

prof. dr ROMAN KNAPEK
Instytut Przemysłu Organicznego
43-200 Pszczyna
ul. Doświadczalna 21

Dekatlenek tetrafosforu

Dokumentacja dopuszczalnych wielkości narażenia zawodowego*

NDS: 1 mg/m³
NDSCh: 2 mg/m³
NDSP: –
DSB: –
C – substancja o działaniu żrącym

Data zatwierdzenia przez Zespół Ekspertów: 27.06.2002

Data zatwierdzenia przez Komisję ds. NDS i NDN: 30.10.2002

Słowa kluczowe: dekatlenek tetrafosforu, narażenie zawodowe, działanie toksyczne, wartości NDS i NDSCh.

Key words: tetraphosphorous decaoxide, occupational exposure, toxicity, MAC (TWA) and MAC (STEL).

Dekatlenek tetrafosforu (P₄O₁₀) jest białym ciałem stałym o słabym zapachu fosforu. Jest silnie higroskopijny. Otrzymuje się go przez spalanie fosforu przy wystarczającym dostępie powietrza. Produktem spalania fosforu jest substancja, której skład odpowiada wzorowi P₂O₅, dlatego określa się ją często nazwą pentatlenek difosforu. W rzeczywistości jednak w stanie gazowym oraz w krystalicznej odmianie heksagonalnej – otrzymywanej przez kondensację par tego tlenku, mamy do czynienia z dekatlenkiem tetrafosforu.

Dekatlenek tetrafosforu jako silny środek odwadniający jest stosowany do produkcji tlenochlorków fosforu, estrów akrylowych, substancji powierzchniowo czynnych i szkła specjalnego.

W narażeniu ostrym działa silnie drażniąco na układ oddechowy, skórę i oczy, a ponieważ ma właściwości żrące może powodować oparzenia. W dostępnym piśmiennictwie nie ma danych zarówno o przewlekłym działaniu toksycznym dekatlenku tetrafosforu, jak i o odległych skutkach jego działania toksycznego. Badania toksyczności ostrej inhalacyjnej wykazały zróżnicowaną wrażliwość różnych gatunków zwierząt na ten związek. Dekatlenek tetrafosforu charakteryzuje silna ostra toksyczność inhalacyjna w wypadku narażenia świń morskich i myszy, a umiarkowana toksyczność inhalacyjna w wypadku narażenia szczurów i królików.

Za podstawę wyznaczenia wartości NDS dekatlenku tetrafosforu proponuje się przyjąć wyniki badania epidemiologicznego przeprowadzonego na 131 pracownikach zatrudnionych w okresie od 3 do 46 lat przy przeróbce rudy fosforu. Byli oni narażeni na kwas fosforowy, tlenki fosforu i fluorki oraz lotny pak węglowy. Na stanowiskach pracy mierzono w powietrzu stężenie dekatlenku tetrafosforu, fluorków i lotnego paku

* Wartości normatywne dekatlenku tetrafosforu są zgodne z rozporządzeniem ministra gospodarki i pracy z dnia 10 października 2005 r. DzU nr 212, poz. 1769.

Metoda oznaczania stężenia dekatlenku tetrafosforu w powietrzu na stanowiskach pracy jest zawarta w normie PN-78/Z-04073/02.

węglowego, których stężenia wynosiły odpowiednio: 2,23; 4,21 i 1,04 mg/m³. U pracowników nie obserwowano zmian sprawności wentylacyjnej płuc po narażeniu na dekatlenek tetrafosforu o stężeniu nieprzekraczającym 2,23 mg/m³ w okresie obserwacji wynoszącym od 3 do 7 lat.

Stężenie dekatlenku tetrafosforu równe 2,23 mg/m³ przyjęto za wartość NOAEL związku. Przyjmując współczynnik wrażliwości osobniczej dla ludzi równy 2, proponuje się przyjąć stężenie 1 mg/m³ za wartość NDS dekatlenku tetrafosforu. Proponowana wartość jest zgodna z wymaganiami określonymi w dyrektywie 2006/15/WE. Ze względu na silne działanie drażniące dekatlenku tetrafosforu, proponuje się również przyjęcie stężenia 2 mg/m³ za wartość najwyższego dopuszczalnego stężenia chwilowego (NDSCh) związku, zamiast dotychczasowej wartości NDSCh równej 3 mg/m³.

Zaleca się także oznakowanie substancji w wykazie NDS literą „C” oznaczającą substancję o działaniu żrącym.

CHARAKTERYSTYKA SUBSTANCJI, ZASTOSOWANIE, NARAŻENIE ZAWODOWE

Ogólna charakterystyka substancji

Ogólna charakterystyka dekatlenku tetrafosforu (CHEMINFO 2002; HSDB 2001):

- | | |
|---------------------|---|
| – wzór sumaryczny | P ₄ O ₁₀ |
| – masa cząsteczkowa | 141,96 |
| – nazwa chemiczna | dekatlenek tetrafosforu |
| – numer CAS | 1314-56-3 |
| – numer EINECS | 215-236-1 |
| – numer RTECS | TH 3945000 |
| – numer UN | 1807 |
| – synonimy: | bezwodnik fosforowy, UN1807, tlenek fosforu(V), pentatlenek difosforu i pięciotlenek fosforu. |

Klasyfikacja dekatlenku tetrafosforu jest zgodna z rozporządzeniem ministra zdrowia z dnia 28 września 2005 r. w sprawie wykazu substancji niebezpiecznych wraz z ich klasyfikacją i oznakowaniem. DzU nr 201, poz. 1674: C; R35, co oznacza: C – produkt żrący, z przypisanym zwrotem określającym zagrożenie; R35 – powoduje poważne oparzenia.

Właściwości fizykochemiczne

Właściwości fizykochemiczne dekatlenku tetrafosforu (CHEMINFO 2002; Heimann 1983; HSDB 2001):

- | | |
|--------------------------------------|--|
| – wygląd i postać | silnie higroskopijny biały proszek krystaliczny, który występuje w wielu formach krystalicznych oraz w postaci amorficznej |
| – zapach | słaby zapach fosforu |
| – temperatura topnienia | 562 ÷ 569 °C |
| – temperatura wrzenia | sublimuje w temp. 360 °C |
| – gęstość (woda = 1) | 2,38 |
| – prężność pary | 1 mmHg (0,13 · 103Pa) w temp. 384 °C |
| – współczynnik podziału woda/oktanol | nie ustalono |
| – rozpuszczalność w wodzie | bardzo dobrze rozpuszczalny, reaguje gwałtownie z wodą, tworząc kwas ortofosforowy |

- rozpuszczalność
w innych rozpuszczalnikach: rozpuszczalny w kwasie siarkowym, nierozpuszczalny w acetonie i amoniaku
- współczynniki przeliczeniowe: $1 \text{ ppm} \approx 0,172 \text{ mg/m}^3$; $1 \text{ mg/m}^3 \approx 5,806 \text{ ppm}$.

Otrzymywanie, zastosowanie, narażenie

Dekatlenek tetrafosforu otrzymuje się przez spalanie fosforu przy wystarczającym dostępie powietrza. Produktem spalania fosforu jest substancja, której skład odpowiada wzorowi P_2O_5 , dlatego określa się ją często nazwą pentatlenek difosforu. W rzeczywistości jednak w stanie gazowym oraz w krystalicznej odmianie heksagonalnej, otrzymywanej przez kondensację par tego tlenku, mamy do czynienia z dekatlenkiem tetrafosforu.

Utleniając fosfor, otrzymuje się dekatlenek tetrafosforu. W procesie przemysłowym spala się fosfor w strumieniu suchego powietrza. Wielkość produkcji dekatlenku tetrafosforu szacuje się rocznie na około 6 tys. t (HSDB 2001). Nie ma danych o produkcji dekatlenku tetrafosforu w Polsce.

Dekatlenek tetrafosforu jest stosowany do produkcji tlenochlorków fosforu, estrów akrylowych, substancji powierzchniowo czynnych, specjalnych szkieł i środków gaśniczych (HSDB 2001; Chemical... 1985). Związek służy jako czynnik osuszający i odwadniający oraz środek kondensujący w syntezie organicznej. W temperaturze poniżej $100 \text{ }^\circ\text{C}$ jest jednym z najsilniejszych środków odwadniających – usuwa wodę z substancji znanych jako dobre środki odwadniające. Przemienia czysty HNO_3 do N_2O_5 , a H_2SO_4 do SO_3 .

Pentatlenek difosforu (P_2O_5) powoduje dehydrację amin do nityli. Reaguje z alkoholami, dając proste i polimeryczne estry kwasu fosforowego.

Narażenie na dekatlenek tetrafosforu poza procesami, w których stosuje się ten związek, może nastąpić również w procesach przeróbki fosforu (HSDB 2001).

DZIAŁANIE TOKSYCZNE NA LUDZI

Obserwacje kliniczne. Działanie ostre

Narażenie inhalacyjne, doustne lub skórne na parę, pył lub formę stałą dekatlenku tetrafosforu może spowodować poważne uszkodzenia i oparzenia, a nawet śmierć. Skutkami krótkotrwałego narażenia na związek są: działanie żrące dla oczu, skóry oraz układu oddechowego, a skutkami odległymi jest rozedma płuc. Cząsteczki stałego dekatlenku tetrafosforu działają silnie na oko i nawet mała ich ilość może spowodować oparzenia powiek, spojówki i źrenicy, wywołując niebieskobiałe zmętnienie, które może być trwałe (HSBD 2001). Dymy dekatlenku tetrafosforu o stężeniach $0,8 \div 5,4 \text{ mg/m}^3$ były wyczuwalne, lecz nie dokuczliwe. Stężenie $3,6 \div 11,3 \text{ mg/m}^3$ związku wywoływało wprawdzie kaszel u pracowników nieprzyzwyczajonych do pracy z dekatlenkiem tetrafosforu, ale było przez nich tolerowane, natomiast stężenie 100 mg/m^3 związku nie było tolerowane nawet przez pracowników przyzwyczajonych do pracy z dekatlenkiem tetrafosforu (Payne i in. 1993; CEC 1992). W żadnej z podanych wcześniej informacji nie podano czasu narażenia na dekatlenek tetrafosforu.

Opisano w dostępnym piśmiennictwie przypadek połknięcia przez pacjenta dekatlenku tetrafosforu, bez podania informacji o ilości połkniętego związku. U pacjenta przeprowadzono 4 laparotomie w związku z powracającym krwotokiem brzuszny. Pacjent zmarł po 19 dniach, a sekcja wykazała martwicę żołądka, dwunastnicy, jelita czczego i trzustki (Gosselin 1984).

Obserwacje kliniczne. Działanie przewlekłe

Nie ma przydatnych danych o skutkach przewlekłego narażenia zawodowego na dekatlenek tetrafosforu. Opisano, że stężenie dekatlenku tetrafosforu przy przeróbce rudy na fosfor w strefie oddychania pracowników i w pomieszczeniach wynosiło $1,7 \div 9,2 \text{ mg/m}^3$. Autorzy stwierdzili, że pomimo braku regulacji OSHA istnieje potencjalne zagrożenie zdrowia pracowników narażonych na dekatlenek tetrafosforu (Gunter 1979).

Badania epidemiologiczne

Przeprowadzono badania czynności płuc u 131 pracowników zatrudnionych od 3 do 46 lat przy przeróbce rudy fosforu do fosforu. Byli oni narażeni na: kwas fosforowy, tlenki fosforu, fluorki oraz lotny pak węglowy. Na stanowiskach pracy mierzono stężenie w powietrzu dekatlenku tetrafosforu, fluorków i lotnego paku węglowego, których największe stężenia wynosiły odpowiednio: 2,23; 4,21 i 1,04 mg/m^3 .

Pracowników obserwowano od 3 do 7 lat, dokonując corocznie pomiaru czynności płuc. Zmiany czynności płuc poddawano analizie regresji logistycznej, celem stwierdzenia wpływu narażenia zawodowego na działanie dekatlenku tetrafosforu. Wśród badanych osób 55 było palaczami tytoniu, 39 byłyimi palaczami, a 37 nie paliło w ogóle. Analiza regresji indywidualnych średnich wartości natężonej pojemności życiowej (FVC), natężonej pierwszosekundowej objętości wydechowej (FEV1) i wskaźników przepływu w drobnych drogach oddechowych (FEF 25-75) nie wykazała statystycznie znamiennych ubytków u osób niepalących i byłych palaczy. Znamienne spadki FVC, FEV1 i FEF 25-75 stwierdzono u osób palących. Perspektywna i przekrojowa regresja wartości FVC, FEV1 i FEF 25-75 nie wykazała u osób palących skutków zależnych od narażenia na dekatlenek tetrafosforu po przyporządkowaniu do wieku i uwzględnieniu wpływu nałogu palenia.

Autorzy pracy stwierdzili, że narażenie zawodowe na dekatlenek tetrafosforu o podanych stężeniach nie miało wpływu na roczne zmiany w badanej sprawności wentylacyjnej płuc, natomiast nałóg palenia miał wpływ na obserwowane zmiany u pracowników palących (Dutton 1993).

DZIAŁANIE TOKSYCZNE NA ZWIERZĘTA

Toksyczność ostra

Dane o toksyczności ostrej dekatlenku tetrafosforu dla zwierząt, które pochodzą z wyników badań narażenia ich na produkty dymu powstałego przy spalaniu czerwonego i białego fosforu, zamieszczono w tabeli 1. Należy zwrócić uwagę na duże różnice wartości LC_{50} w zależności od gatunku zwierząt.

Dekatlenek tetrafosforu wykazuje umiarkowaną ostrą toksyczność inhalacyjną w wypadku działania na króliki oraz szczury i jest silnie toksyczny w wypadku działania na myszy, jak również świnki morskie. U narażanych zwierząt stwierdzono wyraźne podrażnienie układu oddechowego oraz oczu. Wartości tych stężeń nie można jednak wykorzystać do klasyfikacji związku, gdyż narażenie trwało tylko 1 h, zamiast 4 h.

Tabela 1.

Toksyczność ostra inhalacyjna dekatlenku tetrafosforu dla zwierząt

Gatunek zwierząt	Wartość LC ₅₀ , mg/m ³ /1 h	Piśmiennictwo
Szczur	1217	Toxicologist 1981; CHEMINFO 2002
Mysz	271	Toxicologist 1981; CHEMINFO 2002
Królik	1689	Toxicologist 1981; CHEMINFO 2002
Świnka morska	61	Toxicologist 1981; CHEMINFO 2002

Toksyczność przewlekła

W dostępnym piśmiennictwie i w dostępnych bazach danych nie znaleziono żadnych informacji o toksyczności dla zwierząt dekatlenku tetrafosforu po wielokrotnym narażeniu.

ODLEGŁE SKUTKI DZIAŁANIA TOKSYCZNEGO

Działanie rakotwórcze

W dostępnym piśmiennictwie i bazach danych nie znaleziono informacji o działaniu rakotwórczym dekatlenku tetrafosforu.

Działanie mutagenne

W dostępnym piśmiennictwie i bazach danych nie znaleziono informacji o działaniu mutagennym dekatlenku tetrafosforu.

Działanie embriotoksyczne, teratogenne oraz wpływ na rozrodczość

W dostępnym piśmiennictwie i bazach danych nie znaleziono informacji o działaniu embriotoksycznym i teratogennym dekatlenku tetrafosforu oraz jego wpływie na rozrodczość.

TOKSYKOKINETYKA

Wchłanianie

W dostępnym piśmiennictwie i bazach danych nie znaleziono informacji o wchłanianiu dekatlenku tetrafosforu.

Rozmieszczenie

W dostępnym piśmiennictwie i bazach danych nie znaleziono informacji o rozmieszczeniu dekatlenku tetrafosforu.

Metabolizm

W dostępnym piśmiennictwie i bazach danych nie znaleziono informacji o metabolizmie dekatlenku fosforu.

Wydalanie

W dostępnym piśmiennictwie i bazach danych nie znaleziono informacji o wydalaniu dekatlenku fosforu.

MECHANIZM DZIAŁANIA TOKSYCZNEGO

Stwierdzone skutki szkodliwe dekatlenku fosforu to działanie drażniące i żrące. Szybka egzotermiczna reakcja z wodą prowadzi do powstania kwasu fosforowego, co powoduje silne odwodnienie tkanek, a przez to ich destrukcję (CEC 1992; Payne i in. 1993).

DZIAŁANIE ŁĄCZNE

W dostępnym piśmiennictwie i bazach danych nie znaleziono informacji na temat działania łącznego dekatlenku tetrafosforu z innymi substancjami.

ZALEŻNOŚĆ EFEKTU TOKSYCZNEGO OD WIELKOŚCI NARAŻENIA

Intensywność działania drażniącego dekatlenku tetrafosforu jest zależna od wielkości narażenia. Stężenia $0,8 \div 5,4 \text{ mg/m}^3$ dekatlenku tetrafosforu nie powodowały dokuczliwego drażnienia u pracowników, stężenia $3,6 \div 11,3 \text{ mg/m}^3$ wywoływały kaszel, natomiast stężenie 100 mg/m^3 nie było tolerowane przez pracowników, nawet tych, którzy byli przyzwyczajeni do pracy z dekatlenkiem tetrafosforu (CEC 1992; Payne i in. 1993).

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

Istniejące wartości NDS i ich podstawy

W 14 państwach europejskich, w tym i w Polsce ustalono dla dekatlenku tetrafosforu (P_4O_{10}) wartości NDS oraz częściowo wartości NDSch (wartości najwyższego dopuszczalnego stężenia chwilowego). Nie ma natomiast takich normatywnych wartości dekatlenku tetrafosforu określonych w USA. Istniejące w różnych państwach wartości NDS zestawiono w tabeli 2.

Tabela 2.

Wartości normatywów higienicznych ustalone dla dekatlenku tetrafosforu w różnych państwach (RTECS 2005; ACGIH 2006; MAK 2006; DzU nr 217 z 2002 r., poz. 1833 ze zm.; Dyrektywa 2006/15/WE)

Państwo/organizacja/institucja	Wartość NDS, mg/m ³	Wartość NDSC _h , mg/m ³
Francja	1	–
Holandia	1	–
Niemcy	2	–
Norwegia	1	–
Polska	1	3
Rosja	–	1
Wielka Brytania	–	2
UE (dyrektywa 2006/15/WE)	1	–
USA:		
– ACGIH	–	–
– OSHA	–	–
– NIOSH	–	–

W trzech państwach nie ustalono wartości NDS, a jedynie ustalono wartość NDSC_h równą 2 mg/m³. W trzech państwach, oprócz wartości NDS równej 1 mg/m³, ustalono również wartość chwilową równą 2 mg/m³. Tylko w Polsce obowiązuje wartość NDSC_h wynosząca 3 mg/m³.

Podstawy proponowanej wartości NDS i DSB

Za podstawę wyznaczenia wartości NDS dekatlenku tetrafosforu proponuje się przyjąć wyniki badania epidemiologicznego przeprowadzonego na 131 pracownikach zatrudnionych od 3 do 46 lat przy przeróbce rudy fosforu. Byli oni narażeni na kwas fosforowy, tlenki fosforu i fluorki oraz lotny pak węglowy. Na stanowiskach pracy mierzono w powietrzu stężenie dekatlenku tetrafosforu, fluorków i lotnego paku węglowego, których najwyższe stężenie wynosiło odpowiednio: 2,23; 4,21 i 1,04 mg/m³. Nie obserwowano zmian sprawności wentylacyjnej płuc po narażeniu na dekatlenek tetrafosforu o stężeniu nieprzekraczającym 2,23 mg/m³ w okresie obserwacji wynoszącym od 3 do 7 lat.

Stężenie dekatlenku tetrafosforu równe 2,23 mg/m³ przyjęto za wartość NOAEL. Przyjmując współczynnik wrażliwości osobniczej dla ludzi *A* równy 2, proponuje się przyjęcie stężenia 1 mg/m³ za wartość NDS. Proponowana wartość jest zgodna z postanowieniami zawartymi w dyrektywie 2006/15/WE oraz z wartościami normatywnymi przyjętymi w innych państwach (tab. 2).

W celu obliczenia wartości NDS dekatlenku tetrafosforu, przyjęto następujące wartości współczynników niepewności:

- *A* = 2, współczynnik związany z różnicami we wrażliwości osobniczej człowieka
- *B* = 1, współczynnik związany z różnicami wynikającymi z drogi podania
- *C* = 1, współczynnik związany z przejściem z badań krótkoterminowych do przewlekłych
- *D* = 1, współczynnik związany z przyjęciem wartości NOAEL
- *E* = 1, współczynnik modyfikacyjny dotyczący oceny eksperta o kompletności danych oraz potencjalnych skutkach odległych.

Do wyprowadzenia wartości NDSCh dekatlenku tetrafosforu, niezbędnej do ustalenia ze względu na działanie drażniące związku, przyjęto równanie:

$$\log \text{NDSCh} = \log \text{NDS} + u(P) \cdot \log S_g$$
$$\text{NDSCh} = \text{NDS} \cdot S_g^{u(P)},$$

w którym:

- $u(P)$ – współczynnik związany z prawdopodobieństwem przekroczenia wartości krótkoterminowej równy 1,53
- S_g – standardowe geometryczne odchylenie (w granicach 1,5 ÷ 2,0)
- $\log S_g$ – w granicach 0,18 ÷ 0,30
- uFs – współczynniki niepewności.

Po podstawieniu wartości do wzoru, obliczamy wartość NDSCh dekatlenku tetrafosforu:

$$\text{NDSCh} = 1,859 \cdot \text{NDS} \div 2,888 \cdot \text{NDS} =$$
$$1,859 \cdot 1 \text{ mg/m}^3 \div 2,888 \cdot 1 \text{ mg/m}^3$$
$$\text{NDSCh} = 1,9 \div 2,9 \text{ mg/m}^3.$$

Ze względu na silne działanie drażniące dekatlenku tetrafosforu, proponuje się przyjęcie stężenia 2 mg/m³ za wartość NDSCh związku, zamiast dotychczasowego stężenia wynoszącego 3 mg/m³. Zaleca się również oznakowanie dekatlenku tetrafosforu w wykazie NDS literą „C” oznaczającą związek o działaniu żrącym.

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

dr BOŻENA NOWAKOWSKA
specjalista medycyny pracy
Instytut Medycyny Pracy
91-348 Łódź
ul. św. Teresy od Dzieciątka Jezus 8

Zakres badania wstępnego

Ogólne badanie lekarskie ze zwróceniem uwagi na układ oddechowy, aparat ochronny oczu i skórę.

Badanie okulistyczne w zależności od wskazań, a także rtg. płuc oraz spirometria.

Zakres badań okresowych

Ogólne badanie lekarskie ze zwróceniem uwagi na układ oddechowy i skórę.

Badanie okulistyczne w zależności od wskazań, badanie laryngologiczne w zależności od wskazań, rtg. płuc w zależności od wskazań oraz spirometria.

Częstotliwość badań okresowych: co 2 lata.

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 lub osoby przyjmowanej do pracy.

Zakres ostatniego badania okresowego przed zakończeniem aktywności zawodowej

Ogólne badanie lekarskie ze zwróceniem uwagi na układ oddechowy, aparat ochronny oczu i skórę.

Badanie okulistyczne, badanie laryngologiczne, a także rtg. płuc oraz spirometria.

Układy (narządy) krytyczne

Układ oddechowy, narząd wzroku i skóra.

Przeciwwskazania lekarskie do zatrudnienia

Przewlekłe zanikowe i przerostowe nieżyty błony śluzowej dróg oddechowych, przewlekła obturacyjna choroba płuc, przewlekłe stany zapalne skóry oraz przewlekłe nieżyty spojówek i rogówki.

U w a g a

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

Substancja działa żrąco na skórę i oczy oraz wykazuje silne działanie drażniące na drogi oddechowe.

PIŚMIENNICTWO

ACGIH (2006) Guide to occupational exposure values.

CHEMINFO (February 2002) Canadian Centre for Occupational Health and Safety.

CEC (1992) Occupational exposure limits. Office of Official Publications of the EC. 2985, Grand Duchy of Luxembourg.

Chemical products synopsis. Phosphorus pentoxide (1985).

Dutton C.B. i in. (1993) Lung function in workers refining phosphorus rock to obtain elementary phosphorus. *J. Occup. Med.* Vol. 35, 10, 1028-33.

Dyrektywa Rady (1991) 91/322 EWG.

Rozporządzenie ministra pracy i polityki socjalnej w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy z dnia 1 grudnia 1989 r. DzU 1995, nr 69, poz. 351, z późn. zmianami.

Gosselin R.E. i in. (1984) Clinical toxicology of commercial products. 5-th ed. Baltimore, Williams and Wilkins.

Gunter B.J. (1979) Health hazard evaluation determination. Raport No. HHE-79-8-584. Stauffer Chemical Company, Silver Bow.

Heimann A. (1983) Phosphorus and compounds w encyclopaedia of occupational health and safety. Vol. 2 p. 1681, 4.

HSDB, Hazardous Substance Data Bank (sierpień) 2001 [baza danych].

Payne M.P., Shillaker R.O., Wilson A.J. (1993) Phosphoric acid, phosphorus pentoxide, phosphorus oxychloride, phosphorous pentachloride, phosphorous pentasulphide, HSE Toxicity Review 30.

RTECS, Registry of Toxic Effects of Chemical Substances (sierpień 2001).

Toxicologist (1981) Vol. 1, 1, 140.

ROMAN KNAPEK

Tetraphosphorus decaoxide

A b s t r a c t

Tetraphosphorus decaoxide (TD) is a white solid with a weak phosphorous odor. It is strongly hygroscopic.

Tetraphosphorus decaoxide is used in the production of phosphorus oxychlorides, acrylic esters, surface active substances and special glassware. Tetraphosphorus decaoxide is a strong irritant for the respiratory tract, skin and eyes. It is a corrosive substance. There are no data about chronic toxicity or delayed effects.

The proposed maximum exposure limit MAC (TWA) of 1 mg/m³ is based on an epidemiological study of 131 workers employed for 3 to 46 years mining phosphorous ore. No decrease of pulmonary respiration efficiency in the workers was stated during observation the period of 3 to 7 years.

The proposed MAC (STEL) value is 2 mg/m³, because tetraphosphorus decaoxide is a strong irritant.