



Niedoceniani, cichy zabójca





CO₂ – niedoceniany, cichy zabójca

Dwutlenek węgla jest jednym z najczęściej pomijanych gazów toksycznych. Nawet określenie CO₂ jako gazu toksycznego jest zaskoczeniem dla wielu specjalistów ds. bezpieczeństwa. Przyjrzyjmy się temu bliżej.

W przeszłości większość programów monitorowania atmosfery traktowała CO₂ jako „zwykły asfiksant”. Asfiksant to substancja, która może spowodować utratę przytomności lub śmierć przez uduszenie (uduszenie). Asfotoksanty, które nie mają innych skutków zdrowotnych, są określane jako „zwykłe” asfotoksanty.

Ponieważ dwutlenku węgla nie uznano za zagrożenie toksyczne, zamiast bezpośredniego pomiaru stężenia CO₂ w zamkniętej przestrzeni lub w środowisku pracy, uznano, że wystarczy po prostu zmierzyć stężenie tlenu. Ale czy ta ocena jest rzeczywiście słuszna?

Skutki działania CO₂

Aby odpowiedzieć na to pytanie, warto przyrzeć się fizycznym skutkom różnych stężeń CO₂, podawanym przez niektóre urzędy ds. zdrowia. Poziomy CO₂ w powietrzu i potencjalne problemy zdrowotne to:

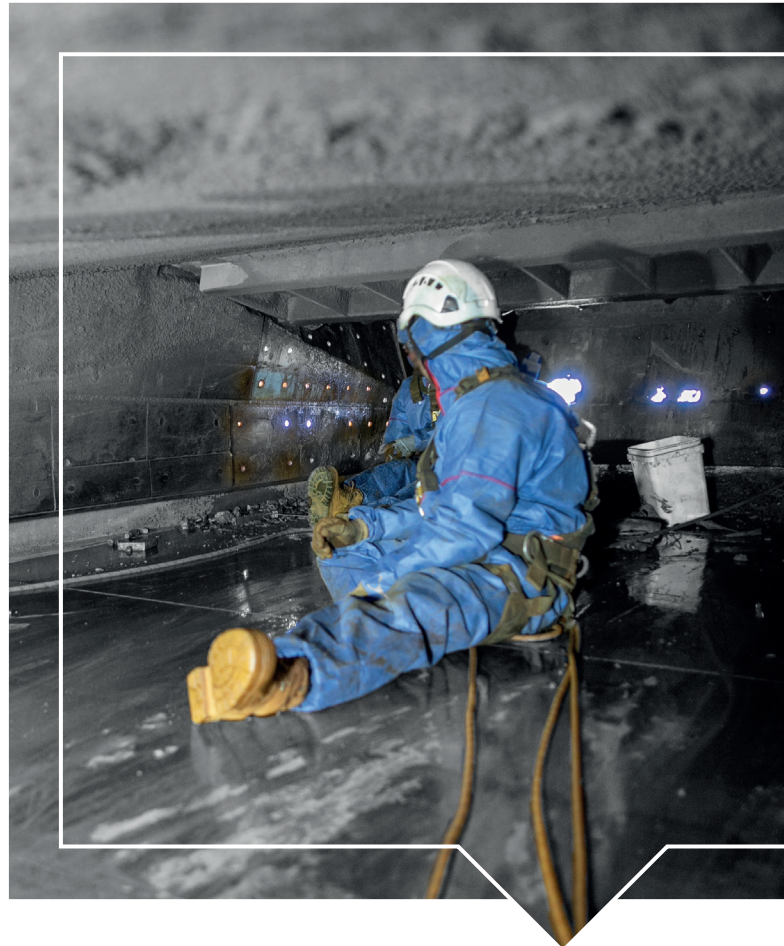
Stężenie	%	Objaw / wartość graniczna
400 ppm	0,04	Średni poziom w powietrzu zewnętrznym.
< 1 000 ppm	< 0,1	Typowy poziom spotykany w pomieszczeniach mieszkalnych z dobrą wymianą powietrza.
< 2 000 ppm	< 0,2	Poziom związany ze skargami na senność i złe powietrze.
< 5 000 ppm	< 0,5	Poziom związany z bólami głowy, sennością i stagnacją, stęchłym, dusznym powietrzem. Może również wystąpić słaba koncentracja, utrata uwagi, przyspieszone bicie serca i lekkie mdłości.
5 000 ppm	0,5	Jest to dopuszczalny limit narażenia OSHA (PEL) dla dziennego narażenia w miejscu pracy. Wskazuje on na nietypowe warunki powietrza, w którym mogą być obecne również wysokie poziomy innych gazów. Może dojść do toksyczności lub pozbawienia tlenu.
40 000 ppm	4,0	Ten poziom jest natychmiast szkodliwy z powodu braku tlenu.

Źródło: Wisconsin Department of Health Services

Food Safety and Inspection Service amerykańskiego Departamentu Rolnictwa wykracza nawet poza te stężenia, wymieniając objawy krótkotrwałego narażenia:

Stężenie	%	Objaw / wartość graniczna
5 000 ppm	0,5	Dopuszczalny poziom narażenia OSHA (PEL) i progowa wartość graniczna ACGIH (TLV) dla 8-godzinnego narażenia
10 000 ppm	1,0	Zazwyczaj brak efektów, możliwa senność
15 000 ppm	1,5	Łagodne pobudzenie układu oddechowego u niektórych osób
30 000 ppm	3,0	Umiarkowane pobudzenie układu oddechowego, zwiększone tętno i ciśnienie krwi, ACGIH TLV-krótkotrwałe
40 000 ppm	4,0	Bezpośrednio niebezpieczny dla życia lub zdrowia (IDLH)
50 000 ppm	5,0	Silne pobudzenie układu oddechowego, zawroty głowy, dezorientacja, ból głowy, brak tchu
80 000 ppm	8,0	Przycmiony wzrok, pocenie się, drżenie, utrata przytomności i możliwa śmierć

Źródło: Carbon Dioxide Health Hazard Information Sheet wg fsis.usda.gov



Stwierdza się w nim również: „Reakcja na wdychanie CO₂ jest bardzo różna nawet u zdrowych osób. Nasilenie objawów zależy od stężenia CO₂ i czasu narażenia. Ponieważ CO₂ jest bezwonny i nie powoduje podrażnień, uważa się, że ma słabe właściwości ostrzegawcze. Na szczęście stany wynikające z niskiego lub umiarkowanego narażenia są na ogół odwracalne, gdy dana osoba zostanie usunięta ze środowiska o wysokim stężeniu CO₂.”

Objawy te nie są wynikiem niedoboru tlenu, lecz bezpośrednim skutkiem stężenia CO₂. To prawda, że wiele gazów jest toksycznych przy znacznie niższych stężeniach, ale jeśli stężenie jest wystarczająco wysokie, to CO₂ również. Należy również pamiętać, że ludzie różnie reagują na te same stężenia gazu i mogą wcześniej odczuwać objawy lub doznawać uszkodzeń.

Związek między O₂ i CO₂

Nawet Departament Służby Zdrowia w Wisconsin nie rozróżnia jednoznacznie skutków działania dwutlenku węgla i braku tlenu: „40 000 ppm = ten poziom jest natychmiast szkodliwy z powodu braku tlenu”. Jednak korelacja nie jest całkiem taka prosta.

Dwutlenek węgla jest głównym produktem ubocznym rozkładu bakteryjnego. W wielu zamkniętych pomieszczeniach istnieje bezpośrednia zależność pomiędzy niskim stężeniem tlenu a podwyższonym stężeniem CO₂.

W przypadku przestrzeni zamkniętej, w której CO₂ powstaje jako produkt uboczny tlenowego rozkładu bakteryjnego, stężenie 19,5 % O₂ (próg stanu zagrożenia w przypadku niedoboru tlenu w większości krajów) wiązałoby się z równoważnym stężeniem co najmniej 1,4 % (= 14 000 ppm) CO₂. Jest to wartość znacznie wyższa niż ogólnie przyjęty limit narażenia w miejscu pracy dla CO₂ (5 000 ppm w przeliczeniu na 8-godzinny TWA).

Rzeczywiste stężenie CO₂ może być znacznie wyższe, jeżeli niedobór tlenu jest spowodowany raczej przemieszczeniem niż zużyciem tlenu w zamkniętej przestrzeni. Świeże powietrze zawiera jedynie 20,9 % objętości tlenu. Pozostała część składa się głównie z azotu, z niewielkim lub śladowym stężeniem wielu innych gazów, w tym argonu, pary wodnej i dwutlenku węgla.

Ponieważ tlen stanowi tylko około jednej piątej całkowitej objętości świeżego powietrza, każde 5 % gazu wypierającego, który jest wprowadzany do przestrzeni zamkniętej, zmniejsza stężenie tlenu tylko o 1 %. Jako przykład rozważmy niedobór tlenu spowodowany wprowadzeniem suchego lodu do zamkniętej przestrzeni. W tym przypadku odczyt 19,5 % O₂ nie będzie wskazywał na 1,4 % CO₂, ale na 5 x 1,4 % = 7,0 % (= 70 000 ppm) CO₂. Jest to stężenie, przy którym nawet krótkotrwałe narażenie może mieć poważne skutki dla zdrowia.

Wniosek jest taki, że jeśli poczekaś, aż włączy się alarm niedoboru tlenu, a niedobór ten jest spowodowany obecnością CO₂, znacznie przekroczysz dopuszczalną wartość toksycznego narażenia na długo przed opuszczeniem zagrożonego obszaru.

CO₂ jest gazem toksycznym

Dwutlenek węgla jest wymieniony jako toksyczne zanieczyszczenie ze ściśle określonymi limitami narażenia zawodowego w prawie każdym kraju. Najczęściej uznawane limity narażenia na CO₂ to 8-godzinna średnia ważona czasem (TWA) wynosząca 5 000 ppm oraz 15-minutowy limit krótkotrwałego narażenia (STEL) wynoszący 15 000 ppm lub 30 000 ppm. W poniższej tabeli podano kilka najczęściej cytowanych limitów narażenia w miejscu pracy:

Norma / Kraj	8-godzinny TWA	15-minutowy STEL
USA NIOSH REL	5 000 ppm	30 000 ppm
USA OSHA PEL	5 000 ppm	Brak w wykazie
ACGIH® TLV®	5 000 ppm	30 000 ppm
Polska	5 000 ppm	15 000 ppm

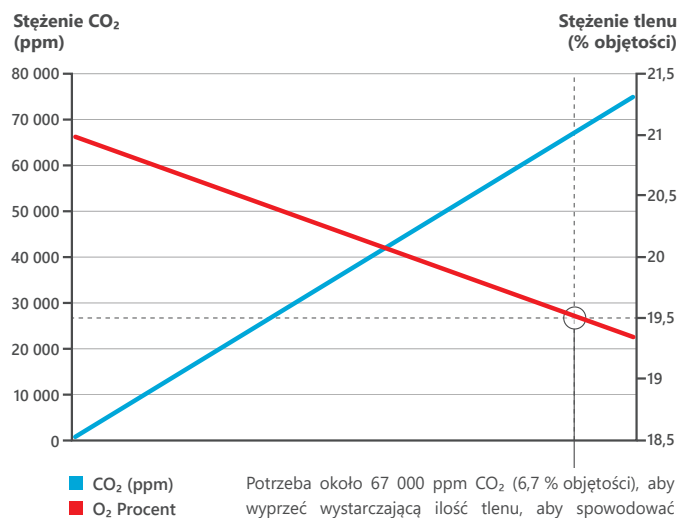
Dwutlenek węgla jest cięższy od powietrza, a jego gęstość jest 1,5 razy większa od gęstości świeżego powietrza. Kiedy dwutlenek węgla jest uwalniany do zamkniętej lub ograniczonej przestrzeni, ma tendencję do osadzania się na dnie przestrzeni, osiągając najwyższe stężenie w najniższych jej częściach. Z powodu tej tendencji do osadzania, w miarę jak CO₂ jest wytwarzany, może osiągać coraz wyższe stężenia w zlokalizowanych regionach przestrzeni (takich jak przestrzeń nad cieczą w kadziach fermentacyjnych).



CO₂ jest gazem toksycznym Według NIOSH stężenie 40 000 ppm lub wyższe należy uznać za bezpośrednio niebezpieczne dla życia i zdrowia. Narażenie na bardzo wysokie stężenia (np. narażenie na 6 % obj. CO₂ przez kilka minut lub 30 % obj. CO₂ przez 20-30 sekund) wiąże się z trwałym uszkodzeniem serca, o czym świadczą zmienione elektrokardiogramy.

Stężenia większe niż 10 % mogą spowodować utratę przytomności w ciągu 15 minut lub krócej.

Wpływ CO₂ wprowadzonego do przestrzeni zamkniętej na stężenie tlenu w tej przestrzeni



Potrzeba około 67 000 ppm CO₂ (6,7 % objętości), aby wyprzeć wystarczającą ilość tlenu, aby spowodować spadek stężenia poniżej 19,5 % progu alarmowego niedoboru tlenu.

Źródło: GfG

Monitoruj oba gazy

Jeżeli istnieje możliwość wystąpienia podwyższonych poziomów CO₂ lub ryzyko niedoboru tlenu, stacjonarne systemy detekcji gazów i przenośne detektory wielogazowe mogą zapewnić wystarczające ostrzeżenie. Jednak, jak pokazano, ważne jest, aby monitorować stężenie obu gazów oddzielnie i edukować pracowników na temat zagrożeń. Dwutlenek węgla może stać się niebezpieczny na długo przed tym, jak poziom tlenu spadnie do niebezpiecznego poziomu, a niskie stężenie tlenu może wystąpić z wielu różnych powodów.

GfG oferuje szeroką gamę mierników i przenośnych detektorów do monitorowania tych i wielu innych gazów. Skontaktuj się z nami, aby dowiedzieć się więcej o tym, jak możesz zwiększyć bezpieczeństwo i zdrowie pracowników lub odwiedź naszą stronę internetową GfGsafety.com.

GfG Polska Sp. z o.o.

Ul. Estetyczna 4/C9 | 43-105 Tychy | Poland

Phone: +48 22 796 25 51

Phone: +48 32 707 03 17

E-mail: biuro@gfg.pl

GfGsafety.com

smart
GasDetection
Technologies 