

prof. dr hab. Jerzy K. Piotrowski
prof. dr hab. Jadwiga Szymańska
Wydział Farmaceutyczny
Uniwersytet Medyczny
90-151 Łódź
ul. dr. J. Muszyńskiego 1

Propan

Dokumentacja proponowanych wartości dopuszczalnych wielkości narażenia zawodowego*

NDS: 1800 mg/m³
NDSCh: –

Data zatwierdzenia przez Zespół Ekspertów: 7.06.2000
Data zatwierdzenia przez Komisję ds. NDS i NDN: 26.03.2002

Słowa kluczowe: propan, NDS, normatywy higieniczne.

Key words: propane, MAC (TWA) value, OEL, occupational exposure limit.

Propan jest bezbarwnym gazem, skrajnie łatwo palnym, otrzymywanym z niżej wrzących frakcji ropy naftowej lub gazu naturalnego. Jest stosowany jako gaz palny, często w mieszaninach z butanem.

Propan jest przyczyną ostrych zatruć, które mogą być wynikiem awarii w miejscu pracy lub w warunkach domowych. Związek o dużych stężeniach ma mdły, duszący zapach i działa depresyjnie na OUN. Krótkotrwałe narażenie na propan o stężeniach poniżej 18 000 mg/m³ nie wywoływało żadnych skutków u ludzi, a narażenie na związek o stężeniu 180 000 mg/m³ powodowało u osób narażonych zawroty głowy. Oblanie skóry cieplem propanem powodowało uszkodzenie skóry, które mogło prowadzić do powstania martwicy.

Stwierdzono, na podstawie wyników badań nad toksycznością ostrą propanu, na który narażano świnki morskie, że dopiero związek o stężeniach 43 000 ÷ 52 000 mg/m³ powoduje wystąpienie nieregularnego oddechu – pierwszego skutku działania propanu, a działanie depresyjne na OUN stwierdzono po narażeniu na związek o stężeniu 90 000 mg/m³. U małą narażanych na propan o stężeniu 1350 mg/m³ w ciągu 90 dni nie stwierdzono żadnych zmian.

W dostępnym piśmiennictwie nie znaleziono danych na temat rakotwórczego działania propanu, a wyniki badania działania mutagennego testem Ames'a dały wynik negatywny.

* Wartość normatywna jest zgodna z rozporządzeniem ministra pracy i polityki społecznej z dnia 29 listopada 2002 r. DzU nr 217, poz. 1833.

W normie PN-Z-04252-1:1997 określono metodę oznaczania stężenia propanu w powietrzu na stanowiskach pracy.

Wchłanianie propanu odbywa się głównie w drogach oddechowych. Informacje o stężeniach tkankowych propanu u ludzi pochodzą z wyników badań pośmiertnych – największe stężenia stwierdzano w tkance tłuszczowej, mózgu, wątrobie, nerkach, płucach i we krwi. Propan może wydalać się z powietrzem wydechowym i z moczem. Propan jest związkiem, powodującym asfiksję (uduszenie), ponieważ wypiera tlen z powietrza, może także działać depresyjnie na OUN.

Istniejące wartości dopuszczalnych stężeń propanu w powietrzu zostały ustalone na podstawie wyników badań na zwierzętach (propan wykazuje słabe działanie biologiczne) i założeniu, że wartość NDS dla gazów nie powinna przekraczać 10% niższego poziomu wybuchowego (LEL). W Niemczech i USA (OSHA i NIOSH) obowiązująca wartość normatywna propanu wynosi 1800 mg/m³.

Autorzy niniejszej dokumentacji, korzystając również z powyższych przesłanek, proponują dla propanu przyjęcie wartości NDS równej 1800 mg/m³.

CHARAKTERYSTYKA SUBSTANCJI, ZASTOSOWANIE, NARAŻENIE ZAWODOWE

Ogólna charakterystyka substancji (ACGIH 1999; CHEMINFO 1999; HSDB 1999):

– wzór sumaryczny	C ₃ H ₈
– wzór strukturalny	CH ₃ – CH ₂ – CH ₃
– nazwa chemiczna	propan
– numer CAS	74 – 98 – 6
– numer rejestru RTEC	TX 2275000
– synonimy i nazwy handlowe:	dimetylometan, n-propan, diwodorek propylu, wodorek propylu, A-180, R-290-.

Właściwości fizykochemiczne (ACGIH 1999; CHEMINFO 1999; DzU 1997; HSDB 1999; Merck ... 1983):

– wygląd, zapach	gaz bez zapachu i koloru; w dużych stężeniach ma mdły zapach
– masa cząsteczkowa	44,09
– temperatura topnienia	-190 °C
– temperatura wrzenia	-42,1 °C
– temperatura samozapłonu	468 °C
– gęstość względna (woda = 1)	0,5 (w temp. 20 °C)
– prężność par	853 kPa (w temp. 21,1 °C)
– gęstość par (powietrze = 1)	1,55 (w temp. 20,0 °C)
– granica stężeń wybuchowych	2,2 ÷ 9,5% (obj. w powietrzu)
– współczynnik podziału oktanol/woda, log P	2,36
– próg zapachu	36 000 mg/m ³ (ACGIH 1999); 22 000 mg/m ³ (CHEMINFO 1999)
– rozpuszczalność w wodzie	62,4 ppm w temp. 25 °C
– rozpuszczalność w 100 obj. alkoholu etylowego	790 obj. (w temp. 16,6 °C, 754 mmHg)
– rozpuszczalność w 100 obj. eteru	926 obj. (w temp. 16,6 °C, 757 mmHg)
– rozpuszczalność w 100 obj. chloroformu	1299 obj. (w temp. 21,6 °C, 757 mmHg)

- rozpuszczalność w 100 obj. benzenu 1452 obj. (w temp. 21,5 °C, 757 mmHg)
- współczynnik przeliczeniowy
(w temp. 25 °C) $1 \text{ ppm} = 1,80 \text{ mg/m}^3$; $1 \text{ mg/m}^3 = 0,55 \text{ ppm}$.

Zgodnie z rozporządzeniem ministra zdrowia i opieki społecznej w sprawie substancji chemicznych, stwarzających zagrożenie dla zdrowia lub życia, substancja została oznakowana jako skrajnie łatwo palna (F+, R12). Oznakowanie to jest zgodne z postanowieniami zawartymi w dyrektywie 67/548/EEC wraz z poprawkami do 28 ATP włącznie**.

Otrzymywanie, zastosowanie, narażenie zawodowe

Propan jest otrzymywany z niżej wrzących frakcji ropy naftowej lub gazu naturalnego. Może być także otrzymywany na drodze syntezy, np.: z użyciem nitrylu kwasu masłowego i sodu.

Propan jest stosowany jako paliwo, często w mieszaninie z butanem. Używany jest także w syntezie i jako czynnik chłodzący (CHEMINFO 1999; HSDB 1999; IUCLID 1996).

DZIAŁANIE TOKSYCZNE NA LUDZI

Obserwacje kliniczne. Zatrucia ostre

Propan jest przyczyną ostrych zatruc, które mogą być wynikiem awarii w miejscu pracy lub w warunkach domowych (np. awarie kuchenek, źle funkcjonujące grile), a także wynikiem czynów samobójczych (Coleman 1996; Fukunaga i in. 1996; Hag i in. 1980; HSDB 1999; Tsoukali i in. 1998). Przyczyną śmierci mogą być również pożary i wybuchy propanu. W USA notowano około 3000 pożarów rocznie i w 7% przypadków były również ofiary śmiertelne (Smoot, Hickerson 1996). Propan o dużych stężeniach jest środkiem duszącym i działa depresyjnie na OUN.

Największe stężenia propanu oznaczane pośmiertnie w tkankach i krwi stwierdzono w mózgu, wątrobie, płucach, krwi i w nerkach (Haq i in. 1980; Fukunaga i in. 1996). Stężenia we krwi wahały się od 0,02 do 6,9 mg/100 g. Histopatologicznie stwierdzono krwotoki punkcikowate w spojówkach, nasierdziu, grasicy i w płucach. Niekiedy występował obrzęk płuc. Wyraźne przekrwienia stwierdzono w wątrobie, trzustce, mózgu i nerkach (Fukunaga i in. 1996).

Ośmiu ochotników narażano na propan o stężeniach: 450; 900 i 1800 mg/m³ przez 1; 2 i 10 min lub 1; 2 i 8 h. Nie stwierdzono u osób narażanych żadnych zmian (Stewart i in. 1978).

Narażenie na propan o stężeniu 18 000 mg propanu/m³ przez krótki czas również nie powodowało zmian, a dopiero propan o stężeniach 180 000 mg/m³ po kilku minutach wywoływał u osoby narażonej zawroty głowy (CHEMINFO 1999).

Oblanie skóry ciekłym propanem prowadzi do odmrożenia skóry, powstania rumienia, a następnie prowadzi do zakrzepicy naczyń i martwicy skóry (Matook i in. 1994; Van Gelder, Sheridan 1999; Santoni 1979), a w cięższych wypadkach powoduje martwice (James Moss 1989).

** Oznakowanie propanu wg rozporządzenia ministra zdrowia z dnia 2 września 2003 r. w sprawie wykazu substancji niebezpiecznych wraz z ich klasyfikacją i oznakowaniem: numer indeksowy – 601-003-00-5; F+ – produkt skrajnie łatwo palny; R12 – produkt skrajnie łatwo palny. DzU nr 199, poz. 1948.

Obserwacje kliniczne. Zatrucia przewlekłe

Stewart i in. (1978) przeprowadzili badania ośmiu ochotników w warunkach powtarzanego narażenia na propan. Stężenie propanu wynosiło 1800 mg/m^3 , a narażenie trwało 5 h dziennie, pięć dni w tygodniu, przez tydzień lub dwa tygodnie. Badania ochotników były przeprowadzone pod kątem zaburzeń ze strony układu oddechowego i rytmu serca. U żadnego z ochotników takich zaburzeń nie zaobserwowano (tab. 1).

Badano pięć kobiet zatrudnionych w pomieszczeniu, w którym z uszkodzonych przewodów ulatniał się propan. Kobiety uskarżały się na ból głowy, wymioty i drętwienie kończyn. W analizowanej pracy nie podano stężeń propanu i czasu narażenia (HSDB 1999).

Tabela 1.

Skutki działania toksycznego propanu na ludzi

Wielkość i czas narażenia	Skutki	Piśmiennictwo
450; 900 i 1800 mg/m^3 1; 2; 10 min; 1; 2 i 8 h	brak skutków	Stewart i in. 1978
$18\,000 \text{ mg/m}^3$ krótki czas	brak skutków	CHEMINFO 1999
$180\,000 \text{ mg/m}^3$ kilka minut	zawroty głowy	CHEMINFO 1999
$1\,800 \text{ mg/m}^3$ 5 h/5 dni w tygodniu, tydzień i 2 tygodnie	nie zanotowano zaburzeń ze strony układu oddechowego i zaburzeń rytmu serca	Stewart i in. 1978

Badania epidemiologiczne

W dostępnym piśmiennictwie nie znaleziono danych na ten temat.

DZIAŁANIE TOKSYCZNE NA ZWIERZĘTA

Toksyczność ostra

Przybliżone stężenie śmiertelne dla myszy oceniono na $65 \div 68\%$ propanu w powietrzu; $1\,170\,000 \div 1\,224\,000 \text{ mg/m}^3$ (Fukunaga i in. 1996). Wartość LC_{50} propanu została wyznaczona dla szczurów i wynosi ponad $1\,440\,000 \text{ mg/m}^3$ ($> 800\,000 \text{ ppm}$) przy 15-minutowej inhalacji. Interpretacja tych danych wymaga uwzględnienia zawartości tlenu w mieszaninie gazów: gdy stężenie propanu będzie wynosiło $1\,440\,000 \text{ mg/m}^3$, to stężenie tlenu w gazie będzie wyniosło około 5%. Wartość EC_{50} , gdzie za efekt działania propanu na szczura przyjęto depresję OUN, równa się $504\,000 \text{ mg/m}^3$ przez 10 min. Wartość EC_{50} dla arytmii adrenalinowej (krótkotrwały efekt wywołany podawaniem adrenaliny), (Chadera, Mrozikiewicz 1982) wyznaczono dla psów i wynosi ona $324\,000 \text{ mg/m}^3$ w czasie 5 min (IUCLID 1996).

Aviado i Smith (1975) przeprowadzali badania nad wpływem różnych paliw (w tym również propanu) na układ naczyniowo-sercowy i oddechowy u małp (*Macaca mulatta*). Badano zwierzęta narażane na propan o stężeniach 10- i 20-procentowych

(180 000 ÷ 360 000 mg/m³). Propan o mniejszym stężeniu powodował niewielkie zmiany w układzie naczyniowo-sercowym, które nasilały się, gdy stężenie propanu zwiększano, a dodatkowo obserwowano również zwężenie oskrzeli oraz depresję oddychania.

Badania nad toksycznością ostrą propanu przeprowadzono na świnkach morskich, które narażano drogą inhalacyjną przez: 5; 30; 60 i 120 min, a stężenia propanu wahały się od 2,4 ÷ 2,9% (43 000 ÷ 52 000 mg/m³) i 4,7 ÷ 5,5% (84 600 ÷ 94 000 mg/m³). U zwierząt narażanych na propan o mniejszych stężeniach obserwowano nieregularny oddech, a narażanych na propan o większych stężeniach – drżenia mięśniowe w ciągu pierwszych 5 min narażenia, a po dłuższym czasie (do 2 h) – stupor (osłupienie), ataksję (niezborność) i anestezję, a także odruchy wymiotne i wymioty. Po przerwaniu narażenia zmiany te ustępowały. Nie stwierdzano zmian w narządach wewnętrznych (ACGIH 1999). Autorzy pracy stwierdzili, na podstawie wyników eksperymentu przeprowadzonego na świnkach morskich, że działanie depresyjne na OUN propanu ujawniło się dopiero, gdy stężenia propanu osiągały około 5% (90 000 mg/m³), (HSDB 1999). Propan o stężeniu 3,3% (59 400 mg/m³) powodował u psów zmniejszenie kurczliwości mięśnia sercowego oraz redukcję pojemności minutowej i wyrzutowej serca (Cavender 1994).

Informacje o zależności efektów toksycznych obserwowanych w zatruciu ostrym zwierząt od wielkości stężenia propanu zamieszczono w tabeli 2.

Tabela 2.

Zależność efektu toksycznego u zwierząt od wielkości i czasu narażenia na propan

Gatunek zwierzęcia	Stężenie propanu i czas narażenia	Efekt	Piśmiennictwo
Szczur	1 440 000 mg/m ³ 15 min	wartość LC ₅₀ , zgon zgon zwierząt w czasie narażenia	IUCLID 1996
Szczur	504 000 mg/m ³ 10 min	wartość EC ₅₀ dla depresji OUN	IUCLID 1996
Pies	324 000 mg/m ³ 5 min	wartość EC ₅₀ dla arytmii adrenalinowej	IUCLID 1996
Małpa (<i>Macaca mulatta</i>)	360 000 mg/m ³ 180 000 mg/m ³ 5 min	propan o mniejszym stężeniu – niewielkie zmiany w układzie naczyniowo-sercowym; a o większym – nasilenie objawów, dodatkowo zwężenie oskrzeli i depresja oddychania	<i>Aviado, Smith</i> 1975 <i>Aviado</i> 1975
Świnka morska	84 600 ÷ 94 000 mg/m ³ 5; 30; 60 i 120 min 43 000 ÷ 52 000 mg/m ³ 5; 30; 60 i 120 min	drżenie mięśniowe, stupor, ataksja, anestezja, odruchy wymiotne, wymioty nieregularny oddech	ACGIH 1999 HSDB, 1999
Pies	59 400 mg/m ³	zmniejszenie kurczliwości mięśnia sercowego, redukcja pojemności minutowej i wyrzutowej serca	<i>Cavender</i> 1994

Toksyczność przewlekła

Informacje na temat toksyczności przewlekłej propanu pochodzą przede wszystkim z doświadczeń, w których zwierzęta były narażane łącznie na propan i inny węglowodór alifatyczny. W dostępnym piśmiennictwie znaleziono opis tylko jednego eksperymentu z narażeniem na sam propanu.

W eksperymencie 90-dniowym małpy były narażane na propan o stężeniu 1350 mg/m³. Nie stwierdzono żadnych zmian w zachowaniu zwierząt, obrazie krwi, układzie naczyniowo-sercowym i oddechowym (HSDB 1999).

DZIAŁANIE ODLEGŁE I RAKOTWÓRCZE, MUTAGENNE, EMBRIOTOKSYCZNE I TERATOGENNE

Działanie rakotwórcze

W dostępnym piśmiennictwie nie znaleziono danych na temat rakotwórczego działania propanu; nie został on zaliczony do czynników rakotwórczych w żadnym systemie klasyfikacyjnym (IARC, UE, EPA, ACGIH, DFG).

Działanie mutagenne

Działanie mutagenne propanu było badane testem Amesa z użyciem *Salmonella typhimurium* TA1535, TA 1537, TA1538, TA 98 i TA 100. Propan nie wykazał działania mutagennego (Kirwin, Thomas 1980; HSDB 1999).

Działanie embriotoksyczne i teratogenne

W dostępnym piśmiennictwie nie znaleziono danych na temat działania embriotoksycznego i teratogenne propanu.

Myszy narażano w 8. dniu ciąży przez godzinę na mieszaninę gazów o łącznym stężeniu 5 ÷ 8% (85% metanu i małe ilości etanu, propanu i butanu). U płodów stwierdzono uszkodzenia mózgu w postaci przepuklin mózgowych i wodogłowia (HSDB 1999).

TOKSYKOKINETYKA

Wchłanianie

Wchłanianie propanu zachodzi głównie w drogach oddechowych. W badaniach na ochotnikach narażanych na propan o stężeniach 450 ÷ 1 800 mg/m³ wykrywano propan w mierzalnych ilościach we krwi (Stewart i in. 1978). We krwi osób zmarłych na skutek zatrucia propanem stężenia wahają się od 0,02 do 6,9 mg/100 g (Fukunaga i in. 1996). Natomiast wchłanianie propanu przez skórę odbywa się w niewielkim stopniu (HSDB 1999).

Rozmieszczenie w organizmie

Informacje o stężeniach tkankowych propanu pochodzą z wyników badań pośmiertnych osób zatrutych propanem. Największe stężenia stwierdzono w tkance tłuszczowej, mózgu, wątrobie, nerkach, płucach i we krwi (*Fukunaga i in.* 1996). W tkance tłuszczowej dwojga małych dzieci (3 miesiące i 3 lata) stężenia propanu dochodziły do 127 mg/100 g, w mózgu do 12,8 mg/100 g, w wątrobie do około 10 mg/100 g i we krwi do około 7 mg/100 g tkanki.

U ludzi dorosłych w większości przypadków stężenia propanu w tkance tłuszczowej nie przekraczały 10 mg/100 g, a tylko w jednym osiągnęły wartość około 53 mg/100 g, w mózgu dochodziły do 5,5 mg/100 g, w wątrobie do 3,3 mg/100 g i we krwi nie przekraczały 4 mg/100 g.

Metabolizm i wydalanie

W dostępnym piśmiennictwie nie ma danych na temat metabolizmu propanu (HSDB 1999). W powietrzu wydechowym zarówno człowieka, jak i zwierząt laboratoryjnych wykrywany był propan, który powstaje w wyniku procesów metabolicznych, np. peroksydacji lipidów (*Frank i in.* 1980; *Preece i in.* 1988; *Pelli i in.* 1999).

W niektórych stanach chorobowych stężenia propanu w powietrzu wydechowym wzrastają. *Pelli i in.* (1999) oznaczali propan w powietrzu wydechowym osób chorych z zapaleniem okrężnicy i z przewlekłym zapaleniem ziarnicującym (choroba Crohna). W obydwu przypadkach stężenie propanu w powietrzu wydychanym było 2-krotnie większe (0,65 nmol/l) niż u osób w grupie kontrolnej (0,31 nmol/l).

Stwierdzono, na podstawie wyników badań osób zmarłych na skutek wdychania propanu, że jego stężenia w moczu wynosiły $0,05 \div 0,20$ mg /100 g, a we krwi wahały się od 1,25 do 3,67 mg/100 g (*Fukunaga i in.* 1999).

Stałą eliminacji i czas półtrwania propanu w powietrzu wydechowym obliczono na podstawie wyników doświadczenia, w którym szczury narażano na propan o stężeniach $1 \div 18\ 000$ g/m³: $t_{1/2} - 2,9$ h i $K_{elm.} - 0,24$ /h (*Frank i in.* 1980).

MECHANIZM DZIAŁANIA TOKSYCZNEGO

Propan według ACGIH (1999) jest związkiem, powodującym asfiksję (uduszenie), ponieważ wypiera tlen z mieszaniny gazów. *Fukunaga i in.* (1996) sugerują, że jeżeli tlen jest wypierany szybko, to w krwi osób zatrutych stężenia propanu są małe, a śmierć następuje na skutek anoksji. Natomiast działanie supresyjne propanu na OUN ujawnia się, gdy tlen jest wypierany z powietrza powoli. Towarzyszą temu większe stężenia propanu we krwi.

Przedmiotem rozważań jest pytanie: czy można wykazać toksyczne działanie propanu, jeżeli jednocześnie jest zachowany normalny poziom tlenu (18%). Z rozważań przeprowadzonych przez *Drummonda* (1993) wynika, że skutki działania propanu mogą występować bez zmniejszenia zawartości tlenu w powietrzu poniżej 18%.

DZIAŁANIE ŁĄCZNE

Informacje o łącznym działaniu propanu u ludzi dotyczą przede wszystkim mieszaniny propanu i butanu.

Ochotników (osiem osób) narażano na izobutan i propan o łącznym stężeniu $250 \div 1000$ ppm przez 1,5 i 10 min oraz 1; 2 i 8 h/dzień jednorazowo lub codziennie przez 2 tygodnie. Nie stwierdzono zmian w funkcjonowaniu układu sercowo-naczyniowego i oddechowego, a także w obrazie krwi (Stewart i in. 1977).

ZALEŻNOŚĆ EFEKTU TOKSYCZNEGO OD WIELKOŚCI NARAŻENIA

Informacje, dotyczące zależności efektu toksycznego od stężenia propanu w powietrzu, zamieszczono w rozdziałach: “Działanie toksyczne u ludzi”, “Działanie toksyczne na zwierzęta” oraz w tabelach 1 i 2.

NAJWYŻSZE DOPUSZCZALNE STĘŻENIE (NDS) W POWIETRZU ŚRODOWISKA PRACY ORAZ DOPUSZCZALNE STĘŻENIE W MATERIALE BIOLOGICZNYM (DSB)

Istniejąca wartość NDS

Normatywy higieniczne, dotyczące czystości powietrza w zakładach pracy, zamieszczone w tabeli 1. obowiązują w USA i Niemczech. Podstawą do ustalenia wartości dopuszczalnego stężenia w powietrzu było stwierdzenie, że propan wykazuje słabe działanie biologiczne (tab. 3) i zalecenie, aby wartość NDS gazów nie przekraczała 10% mniejszego stężenia wybuchowego (LEL), (Drummond 1993). Wartość LEL propanu wynosi $38\ 160\ \text{mg/m}^3$.

W Wielkiej Brytanii i Australii nie ustalono takich wartości. Propan jest tam uważany za związek o małej toksyczności, a zagrożenia, jakie wynikają z jego obecności w powietrzu zakładów pracy mogą być spowodowane wypieraniem tlenu z powietrza, jak również zdolnością tworzenia mieszanin wybuchowych (List of MAK 1996; ACGIH 1999).

Tabela 3.

Dopuszczalne wartości stężeń propanu w powietrzu środowiska pracy

Państwo/instytucja/organizacja	Rodzaj normatywu	Wartość	Piśmiennictwo
Niemcy	MAK wartość szczytowa, IV kat. ^a	$1800\ \text{mg/m}^3$ $3600\ \text{mg/m}^3$	List of MAK 1998
Austria, Dania, Szwajcaria	OEL	$1800\ \text{mg/m}^3$	RTECS 2001
USA: – ACGIH – OSHA	TLV PEL	$4508\ \text{mg/m}^3$ $1800\ \text{mg/m}^3$	ACGIH 1999 Guide ...1999 NIOSH 1997
– NIOSH	REL	$1800\ \text{mg/m}^3$	

^a IV kategoria oznacza, że najwyższe dopuszczalne stężenie chwilowe nie może przekraczać wartości MAK dłużej niż 60 min, maksymalnie 3 razy w ciągu zmiany roboczej.

W Unii Europejskiej nie ustalono wartości normatywów higienicznych dla alkoholu diacetonowego.

Podstawy proponowanej wartości NDS

Na podstawie materiału, dotyczącego zależności efektów toksycznych od czasu narażenia i stężeń propanu w powietrzu (tab. 2), nie można ustalić wartości NDS uzasadnionej kryteriami biologicznymi. Niemniej jednak ustalona wartość NDS musiałaby spełnić następujące warunki:

- nie powinna odbiegać w sposób znaczący od stężenia propanu badanego na małpach w 90-dniowym eksperymencie (HSDB 1999), przy którym to stężeniu uzyskano efekty negatywne, tj. 1350 mg/m³

- musiałaby być co najmniej o rząd wielkości mniejsza niż najmniejsze stężenie, wywołujące u psów zaburzenia w układzie krążenia (Cavender 1994):

$$59\,400\text{ mg/m}^3 : 10 = 5940\text{ mg/m}^3$$

- musiałaby być co najmniej 10-krotnie mniejsza niż wartość dolnego stężenia wybuchowego (tj. $\leq 3800\text{ mg/m}^3$).

Warunki te są spełnione przez wartości NDS ustalone w Niemczech (1800 mg/m³) oraz w USA przez OSHA i NIOSH (tab. 3). Autorzy dokumentacji proponują, po uwzględnieniu wartości normatywów w innych państwach, przyjęcie stężenia 1800 mg/m³ za wartość NDS (tj. 5% LEL).

POTRZEBY BADAWCZE

Nie stwierdzono potrzeb badawczych.

ZAKRES BADAŃ WSTĘPNYCH I OKRESOWYCH, NARZĄDY (UKŁADY) KRYTYCZNE, PRZECIWWSKAZANIA LEKARSKIE DO ZATRUDNIENIA

lek. BOŻENA NOWAKOWSKA
specjalista medycyny pracy
Instytut Medycyny Pracy
im. prof. dr. med. J. Nofera
90-950 Łódź
ul. św. Teresy 8

Zakres badania wstępnego

Ogólne badanie lekarskie ze zwróceniem uwagi na ośrodkowy układ oddechowy.

Zakres badań okresowych

Ogólne badanie lekarskie ze zwróceniem uwagi na ośrodkowy układ oddechowy.

Częstotliwość badań okresowych: co 3 ÷ 4 lata.

Zakres ostatniego badania okresowego przed zakończeniem aktywności zawodowej

Ogólne badanie lekarskie ze zwróceniem uwagi na ośrodkowy układ oddechowy.

U w a g a

Lekarz, przeprowadzający badania profilaktyczne, może poszerzyć jego zakres o dodatkowe specjalistyczne badania lekarskie oraz badania pomocnicze, a także wyznaczyć krótszy termin następnego badania, jeżeli stwierdzi, że jest to niezbędne do prawidłowej oceny stanu zdrowia pracownika czy osoby przyjmowanej do pracy.

Narządy (układy) krytyczne

Ośrodkowy układ oddechowy.

Przeciwwskazania lekarskie do zatrudnienia

Choroby ośrodkowego układu oddechowego.

U w a g a

Wymienione przeciwwskazania dotyczą kandydatów do pracy. O przeciwwskazaniach w przebiegu trwania zatrudnienia powinien decydować lekarz, sprawujący opiekę profilaktyczną, biorąc pod uwagę wielkość i okres narażenia zawodowego oraz ocenę stopnia zaawansowania i dynamikę zmian chorobowych.

PIŚMIENNICTWO

ACGIH Documentation of the Threshold Limit Values. Propane. Ed. 6. Supp. Cincinnati, Ohio 1999.

Aviado D.M. (1975) Toxicity of aerosol propellants in the respiratory and circulatory systems. X Proposed classification. *Toxicology* 3, 321-332.

Aviado D.M., Smith D.G. (1975) Toxicity of aerosol propellants in the respiratory and circulatory systems. VIII Respiration and circulation in primates. *Toxicology* 3, 241-252.

Cavender F. (1974) Aliphatic hydrocarbons. W: *Patty's Industrial hygiene and toxicology*. 4 ed. Vol. II., part B. Toxicology. Red. G.D. Clayton, F.E. Clayton. Wiley, 1221-1229.

CHEMINFO (1999) Canadian Centre for Occupational Health and Safety [Baza komputerowa].

Chodera A., Mrozikiewicz A. (1982) Wpływ leków na krążenie. W: *Farmakometria: doświadczalne metody badania leków*. Red.: S. Rump i Z. Kleinrok. Warszawa, PZWL 241-258.

Coleman T.H. (1996) Injuries from propane gas grills. *JAMA* 275.

Drummond I. (1993) Light hydrocarbon gases: a narcotic, asphyxiant, or flammable hazard. *Appl. Occup. Environ. Hyg.* 8, 120-125.

Frank H. i in. (1980) Monitoring lipid peroxidation by breath analysis: endogenous hydrocarbons and their metabolic elimination. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 56, 337-344.

Fukunaga T. i in. (1996) Liquefied petroleum gas (LPG) poisoning: report of two cases and review of the literature. *Forensic Sc. Intern.* 82, 193-200.

Guide to occupational exposure values (1999). Compiled by the American Conference of Governmental Industrial Hygienists.

Haq M.Z., Hameli A.Z. (1980) A death involving asphyxiation from propane inhalation. *J. Forensic Sc.* 25, 25-28.

Hoffman D.J. (1990) Embryotoxicity and teratogenicity of environmental contaminants to bird eggs. *Rev. Environ. Contam. Toxicol.* 115, 39-89.

HSDB, Hazardous Substances Data Bank (1999) National Library of Medicine. Bethesda, Maryland, USA.

IUCLID (1996) Data Sheet: Propan.

James N.K., Moss A.L.H. (1989) Cold injury from liquid propane. *BMJ* 299, 950-951.

Kirwin C.J., Thomas W.C. (1980) In vitro microbiological mutagenicity studies of hydrocarbon propellants. *J. Soc. Cosmet. Chem.* 31, 367-370.

List of MAK and BAT Values (1998) Deutsche Forschungsgemeinschaft. Raport No 34.

Matook G.M., Sassen H., Akelman E. (1994) Propane thermal injuries, case report and review of the literature. *J. Trauma* 37, 318-321.

Merck Index. (1983) 10th ed. 1124.

NIOSH pocket guide to chemical hazards (1997) Washington, US Department of Health and Human Services.

Pelli M.A. i in. (1999) Breath alkanes determination in ulcerative colitis and Crohn's disease. *Dis. Colon. Rectum* 42, 71-76.

Preece N.E. in. (1988) The induction of autoxidative tissue damage by iron nitrilotriacetate in rats and mice. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 93, 89-100.

Rozporządzenie ministra zdrowia i opieki społecznej w sprawie substancji chemicznych stanowiących zagrożenie dla zdrowia lub życia z dnia 10 września 1997 r. DzU nr 105, poz. 671.

Santoni R. (1979) Erfrierung beider Hände durch Flüssigges. *Unfallheilkunde (Traumatology)* 82, 387-388.

Smoot III E.C., Hickerson W.L. (1996) Propane gas dangers and strategies for prevention of injuries. *J. Burn Care Rehab.* 17, 273-279.

Stewart R.D. i in. (1977) Acute and repetitive human exposure to isobutane. *Scand. J. Work. Environm.* 3, 234-243.

Stewart R.D. i in. (1978) Physiological response to aerosol propellants. *Environ. Hlth. Persp.* 26, 275-285.

Tsoukali H., Dimitrion A., Vassiliades N. (1998) Death during deliberate propane inhalation. *Forensic Sc. Intern.* 93, 1-4.

Van Gelder C.M., Sheridan R.L. (1999) Freezing soft tissue injury from propane gas. *J. Trauma* 46, 355-356.

Propane

A b s t r a c t

Propane is a colourless, extremely flammable gas obtained from lower boiling-point fractions of crude oil, or natural gas. It is used as fuel gas, often in combination with butane. At high concentrations, propane has a vapid smell.

Propane may cause acute poisoning as a result of emergencies in the workplace or at home. At high concentrations, it is asphyxiating and depressive to the central nervous system (CNS).

Short-lasting exposure to propane at concentrations below $18\,000\text{ mg/m}^3$ do not cause any effects in humans, while in people exposed to concentrations as high as $180\,000\text{ mg/m}^3$ it may produce vertigo. Liquid propane splashed on the skin causes skin lesion which may lead to dermal necrosis. Acute toxicity tests on guinea pigs have shown that exposures to propane at $43\,000 \div 52\,000\text{ mg/m}^3$ result in irregular breathing, which is the first symptom of propane poisoning, while the CNS depressing effect in exposed animals is observed at $90\,000\text{ mg/m}^3$. No changes were noted in monkeys exposed for 90 days to propane at 1350 mg/m^3 .

No data could be located in the available literature concerning the carcinogenic activity of propane, and the results of the Ames test were negative.

Propane is absorbed primarily through the respiratory tract. Information on propane concentrations in human tissues comes from post-mortem examinations. Highest propane concentrations have been detected in adipose tissue, brain, liver, kidneys, lungs, and blood. Propane is removed from the system in exhaled air and urine.

Propane is a chemical causing asphyxia, because it expels oxygen from the air; it may also show a depressive Current admissible values of propane concentrations in the ambient air are based on the results of animal tests (propane shows a weak biological activity), while assuming that MAC (TWA) values for gases should not exceed 10% of the lower explosion level (LEL). In Germany and the USA, the admissible level for propane is 1800 mg/m^3 . Considering also the data quoted above, the authors of this report suggest for propane a MAC (TWA) value of 1800 mg/m^3 .