



**Przewodnik Dräger po
przenośnej detekcji gazowej
(wg przepisów EN)**

Gazy – czym są substancje gazowe?

STL-1097-2008

Substancja o temperaturze powyżej swojej temperatury wrzenia nazywana jest gazem. W odniesieniu do środowiska ludzkiego (normalnych warunków) gazem jest każda substancja o temperaturze wrzenia powyżej 20°C przy normalnym ciśnieniu. Najlżejszym gazem jest wodór (H_2 , czternaście razy lżejszy od powietrza), najcięższym (około dziesięć razy cięższym od powietrza) jest sześćiofluorek wolframu (WF_6).

W normalnych warunkach 1 cm_3 gazu zawiera około 30 trylionów cząsteczek. Średnia odległość pomiędzy każdą z tych cząsteczek to jedynie około 3 nanometrów. Roją się one w przestrzeni z prędkością od 100 do 1000 metrów na sekundę i zderzają z innymi cząsteczkami jakiś miliard razy na sekundę, co oznacza, iż pomiędzy dwoma zderzeniami pokonać mogą jedynie około 50 do 100 nanometrów. Przy każdym zderzeniu zmieniają kierunek lotu i przenoszą energię na ich partnera kolizji.

To całkowicie losowy ruch cząsteczek, który można makroskopicznie zmierzyć jako temperaturę (średnią energię kinetyczną wszystkich cząsteczek), ciśnienie (średni pęd wszystkich cząsteczek uderzających powierzchnię) lub rozszerzenie (objętość). Ciśnienie, temperatura i objętość pozostają w ścisłym związku zależnym od warunków zewnętrznych. Idealnie zachowują się zgodnie z modelem gazu doskonałego

- przy stałym ciśnieniu objętość gazu zmienia się proporcjonalnie do temperatury – np. objętość zwiększy się przy podgrzaniu
- przy stałej objętości (w zamkniętym zbiorniku) ciśnienie zmieni się proporcjonalnie do temperatury – np. ciśnienie wewnętrzne zbiornika zwiększy się przy podgrzaniu
- przy stałej temperaturze ciśnienie zmieni się odwrotnie proporcjonalnie do objętości – np. ciśnienie wewnętrzne zwiększy się przy sprężeniu gazu.

Niezwykle szybki i losowy ruch cząsteczek gazowych jest również przyczyną łatwego mieszania gazów oraz faktu, iż gazy nigdy od siebie się nie rozdzielają. Z tej samej właściwości wynika także ruch cząsteczek w kierunku niższych stężeń (dyfuzja), co odgrywa ważną rolę w zasadzie pomiarowej sensorów gazowych. Procesy dyfuzji są ogólnie tym szybsze, im szybszy ruch cząsteczek (gorętszy gaz) i im niższa masa molowa (lżejszy gaz)

Pary – czy nie są to także gazy?

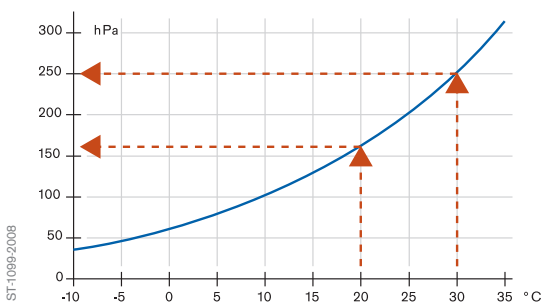
STL-1099-2008

W odróżnieniu od gazów - których być może jedynie 200 lub 300 - termin "para" używany jest w odniesieniu do gazowego stanu skupienia poniżej temperatury wrzenia. Para zawsze istnieje w równowadze ze swoją fazą płynną (czasami również stałą) – kondensuje i paruje w zależności od temperatury. Zachowanie to można najlepiej zaobserwować na przykładzie wody: schłodzenie wilgotnego powietrza w nocy powoduje mgłę (kondensację) – ciepło porannego słońca ponownie ją rozprasza (parowanie).

W zamkniętym zbiorniku maksymalne stężenie par występuje zawsze ponad powierzchnią cieczy, zaś jego wartość jest zależna od jej temperatury. Z mikroskopijnego punktu widzenia para generowana jest losowym ruchem cząsteczek cieczy i ich zdolnością przezwyciężenia napięcia powierzchniowego oraz mieszania się z cząsteczkami powietrza.

Każda ciecz posiada charakterystyczną prężność pary zależną wyłącznie od temperatury danej cieczy. Prężność ta jest równa ciśnieniu atmosferycznemu, gdy ciecz osiąga temperaturę wrzenia. Wykres tej zależności nazywany jest krzywą prężności pary i umożliwia określenie maksymalnego możliwego stężenia pary przy danej temperaturze.

Krzywa prężności pary ciekłego n-heksanu



Ilorazem maksymalnej możliwej prężności pary i ciśnienia otaczającego jest stężenie nasycenia mierzone w % obj. Dla n-heksanu w temperaturze 20°C (prężność pary 162 mbar) przy ciśnieniu otaczającym 1000 mbar maksymalnym możliwym stężeniem n-heksanu jest 16,2% obj.

Pary – czy nie są to także gazy?

Nasza atmosfera

Nasza atmosfera rozciąga się daleko w kosmos, jednocześnie stale zmniejszając swój ciężar właściwy. Niebieski kolor nieba spowodowany jest rozpraszaniem światła słonecznego w cząsteczkach powietrza (głównie azot i tlen). Niebo jest właściwie czarne już na wysokości około 21km. Gdyby atmosfera była utrzymana przy stałym ciśnieniu 1013 mbar, jej wysokość wynosiłaby 8km i pochłaniająca promieniowanie UV stratosferyczna warstwa ozonowa miałaby tylko 3mm grubości.

Typowy skład atmosfery ziemskiej w ppm:

Gaz	Skład	
	Suchy	Wilgotny
Main gases		
N ₂ – Azot	780 840	768 543
O ₂ – Tlen	209 450	206 152
H ₂ O – Para wodna	0	15 748
Ar – Argon	9 340	9 193
CO ₂ – Dwutlenek węgla	340	335
Gazy śladowe		
Ne – Neon	18	18
He – Hel	5	5
CH ₄ – Metan	1.8	1.8
Kr – Krypton	1.1	1.1
H ₂ – Wodór	0.5	0.5
N ₂ O – Tlenek azotu	0.3	0.3
CO - Tlenek węgla	0.09	0.09
Xe - Ksenon	0.09	0.09
O ₃ - Ozon	0.07	0.07
Dodatkowe gazy śladowe	3.05	3.0
Razem	1000 000	1000 000

1% obj. = 10 000 ppm; dla wilgotnego powietrza: 68% wilg. wzgl. przy 20°C

Masa atmosfery ziemskiej to około $5.235 \cdot 10^{18}$ kg wywierających napór na powierzchnię ziemi wynoszącą $0.507 \cdot 10^{15}$ m². Dlatego właśnie ciśnienie atmosferyczne to 10325 kg/m², co odpowiada standardowemu ciśnieniu 1013mbar. Ciśnienie atmosferyczne maleje wraz ze wzrostem wysokości:

Wysokość	Ciśnienie atmosferyczne
-1000 m	1148 mbar
- 500 m	1078 mbar
0 m	1013 mbar
500 m	952 mbar
1000 m	900 mbar
1500 m	840 mbar

Wysokość	Ciśnienie atmosferyczne
2000 m	795 mbar
3000 m	701 mbar
4000 m	616 mbar
5000 m	540 mbar
6000 m	472 mbar
8000 m	356 mbar

Ponieważ przy niższym ciśnieniu atmosferycznym, w danej objętości obecnych jest mniej cząsteczek, wynik pomiarów detektorami gazowymi mierzącymi ciśnienie cząstkowe jest zawsze zależny od ciśnienia atmosferycznego.

Podczas, gdy azot stanowiący główny składnik naszej atmosfery, tj. 78% obj. jest całkowicie nieczynny i - pomimo jego nadmiaru - nie może być wykorzystany w stanie gazowym przez rośliny w charakterze niezbędnego nawozu, tlen jest bardzo czynny i stanowi podstawę naszego oddychania i istnienia, co więcej: stanowi podstawę procesów życiowych praktycznie każdej istoty.

Nasza atmosfera zawiera prawie 21% obj. tlenu. Niedobór tlenu zagraża życiu i nie może on zostać wykryty z użyciem zmysłu węchu.

Niedobór tlenu jest zwykle spowodowany uwolnieniem gazów nieczynnych wypierających tlen z otoczenia. Ponieważ około $\frac{1}{5}$ atmosfery to tlen, stężenie tlenu redukowane jest jedynie przez $\frac{1}{5}$ stężenia gazu nieczynnego. Przykład: jeśli do atmosfery uwolnione zostanie 10% obj. helu, stężenie tlenu spadnie jedynie o 2% obj. podczas, gdy stężenie azotu ulegnie redukcji o 8% obj. Ponieważ w strefach przemysłowych używany jest często ciekły azot (-196 °C), w wyniku jego parowania szybko wystąpić może niebezpieczny niedobór tlenu.

Nadmierne stężenia tlenu (np. powyżej 25% obj.) nie są wyczuwane przez ludzi i mają poważne konsekwencje

w odniesieniu do palności materiałów - mogą nawet spowodować samozapłon. Dlatego środki ochrony przeciwwybuchowej dotyczą jedynie stężeń tlenu atmosferycznego.

Kiedy pojawia się niebezpieczeństwo?

Stężenie tlenu w % obj.	Ciśnienie cząst. tlenu w mbar	Symptomy
Poniżej 17	Poniżej 170	Niebezpieczne tendencje spowodowane niedoborem tlenu
11 do 14	110 do 140	Niezauważalny spadek zdolności fizycznych i umysłowych
8 do 11	80 do 110	Możliwa nagła utrata przytomności bez ostrzeżenia po pewnym okresie ekspozycji
6 do 8	60 do 80	Utrata przytomności w ciągu kilku minut, reanimacja możliwa jeśli przeprowadzona natychmiast
Poniżej 6	Poniżej 60	Natychmiastowa utrata przytomności



Gazy i pary są prawie zawsze niebezpieczne! Jeśli gazy nie występują w znanym i nadającym się do oddychania składzie, bezpieczeństwo oddechowe jest już zagrożone. Co więcej: wszystkie gazy są potencjalnie niebezpieczne. Bez znaczenia czy skroplone, sprężone lub w zwykłej fazie - to ich stężenie ma kluczowe znaczenie.

Istnieją trzy główne kategorie zagrożeń:

- **Zagrożenie wybuchem (Ex)** gazami palnymi i wybuchowymi
- **Tlenowe (Ox)**

Zagrożenie zamartwicą z powodu wyparcia tlenu

Zagrożenie zwiększoną palnością z powodu podwyższonego stężenia tlenu

- **Zagrożenie zatruciem (Tox)** gazami toksycznymi

Bez narzędzi pomocniczych ludzie nie są w stanie rozpoznać tych zagrożeń wystarczająco wcześnie, aby zainicjować odpowiednie środki zaradcze. Poza kilkoma wyjątkami nasze nosy okazują się być niezwykle zawodnym urządzeniem ostrzegawczym.

Przykład: niskie stężenia siarkowodoru można wyczuć dzięki znanemu zapachowi zepsutych jajek, ale nasze nosy nie mogą wykryć śmiertelnie wysokich stężeń. Ucieczka w strefę uznaną za bezpieczną z powodu braku zapachu, była przyczyną wielu tragicznych wypadków.

Nawet nieszkodliwe gazy takie jak argon, hel lub azot mogą okazać się niebezpieczne, gdy nagłe uwolnienie tychże gazów wypiera niezbędny dla życia tlen. W takich sytuacjach istnieje zagrożenie uduszeniem. Stężenia tlenu poniżej 6% obj. okazują się śmiertelne. Nadmiar tlenu zwiększa zagrożenia pożarowe i może nawet spowodować samozapłon materiałów palnych. W wypadku zapalenia, gazy i pary palne powodują nie tylko znaczne straty majątku oraz własności, mogą także zagrozić życiu ludzkiemu.

Niezbędnym jest więc niezawodna detekcja zagrożeń Ex, Ox i Tox, jak również przedsięwzięcie odpowiednich kroków mających na celu ochronę życia ludzkiego, majątku i środowiska.

Firma Dräger oferuje indywidualne rozwiązania umożliwiające profesjonalne podjęcie walki z zagrożeniami gazowymi przy użyciu rurek Dräger i przenośnych detektorów gazowych.

Gazy i pary toksyczne

Toksyczność gazów i par używanych w procesach przemysłowych określana jest z użyciem eksperymentów laboratoryjnych, podczas których obliczana jest wartość LC_{50} . W oparciu o te badania oraz dodatkowe badania naukowe i BHP, autoryzowane komisje w kilku krajach wydają własne, prawnie wiążące zalecenia dotyczące wartości granicznych. Na terenie Niemiec jest to Federalny Instytut Bezpieczeństwa Pracy i Zdrowia (BauA).

Wspomniane wartości graniczne określone są w celu zapobiegania uszkodzeniu pracowników pod warunkiem, iż na przestrzeni całej kariery zawodowej nie będą wdychane wyższe stężenia gazowe, niż określona progowa wartość graniczna. Trzeba to jednak zagwarantować.

Wartość graniczna*	Wybrane substancje odpowiadające wartości granicznej
5000 ppm	Dwutlenek węgla
1000 ppm	Propan, butan
500 ppm	Aceton
200 ppm	Metyloetyloketon (MEK)
100 ppm	Butanol
50 ppm	n-Heksan, toluen

20 ppm	Acetonitryl
10 ppm	Chlorobenzen
5 ppm	Dietyloamina
1 ppm	1,1,2,2-Tetrachloroetan
500 ppb	Chlor
200 ppb	Chloromrówczan metylu
100 ppb	Ditlenek chloru
50 ppb	Aldehyd glutarowy
10 ppb	Izocyjanian metylu

* 10 ppb Izocyjanian metylu

Status 2010 wg TRGS 900 (Niemcy)

T+ silnie toksyczne $LC_{50} < 0,5 \text{ g/m}^3$

Arsenowodór, brom, chlorek boru, cyjanowodór, czterofluorek siarki, diboran, dwutlenek azotu, fluor, fluorek boru, fluorowodór, fosforowodór, fosgen, ozon, siarkowodór, sześćofluorek wolframu, tlenek azotu

T toksyczne $LC_{50} = 0,5 \dots 2,0 \text{ g/m}^3$

Acetonitryl, amoniak, benzen, bromek metylu, chlor, chlorowodór, cyjan, dwusiarczek węgla, dwutlenek siarki, metanol, tlenek węgla, trifluorek azotu

LC_{50} (LC jest skrótem od "lethal concentration" - ang. "stężenie śmiertelne") odzwierciedla stężenie gazu w powietrzu, które spowoduje śmierć 50% zwierząt laboratoryjnych (głównie białych szczurów laboratoryjnych), gdy wdychane jest przez pewien okres czasu (zwykle cztery godziny).

Gazy i pary palne

Gazy palne stają się bardziej niebezpieczne, gdy posiadają stosunkowo niską dolną granicę wybuchowości (DGW). Pary palne stają się bardziej niebezpieczne, gdy posiadają stosunkowo niską temperaturę zapłonu. Temperatura zapłonu określana jest zależną od temperatury prężnością pary cieczy i DGW.

Para	DGW % obj.	DGW g/m ³	Temp. zapłonu w °C	Prężność pary przy 20°C w mbar	Temp. samozapłonu w °C
Aceton	2,5	60,5	< -20	246	535
Akrylan n-Butylu	1,2	64,1	37	5	275
Akrylonitryl	2,8	61,9	-5	117	480
Benzen	1,2	39,1	-11	100	555
n-Butanol	1,7	52,5	35	7	325
Chlorobenzen	1,3	61,0	28	12	590
Cykloheksan	1,0	35,1	-18	104	260
Cyklopentan	1,4	40,9	-51	346	320
1,2-Dichloroetan(EDC)	6,2	255,7	13	87	440
1,4-Dioksan	1,9	69,7	11	38	375
Epichlorohydryna	2,3	88,6	28	16	385
Etanol	3,1	59,5	12	58	400
Eter dietylowy	1,7	52,5	-40	586	175
Etylobenzen	1,0	44,3	23	10	430
Izopropanol (IPA)	2,0	50,1	12	43	425
Ksylen (miesz. izomerów)	1,0	44,3	25	7	465
Metakrylan metylu	1,7	70,9	10	40	430
Metanol	6,0	80,0	9	129	440
1-Metoksy-2-propanol	1,8	67,6	32	12	270
Metyloetyloketon (MEK)	1,5	45,1	-10	105	475
n-Heksan	1,0	35,9	-22	160	240
n-Nonan	0,7	37,4	31	5	205
n-Oktan	0,8	38,1	12	14	205
n-Pentan	1,4	42,1	-40	562	260
Octan etylu	2,0	73,4	-4	98	470
Octan n-Butylu	1,2	58,1	27	11	390
Styren	1,0	43,4	32	7	490
Tetrahydrofuran (THF)	1,5	45,1	-20	200	230
Tlenek propylenu	1,9	46,0	-37	588	430
Toluen	1,1	42,2	6	29	535

Gaz	DGW % obj.	DGW g/m ³	Temp. samozapłonu w °C
Acetylen	2.3	24.9	305
Amoniak	15.4	109.1	630
1,3-Butadien	1.4	31.6	415
i-Butan	1.5	36.3	460
n-Butan	1.4	33.9	365
n-Buten (Butylen)	1.2	28.1	360
Chlorek metylu	7.6	159.9	625
Eten (Etylen)	2.4	28.1	440
Eter dimetylowy	2.7	51.9	240
Metan	4.4	29.3	595
Propan	1.7	31.2	470
Propen (propylen)	1.8	31.6	485
Tlenek etylenu	2.6	47.8	435
Wodór	4.0	3.3	560

Jedynie ciecze palne posiadają temperaturę zapłonu

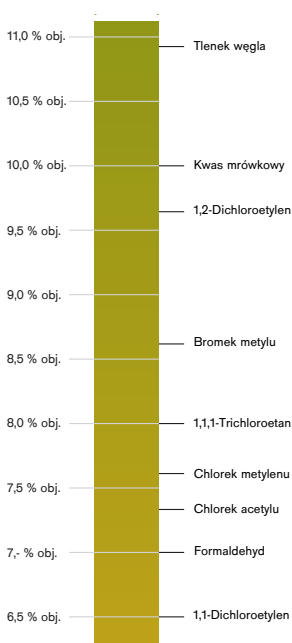
Zgodnie z definicją, nie ma temperatur zapłonu dla gazów palnych.

Gazy i pary palne mogą tworzyć mieszanki palne przy połączeniu z powietrzem tylko wtedy, gdy proporcja gazu palnego i tlenu (lub powietrza) mieści się w pewnych granicach.

Dolna granica wybuchowości (DGW) definiowana jest jako stężenie gazu palnego (podane w % obj.) w palnej mieszance gaz-powietrze, które może ulec zapłonowi w standardowych warunkach i będzie dalej płonąć. DGW wszystkich znanych gazów i par palnych mieści się w zakresie od około 0,5 do 15% obj. Przykład: DGW mieszanki wodór-powietrze to 4% obj. - gaz testowy ze stężeniem 2% obj. wodoru w powietrzu nie może ulec zapłonowi.

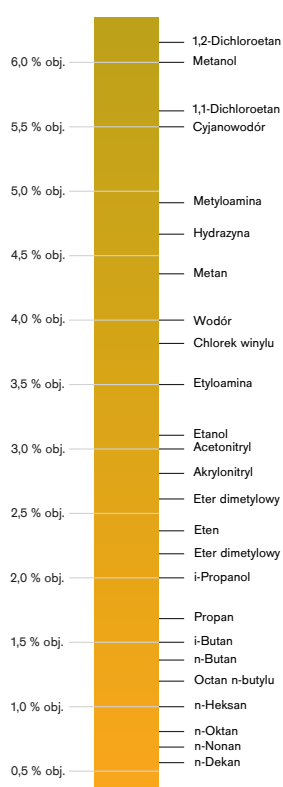
Ograniczenia stężeń

Zachowanie to jest bardzo ważne dla praktycznej ochrony przeciwwybuchowej: jeśli gaz palny nie może ulec zapłonowi poniżej stężenia DGW,



istnieje możliwość zastosowania ochrony przeciwwybuchowej przez nieprzerwane monitorowanie stężenia gazu i podejmowanie odpowiednich środków gwarantujących, iż - na przykład - nie zostanie nigdy przekroczona wartość połowy DGW (=50% DGW).

Takie metody aktywnej ochrony przeciwwybuchowej określane są często mianem pierwotnych środków ochrony: umożliwiają zapobieganie tworzeniu - lecz nie zapłonowi - potencjalnie wybuchowych atmosfer. Preferowaną metodą przeprowadzania pomiarów stężenia w tymże celu jest zastosowanie sensorów podczerwonych lub katalitycznych zgodnych z ustandaryzowanymi wymaganiami bezpieczeństwa.

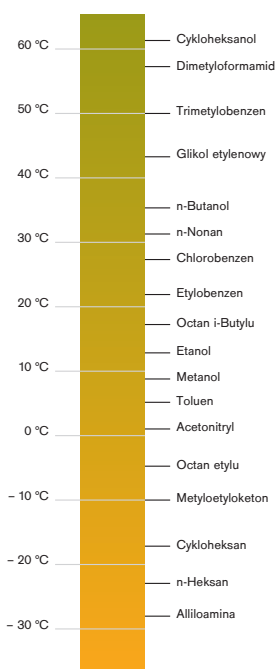


Temperatura zapłonu cieczy palnych

Choć mówimy o cieczech palnych, to nie ciecze są palne lecz ich pary. Tylko pary mogą tworzyć mieszanki palne z tlenem atmosferycznym. Zarówno lotność pary, jaki i jej dolna granica wybuchowości (DGW) są czynnikami zagrożenia wybuchowego. Razem opisane są punktem zapłonu.

Aby mogło dojść do zapłonu stężenie par nad powierzchnią cieczy musi przekraczać DGW. Ilość generowanych par rozstrzyga czy może dojść do zapłonu.

Odpowiedzialna jest za to prężność pary zależna od temperatury cieczy. W odniesieniu do bezpieczeństwa materiałów palnych, zachowanie to opisane jest temperaturą zapłonu (F): temperatura zapłonu to temperatura, w której wytwarzane jest wystarczająco dużo par do zapłonu mieszanki para-powietrze z użyciem ustandaryzowanego urządzenia. Przykład: jeśli punkt zapłonu cieczy pełnej wynosi powyżej 50°C, ciecz taka nie może ulec zapłonowi przy 30°C.



Nie jest możliwe zapalenie oleju napędowego ($F > 55^{\circ}\text{C}$) płonąca zapałka, ale możliwe jest zapalenie benzyny ($F < -20^{\circ}\text{C}$)!

Podsumowując: im niższa temperatura zapłonu cieczy palnej, tym bardziej taka ciecz może być niebezpieczna. Ponieważ pary cieczy palnych nie mogą ulec zapłonowi poniżej temperatury zapłonu, zastosowanie prewencywnej ochrony przeciwwybuchowej może mieć miejsce przez wykorzystanie cieczy z temperaturą zapłonu znacznie powyżej temperatury środowiska.

Choć jest to powszechną praktyką, gdy ciecze używane są w charakterze rozpuszczalników, istnieje jedna zasadnicza wada: mniej lotne ciecze wymagają większej energii do odparowania.

Zgodnie z definicją, gazy nie posiadają punktu zapłonu, ponieważ w normalnych warunkach nie występują w fazie płynnej.

Stężenia i ich obliczanie

Stężenia określane są jako udział procentowy substancji w substancji odniesienia. W odniesieniu do pomiarów substancji niebezpiecznych w powietrzu, stężenie używane jest do określenia ilości danej substancji względem powietrza. W celu uzyskania prostych, zarządzalnych liczb do określenia stężenia używana jest odpowiednia jednostka. Wysokie stężenia określane są zwykle w procentach objętościowych (% obj.), co odpowiada określonej ilości danej substancji w 100 częściach powietrza, np. w powietrzu znajduje się 21% obj. tlenu (100 części powietrza zawiera 21 części tlenu).

W wypadku małych stężeń, używane są jednostki: części na milion (ppm lub mL/m³) lub części na miliard (ppb lub μL/m³). Określenie stężenia ppm oznacza 1 część substancji w 1 milionie części powietrza (dla porównania: 1 kostka cukru w tankowcu). Określenie stężenia ppb oznacza 1 część substancji w 1 miliardzie części powietrza (dla porównania: 5 osób przy całej populacji Ziemi). Obliczanie bardzo małych stężeń w % obj. odzwierciedlone jest poniższą zależnością:

$$1\% \text{ obj.} = 10\,000 \text{ ppm} = 10\,000\,000 \text{ ppb}$$

Poza składnikami gazowymi, powietrze zawiera także "rozpuszczone" substancje stałe i płynne zwane aerozolami. Ponieważ krople i cząstki transportowane przez powietrze są mniejsze, nie jest używane określenie objętościowe. Stężenie aerozoli określane jest w mg/m³.

		% obj.	ppm	ppb
% obj. =	10 L/m ³ 1 cL/L	1	10 ⁴	10 ⁷
ppm =	mL/m ³ μL/L	10 ⁻⁴	1	10 ³
ppb =	μL/m ³ nL/L	10 ⁻⁷	10 ⁻³	1

Ponieważ każda objętość powiązana jest z odpowiednią masą, tak zwane stężenia objętościowe substancji gazowych można przekonwertować na stężenia masowe i vice versa. Obliczenia te należy jednak określić dla danych temperatur i ciśnień, gdyż gęstość gazu zależna jest od tych dwóch aspektów środowiskowych. W wypadku pomiarów w miejscu pracy, parametrami referencyjnymi jest zwykle 20°C i 1013 hPa. Obliczenia mają miejsce z użyciem prostych wzorów.

		g/L	mg/L	mg/m ³
g/L =	10 L/m ³ 1 cL/L	1	10 ³	10 ⁶
mg/L =	mL/m ³ μL/L	10 ⁻³	1	10 ³
mg/m ³	μL/m ³ nL/L	10 ⁻⁶	10 ⁻³	1

Obliczenie mg/m³ – ppm

$$C_{[\text{ppm}]} = \frac{\text{Objętość molowa}}{\text{Masa molowa}} \quad C$$

$$C_{[\text{mg/m}^3]} = \frac{\text{Masa molowa}}{\text{Objętość molowa}} \quad C$$

Objętość molowa gazu to 24.1 L/mol przy 20°C i 1013 hPa. Masę molową gazu należy dostosować w zależności od danego gazu.

Rurki wskaźnikowe Dräger

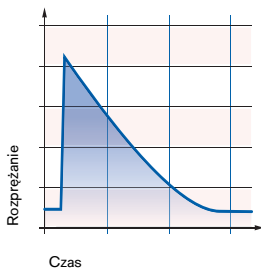
D-23718-2010

Rurki do detekcji gazowej są dziś jedną z klasycznych metod analizy gazów. Ten uniwersalny system znajduje zastosowanie w wielu dziedzinach przemysłu, służbach ratowniczych oraz przy kontroli materiałów niebezpiecznych w laboratoriach, jak również w badaniach środowiskowych i wielu, wielu innych.

Rurki wskaźnikowe Dräger można sklasyfikować schematycznie z użyciem następujących kryteriów:

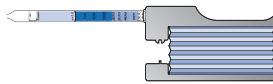


System pomiarowy rurek Dräger składa się z rurki Dräger i pompki Dräger. Każda rurka Dräger zawiera bardzo czuły system odczynników umożliwiający uzyskanie dokładnych odczytów, gdy charakterystyka techniczna pompki detektora gazowego jest dokładnie dobrana do kinetyki reakcji systemu odczynników w rurce. Oznacza to, iż pompka dostarczająca właściwą objętość musi także w odpowiednim tempie przeciągać próbkę przez rurkę Dräger. Do wymagań tych odnoszą się zarówno międzynarodowe, jak i narodowe standardy oraz normy rurek pomiarowych, wymagające lub zalecające użycie rurek pomiarowych z dopasowaną pompką tego samego producenta.



D-16393-2009

Charakterystyka zasysania Dräger accuro®



D-27831-2009

Dräger accuro®

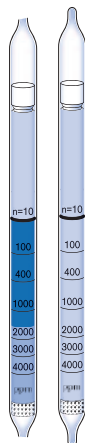
Rurki wskaźnikowe Dräger

Rurki wskazań bezpośrednich Dräger

Rurki wskazań bezpośrednich do pomiarów krótkotrwałych zapewniają precyzyjne wyniki pomiarowe bezpośrednio po pomiarze. Nie są więc wymagane czasochłonne podróże do laboratorium. Rurki nie wymagają także dodatkowej kalibracji przez użytkownika, otrzymującego kalibrację w postaci skali na rurce. W chwili obecnej dostępnych jest ponad 220 różnych rurek do pomiarów krótkotrwałych umożliwiających detekcję do ponad 500 gazów.

Zasada jest zaskakująco prosta:

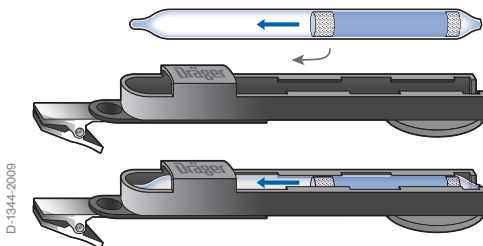
System testujący reaguje przez zmianę koloru przy kontakcie z pewnymi gazami lub parami, umieszczony jest w nośniku stałym, zawartym w zamkniętej rurce Dräger. Przez rurkę zasysana jest określona ilość powietrza otaczającego z użyciem, na przykład, pompki Dräger accuro. Do rozpoczęcia reakcji wystarcza nawet najmniejsza ilość gazu. Skala na rurce umożliwia użytkownikowi oszacowanie stężenia substancji niebezpiecznej bezpośrednio po pomiarze. Rurki Dräger posiadają wiele zalet w porównaniu z detektorami elektronicznymi - są tańsze i łatwiejsze w obsłudze, gdy wystarczający jest tylko pojedynczy pomiar lub pomiary nieregularne. Liczba wykrywanych gazów / par jest także znacznie wyższa niż w wypadku innych urządzeń ze wskazaniami bezpośrednimi.



D-16/498-2009

Rurki do pomiarów długotrwałych ze wskazaniami bezpośrednimi

W odróżnieniu od rurek do pomiarów krótkotrwałych, w wypadku tych urządzeń pomiarowych do próbkowania nie jest niezbędna pompka. Cząsteczki substancji zanieczyszczających automatycznie przenikają do rurki zgodnie z pierwszym prawem dyfuzji Ficka. Siłą napędzającą ten ruch cząsteczek substancji zanieczyszczających jest różnica stężeń pomiędzy powietrzem otaczającym i wnętrzem rurki. Ponieważ rurki dyfuzyjne nie wymagają pompki i są niezauważalne podczas noszenia, stanowią szczególnie efektywne systemy do monitorowania osobistego. Pomiary są zwykle przeprowadzane przez od 0,5 do ośmiu godzin. Pomiary długotrwałe z użyciem rurek dyfuzyjnych zapewniają pomiary scalone odpowiadające średniemu stężeniu podczas okresu próbkowania.



D-13/44-2009

Rurka dyfuzyjna ze wskazaniem bezpośrednim w uchwycie

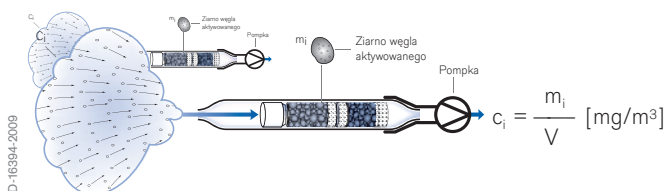
Dalsze informacje: Podręcznik rurek Dräger / CMS i baza danych substancji niebezpiecznych VOICE (www.draeger.com)

W wypadku pomiarów stężeń śladowych (np. w biurze lub na zewnątrz) oraz złożonych mieszanek substancji (np. w miejscu pracy) stosowane są pomiary selektywne z systemami próbkującymi i późniejsza analiza laboratoryjna. Kompletną analizę przekazać można do odpowiednich instytucji lub zarchiwizować w celach dokumentacyjnych.

Rozróżnia się aktywny i pasywny pobór próbek:

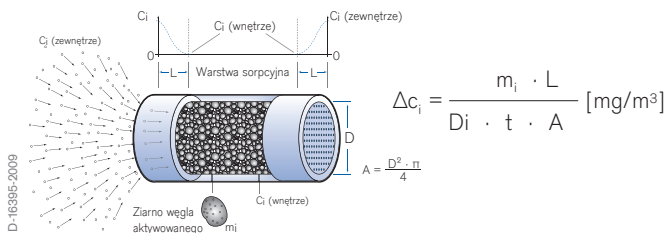
Aktywny pobór próbek:

Przy próbkowaniu aktywnym badane powietrze jest pobierane przez rurkę próbkującą z pompką (np. Dräger accuro). Zbierana substancja osadza się na adsorbencie (np. węgłu). Stężenie obliczane jest z masy materiału niebezpiecznego określanej podczas analizy i objętości próbkowanego powietrza.



Próbkowanie pasywne

W wypadku zbioru próbek z użyciem próbnika dyfuzyjnego, cząsteczki substancji zanieczyszczającej z powietrza otaczającego przebywają zdefiniowaną drogę dyfuzji i są niezwłocznie absorbowane przez sorbent, gdy docierają do warstwy sorpcyjnej. Masa adsorbowanej substancji niebezpiecznej obliczana jest zgodnie z pierwszym prawem dyfuzji Ficka. Więcej szczegółów: Podręcznik rurek Dräger / CMS i baza danych substancji niebezpiecznych VOICE.



Rurka Dräger	Typ poboru próbki	Substancja lub grupa zbieranych substancji
Rurki z węglem aktywowanym	Aktywny	Węglowodory alifatyczne, aromatyczne, pary rozpuszczalników, estry, keton, alkohole, eter glikolowe, węglowodory fluorowcowe
Próbnik dyfuzyjny ORSA	Pasywny	Węglowodory alifatyczne, aromatyczne, pary rozpuszczalników, estry, keton, alkohole, eter glikolowe, węglowodory fluorowcowe
Rurki z żelazem krzemowym	Aktywny	Silne wiązania jonowe, organiczne, takie jak alkohole, fenole, krezole
Rurka próbkująca amin	Aktywny	Aminy alifatyczne i siarczan alkilowy
Zestaw próbkujący aldehydów	Aktywny	Aldehydy, takie jak formaldehyd, aldehyd octowy, akroleina, aldehyd glutarowy
Zestaw próbkujący izocyjanianu	Aktywny	Izocyjaniany, takie jak HDI, 2,4 TDI, MDI
Próbnik dyf. tlenu diazotu	Pasywny	Tlenek diazotu

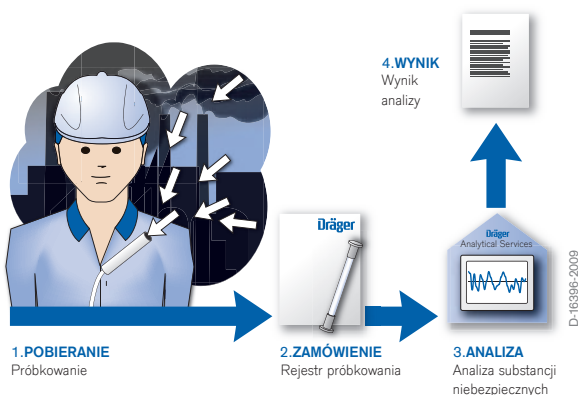
Serwis Analityczny Dräger specjalizuje się w badaniach powietrza we wszystkich obszarach, w których obecne być mogą substancje szkodliwe.

Zaliczamy do nich:

- Miejsca pracy zajmujące się substancjami niebezpiecznymi
- Biura, ich wyposażenie i inne przestrzenie wewnętrzne (np. żłobki, bloki mieszkalne, montażownie, kabiny pojazdów ciężarowych, etc.), których powietrze może być zanieczyszczone parami materiałów budowlanych
- Powietrze wylotowe w firmach i zakładach przemysłowych
- Emisje gazowe z próbek materiałowych

Niezależne pobieranie próbek

Firma Dräger oferuje odpowiednie systemy do niekosztownego i niezależnego pobierania próbek, składające się z pompki Dräger, nośników pobierania, rejestrów poboru próbki i opakowania do wysyłki do Serwisu Analitycznego. Systemy poboru próbek przeprowadzanych przez Klienta są zamykane po pobraniu próbki i przesyłane do Usług Analitycznych w Lubece wraz z rejestrem poboru próbki



Badanie powietrza w miejscu pracy przez próbkowanie na miejscu i przeprowadzaną następnie analizę laboratoryjną

Centrum Pomiarowe Dräger

Akredytowane zgodnie z DIN EN ISO/IEC 17025 Centrum Pomiarowe Dräger oferuje kompletny zakres usług do zarządzania substancjami niebezpiecznymi. Świadczone usługi to m.in. konsultacje, planowanie pomiarów, pobór próbek i pomiary na miejscu, analiza próbek, jak również ocena wyników w postaci raportu pomiarowego lub opracowania.

Nowa generacja technologii chemicznej detekcji gazowej: Dräger CMS to system do kwantytatywnego określania stężeń gazów i par niebezpiecznych w powietrzu. Pomiar przeprowadzane są w miejscu pracy, w celu monitorowania stężeń gazów niebezpiecznych, kontroli procesów, pomiarów w przestrzeniach zamkniętych, itp. System zaprojektowany jest do pomiarów krótkookresowych.

Kompletny system pomiarowy składa się z dwóch głównych komponentów:

- Chipa dla danej substancji
- Analizatora

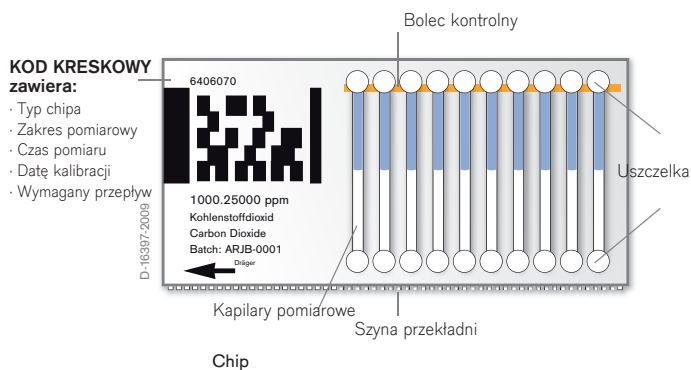
Chip

Każdy chip składa się z 10 kapilek pomiarowych wypełnionych systemem odczynników dla danej substancji. W porównaniu z innymi systemami pomiarowymi, systemy odczynników chemicznych charakteryzują się wyraźnymi zaletami. Jednym z powodów jest możliwość dodania do warstwy reagującej jednej lub więcej warstw wstępnych pochłaniających wilgoć, wiążących substancje zakłócające lub konwertujących na substancje mierzalne, co gwarantuje uzyskanie wyniku pomiarowego dotyczącego konkretnej substancji.

Niezbędne do detekcji preparaty reagujące trzymane są w zamkniętych hermetycznie szklanych kapilarach, aż do chwili użycia. Obudowa chipa chroni także kapilary przed możliwymi, zewnętrznymi wpływami mechanicznymi i chemicznymi.

Po umieszczeniu chipa w analizatorze wszystkie informacje wymagane do pomiaru są odczytywane przez analizator z użyciem kodu kreskowego:

- mierzona substancja
- zakres pomiarowy
- czas pomiaru
- parametry funkcji kalibracyjnej
- wymagane tempo przepływu

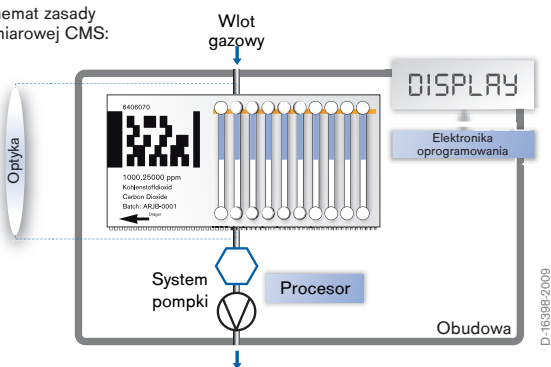


Dalsze informacje: Podręcznik rurek Dräger / CMS i baza danych substancji niebezpiecznych VOICE (www.draeger.com)

Analizator rejestruje optoelektronicznie wynik pomiarowy, eliminując tym samym czynnik ludzki. Wloty gazowe próbkowanego powietrza znajdują się w przedniej części analizatora i są chronione przed wlotem pyłów oraz innych zanieczyszczeń.

Po osiągnięciu szczelnego połączenia pomiędzy kompletnym systemem przewodzenia gazu i otwartą kapilarą chipa przez zintegrowaną mechanikę, specjalny system pompujący tworzy stały przepływ masowy powietrza przez kapilarę. System pompujący składa się z masywnego regulatora przepływu, procesora i niewielkiej, elektrycznej pompki membranowej. Procesor reguluje pompkę do niezbędnego przepływu masowego. Metoda ta umożliwia uzyskanie precyzyjnego przepływu masowego wraz z kompensacją wahania ciśnienia powietrza otaczającego. Nie jest konieczna korekta wyników pomiarowych bez względu na to czy pomiary przeprowadzane są nad Morzem Martwym lub w górskim powietrzu Meksyku.

Schemat zasady pomiarowej CMS:



Zasada pomiarowa CMS oparta jest na dynamicznych pomiarach dawki zależnych od stężenia. Podstawą jest kinetyka chemiczna, gdzie szybkość reakcji chemicznej w kapilarze zależna jest od stężenia próbki. Oznacza to określone i krótkie czasy pomiarów. Czas pomiaru nie jest stały lecz bezpośrednio powiązany ze stężeniem, tj. im wyższe stężenie, tym krótszy czas pomiaru. Odpowiednie położenie jednostki optycznej umożliwia bezpośrednie określenie szybkości reakcji chemicznej w kapilarze. Ponieważ stężenie i szybkość reakcji są bezpośrednio proporcjonalne, gdy obecne jest wysokie stężenie, analizator szybko kończy pomiar.

Sensory elektrochemiczne



Wiele gazów toksycznych reaguje z łatwością i może, w pewnych warunkach, zmienić swój skład chemiczny. Sensor elektrochemiczny to mikroreaktor generujący niewielki lecz możliwy do zmierzenia prąd, gdy obecne są gazy reaktywne. Tak, jak w wypadku zwykłej domowej baterii, proces jest elektrochemiczny, tj. reakcja chemiczna generuje elektrony.

Sensor elektrochemiczny składa się z przynajmniej dwóch elektrod (elektroda pomiarowej i przeciw-elektrody). Elektrody te mają ze sobą kontakt na dwa różne sposoby: z jednej strony przez medium elektroprzewodzące zwane elektrolitem (płyn przewodzący jony), z drugiej strony przez zewnętrzny obwód elektryczny (przewodnik elektroniczny). Elektrody wyprodukowane są ze specjalnego materiału posiadającego także charakterystykę katalityczną umożliwiającą zajście reakcji chemicznych w tak zwanej strefie 3-fazowej, gdzie obecny jest gaz, katalizator stały i płynny elektrolit. Sensory 2-elektrodowe (elektroda pomiarowa i przeciw-elektroda) posiadają jednak wiele wad.

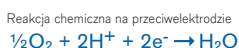
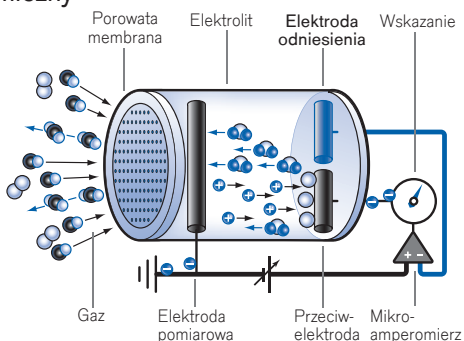
Przykład: jeśli obecne jest wyższe stężenie gazów, doprowadzić to może do wyższych natężeń w sensorze i spadku napięcia. Spadek napięcia zmienia wtedy prekonfigurowane napięcie sensora, co może z kolei doprowadzić do nieprzydatnych sygnałów pomiarowych lub - w najgorszym wypadku - niezauważonej podczas pomiaru reakcji chemicznej w sensorze.

Z tego powodu sensory Dräger XS i XXS zawierają trzecią elektrodę, tak zwaną elektrodę odniesienia, tj. elektrodę bezprądową o stałym potencjale elektrycznym.

Dalsze informacje: Podręcznik urządzeń i sensorów oraz baza danych substancji niebezpiecznych VOICE (www.draeger.com)

Sensor elektrochemiczny

- Cząsteczka CO gaz docelowy, przenika przez elektrodę pomiarową
- Cząsteczka CO₂ produkt reakcji, opuszcza elektrodę pomiarową
- Cząsteczka H₂O składnik elektrolitu
- H⁺ jon wodorowy ładunek dodatni (ponieważ brakuje jednego elektronu)
- Atom tlenu
- Cząsteczka tlenu z powietrza otaczającego
- Elektron

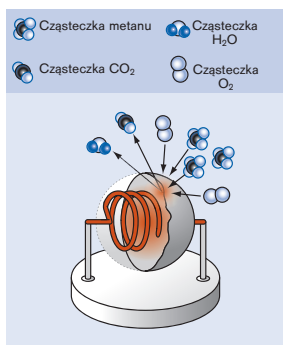


Sensory katalityczne

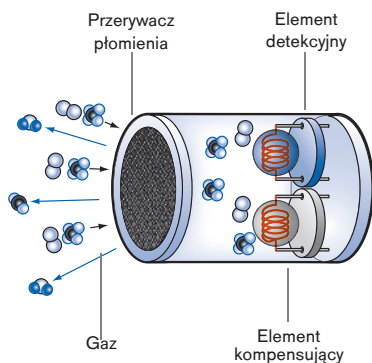
W pewnych warunkach możliwe jest utlenienie gazów oraz par palnych z użyciem tlenu w powietrzu otaczającym i wyzwolenie ciepła reakcji. Osiągane jest to zwykle z użyciem specjalnego, odpowiednio wygrzanego materiału katalitycznego, który nieznacznie zwiększa swoją temperaturę w wyniku ciepła reakcji. Ten nieznaczny wzrost temperatury jest miarą stężenia gazowego.

W porowatym elemencie ceramicznym (średnica poniżej 1mm) osadzona jest miniaturowa cewka z drutu platynowego. Przez cewkę z drutu platynowego przepływa prąd elektryczny

Sensory katalityczne



Reakcja



D-16400-2009

i do kilkuset stopni Celsjusza zostaje nagrany pellistor. Jeśli pellistor zawiera odpowiedni materiał katalityczny, jego temperatura będzie nadal wzrastać w obecności gazów palnych, zaś rezystancja cewki z drutu platynowego odpowiednio wzrośnie. Zmiana rezystancji może wtedy zostać zmierzona elektronicznie.

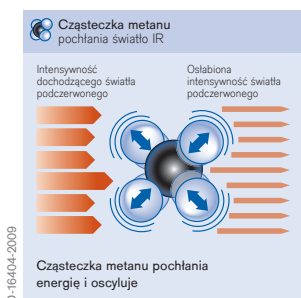
W celu wyeliminowania wszelkich zmian temperatury otoczenia użyty jest drugi pellistor - bardzo podobny, lecz nie reagujący na gaz (np. pellistor, który nie zawiera niezbędnego materiału katalitycznego). Zintegrowanie obu pellistorów w mostku Wheatstone'a tworzy sensor przeznaczony do detekcji gazów i par palnych w powietrzu, który jest w dużym stopniu niezależny od wpływów temperatury otoczenia. Ponieważ sensor katalityczny zawiera gorące pellistory, sensor może (jeśli przekroczona zostanie dolna granica wybuchowości – DGW) stać się źródłem zapłonu. Zapobiega temu metalowy krążek spiekany. Jeśli wewnątrz sensora katalitycznego mieć będzie miejsce zapłonu, obudowa sensora stawia opór ciśnieniu wybuchu, zaś płomień schładzany jest poniżej temperatury zapłonu gazu. Gwarantuje to izolację płomienia do wnętrza obudowy sensora.

Dalsze informacje: Podręcznik urządzeń i sensorów oraz baza danych substancji niebezpiecznych VOICE (www.draeger.com)

Wszystkie gazy pochłaniają w charakterystyczny sposób promieniowanie - niektóre nawet w zakresie widzialnym, np. 0,4 do 0,8 mikrometrów. Dlatego chlor jest zielono-żółty, brom i dwutlenek azotu brązowo-czerwony, jod fioletowy, itd. Kolory te są jednak widoczne jedynie w bardzo wysokich i śmiertelnych stężeniach.

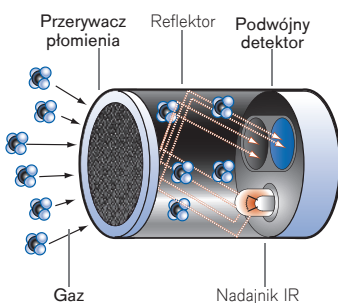
Węglowodory, z drugiej strony, pochłaniają promieniowanie jedynie w pewnym zakresie długości fal, ok. 3,3 do 3,5 mikrometrów. Ponieważ główne składniki powietrza – tlen, azot i argon – nie pochłaniają promieniowania w tym zakresie, metoda może zostać wykorzystana do celów pomiarowych. Intensywność przybywającego promieniowania podczerwonego w zamkniętym pojemniku zawierającym węglowodory gazowe ulegnie osłabieniu. Osłabienie to jest zależne od stężenia gazu.

Sensor IR



D-16404-2009

Reakcja



Powietrze: Światło podczerwone przechodzi bez osłabienia – Intensywność pozostaje niezmienną.

Gaz (np. metan): Światło podczerwone słabnie podczas przechodzenia – zredukowana intensywność odpowiada stężeniu metanu. Na tej zasadzie oparte są podczerwone urządzenia pomiarowe używane z sensorami podczerwonymi Draeger. Większość gazów i par palnych to węglowodory, których detekcja jest prawie zawsze możliwa dzięki ich charakterystycznemu zachowaniu w zakresie absorpcji podczerwieni.

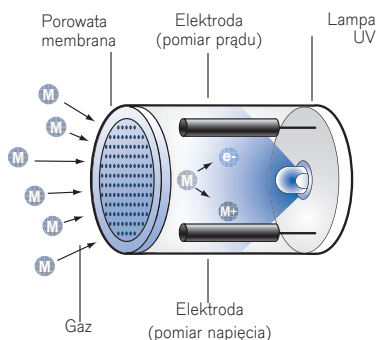
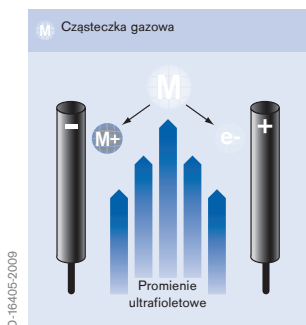
Zasada działania: Powietrze otaczające do pomiaru prowadzone jest przez ogniwo pomiarowe przy pomocy dyfuzji lub z użyciem pompki. Promieniowanie szerokopasmowe z nadajnika podczerwonego przenika do ogniwa przez okienko i jest następnie odbijane na ścianki lustrzane, przechodząc przez okno na podwójny detektor. Podwójny detektor składa się z detektora pomiarowego i detektora porównawczego. Jeśli mieszanka gazowa zawiera węglowodory, część promieniowania ulega adsorpcji i detektor pomiarowy wytwarza słaby sygnał elektryczny. Sygnał detektora porównawczego pozostaje niezmienny. Fluktuacje w wydajności nadajnika podczerwonego, zabrudzenie lusterek i okien, jak również przerwy w dostarczaniu powietrza otoczenia spowodowane pyłami lub aerozolami, wpływają do pewnego stopnia na oba detektory i są dzięki temu w pełni kompensowane.

Dalsze informacje: Podręcznik urządzeń i sensorów oraz baza danych substancji niebezpiecznych VOICE (www.draeger.com)

Wiele gazów i par palnych jest toksycznych dla ludzi, zanim osiągną swoją dolną granicę wybuchowości (DGW). Z tego właśnie powodu dodatkowe pomiary lotnych substancji organicznych z zakresie ppm przez użycie sensorów PID są idealnym uzupełnieniem standardowych pomiarów osobistych.

Powietrze zasysane jest przez wlot gazowy do komory pomiarowej, gdzie lampa UV generuje fotony jonizujące pewne cząsteczki w strumieniu gazowym.

Sensor PID



W celu jonizacji gazów trwałych w powietrzu (takich jak gazy obojętne, azot, tlen, dwutlenek węgla i para wodna), wymagana

jest stosunkowo duża ilość energii. Z tego właśnie powodu, gazy takie nie zakłócają pomiarów substancji niebezpiecznych. Większość substancji organicznych, które mogą być uznane za substancje niebezpieczne (np. węglowodory) ulega jonizacji po ekspozycji polem elektrycznym pomiędzy dwoma elektrodami w komorze pomiarowej. Natężenie wynikającego prądu jest bezpośrednio proporcjonalne do stężenia cząsteczek zjonizowanych w komorze detekcyjnej, co umożliwia określenie stężenia substancji niebezpiecznej w powietrzu.

Energia jonizacji i lampy UV

Energia jonizacji mierzona jest w elektronowoltach (eV) i określa ilość energii wymaganej w celu jonizacji lub naładowania jednej cząsteczki. Dane energii jonizacji są charakterystyczne dla danej substancji, tak samo jak temperatura wrzenia lub ciśnienie. W celu jonizacji danej substancji, energia jonizacji tejże substancji musi być niższa niż energia fotonów lampy użytej w detektorze fotojonizacyjnym (PID). Zwykle używane są dwa typy lamp: lampa 10,6 eV i lampa 11,7 eV.

PID jest odpowiednią metodą detekcji całych grup substancji niebezpiecznych. Jednakże przy odpowiedniej kalibracji umożliwia także detekcję poszczególnych substancji.

Dalsze informacje: Podręcznik urządzeń i sensorów oraz baza danych substancji niebezpiecznych VOICE (www.draeger.com)

Wybór właściwej zasady pomiarowej ma kluczowe znaczenie przy identyfikacji zagrożeń gazowych. Każda z zasad pomiarowych posiada atuty oraz ograniczenia i jest zoptymalizowana dla pewnych grup gazów (gazy palne/ toksyczne i tlen).

Z tego właśnie powodu, najważniejsze pytanie dotyczy typu gazów/par występujących w miejscu pracy. Ogólnie rozróżnić można następujące zagrożenia gazowe:

Zagrożenie wybuchem

– Tam, gdzie występują gazy i pary palne, zawsze istnieje zwiększone zagrożenie wybuchem. Tak zwykle jest w przypadku następujących gałęzi przemysłu: górnictwo, rafinacja, przemysł chemiczny i wiele, wiele innych. Używane są tu często sensory podczerwone i katalityczne rejestrujące zwykle stężenia gazowe w zakresie dolnej granicy wybuchowości (DGW), choć czasami także w zakresie 100% obj.

Niedobór i nadmiar tlenu

– Niedobór tlenu zagraża życiu. Nadmiar tlenu ma natomiast wpływ na palność materiałów, aż do momentu, gdy wystąpić może samozapłon. Do pomiarów tlenu używane są zwykle sensory elektrochemiczne. Zakres pomiarowy leży pomiędzy 0 – 25% obj. i do 100% obj. W wypadku zagrożeń tlenowych istnieje także możliwość użycia rurek Dräger i CMS.

Gazy toksyczne

– Substancje toksyczne mogą wystąpić praktycznie wszędzie: podczas produkcji przemysłowej i procesów uzdatniania, podczas transportu (kolejowego, drogowego lub morskiego), przy niepełnym spalaniu, jak również podczas całkowicie naturalnych procesów, np. rozkładu i rozpadu odpadów.

W wypadku detekcji gazów toksycznych zastosować można rozmaite metody pomiarowe

- Rurki Dräger
- CMS
- Sensory elektrochemiczne
- Sensory PID

Identyfikacja właściwej metody pomiarowej dla pewnych zastosowań jest zależna od kilku czynników:

- Jakie inne substancje niebezpieczne są obecne (czułości skrośne)?
- Czy konieczne są selektywne pomiary substancji niebezpiecznych czy też więcej sensu ma pomiar parametru całkowitego?
- Czy stosowane mają być pomiary krótkookresowe, długookresowe czy też ciągłe?
- Czy konieczne są funkcje ostrzegawcze i alarmowe po przekroczeniu wartości granicznych?

Przenośne urządzenia detekcji gazowej są przedmiotem szerokiego zakresu wymagań. Różne zastosowania wymagają rozwiązań dostosowanych do zadania pomiarowego, które biorą także pod uwagę odpowiednie warunki eksploatacji.

Ogólnie wyróżnić można następujące obszary zastosowania:

Monitorowanie osobiste

– Urządzenia muszą niezwłocznie ostrzegać osobę noszącą o zagrożeniach gazowych w miejscu pracy. Noszone są zwykle bezpośrednio na odzieży roboczej. Podstawowymi wymaganiami wobec urządzeń tego typu jest wysoki stopień wygody, wytrzymałość i niezawodność. Wymagania takich zadań pomiarowych spełniają jedno lub wielogazowe urządzenia do detekcji ciągłej. W wypadku pomiarów krótkotrwałych (lub pomiarów punktowych) użyć można także rurek Dräger i CMS.

Monitorowanie strefowe

– Zadaniem jest w tym wypadku monitorowanie strefy, w której aktywnych jest jeden lub więcej pracowników. Urządzenie zlokalizowane jest w pozycji centralnej, tak aby mogło optymalnie monitorować obszar roboczy. Podstawowymi wymaganiami są tu trwałość, stabilność oraz dobrze rozpoznawane alarmy (wizualne i akustyczne). Należy użyć wielogazowych urządzeń do pomiarów nieprzerwanych.

Wejście do przestrzeni zamkniętej

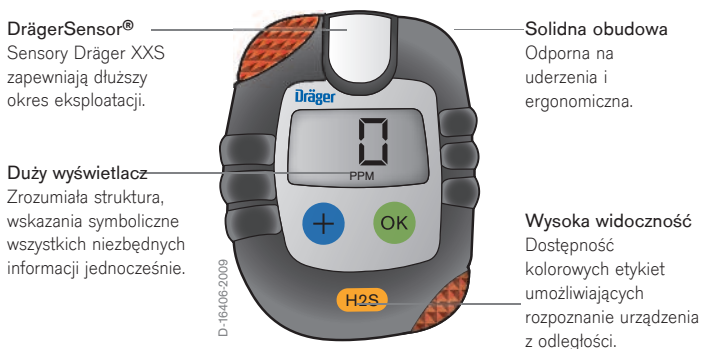
– Często koniecznym jest wejście do przestrzeni zamkniętej, w celu przeprowadzenia prac konserwacyjnych lub napraw. W takich strefach roboczych szczególnie wysokimi zagrożeniami są ograniczona przestrzeń, brak wentylacji i obecność lub pojawianie się substancji niebezpiecznych. Zalecane jest tu użycie detektorów wielogazowych z odpowiednimi pompkami i wyposażeniem, takim jak węże i sondy. Jeśli po przeprowadzonym z powodzeniem pomiarze nie zostaną wykryte zagrożenia, te same urządzenia wykorzystywane są do nieprzerwanego monitorowania osobistego podczas pracy w przestrzeni zamkniętej. Do pomiarów punktowych użyć można także rurek Dräger i CMS.

Detekcja wycieków

– Wycieki wystąpić mogą wszędzie, gdzie składowane lub transportowane są gazy i ciecze. Ważna jest ich szybka identyfikacja w celu przedsięwzięcia odpowiednich środków mających na celu zapobieganie szkodom wobec personelu, środowiska i zakładu. Detektory i odpowiednie pompki muszą posiadać szybkie czasy reakcji w celu wykrycia nawet najmniejszych zmian stężenia. Minimalnym wymaganiem wobec takich urządzeń jest nadzwyczajna niezawodność.

Urządzenia jednogazowe

Jeśli zagrożenie spowodowane gazami lub parami toksycznymi zawęzić można do jednego gazu lub jednego elementu przewodzącego, idealnym rozwiązaniem do monitorowania osobistego w miejscu pracy są małe, trwałe i ergonomiczne detektory jednogazowe. Urządzenia takie noszone są zwykle bezpośrednio na odzież roboczej, blisko obszaru oddechowego, bez ograniczania swobody ruchów pracownika. Urządzenia nieprzerwanie monitorują powietrze otaczające i generują alarm (wizualny, akustyczny i wibracyjny), gdy stężenie gazowe przekracza skonfigurowaną w urządzeniu wartość graniczną. Umożliwia to pracownikom bezpośrednią reakcję na zagrożenia podczas normalnej pracy lub wystąpienie nieprzewidzianych zdarzeń podczas prac konserwacyjnych i napraw.



Dräger Pac® 3500 – 7000

Rodzina mierników Pac 3500 – 7000 jest wyposażona w miniaturowe sensory elektrochemiczne XXS umożliwiające stworzenie mniejszych, bardziej ergonomicznych urządzeń. Sensor znajduje się bezpośrednio za wymiennym filtrem pyłowo-wodnym chroniącym przed czynnikami środowiskowymi bez większego wpływu na czas reakcji. Poza precyzją i niezawodnością, to właśnie czas reakcji ma kluczowe znaczenie. Tak zwany czas t_{90} do t_{20} zapewnia informację dotyczącą szybkości reakcji sensora na zmianę stężenia gazowego. Dzięki szybkim czasom reakcji i bardzo krótkim ścieżkom dyfuzji, sensory z tej serii reagują ekstremalnie szybko i niezwłocznie wskazują zagrożenia gazowe. Sygnał elektryczny sensora przetwarzany jest przez elektronikę i oprogramowanie na stężenie. W urządzeniu określone są także progi alarmowe (A1 = ostrzeżenie wstępne / A2 = alarm główny). W wypadku ich przekroczenia przez bieżące stężenie gazowe urządzenie generuje alarm wizualny, akustyczny i wibracyjny. Trwałość i ochrona przed substancjami wybuchowymi to dwa kolejne czynniki ważne przy wyborze właściwych urządzeń detekcji gazowej.

Dräger X-am 5100

Dräger X-am 5100 zaprojektowano do pomiarów gazów / par hydrazyny, nadtlenu wodoru, chlorowodoru i fluorowodoru. Są to szczególnie trudne do wykrycia zagrożenia gazowe z powodu ich adsorpcji przez rozmaite powierzchnie. Otwarty i wysunięty wlot gazowy zapobiega wystąpieniu powierzchni adsorbujących pomiędzy gazem i sensorem. Gwarantuje to także natychmiastowy czas reakcji na te gazy specjalne, sprawdzonych sensorów XS.

Urządzenia wielogazowe

ST-7070-2005

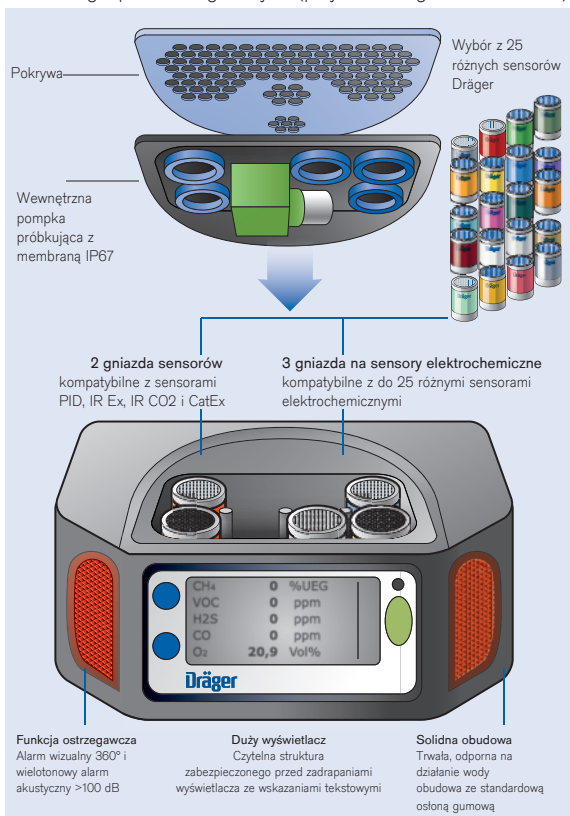
Jeśli w miejscu pracy występują różne substancje niebezpieczne (Ex-Ox-Tox), zalecane jest użycie wielogazowych urządzeń do pomiarów ciągłych. Umożliwiają one użycie różnych metod pomiarowych (sensorów podczerwonych, katalitycznych, PID i elektrochemicznych) w jednym urządzeniu wykorzystując poszczególne zalety każdej z tych metod pomiarowych.

Dobór sensorów jest zależny od danego zastosowania i umożliwia nieprzerwaną detekcję do 6 gazów w czasie rzeczywistym. Poza użyciem do monitorowania osobistego i strefowego, wyposażenie opcjonalne pozwala także na zastosowanie mierników wielogazowych do pomiarów przed wejściem i detekcji nieszczelności.

Do urządzeń wielogazowych zaliczamy

Dräger X-am 1700, X-am 2000, X-am 3000, X-am 5000, X-am 5600 i X-am 7000.

Technologia pomiarów gazowych (przykład: Dräger X-am® 7000)



Urządzenia wielogazowe

W procesach przemysłowych często wykorzystywane są substancje palne, czasami także cząstki palne. W takich strefach istnieje możliwość wyzwolenia gazów i par palnych w związku z procesami (np. przez zawory nadmiarowe), jak również w wyniku nieprzewidzianych wypadków. W celach prewencyjnych strefy szkodliwe określane są obszarami (lub "strefami") Ex, w których możliwe jest użycie wyłącznie odpowiednio dopuszczonego sprzętu wyposażonego w stosowną ochronę przeciwybuchową.

Ochrona przeciwybuchowa regulowana jest na całym Świecie. Podstawa tych standardów, tj. IEC (międzynarodowych), CENELEC (Europa) i NEC 505 (Ameryka Pł.) jest bardzo podobna i oparta na "koncepcji 3-strefowej" ostatnio także coraz częściej akceptowanej na terenie USA.

Strefa, wg IEC, NEC 505 i EN	Niebezpieczne atmosfery wybuchowe obecne są...
Strefa 0	stale, regularnie lub długookresowo
Strefa 1	okazjonalnie
Strefa 2	rzadko lub krótkookresowo

Typowa amerykańska metoda ochrony przeciwybuchowej wg NEC 500 oparta jest na "koncepcji 2-działowej":

Dział wg NEC 500	Niebezpieczne atmosfery wybuchowe obecne są...
Dział 1	stale lub okazjonalnie
Dział 2	rzadko lub krótkookresowo

Według IEC, NEC 505 i EN istnieje siedem ustandaryzowanych typów ochrony dla sprzętu elektrycznego w strefie 1, podczas, gdy w Ameryce Północnej (USA/Kanada) wg NEC 500 istnieją trzy typy ochrony przeciwybuchowej dla działu 1:

Typ ochrony wg IEC, NEC 505 i EN	Porównywalny typ ochrony wg NEC 500
Zabezp. przed wyb./płom.	Zabezpieczone przed wybuchami
Hermetyzacja (enkapsulacja)	-
Wypełnianie proszkiem/piaskiem	-
Zanurzanie w oleju	-
Sztuczna wentylacja	Przedmuchiwanie / pod ciśnieniem
Podwyższone bezpieczeństwo	-
Bezpieczeństwo samoistne	Bezpieczny samoistnie

Standardowe oznakowanie urządzeń detekcji gazowej, np. Ex de IIC T4 informuje użytkownika o możliwości użycia w danej strefie zagrożenia.

Znana także pod nazwą ATEX 95 (wcześniej: ATEX 100a), obowiązkowa na terenie UE od 1 lipca 2003. Sprzęt i systemy ochronne do użycia w potencjalnie wybuchowych atmosferach muszą spełniać zasadnicze wymagania bezpieczeństwa i higieny pracy (EHSR), które przyjmuje się za spełnione na podstawie pewnych zharmonizowanych norm.

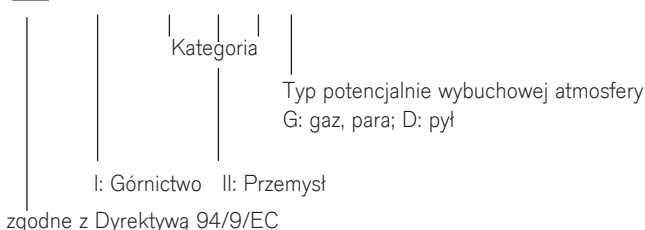


Jednostka notyfikowana w zakresie produkcji i jakości
Spełnione są wymagania UE

Oznakowanie (wg ATEX):



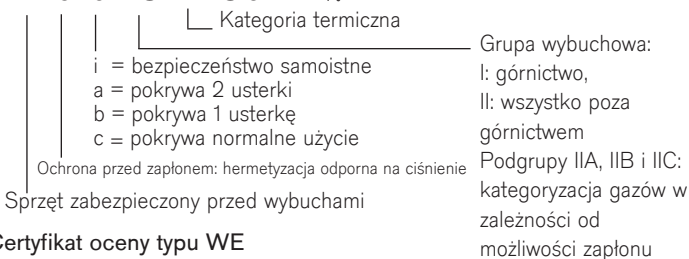
I M 2 / II 2 G



Ochrona przeciwwybuchowa:

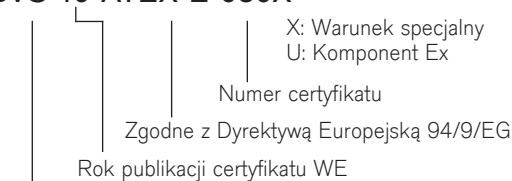
EPL (Poziom Ochrony Sprzętu) G= gaz,

Ex d ia IIC T4 Gb — D = pył; a = Strefa 0; b = Strefa 1; c = Strefa 2



Certyfikat oceny typu WE

BVS 10 ATEX E 080X



Jednostka notyfikowana dopuszczająca urządzenie pod względem typu

Kategorie urządzeń i wymagania bezpieczeństwa:

Grupa urządzenia	Kategoria	Bezpieczeństwo
I (Górnictwo)	M1	Bardzo wysokie
	M2	Wysokie
II (Przemysł)	1	Bardzo wysokie
	2	Wysokie
	3	Normalne



Znana także pod nazwą ATEX 137 (wcześniej: ATEX 118a), obowiązkowa na terenie UE od 30 czerwca 2006, skierowana do pracodawców i użytkowników końcowych w kwestii wymagań minimalnych BHP dla pracowników w potencjalnie wybuchowych atmosferach.

Definicja strefy

Gaz, para	Pył	Atmosfera wybuchowa obecna jest...
Strefa 0	Strefa 20	stale, długookresowo lub często
Strefa 1	Strefa 21	okazjonalnie, prawdopodobnie wystąpi
Strefa 2	Strefa 22	nieczęsto lub jedynie krótkookresowo

Wybór sprzętu (tabela jest połączeniem pomiędzy kategorią ATEX 95 i strefami ATEX 137):

Użycie dozwolne dla	Gaz, para (G)	Pył (D)
Urządzeń kategorii 1	w strefie 0, 1, 2	w strefie 20, 21, 22
Urządzeń kategorii 2	w strefie 1, 2	w strefie 21, 22
Urządzeń kategorii 3	w strefie 2	w strefie 22

Przykład: w strefie 21 w przemyśle, gdzie prawdopodobne jest wystąpienie atmosfer wybuchowych spowodowanych pyłami, używane urządzenia muszą posiadać oznakowanie **II 2D** lub **II 1D**.

Niezbędne środki:

- Ocena zagrożenia wybuchem
- Klasyfikacja obszaru zagrożenia na strefy
- Oznakowanie miejsc niebezpiecznych trójkątnym znakiem ostrzegawczym "Ex"
- Adekwatne środki bezpieczeństwa
- Dokumentacja ochrony przeciwybuchowej
- Kompetencje pracowników
- Kryteria dla systemu dopuszczonego do pracy w strefach prac niebezpiecznych

Wytuczne redukcji ryzyka:

- Zapobieganie tworzenia atmosfer wybuchowych - lub, jeśli nie jest to możliwe:
- Unikanie zapłonu atmosfer wybuchowych - lub, jeśli nie jest to możliwe:
- Minimalizacja szkodliwych efektów wybuchów do akceptowalnego poziomu.

Wymagania wobec urządzeń detekcji gazowej

Ponieważ urządzenia i systemy detekcji gazowej są produktami bezpieczeństwa do zastosowań przemysłowych, muszą być zgodne nie tylko z wymaganiami ustawowymi (np. ochrona przeciwwybuchowa, zgodność elektromagnetyczna) ale także z dalszymi wymaganiami gwarantującymi jakość produktu i niezawodność detekcji gazowej nawet w najtrudniejszych warunkach środowiskowych.

Standardy ochrony przeciwwybuchowej:

Wymagania projektowe gwarantujące, iż urządzenia detekcji gazowej nie staną się źródłem zapłonu. Akceptowane międzynarodowo standardy to IEC, EN (ATEX), CSA, UL, GOST, itp.

Typy ochrony wg EN 60529 (klasa szczelności IP)

Klasa szczelności IP zapewnia informacje dotyczące właściwości ochronnych obudowy przed ciałami obcymi i wodą.

IP = klasa szczelności

Poniższe zgodne z DIN EN 60529:

Pierwsza cyfra Ochrona przed stałymi obiektami obcymi



5 Ochrona przed kontaktem. Ochrona przed wewnętrznymi osadami pyłowymi.

Druga cyfra Ochrona przed wodą



5 Ochrona przed wodą padającą pod dowolnym kątem



6 Kompletna ochrona przed dotykiem. Ochrona przed penetracją pyłową.



6 Ochrona przed penetracją wodną podczas chwilowego zalania



7 Ochrona przed penetracją wodną podczas chwilowego zanurzenia

D-16408-2009

Klasa szczelności IP67 gwarantuje wysoki stopień odporności. Może mieć to jednak negatywny wpływ na paroprzepuszczalność. Z tego właśnie powodu MEWAGG (komitet roboczy urządzeń detekcji i ostrzegawczych gazów niebezpiecznych) wraz BG Chemie (niemiecka instytucja ustawowego ubezpieczenia wypadkowego i zapobiegania w przemyśle chemicznym) zaleca użytkownikom pragnącym poza detekcją gazów prostych (np. metan i propan) przeprowadzać także detekcję węglowodorów wyższych i rozpuszczalników, uzyskanie od producenta potwierdzenia przydatności urządzenia. Potwierdzeniem takim może być np. certyfikat pomiarowy zgodny z ATEX.

Jakość funkcji pomiarowych

Zgodność ze zdefiniowaną jakością pomiarową nawet w najbardziej ekstremalnych warunkach środowiskowych (temperatura, ciśnienie, wiatr, wilgotność, wibracje, etc.)

EN 45 544 – dla gazów i par toksycznych

EN 50 104 – dla tlenu

EN 60 079-29-1 – dla gazów i par palnych

Zgodność elektromagnetyczna wg EN 50270

Na urządzenia elektryczne i elektroniczne nie powinny mieć negatywnego lub zakłócającego wpływu pola elektryczne, magnetyczne lub elektromagnetyczne. Przykład: użycie telefonów komórkowych lub radia dwukierunkowego w pobliżu sprzętu detekcji gazowej nie może zakłócać sygnału pomiarowego urządzenia i vice versa. Dyrektywy i normy zgodności elektromagnetycznej zapewniają dowody i potwierdzenie odporności na zakłócenia i emisje przejściowe.

Wymagania wobec urządzeń detekcji gazowej



Kalibracja urządzeń detekcji gazowej jest niezwykle ważna - jest oczywistym, iż detektory nie mogą przeprowadzać prawidłowych pomiarów jeśli nie zostały właściwie skalibrowane.

Rurki Dräger i CMS

Oba systemy detekcji są skalibrowane przy dostawie.

Pod warunkiem zastosowania się do warunków składowania wydrukowanych na etykiecie, hermetycznie zamknięte rurki szklane gwarantują stabilną kalibrację do czasu pomiaru lub do upłynięcia okresu zdatności do użycia.

Sensory / przenośne urządzenia detekcji gazowej

Sensory używane są do pomiarów ciągłych. Wpływy środowiskowe lub obecność innych gazów może zmienić kalibrację, z którą sensor został dostarczony klientowi. BG Chemie zaleca tym samym w swoich kartach charakterystyki T021 (sprzęt detekcji gazowej dla gazów/par toksycznych) / T023 (sprzęt detekcji gazowej do ochrony przeciwwybuchowej) regularne kontrole i kalibracje. W wypadku krajów członkowskich Unii Europejskiej stosowaną normą jest EN 60079-29-2 lub IEC 60079-29-2 dla użycia międzynarodowego.

Podczas, gdy kalibracja zerowa jest raczej prosta - w większości wypadków użyte być może powietrze otaczające, kalibracja czułości (lub kalibracja zakresu pomiarowego) nie jest tak prosta.

Sensory elektrochemiczne należy kalibrować gazami czynnymi z tego samego powodu, z którego mogą one wykrywać te gazy. Niestety wiele gazów czynnych reaguje także w niskich stężeniach z (wilgotnymi) powierzchniami materiałów i tworzyw sztucznych. Z tego powodu ważnym jest, aby ścieżka pomiędzy gazem i urządzeniem była tak krótka, jak tylko możliwe. Producenci urządzeń detekcji gazowej zapewniają wyposażenie kalibracyjne, które spełnia te wymagania i jest zoptymalizowane dla danego urządzenia detekcji gazowej.

Jeśli - z powodów bezpieczeństwa - tzw. gaz docelowy (gaz, którego detekcja będzie miała miejsce podczas użycia) musi być zawsze zastosowany w celach kalibracyjnych, istnieje również wiele powodów do użycia gazu zamiennego w celu kalibracji.

Jeśli jeden sensor przeznaczony jest do detekcji wielu gazów, sensor taki należy skalibrować na gaz, na który sensor jest najmniej czuły. Detektor gazowy jest wtedy kalibrowany w najbezpieczniejszy sposób, ponieważ wszystkie inne stężenia gazowe uważane są wtedy za zbyt czułe.

Gazy kalibracyjne dostarczane są w postaci pojedynczych gazów i mieszanek gazowych do kalibracji detektorów wielogazowych.

Dräger VOICE – Baza danych substancji niebezpiecznych

Zagrożenia dla ludzi ze strony rozmaitych substancji niebezpiecznych obecnych w miejscu pracy i środowisku nieubłagane wzrastają w naszym zorientowanym na nowoczesne technologie społeczeństwie. Błyskawiczne, wyczerpujące informacje, do których dostęp uzyskać można w dowolnej chwili stanowią kluczową rolę w zastosowaniu właściwych środków ochrony.

Rozległa baza danych Dräger VOICE zapewnia aktualne informacje na temat ponad 1700 substancji niebezpiecznych i 11500 synonimów.

Dräger VOICE charakteryzuje się wyraźnymi powiązaniem pomiędzy substancjami niebezpiecznymi, opcjami pomiarowymi i sprzętem ochronnym. Dodatkowe bezpieczeństwo podczas użycia zapewniane jest informacjami na temat prawidłowego użycia zalecanych produktów.

Dla każdej wybranej substancji dostępny jest szeroki zakres nieustannie aktualizowanych **informacji**:

- Bieżące narodowe i międzynarodowe wartości graniczne
- Informacje chemiczne/fizyczne (wzory, prężność pary, temperatura topnienia i wrzenia, etc.)
- Informacje dla ochrony przeciwpożarowej (DGW, GGW, temperatura zapłonu i samozapłonu, etc.)
- Identyfikatory (nr CAS, nr UN, nr EC)

Baza danych substancji niebezpiecznych Dräger VOICE dostępna jest pod adresem www.draeger.com/voice.

The screenshot displays the Dräger VOICE web application interface. At the top, there is a header with the Dräger logo and a navigation menu. The main content area shows search results for 'Chlorine (Chlorine) (Chlorine) (Cl₂)'. The results include details such as CAS No.: 7782-50-5, EC No.: 231-555-5, and UN No.: 1017. There are also buttons for 'New Gases' and 'New Substances'. The right sidebar contains links for 'Dräger voice users', 'Contact us', 'Measurement instructions', 'Product information', 'Related Products', and 'Technical Documentation Services'. A vertical text 'D-27830-2009' is visible on the left side of the screenshot.

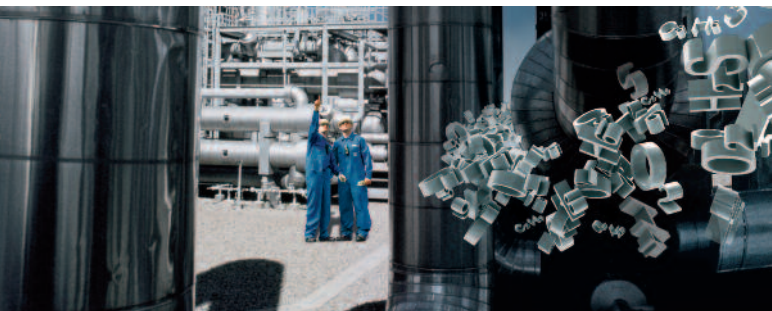
Dräger VOICE – Baza danych substancji niebezpiecznych



Właściwości gazów i par niebezpiecznych

Gazy i pary toksyczne oraz wybuchowe wystąpić mogą w wielu miejscach. Właściwe postępowanie z zagrożeniami wybuchowymi - do tego właśnie przeznaczone są systemy detekcji gazowej firmy Dräger.

Niniejsza broszura stworzona została z myślą o przedstawieniu podstawowych informacji na temat techniki detekcji gazowej, zasad pomiarowych i kwestii bezpieczeństwa.



Zasady pomiarowe

Firma Dräger oferuje wiele urządzeń charakteryzujących się szerokim zakresem zastosowanych metod pomiarowych gazów i par:

- Rurki wskaźnikowe Dräger
- Dräger CMS
- Sensory elektrochemiczne
- Sensory katalityczne
- Sensory podczerwone
- Detektory fotojonizacyjne (PID)



Użycie i wymagania sprzętu detekcji gazowej

Przenośne urządzenia detekcji gazowej muszą niezawodnie wykrywać szeroki wachlarz substancji niebezpiecznych w zmiennych warunkach. Stawia to wysokie wyzwania względem niezawodności, odporności i elastyczności - urządzenia te są w końcu bezpośrednio odpowiedzialne za zdrowie i bezpieczeństwo pracowników. Nie każde urządzenie może zostać użyte w każdym środowisku pracy. Przed użyciem należy upewnić się, iż specyfikacje urządzenia są wystarczające. Wymagania te określone są w kilku normach i dyrektywach.

CENTRALA

Drägerwerk AG & Co. KGaA
Moislinger Allee 53-55
23558 Lubeka, Niemcy

www.draeger.com

PRZEDSTAWICIELSTWA

SIEDZIBA GŁÓWNA BYTOM

Dräger Safety Polska sp. z o.o.
ul. Chorzowska 25
41-902 Bytom
Tel. +48 32 28 03 111
Tel. +48 32 38 80 490
Fax +48 32 28 21 032
sprzedaz.safety.pl@draeger.com

BIURO HANDLOWE KATOWICE

Dräger Safety Polska sp. z o.o.
ul. Żelazna 1
40-851 Katowice
Tel. +48 32 388 76 60
Fax +48 32 601 26 24

BIURO HANDLOWE WARSZAWA

Dräger Safety Polska sp. z o.o.
Al. Jerozolimskie 174
02-486 Warszawa
Tel. +48 22 333 73 04
Fax +48 22 333 73 05

BIURO HANDLOWE RUMIA

Dräger Safety Polska sp. z o.o.
ul. Grunwaldzka 22
84-230 Rumia
Tel. +48 58 671 77 70
Fax +48 58 671 05 50

BIURO HANDLOWE GŁOGÓW

Dräger Safety Polska sp. z o.o.
Plac Konstytucji 3 Maja 1
67-200 Głogów
Tel. +48 76 728 63 18
Fax +48 76 728 63 68

Producent:

Dräger Safety AG & Co. KGaA
Revalstraße 1
23560 Lubeka, Niemcy