

prof. dr hab. med.
KONRAD RYDZYŃSKI
mgr EWA KUCHARCZYK
Instytut Medycyny Pracy
im. prof. dr. med. Jerzego Nofera
90-950 Łódź
ul. św. Teresy 8

Bromowodór

Dokumentacja proponowanych wartości dopuszczalnych wielkości narażenia zawodowego*

NDS: –
NDSCh: –
NDSP: 6,5 mg/m³
DSB: –
I: substancja o działaniu drażniącym

Data zatwierdzenia przez Zespół Ekspertów: 24.06.1998
Data zatwierdzenia przez Komisję ds. NDS i NDN: 9.11.2000

Słowa kluczowe: bromowodór, NDS, normatywy higieniczne.

Key words: hydrogen bromide, MAC(TWA), OEL, hygienic standards.

Bromowodór (HBr) jest bezbarwnym, niepalnym gazem o ostrym, drażniącym zapachu. Pod wpływem wilgoci z powietrza atmosferycznego tworzy kwas bromowodorowy i w tej postaci działa korodująco na metale.

Bromowodór jest stosowany w syntezach organicznych do produkcji bromopochodnych jako czynnik redukujący, jako katalizator w kontrolowanych procesach oksydacyjno-alkilujących związków armatycznych oraz do izomeryzacji dwuolefin. Kwas bromowodorowy znajduje zastosowanie także w lecznictwie weterynaryjnym. Narażenie pracowników może występować podczas produkcji oraz stosowania bromowodoru i kwasu bromowodorowego w przemyśle.

Bromowodór powoduje podrażnienie chemiczne w miejscu kontaktu, a jego wynikiem jest działanie drażniące na skórę i błony śluzowe; bromowodór o większych stężeniach powoduje martwicę tkanek.

Wyniki badań ludzi świadczą o braku drażniącego działania bromowodoru na śluzówkę nosa, gardła i oczu podczas trwającego kilka minut narażenia na pary bromowodoru o stężeniu 6,6 mg/m³. Bromowodór o stężeniu 9,9 mg/m³ podrażnił gardło jednej i nos także jednej z sześciu narażonych osób. Bromowodór o stężeniu 13,2 mg/m³ spowodował podrażnienie nosa u trzech i podrażnienie gardła u jednej z sześciu narażonych osób. Wszystkie osoby narażane na bromowodór o stężeniu 16,5 i 19,8 mg/m³ odczuwały podrażnienie nosa, a podrażnienie gardła jedna z

* Wartości normatywne bromowodoru są zgodne z rozporządzeniem ministra pracy i polityki społecznej z dnia 29 listopada 2002 r. DzU nr 217, poz. 1833.

W normie PN-Z-04022-2:2000 określono metodę oznaczania stężenia bromowodoru w powietrzu na stanowiskach pracy.

sześciu narażonych osób, natomiast żadna z narażonych osób nie zgłaszała podrażnienia oczu.

Wartość stężenia śmiertelnego (LC₅₀) u szczurów po 60-minutowym narażeniu na bromowodór wynosi 9240 mg/m³, a u myszy – 2640 mg/m³. Narażenie szczurów na pary bromowodoru o stężeniu 4290 mg/m³ przez 30 min powodowało przed upływem 24 h śmierć 8% zwierząt oddychających przez nos i 19% oddychających przez pysk. Na podstawie wyników badań histopatologicznych wykazano zmiany spowodowane działaniem drażniącym substancji, ograniczone do układu oddechowego. Gdy porównano te zmiany z obserwowanymi przy analogicznym narażeniu na fluorowodór i chlorowodór, okazało się, że u zwierząt oddychających przez pysk zmiany martwicze nabłonka tchawicy oraz stan zapalny warstwy podśluzówkowej były największe po narażeniu na fluorowodór, słabsze po narażeniu na chlorowodór i najslabsze po narażeniu na bromowodór. Zmiany patologiczne w płucach także były trochę bardziej zaznaczone po narażeniu na fluorowodór i chlorowodór niż na bromowodór.

Proponuje się nieprzyjmowanie wartości najwyższego dopuszczalnego stężenia oraz najwyższego dopuszczalnego stężenia chwilowego bromowodoru, a jedynie przyjęcie wartości najwyższego dopuszczalnego stężenia pułapowego o wielkości 6,5 mg/m³. Proponowana wartość NDSP jest oparta na wynikach badań nad działaniem toksycznym HBr na ludzi, wskazujących, że jest tolerowane kilkuminutowe narażenie na 2 ppm (6,6 mg/m³), a wraz ze wzrastającym stężeniem HBr dochodzi do podrażnienia przede wszystkim błony śluzowej nosa i dróg oddechowych, lecz nie oczu.

Stężenie 3 ppm (9,9 mg/m³) bromowodoru spowodowało podrażnienie błony śluzowej nosa i górnych dróg oddechowych (lecz nie oczu) u jednego z sześciu badanych ochotników. Proponowany normatyw ma zabezpieczyć pracowników przed działaniem drażniącym bromowodoru.

CHARAKTERYSTYKA SUBSTANCJI, ZASTOSOWANIE, NARAŻENIE ZAWODOWE

Ogólna charakterystyka substancji (Hydrogen ... 1996; HSDB 1998; Patty's ... 1982):

– wzór sumaryczny	HBr
– wzór strukturalny	H—Br
– nazwa polska	bromowodór
– nazwa wg CAS	hydrogen bromide
– numer CAS	10035-10-6
– numer RTECS	MW 3850000
– synonimy:	kwas bromowodorowy, hydrobromic acid, hydrogen bromide anhydrate.

Właściwości fizykochemiczne (Hydrogen ... 1996; HSDB 1998; Patty's ... 1982):

– postać	bezbarwny, niepalny gaz o ostrym, kwaśnym i duszącym zapachu. Pod wpływem wilgoci z powietrza atmosferycznego tworzy kwas bromowodorowy
– próg zapachowy	6,67 mg/m ³
– masa cząsteczkowa	80,92
– temperatura topnienia	– 87 °C
– temperatura wrzenia	– 67 °C
– gęstość względna	1,8 (w temp. 20 °C)
– gęstość par	2,8
– prężność par	1,6 mmHg w temp. 20 °C
– rozpuszczalność	bardzo dobrze rozpuszczalny w wodzie z wydzielaniem ciepła i wytworzeniem kwasu bromowodorowego (36 g/100 ml H ₂ O); rozpuszcza się także w eterze i alkoholu

- | | |
|---------------------------------|--|
| – temperatura zapłonu | niepalny |
| – granice wybuchowości | brak danych |
| – reaktywność | silnie reaktywny. Pod wpływem wilgoci z powietrza działa korodująco na metale. W reakcji z metalami wydzielany jest gazowy wodór, który w kontakcie z powietrzem może być przyczyną eksplozji i pożaru |
| – współczynniki przeliczeniowe: | 1 ppm = 3,3 mg/m ³ ; 1 mg/m ³ = 0,3 ppm. |

Otrzymywanie, zastosowanie, narażenie zawodowe (Hydrogen... 1996; HSDB 1998; Patty's... 1982)

Bromowodór jest produkowany na skalę przemysłową metodą bezpośredniej reakcji bromu i wodoru w temperaturze 375 °C z wspomaganiami katalizatora platynowego (platynowany żel krzemowy, platynowany azbest). Bromowodór stosowany jest w syntezach organicznych do produkcji bromopochodnych, a także jako czynnik redukujący oraz katalizator w kontrolowanych procesach oksydacyjno-alkilujących związków aromatycznych i do izomeryzacji dwuolefin. Kwas bromowodorowy znajduje zastosowanie także w lecznictwie weterynaryjnym.

Bromowodór może występować w powietrzu środowiska pracy w postaci gazu lub aerozolu oraz jako roztwór kwasu bromowodorowego, rozpuszczony w parze wodnej zawartej w powietrzu. Kwas bromowodorowy może także powstawać na powierzchni wilgotnej skóry lub w wilgotnej odzieży pracowników narażonych na gazowy HBr. Narażenie na ten związek występuje zwykle w procesie jego produkcji oraz przy stosowaniu bromowodoru i kwasu bromowodorowego w przemyśle.

DZIAŁANIE TOKSYCZNE NA LUDZI

Obserwacje kliniczne. Zatrucia ostre

Bromowodór ma silne działanie drażniące. Spożycie substancji, narażenie inhalacyjne lub jej kontakt ze skórą może spowodować ciężkie uszkodzenie tkanek, a nawet śmierć. Kontakt gazowego bromowodoru z wilgotną skórą lub błonami śluzowymi powoduje oparzenia. Efekt toksyczny wynikający z narażenia inhalacyjnego lub kontaktu substancji ze skórą może być oddalony w czasie.

Stężenie około 115 mg/m³ (35 ppm) bromowodoru powoduje natychmiastowe podrażnienie górnych dróg oddechowych. Bromowodór o większym stężeniu może być przyczyną skurczu krtani i obrzęku płuc (HSDB 1998; Patty's... 1982).

W dostępnym piśmiennictwie nie ma dokładniejszych danych o zatruciach ludzi czystym bromowodorem. Jedyna dostępna praca, w której szczegółowo opisano skutki narażenia na tę substancję dla zdrowia człowieka, dotyczy przypadkowego kontaktu skóry z mieszaniną bromowodoru i tribromku fosforu (RTECS 1997). Pracująca w laboratorium chemicznym kobieta opryskała sobie głowę, twarz i klatkę piersiową mieszaniną tych obu substancji. Po opatrzeniu skóry w miejscach kontaktu z mieszaniną kontynuowała pracę w tym samym pomieszczeniu, skarżąc się na suchy kaszel, światłowstręt, ból głowy oraz gardła. W ciągu następnych dni kontynuowała pracę. Po dwóch tygodniach zgłosiła się do lekarza z

powodu duszności. Lekarz stwierdził zmiany osłuchowe w płucach. Zdjęcia rentgenowskie wykazały obustronne nacieczenia dolnych pól płuc i na tej podstawie stwierdzono chemiczne zapalenie płuc. Po upływie następnych trzech dni kaszel, duszności i ucisk w klatce piersiowej nasiliły się i kobieta została przyjęta do szpitala. Po terapii pacjentka została wypisana ze szpitala, do którego wracała jednak potem wielokrotnie w odstępie kilku miesięcy z powodu nawracających zapaleń płuc. Po zakończeniu leczenia u pacjentki pozostały duszność wysiłkowa oraz zmniejszona całkowita pojemność płuc (62% normy) przy prawidłowym obrazie rtg (RTECS 1997).

Badania działania drażniącego na ludzi bromowodoru o małym stężeniu wykonano w USA w stanowym wydziale zdrowia w Connecticut. Sześciu ochotników narażano inhalacyjnie na gazowy bromowodór o stężeniach $6,6 \div 19,8 \text{ mg/m}^3$ ($2 \div 6 \text{ ppm}$) przez kilka minut, notując objawy: podrażnienie nosa, gardła, oczu oraz wyczuwalność zapachu. Zapach był wyczuwany przez wszystkie osoby, biorące udział w badaniu, już przy najmniejszym stężeniu wynoszącym $6,6 \text{ mg/m}^3$ (2 ppm). Narażenie na bromowodór o tym stężeniu nie spowodowało działania drażniącego u żadnej z narażonych osób. Najmniejsze stężenie bromowodoru powodujące podrażnienie nosa i gardła u jednej z sześciu narażanych osób wynosiło $9,9 \text{ mg/m}^3$ (3 ppm). Narażenie na bromowodór o stężeniu $13,2 \text{ mg/m}^3$ (4 ppm) powodowało podrażnienie nosa u trzech osób, a podrażnienie gardła – u jednej osoby. Natomiast w żadnym badaniu nie zanotowano podrażnienia oczu. Wyniki badań przedstawiono w tabeli 1 (Hydrogen... 1996; HSDB 1998; Patty's... 1982).

Tabela 1.

Reakcje ludzi na kilkuminutowe narażenie na bromowodór o odpowiednich stężeniach

Stężenie HBr, w mg/m^3	Działanie drażniące na błonę śluzową nosa	Działanie drażniące na górne drogi oddechowe	Działanie drażniące na oczy	Wyczuwanie zapachu
6,6	6 (-)	6 (-)	6 (-)	6 (+)
9,9	1 (+), 5 (-)	1 (+), 5 (-)	6 (-)	6 (+)
13,2	3 (+), 3 (-)	1 (+), 5 (-)	6 (-)	6 (+)
16,5	6 (+)	1 (+), 5 (-)	6 (-)	6 (+)
19,8	6 (+)	1 (+), 5 (-)	6 (-)	6 (+)

(-) – brakuje subiektywnych odczuć podrażnienia.

(+) – subiektywne odczucia podrażnienia – od słabego klucia do typowych objawów działania drażniącego na błony śluzowe.

Zatrucia przewlekłe

W dostępnym piśmiennictwie nie ma doniesień na temat przewlekłego działania toksycznego bromowodoru na ludzi.

Badania epidemiologiczne

W dostępnym piśmiennictwie nie ma informacji na temat badań epidemiologicznych ludzi pracujących w narażeniu na bromowodór.

DZIAŁANIE TOKSYCZNE NA ZWIERZĘTA

Toksyczność ostra

W wypadku zwierząt laboratoryjnych dane dotyczące ostrej toksyczności bromowodoru wskazują na to, że np. u szczurów – bromowodór wywołuje działanie toksyczne o podobnej sile jak chlorowodór. Wartość LC_{50} bromowodoru po 60-minutowym narażeniu jest równa 9240 mg/m^3 (dla HCl: 30 min – 7600 mg/m^3). U myszy wartość LC_{50} dla HBr/60 min wynosiła 2640 mg/m^3 , podczas gdy wartość LC_{50} dla HCl/30 min – 3800 mg/m^3 (HSDB 1998; RTECS 1997).

Stavert i in. opisali i porównali skutki działania toksycznego trzech substancji o podobnym działaniu toksycznym: bromowodoru, chlorowodoru i fluorowodoru w warunkach narażenia ostrego. Samce szczurów rasy Fisher były narażane inhalacyjnie na każdą z trzech substancji o stężeniu około 1300 ppm (bromowodór – 4290 mg/m^3 , chlorowodór – 1976 mg/m^3 , fluorowodór – 1040 mg/m^3) przez 30 min. Jedna grupa zwierząt oddychała w sposób typowy, tzn. przez nos, u zwierząt z drugiej grupy wymuszono oddychanie przez pysk. Podczas narażenia wykonywano pomiar pletyzmografii całego ciała. Po 24 h zwierzęta zabijano i dokonywano oceny histopatologicznej i grawimetrycznej. Umieralność przed upływem 24 h wynosiła: wśród zwierząt oddychających przez nos – 6% po narażeniu na HCl, 8% po narażeniu na HBr, brak skutku śmiertelnego po narażeniu na HF; u zwierząt oddychających przez pysk umieralność po narażeniu na HBr, HCl i HF wynosiła odpowiednio: 19; 46 i 25%.

Na podstawie wyników badania histopatologicznego tkanek wykazano u szczurów oddychających przez nos uszkodzenia ograniczone do okolicy jamy nosowej: martwicę nabłonka i błony podśluzowej, nagromadzenie komórek zapalnych i wynaczynionych erytrocytów oraz wysięk. W wyniku narażenia szczurów oddychających przez pysk zaobserwowano nasilenie skutków działania w obrębie tkanek tchawicy, na które składały się: martwica nabłonka, błony podśluzowej, części gruczołowej i chrzęstnej oraz nagromadzenie komórek zapalnych i wysięk. Uszkodzenie dróg oddechowych przejawiało się zwiększeniem wartości pomiarów grawimetrycznych płuc oraz nasilonymi zmianami histopatologicznymi. Wyniki przeprowadzonych badań wskazują na to, że stopień uszkodzenia układu oddechowego szczurów w następstwie narażenia na HBr, HCl i HF zależy od sposobu oddychania zwierząt.

Chociaż autorzy pracy stwierdzili, że toksyczność wszystkich trzech substancji jest podobna, wyniki badań wykazały pewne różnice. U zwierząt oddychających przez nos i narażonych na bromowodór oraz u zwierząt z grupy kontrolnej nie notowano zmian w tchawicy. W grupach narażanych na fluorowodór i chlorowodór notowano łagodną reakcję zapalną błony śluzowej w proksymalnej części tchawicy. U zwierząt oddychających przez pysk zmiany martwicze nabłonka tchawicy oraz stan zapalny warstwy podśluzówkowej były najsilniejsze po narażeniu na fluorowodór, mniejsze po działaniu chlorowodoru i najsłabsze po narażeniu na bromowodór. Zmiany patologiczne w płucach także były nieznacznie silniejsze po narażeniu na fluorowodór i chlorowodór niż na bromowodór. Z drugiej strony autorzy pracy stwierdzili, że pojemność minutowa płuc ulegała mniejszemu ograniczeniu u zwierząt narażonych na HCl niż na HBr i HF (różnice wynosiły odpowiednio: 30% u zwierząt oddychających przez nos i 20% u zwierząt oddychających przez pysk), (*Barrow* i in. 1977).

Toksyczność podprzewlekła i przewlekła

W dostępnej literaturze nie znaleziono danych dotyczących badań toksyczności przewlekłej bromowodoru u zwierząt laboratoryjnych.

ODLEGŁE SKUTKI DZIAŁANIA TOKSYCZNEGO

Działanie rakotwórcze

W dostępnym piśmiennictwie nie ma danych na temat rakotwórczego działania bromowodoru na ludzi i zwierzęta.

Działanie mutagenne i genotoksyczne

W dostępnym piśmiennictwie nie ma danych na temat mutagennego i genotoksycznego działania bromowodoru.

Działanie na rozrodczość

W dostępnym piśmiennictwie nie ma danych świadczących o działaniu bromowodoru na rozrodczość.

TOKSYKOKINETYKA

Wchłanianie, rozmieszczenie, metabolizm i wydalanie

W dostępnym piśmiennictwie nie ma danych na temat wchłaniania, rozmieszczenia, metabolizmu i wydalania bromowodoru. Wydaje się jednak, że jego losy w organizmie mogą przebiegać podobnie jak w przypadku chlorowodoru – substancji wykazującej także działanie drażniące na układ oddechowy i skórę oraz o podobnej reaktywności chemicznej (Chlorowódor 2002, dane niepublikowane).

Bromowódor w warunkach narażenia zawodowego przedostaje się do dróg oddechowych lub rozpuszcza się na wilgotnej skórze, dysocjując i działając drażniąco w miejscu kontaktu.

MECHANIZM DZIAŁANIA TOKSYCZNEGO

Działanie toksyczne bromowodoru ogranicza się do miejsca kontaktu. Wchłaniany w drogach oddechowych związek rozpuszcza się w wodzie, szybko dysocjując. Prawdopodobnie – podobnie jak w przypadku chlorowodoru – powstający jon wodorowy jest zdolny do rozrywania wiązania w mostkach dwusiarczkowych, występujących w zakończeniach receptorowych nerwu błędnego, w błonie śluzowej nosa i rogówce. Powoduje to zmianę struktury białek w miejscu kontaktu z substancją, m.in. białek zlokalizowanych w błonie komórkowej, i w następstwie tego – zmianę przepuszczalności błony i nekrotyczną śmierć komórek. Zmiana struktury białek błon komórkowych w komórkach, tworzących zakończenia nerwowe w błonie śluzowej nosa, powoduje ich depolaryzację i stymulację nerwu błędnego, co wywołuje objawy podrażnienia układu oddechowego (Lucia 1977; Occupational... 1991; Bos i in. 1992; Chlorowódor 2002, dane niepublikowane).

DZIAŁANIE ŁĄCZNE

W dostępnym piśmiennictwie nie ma danych na temat działania łącznego bromowodoru z innymi związkami.

ZALEŻNOŚĆ EFEKTU TOKSYCZNEGO OD WIELKOŚCI NARAŻENIA

Bromowodór działa miejscowo drażniąco na drogi oddechowe, oczy i skórę. Nie ma dowodów świadczących o innym działaniu toksycznym tego związku na ludzi i zwierzęta laboratoryjne.

Wartość LC_{50} u szczurów po 60-minutowym narażeniu jest równa 9240 mg/m^3 , u myszy zaś wartość LC_{50} dla HBr/60 min wynosi 2640 mg/m^3 . Narażenie szczurów na pary bromowodoru o stężeniu 4290 mg/m^3 przez 30 min wywoływało skutek śmiertelny przed upływem 24 h u 8% zwierząt oddychających przez nos i 19% zwierząt oddychających przez pysk. Na podstawie wyników badań histopatologicznych wykazano zmiany spowodowane działaniem drażniącym substancji, ograniczone do układu oddechowego. Na podstawie wyników badań ludzi stwierdzono brak działania drażniącego bromowodoru na nos, gardło i oczy podczas trwającego kilka minut narażenia na pary bromowodoru o stężeniu $6,6 \text{ mg/m}^3$. Po narażeniu na bromowodór o stężeniu $9,9 \text{ mg/m}^3$ podrażnienie gardła odczuwała jedna z sześciu narażanych osób, a podrażnienie nosa – także jedna osoba. Narażenie na bromowodór o stężeniu $13,2 \text{ mg/m}^3$ spowodowało podrażnienie nosa u trzech z sześciu narażanych osób i podrażnienie gardła u jednej osoby. Natomiast po narażeniu na bromowodór o stężeniu $16,5$ i $19,8 \text{ mg/m}^3$ podrażnienie nosa odczuwała każda z sześciu narażanych osób, a podrażnienie gardła tylko jedna z sześciu osób. Podczas tych badań nie notowano podrażnienia oczu.

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

Istniejące wartości NDS i ich podstawy

Dostępne dane na temat wartości NDS bromowodoru zebrano w tabeli 2. Wartości te oparto na danych wskazujących na działanie miejscowo drażniące, głównie na błony śluzowe.

Tabela 2.

Normatywy higieniczne bromowodoru obowiązujące w innych państwach (RTECS 1997)

Państwo/instytucja/organizacja	NDS, mg/m^3	NDSch, mg/m^3	NDSp
Australia	10	–	–
Austria	17	–	–
Belgia	–	9,9	–
Dania	10	–	–
Finlandia	–	10	–
Holandia	10	–	–
Niemcy	6,7	–	–
Polska (1998)	7	21	–
Rosja	–	2	–
Szwajcaria	10	20	–

Wielka Brytania	10	–	–
USA:			
– ACGIH (1986)	–	–	10
– NIOSH	–	–	10
– OSHA	10	–	–

Podstawy proponowanej wartości NDS

Proponuje się nieprzyjmowanie dla bromowodoru wartości najwyższego dopuszczalnego stężenia (NDS) oraz najwyższego dopuszczalnego stężenia chwilowego (NDSCh), a przyjęcie jedynie wartości najwyższego dopuszczalnego stężenia pułapowego (NDSP) wynoszącego $6,5 \text{ mg/m}^3$, na podstawie działania drażniącego substancji na drogi oddechowe i skórę, co jest zgodne z przyjętymi przez Komisję zasadami ustalania wartości NDSP dla substancji szybko działających, które nie mogą być oceniane na podstawie wartości NDS. HBr powoduje podrażnienie chemiczne w miejscu kontaktu; jego wynikiem jest działanie drażniące na skórę i błony śluzowe, a narażenie na substancję o większym stężeniu powoduje martwicę tkanek. Proponowana wartość NDS bromowodoru oparta jest na wynikach badań nad działaniem toksycznym HBr na ludzi, wskazujących na to, że tolerowane jest kilkuminutowe narażenie na bromowodór o stężeniu 2 ppm ($6,5 \text{ mg/m}^3$), a wraz ze wzrastającym stężeniem związku dochodzi do podrażnienia przede wszystkim błony śluzowej nosa i dróg oddechowych, lecz nie oczu. Bromowodór o większym stężeniu 3 ppm ($9,9 \text{ mg/m}^3$) powodował objawy podrażnienia błony śluzowej nosa i górnych dróg oddechowych (lecz nie oczu), które występowały u jednego z sześciu badanych ochotników.

Zaproponowany normatyw ma zabezpieczyć pracowników przed działaniem drażniącym bromowodoru.

POTRZEBY BADAWCZE

Nie ma takich potrzeb.

ZAKRES BADAŃ WSTĘPNYCH I OKRESOWYCH, NARZĄDY (UKŁADY) KRYTYCZNE ORAZ PRZECIWSKAZANIA 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 oddechowy i skórę; badanie laryngologiczne w zależności od wskazań. Spirometria i rtg płuc.

Zakres badań okresowych

Ogólne badanie lekarskie ze zwróceniem uwagi na układ oddechowy i skórę; badanie laryngologiczne w zależności od wskazań. Spirometria i rtg płuc w zależności od wskazań.

Częstość badań okresowych: co 2 lata.

Zakres ostatniego badania okresowego przed zakończeniem aktywności zawodowej

Ogólne badanie lekarskie ze zwróceniem uwagi na układ oddechowy i skórę oraz badanie laryngologiczne. Spirometria i rtg płuc.

U w a g a

Lekarz przeprowadzający badanie 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 lub osoby przyjmowanej do pracy.

Narządy (układy) krytyczne

Układ oddechowy.

Przeciwwskazania lekarskie do zatrudnienia

Przewlekłe przerostowe i zanikowe nieżyty błony śluzowej nosa, gardła i krtani, przewlekły nieżyt oskrzeli oraz astma oskrzelowa.

U w a g a

Wymienione przeciwwskazania dotyczą kandydatów do pracy. O przeciwwskazaniach podczas 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 (1996) TLVs and other occupational values. Hydrogen bromide.

Barrow C.S. i in. (1977) Comparison of the sensory irritation response in mice to chlorine and hydrogen chloride. *Archives Environ. Health* 31, 68-76.

Bos P.M.J. i in. (1992) Evaluation of the sensory irritation test for the assessment of occupational health risk. *Toxicology* 21, 423-450.

Chlorowodór (2002) Dokumentacja wartości dopuszczalnych poziomów narażenia zawodowego. Łódź, IMP (niepublikowana).

HSDB (1998), (komputerowa baza danych).

Kraut A., Lilis R. (1988) Chemical pneumonitis due to exposure to bromine compounds chest. *T.* 94, 1, 208-210.

Lucia H.L. i in. (1977) A semi-quantitative method for assessing anatomic damage sustained by the upper respiratory tract of the laboratory mouse. *Mus musculus. J. Combust. Toxicol.* 4, 472-486 (cyt. za *Barrow* i in. 1977).

Occupational exposure limits for airborne toxic substances (1991) Genewa, ILO, 222.

Patty's Industrial hygiene and toxicology (1982) *Toxicology*. 3rd. Red. *G.D. Clayton, F.E. Clayton.*

New York, Wiley, 2970.

RTECS (1997), (komputerowa baza danych).

Stavert D.M. i in. (1991) Relative acute toxicities of hydrogen fluoride, hydrogen chloride, and hydrogen bromide in nose- and pseudo-mouth-breathing rats. *Fundamental and Applied Toxicology* 16, 636-655.

KONRAD RYDZYŃSKI, EWA KUHOWICZ

Hydrogen bromide

A b s t r a c t

Hydrogen bromide is a colorless, corrosive, nonflammable gas with an acrid odor. An odor threshold of 6 mg/m³ has been reported. Hydrogen bromide gas and hydrobromic acid may be used in organic synthesis, for dissolving certain ores, in the manufacture of bromides, and as an alkylation catalyst. Acute toxicity data indicate that hydrogen bromide, with a 60-minute LC₅₀ of 9240 mg/m³ was somewhat more toxic to the rat than hydrogen chloride.

The Intersectoral Commission considers hydrogen bromide a primary irritant and believes that primary irritants with no known chronic effects should have Ceilings rather than MAC(TWA) and MAC(STEL) values. Therefore, a Ceiling of 6,5 mg/m³ is recommended for hydrogen bromide, based on the results of controlled exposures of human volunteers. It is anticipated that maintenance of workplace air concentrations below the Ceiling should minimize even transient irritation and complaints. There is no implication that brief, small excursions above the 9,9 mg/m³ ceiling are life-threatening or have the potential for creating permanent harm. Sufficient data were available to recommend "I" notation.