAlertQuattro i GasAlertMicroClip XT firmy BW Technologies by Honeywell oraz MultiPro™ firmy Honeywell, stanowią idealne rozwiązanie monitorujące. ■

Wyżej wymienione rozwiązania stanowią przykład niektórych najważniejszych zastosowań przenośnych detektorów gazu, a jeśli są Państwo zainteresowani innymi zastosowaniami, prosimy o odwiedzenie strony internetowej: www.gasmonitors.com, gdzie zamieszczono uwagi dotyczące zastosowań produktów przenośnych oraz strony www.honeywellanalytics.com, gdzie zamieszczono uwagi dotyczące zastosowań produktów stacjonarnych.

■ Przenośne detektory gazu (ciąg dalszy)

Informacje na temat detektorów PID

Pomiar par rozpuszczalników, paliw i LZO w środowisku pracy

Pary rozpuszczalników, paliw i wielu innych lotnych związków organicznych (LZO) są wszechobecne w wielu środowiskach pracy. Większość z nich ma zaskakująco niskie wartości graniczne narażenia w miejscu pracy. W przypadku większości LZO na długo zanim zostanie osiągnięte stężenie wystarczająco duże do zarejestrowania na detektorze gazów palnych, nastąpi przekroczenie wartości granicznych toksyczności danego zanieczyszczenia.

Do pomiaru stężeń tych zanieczyszczeń w powietrzu można zastosować wiele dostępnych technik i urządzeń. Jednakże do pomiaru stężeń LZO na poziomie wartości granicznych narażenia najlepszym wyborem są zazwyczaj detektory PID. Niezależnie od tego, jaki rodzaj wyposażenia jest używany do przeciwdziałania temu zagrożeniu, niezwykle ważne jest, aby prawidłowo korzystać z urządzeń i poprawnie interpretować wyniki.

LZO to związki organiczne charakteryzujące się tendencją do łatwego parowania w temperaturze pokojowej. Powszechnie znane substancje zawierające LZO to m.in. rozpuszczalniki, rozcieńczalniki i zmywacze do paznokci, a także pary towarzyszące paliwom, takim jak benzyna, olej napędowy, olej opałowy, nafta i paliwo lotnicze. W tej grupie znajduje się również wiele typowo toksycznych substancji, takich jak benzen, butadien, heksan, toluen, ksylen i wiele innych. Coraz większa wiedza na temat toksyczności tych powszechnych zanieczyszczeń doprowadziła do obniżenia wartości granicznych narażenia i do podwyższenia wymagań dotyczących bezpośrednich pomiarów stężeń tych substancji na poziomie wartości granicznych narażenia. W tych zastosowaniach coraz częściej preferowaną metodą wykrywania jest stosowanie przyrządów wyposażonych w detektor fotojonizacyjny.

LZO stwarzają wiele potencjalnych zagrożeń w środowisku pracy. Pary wielu LZO są cięższe od powietrza i mogą doprowadzić do wyparcia atmosfery z zamkniętej lub ograniczonej przestrzeni. Niedobór tlenu to najczęstsza przyczyna obrażeń i śmierci w wypadkach

wydarzających się w zamkniętej przestrzeni. Raporty z wypadków zawierają wiele przykładów zgonów następujących na skutek niedoboru tlenu po wyparciu go przez pary LZO.

Pary większości LZO są łatwopalne przy zaskakująco niskich stężeniach. Przykładowo, stężenia dolnej granicy wybuchowości (DGW) dla toluenu i heksanu wynoszą zaledwie 1,1% (11 000 ppm). Dla porównania, aby metan był zapalny w powietrzu, jego stężenie musi osiągnąć 5% objętości (50 000 ppm). Ponieważ większość LZO tworzy łatwopalne pary, w przeszłości występowała tendencja do ich pomiaru za pomocą przyrządów do pomiaru gazów palnych. Przyrządy do pomiaru gazów palnych zazwyczaj zapewniają

wskazania procentowe narastające w DGW, gdzie 100% DGW oznacza w pełni zapalne stężenie gazu. Alarmy przyrządów do pomiaru gazów palnych są przeważnie ustawione tak, aby wyzwały się po przekroczeniu stężeń wynoszących 5% lub 10% DGW. Niestety, pary większości LZO są równocześnie toksyczne przy dużo niższych wartościach granicznych narażenia w miejscu pracy niż te, które występują w niebezpiecznych warunkach 5% lub 10% DGW dla gazów palnych. Wartości graniczne narażenia toksycznego zostają przekroczone na długo przed osiągnięciem alarmowego poziomu stężenia DGW.

Wartości graniczne narażenia w miejscu pracy zostały ustalone w celu ochrony pracowników przed skutkami zdrowotnymi związanymi z narażeniem na niebezpieczne substancje. Wartość graniczna narażenia w miejscu pracy to maksymalne stężenie lotnego zanieczyszczenia, na które może zostać narażony niechroniony pracownik podczas wykonywania zadań w miejscu pracy. W Wielkiej Brytanii wartości graniczne narażenia w miejscu pracy zostały zebrane na liście maksymalnych wartości granicznych EH40 i opisane przez normy narażenia w miejscu pracy. EH40 obejmuje obecnie wartości graniczne narażenia dla około 500 substancji. Przestrzeganie tych wartości granicznych jest wymagane prawnie. Niechronieni pracownicy nie mogą być narażeni na stężenie jakiegokolwiek z wymienionych substancji przekraczające określoną wartość graniczną. Odpowiedzialność za określenie, czy wartości graniczne narażenia nie są przekraczane, spoczywa na pracodawcy. W wielu przypadkach podstawową metodą badania, czy wartości graniczne narażenia nie są przekraczane, jest zastosowanie detektora gazów bezpośredniego działania. Wartości graniczne narażenia w miejscu pracy ogólnie są definiowane na dwa sposoby: wartość graniczna narażenia długoterminowego obliczana jako średnia ważona w czasie 8 godzin i/lub wartość graniczna narażenia krótkoterminowego, która odzwierciedla maksymalne dopuszczalne stężenie w krótszym okresie czasu, zazwyczaj w ciągu 10 lub 15 minut. Wartości graniczne narażenia dla gazów i par są zazwyczaj wyrażane narastająco w częściach na milion (ppm) lub mg/m³. Zasada średniej ważonej w czasie opiera się na prostej średniej dla narażenia pracownika w ciągu 8-godzinnego dnia pracy. Zasada średniej ważonej w czasie



■ Przenośne detektory gazu (ciąg dalszy)



dopuszcza skoki ponad limit średniej ważonej w czasie wyłącznie wtedy, jeśli nie zostaje przekroczona wartość graniczna narażenia krótkoterminowego lub jego pułap, a skoki te są kompensowane przez równoważne odchylenia poniżej danego limitu. W przypadku par LZO bez wartości granicznej narażenia krótkoterminowego, zależnie od oceny prawnej, zazwyczaj sugerowanym podejściem jest ograniczenie skoków ponad limit średniej ważonej w czasie do maksymalnie dwóch do pięciu wystąpień w trakcie 8-godzinnej ważonej dla wartości granicznej narażenia, przy uśrednianiu w okresach o długości od 10 do 15 minut. Większość przyrządów do pomiarów bezpośrednich daje do dyspozycji co najmniej trzy różne alarmy dla każdego rodzaju wykrywanego toksycznego gazu. Przyrządy do pomiaru toksycznych gazów posiadają zazwyczaj alarm średniej ważonej w czasie 8 godzin, alarm wartości granicznej narażenia krótkoterminowego oraz alarm chwilowego przekroczenia pułapu (czasami nazywany alarmem wartości szczytowej), który jest wyzwalany natychmiast po przekroczeniu danego stężenia. Większość producentów detektorów gazów ustawia początkowo alarm chwilowej wartości szczytowej na limit średniej ważonej w czasie 8 godzin. Jest to bardzo ostrożne podejście. Pomimo że prawnie jest dopuszczalne, aby spędzić cały 8-godzinny dzień pracy w tym stężeniu, większość przyrządów do pomiaru LZO jest ustawiona na aktywowanie alarmu w momencie, gdy chwilowe stężenie przekracza limit średniej ważonej w czasie. Użytkownicy mają oczywiście możliwość dowolnej modyfikacji fabrycznych ustawień alarmów zgodnie z przyjętym programem monitorowania. Lotne toksyczne substancje są zazwyczaj

klasyfikowane na podstawie możliwości wywoływania skutków fizjologicznych u narażonych pracowników. Toksyczne substancje mają tendencję do wywoływania objawów w dwojaki sposób: ostry i przewlekły. Siarkowódór (H_2S) jest dobrym przykładem toksycznej substancji wywołującej ostre objawy, która ma działanie śmiertelne przy względnie niskich stężeniach. Narażenie na 1000 ppm powoduje nagły paraliż układu oddechowego, zatrzymanie akcji serca i śmierć w ciągu kilku minut. Tlenek węgla (CO) również może działać gwałtownie przy wysokich stężeniach (1000 ppm), jednak nie tak szybko, jak siarkowódór.

Podczas gdy niektóre LZO mają ostre działanie toksyczne przy niskich stężeniach, większość ma skutki przewlekłe, a ich objawy mogą w pełni się nie uwidocznić przez wiele lat. Narażenie może nastąpić poprzez kontakt płynu lub rozpylonych kropeł ze skórą lub oczami bądź poprzez wciągnięcie do płuc (inhalację) par LZO. Inhalacja może być przyczyną podrażnienia dróg oddechowych (ostrego lub przewlekłego), a także objawów związanych z układem nerwowym, takich jak zawroty głowy, bóle głowy i inne długotrwałe objawy neurologiczne. Długotrwałe objawy neurologiczne mogą obejmować osłabienie zdolności poznawczych, pamięci, czasu reakcji, koordynacji ręka–oko i noga–oko, jak również zaburzenia równowagi i zdolności chodzenia. Narażenie na te czynniki może również prowadzić do pogorszenia samopoczucia, którego częstymi objawami są depresja, drażliwość i zmęczenie. Skutki związane z obwodowym układem nerwowym obejmują drżenie i osłabienie motoryczności ogólnej

oraz precyzyjnej. LZO zostały również powiązane z uszkodzeniami nerek i problemami z układem immunologicznym, włączając w to zwiększone prawdopodobieństwo zachorowania na raka. Benzen, powszechnie spotykany, toksyczny LZO występujący w benzynie, oleju napędowym, paliwie lotniczym i innych produktach chemicznych, został powiązany z białaczką wywołowaną czynnikami chemicznymi, niedokrwiistością aplastyczną i szpiczakiem mnogim (nowotworem układu limfatycznego). Istnieją więc uzasadnione przyczyny, dla których wartości graniczne narażenia w miejscu pracy dla par LZO są tak niskie jak obecnie. Niestety ze względu na przewlekłą i długoterminową naturę fizjologicznych skutków narażenia, w przeszłości występowała tendencja do niedostrzegania ich potencjalnej obecności w środowisku pracy przy stężeniach na poziomie wartości granicznych narażenia.

Techniki pomiarów par LZO w czasie rzeczywistym

Powszechnie stosowane techniki pomiarów par LZO obejmują kolorymetryczne rurki detekcyjne, pasywne (dyfuzyjne) dawkomierze osobiste, systemy badania przy użyciu rurki z sorbentem, urządzenia do monitorowania gazów palnych korzystające z katalitycznych czujników typu „Hot Bead” do wykrywania par w zakresach procentowych DGW lub PPM, detektory fotojonizacyjne (PID), detektory płomieniowo-jonizacyjne (FID) oraz fotometri pracujące w widmie podczerwieni.

■ Przenośne detektory gazu (ciąg dalszy)

Wszystkie te techniki są przydatne, a nawet obowiązkowe w określonych zastosowaniach związanych z monitorowaniem. Jednakże w ramach tego artykułu zostaną omówione najczęściej używane typy przenośnych urządzeń do pomiarów LZO w zastosowaniach przemysłowych: kompaktowe wieloczujnikowe urządzenia wyposażone w detektory tlenu oraz DGW gazów palnych, elektrochemiczne detektory toksyn i zminiaturyzowane detektory fotojonizacyjne (PID). Przenośne detektory gazu mogą być wyposażone w czujniki wielu różnych typów. Typ zastosowanego czujnika zależy od określonej substancji lub klasy zanieczyszczeń, które mają być mierzone. Wiele toksycznych zanieczyszczeń można mierzyć za pomocą czujników elektrochemicznych dostosowanych do danej substancji. Czujniki do pomiarów bezpośrednich są dostępne dla siarkowodoru,

tlenu węgla, chloru, dwutlenku siarki, amoniaku, fosforowodoru, wodoru, cyjanowodoru, dwutlenku azotu, tlenku azotu, dwutlenku chloru, dwutlenku etylenu, ozonu i innych.

Chociaż niektóre z tych czujników są czułe dodatkowo również na inne substancje, podczas interpretacji odczytów mamy bardzo mało niejednoznaczności. Jeśli interesuje nas wykrycie siarkowodoru, korzystamy z czujnika siarkowodoru. Jeśli interesuje nas wykrycie fosforowodoru, korzystamy z czujnika fosforowodoru. Jednakże w wielu przypadkach czujniki dostosowane do określonej substancji mogą być niedostępne.

LZO są dość dobrze wykrywalne, ale zazwyczaj wyłącznie przez czujniki szerokozakresowe. Czujniki szerokozakresowe

zapewniają sumaryczny odczyt dla ogólnej klasy lub grupy chemicznie powiązanych zanieczyszczeń. Nie są one w stanie dokonywać rozróżnienia między poszczególnymi zanieczyszczeniami, które są w stanie wykrywać. Zapewniają pojedynczy sumaryczny odczyt dla wszystkich wykrywalnych substancji w danym momencie.

Najczęściej stosowaną techniką pomiaru gazów palnych i LZO jest wciąż korzystanie z czujników gazów palnych z pelistorem typu „hot-bead”. Czujniki z pelistorem wykrywają gaz dzięki utlenianiu go na aktywnym pelistorze umieszczonym w czujniku. Utlenianie gazu powoduje rozgrzanie aktywnego pelistora. Stopień rozgrzania jest proporcjonalny do ilości gazu w monitorowanej atmosferze i stanowi podstawę dla wskazań przyrządu. Większość przyrządów do pomiaru gazów palnych wyświetla odczyty narastające w % DGW, przy pełnym zakresie 0–100% DGW. Czujniki te są zazwyczaj używane do generowania alarmu o przekroczeniu progu niebezpieczeństwa ustawionego na 5% lub 10% stężenia DGW monitorowanych gazów lub par. Wskazania są przeważnie wyświetlane z przyrostem +1% DGW.

Czujniki gazów palnych z pelistorem typu „hot-bead” nie mają możliwości rozróżniania między określonymi gazami palnymi. Czujniki z pelistorem typu „hot-bead” wyświetlające wskazania z przyrostem +1% DGW doskonale nadają się do wykrywania gazów i par głównie lub wyłącznie z punktu widzenia ich zapalności. Wiele palnych gazów, jak np. metan, nie ma określonej wartości granicznej dopuszczalnego narażenia. W przypadku tych gazów korzystanie z czujnika podającego wskazania przyrostowo w procentach DGW jest doskonałym rozwiązaniem. Jednak wiele innych par gazów palnych jest zaliczanych do innej kategorii. Mimo że pary LZO mogą być mierzone za pomocą czujników typu „hot-bead”, mogą być dla nich również określone wartości graniczne narażenia w miejscu pracy, które wymagają reakcji przy znacznie niższych stężeniach.

Dobrym przykładem jest tutaj heksan. Najczęściej uznawane na świecie normy, jak np. niemiecka maksymalna wartość stężenia (MAK), progowa wartość graniczna (TLV®) określona przez amerykańską organizację ACGIH® czy zalecana wartość graniczna narażenia (REL) określona przez Amerykański Krajowy Instytut Bezpieczeństwa i Higieny Pracy (NIOSH), podają dla heksanu średnią ważoną w czasie 8 godzin wynoszącą 50 ppm. W Wielkiej Brytanii wartość graniczna narażenia w miejscu pracy (OEL) dla heksanu jest jeszcze bardziej ostrożna. W Unii Europejskiej wartość graniczna narażenia długoterminowego (LTEL) dla heksanu wynosi maksymalnie tylko 20 ppm, biorąc pod uwagę średnią ważoną obliczaną w czasie 8 godzin.



■ Przenośne detektory gazu (ciąg dalszy)

Stężenie DGW dla heksanu wynosi 1,1%. Poniżej 1,1% objętości heksanu stężenie jego par w powietrzu jest zbyt niskie, aby utworzyć zapalną mieszaninę. Przyjmując że alarm czujnika gazów palnych jest ustawiony na 10% DGW, przy prawidłowo skalibrowanym przyrządzie pomiarowym, do wyzwolenia alarmu wymagane jest stężenie $10\% \times 1,1\% = 0,11\%$ objętości heksanu. Ponieważ 1% objętości = 10 000 części na milion (ppm), przyrost o 1% DGW w przypadku heksanu odpowiada 110 ppm. Zatem do wyzwolenia alarmu ustawionego standardowo na próg niebezpieczeństwa 10% DGW potrzebne jest stężenie heksanu wynoszące 1100 ppm. Nawet jeśli przyrządy są ustawione na 5% DGW, do wyzwolenia alarmu potrzeba stężenia 550 ppm.

Wykorzystywanie detektorów gazów palnych do pomiaru par LZO może być przyczyną kilku innych potencjalnych problemów. Po pierwsze, większość czujników gazów palnych charakteryzuje się słabą czułością na duże cząsteczki występujące w paliwach, rozpuszczalnikach i innych LZO o temperaturze zapłonu wyższej niż 38°C. Jednak nawet w przypadku odpowiedniego zwiększenia czułości w całym zakresie pracy prawidłowo skalibrowanego przyrządu w celu skompensowania początkowo niższej czułości, przyrząd zapewniający wskazania z przyrostem co 1,0% DGW nie może wykazywać zmian w stężeniu mniejszych niż $\pm 1,0\%$ DGW monitorowanej substancji. Ponieważ detektory mierzące procent DGW są słabymi wskaźnikami obecności wielu LZO, brak wskazania nie stanowi dowodu na brak zagrożenia.

Poleganie na czujnikach DGW typu „hot-bead” w zakresie pomiarów par LZO oznacza w wielu sytuacjach, że wartości graniczne narażenia OEL, REL lub TLV® zostają przekroczone na długo, zanim stężenie par stanie się wystarczająco duże do wyzwolenia alarmu o niebezpieczeństwie związanym z gazem palnym. Jeśli potencjalnie istnieje niebezpieczeństwo obecności toksycznych LZO, zachodzi konieczność użycia dodatkowych lub innych technik wykrywania, które są lepiej dostosowane do bezpośrednich pomiarów LZO na poziomie wartości granicznych narażenia na toksyczne stężenia. W tym zastosowaniu coraz popularniejsze stają się detektory fotojonizacyjne.

Należy zaznaczyć, że wraz z toksycznymi LZO mogą występować również inne palne gazy lub pary. Chociaż czujniki katalityczne mogą mieć ograniczenia w zakresie pomiarów stężeń toksycznych LZO na poziomie wartości granicznych narażenia, są zdecydowanie najczęściej wykorzystywanymi i niezawodnymi urządzeniami do pomiaru metanu i innych palnych gazów oraz par o mniejszych i lżejszych cząsteczkach.

Coraz większa uwaga poświęcana toksyczności LZO doprowadziła do określenia kilku zweryfikowanych wartości granicznych narażenia, włączając w to wartości TLV® dla par oleju napędowego, nafty i benzyny. Poniżej procedury bezpieczeństwa w wielu międzynarodowych korporacjach są powiązane z najbardziej bezpiecznymi opublikowanymi normami, nowymi wartościami TLV® poświęca się na całym świecie wiele uwagi. Wartość TLV® dla par oleju napędowego przyjęta w 2002 r. okazała się szczególnie kłopotliwa i doprowadziła do weryfikacji wielu programów monitorowania bezpieczeństwa i higieny warunków pracy w przemyśle naftowym, morskim i wojskowym. Wartość TLV® podana przez organizację ACGIH określa średnią ważoną w czasie 8 godzin dla węglowodorów oleju napędowego łącznie (pary i aerozole) na 100 mg/m³. Odpowiada to około 15 częściom na milion par oleju napędowego. W przypadku par oleju napędowego 1% DGW jest równoznaczny z 60 ppm. Nawet jeśli przyrząd jest prawidłowo skalibrowany do wykrywania oleju napędowego, co w przypadku wielu konstrukcji jest niemożliwe, wskazanie zaledwie 1% DGW przekracza wartość TLV® dla oleju napędowego o 600 procent!

Rozstrzygnięcie, jak długo można przebywać w warunkach 5% lub 10% DGW bez przekroczenia dopuszczalnej wartości średniej ważonej w czasie 8 godzin lub wartości granicznej narażenia krótkoterminowego (STEL) wykracza poza ramy tego artykułu. Patrząc na tę listę, najbardziej rzuca się w oczy to, jak niewiele LZO ma wartości graniczne narażenia dla średniej ważonej w czasie 8 godzin wyższe niż 5% DGW. Żaden LZO znajdujący się na liście nie ma wartości granicznej narażenia wyższej niż 10% DGW.

Wykorzystanie detektorów fotojonizacyjnych do pomiaru LZO

Detektory fotojonizacyjne korzystają z wysokoenergetycznego promieniowania nadfioletowego pochodzącego z lampy umieszczonej w detektorze, które stanowi źródło energii służącej do wytrącania elektronów z neutralnie naładowanych cząsteczek LZO, co wytwarza przepływ prądu elektrycznego proporcjonalny do stężenia zanieczyszczenia. Ilość energii wymaganej do wytrącania elektronów z określonych cząsteczek nazywa się potencjałem jonizacyjnym (IP) dla danej substancji. Im większa cząsteczka lub im więcej cząsteczek zawiera podwójnych lub potrójnych wiązań, tym niższa wartość IP. Zatem, ogólnie rzecz biorąc, im większa cząsteczka, tym

łatwiej można ją wykryć! Jest to dokładne przeciwieństwo charakterystyki działania katalitycznych czujników gazów palnych typu „hot-bead”.

Detektory fotojonizacyjne z łatwością mogą zapewniać wskazania na poziomie lub poniżej poziomu wartości granicznych narażenia w miejscu pracy (OEL) lub TLV® dla wszystkich LZO wymienionych w Tabeli 1, włączając w to olej napędowy. Najlepszym podejściem do pomiaru LZO często jest wieloczujnikowy przyrząd wyposażony zarówno w czujniki DGW, jak i PID.

Detektory wieloczujnikowe wyposażone w czujniki PID

Katalityczne czujniki gazów palnych typu „hot-bead” i detektory fotojonizacyjne reprezentują uzupełniające się, a nie konkurencyjne techniki wykrywania. Katalityczne czujniki typu „hot-bead” doskonale nadają się do pomiarów metanu, propanu i innych powszechnych gazów palnych, które nie są wykrywalne za pomocą detektorów PID. Z drugiej strony detektory PID mogą wykrywać duże cząstki LZO i węglowodorów, które są praktycznie niewykrywalne przez czujniki typu „hot-bead”, nawet jeśli te mogą pracować w zakresach pomiarowych PPM.

W wielu przypadkach najlepszym podejściem do pomiarów LZO jest użycie wieloczujnikowego przyrządu, który ma możliwość pomiaru wszystkich zagrożeń potencjalnie występujących w powietrzu. Posiadanie jednego przyrządu wyposażonego w wiele czujników oznacza, że nie przeoczysz się przez pomyłkę żadnego stanu zagrożenia. ■

■ Przenośne detektory gazu (ciąg dalszy)

Konserwacja przenośnych detektorów gazu

Bieżącej konserwacji i dbałości w obsłudze przez cały okres eksploatacji wymagają zarówno serwisowalne w terenie, jak i jednorazowe przenośne detektory gazu, jednak wymagania w tym zakresie są znacznie ograniczone w przypadku modeli jednorazowych. Ogólnie występują trzy najważniejsze czynności, które muszą być wykonywane:

- **Funkcyjny test urządzenia:** Ten szybki test (zwany także testem lub próbą działania) jest wykonywany w celu sprawdzenia, czy przenośny detektor gazu reaguje prawidłowo, tj. rozpoczyna alarmowanie w obecności określonego stężenia gazu. Jest to jedyny sposób na sprawdzenie, czy przenośny detektor działa prawidłowo i z tego powodu zalecaną praktyką jest wykonywanie próby działania codziennie (patrz *Przeprowadzanie próby działania* na stronie 73 w celu uzyskania szczegółowych informacji).
 - Próby działania mają zastosowanie zarówno do serwisowalnych w terenie, jak i jednorazowych przenośnych detektorów gazu.
- **Kalibracja:** Kalibrację zazwyczaj wykonuje się dwa razy w roku (choć może być wykonywana z większą lub mniejszą częstotliwością w zależności od zastosowania). Ta procedura została opracowana, aby można było mieć pewność, że wskazania przenośnego detektora gazu naprawdę oddają rzeczywiste stężenia gazu w atmosferze. Jest to szczególnie istotne, jeśli mogą występować niebezpieczne gazy, takie jak siarkowodór, ponieważ wystarczy zaledwie 1000 ppm tego gazu, aby zabić po jednym wdechu. Zatem nieprawidłowe wskazania mogą prowadzić do poważnych obrażeń lub nawet śmierci.
 - Ta czynność dotyczy wyłącznie urządzeń serwisowalnych w terenie.
- **Wymiana czujnika:** Czujniki mają określoną datę ważności i muszą być wymieniane po zakończeniu okresu przydatności. Przeciętny czas eksploatacji czujników może wynosić od 2-5 lat, jednak warto pamiętać, że czujniki mogą wymagać częstszej wymiany, gdy obecne są „znane zatruwacze”, np. zatrucie silikonem katalitycznych czujników łatwopalnych gazów. W zależności od typu urządzenia czujniki można wymieniać osobno lub w zintegrowanych kasetach (stosowanych np. w urządzeniach serii Impact firmy Honeywell Analytics).
 - Ta czynność dotyczy wyłącznie urządzeń serwisowalnych w terenie.
- **Rejestrowanie danych:** Mimo że rejestrowanie danych nie zalicza się do konserwacji, często jest określone przepisami lub narzucone przez firmy ubezpieczeniowe i obejmuje rejestrowanie i dokumentowanie wskazań przenośnych detektorów gazu, szczególnie w razie wystąpienia alarmu.
 - Ta czynność dotyczy zarówno urządzeń serwisowalnych w terenie, jak i jednorazowych przenośnych detektorów gazu.



Przenośne detektory gazu (ciąg dalszy)

Ograniczenie kosztów testowania urządzeń

W kwestii prób działania i rejestrowania danych automatyczne stacje do testowania i rejestrowania danych takie jak produkowane przez firmę Honeywell mogą znacznie ograniczyć koszty i oszczędzić czas wymagany na bieżącą obsługę urządzeń. W rzeczywistości łączny nakład pracy i koszty można ograniczyć nawet o 40–60% (w zależności od zastosowania i norm obowiązujących na obiekcie). Rozwiązania firmy Honeywell w zakresie testów i rejestrowania danych mogą przynosić następujące korzyści:

- Ograniczenie wymogów szkoleniowych dzięki intuicyjnej obsłudze jednym przyciskiem.
- Ograniczenie czasu trwania prób działania nawet o 80% (w porównaniu z metodą ręczną).
- Kontrola stężenia wszystkich gazów, zapobiegając używaniu zbyt dużej ilości gazu, co potencjalnie ogranicza koszty związane z gazem.
- Rejestrowanie danych przez naciśnięcie jednego przycisku (bez potrzeby stosowania komputera).
- Brak potrzeby stosowania dodatkowych akcesoriów, takich jak butle z gazem, rurki, regulatory itp.

Przeprowadzanie ręcznej próby działania

Jeśli stacja do testów nie jest pożądanym rozwiązaniem, operatorzy mogą wykonywać próby działania ręcznie w niżej opisany sposób, korzystając z przenośnego modułu i zestawu akcesoriów:

- Podłączyć jeden koniec węża do regulatora butli z gazem, a drugi koniec do nasadki do prób działania i kalibracji.
- Następnie nasadkę do prób działania i kalibracji podłączyć do urządzenia.
- Rozpylić krótką, 3-sekundową strugę gazu na urządzenie.
- Urządzenie powinno rozpocząć alarmowanie. Jeśli urządzenie nie alarmuje, wymagana jest kalibracja.
- Zamknąć regulator i odłączyć nasadkę kalibracyjną od urządzenia. Urządzenie będzie alarmować do momentu, aż gaz się nie ulotni z czujników.
- Waż można następnie odłączyć od nasadki kalibracyjnej i schować w bezpiecznym, wolnym od zanieczyszczeń miejscu.

Wiele dzisiejszych urządzeń, także te produkowane przez firmę Honeywell, jest optymalizowanych w taki sposób, aby były łatwe w obsłudze, a także generowały w odpowiednim czasie przypomnienia o wymaganych ważnych czynnościach



MicroDock II



Enforcer



Stacja dokująca IQ6



konserwacyjnych. Na przykład przenośne detektory gazu firmy BW Technologies by Honeywell przypominają o konieczności próby działania lub kalibracji, a następnie wymuszają próbę działania lub kalibrację, co zapobiega używaniu urządzenia do momentu wykonania wymaganej czynności. Te funkcje mogą być fabrycznie ustawione zgodnie z normami obowiązującymi w danym zakładzie, np. maksymalnie 180 dni między kalibracjami. Funkcje przypomnień mogą zostać wsparte przez technologię IntelliFlash™ firmy BW Technologies by Honeywell (szczegółowe informacje na temat technologii IntelliFlash™ zamieszczono w części *Dodatkowe wizualne sygnalizowanie stanu* na stronie 59).

Z czego wynika konieczność konserwacji urządzeń?

Należy pamiętać, że przenośne detektory są uznawane za krytyczne z punktu widzenia bezpieczeństwa, a to oznacza, że są wykonywane i konserwowane zgodnie z określonymi dyrektywami i normami. W przypadku produktów i procesów krytycznych z punktu widzenia bezpieczeństwa potencjalne ryzyko jest ograniczane w maksymalnym możliwym stopniu. Prawnie określono wymagania w zakresie kontroli (prób działania) i kalibracji urządzeń, zależnie od zastosowania. Te wymagania wyjaśniają, dlaczego w odróżnieniu od urządzeń zdalnych produkty jednorazowe

mogą mieć tak długi okres eksploatacji (bez potrzeby kalibracji). W rzeczywistości oba rodzaje urządzeń opracowuje się zgodnie z tymi samymi wysokimi standardami, a kalibracja urządzeń zdalnych nie jest związana z różnicami w częściach składowych, ale wymagają jej przepisy dotyczące zgodności oraz konieczność ograniczania ryzyka, że urządzenie może się rozregulować i nie przedstawiać poprawnych wskazań. Z tego względu w wielu niebezpiecznych zastosowaniach prawo zakazuje stosowania urządzeń jednorazowych.

Kwestię wyboru przenośnych detektorów należy rozważać całościowo, a wybór odpowiedniego urządzenia zależy nie tylko od specyfikacji i wymagań zakładu, ale także od wymagań prawnych. ■



Przenośne detektory gazu (ciąg dalszy)

Przenośne detektory gazu firmy Honeywell

W celu spełnienia wymagań w zakresie zastosowań detektorów w bardzo odmiennych gałęziach przemysłu firma Honeywell produkuje wiele różnych przenośnych urządzeń: od niedrogich, bezobsługowych urządzeń jednogazowych po zaawansowane urządzenia o wysokich parametrach.

GasAlertClip Extreme



Kompaktowy i przystępny cenowo detektor GasAlertClipExtreme umożliwia nieprzerwane monitorowanie zagrożeń związanych z jednym gazem przy zerowych wymaganiach konserwacyjnych. Ten jednogazowy detektor jest dostępny w wersji dwu- i trzyletniej oraz jest wyposażony w łatwy w obsłudze wyłącznik.

GasAlertExtreme



Kompaktowy i niedrogi detektor GasAlertExtreme niezawodnie monitoruje dowolne zagrożenie wywołane obecnością jednego toksycznego gazu. Okres eksploatacji tego jednogazowego detektora, wyposażonego w łatwy w obsłudze przycisk wł./wył., jest wydłużony dzięki zastosowaniu w nim baterii zapewniającej dwuletnią pracę. Baterię oraz sensor można łatwo wymienić nawet w terenie bez konieczności odsyłania urządzenia do serwisu.

GasAlertQuattro



Solidny i niezawodny detektor czterech gazów GasAlertQuattro łączy w sobie szeroki wachlarz funkcji z prostą obsługą za pomocą jednego przycisku. Na graficznym wyświetlaczu LCD wyświetlane są czytelne ikony przedstawiające informacje robocze takie jak testy i stan kalibracji umożliwiające uproszczone kontrole w terenie.



GasAlertMicroClip XT



Cienki i kompaktowy detektor GasAlertMicroClip XT zapewnia niedrogą ochronę przed zagrożeniami występującymi w atmosferze. Dzięki obsłudze jednym przyciskiem korzystanie z urządzenia jest niezwykle proste, a czas wymagany na szkolenie użytkownika jest znacznie krótszy.



GasAlertMax XT II



Solidny detektor GasAlertMax XT II może monitorować zagrożenia związane z obecnością nawet czterech gazów i łączy nieskomplikowaną obsługę za pomocą jednego przycisku z obecnością zintegrowanej pompki do próbkowania. Możliwe jest dostosowanie przyrządu do określonych zastosowań za pomocą ustawianych przez użytkownika opcji zabezpieczonych przed zmianami przez osoby niepowołane.



Seria GasAlertMicro 5



Kompaktowe i lekkie urządzenia serii GasAlertMicro 5 są dostępne w wariantach działających w trybie dyfuzyjnym lub w trybie pompowania. Każdy z przenośnych detektorów gazu jednocześnie monitoruje i wyświetla informacje o maksymalnie pięciu zagrożeniach występujących w atmosferze. Warianty tego modelu to m.in. GasAlertMicro 5 PID do wykrywania niskich poziomów stężeń LZO oraz GasAlertMicro 5 IR do monitorowania dwutlenku węgla.



ToxiPro®

Honeywell

Kompaktowy i wytrzymały przenośny detektor jednego toksycznego gazu o łatwej obsłudze jednym przyciskiem zapewnia w czasie rzeczywistym nieprzerwane wskazania oraz dobrze widoczne/słyszalne alarmy w obszarach, gdzie występują głośne dźwięki. Detektor ToxiPro® standardowo jest wyposażony w zintegrowaną czarną skrzynkę — rejestrator danych i zdarzeń (kompatybilny ze stacją dokującą dla urządzeń jednogazowych Honeywell IQ Express).



MultiPro™

Honeywell

Detektor 4-gazowy wyświetlający w czasie rzeczywistym jednocześnie wszystkie wskazania, charakteryzujący się łatwą obsługą jednym przyciskiem i dużym, czytelnym ekranem LCD. Detektor MultiPro™ standardowo jest wyposażony w zintegrowaną czarną skrzynkę — rejestrator danych i zdarzeń. Dostępna jest również opcjonalna, nakręcana pompka z funkcją automatycznego testu szczelności i alarmem niskiego przepływu. (Kompatybilny ze stacją dokującą detektorów wielogazowych Honeywell IQ Express).



PHD6™

Honeywell

Jednoczesne monitorowanie zagrożeń związanych z maksymalnie 6 gazami przy dostępności 18 czujników, w tym PID do wykrywania niskich stężeń dwutlenku węgla i metanu. Detektor PHD6™ jest wyposażony w zintegrowaną czarną skrzynkę — rejestrator danych i zdarzeń, który zapisuje wszystkie zagrożenia występujące w atmosferze w czasie eksploatacji. (Kompatybilny ze stacją dokującą detektorów wielogazowych Honeywell IQ6).



Seria Impact

Honeywell Analytics Experts in Gas Detection

Wysokiej klasy rozwiązanie umożliwiające jednoczesne monitorowanie czterech gazów opracowane pod kątem najbardziej wymagających zastosowań. Warianty modelu obejmują detektor Impact Pro, który zawiera zintegrowaną automatyczną pompkę, Impact IR oraz Impact (wersja standardowa).



Impulse XT

Honeywell Analytics Experts in Gas Detection

Impulse XT to jednogazowy, przenośny detektor o zerowych wymaganiach konserwacyjnych. Zapewniając nieprzerwany monitoring przez 2-letni okres eksploatacji, to urządzenie charakteryzuje się klasą ochrony IP67, dzięki czemu idealnie nadaje się do pracy w trudnych warunkach.

■ Przenośne detektory gazu (ciąg dalszy)

Rozwiązania firmy Honeywell w zakresie automatycznego testowania urządzeń



MicroDock II

BW
Technologies
by Honeywell

MicroDock II to łatwe w obsłudze, korzystne finansowo rozwiązanie umożliwiające testowanie, kalibrowanie i ładowanie urządzeń, a także zarządzanie rejestrami. Urządzenie jest w pełni kompatybilne z całą ofertą produktową firmy BW Technologies by Honeywell, a dołączone oprogramowanie Fleet Manager II umożliwia użytkownikom niezwykle szybkie pobieranie danych za pomocą MicroDock II. Dzięki udoskonalonym funkcjom można tworzyć dokładne i czytelne raporty, drukować potwierdzenia kalibracji, sortować i generować wykresy danych, a także archiwizować informacje, co pomaga w znacznym uproszczeniu czynności zarządzania flotą urządzeń.



Enforcer

Honeywell Analytics
Experts in Gas Detection

Enforcer to przenośna, niewielka i lekka stacja do testów i kalibracji opracowana do współpracy z przenośnymi detektorami gazu serii Impact. Bez konieczności stosowania akumulatorów ani zasilania sieciowego stacja Enforcer umożliwia szybkie testowanie w terenie i pomaga ograniczyć bieżące koszty konserwacji przenośnych urządzeń.



Stacja dokująca
ToxiPro IQ Express

Honeywell

Całkowicie automatyczna stacja do testów, kalibracji i rejestracji danych przeznaczona do współpracy z przenośnymi detektorami ToxiPro umożliwiającą podłączenie czterech urządzeń do jednego źródła gazu. Możliwość podłączenia do komputera przez port USB lub Ethernet (opcja).



Stacja dokująca Multi-Pro IQ Express

Honeywell

Całkowicie automatyczna stacja do testów, kalibracji i rejestracji danych przeznaczona do współpracy z przenośnymi detektorami gazu serii MultiPro™. Możliwość podłączenia do komputera przez port USB lub Ethernet (opcja).



Stacja dokująca IQ6

Honeywell

Całkowicie automatyczna stacja do testów, kalibracji i rejestracji danych przeznaczona do współpracy z przenośnymi detektorami gazu serii PHD6™. Możliwość podłączenia do komputera przez port USB lub Ethernet (opcja). ■



Północnoamerykańskie normy i aprobaty dotyczące obszarów niebezpiecznych

Północnoamerykański system certyfikacji, instalacji i kontroli urządzeń przeznaczonych dla obszarów niebezpiecznych obejmuje:

- Kody instalacji
— np.: NEC, CEC.
- Organizacje normalizacyjne (SDO)
— np.: UL, CSA, FM.
- Uznane w USA laboratoria testowe (NRTL)
— zewnętrzne jednostki certyfikacyjne, np.: ARL, CSA, ETI, FM, ITSNA, MET, UL.
- Organy kontrolne
— np.: OSHA, IAEL, USCG.

Stosowanymi w Stanach Zjednoczonych przepisami dotyczącymi instalacji są normy NEC 500 i NEC 505, natomiast w Kanadzie są to przepisy CEC (Canadian Electric Code). Większość organów w obu wspomnianych państwach honoruje i stosuje te wytyczne, traktując je jako ostateczne normy dotyczące instalacji oraz użytkowania urządzeń elektrycznych. Zawarte w nich informacje obejmują wymagania dotyczące budowy, działania i instalacji urządzeń oraz klasyfikacji obszarów. Przepisy te są obecnie niemalże identyczne z nowo wydanymi przepisami NEC.

Organizacje normalizacyjne (Standards Developing Organisations, SDO) współpracują z przemysłem w celu opracowania odpowiednich ogólnych wymagań dla urządzeń. Niektóre z tych organizacji pełnią również funkcję członków komitetów technicznych odpowiedzialnych za opracowywanie i utrzymywanie w mocy północnoamerykańskich przepisów dotyczących instalacji przeznaczonych dla obszarów niebezpiecznych.

Uznane w USA laboratoria testowe (Nationally Recognised Testing Laboratories, NRTL) są niezależnymi, zewnętrznymi jednostkami certyfikacyjnymi, które oceniają zgodność urządzeń z wyżej wymienionymi wymaganiami. Poddane testom i zaaprobowane przez te agencje urządzenia mogą być później stosowane zgodnie z wymaganiami przepisów NEC lub CEC.

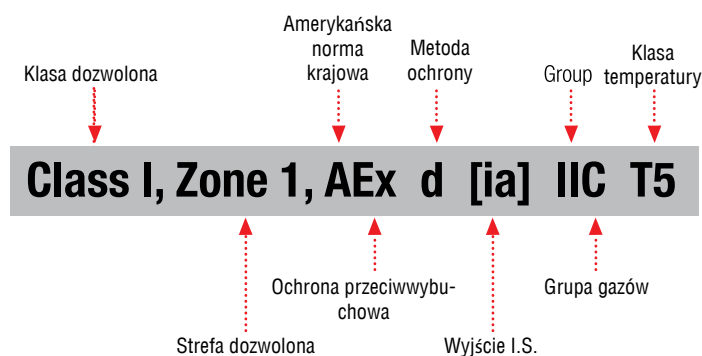
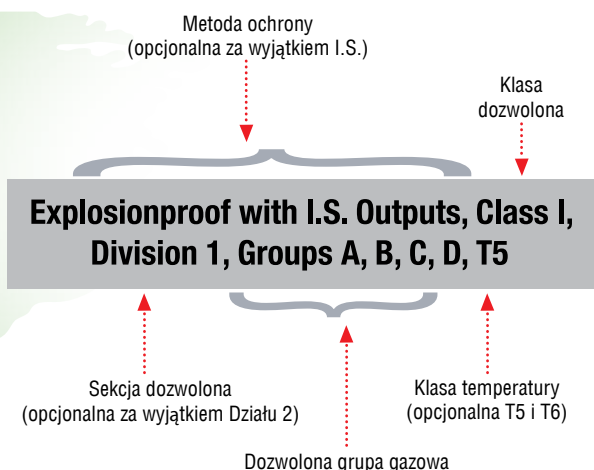
W Stanach Zjednoczonych odpowiedzialnym za kontrolę organem jest Departament Bezpieczeństwa i Higieny Pracy (Occupational Safety and Health Administration, OSHA). W Kanadzie organem kontrolnym jest Kanadyjska Rada ds. Standardów (Standards Council of Canada). Aby potwierdzić zgodność ze wszystkimi normami krajowymi w obu tych państwach, wymagane jest podanie dodatkowej informacji o przeprowadzeniu testów i zaaprobowaniu urządzeń.

Na przykład na urządzeniach zaaprobowanych na podstawie wymagań CSA zgodnie z amerykańskimi normami, oprócz symbolu CSA należy umieścić symbol NRTL/C. Aby w Kanadzie wskazać zgodność ze wszystkimi normami kanadyjskimi, przy oznaczeniu UL na etykiecie musi być widoczna mała litera c. ■



Północnoamerykańskie oznaczenie Ex i klasyfikacja obszarów

Po uzyskaniu aprobaty urządzenie musi być oznakowane w sposób wskazujący szczegóły tej aprobaty.



Klasa I — Gazy wybuchowe

Dział 1	Gazy, które zwykle występują w ilościach mogących doprowadzić do wybuchu
Dział 2	Gazy, które zwykle nie występują w ilościach mogących doprowadzić do wybuchu

Rodzaje gazów w podziale na grupy

Grupa A	Acetylen
Grupa B	Wodór
Grupa C	Etylen i produkty powiązane
Grupa D	Propan i produkty alkoholowe

Klasa II — Pyły wybuchowe

Dział 1	Pył, który zwykle występuje w ilościach mogących doprowadzić do wybuchu
Dział 2	Pył, który zwykle nie występuje w ilościach mogących doprowadzić do wybuchu

Rodzaje pyłów w podziale na grupy

Grupa E	Pył metalowy
Grupa F	Pył węglowy
Grupa G	Pył zbożowy i niemetalowy

Europejskie normy i aprobaty dotyczące obszarów niebezpiecznych

Normami stosowanymi w większości państw poza terytorium Ameryki Północnej są IEC/CENELEC i ATEX. Międzynarodowa Komisja Elektrotechniczna (International Electrotechnical Commission, IEC) określiła szczegółowe wymagania dotyczące urządzeń i klasyfikacja obszarów. Mają one zastosowanie także w państwach leżących zarówno poza terytorium Europy, jak i Ameryki Północnej. CENELEC (Europejski Komitet Normalizacyjny Elektrotechniki) jest grupą techniczną bazującą w swoich pracach na normach IEC i dążącą do zharmonizowania ich ze wszystkimi normami ATEX oraz wynikającymi z nich normami ustanawianymi przez państwa członkowskie, które oparto na wymaganiach Dyrektywy ATEX.

Znak CENELEC jest honorowany we wszystkich krajach Wspólnoty Europejskiej (WE).

Ponadto we wszystkich krajach WE funkcjonują organizacje nadrzędne, które określają dodatkowe wymagania dotyczące urządzeń i sposobów wykonania połączeń elektrycznych. W każdym państwie członkowskim WE funkcjonują laboratoria rządowe lub zewnętrzne, które testują i aprobuje urządzenia zgodnie z normami IEC i CENELEC. Sposoby wykonania połączeń elektrycznych zmieniają się nawet w oparciu o przepisy CENELEC. Dotyczy to głównie stosowania kabli, kabli opancerzonych, a także typów kabli opancerzonych lub kanałów. Normy mogą ulegać zmianom w obrębie danego kraju „i być przywoływane jako różnice na poziomie krajowym” stosownie do lokalizacji lub organizacji, która wybudowała dany obiekt. Urządzenia certyfikowane opatrzone są znakiem „Ex”. ■

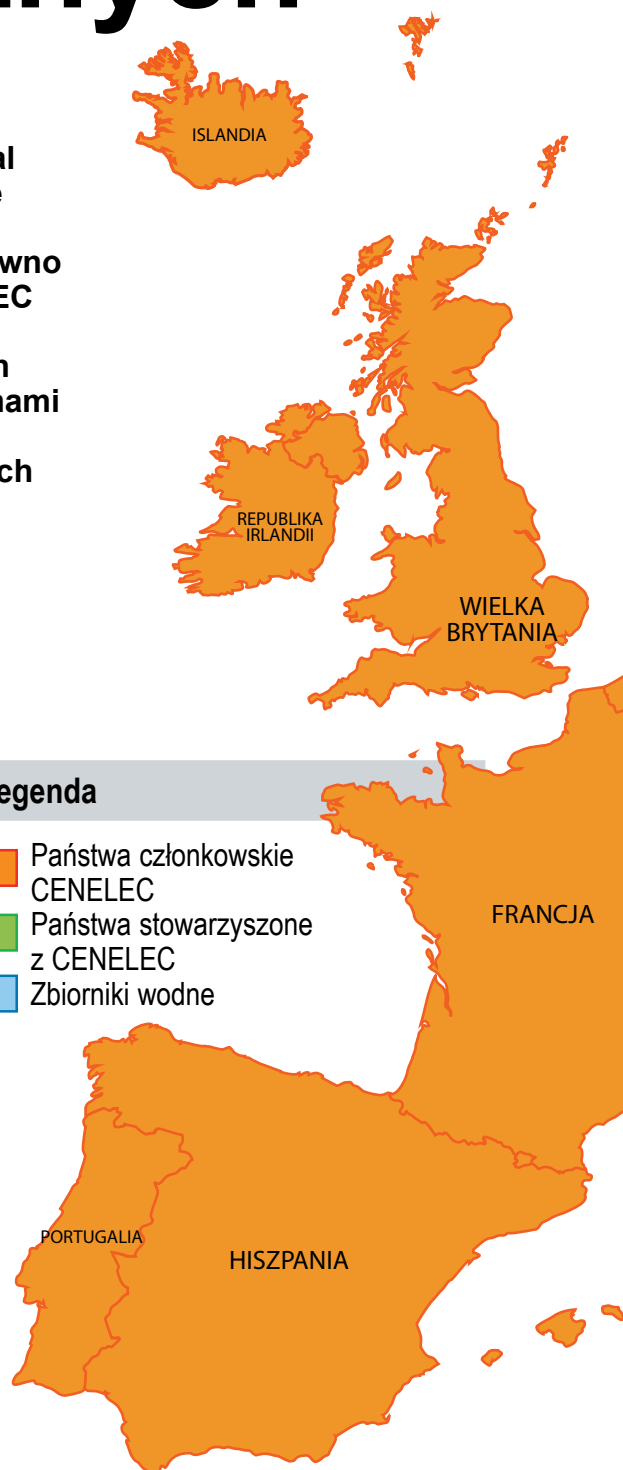
Zaakceptowane krajowe instytucje badawcze, przywołane w Dyrektywach WE mogą posługiwać się wyraźnym oznaczeniem EC:



Uwaga: Uwaga: Nie jest to znak certyfikacji

Legenda

- Państwa członkowskie CENELEC
- Państwa stowarzyszone z CENELEC
- Zbiorniki wodne





PAŃSTWA CZŁONKOWSKIE CENELEC:

- | | | |
|------------------|------------|-----------------|
| Austria | Niemcy | Norwegia |
| Belgia | Grecja | Polska |
| Bułgaria | Węgry | Portugalia |
| Chorwacja | Islandia | Rumunia |
| Cypr | Irlandia | Słowacja |
| Republika Czeska | Włochy | Słowenia |
| Dania | Łotwa | Hiszpania |
| Estonia | Litwa | Szwecja |
| Finlandia | Luksemburg | Szwajcaria |
| Francja | Malta | Wielka Brytania |
| | Holandia | |

FAKTY DOTYCZĄCE GAZÓW

Dyrektywa ATEX (skrót pochodzący od francuskich słów **AT**mospheres **EX**plosibles) określa minimalne wymagania dotyczące bezpieczeństwa odnośnie atmosfer wybuchowych zarówno dla pracodawców, jak i producentów.

ATEX = ATmospheres **EX**plosibles

Od lipca 2003 roku obowiązują dwie dyrektywy unijne, które szczegółowo określają obowiązki producentów i użytkowników w zakresie projektowania oraz stosowania urządzeń w atmosferach wybuchowych.



Odpowiedzialni	Dyrektywa	Artykuł
Producenci	94/9/WE ATEX 95	ATEX 100a
Użytkownicy końcowi/pracodawcy	99/92/WE	ATEX 137

Dyrektwy ATEX określają **MINIMALNE** wymagania odnośnie atmosfer wybuchowych zarówno dla pracodawców, jak i producentów. Pracodawca odpowiada za przeprowadzenie oceny zagrożenia wybuchem oraz podjęcie niezbędnych kroków zmierzających do wyeliminowania lub ograniczenia tego zagrożenia.

Aby spełnić wymagania dyrektywy ATEX, urządzenia muszą:

- być opatrzone znakiem CE;
- przejść wymaganą certyfikację dopuszczającą do pracy w obszarach niebezpiecznych;
- spełniać wymagania norm odnośnie ich działania, np. normy EN 60079-29-1:2007 poświęconej detektorom gazów palnych (dla danego zastosowania). ■

DYREKTYWA ATEX 94/9/WE ARTYKUŁ 100A

Artykuł 100a określa odpowiedzialność producentów w zakresie:

- Wymagań dotyczących urządzeń i systemów bezpieczeństwa przeznaczonych do użytku w atmosferach potencjalnie wybuchowych (np. detektorów gazu).
- Wymagań dotyczących urządzeń bezpieczeństwa i sterujących przeznaczonych do użytku poza obszarami występowania atmosfer potencjalnie wybuchowych, lecz niezbędnych w celu zapewnienia bezpiecznego funkcjonowania urządzeń i systemów ochronnych (np. sterowników).
- Zaklasyfikowania grup urządzeń do odpowiednich kategorii.
- Podstawowych wymagań dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy odnoszących się do projektu i konstrukcji urządzeń/systemów.





Klasyfikację obszarów niebezpiecznych zdefiniowano w dyrektywie ATEX

Obszar niebezpieczny	Definicja	ATEX
Strefa 0	Obszary, w których atmosfery wybuchowe wywołane mieszaninami powietrza i gazów, parami, mgłami lub pyłami występują bez przerwy lub przez dłuższe okresy.	Kategoria 1
Strefa 1	Obszary, w których atmosfery wybuchowe wywołane mieszaninami powietrza i gazów, parami, mgłami lub pyłami mogą się pojawić.	Kategoria 2
Strefa 2	Obszary, w których atmosfery wybuchowe wywołane mieszaninami powietrza i gazów, parami, mgłami lub pyłami mogą wystąpić, występują jedynie sporadycznie lub przez krótkie okresy.	Kategoria 3

Kategoria ATEX	Dopuszczalny rodzaj certyfikacji
Kategoria 1	Ex ia
Kategoria 2	Ex ib, Ex d, Ex e, Ex p, Ex m, Ex o, Ex q
Kategoria 3	Ex ib, Ex d, Ex e, Ex p, Ex m, Ex o, Ex q, Ex n

Normy IEC

IECEX (Międzynarodowa Komisja Elektrotechniczna) opracowuje normy, które są powszechnie stosowane w krajach poza terytorium Europy i Ameryki Północnej. Normy IECEx odnoszą się do klasyfikacji obszarów i urządzeń, a ponadto zawierają informacje podobne do zawartych w dyrektywie ATEX.

Strefy zagrożone wybuchem wg dyrektywy ATEX oraz grupy urządzeń wg IEC

Strefa zagrożona wybuchem wg dyrektywy ATEX	Kod urządzenia wg IEC
Strefa 0 (gaz i pary)	1G
Strefa 1 (gaz i pary)	2G
Strefa 2 (gaz i pary)	3G
Strefa 20 (pyły palne)	1D
Strefa 21 (pyły palne)	2D
Strefa 22 (pyły palne)	3D

Kategorie urządzeń oraz sposób ochrony przed zagrożeniami pochodzącymi od gazów i par wg IEC

Kategoria urządzenia	Rodzaj ochrony	Kod	Nr ref. IECEx
1G	Iskrobezpieczeństwo	ia	EN/IEC 60079-11
1G	Hermetyzacja	ma	EN/IEC 60079-18
2G	Obudowa ognioszczelna	d	EN/IEC 60079-1
2G	Zwiększona ochrona	E	EN/IEC 60079-7
2G	Iskrobezpieczeństwo	ib	EN/IEC 60079-11
2G	Hermetyzacja	m/mb	EN/IEC 60079-18
2G	Zanurzenie w oleju	o	EN/IEC 60079-6
2G	Obudowy ciśnieniowe	p/px/py	EN/IEC 60079-2
2G	Wypełnienie proszkowe	q	EN/IEC 60079-5
3G	Iskrobezpieczeństwo	ic	EN/IEC 60079-11
3G	Hermetyzacja	mc	EN/IEC 60079-18
3G	Nieiskrzące	n/nA	EN/IEC 60079-15
3G	Utrudnione oddychanie	nR	EN/IEC 60079-15
3G	Ograniczenie energii	nL	EN/IEC 60079-15
3G	Urządzenia powodujące iskrzenie	nC	EN/IEC 60079-15
3G	Obudowy ciśnieniowe	pz	EN/IEC 60079-2

Kategorie urządzeń oraz sposób ochrony przed zagrożeniami pochodzącymi od pyłów palnych wg IEC

Kategoria urządzenia	Rodzaj ochrony	Kod	Nr ref. IECEx
1D	Iskrobezpieczeństwo	ia	EN/IEC 60079-11
1D	Hermetyzacja	ma	EN/IEC 60079-18
1D	Obudowa	ta	EN/IEC 61241-1
2D	Iskrobezpieczeństwo	ib	EN/IEC 60079-11
2D	Hermetyzacja	mb	EN/IEC 60079-18
2D	Obudowa	tb	EN/IEC 61241-1
2D	Obudowy ciśnieniowe	pD	EN/IEC 61241-2
3D	Iskrobezpieczeństwo	ic	EN/IEC 60079-11
3D	Hermetyzacja	mc	EN/IEC 60079-18
3D	Obudowa	Tc	EN/IEC 61241-1
3D	Obudowy ciśnieniowe	pD	EN/IEC 61241-2



Oznaczenie urządzeń

DYREKTYWA ATEX 99/92/WE ARTYKUŁ 137

W artykule 137 Dyrektywy ATEX 99/92/WE opisano zakres odpowiedzialności pracodawców/użytkowników końcowych w zakresie korzystania z urządzeń przeznaczonych do użytku w atmosferach potencjalnie wybuchowych. W odróżnieniu od pozostałych dyrektyw, które mają charakter doradczy, Dyrektywa ATEX stanowi część dyrektyw nowego podejścia wydanych przez Unię Europejską (UE) i jest dokumentem obowiązującym.

Dodatkowe informacje na temat tej dyrektywy można znaleźć na stronie: dostępne są na stronie: http://ec.europa.eu/enterprise/policies/european-standards/documents/harmonised-standards-legislation/list-references/equipment-explosive-atmosphere/index_en.htm. Państwa członkowskie korzystają z tych informacji przy opracowywaniu własnych przepisów prawnych. Na przykład w Wielkiej Brytanii przepisy te wdraża Inspekcja Bezpieczeństwa i Higieny Pracy (Health and Safety Executive, HSE) w formie przepisów Dangerous Substances and Explosive Atmospheres Regulations (DSEAR) z 2002 roku. Określono w nich zasadę:



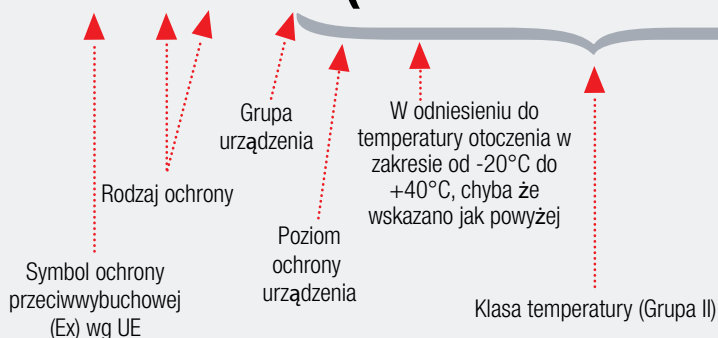
Ocena zagrożeń wybuchem

Pracodawca musi przeprowadzić ocenę zagrożeń, obejmującą:

- 1 PRAWDOPODOBIENSTWO POWSTANIA ATMOSFERY WYBUCHOWEJ**
Klasyfikacja obszaru w obrębie Strefy
- 2 PRAWDOPODOBIENSTWO WYSTĘPOWANIA ŹRÓDŁA ZAPŁONU**
Kategorie urządzeń
- 3 CHARAKTER MATERIAŁÓW PALNYCH**
Grupy gazów, temperatura samozapłonu (klasa temperatury), gaz, para, mgły i pyły
- 4 SKALA SKUTKÓW WYBUCHU**
Poziom ochrony urządzenia

Seria 60079

Ex d IIC T5 (Tamb od -40°C do +55°C)



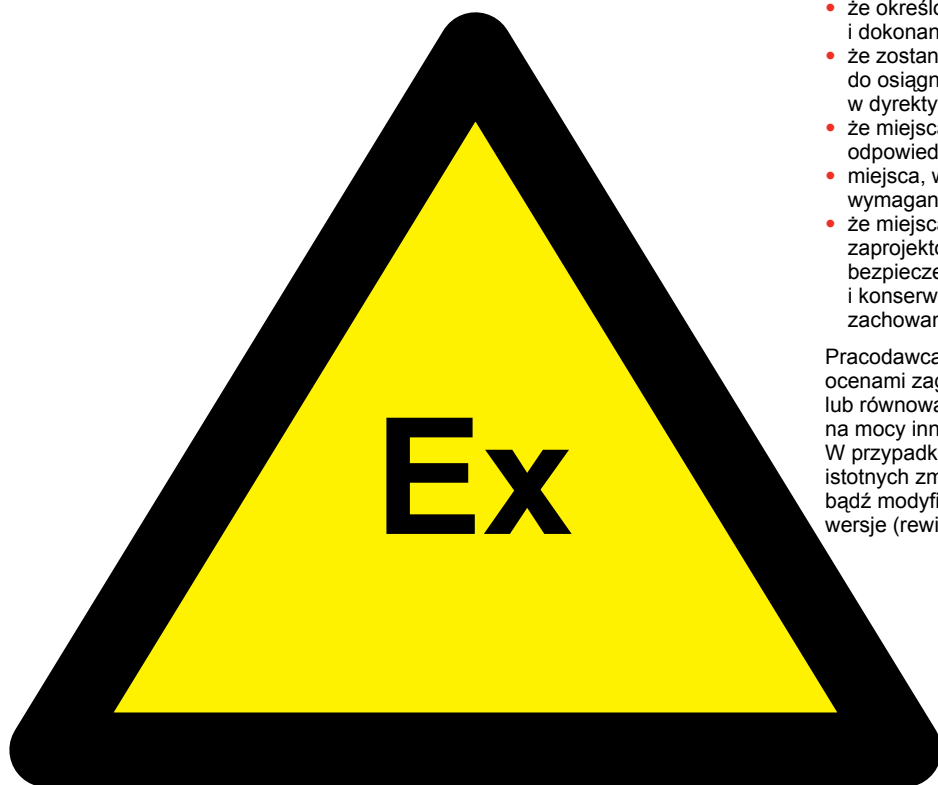
Znak „Ostrzeżenie przed atmosferą wybuchową”

Pracodawca musi oznakować wyraźnymi znakami punkty wejścia do miejsc, w których pojawić się mogą atmosfery wybuchowe:

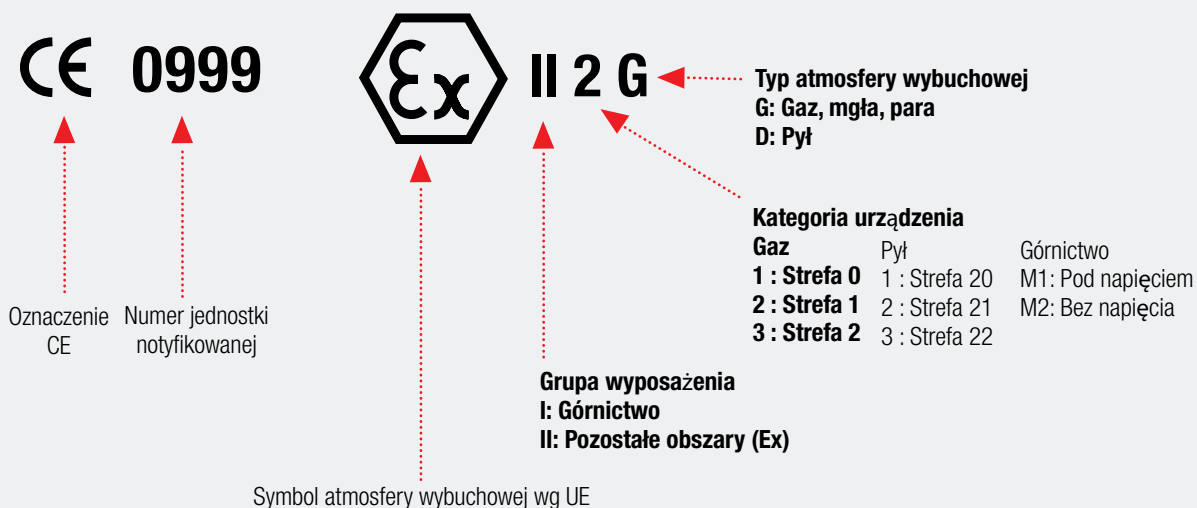
Dokonując oceny zagrożenia wybuchem, pracodawca jest zobowiązany sporządzić dokument poświęcony ochronie przed wybuchem, który wskazuje:

- że określono zagrożenia wybuchowe i dokonano ich oceny;
- że zostaną podjęte działania zmierzające do osiągnięcia celów określonych w dyrektywie;
- że miejsca zaklasyfikowano do odpowiednich stref;
- miejsca, w których obowiązywać będą wymagania minimalne;
- że miejsca pracy oraz urządzenia zaprojektowano, uwzględniając bezpieczeństwo, a ich obsługa i konserwacja prowadzone są z zachowaniem bezpieczeństwa.

Pracodawca może posługiwać się bieżącymi ocenami zagrożenia wybuchem, dokumentami lub równoważnymi raportami sporządzonymi na mocy innych aktów wspólnotowych. W przypadku wprowadzania do dokumentów istotnych zmian, rozszerzania ich zakresu bądź modyfikowania ich należy wydawać nowe wersje (rewizje). ■



Oznakowanie ATEX



Klasyfikacja obszarów



Nie wszystkie obszary zakładu lub terenu przemysłowego są uznawane za tak samo niebezpieczne. Na przykład podziemną kopalnię węgla traktuje się przez cały czas jako obszar maksymalnego zagrożenia, gdyż ciągle może w niej występować pewna ilość metanu. Z drugiej strony zakład, na którego terenie sporadycznie przechowuje się metan w zbiornikach magazynowych, zostałby uznany jedynie za potencjalnie niebezpieczny w obrębie obszarów otaczających te zbiorniki lub połączone z nimi rurociągi. W takim przypadku należy jedynie stosować odpowiednie środki ostrożności w tych obszarach, gdzie obiektywnie spodziewać się można ewentualnego wycieku gazów.

Aby zatem w znormalizowany sposób objąć kontrolą branżę przemysłową, pewne obszary (lub „strefy”) sklasyfikowano stosownie do prawdopodobieństwa wystąpienia zagrożenia w ich obrębie. Klasyfikacja obejmuje trzy strefy:

STREFA 0

W jej obrębie przez cały czas lub przez długie okresy obecny jest gaz wybuchowy/mieszanina z powietrzem.

STREFA 1

W jej obrębie, w normalnych warunkach pracy zakładu prawdopodobne jest pojawienie się gazu wybuchowego/mieszaniny z powietrzem.

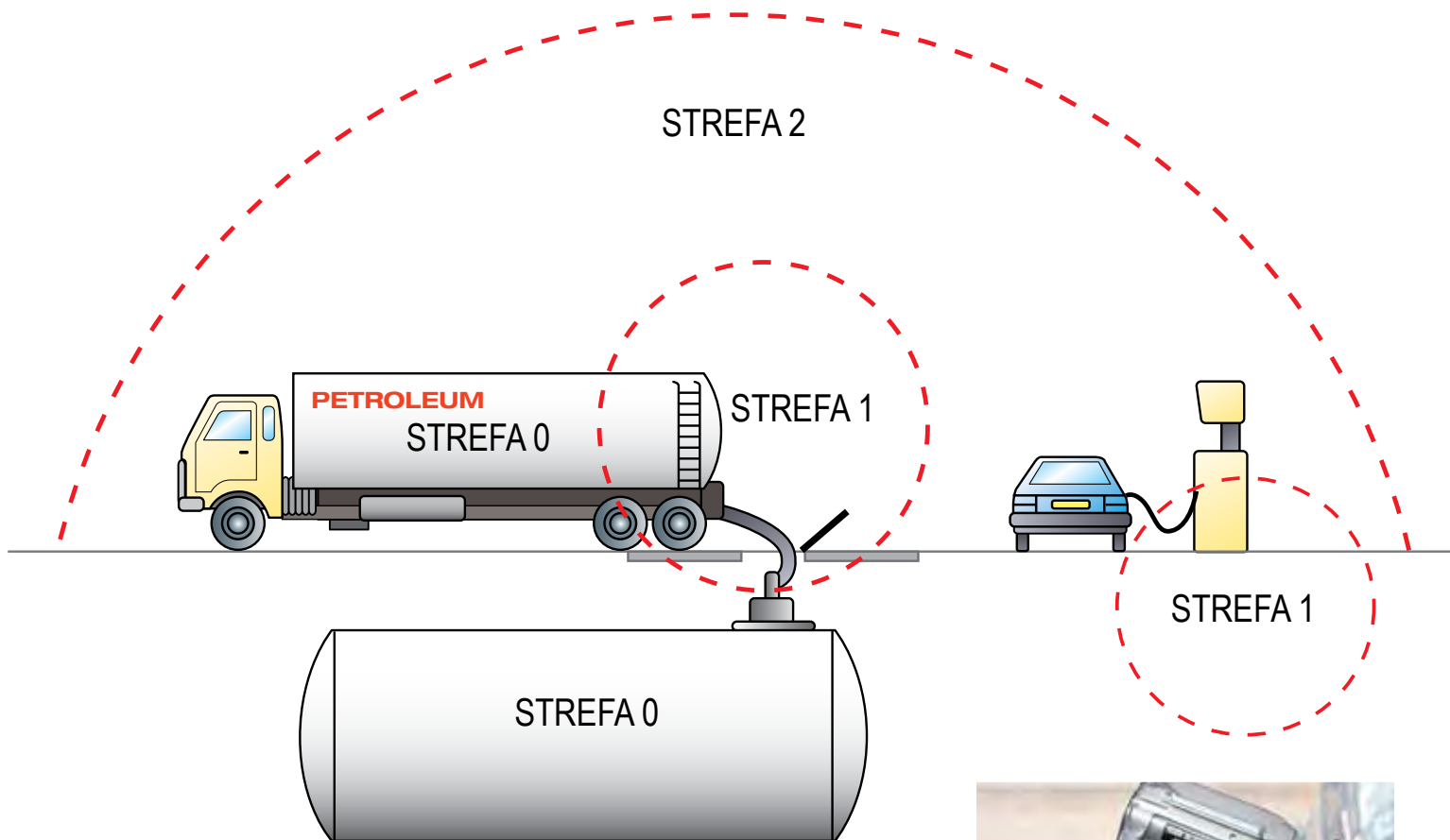
STREFA 2

W jej obrębie, w normalnych warunkach pracy pojawienie się gazu wybuchowego/mieszaniny z powietrzem nie jest prawdopodobne.

	Zagrożenie ciągłe	Zagrożenie przerywane	Możliwe zagrożenie
Europa/IEC	Strefa 0	Strefa 1	Strefa 2
Ameryka Północna (NEC 505)	Strefa 0	Strefa 1	Strefa 2
Ameryka Północna (NEC 500)	Dział 1		Dział 2

Najczęściej stosowana w Ameryce Północnej klasyfikacja (NEC 500) obejmuje tylko dwie klasy znane jako „działy”. Dział 1 odpowiada łącznie dwóm europejskim Strefom 0 i 1, natomiast Dział 2 odpowiada w przybliżeniu Strefie 2.

Przykład klasyfikacji obszarów



Konstrukcja urządzeń

Aby zapewnić bezpieczne działanie urządzeń elektrycznych w palnych atmosferach, wprowadzono obecnie kilka norm konstrukcyjnych. Norm tych przestrzegać muszą producenci urządzeń przeznaczonych do użytku w niebezpiecznych obszarach, ponadto urządzeniom takim musi towarzyszyć świadectwo stwierdzające spełnienie wymagań normy stosownej do ich przeznaczenia. W takim samym stopniu użytkownicy odpowiadają za zapewnienie, że w obszarach niebezpiecznych stosuje się wyłącznie odpowiedniej konstrukcji urządzenia.

W przypadku urządzeń do wykrywania gazów dwiema najpowszechniej stosowanymi klasami konstrukcji zapewniających bezpieczeństwo elektryczne są „ognioszczelność” (znana czasami pod nazwą „przeciwwybuchowość”, oznaczana symbolem Ex d) oraz „iskrobezpieczeństwo”, oznaczana symbolem Ex ia lub Ex ib.

Urządzenia ognioszczelne konstruuje się w taki sposób, aby ich obudowy były odpowiednio odporne, mogły wytrzymać wybuch palnego gazu w ich wnętrzu i nie uległy uszkodzeniu. A sytuacja taka może ewentualnie powstać wskutek przypadkowego zapłonu paliwa wybuchowego/mieszaniny powietrza wewnątrz urządzenia. Zatem wymiary wszelkich szczelin w ognioszczelnej obudowie lub skrzynce (np. połączenie kołnierzykowe) należy obliczyć w taki sposób, aby płomień nie mógł przedostać się nimi do atmosfery zewnętrznej.

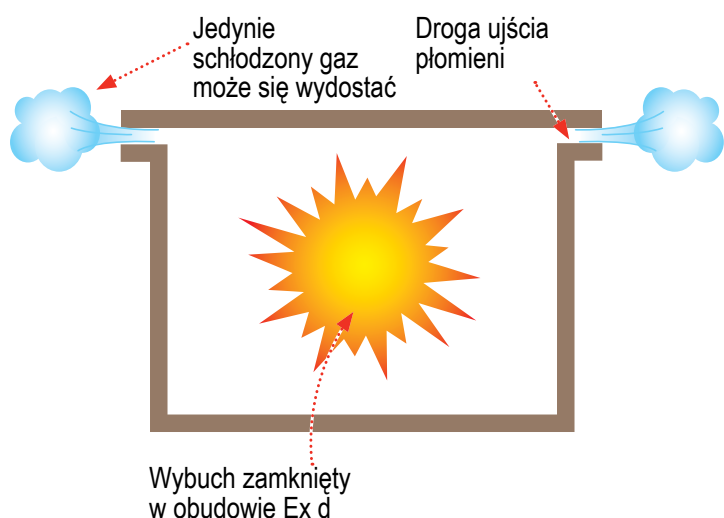
Urządzenia iskrobezpieczne są projektowane w taki sposób, aby maksymalna energia wewnętrzna tych urządzeń i przewodów elektrycznych była utrzymywana poniżej poziomu, który wywołałby zapłon od iskrzenia lub rozgrzania w przypadku wystąpienia usterki wewnętrznej lub usterki któregośkolwiek z podłączonych urządzeń. Istnieją dwa rodzaje zabezpieczeń iskrobezpiecznych. Najskuteczniejszymi są zabezpieczenia oznaczone symbolem Ex ia, które można stosować w obszarach strefy 0, 1 i 2, a także oznaczone symbolem Ex ib, odpowiednie do użytku w obszarach strefy 1 i 2. Urządzenia ognioszczelne można stosować jedynie w obszarach Strefy 1 lub 2.

Zwiększona ochrona (Ex e) jest metodą zabezpieczenia, w ramach której stosuje się dodatkowe procedury zmierzające do zapewnienia urządzeniom elektrycznym dodatkowego bezpieczeństwa. Ten rodzaj

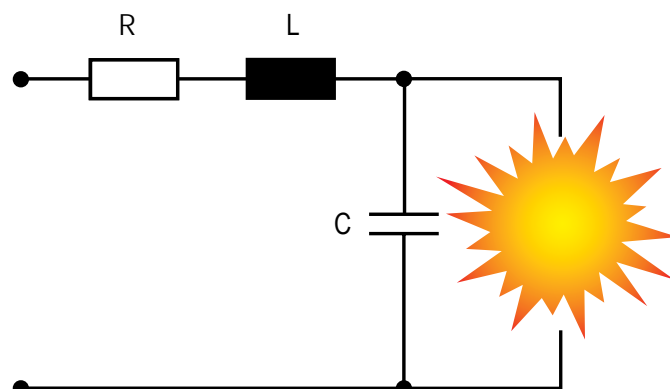
zabezpieczenia jest odpowiedni dla urządzeń, w których żadna z części nie jest w stanie wytworzyć iskrzenia, łuków elektrycznych ani doprowadzić do przekroczenia temperatury granicznej w normalnych warunkach użytkowania.

Kolejny standard ochrony, tzn. „hermetyzacja” (Ex m), zapewnia osiągnięcie bezpieczeństwa przez hermetyczne zamknięcie różnych podzespołów lub całych obwodów. Dla niektórych dostępnych obecnie urządzeń wydaje się świadectwa bezpieczeństwa z uwagi na fakt, że zastosowano w nich poszczególne elementy w wykonaniu bezpiecznym. Np.: obudowy złączy w standardzie Ex e, obudowy obwodów w standardzie Ex i, hermetycznie zamknięte podzespoły elektroniczne w standardzie Ex m oraz obudowy w standardzie Ex d, w których znajdować się może niebezpieczny gaz. ■

Ognioszczelność



Iskrobezpieczeństwo

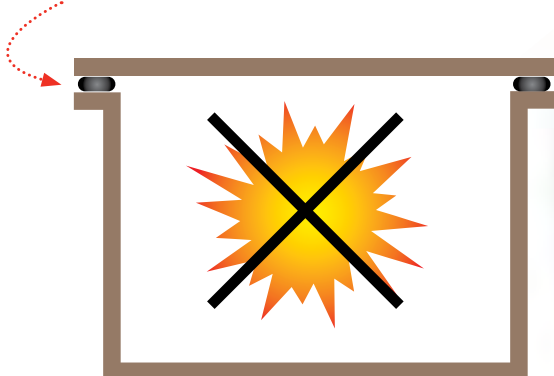


Standardy konstrukcji urządzeń przeznaczonych do obszarów niebezpiecznych

Dział	Strefa	Ex	Rodzaj ochrony
1	0	Ex ia	iskrobezpieczeństwo
	Każda konstrukcja przeznaczona dla stref o oznaczeniu powyżej 0:		
		Ex d	ognioszczelność
		Ex ib	iskrobezpieczeństwo
	1	Ex p	podwyższone ciśnienie/ciągłe rozrzedzanie
		Ex e	zwiększona ochrona
		Ex s	specjalna
2	Każda konstrukcja przeznaczona dla stref o oznaczeniu powyżej 1:		
		Ex n lub N	bez iskrzenia (dla obszarów zagrożonych wybuchem)
	2	Ex o	wypełnienie olejem
		Ex q	wypełnienie proszkiem/piaskiem

Zwiększona ochrona

Uszczelka



Klasyfikacja urządzeń

Przy doborze urządzeń zapewniających bezpieczne użytkowanie w różnych warunkach środowiskowych pomocne są dwa oznaczenia: grupa urządzenia i klasyfikacja temperatury, które stosuje się powszechnie w celu określenia ograniczeń tych urządzeń.

Zgodnie z definicją podaną w normie EN 60079-20-1 Europejskiego Komitetu Normalizacyjnego Elektrotechniki (Committee European de Normalisation Electrotechnique, CENELEC) urządzenia przeznaczone do użytku w atmosferach potencjalnie wybuchowych podzielono na dwie grupy:

GRUPA I

Dotyczy kopalni, które są narażone na występowanie gazu kopalnianego (metanu).

GRUPA II

Dotyczy miejsc, w których występuje atmosfera potencjalnie wybuchowa, za wyjątkiem kopalni z grupy I.

Grupa II w sposób jasny obejmuje szeroki zakres atmosfer potencjalnie wybuchowych, a także wiele gazów lub par o bardzo zróżnicowanych stopniach zagrożenia. Dlatego, aby wyraźniej rozdzielić różne cechy projektowe wymagane dla urządzeń stosowanych w obecności określonych gazów lub par, gazy ujęte w Grupie II poddano dalszemu podziałowi przedstawionemu w tabeli.

Acetylen jest często uważany za gaz na tyle niestabilny, że jest wymieniany osobno, choć wciąż pośród gazów Grupy II. Bardziej szczegółowy wykaz gazów przedstawiono w Normie Europejskiej EN 60079-20-1.

Przy wyborze urządzeń przeznaczonych do wykrywania gazów lub mieszanin gazów bardzo ważnym parametrem jest również klasa temperatury urządzeń bezpieczeństwa. (W przypadku mieszaniny gazów zawsze zaleca się, aby przyjmować „najgorszy scenariusz” dla każdego z gazów wchodzących w skład takiej mieszaniny). Klasyfikacja temperatury odnosi się do maksymalnej dopuszczalnej temperatury powierzchniowej dla danego urządzenia. Ma ona również zapewniać, że nie zostanie przekroczona temperatura samozapłonu gazów lub par, z którymi takie urządzenie wejdzie w kontakt.

Zakres temperatur obejmuje przedział od T1 (450°C) do T6 (85°C). Certyfikowane urządzenie jest poddawane testom odpowiadającym określonym gazom lub parom, w otoczeniu których będzie można z niego korzystać. Zarówno grupę urządzeń, jak i klasyfikację temperatury podaje się na świadectwie bezpieczeństwa oraz na samym urządzeniu.

Klasyfikacja północnoamerykańska jest spójna z klasyfikacją wg IEC pod względem temperatur lub kodów T. Niemniej jednak w przeciwieństwie do IEC, w klasyfikacji północnoamerykańskiej wartości narastają w przeciwnym kierunku. ■

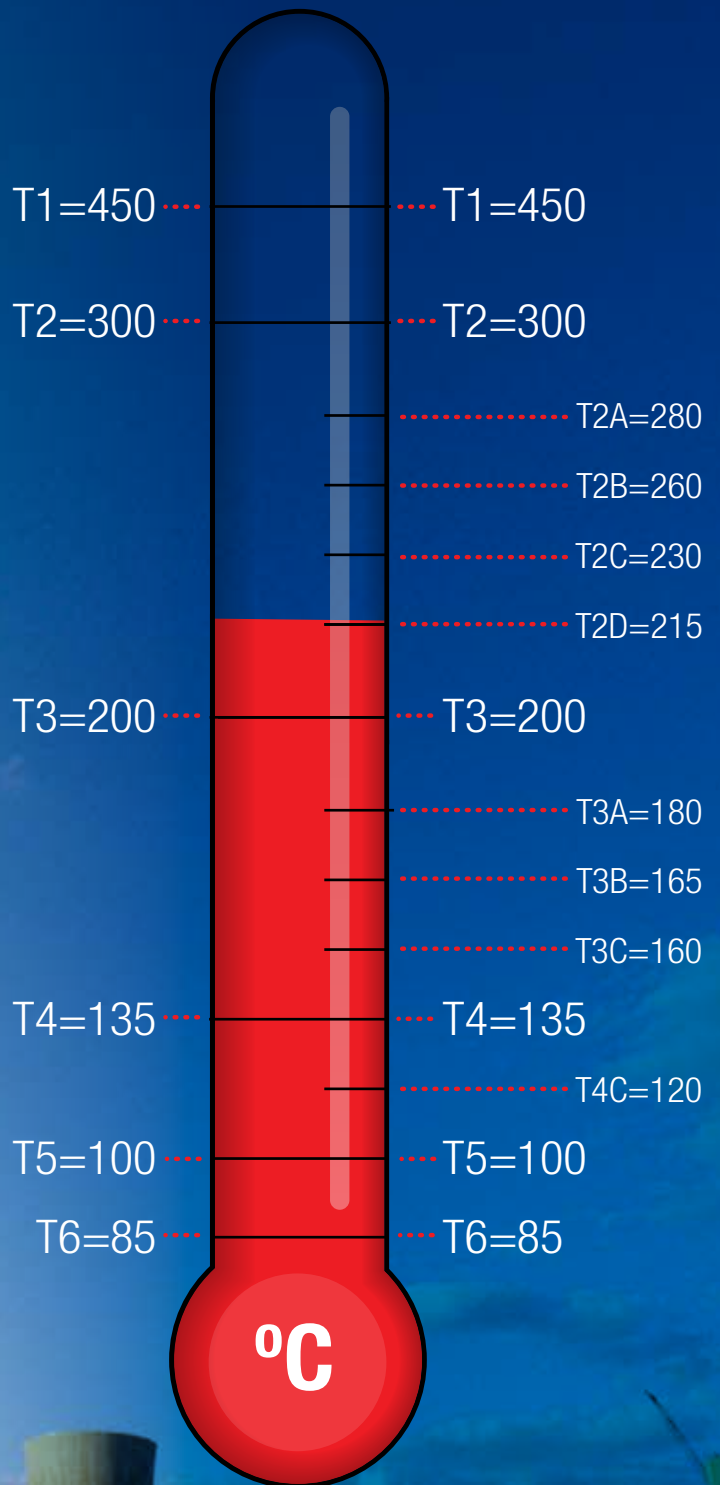


Grupa urządzenia

Reprezentatywny gaz	Klasyfikacja gazów	Łatwość zapłonu
	Europa i kraje członkowskie IEC	USA i Kanada
Acetylen	Grupa IIC	Klasa I, Grupa A
Wodór	Grupa IIC	Klasa I, Grupa B
Etylen	Grupa IIB	Klasa I, Grupa C
Propan	Grupa IIA	Klasa I, Grupa D
Metan	Grupa I	Brak klasyfikacji

Łatwiejszy zapłon

Klasa temperature



Stopień ochrony obudów

Klasyfikacje w postaci kodów są obecnie powszechnie stosowane w celu wskazania ochrony, jaką obudowa zapewnia przed dostaniem się do wewnątrz cieczy i ciał stałych. Klasyfikacja ta obejmuje także ochronę osób przed kontaktem ze znajdującymi się wewnątrz obudowy elementami ruchomymi lub pod napięciem. Należy pamiętać, że jest to oznaczenie dodatkowe i nie stanowi alternatywy dla klasyfikacji stopnia ochrony urządzeń elektrycznych używanych w obszarach niebezpiecznych.

Oznaczenie stosowane w Europie w celu wskazania stopnia ochrony składa się z liter IP, po których występują dwie „charakterystyczne cyfry” określające ten stopień. Pierwsza cyfra wskazuje stopień ochrony osób przed kontaktem ze znajdującymi się w urządzeniu elementami ruchomymi lub pod napięciem, natomiast druga cyfra oznacza zabezpieczenie obudowy przed dostaniem się wody do wewnątrz. Na przykład obudowa wykonana w stopniu ochrony IP65 zapewnia całkowitą ochronę przed dotknięciem elementów ruchomych lub pod napięciem, jest pyłoszczelna oraz chroni przed dostaniem się do wewnątrz wody rozpylonej lub strumienia wody. Taką obudowę można zastosować dla takich urządzeń do wykrywania gazów, jak sterowniki, jednakże należałoby zachować ostrożność i zapewnić odpowiednie chłodzenie układów elektrycznych. W niektórych krajach stosuje się czasem trzecią cyfrę, która odnosi się do odporności na uderzenia. Jej znaczenie podano w poniższej tabeli. ■



Trzecia cyfra Znaczenie

0	Brak ochrony
1	Energia uderzenia 0,225 J (upadek obiektu o masie 150 g z wysokości 15 cm)
2	Energia uderzenia 0,375 J (upadek obiektu o masie 250 g z wysokości 15 cm)
3	Energia uderzenia 0,5 J (upadek obiektu o masie 250 g z wysokości 20 cm)
4	(Brak znaczenia)
5	Energia uderzenia 2,0 J (upadek obiektu o masie 500 g z wysokości 40 cm)
6	(Brak znaczenia)
7	Energia uderzenia 6,0 J (upadek obiektu o masie 1,5 kg z wysokości 40 cm)
8	(Brak znaczenia)
9	Energia uderzenia 6,0 J (upadek obiektu o masie 5 kg z wysokości 40 cm)



Kody IP (IEC/EN 60529)

Pierwsza cyfra		Druga cyfra	
Ochrona przed ciałami stałymi	IP	Ochrona przed cieczami	
Brak ochrony	0 0	Brak ochrony	
Przedmioty o wielkości ponad 50 mm	1 1	Krople wody spadające pionowo	
Przedmioty o wielkości ponad 12 mm	2 2	Krople wody spadające pod kątem od -75° do 90°	
Przedmioty o wielkości ponad 2,5 mm	3 3	Rozbryzg wody	
Przedmioty o wielkości ponad 1,0 mm	4 4	Woda rozpylona	
Ograniczona ochrona przed pyłem	5 5	Strumienie wody	
Całkowita ochrona przed pyłem	6 6	Zalewanie falami	
	7	Skutki zanurzenia (po czasie wyrażonym w minutach)	
	8	Zanurzenie przez czas nieokreślony	

Przykład Przykład: IP67 oznacza ochronę przed pyłem oraz skutkami zanurzenia

Stopnie ochrony wg NEMA i IP

W Ameryce Północnej stopnie ochrony obudów określa się zgodnie z systemem NEMA. Poniższa tabela zawiera przybliżone porównanie stopni ochrony wg systemu NEMA i IP.

Stopień ochrony wg NEMA, UL i CSA	Zbliżony kod IEC/IP	Opis
1	IP20	W pomieszczeniach, ochrona przed kontaktem z zawartością
2	IP22	W pomieszczeniach, ograniczona ochrona przed opadającymi zanieczyszczeniami i wodą
3	IP55	Na zewnątrz, ochrona przed deszczem, deszczem ze śniegiem, unoszonym wiatrem pyłem oraz uszkodzeniami wywołanymi przez lód
3R	IP24	Na zewnątrz, ochrona przed deszczem, deszczem ze śniegiem oraz uszkodzeniami wywołanymi przez lód
4	IP66	W pomieszczeniach i na zewnątrz, ochrona przed unoszonym wiatrem pyłem, rozbryzgami, a także strumieniem wody oraz uszkodzeniami wywołanymi przez lód
4X	IP66	W pomieszczeniach i na zewnątrz, ochrona przed korozją, unoszonym wiatrem pyłem, deszczem, rozbryzgami, a także strumieniem wody oraz uszkodzeniami wywołanymi przez lód
6	IP67	W pomieszczeniach i na zewnątrz, ochrona przed strumieniem wody, dostaniem się wody w wyniku zanurzenia oraz uszkodzeniami wywołanymi przez lód
12	IP54	W pomieszczeniach, ochrona przed pyłem, opadającymi zanieczyszczeniami i kroplami nieżrących cieczy
13	IP54	W pomieszczeniach, ochrona przed pyłem, opadającymi zanieczyszczeniami i kroplami nieżrących cieczy

Poziomy nienaruszalności bezpieczeństwa (SIL)

Certyfikacja odnosi się zasadniczo do bezpieczeństwa urządzeń w środowisku roboczym, co oznacza, że one same nie spowodują zagrożenia. Zakres procesu certyfikacji (zwłaszcza w Europie po wprowadzeniu w życie dyrektywy ATEX dotyczącej urządzeń związanych z bezpieczeństwem) poszerzył się i obecnie obejmuje również zdolność pomiarową/wytrzymałość urządzeń. Dodatkowo stosowane są poziomy SIL, które dotyczą bezpieczeństwa urządzeń pod względem ich zdolności do realizacji funkcji bezpieczeństwa, gdy jest to wymagane (patrz: IEC/EN 61508) Coraz częściej trzeba posługiwać się tymi poziomami, gdyż projektanci i operatorzy instalacji są zobowiązani projektować i dokumentować swoje techniczne systemy bezpieczeństwa (patrz: Kody IP (IEC/EN 61511))

Poszczególne normy mające zastosowanie do określonych typów urządzeń są opracowywane na podstawie normy IEC 61508. W przypadku urządzeń do wykrywania gazów właściwą normą jest EN 50402:2005+A1:2008 — Elektryczne przyrządy do wykrywania i pomiaru gazów palnych lub toksycznych oraz par albo tlenu. Wymagania dotyczące bezpieczeństwa funkcjonalnego stałych systemów detekcji gazu.

Zarządzanie bezpieczeństwem dotyczy ograniczenia zagrożeń. Wszystkim procesom towarzyszy pewien czynnik ryzyka. Celem jest ograniczenie go do 0%. W praktyce nie jest to możliwe, zatem ustala się dopuszczalny poziom zagrożenia, określany jako „możliwie jak najniższy” (As Low As Reasonably Practical, ALARP). Głównymi czynnikami ograniczenia poziomu zagrożenia są projekt i wymagania techniczne zapewniające bezpieczeństwo zakładu. Również procedury operacyjne zapewniające bezpieczeństwo i kompleksowy harmonogram konserwacji ograniczają poziom zagrożenia. System E/E/PES (System Elektryczny/Elektroniczny/Programowalny Elektroniczny) stanowi ostatnią linię obrony w ramach programu zapobiegania wypadkom. Poziom SIL jest wymiernym wskaźnikiem bezpieczeństwa systemu E/E/PES. W typowych zastosowaniach odnosi się do systemów wykrywania pożaru i gazu (systemów F&G) — detektorów, sterowników logicznych oraz urządzeń wykonawczych/sygnalizacyjnych zapewniających bezpieczeństwo.

Przyjmuje się, że stany awaryjne mogą dotyczyć każdego urządzenia. Kluczową kwestią jest, aby móc wykryć usterki w chwili ich wystąpienia i podjąć odpowiednie działania. W niektórych systemach zastosować można szerokie pole tolerancji, aby nie przerywać ich pracy. W innych, aby uzyskać ten sam efekt, można stosować automatyczne kontrole.

Głównym celem projektowania jest uniknięcie sytuacji, w której usterka uniemożliwiająca realizację funkcji bezpieczeństwa systemu pozostałaby niewykryta. Niezawodność i bezpieczeństwo różnią się bardzo wyraźnie. Urządzenie, które jest pozornie niezawodne, może pracować z nieujawnionymi stanami usterek. Z kolei urządzenie, które wydaje się zgłaszać wiele usterek, w rzeczywistości może być bezpieczne, gdyż nigdy nie będzie/rzadko będzie pracować w warunkach, w których nie byłoby w stanie spełniać swojej funkcji lub nie zasygnalizowałoby braku zdolności do jej pełnienia. ■





100%

**ZAGRO-
ŻENIE**

0%

Projekt zakładu

Działanie

Konserwacja

E/E/PES

System wykrywania
pożaru i gazu

ALARP



Występują 4 poziomy SIL, a im wyższy jest poziom SIL, tym mniejsze jest związane z nim prawdopodobieństwo wystąpienia awarii (PFD). Wiele obecnych urządzeń do wykrywania ognia i gazów zaprojektowano przed wprowadzeniem poziomów SIL, dlatego przy ocenie poszczególnych urządzeń można osiągnąć jedynie niski poziom SIL lub w ogóle go nie osiągnąć. Problem ten można rozwiązać, na przykład zwiększając częstotliwość testów poprawności działania lub łącząc systemy z innymi rozwiązaniami technicznymi (eliminując w ten sposób zwykłe stany awaryjne) w celu podniesienia efektywnego poziomu SIL.

Aby system bezpieczeństwa osiągnął określony poziom SIL, należy wziąć pod uwagę łączną wartość prawdopodobieństwa PFD.

SIL	Prawdopodobieństwo wystąpienia awarii
1	$> 10^{-2}$ do $< 10^{-1}$
2	$> 10^{-3}$ do $< 10^{-2}$
3	$> 10^{-4}$ do $< 10^{-3}$
4	$> 10^{-5}$ do $< 10^{-4}$

Bezpieczniejsze
urządzenia



Dla SIL 2 PDF (czujnik) + PFD (sterownik) + PDF (element wykonawczy) $< 1 \times 10^{-2}$

Dobór poziomu SIL wymaganego dla danej instalacji należy przeprowadzić w odniesieniu do poziomu zarządzania bezpieczeństwem w ramach projektu samego procesu. Systemu E/E/PES nie należy traktować jako podstawowego systemu bezpieczeństwa. Konstrukcja, obsługa i konserwacja mają największy wpływ na bezpieczeństwo każdego procesu przemysłowego.

Systemy wykrywania gazu

Najczęściej stosowanym sposobem ciągłego monitorowania wycieków niebezpiecznych gazów jest umieszczenie pewnej liczby czujników w miejscach o największym prawdopodobieństwie wystąpienia tych wycieków. Często podłącza się je kablami elektrycznymi do sterownika wielokanałowego umieszczonego w pewnej odległości, w bezpiecznym, wolnym od gazów miejscu, wyposażonym w wyświetlacz oraz urządzenia alarmowe, urządzenia rejestrujące zdarzenia itp. Taki układ jest często nazywany systemem z punktami stałymi. Jak wskazuje nazwa jest on zainstalowany na stałe na danym obszarze (np. na platformie wiertniczej, w rafinerii ropy naftowej, w chłodni laboratoryjnej itp.).

Stopień złożoności każdego systemu wykrywania gazów zależy od warunków zbierania danych. Rejestrowanie danych umożliwia wykorzystywanie informacji w celu określenia problematycznych obszarów, a ponadto jest pomocne przy wdrażaniu środków bezpieczeństwa. Jeśli system ma być wykorzystywany wyłącznie do ostrzegania przed zagrożeniami, wyjścia z takiego systemu mogą być proste, a przechowywanie danych nie będzie konieczne. Zatem wybierając system, należy wiedzieć, w jaki sposób informacje będą wykorzystywane, aby móc dobrać odpowiednie podzespoły tego systemu. Stosowanie wielopunktowych systemów monitorowania gazów toksycznych bardzo szybko dowiodło, że mogą one pomóc w rozwiązaniu wielu różnorodnych problemów związanych z narażeniami w miejscu pracy oraz że są nieocenione zarówno pod względem identyfikacji problemów, jak i utrzymania odpowiedniego poziomu wiedzy pracowników oraz kierownictwa na temat stężenia zanieczyszczeń w miejscu pracy.

Projektując systemy wielopunktowe, należy zwrócić uwagę na różne ich elementy oraz wzajemne połączenia. Gdy na przykład wykorzystuje się detektory katalityczne, połączenia kabli elektrycznych z czujnikami wyposażone są w trzy rdzenie, każdy o przekroju 1 mm kwadratowego. Zapewniają one przesyłanie nie tylko sygnału wyjściowego, lecz także energii do obwodu mostka elektrycznego znajdującego się w czujniku, w celu ograniczenia spadku napięcia sygnału wzdłuż kabli.

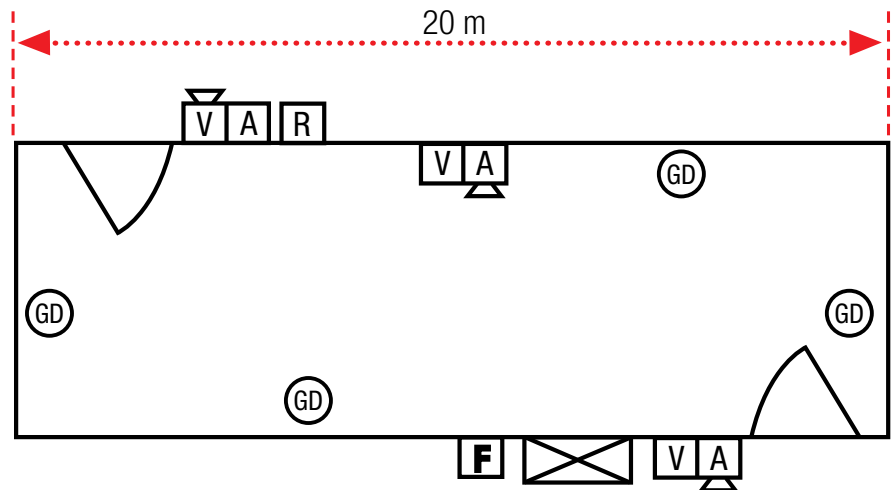
W przypadku systemów przeznaczonych do monitorowania gazów toksycznych (i niektórych palnych) próbki z atmosfery często pobiera się w miejscach oddalonych od urządzenia, natomiast gazy zasysane są pompami do czujników za pośrednictwem licznych rur o niewielkim przekroju wewnętrznym,



Typowy niewielki system wykrywanie gazów chroniący pomieszczenie

Legenda

-  Detektor gazu
-  Alarm dźwiękowy i wizualny
-  Zdalne zerowanie
-  Wyłącznik z bezpiecznikiem
-  Panel sterowania



wykonanych z materiałów syntetycznych. Podczas projektowania takich systemów z dużą dbałością dobiera się pompy i rury o odpowiedniej wielkości, urządzenia do pobierania próbek kolejno ze wszystkich rur, a także filtry, których zadaniem jest zatrzymanie cząstek lub wody blokujących przepływ gazu. Średnica wewnętrzna rur może mieć krytyczne znaczenie, gdyż musi być na tyle duża, aby umożliwić szybką reakcję pomp standardowej wielkości, lecz jednocześnie nie może być tak duża, aby umożliwić nadmierne rozrzedzenie próbki w powietrzu. Każdy punkt pobierania próbek należy podłączyć do osobnej rury. Jeśli jednak większą liczbę takich punktów podłączy się do jednego, centralnego czujnika, to pomiędzy pobieraniem próbek będzie go trzeba przedmuchiwać czystym powietrzem.

Sterowniki wykorzystywane w systemach stałych mogą być umieszczone centralnie lub rozmieszczone w różnych miejscach obiektu zgodnie z wymaganiami dotyczącymi danego zastosowania. Instaluje się je w panelu sterowania. Obsługują one pojedynczy kanał (wówczas na każdy na czujnik przypada jedna karta sterująca) lub kilka kanałów. Ten drugi typ jest przydatny, gdy istotne jest ograniczenie zużycia energii, zajmowanej przestrzeni lub ponoszonych kosztów.

Urządzenia sterujące obejmują miernik na panelu przednim lub wyświetlacz LCD wskazujący stężenie gazów na każdym czujniku. Ponadto zwykle są one wyposażone w wewnętrzne przełączniki sterujące takimi funkcjami, jak sygnalizacja stanów alarmowych

i usterek oraz wyłączanie. Liczba dostępnych poziomów alarmowych jest różna dla różnych sterowników, lecz przeważnie można ustawić do trzech poziomów, zależnie od wymagań ustawowych lub zasad pracy obowiązujących w danej branży. Innymi przydatnymi funkcjami są podtrzymywanie i resetowanie alarmów, odczyt wskazań poza zakresem wykrywania oraz analogowe wyjścia 4–20 mA. Często dostępne są również wyjścia cyfrowe, które zapewniają komunikację sterownika z systemem DCS/BMS. Należy pamiętać, że głównym celem systemu wykrywania gazu jest wykrycie rosnącego stężenia, zanim osiągnie ono niebezpieczny poziom, a także zapoczątkowanie procesu korygującego uniemożliwiającego wystąpienie zagrożenia. Jeśli stężenie gazu będzie zmierzać do niebezpiecznego poziomu, nastąpi wyłączenie pracy urządzeń i wygenerowany zostanie alarm ostrzegający o zagrożeniu. Nie można się ograniczać wyłącznie do zarejestrowania zdarzenia lub zmierzenia poziomu stężenia gazów, na których działanie narażeni byli pracownicy.

KABLE I SKRZYNKI POŁĄCZENIOWE

W typowym przemysłowym systemie wykrywania gazu, który opisano powyżej, czujniki umieszcza się w kilku strategicznych punktach zakładu, w różnej odległości od sterownika. Wykonując połączenia elektryczne ze sterownikiem, należy pamiętać, że każdy kabel czujnika charakteryzuje różna rezystancja pętli elektrycznej zależna od jego długości. W przypadku detektorów stałonapięciowych proces kalibracji wymaga obecności

pracownika zarówno przy czujniku w terenie, jak i przy sterowniku. W przypadku detektorów stałonapięciowych lub wyposażonych w nadajnik lokalny kalibrację urządzenia w terenie można przeprowadzić niezależnie od sterownika.

Kable czujnika zabezpiecza się przed uszkodzeniami zewnętrznymi, układając je w metalowym kanale lub stosuje się kabel odpowiednio zabezpieczony przed uszkodzeniami mechanicznymi. Dławnice kablowe należy założyć po obu końcach kabla, natomiast czujnik mocuje się na skrzynce połączeniowej, co pozwala uzyskać proste, „czyste” zakończenia o niskiej rezystancji. Bardzo ważnym jest także, aby upewnić się, czy wszystkie wymiary dławnic i gwinty śrub są zgodne ze skrzynką połączeniową oraz zewnętrzną średnicą zastosowanych kabli. W celu zapewnienia odporności na warunki atmosferyczne należy zastosować odpowiednią podkładkę uszczelniającą między detektorem a skrzynką połączeniową. Należy także pamiętać, że podając informacje służące do obliczenia średnic rdzeni kabli przed ich założeniem, producenci czujników zwykle wskazują maksymalną rezystancję pętli (a nie rezystancję liniową) złączy czujników. ■

Położenie czujników

„Ile czujników potrzebuję?” i „Gdzie należy je zainstalować?” to dwa najczęściej zadawane pytania dotyczące systemów wykrywania gazów. Pytania te są zarazem należą do tych, na które najtrudniej znaleźć odpowiedź. W odróżnieniu od pozostałych typów detektorów związanych z bezpieczeństwem, takich jak detektory dymu, nie zdefiniowano wyraźnych wymagań dotyczących położenia i niezbędnej liczby detektorów dla różnych zastosowań.

! Istotne informacje zawarto np. w normie EN 60079-29-2 oraz innych dotyczących doboru, montażu, użytkowania i konserwacji urządzeń do wykrywania i pomiarów palnych gazów lub tlenu. Podobne międzynarodowe przepisy techniczne, np. amerykańskie krajowe przepisy dotyczące urządzeń elektrycznych (National Electrical Code, NEC) lub kanadyjskie przepisy dotyczące urządzeń elektrycznych (Canadian Electrical Code, CEC) można stosować zgodnie z wymaganiami. Ponadto niektóre organy regulacyjne publikują specyfikacje określające minimalne wymagania w zakresie wykrywania gazu dla konkretnych zastosowań.

Dokumenty te są przydatne, jednakże albo mają charakter bardzo ogólny i zbyt ogólnie traktują szczególne przypadki, albo odnoszą się do konkretnego zastosowania i wówczas nie dotyczą większości zastosowań.

Rozmieszczenie detektorów należy określić na podstawie opinii ekspertów dysponujących specjalistyczną wiedzą z zakresu rozpraszania gazów w połączeniu z wiedzą technologów/inżynierów ds. urządzeń oraz pracowników odpowiedzialnych za bezpieczeństwo. Należy także spisać uzgodnienie dotyczące wybranego miejsca instalacji detektorów.

Detektory należy zamontować w miejscach najbardziej prawdopodobnego występowania gazów. Miejsca wymagające największej ochrony w zakładach przemysłowych znajdują się w pobliżu kotłów gazowych, sprężarek, ciśnieniowych zbiorników magazynowych, butli gazowych lub rurociągów. Miejscami o największym prawdopodobieństwie wystąpienia wycieków są zawory, wskaźniki, kołnierze, złącza teowe, przyłącza do napełniania lub opróżniania itp.

Występuje wiele prostych, często wręcz oczywistych czynników, które są pomocne przy określaniu miejsc montażu detektorów:

FAKTY DOTYCZĄCE GAZÓW

Ksenon jest najrzadziej występującym nieradioaktywnym pierwiastkiem gazowym w ziemskiej atmosferze. W całej atmosferze jego stężenie wynosi zaledwie 90 ppb.



Prawdopodobnie najważniejszą kwestią jest, aby nie dążyć do osiągnięcia dobrych wyników ekonomicznych przez stosowanie możliwie jak najmniejszej liczby czujników. Kilka dodatkowych czujników może mieć niebagatelne znaczenie w przypadku pojawienia się wycieku!



- Aby móc wykrywać gazy lżejsze od powietrza (np. metan i amoniak), detektory należy montować wysoko, a ponadto zaleca się zastosowanie stożka ułatwiającego pobieranie gazów.
- Aby móc wykrywać gazy cięższe od powietrza (np. butan i dwutlenek siarki), detektory należy montować nisko.
- Pod uwagę należy wziąć sposób zachowania się uwolnionych gazów pod wpływem oddziaływania naturalnych lub wymuszonych prądów powietrza. O ile jest to stosowne, detektory należy zamontować w kanałach wentylacyjnych.
- Ustalając położenie detektorów, należy uwzględnić możliwość ich uszkodzenia wskutek wystąpienia takich zjawisk naturalnych, jak opady deszczu lub powódź. W przypadku detektorów montowanych na zewnątrz zaleca się zastosowanie konstrukcji chroniącej przed wpływami atmosferycznymi.
- Gdy detektor zostanie zamontowany w gorącym klimacie i będzie wystawiony na bezpośrednie działanie promieni słonecznych, należy zastosować osłonę przeciwsłoneczną.
- Pod uwagę należy wziąć warunki realizacji procesów. Na przykład butan i propan w normalnych warunkach są gazami cięższymi od powietrza, jednak gdy wydostaną się na zewnątrz linii technologicznej znajdującej się w podwyższonej temperaturze i/lub na którą działa podwyższone ciśnienie, gazy te mogą się unosić, zamiast opadać.
- Detektory należy umieścić w niewielkiej odległości od elementów wysokociśnieniowych, aby umożliwić tworzenie się chmur gazu. W przeciwnym razie wyciekający gaz prawdopodobnie ominie detektor z bardzo dużą prędkością i nie zostanie wykryty.
- Uwzględnić należy łatwość dostępu w celu przeprowadzenia testów działania oraz prac serwisowych.
- Detektory należy zainstalować w wyznaczonym miejscu w taki sposób, aby były one skierowane do dołu. Dzięki temu pył lub woda nie będą się gromadzić na przedniej części czujnika i nie zablokują wlotu gazu do detektora.
- Instalując urządzenia na podczerwień wykrywające wzdłuż otwartej ścieżki, bardzo ważnym jest, aby stała przeszkoda nie zasłaniała ani nie blokowała wiązek promieni podczerwonych. Chwilowe zablokowanie czujnika przez pojazdy, pracowników zakładu, ptaki itp. można skompensować.
- Należy dopilnować, aby konstrukcje, do których przymocowane są urządzenia wykrywające wzdłuż otwartej ścieżki, były wytrzymałe i nie były podatne na drgania. ■

Typowe opcje montażu czujników

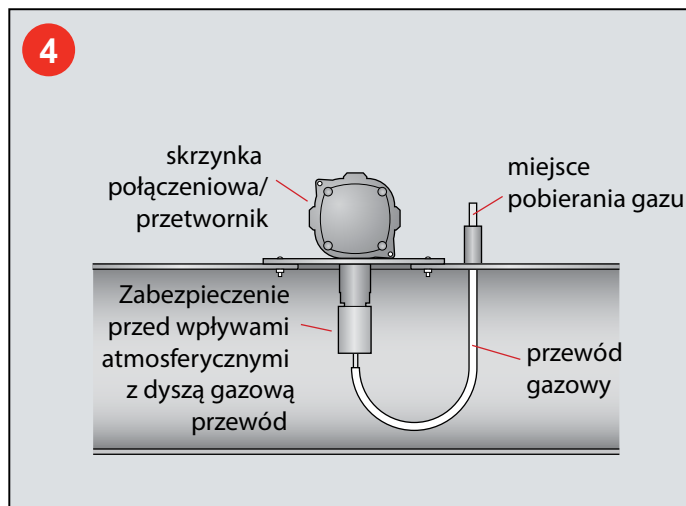
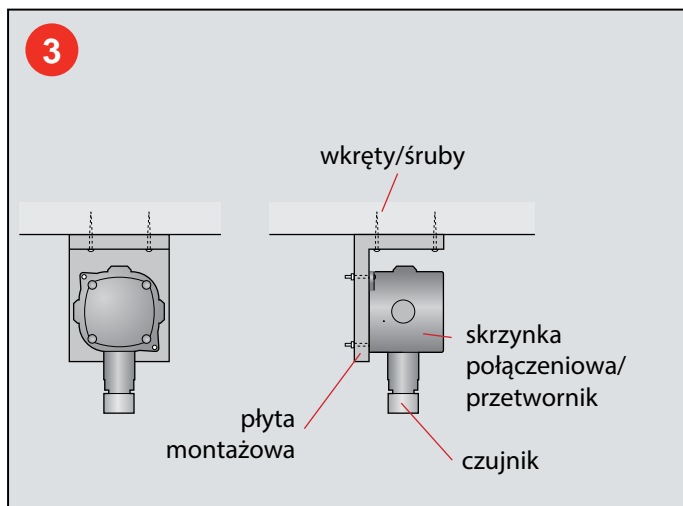
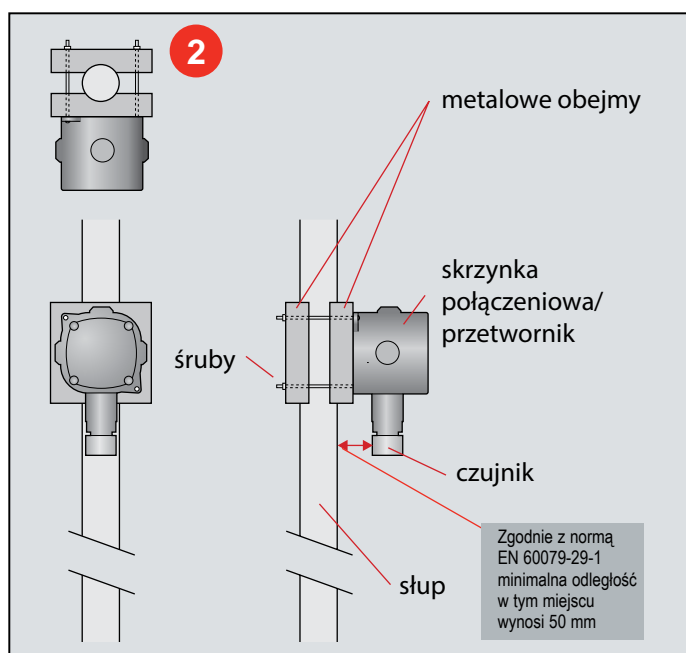
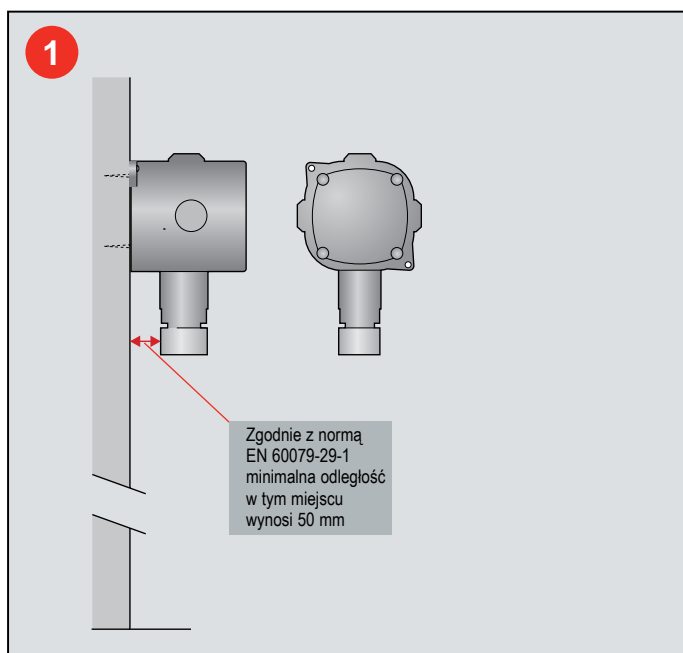
1. Montaż na ścianie
2. Montaż na słupie
3. Montaż na suficie
4. Montaż w kanale

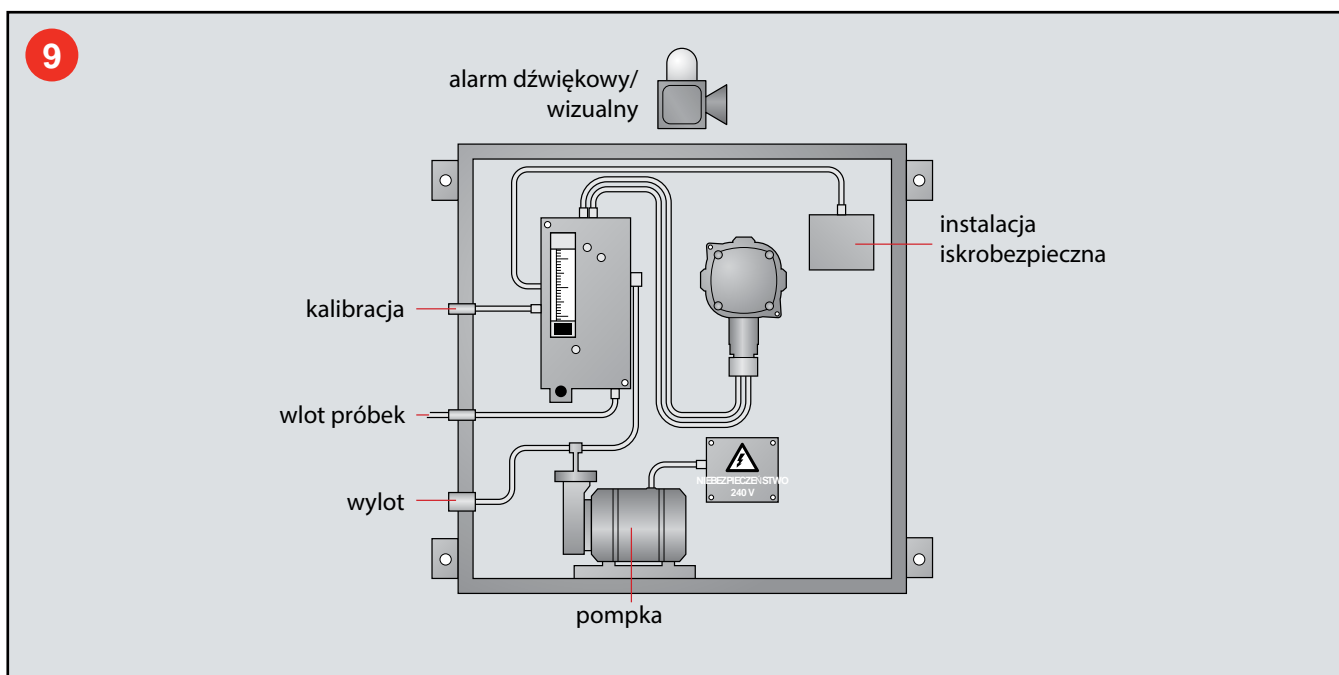
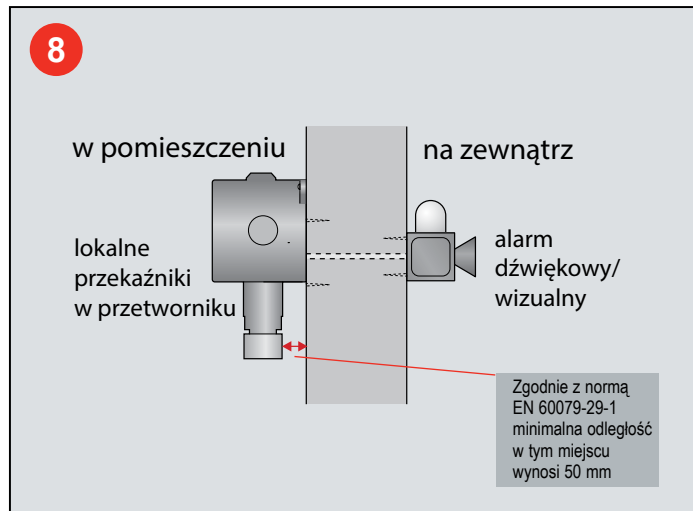
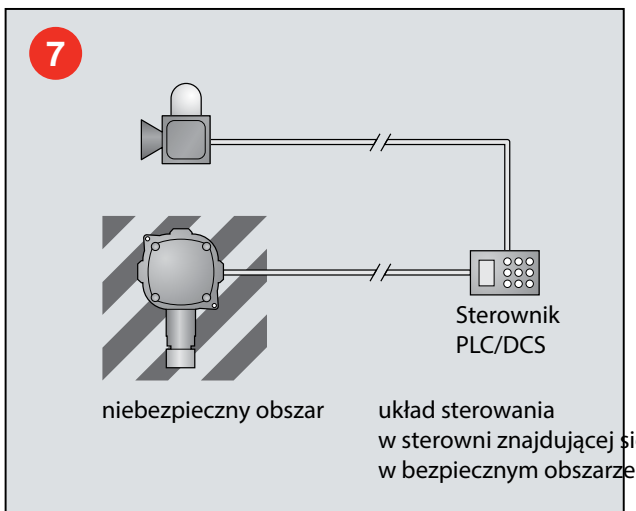
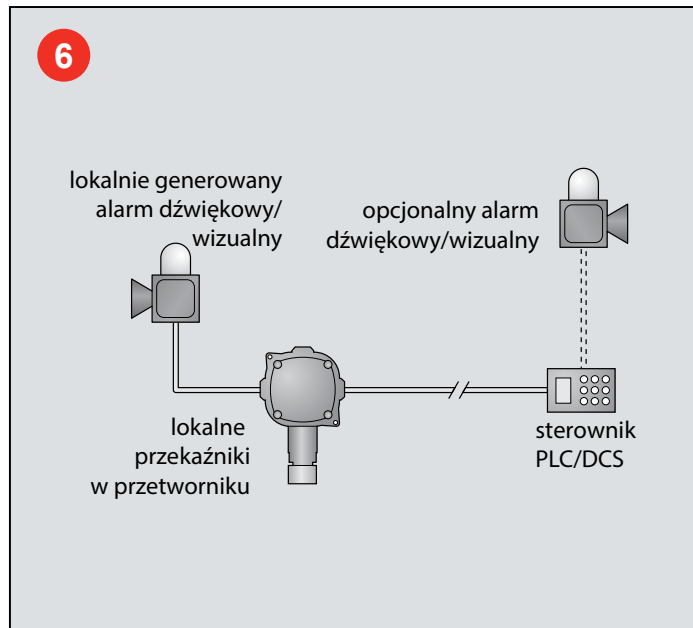
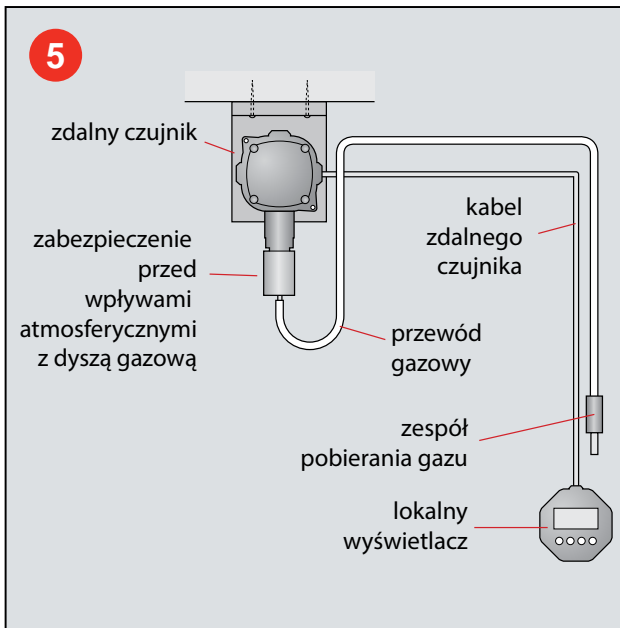
Typowe konfiguracje systemów

5. Czujnik zdalny, lokalny wyświetlacz/miernik
6. Lokalnie aktywowany system alarmowy
7. Typowy system obejmujący czujnik/sterownik
8. Niezależny system
9. Typowy system próbkowania/zasysania

FAKTY DOTYCZĄCE GAZÓW

Jowisz — największa planeta w Układzie Słonecznym — zawiera około 90% wodoru i 10% helu. W rzeczywistości jej skład jest bardzo zbliżony do składu pierwotnej mgławicy słonecznej (rodzaj mgławicy, z której powstał Układ Słoneczny).

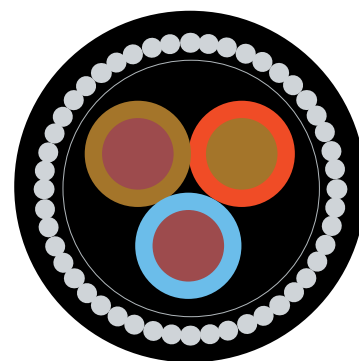




Zasadniczo na całym świecie stosuje się trzy sposoby montażu urządzeń elektrycznych w miejscach niebezpiecznych:

1. Kabel z wlotem pośrednim
2. Kabel z wlotem bezpośrednim
3. Kanał

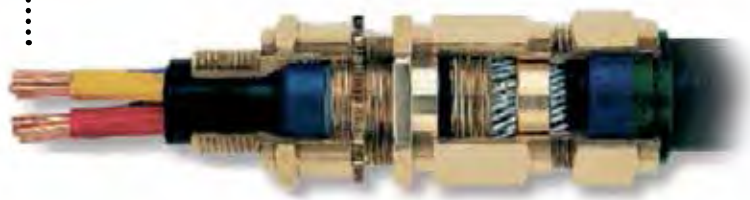
Przekrój typowego kabla SWA



Dławnica kablowa tego typu jest jedyną, która spełnia wymagania normy IEC 60079-14. Zapobiega ona przedostawaniu się gazu między przewodami i jest wyposażona w wytłaczaną wewnętrzną osłonę kabla.

Systemy kablowe

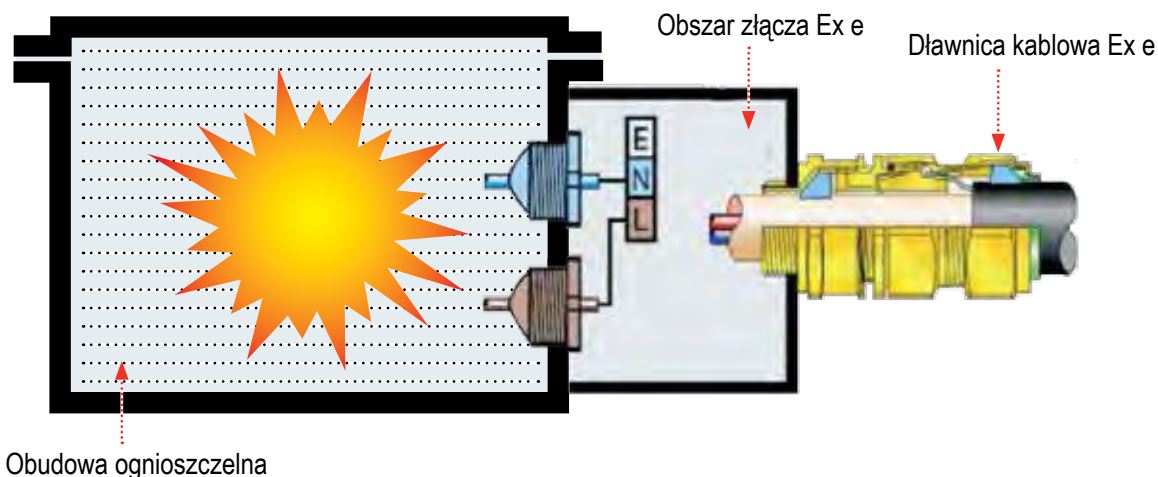
Stosuje się je głównie w Europie (choć amerykańskie i kanadyjskie przepisy dotyczące urządzeń elektrycznych wymiary kabli w osłonie metalowej i w izolacji mineralnej do użytku w Kl 1, Dziale 1 lub Strefie 1). Normy dotyczące urządzeń w wykonaniu przeciwwybuchowym określają, że należy stosować systemy kablowe wyposażone w odpowiednie zabezpieczenie mechaniczne. Kablem zwykle jest kabel w oplocie stalowym (SWA), gdy stosuje się go w obszarach, na których może ulec uszkodzeniu mechanicznie lub gdy może zostać ułożony w kanale ochronnym otwartym po końcach. W celu zapewnienia bezpiecznego podłączenia kabla do obudowy stosuje się certyfikowane dławnice kablowe. ■



Przekrój typowej dławnicy kablowej

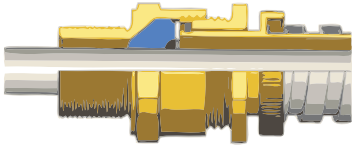
Pośredni wlot kablowy

Stosuje się je głównie w Europie (choć amerykańskie i kanadyjskie przepisy dotyczące urządzeń elektrycznych wymieniają kable w osłonie metalowej i w izolacji mineralnej do użytku w Klasie 1, Dziale 1 lub Strefie 1). Normy dotyczące urządzeń w wykonaniu przeciwwybuchowym określają, że należy stosować systemy kablowe wyposażone w odpowiednie zabezpieczenie mechaniczne. Kablem zwykle jest kabel w oplocie stalowym (SWA), gdy stosuje się go w obszarach, na których może ulec uszkodzeniu mechanicznemu lub gdy może zostać ułożony w kanale ochronnym otwartym po obu końcach. W celu zapewnienia bezpiecznego podłączenia kabla do obudowy stosuje się certyfikowane dławnice kablowe. ■

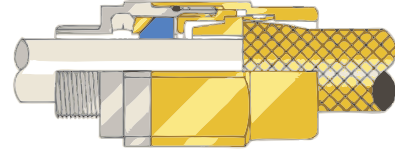


Bezpośredni wlot kablowy

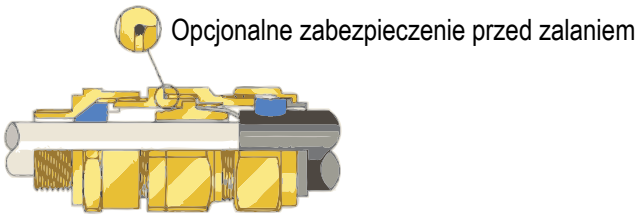
A2FFC (do użytku w pomieszczeniach lub na zewnątrz, Ex d, Ex ia)



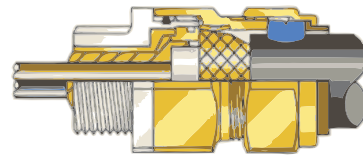
D3CDS (do użytku wraz z kablami morskimi, zwykłymi oraz przeznaczonymi dla obszarów niebezpiecznych)



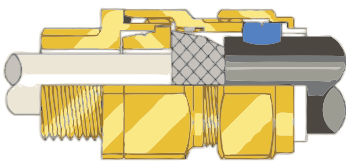
E1FU (z zabezpieczeniem przed zalaniem, ogniotrwały, Ex d, Ex ia)



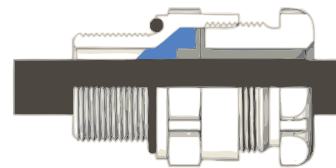
PX2KX (do użytku wraz z kablami opancerzonymi i z płaszczem)



C2K (kabel opancerzony, Ex)

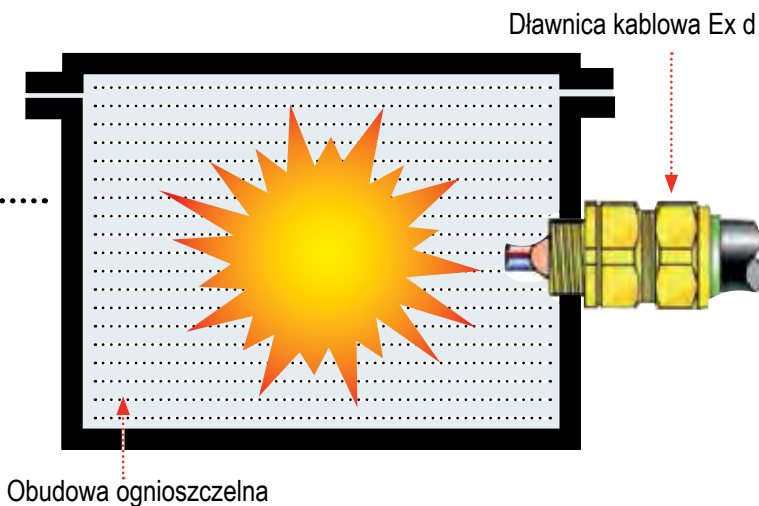


TC (do użytku w mokrych/zalanych, niebezpiecznych miejscach)



Bezpośredni wlot kablowy

Bezpośredni wlot kablowy jest wykonany w obudowie ognioszczelnej. Stosować można tylko specjalnie certyfikowane dławnice. Rodzaj i budowę kabla należy starannie dobrać do danego rodzaju dławnicy. Integralność zabezpieczenia jest zależna od prawidłowego zamontowania go przez instalatora. ■



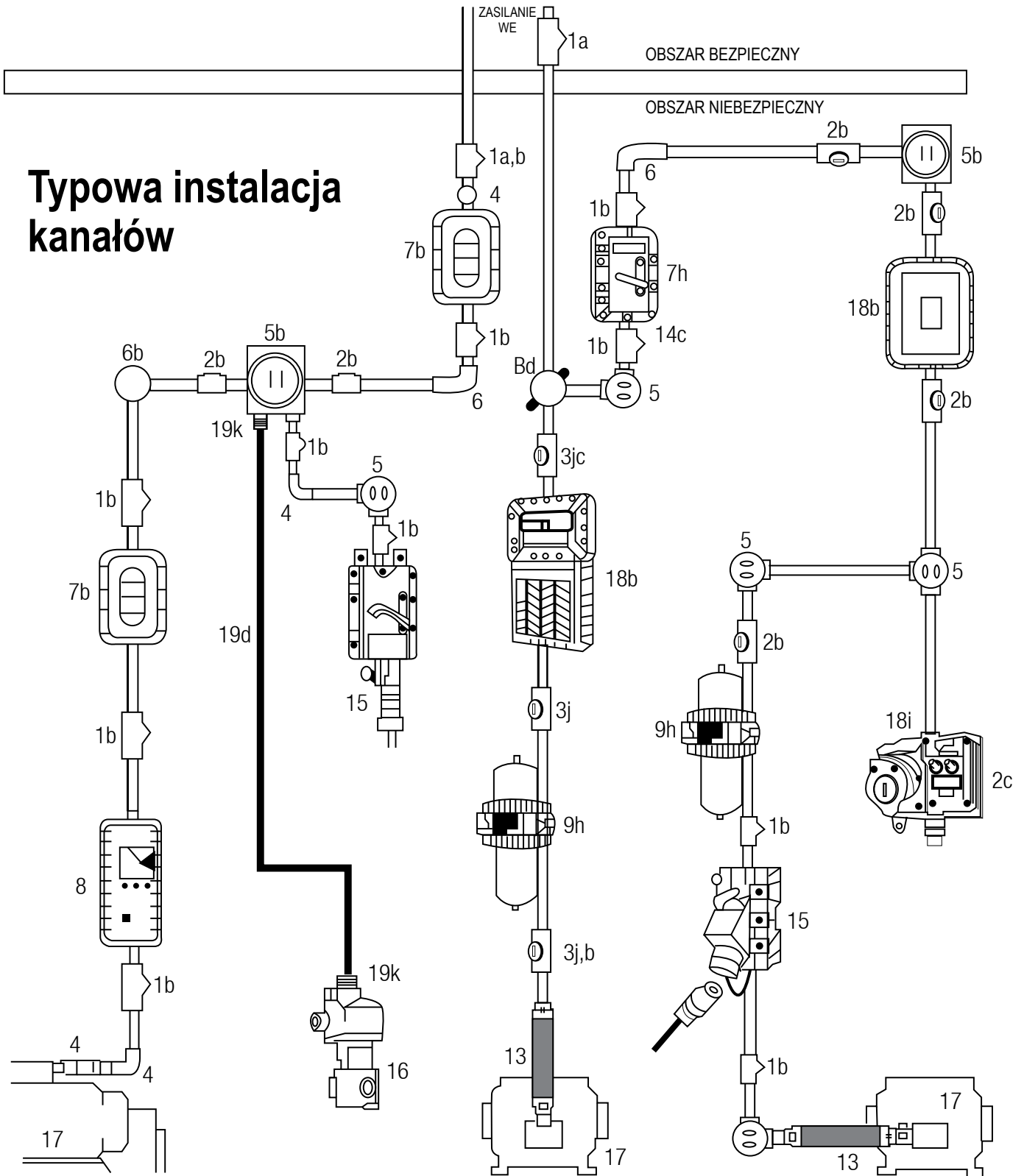
Kanał

Kanał jest podstawową metodą montażu stosowaną w obszarach niebezpiecznych na terenie całych Stanów Zjednoczonych. Kable elektryczne prowadzone są w postaci osobnych przewodów wewnątrz zamkniętych rur metalowych. Rury te łączy się z obudowami złączkami. Ponadto muszą być wyposażone w uszczelnienie umieszczone w odległości do 457,2 mm (18 cali) od każdego punktu wejściowego. Cały system kanałów jest ognioszczelny. ■



Sposoby montażu

Typowa instalacja kanałów



Konserwacja i bieżąca obsługa detektorów gazu

Istotnym elementem zapewnienia prawidłowego działania stałych i przenośnych urządzeń do wykrywania gazów jest ich okresowe serwisowanie, konserwowanie i kalibrowanie. W odróżnieniu od innych rodzajów urządzeń związanych z bezpieczeństwem (takich jak wykrywacze pożaru) detektory gazu nie są objęte specjalnymi przepisami prawa ani jasno zdefiniowanymi wytycznymi określającymi częstotliwość ich serwisowania. Stosowne dokumenty określają jedynie, że konserwację winien przeprowadzać z odpowiednią częstotliwością kompetentny, przeszkolony personel zgodnie z zaleceniami producenta.

Miejsca stosowania detektorów gazu są znacznie zróżnicowane, a różnice te mogą wpływać na podejście do problematyki bieżącej obsługi urządzeń, a także na częstotliwość niezbędnego serwisowania, aby zapewnić prawidłowe działanie i maksymalnie wydłużyć czas nieprzerwanego działania tych urządzeń.

Istotne jest wyznaczenie odpowiedniej częstotliwości serwisowania urządzenia, która uwzględni zestaw czynników charakterystycznych dla danego zastosowania. W niektórych zakładach zdecydowano się wdrożyć własny dedykowany program prowadzenia rutynowych prac konserwacyjnych i doraźnych napraw urządzeń, podczas gdy w innych takie prace są zlecane producentowi urządzenia lub zewnętrznym firmom serwisowym.

Firma Honeywell jest wiodącym w branży producentem urządzeń i dostawcą gotowych rozwiązań, a także oferuje kompleksową obsługę techniczną i bieżące serwisowanie urządzeń; bezpośrednio lub przez sieć formalnie zatwierdzonych partnerów serwisowych.

Podczas współpracy z firmą Honeywell lub siecią zatwierdzonych przez nią partnerów użytkownicy zyskują o wiele więcej niż tylko konserwację urządzeń i wsparcie w terenie. Naszym celem jest obsługa stanowiąca poszerzenie zakresu działalności firm naszych klientów przez zapewnienie indywidualnych rozwiązań pozwalających maksymalnie wydłużyć czas pracy urządzeń oraz elastyczności zmieniającej się wraz z prowadzoną działalnością.

Wybór odpowiedniego usługodawcy

Wybierając urządzenia do wykrywania gazu, niezwykle ważne jest spojrzenie na to zagadnienie holistycznie i uwzględnienie istoty bieżącej obsługi urządzenia już na etapie doboru. Oznacza to, że detektor gazu nie tylko musi być odpowiedni do zastosowania pod względem parametrów technicznych i działania, lecz również stawianych wymagań w zakresie bieżącej konserwacji.

Wobec obecności na rynku wielu producentów oferujących ich zdaniem najnowocześniejsze rozwiązania oraz najlepsze wsparcie i obsługę, porównywanie ofert i wybór najlepszej firmy do współpracy może być trudnym i długotrwałym procesem.

Przed przejściem do kolejnego etapu należy ocenić ewentualnego producenta lub zewnętrznego usługodawcę na podstawie zbioru określonych kryteriów. Poniższe pytania pomogą uzyskać wartościowe informacje na temat zdolności dostawcy do zaspokojenia indywidualnych wymagań użytkowników.

Pytanie: Jakie macie doświadczenie w zakresie moich zastosowań?

Usługodawca musi w naturalny sposób rozumieć charakter działalności oraz wyjątkowe wymagania użytkowników nie tylko w zakresie określonych zastosowań, lecz także branży, w której działa użytkownik, oraz obowiązujących go przepisów. Zmienne

czynniki zależne od zastosowania urządzenia oraz wymogi prawne (międzynarodowe lub krajowe) mogą znacząco wpływać na wymagania dotyczące bieżącej konserwacji. **Pytanie:** Czy oferujecie kompleksową obsługę i różne poziomy wsparcia oraz czy działacie w elastyczny sposób pozwalający dokładnie zaspokoić moje potrzeby?

Nawet jeśli użytkownik dysponuje wewnętrznymi służbami serwisowymi pozwalającymi utrzymać sprawność systemu wykrywania gazu, należy się dowiedzieć, na jakie usługi związane z bieżącą konserwacją systemu może liczyć użytkownik. Na przykład jak szybko producent jest w stanie zareagować w przypadku pojawienia się problemu? Co obejmuje oferta producenta w zakresie obsługi w terenie i wsparcia technicznego? Które usługi będą objęte umową standardową, a za które trzeba będzie płacić dodatkowo? Należy także wziąć pod uwagę strukturę oferowanych usług. Czy można indywidualnie utworzyć pakiet opcji dostosowany w taki sposób, aby zaspokajał indywidualne wymagania użytkownika, czy też dostępne pakiety mają charakter bardziej standardowy i znormalizowany?

Pytanie: Jaka infrastruktura jest oferowana i na jakie wsparcie klienta mogę liczyć, decydując się na współpracę?

Pełna znajomość oferty przyszłego usługodawcy ma zasadnicze znaczenie. Trzeba poznać zasoby usługodawcy, które pozwolą na szybkie przekazywanie użytkownikowi potrzebnych informacji. Użytkownik powinien



także znać poziom wsparcia klienta, do którego będzie miał dostęp w zakresie realizacji zamówień oraz logistycznej obsługi dostaw wyposażenia i usług, a także wiedzieć, czy wsparcie będzie świadczone w języku lokalnym użytkownika itp.

Pytanie: Czy obsługa klienta i bieżące wsparcie techniczne dotyczące urządzeń będą świadczone w moim języku lokalnym z uwzględnieniem lokalnych zwyczajów i przepisów?

Każdy lubi pracować w znany dla siebie sposób, a różnice językowe, kulturowe i prawne mają szczególne znaczenie, zwłaszcza gdy chodzi o tak wysoce zaawansowane technicznie produkty, jak detektory gazu.

Bieżące wsparcie techniczne

Najbardziej oczywistymi kwestiami związanymi z bieżącym serwisowaniem urządzeń są konserwacja i naprawy (jeśli będą wymagane), jednak w rzeczywistości kwestie te stanowią jedynie niewielką część wszystkich usług oferowanych użytkownikom detektorów gazu. Dobry usługodawca będzie w stanie poprowadzić użytkownika od wstępnych etapów identyfikacji potrzeb i doboru odpowiedniego urządzenia przez wsparcie techniczne używanego sprzętu aż do końca jego okresu eksploatacji.

Dobór i integracja detektorów gazu

Usługodawca może współpracować z inżynierami sprzedaży, podchodząc w sposób holistyczny do identyfikacji odpowiednich rozwiązań dotyczących urządzeń, a także świadczyć pomoc przy bezproblemowej ich integracji, aby proces ten miał minimalny wpływ na działalność zakładu.

Wizje lokalne: Wizja lokalna może przynosić szczególne korzyści — zwłaszcza w przypadku klientów, którzy nie znają dostępnych rozwiązań w zakresie stacjonarnych systemów wykrywania gazu. Pomoc ze strony ekspertów oraz analiza przeprowadzona na miejscu może pomóc określić punkty, w których należy zainstalować detektory gazu, oraz rozwiązania, które mogą zaspokoić wymagania zakładu.

Inżynieria zastosowań: Jest to pomoc pozwalająca określić najlepsze rozwiązania w kontekście danego zastosowania oraz związanych z nim zmiennych czynników.

Integracja z systemem: W przypadku zakładów, w których funkcjonują już systemy bezpieczeństwa, świadczone może być doradztwo w zakresie doboru elementów instalacji wykrywania gazów, które zostaną zintegrowane z już istniejącym systemem.

Wsparcie przed montażem: Po wybraniu detektorów gazu uwagę należy poświęcić procesowi odbioru i integracji urządzeń. Przekazanie do eksploatacji nowych urządzeń może wpływać na różne aspekty pracy zakładu, począwszy od jego wydajności po konieczność modyfikacji istniejących systemów. Eksperti mogą pomóc przeprowadzić proces integracji w maksymalnie płynny sposób.

Próba odbiorowa na miejscu (Site Acceptance Testing, SAT): Próba SAT polega na przeprowadzeniu kompletnego testu działania w miejscu pracy z wykorzystaniem całego nowego wyposażenia do wykrywania gazu w celu sprawdzenia jego wydajności.

Przekazanie do eksploatacji: W celu zapewnienia prawidłowego montażu i właściwej pracy każdorazowo zaleca się skorzystanie z pomocy kompetentnych i odpowiednio przeszkolonych inżynierów produktu. Profesjonalne przekazanie urządzeń do eksploatacji pozwala także zachować ważność gwarancji producenta oraz zapobiec jej utracie w przypadku uszkodzenia spowodowanego nieprawidłowym skonfigurowaniem tych urządzeń.

Bieżąca konserwacja urządzeń

Harmonogramy konserwacji mogą w dużym stopniu korzystnie oddziaływać na funkcjonowanie zakładu, pozwalając ograniczyć prawdopodobieństwo wystąpienia nagłych problemów, które mogłyby ujemnie wpłynąć na wydajność. Zatem odpowiednie podejście do bieżącego serwisowania urządzeń może pomóc zmaksymalizować czas nieprzerwanej pracy i zapobiec potencjalnie kosztownym przestojom przedsiębiorstwa.

Konserwacja w terenie: Pomoc świadczona w terenie jest idealnym rozwiązaniem dla zakładów, w których nie funkcjonują służby wyznaczone do konserwacji urządzeń, a ponadto pomoc taka może zapewnić odpowiednie konserwowanie i prawidłowe działanie urządzeń. Zespoły terenowe mogą realizować zaplanowane czynności konserwacyjne lub doraźne naprawy urządzeń w miejscu ich pracy.

Konserwacja i bieżąca obsługa detektorów gazu (ciąg dalszy)

Konserwacja zapobiegawcza/korygująca: Profilaktyka zdrowotna jest zawsze lepsza od leczenia i taka sama zasada obowiązuje w serwisowaniu urządzeń do wykrywania gazu. Zamiast czekać na pojawienie się problemu (który może negatywnie wpłynąć na wydajność zakładu), harmonogram konserwacji może pomóc zmaksymalizować czas nieprzerwanej pracy i znacznie ograniczyć ewentualne występowanie nagłych problemów. W rzeczywistości badania rynkowe dowodzą, że przestrzeganie reżimu konserwacji może ograniczyć liczbę problemów związanych z urządzeniami aż o 50% w ciągu pierwszych 90 dni.

Naprawy warsztatowe: Gdy urządzenia wymagają napraw, ważnym jest, aby ich naprawa przebiegła zgodnie z zapisami gwarancji (tzn. prace naprawcze wykonuje producent urządzeń lub zatwierdzony usługodawca upoważniony przez producenta do ich realizacji). W przypadku odesłania urządzenia w celu naprawy ważną jest współpraca z usługodawcą, który może zapewnić krótki czas naprawy, a tym samym zminimalizować czas przestoju urządzenia.

Natychmiastowa konserwacja na miejscu: W przypadku najbardziej wymagających zastosowań, gdy w miarę możliwości należy zminimalizować czas przestoju, konieczne może być skorzystanie z natychmiastowej pomocy eksperta rezydującego na miejscu pracy urządzeń. Zależnie od polityki firmy dotyczącej zatrudniania odpowiednim

rozwiązaniem może być wsparcie udzielane przez stronę trzecią. Dobry usługodawca będzie w stanie zaoferować w razie potrzeby wsparcie na miejscu pracy urządzeń.

Mobilna kalibracja: Przeprowadzenie rutynowej kalibracji urządzeń nie musi poważnie wpływać na działalność zakładu — w rzeczywistości usługodawca oferujący mobilną kalibrację urządzeń przenośnych może pomóc znacznie ograniczyć przerwy w procesach realizowanych w zakładzie. Urządzenia można przenieść do pojazdu przystosowanego do prowadzenia kalibracji, dzięki czemu tę czynność można wykonać bezpośrednio na miejscu.

Całodobowa obsługa w sytuacjach awaryjnych: W skrajnych przypadkach, gdy konieczne jest natychmiastowe wsparcie techniczne, dobry usługodawca będzie w stanie zaoferować pomoc w sytuacjach awaryjnych (telefonicznie, pocztą e-mail lub osobiście).

Naprawa i konserwacja urządzeń innych producentów: Wielu dobrych producentów, którzy oferują obsługę i bieżące wsparcie techniczne, nie ogranicza

pomocy wyłącznie do własnych produktów. Wybierając firmę świadczącą wsparcie techniczne, warto uwzględnić jej możliwości naprawy pozostałych posiadanych urządzeń do wykrywania gazu, aby współpracę można było ograniczyć do jednego dostawcy.

Usługi dodatkowe

Poza bardziej tradycyjnymi usługami wielu dostawców jest w stanie oferować na wiele sposobów usługi z wartością dodaną:

Prowadzenie dokumentacji: Firmy są zobowiązane prowadzić rejestry świadectw zgodności z przepisami oraz dokumentację. Dobry producent urządzeń będzie prowadzić zapisy zawierające te informacje i będzie w stanie przekazać użytkownikowi ich kopie, gdy informacje takie będą potrzebne w przyszłości.

Jak zachować gwarancję

Jak wcześniej wspomniano, niezwykle ważne jest, aby przestrzegać warunków wymienionych w gwarancji każdego produktu (włączając w to montaż, przekazanie do eksploatacji i naprawy). Nieprzestrzeganie tych warunków może być przyczyną utraty gwarancji. Jedną z korzyści usługi wsparcia technicznego niektórych producentów, takich jak Honeywell, jest wartość dodana w postaci posiadania świadectwa gwarancji producenta na pełen zakres pracy. Daje to pewność, że wszystkie działania robocze mieszczą się w warunkach gwarancji, co pozwala dłużej zachować jej ważność.

Honeywell Gas Detection | Jedyne usługodawca, którego potrzebujesz

Oferujemy obsługę techniczną i bieżące serwisowanie urządzeń w pojedynczym rozwiązaniu.

Pracownicy firmy Honeywell Gas Detection dysponują szczegółową wiedzą na temat wszystkich zastosowań detektorów gazu, a to oznacza, że są w stanie rozpoznawać i reagować na specyficzne potrzeby klientów. Posiadamy zespół inżynierów specjalizujących się w zastosowaniach, którzy w razie potrzeby udzielają fachowej pomocy w precyzyjnym określeniu potrzeb klienta, a następnie w znalezieniu rozwiązania spełniającego daną specyfikację.

Rozumiemy, jak ważne jest bieżące serwisowanie urządzeń i dlatego oferujemy kompleksowe usługi wsparcia inżynierskiego i warsztatowego. Oznacza to, że w razie potrzeby możemy szybko i skutecznie pomóc klientowi, minimalizując czas przestoju procesów technologicznych. Oferowane przez nas wsparcie jest również w dużej mierze elastyczne i umożliwia klientom wybór opcji, pozwalając utworzyć w pełni dostosowany pakiet usług, który spełnia wymagania danej działalności. Warto zaznaczyć, że obsługujemy także detektory gazu innych firm.

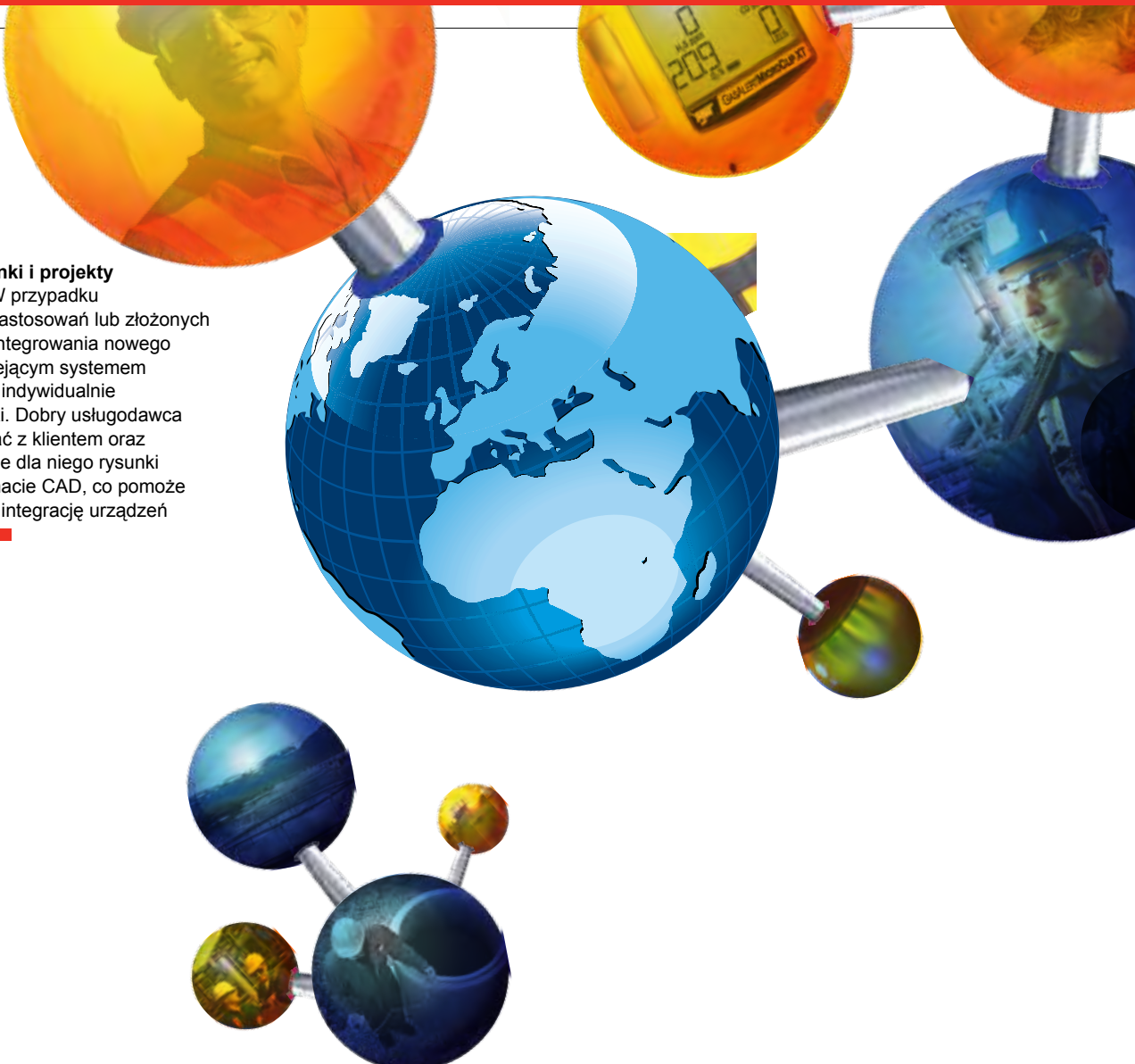
Firma Honeywell Gas Detection szczeni się tym, że oferuje klientom pomoc techniczną najwyższej jakości. Dzięki temu możemy zapewnić niezwykle krótkie czasy realizacji zamówień oraz pomoc, jakiej wymagają nasi klienci — od początkowego zapytania o produkt, przez cały okres eksploatacji tego produktu.

Dlaczego warto współpracować z Honeywell?

Honeywell to firma wiodąca w branży ochrony życia pracowników, wytwarzająca innowacyjne, wzorcowe produkty, które ustanawiają standardy w dziedzinie bezpieczeństwa miejsc pracy:

- Produkujemy zaawansowane urządzenia i kompleksowe rozwiązania pomagające ograniczać bieżące koszty utrzymania bezpieczeństwa miejsc pracy
- Oferujemy najwyższej klasy serwis i wsparcie techniczne w dziedzinie wykrywania gazu
- Wszystkie nasze produkty są opracowywane pod kątem określonych potrzeb rynkowych, a w celu stworzenia rozwiązań spełniających konkretne wymagania współpracujemy bezpośrednio z przedstawicielami przemysłu i naszymi klientami

Jeśli potrzebują Państwo dalszych informacji na temat opcji dotyczących pomocy technicznej i bieżącego serwisowania, oferowanych przez firmę Honeywell lub autoryzowanych partnerów Honeywell, prosimy o kontakt telefoniczny pod numerem +41 (0)44 943 4300 lub o wiadomość e-mail na adres gasdetection@honeywell.com.



Indywidualne rysunki i projekty w formacie CAD: W przypadku niestandardowych zastosowań lub złożonych zakładów podczas integrowania nowego wyposażenia z istniejącym systemem pomocne mogą być indywidualnie sporządzone rysunki. Dobry usługodawca może współpracować z klientem oraz sporządzić specjalnie dla niego rysunki oraz projekty w formacie CAD, co pomoże zapewnić pomyślną integrację urządzeń w zakładzie klienta. ■

Specjalistyczna kompleksowa **obsługa** i wsparcie techniczne

Europa

+41 (0)44 943 4300

Ameryka Północna i Południowa

+1 800 538 0363

Azja

+82 (0)2 6909 0300

Spis pojęć i skrótów

ACGIH	American Conference of Governmental Industrial Hygienists (Amerykańska Konferencja Rządowych Techników Higieny w Przemysle).
AIT	Temperatura samozapłonu.
Asfiksja	Śmierć wywołana niedoborem tlenu.
ATEX	Dyrektywy unijne poświęcone atmosferom wybuchowym (skrót pochodzi od francuskich słów ATmosphere EXplosives).
Aprobata FM	Factory Mutual — północnoamerykańska instytucja wydająca świadectwa bezpieczeństwa.
Analizator gazowy	Zwykle określenie to odnosi się do urządzeń wykorzystywanych do pomiaru skrajnie małych stężeń gazów (bardzo rozrzedzonych lub wyrażanych w ppb) bądź jednego określonego gazu w obecności kilku innych gazów.
Baseefa	British Approvals Service for Electrical Equipment in Flammable Atmospheres — brytyjska jednostka certyfikująca urządzenia elektryczne przeznaczone do pracy w atmosferach wybuchowych.
BMS	Building Management System (system zarządzania budynkiem).
Bezpiecznik przeciwogniowy	Konstrukcja umożliwiająca rozpraszanie gazu dostającego się do detektora, lecz uniemożliwiająca rozprzestrzenianie cofających się płomieni.
Czujnik katalityczny	Przeznaczony do wykrywania gazów palnych. Czujniki tego typu zawierają elektrycznie podgrzewaną platynową cewkę w ceramicznej osłonie, wykonanej np. z tlenku glinu, a następnie osłoniętej zewnętrzną powłoką wykonaną z katalizatora palladowego lub rodowego rozproszonego w dwutlenku toru.
CE	Wskazuje zgodność ze wszystkimi obowiązującymi dyrektywami europejskimi.
CEC	Canadian Electrical Code (kanadyjskie przepisy dotyczące urządzeń elektrycznych).
CENELEC	Comité Européen de Normalisation Électrotechnique (Europejski Komitet Normalizacyjny Elektrotechniki).
Cesi	Centro Elettrotecnico Sperimentale Italiano — włoska instytucja wydająca świadectwa bezpieczeństwa.
Chemcassette®	Zastrzeżona nazwa wkładu z papierową taśmą stosowanego w analizatorach gazów toksycznych.
COSHH	Control of Substances Hazardous to Health (kontrola substancji niebezpiecznych dla zdrowia).
CSA	Canadian Standards Association (Kanadyjskie Stowarzyszenie Normalizacyjne).
Czujnik wyposażony w ogniwo elektrochemiczne	Czujniki elektrochemiczne składają się głównie z ogniw paliwowych w postaci elektrod wykonanych z metali szlachetnych zanurzonych w elektrolicie.
Czujnik półprzewodnikowy	Rodzaj czujnika, w którym zastosowano materiał półprzewodnikowy.
Dwuskładnikowa mieszanina gazów	Mieszanina jedynie dwóch gazów.
dBA	Decybele. Jednostka odnosząca się do poziomu dźwięku wyrażonego w A-ważonych decybelach (słyszalnego przez ludzkie ucho).
DCS	Distributed Control System (rozproszony system sterowania).
Domowy detektor gazu	Detektor gazu przeznaczony głównie do stosowania w domach lub obiektach mieszkalnych.
Dział	Północnoamerykańska klasyfikacja obszaru niebezpiecznego (dział 1 lub 2) określająca długość trwania zagrożenia.
Detektor gazu	Określenie to odnosi się do urządzeń wykorzystywanych w miejscach, w których zwykle nie występuje zagrożenie pochodzące od gazów toksycznych lub wybuchowych, a zatem są one wykorzystywane do zasygnalizowania obecności gazu w innych bezpiecznych warunkach.
Detektor na podczerwień	Detektor gazu, który wykorzystuje zasadę pochłaniania światła podczerwonego przez cząsteczki gazu przy określonych częstotliwościach.
DGW%	Procent dolnej granicy wybuchowości (np. 10% DGW dla metanu wynosi ok. 0,5% objętości).
DGW	Dolna granica wybuchowości, czyli najmniejsze stężenie „paliwa” w powietrzu umożliwiające zapłon, która w przypadku większości palnych gazów i par wynosi poniżej 5% objętości.
EMC	Kompatybilność elektromagnetyczna.

Ciąg dalszy spisu pojęć i skrótów

ESD	Wyładowanie elektrostatyczne.
Ex d	Standard konstrukcji urządzeń w wykonaniu „ogniotrwałym” przeznaczonych do obszarów niebezpiecznych.
Ex i	Standard konstrukcji urządzeń w wykonaniu „iskrobezpiecznym” przeznaczonych do obszarów niebezpiecznych.
Ex e	Standard konstrukcji urządzeń w wykonaniu „hermetycznym” przeznaczonych do obszarów niebezpiecznych.
Ex m	Hermetyczna konstrukcja pozwalająca utrzymać gaz poza urządzeniem. Strefy 1 i 2.
Eksplozymetry	Urządzenia do monitorowania gazów palnych.
EXAM	Instytucja wydająca aprobaty dla urządzeń pracujących w obszarach niebezpiecznych z siedzibą w Niemczech.
Fieldbus	Standard komunikacji cyfrowej.
Grupa urządzenia	Klasyfikacja gazów palnych przez ujęcie ich w grupy, które są powiązane z wymaganiami norm dotyczących konstrukcji urządzeń.
GOST	Rosyjska instytucja wydająca aprobaty dla urządzeń pracujących w obszarach niebezpiecznych. Organizacja powszechnie uznawana w Europie Wschodniej; jej opinie stanowią podstawę do wystawiania własnych aprobat lokalnych.
Gaz kopalniany	Mieszanka metanu i innych gazów węglowodorowych powstająca w kopalniach węgla.
Gaz ziemny	Paliwo kopalne składające się prawie wyłącznie z metanu.
Gęstość pary	Miara gęstości gazu lub pary względem powietrza. Gazy lub pary o gęstości pary poniżej 1 są lżejsze od powietrza.
HSE	Health and Safety Executive (Inspekcja Bezpieczeństwa i Higieny Pracy, Wielka Brytania).
Iskrobezpieczeństwo (IS)	Sposób konstruowania urządzeń w taki sposób, aby maksymalna energia wewnętrzna tych urządzeń i okablowania była zbyt mała, żeby wywołać zapłon pochodzący od iskrzenia lub rozgrzania w wyniku usterki.
IP	Ingress Protection (stopień ochrony) — miara zabezpieczenia przed przedostawaniem się pyłu i wody.
Ineris	Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques (Krajowy Instytut Środowiska Przemysłowego i Zagrożeń).
Kalibracja	Proces regulacji wyjścia detektora w celu uzyskania dokładnego wskazania stężenia gazu w granicach jego zakresu pomiarowego.
Kanał	Jedna linia lub jedno miejsce wykrywania gazów.
Kanał	Metalowa rura stosowana głównie w USA do prowadzenia przewodów w obszarach niebezpiecznych.
Krzywa reakcji	Linia reprezentująca reakcję detektora na gaz w danych miejscach w funkcji czasu.
Kanał pojedynczy	Jedno miejsce wykrywania gazów.
LCD	Wyświetlacz ciekłokrystaliczny.
LED	Dioda elektroluminescencyjna.
LFL	Dolna granica palności.
LNG	Gaz ziemny w postaci ciekłej.
LPG	Gaz LPG, składający się z propanu i butanu.
LTEL	Wartość graniczna narażenia długoterminowego. 8-godzinne graniczne narażenie długoterminowe odpowiadające średniemu ważonemu w czasie stężeniu w ciągu normalnego 8-godzinnego dnia pracy, na które większość pracowników może być wielokrotnie narażona każdego dnia bez zaobserwowania negatywnych skutków.
Monitor/detektor gazów	Urządzenie wykorzystywane w miejscach, w których przez cały czas występuje gaz lub mieszanka gazów, a zatem jego zadaniem jest zasygnalizowanie zmiany stężenia lub proporcji mieszaniny gazów.
Międzynarodowa Komisja	Normy międzynarodowe oraz ocena zgodności z przepisami na potrzeby rządów, przedsiębiorstw Elektrotechniczna i społeczeństwa w zakresie wszystkich urządzeń elektrycznych, elektronicznych oraz związanych z nimi technologii.

Ciąg dalszy spisu pojęć i skrótów

Miara DGW	Skala pomiaru gazów palnych detektorami na podczerwień wykrywającymi wzdłuż otwartej ścieżki.
mA	Miliamper — jednostka natężenia prądu.
MAC	Maksymalne dopuszczalne stężenia (zastąpione przez TLV) — poziomy gazu toksycznego opisane przez ACGIH.
MAK	Maximale Arbeitsplatz Konzentration.
MEL	Maksymalna wartość graniczna narażenia.
Miligramy na metr sześcienny	Alternatywna jednostka miary stężenia gazów toksycznych.
ModBus	ModBus jest protokołem komunikacji szeregowej opracowanym w 1979 roku przez firmę Modicon i przeznaczonym do korzystania wraz ze sterownikami PLC tej firmy.
mV	Miliwolt — jednostka miary napięcia.
Monitorowanie granic obiektu	Monitorowanie zewnętrznych granic zakładu lub powierzchni magazynowej (w przeciwieństwie do monitorowania określonych miejsc).
Miejsce wykrywania	Wykrywanie lub pomiar gazów w stałym punkcie/miejscu.
Numer wg CAS	Chemical Abstracts Service (rejestr substancji chemicznych). Numer z rejestru CAS stosuje się do identyfikowania substancji, pomijając niejednoznaczną nomenklaturę chemiczną.
NEC 500	National Electrical Code (krajowe przepisy dotyczące urządzeń elektrycznych, USA).
NEC 505	Najnowsza wersja przepisów NEC.
NEMA	National Electrical Manufacturers Association (Krajowe Stowarzyszenie Producentów Urządzeń Elektrycznych). Północnoamerykańska organizacja normalizacyjna. Klasyfikacja stopni ochrony obudów wg systemu NEMA jest zbliżona do klasyfikacji IP.
NIOSH	The National Institute for Occupational Safety and Health (Krajowy Instytut Bezpieczeństwa i Higieny Pracy).
NRTLs	Nationally Recognised Testing Laboratories (uznane w USA laboratoria testowe).
Niedobór tlenu	Stężenie objętościowe tlenu wynoszące mniej niż 20,9%.
Obwód mostka	Obwód mostka Wheatstone'a wykorzystywany w konstrukcji detektorów katalitycznych.
Ogniwo	Pojedynczy czujnik.
Odporność na awarie	Opis detektora, w którym nie występują nieujawnione stany awaryjne.
Ognioszczelność	Nazwa stosowana dla urządzeń wyposażonych w obudowy przeciwwybuchowe Ex d.
Obszary niebezpieczne	Obszary, w których może występować wybuchowa mieszanina palnego gazu lub pary i powietrza, są określane jako „niebezpieczne”, natomiast pozostałe jako „bezpieczne” lub „niezagrożone”. Każde urządzenie elektryczne eksploatowane w obszarach niebezpiecznych musi być poddane testom i zostać zaaprobowane w celu zapewnienia, że nawet w przypadku wystąpienia usterki nie będzie mogło doprowadzić do wybuchu.
OEL	Wartość graniczna narażenia w miejscu pracy — 8-godzinne graniczne narażenie w miejscu pracy odpowiadające średniemu ważonemu w czasie stężeniu w ciągu normalnego 8-godzinnego dnia pracy lub 40-godzinnego tygodnia pracy, na które większość pracowników może być wielokrotnie narażona każdego dnia bez zaobserwowania negatywnych skutków.
OSHA	Occupational Safety and Health Association (Departament Bezpieczeństwa i Higieny Pracy).
Oz	Uncja (jednostka masy).
Obszar bezpieczny	Miejsce pracy, które nie jest zagrożone skażeniem gazami wybuchowymi.
Odporność na zatruwacze	Zdolność czujnika katalitycznego do ograniczania skutków oddziaływania inhibitorów lub zanieczyszczeń, takich jak silikony.
Pelistor	Zastrzeżona nazwa handlowa komercyjnego urządzenia — bardzo małego elementu wykorzystywanego w czujnikach katalitycznych, określanego w języku angielskim także jako „bead” (pastylka) lub „siegiator”.
PLC	Sterownik programowalny.
PEL	Dopuszczalne poziomy narażenia (OSHA).
PPB	Stężenie w atmosferze wyrażone w częściach na miliard.
PPM	Stężenie w atmosferze wyrażone w częściach na milion.

Ciąg dalszy spisu pojęć i skrótów

PTB	Physikalisch Technische Bundesanstalt.
Przewodność cieplna	Sposób wykrywania poziomu gazu na podstawie jego przewodnictwa cieplnego.
Rakotwórczy	Mogący wywołać raka.
REL	Zalecane poziomy narażenia (NIOSH).
Reflektor	Panel odbijający sygnał podczerwieni.
RFI	Interferencja częstotliwości radiowych.
RH	Wilgotność względna.
RS485/232/422	Protokoły komunikacji cyfrowej.
Strefa oddychania	Promień 25 cm od nosa lub ust.
System ze stałymi miejscami wykrywania	System wykrywania gazu, w którym używane są pojedyncze czujniki gazu i/lub nadajniki w stałych miejscach.
SAA	Standards Australia Quality Assurance Services Pty Ltd. Australijska instytucja wydająca świadectwa bezpieczeństwa.
SIL	Poziomy nienaruszalności bezpieczeństwa.
Sira	Sira Test and Certification Service (Wielka Brytania).
Smart	Określenie opisujące czujnik wyposażony w procesor, który pozwala przesłać sygnał i jest w stanie wykonywać funkcje logiczne.
STEL	Wartość graniczna narażenia krótkoterminowego, monitorowana zwykle w 15-minutowych okresach.
Strefa	Klasyfikacja obszaru niebezpiecznego (strefa 0, 1 lub 2) określająca długość trwania zagrożenia. Stosowana głównie w Europie.
Temperatura samozapłonu	Najniższa temperatura, która spowoduje zapalenie lub wybuch mieszaniny.
Temperatura zapłonu	Najniższa temperatura, przy której para uwalniana jest odpowiednio szybko, aby wytworzyć wybuchową mieszaninę z powietrzem.
Technologia Open Path	Detektory wyposażone w technologię Open Path składają się z nadajnika i odbiornika, które dzieli pewna odległość. Nadajnik wysyła wiązkę światła podczerwonego, które pozwala wykryć gaz na całym dystansie między nadajnikiem a odbiornikiem. Dystans ten może wynosić od kilku do kilkuset metrów.
T90	Czas niezbędny do tego, aby detektor mógł osiągnąć 90% wskazania końcowego.
T60	Czas niezbędny do tego, aby detektor mógł osiągnąć 60% wskazania końcowego.
Temperatura	Termin ten odnosi się do dopuszczalnej maksymalnej temperatury powierzchniowej przyrządu. Ma on klasyfikacja/klasa zapewnić, że temperatura urządzenia nie będzie mogła osiągnąć lub przekroczyć temperatury zapłonu gazów lub par, które mogą występować w danym środowisku.
TLV	Progowa wartość graniczna.
TWA	Średnia ważona w czasie (NDS).
UEL	Górna wartość graniczna narażenia.
UL	Underwriters Laboratories (USA).
V/V	Inny sposób wyrażania jednostki %VOL.
%VOL	Stężenie gazu wybuchowego, wyrażane w procentach na jednostkę objętości.
Wyjście analogowe	Standardowe wyjście mA czujnika lub nadajnika. Zwykle opisywane jest jako 4–20 mA. Alternatywnym rozwiązaniem jest wyjście mostka mV czujnika katalitycznego.
Wykonanie przeciwybuchowe	Nazwa stosowana dla urządzeń wyposażonych w obudowy przeciwybuchowe Ex d.
Wielokanałowy	Obejmujący więcej niż jeden kanał gazowy.
Wielogazowy	Przenośny detektor gazu wyposażony zazwyczaj w maksymalnie 4 czujniki gazu.
Wartość szczytowa	Maksymalna lub minimalna wartość pomiarowa od momentu włączenia urządzenia.
WEL	Wartości graniczne narażenia w miejscu pracy (EH40).
Zakres palności	Granice, w których mieszanina gazu z powietrzem jest palna.
Zakres kalibracji	Poziom, przy którym przeprowadza się kalibrację (zwykle jest to 50% pełnej skali).

Uwaga:

Daliśmy wszelkich starań w celu zapewnienia poprawności informacji zawartych w niniejszej publikacji. Nie ponosimy jednak odpowiedzialności za ewentualne błędy i przeoczenia. Dane i przepisy mogą ulec zmianie, dlatego stanowczo zaleca się uzyskanie najnowszych wersji regulacji, norm i wytycznych. Niniejsza publikacja nie stanowi podstawy do zawarcia umowy.

