

prof. dr hab. ANDRZEJ STAREK
Collegium Medicum
Uniwersytetu Jagiellońskiego
30-688 Kraków
ul. Medyczna 9

Pentan i jego izomery

Dokumentacja proponowanych wartości dopuszczalnych wielkości narażenia zawodowego*

n-Pentan

NDS: 3000 mg/m³

NDSch: –

NDSP: –

Izopentan

NDS: 3000 mg/m³

NDSch: –

NDSP: –

Neopentan

NDS: 3000 mg/m³

NDSch: –

NDSP: –

Data zatwierdzenia przez Zespół Ekspertów: 14.10.1998

Data zatwierdzenia przez Komisję ds. NDS i NDN: 15.12.1998

Słowa kluczowe: pentan, izopentan, neopentan, działanie drażniące, działanie narkotyczne, NDS.

Key words: pentane, isopentane, neopentane, irritative effect, narcotic effect, MAC.

Pentan (PI) i jego izomery (izopentan i neopentan) są bezbarwnymi, lotnymi, łatwo palnymi cieczami, pochodnymi ropy naftowej. Stosowane są jako: czynniki spieniające do mas plastycznych, gazy pędne w kosmetykach aerozolowych, rozpuszczalniki w procesach ekstrakcji oraz surowce do syntezy organicznej.

Narażenie na pentan i jego izomery może występować w przemyśle petrochemicznym i motoryzacyjnym, tworzyw sztucznych, kosmetycznym i chemicznym. Wielkość narażenia na te substancje, oceniana podczas pomiaru narażenia na pary benzyny, nie przekraczała wartości dopuszczalnej.

W dostępnym piśmiennictwie nie ma danych na temat ostrych i przewlekłych zatruc PI u ludzi. Dane z doświadczeń przeprowadzonych na zwierzętach wskazują, że związki te są praktycznie nieszkodliwe. W warunkach narażenia jednorazowego wykazują działanie narkotyczne i drażniące przy stężeniach kilkuset tysięcy miligramów na metr sześcienny. W warunkach narażenia powtarzanego na pojedyncze pentany lub ich kombinacje również z alkanami C₄ nie obserwowano układowego działania toksycznego, w tym także działania nefrotok-

* Wartości NDS pentanu i jego izomerów zostały przedłożone ministrowi gospodarki i pracy w celu wprowadzenia zmian do wykazu wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy w rozporządzeniu ministra pracy i polityki społecznej z dnia 29 listopada 2002 r. DzU nr 217, poz. 1833.

Metodę oznaczania stężenia pentanu w powietrzu na stanowiskach pracy podano w normie PN-84/Z-04135/02, a także opublikowano w „Podstawach i Metodach Oceny Środowiska Pracy” 2000, nr 3(25).

sycznego. Nie wykazano mutagennego działania tych substancji w teście bakteryjnym. Ze względu na stosunkowo niski próg stężeń wybuchowych (około 41 000 mg/m³) nie przeprowadzono badań nad rakotwórczym działaniem i toksycznością rozrodu PI, wymagających wyższych poziomów narażenia.

Proponuje się przyjęcie wartości najwyższego dopuszczalnego stężenia (NDS) dla pentanu, izopentanu i neopentanu na poziomie 3000 mg/m³. Wartość ta będzie chroniła pracowników przed drażniącym i narkotycznym działaniem związków.

Obecnie nie ma merytorycznych podstaw do zaproponowania wartości najwyższego dopuszczalnego stężenia chwilowego (NDSCh) i wartości dopuszczalnego stężenia biologicznego (DSB) dla pentanu, izopentanu i neopentanu.

CHARAKTERYSTYKA SUBSTANCJI, ZASTOSOWANIE, NARAŻENIE ZAWODOWE

Ogólna charakterystyka substancji

Ogólną charakterystykę pentanów przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1.

Charakterystyka n-pentanu, izopentanu i neopentanu (ACGIH 2002):

Charakterystyka substancji	<i>n</i> -Pentan	Izopentan	Neopentan
Wzór sumaryczny	C ₅ H ₁₂	C ₅ H ₁₂	C ₅ H ₁₂
Wzór strukturalny	H ₃ C-(CH ₂) ₃ -CH ₃	(H ₃ C) ₂ CH-CH ₂ -CH ₃	C(CH ₃) ₄
Nazwa chemiczna	n-pentan	izopentan	neopentan
Nazwa w rejestrze CAS	n-pentane	isopentane	neopentane
Numer w rejestrze CAS	109-66-0	78-78-4	463-82-1
Synonimy	woderek amylu	2-metylobutan, etylodimetylometan	2,2-dimetylopropan, tert-pentan, tetrametylometan

Oznakowanie pentanu i jego izomerów jest zgodne z załącznikiem do rozporządzenia ministra zdrowia z dnia 2 września 2003 r. w sprawie wykazu substancji niebezpiecznych wraz z ich klasyfikacją i oznakowaniem (DzU nr 199, poz. 1948).

Pentany są klasyfikowane jako substancja skrajnie łatwo palne (F+, R12), szkodliwe (Xn), niebezpieczne dla środowiska (N), mogące powodować uszkodzenie płuc w przypadku połknięcia (R65); podczas powtarzającego się narażenia mogą powodować wysuszenie lub pęknięcie skóry (R66); pary tych związków mogą wywołać uczucie senności i zawroty głowy (R67); działają toksycznie na organizmy wodne; mogą powodować długo utrzymujące się niekorzystne zmiany w środowisku wodnym (51/53).

Właściwości fizykochemiczne (*Sandmeyer* 1981; *Galvin, Marashi* 1999; ACGIH 2002)

Właściwości fizykochemiczne pentanów przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2.**Właściwości fizykochemiczne *n*-pentanu, izopentanu i 2 neopentanu**

Właściwości	<i>n</i> -Pentan	Izopentan	Neopentan
Postać	bezbarwna ciecz o zapachu benzyny	bezbarwna ciecz o zapachu benzyny	bezbarwna ciecz o zapachu benzyny
Próg zapachu	1200 mg/m ³	1200 mg/m ³	1200 mg/m ³
Masa cząsteczkowa	72,15	72,15	72,15
Temperatura topnienia	-129,7 °C	-159,9 °C	-16,6 °C
Temperatura wrzenia	36,1 °C	27,8 °C	9,5 °C
Gęstość (20/4°C)	0,6262	0,6197	0,5910
Gęstość par (powietrze = 1)	2,49	2,50	2,48
Prężność par	533,2 hPa (w temp. 18,5 °C)	595,0 hPa (w temp. 21,1 °C)	1466,2 hPa (w temp. 21,8 °C)
Temperatura zapłonu (tygiel zamknięty)	-49 °C	-51 °C	-6,67 °C
Granice stężeń wybuchowych	1,42 ÷ 7,80% obj.	1,32 ÷ 8,30% obj.	1,40 ÷ 8,30% obj.
Rozpuszczalność	słabo rozpuszczalny w wodzie; dobrze rozpuszczalny w alkoholu i eterze	nierozpuszczalny w wodzie; dobrze rozpuszczalny w alkoholu i eterze	nierozpuszczalny w wodzie; rozpuszczalny w alkoholu i eterze
Współczynniki przeliczeniowe	1 ppm ≈ 2,95 mg/m ³ ; 1 mg/m ³ ≈ 0,34 ppm	1 ppm ≈ 2,95 mg/m ³ ; 1 mg/m ³ ≈ 0,34 ppm	1 ppm ≈ 2,95 mg/m ³ ; 1 mg/m ³ ≈ 0,34 ppm

Występowanie, otrzymywanie, zastosowanie, narażenie zawodowe

Pentan i jego izomery są naturalnymi składnikami ropy naftowej i produktów jej destylacji wrzących w niskiej temperaturze. W benzynach stężenie tych substancji sięga 29,7 ÷ 36,6% wag. (Halder i in. 1986). Substancje te występują także w gazie ziemnym. PI otrzymuje się z surowców naturalnych, a także na drodze syntetycznej z alkanów, m.in. w procesie izomeryzacji.

PI są stosowane jako czynniki spieniające do takich mas plastycznych jak polistyren, jako gazy pędne (propelenty) w kosmetykach aerozolowych, jako rozpuszczalniki w procesach ekstrakcji oraz surowce do produkcji innych związków, w tym amylnaftalenu i izoprenu. Ponadto pentan jest stosowany do produkcji lodu i termometrów do niskich temperatur (Sandmeyer 1981; ACGIH 2002).

Narażenie na PI może występować w przemyśle petrochemicznym, motoryzacyjnym, przy przetwórstwie tworzyw sztucznych oraz w przemyśle chemicznym i kosmetycznym.

Ocena narażenia na pary benzyny na różnych stanowiskach pracy, m.in. w samochodach, stacjach obsługi pojazdów mechanicznych i na tankowcach, wykazała, że stężenia węglowodorów C₄/C₅ (n-butanu, izobutanu, n-pentanu i izopentanu) stanowiły 67 ÷ 74% całkowitej masy par benzyny (Halder i in. 1986).

DZIAŁANIE TOKSYCZNE NA LUDZI

Obserwacje kliniczne. Zatrucia ostre

W dostępnym piśmiennictwie nie ma danych na temat ostrego zatrucia pentanem i jego izomerami u ludzi. Uważa się, że wypicie tych substancji może wywołać nudności, wymioty, bóle brzucha i biegunkę. PI stwarzają ryzyko aspiracji do dróg oddechowych podczas połykania z powodu niskiego napięcia powierzchniowego i małej lepkości. Ryzyko to jest jednak mniejsze niż w przypadku alkanów C₈ – C₁₀ (Gerarde 1963). PI po aspiracji do dróg oddechowych mogą spowodować skurcz oskrzeli, obrzęk i krwotoczne zapalenie płuc, zamartwicę, a nawet śmierć wskutek zaburzeń oddechowych (Galvin, Marashi 1999).

Na podstawie wyników badań przeprowadzonych na ochotnikach, narażonych na pentan o stężeniu 1470 mg/m³ przez 10 min, można z dużym prawdopodobieństwem wykluczyć drażniące działanie na błony śluzowe oraz inne skutki szkodliwe PI o takim stężeniu (Patty, Yant 1929).

Obserwacje kliniczne. Zatrucia przewlekłe

W dostępnym piśmiennictwie nie ma danych dotyczących przewlekłego zatrucia pentanem i jego izomerami u ludzi.

Badania epidemiologiczne

W dostępnym piśmiennictwie nie ma danych na temat skutków zdrowotnych narażenia na PI ocenianych metodami epidemiologicznymi.

DZIAŁANIE TOKSYCZNE NA ZWIERZĘTA

Toksyczność ostra

Skutki ostrego działania toksycznego pentanu i jego izomerów u myszy i szczurów podano w tabeli 3.

Tabela 3.

Ostre działanie toksyczne pentanu i jego izomerów u zwierząt laboratoryjnych

Gatunek	Stężenie, mg/m ³	Czas narażenia	Skutki narażenia	Piśmiennictwo
Myszy	1 000 000	1 h	LC ₅₀	<i>Cavender 1994</i>
Myszy	265 000	11,6 min	płytko narkoza	<i>Stoughton, Lamson 1936</i>
	323 000	3,9 min	płytko narkoza	
		10,0 min	głęboka narkoza	
		2 h	żadne zwierzę nie padło	
	353 000		płytko narkoza	
		2,2 min	utrata postawy	

cd. tab. 3.

Gatunek	Stężenie, mg/m ³	Czas narażenia	Skutki narażenia	Piśmiennictwo
Myszy	382 000	5 min	śmierć 20% myszy	
		2 h	LC ₅₀	
	412 000	2 h		
Myszy	1 183 000	2 razy 1 min z przerwą 10 min i 5 min	brak podrażnienia dróg oddechowych	Phillips 1982
Szczury Chareles River	1 282 000	4 h	LC ₅₀	Phillips 1982
Szczury Sprague-Dawley	12 000	4 h	nie padło żadne zwierze; brak objawów zatrucia; brak zmian masy ciała oraz makroskopowych zmian patologicznych	Phillips 1982

PI w warunkach jednorazowego narażenia drogą oddechową są praktycznie nietoksyczne. Medialne stężenia śmiertelne (LC₅₀) tych substancji u myszy wynoszą 1 000 000 i 412 000 mg/m³, odpowiednio dla 1 i 2 h czasu narażenia (*Stoughton, Lamson 1936; Cavender 1994*). U szczurów w warunkach 4-godzinnego narażenia wartość LC₅₀ tych substancji oszacowano na poziomie 1 282 000 mg/m³ (*Phillips 1982*).

Ostre działanie toksyczne PI manifestuje się depresją ośrodkowego układu nerwowego (OUN) prowadzącą do narkozy, a następnie padnięcia zwierząt w wyniku porażenia czynności układu oddechowego. Może również dochodzić do podrażnienia dróg oddechowych, co obserwowano u myszy po narażeniu na PI o stężeniach 94 000 i 189 000 mg/m³ (*Swann i in. 1974*).

U myszy obserwowano płytką narkozę po narażeniu na PI o stężeniach wynoszących 265 000 i 323 000 mg/m³, odpowiednio po upływie 11,6 i 3,9 min po rozpoczęciu narażenia. Głęboką narkozę, a następnie padnięcie myszy (20%) obserwowano po narażeniu PI o stężeniu wynoszącym 382 000 mg/m³, po upływie odpowiednio 5 min i 2 h narażenia (*Stoughton, Lamson 1936*).

U myszy narażonych na PI o stężeniu poniżej 47 000 mg/m³ przez 5 min (*Swann i in. 1974*) oraz u szczurów narażonych na te substancje o stężeniu 12 000 mg/m³ przez 4 h nie obserwowano żadnych objawów toksycznego działania. Substancje te w zakresie stężeń 842 000 ÷ 1 842 000 mg/m³ i podczas 10 min narażenia wywołały narkozę oraz padnięcie części szczurów (*Phillips 1982*). Narkoza po 2 min cofnęła się po przerwaniu narażenia (*Phillips 1982*).

Krantz i in. (1948) oceniali wpływ izopentanu i innych węglowodorów na adrenalino-wą arytmie serca u psów. Przed dożylnym podaniem adrenaliny (0,01 mg/kg) psy narażano na izopentan o stężeniu 294 000 lub 735 000 mg/m³ przez 10 min celem wywołania narkozy. U wszystkich zwierząt (3/3) izopentan słabo uczał mięsień serca na arytmio-genne działanie adrenaliny. W przeciwieństwie do izobutanu i cyklopropanu, izopentan nie prowadził do migotania komór serca.

U myszy narażonych (tylko głowa) na izopentan o stężeniu 1 183 000 mg/m³ dwukrotnie po 1 min z przerwami (10 i 5 min), gdy zwierzęta oddychały świeżym powietrzem, nie obserwowano podrażnienia dróg oddechowych (*Phillips 1982*).

Powszechnie uważa się, że pentan jest bardziej toksyczny od jego izomerów (*Gerarde 1963; Swann i in. 1974; Galvin, Marashi 1999*).

Toksyczność przewlekła

Istnieje tylko jedno badanie, w którym szczurom F344 (samcom) podawano izopentan dożyłkowo w dawkach 500 lub 2000 mg/kg jeden raz dziennie, 5 razy w tygodniu i przez 28 dni. W badaniu tym nie stwierdzono nefrotoksycznego działania izopentanu wyrażonego kumulacją alfa-2-mikroglobuliny w kanalikach nerkowych. Większa dawka tej substancji (2000 mg/kg) spowodowała padnięcie 90% szczurów. Nie obserwowano innych zmian patologicznych u badanych zwierząt (*Halder i in. 1985*).

Bezpośredni, powtarzany kontakt skóry z PI może prowadzić do podrażnienia, wysuszenia i pęknięcia naskórka (*Galvin, Marashi 1999*).

ODLEGŁE EFEKTY TOKSYCZNE

Działanie mutagenne

Izopentan nie wywoływał mutacji punktowych u bakterii w teście Amesa z udziałem lub bez udziału aktywacji metabolicznej (*Kirwin i in. 1980*).

Działanie rakotwórcze

Dotychczas nie przeprowadzono badań nad rakotwórczym działaniem pentanu i jego izomerów.

Działanie embriotoksyczne, fetotoksyczne, teratogenne oraz wpływ na rozrodczość

W dostępnym piśmiennictwie nie ma informacji na temat embriotoksycznego, fetotoksycznego i teratogennego działania pentanu i jego izomerów oraz wpływu tych substancji na rozrodczość.

TOKSYKOKINETYKA

Wchłanianie

Wchłanianie pentanu i jego izomerów przez drogi oddechowe oceniano u szczurów F344 (samców) narażonych na pary tych substancji o różnych stężeniach 2950 ÷ 14 750 mg/m³ przez 80 lub 100 min. Wchłanianie to wynosiło 8,6% stężenia izopentanu w powietrzu wdychanym. Izopentan jako lotny alkan o łańcuchu rozgałęzionym ulegał wchłanianiu z mniejszą wydajnością, w porównaniu z mniej lotnym n-pentanem o łańcuchu nie rozgałęzionym (*API 1987*).

Rozmieszczenie w organizmie

W dostępnym piśmiennictwie nie ma danych na temat rozmieszczenia pentanu i jego izomerów w organizmie.

Metabolizm

Frommer i in. (1970) wykazali w badaniach in vitro, że pentan i jego izomery ulegają enzymatycznej hydroksylacji w obecności mikrosomów z wątroby szczura, myszy, królika lub świnki morskiej. Produktami tej reakcji w przypadku izopentanu są: 2-metylo-2-butanol jako główny metabolit oraz 3-metylo-2-butanol, 2-metylo-1-butanol i 3-metylo-1-butanol jako dodatkowe metabolity.

Dotychczas nie opisano metabolizmu tej substancji w warunkach in vivo.

Wydalenie

W dostępnym piśmiennictwie nie ma informacji dotyczących wydalania pentanu i jego izomerów oraz ich metabolitów z organizmu.

MECHANIZM DZIAŁANIA TOKSYCZNEGO

Mechanizm toksycznego działania pentanu i jego izomerów jest podobny do innych substancji o działaniu narkotycznym drogą wziewną. Polega on na stopniowym, odwracalnym porażeniu poszczególnych pięter ośrodkowego układu nerwowego, począwszy od kory mózgowej, a kończąc na życiowo ważnych ośrodkach rdzenia przedłużonego. Mechanizm ten jest określany mianem działania pozareceptorowego lub działania fizycznego zgodnie z prawem Meyera i Overtona.

DZIAŁANIE ŁĄCZNE

W dostępnym piśmiennictwie znaleziono informacje o dwóch badaniach doświadczalnych nad łącznym działaniem toksycznym pentanu i jego izomerów z innymi alkanami i izoalkanami (tab. 4).

Tabela 4.

Toksyczne działanie pentanu i jego izomerów oraz jego mieszanin z innymi alkanami u szczurów w warunkach powtarzanego narażenia

Szczep	Dawka/stężenie	Czas narażenia	Skutki narażenia	Piśmiennictwo
Szczury F344, samce	500 lub 2000 mg/kg p.o.	raz dziennie, 5 dni/tydz. przez 4 tyg.	brak działania nefrotoksycznego po obu dawkach; padło 90% szczurów po dawce 2000 mg/kg	<i>Halder</i> i in. 1985
Szczury Sprague-Dawley	do 13 000 mg/m ³ (a)	6 h/dzień, 5 dni/tydz., 3 tyg.	brak klinicznych objawów zatrucia; brak zmian w nerkach; brak zmian hematologicznych i biochemicznych we krwi	<i>Halder</i> i in. 1986

cd. tab. 4.

Szczep	Dawka/stężenie	Czas narażenia	Skutki narażenia	Piśmiennictwo
Szczury F344	2 900 lub 13 000 mg/m ³ (b)	6 h/dzień, 5 dni/tydz., 13 tyg.	brak istotnych zmian patologicznych związanych z narażeniem	<i>Aranyi</i> i in. 1986

(a) – mieszanina równowagowa (po 25% wag.) n-butanu, izobutanu, n-pentanu i izopenanu;

(b) – mieszanina złożona z 50% izopentanu i 50% izobutanu.

W jednym badaniu szczury Sprague-Dawley narażano na mieszaninę izopentanu z n-pentanem, izobutanem i n-butanem (po 25% wag. każdy ze składników) o stężeniu zróżnicowanym do 13 000 mg/m³ przez 6 h/dzień, 5 dni/tydz., przez 3 tyg. U narażonych zwierząt nie obserwowano klinicznych objawów zatrucia, uszkodzenia nerek, zmian hemetologicznych oraz biochemicznych we krwi obwodowej (*Halder* i in. 1986).

W innym badaniu szczury F344 obojga płci narażano na mieszaninę złożoną z 50% wag. izopentanu i 50% wag. izobutanu o stężeniu 2 900 mg/m³ lub 13 000 mg/m³ przez 6 h/dzień, 5 dni/tydz., przez 13 tyg. Również i w tym przypadku nie obserwowano istotnych zmian patologicznych związanych z narażeniem. W 28. dniu doświadczenia tylko u samców stwierdzono przejściowe, łagodne zmiany w nerkach (*Aranyi* i in. 1986).

ZALEŻNOŚĆ EFEKTU TOKSYCZNEGO OD WIELKOŚCI NARAŻENIA

W dostępnym piśmiennictwie nie ma danych z obserwacji ludzi, pozwalających ustalić zależność między efektem toksycznym i wielkością narażenia na pentan i jego izomery. Również wyniki badań doświadczalnych na zwierzętach są niewystarczające do ustalenia tej zależności.

W warunkach jednorazowego narażenia myszy lub szczurów na PI obserwowanymi skutkami działania toksycznego była narkoza, a następnie padnięcie zwierząt. Skutki te występowały po narażeniu na PI o stężeniach sięgających kilkuset tysięcy miligramów na metr sześcienny. Kilku lub kilkunastominutowe narażenie na PI o tak dużych stężeniach tych substancji prowadziło do narkozy o różnym stopniu nasilenia, podczas gdy kilkugodzinne narażenie było przyczyną padnięcia zwierząt (*Staughton, Lamson* 1936; *Phillips* 1982).

Na podstawie wyników badania trwającego 28 dni, przeprowadzonego w warunkach narażenia powtarzanego drogą dożołądkową (*Halder* i in. 1985) trudno ustalić zależność dawka-efekt. W badaniu tym zastosowano tylko dwa poziomy dawkowania oraz dwa różne kryteria toksyczności. Po mniejszej dawce (500 mg/kg) oceniono działanie nefrotoksyczne, podczas gdy po większej dawce (2000 mg/kg) zwrócono uwagę na skutek śmiertelny. Choć mniejsza dawka nie działała nefrotoksycznie, to jednak nie można jej uznać za wartość NOAEL.

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

Istniejące wartości NDS

W Polsce istnieją wartości najwyższego dopuszczalnego stężenia (NDS) i najwyższego dopuszczalnego stężenia chwilowego (NDSch) dla pentanu wynoszące odpowiednio 1800 i 2300 mg/m³. Od 1998 r. do chwili obecnej tylko w USA zalecana jest wartość TLV-TWA dla pentanu i wszystkich jego izomerów wynosząca 1770 mg/m³ (ACGIH 2002). Podstawą tego normatywu jest drażniące działanie pentanu na błony śluzowe oraz działanie narkotyczne tego związku. Działań tych nie obserwowano u ochotników narażonych jednorazowo na pentan o stężeniu 15 000 mg/m³ przez 10 min. Natomiast skutki te występowały u myszy narażonych na pentan o stężeniu 94 000 mg/m³. Ponadto zwrócono uwagę na możliwość wystąpienia polineuropatii w warunkach przewlekłego narażenia na duże stężenia pentanów.

Na podstawie wyników badań doświadczalnych na zwierzętach oraz obserwacji ludzi narażonych zawodowo na pentan i jego izomery można stwierdzić, że są to substancje o małej toksyczności. Dotychczas w piśmiennictwie nie ma odpowiednich opublikowanych danych pochodzących z obserwacji ludzi w przemyśle, umożliwiających wyprowadzenie wartości NDS. Biorąc pod uwagę liczne wyniki badań na zwierzętach narażanych na mieszaninę alkanów o stężeniu 11800 mg/m³, zawierającą 25% pentanu i 25% izopentanu oraz po uwzględnieniu współczynników niepewności, członkowie Grupy Ekspertów UE uważają, że stężenie 3000 mg/m³, przyjęte za wartość OEL, będzie zabezpieczało pracowników przed ujemnymi skutkami narażenia na pentan, izopentan i neopentan.

Zestawienie istniejących wartości normatywów higienicznych izomerów pentanu w poszczególnych państwach przedstawiono w tabeli 5. Za efekt krytyczny ich działania przyjęto działanie drażniące i narkotyczne związków (ACGIH 2002).

Tabela 5.

Wartości normatywów higienicznych izomerów pentanu w poszczególnych państwach (ACGIH on CD 2002; Guide... 2002; RTECS 2002; TLVa and BEIs 2002)

Państwo/instytucja/organizacja	Wartość NDS, mg/m ³ (ppm)	Wartość NDSCh, mg/m ³ (ppm)
Australia (n-pentan)	1770 (600)	2212,5 (750)
Belgia	1770 (600)	2212,5 (750)
Finlandia (n-pentan, izopentan)	1475 (500)	1858,5 (630)
Szwecja	1770 (600)	2212,5 (750)
Niemcy (2003)	3000 (1000)	6000 (2000)
Irlandia	1770 (600)	2212,5 (750)
Norwegia (n-pentan)	590 (200)	–
Projekt dyrektywy WE (pentan, izopentan, neopentan)	3000 (1000)	–
USA:		
– ACGIH (1998)	1770 (600)	–
– NIOSH (n-pentan, izopentan)	354 (120)	1799,5 (610) stężenie pułapowe, 15 min
– OSHA (n-pentan, izopentan)	2995 (1000)	–

Podstawy proponowanej wartości NDS

Proponuje się przyjęcie stężenia 3000 mg/m³ za wartość najwyższego dopuszczalnego stężenia (NDS) pentanu, izopentanu i neopentanu, która będzie chroniła pracowników przed drażniącym i narkotycznym działaniem tych związków. Ponieważ pentany nie metabolizują do γ -diketonów, dlatego można odrzucić hipotezę możliwej poloneuropatii w warunkach narażenia na te związki, podnoszoną przez ACGIH (2000).

Obecnie nie ma merytorycznych podstaw do zaproponowania wartości najwyższego dopuszczalnego stężenia chwilowego (NDSCH) i dopuszczalnego stężenia biologicznego (DSB) dla pentanu, izopentanu i neopentanu.

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

dr med. EWA WĄGROWSKA-KOSKI
Instytut Medycyny Pracy
90-950 Łódź
ul. św. Teresy 8

Zakres badania wstępnego

Ogólne badanie lekarskie, ze zwróceniem uwagi na układ nerwowy i układ oddechowy. Badania pomocnicze w zależności o wskazań.

Zakres badań okresowych

Ogólne badanie lekarskie, ze zwróceniem uwagi na układ nerwowy i układ oddechowy. Badania pomocnicze w zależności od wskazań.

Częstotliwość badań okresowych: co 2 ÷ 4 lata.

Zakres ostatniego badania okresowego przed zakończeniem aktywności zawodowej

Ogólne badanie lekarskie ze zwróceniem uwagi na układ nerwowy i układ oddechowy. Badania pomocnicze w zależności od wskazań.

U w a g a

Lekarz, który przeprowadza badanie profilaktyczne, może poszerzyć jego zakres o dodatkowe specjalistyczne badania lekarskie oraz badania dodatkowe, 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

Układ nerwowy i układ oddechowy.

Przeciwwskazania lekarskie do zatrudnienia

Przewlekłe choroby układu nerwowego oraz choroba obturacyjna płuc.

U w a g a

Wymienione przeciwwskazania dotyczą kandydatów do pracy. O przeciwwskazaniach w przebiegu trwania zatrudnienia powinien decydować lekarz przeprowadzający badania okresowe, biorąc pod uwagę wielkość i okres trwania narażenia zawodowego oraz stopień zaawansowania i dynamikę zmian chorobowych.

PIŚMIENNICTWO

ACGIH, American Conference of Governmental Industrial Hygienists (2002) Pentane, all isomers. CD-ROM, 1-3.

API, American Petroleum Institute (October 1987) API Med. Res. Pub. 34-33036 (cyt. za *Galvin, Marashi* 1999).

Aranyi C. i in. (1986) Absence of hydrocarbon-induced nephropathy in rats exposed subchronically to volatile hydrocarbon mixtures pertinent to gasoline. *Toxicol. Ind. Health* 2, 85-98.

Cavender F. (1994) Aliphatic hydrocarbons. W: *Patty's Industrial hygiene and toxicology*. 4th rev. ed. Vol. 2B, Toxicology (Red.) G.D. Clayton, F.E. Clayton. New York, John Wiley and Sons 1221-1266.

Frommer U., Ullrich V., Staudinger H. (1970) Hydroxilation of aliphatic compounds by liver microsomes. I. The distribution pattern of isomeric alcohols. *Hoppe-Seyler's Zeitschrift fuer Physiologische Chemie* 351, 903-912 (cyt. za *Galvin, Marashi* 1999).

Galvin J.B., Marashi F. (1999) 2-Methylbutane (isopentane). *J. Toxicol. Environ. Health* 58, 23-3

Gerarde H.W. (1963) Toxicological studies on hydrocarbons. IX. The aspiration hazard and toxicity of hydrocarbon mixtures. *Arch. Environ. Health* 6, 329-341.

Halder C.A. i in. (1985) Hydrocarbon nephropathy in male rats: identification of the nephrotoxic components of unleaded gasoline. *Toxicol. Ind. Health* 1, 67-87.

Halder C.A. i in. (1986) Gasoline vapor exposures. Part I. Characterization of workplace exposures. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* 47, 164-172.

Krantz J.C., Carr C.J., Vitcha J.F. (1948) Anesthesia XXXI. A study of cyclic and noncyclic hydrocarbons on cardiac automaticity. *J. Petrol.* 94, 315-319. (cyt. za *Galvin, Marashi* 1999).

Patty F.A., Yant W.P. (1929) Report of investigation – odor intensity and symptoms produced by commercial propane, butane, pentane, hexane, and heptane vapor. U.S. Bureau of Mines Report Invest. No. 2979, U.S. Dept. of Commerce, Washington, DC (cyt. za ACGIH 2002).

Phillips Petroleum Co. (1982) Isopentane toxicity study summary. Bartlesville, OK. Hazelton Laboratories America Inc. (cyt. za *Galvin, Marashi* 1999).

Sandmeyer E.E. (1981) Aliphatic hydrocarbons. W: *Patty's Industrial hygiene and toxicology*. 3rd rev. ed., Vol. 2B, Toxicology (Red.) G.D. Clayton, F.E. Clayton. New York, John Wiley & Sons 3175-3194.

Stoughton R.W., Lamson P.D. (1936) The relative anaesthetic activity of the butanes and pentanes. *J. Pharmacol. Exp. Ther.* 58, 175-177 (cyt. za *Galvin, Marashi* 1999).

Swann H.E. Jr. i in. (1974) Acute inhalation toxicology of volatile hydrocarbons. Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 35, 511-518.

ANDRZEJ STAREK

Pentane and its isomers

A b s t r a c t

Pentane and its isomers (isopentane and neopentane, PI) are colorless, volatile, and inflammable liquids used as foaming and propellant agents, and also as organic solvents.

The data on acute and chronic intoxications by these chemicals in humans have not been found in available literature. In laboratory animals PI are practically nontoxic. At high concentrations these chemicals exert irritative and narcotic effects.

The maximum exposure limit (MAC) of 3000 mg/m³ for PI is recommended to protect against eye and respiratory tract irritation and depression of the central nervous system. There is no basis for a MAC-STEL value for these chemicals.