

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

Tetrafluorek siarki

Dokumentacja proponowanych wartości dopuszczalnych wielkości narażenia zawodowego*

NDS: 0,5 mg/m³
NDSCh: 1 mg/m³
NDSP: –
DSB: –
C – substancja o działaniu żrącym

Data zatwierdzenia przez Zespół Ekspertów: 24.06.1998
Data zatwierdzenia przez Komisję ds. NDS i NDN: 10.12.1999

Słowa kluczowe: tetrafluorek siarki, działanie drażniące, heksafluorek siarki – rozkład.

Key words: sulphur tetrafluoride, irritation, degradation of sulphur heksafluoride.

Tetrafluorek siarki (SF₄) jest bezbarwnym, niepalnym gazem o zapachu podobnym do ditlenku siarki, aktywnym i żrącym. Gwałtownie reaguje z wodą, hydrolizując do kwasu fluorowodorowego i fluorku tionylu. Używany jest do produkcji materiałów wodoodpornych, smarów oraz niektórych pestycydów. Tetrafluorek siarki może powstawać w wyniku rozkładu termicznego heksafluorku siarki – związku wchodzącego w skład materiałów izolacyjnych stosowanych w kondensatorach, transformatorach, kablach i wyłącznikach.

Tetrafluorek siarki jest gazem silnie trującym, którego toksyczność jest porównywana z działaniem fosgenu.

Ostre narażenie szczurów na SF₄ o stężeniu 17,6 mg/m³ powodowało zaburzenia czynnościowe układu oddechowego, duszności oraz pojawienie się wydzieliny z nosa i apatię.

Tetrafluorek siarki został zaklasyfikowany jako substancja o działaniu silnie drażniącym układ oddechowy.

Wykazano związek między zawodowym narażeniem na fluorki i fluorowodór a występowaniem objawów podobnych do astmatycznych. U 8,1% badanej populacji narażonych na fluorki i fluorowodór występowały duszności i świszczący oddech, ustępujące w czasie wolnym od pracy. Wyliczone ryzyko wystąpienia objawów podobnych do astmatycznych, wynikające z nadwrażliwości oskrzeli na drażniące działanie fluorków w grupach o narażeniu 0,41 ÷ 0,80 mg/m³ i > 0,80 mg/m³, wyniosło odpowiednio 3,4 i 5,2.

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

W normach: PN-74/Z-04093/01, PN-75/2-04093/02 i PN-82/Z-04093/03 podano metody oznaczania stężenia tetrafluorku siarki w powietrzu na stanowiskach pracy.

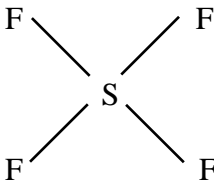
Narażenie na tetrafluorek siarki o średnim stężeniu wynoszącym $1,16 \text{ mg/m}^3$ ($0,70 \div 1,64 \text{ mg/m}^3$) pięciu ochotników przez $10 \div 50$ dni (6 h/dzień, 5 dni/tydzień) nie wywoływało żadnych zauważalnych objawów. Narażenie na związki o większych stężeniach – średnio: 2,12; 2,23; 2,78; 3,46 i $3,89 \text{ mg/m}^3$, powodowało objawy łagodnego podrażnienia skóry twarzy i oczu oraz błony śluzowej nosa. Nie odnotowano nigdy podrażnienia dolnych dróg oddechowych.

Aktywny fluorowódor w środowisku wodnym tworzy kwas fluorowodorowy i w konsekwencji fluorki. Istnieje wobec tego potencjalne niebezpieczeństwo, że przy długotrwałym narażeniu na SF_4 mogą wystąpić zmiany w układzie kostnym, charakterystyczne dla fluorozy.

Podsumowując przedstawione wyniki badań, proponujemy przyjąć wartość najwyższego dopuszczalnego stężenia (NDS) tetrafluorku siarki równą $0,5 \text{ mg/m}^3$. Ze względu na drażniące właściwości kwasu fluorowodorowego proponuje się wprowadzenie dla tetrafluorku siarki wartości NDSCh równej 1 mg/m^3 . Wydaje się, że zaproponowane wartości powinny zabezpieczyć ludzi przed wystąpieniem objawów nadwrażliwości oskrzeli na fluorowódor, jak i przed działaniem drażniącym związku na skórę i błony śluzowe.

CHARAKTERYSTYKA SUBSTANCJI, ZASTOSOWANIE, NARAŻENIE ZAWODOWE

Ogólna charakterystyka substancji (Guide... 1996):

– wzór sumaryczny	SF_4
– wzór strukturalny	
– nazwa polska	tetrafluorek siarki
– nazwa wg CAS	sulphur tetrafluoride
– numer CAS	7783-60-0
– numer RTECS	WT4800000
– synonimy	tetrafluorosulfurane.

Właściwości fizykochemiczne:

– masa cząsteczkowa	108,07
– postać	aktywny i żrący bezbarwny, niepalny gaz, o zapachu podobnym do ditlenku siarki
– temperatura wrzenia	$-40,4 \text{ }^\circ\text{C}$
– temperatura topnienia	$-124 \text{ }^\circ\text{C}$
– ciśnienie par	brak danych
– gęstość par	3,783 (powietrze = 1)
– gęstość właściwa	brak danych
– temperatura zapłonu	brak danych
– temperatura samozapłonu	brak danych
– rozpuszczalność:	słabo rozpuszcza się w benzenie, gwałtownie reaguje z wodą
– granice wybuchowości	brak danych

- reaktywność: w środowisku wodnym łatwo hydrolizuje do kwasu fluorowodorowego i fluorku tionylu, który dalej wolno hydrolizuje do kwasu fluorowodorowego i ditlenku siarki
- próg zapachowy brak danych
- współczynniki przeliczeniowe: 1 ppm = 4,41 mg/m³; 1 mg/m³ = 0,23 ppm.

Zastosowanie, narażenie zawodowe

Tetrafluorek siarki jest używany w reakcjach podstawiania tlenu w związkach nieorganicznych, organicznych i metaloorganicznych fluorem. Używany jest do produkcji materiałów wodoodpornych i niektórych smarów. Stosowany jest także w cyklu produkcji pestycydów (Guide... 1996).

Tetrafluorek siarki (SF₄) powstaje w wyniku rozkładu termicznego heksafluorku siarki (SF₆) – związku wchodzącego w skład materiałów izolacyjnych stosowanych w kondensatorach, transformatorach, kablach i wyłącznikach, może powstawać także w czasie napraw kabli elektrycznych (Kraut, Lilis 1990). Grupa ludzi zawodowo narażonych na ten związek w Stanach Zjednoczonych w ostatnich 20 latach istotnie wzrosła z około 177 osób w 1971 r. do około 9000 w latach 80. (Kraut, Lilis 1990).

Heksafluorek siarki jest obojętnym gazem, rozkładającym się w obecności tlenu w łuku elektrycznym do mieszaniny tlenofluorków siarki. Wszystkie produkty jego rozkładu są związkami silnie toksycznymi (tab. 1). W warunkach beztlenowych i bezwodnych głównym produktem rozkładu SF₆ jest tetrafluorek siarki (Boudene i in. 1974). Tetrafluorek siarki jest silnie trującym gazem, którego toksyczność jest porównywana z działaniem fosgeny. SF₄ w środowisku wodnym tworzy kwas fluorowodorowy (HF) i fluorek tionylu (SOF₂), który dalej może hydrolizować do ditlenku siarki i kwasu fluorowodorowego.

Tabela 1.

Wartości TLV dla heksafluorku siarki i produktów jego rozkładu (wg ACGIH 1989)

Nazwa związku	Wartość TLV
Heksafluorek siarki, SF ₆	1000 ppm (6073,2 mg/m ³)
Tetrafluorek siarki, SF ₄	0,1 ppm (0,441 mg/m ³) – stężenie pułapowe
Pentafluorek siarki, S ₂ F ₁₀	0,01 ppm (0,106 mg/m ³) – stężenie pułapowe
Fluorek tionylu, SOF ₂	–
Ditlenek siarki, SO ₂ F ₂	5 ppm (21,2 mg/m ³); 10 ppm (42,4 mg/m ³) – stężenie chwilowe
Fluorowodór, HF	3 ppm (2,5 mg/m ³) – stężenie pułapowe

DZIAŁANIE TOKSYCZNE NA LUDZI

Obserwacje kliniczne. Zatrucia ostre

Do początku lat 90. opisano tylko dwa incydenty narażenia ludzi na heksafluorek siarki w miejscu pracy.

W pierwszym przypadku sześciu pracowników naprawiało pod ziemią spalony kabel elektryczny. Pierwszym etapem pracy było rozcięcie rury otaczającej kabel nożem pneumatycznym zasilanym sprężonym powietrzem. Po około 1 h pracy robotnicy poczuli zapach przypominający zapach palącego się akumulatora, stwierdzili ponadto łzawienie oczu, suchość i pieczenie w gardle oraz ucisk w klatce piersiowej. Pracownicy opuścili zamknięte pomieszczenie, a objawy podrażnienia błon śluzowych ustąpiły samoistnie. Powrót do pracy spowodował nasilenie trudności z oddychaniem, zmęczenie, nudności i wymioty oraz krwawienie z nosa i ból głowy. Wszyscy robotnicy zostali objęci opieką medyczną.

Analiza pobranych próbek powietrza z miejsca pracy wykonana metodą spektrometrii masowej wykazała obecność SF₄. Nie dokonano jednak pomiaru stężenia SF₄. Pracownicy byli narażeni na SF₄ przez okres około 6 h w trakcie 12-godzinnej pracy.

Spośród sześciu pracowników narażonych na SF₄ u pięciu wystąpiły objawy podrażnienia układu oddechowego, a u jednego tylko podrażnienie oczu. Opisane objawy ustąpiły w ciągu około tygodnia. Przez miesiąc utrzymywało się jedynie krwawienie z nosa u trzech pracowników, a także występowały trudności w oddychaniu u dwóch osób. Również objawy zmęczenia i bóle głowy u dwóch pracowników utrzymujące się do miesiąca łączono z incydem naprawy kabla. Wyniki badania radiograficznego klatki piersiowej wykonane w drugiej dobie po narażeniu nie wykazały żadnych zmian, również były w normie testy czynnościowe płuc przeprowadzone w 3. ÷ 10. dobie po wypadku.

U pacjenta, który w przeszłości był leczony na astmę, dwa tygodnie po incydencie powtórnie wykonano testy wydolności płuc, które wykazały zmiany obturacyjne. Objawy te ustąpiły po około miesiącu (*Kraut, Lilis* 1990).

Pilling i Jones (1988) opisali symptomy zatrucia produktami degradacji SF₆ u dwóch pracowników remontujących zbiornik, w którym składowano SF₆. U jednego z pracowników 19 min po wejściu do zbiornika stwierdzono kłopoty z oddychaniem. Natychmiast podano pacjentowi tlen i udzielono pierwszej pomocy lekarskiej, a następnie hospitalizowano. U drugiego pracownika podobne objawy wystąpiły po około 30 min pracy w zbiorniku. Obserwacje kliniczne i wyniki wykonanych badań sugerowały, że związki obecne w atmosferze zbiornika spowodowały uszkodzenie pęcherzyków płucnych, czego bezpośrednim skutkiem był obrzęk płuc, niedotlenienie i umiarkowane zakwaszenie tkanek. Objawy te były jednak krótkotrwałe i ustąpiły u jednego pracownika po 3 dniach, a u drugiego po 3 tygodniach.

Analiza chemiczna powietrza na dnie zbiornika wykazała: 18,6% tlenu, 1500 ppm (9110 mg/m³) SF₆ i 50 ppm (212 mg/m³) SO₂F₂. Nie analizowano stężeń innych fluorków i tlenofluorków siarki w atmosferze remontowanego zbiornika, jednak autorzy sugerują obecność także SF₄.

Obserwacje kliniczne. Zatrucia przewlekłe

Nie zaobserwowano u ludzi przypadków zatrucia przewlekłego.

Badania epidemiologiczne

Nie ma danych na ten temat w dostępnym piśmiennictwie.

DZIAŁANIE TOKSYCZNE NA ZWIERZĘTA

Toksyczność ostra

W 1962 r. opublikowano pracę, w której autorzy stwierdzili, że narażenie szczurów na tetrafluorek siarki o stężeniu 220 mg/m^3 (50 ppm) spowodowało zgon wszystkich zwierząt. Autorzy nie podali jednak żadnych danych o czasie narażenia. W badaniach anatomopatologicznych stwierdzono obrzęk płuc u wszystkich zwierząt (cyt. za Clayton 1962).

Czterogodzinne narażenie szczurów na SF_4 o stężeniu $83,8 \text{ mg/m}^3$ (19 ppm) spowodowało 50-procentową śmiertelność wśród badanych zwierząt (Clayton 1962).

Toksyczność podprzewlekła

Narażenie szczurów na tetrafluorek siarki o stężeniu $17,6 \text{ mg/m}^3$ (4 ppm) przez 4 h powtarzane 10-krotnie w ciągu 12 dni spowodowało zaburzenia czynnościowe układu oddechowego, duszność, pojawienie się wydzieliny z nosa i apatię. U dwóch szczurów zabitych bezpośrednio po 10. narażeniu stwierdzono rozedmę płuc. Czternaście dni po zakończeniu narażenia nie stwierdzano zmian klinicznych ani zmian anatomopatologicznych u narażonych zwierząt (Clayton 1962; Truhaut i in. 1973).

Jednogodzinne narażenie na SF_4 o stężeniu $176,4 \text{ mg/m}^3$ (40 ppm) przeżyły wszystkie szczury (Clayton 1962).

W tabeli 2. zebrano dostępne wyniki badań toksyczności inhalacyjnej u zwierząt narażanych na SF_4 . Przedstawione wyniki badań należy traktować jednak krytycznie ze względu na niewielką liczbę zwierząt poddanych eksperymentom.

Tabela 2.

Wyniki badań toksyczności inhalacyjnej tetrafluorku siarki u zwierząt

Gatunek zwierząt	Stężenie, mg/m^3	Czas narażenia, h	Skutki narażenia	Piśmiennictwo
Szczur	220	brak danych	śmierć, w badaniach anatomopatologicznych – obrzęk płuc	Clayton 1962
Szczur	176	1	żadnych zmian patologicznych	Clayton 1962
Szczur	84	4	śmierć 50% zwierząt	Clayton 1962
Szczur	44	1	silne podrażnienie oczu i błony śluzowej nosa, trudności w oddychaniu	Truhaut i in. 1973
Szczur	17,6	4 · 10	zaburzenia czynnościowe układu oddechowego, duszność, apatia, brak zmian klinicznych i anatomopatologicznych	Clayton 1962; Truhaut i in. 1973

ODLEGŁE SKUTKI DZIAŁANIA TOKSYCZNEGO

Działanie rakotwórcze

W dostępnym piśmiennictwie nie ma danych na temat rakotwórczego działania tetrafluorku siarki.

Działanie mutagenne i genotoksyczne

W dostępnym piśmiennictwie nie ma danych na temat działania mutagennego tetrafluorku siarki.

Działanie na rozrodczość

W dostępnym piśmiennictwie nie ma danych na temat toksycznego działania tetrafluorku siarki na rozrodczość.

TOKSYKOKINETYKA

Wchłanianie i rozmieszczenie

Tetrafluorek siarki po rozłożeniu na HF i SO₂ w kontakcie z wodą ulega szybkiej absorpcji z dróg oddechowych. Po wchłonięciu część fluorków zostaje zdeponowana w tkance kostnej, część zaś ulega wydalaniu, głównie z moczem. Odkładanie fluorków w kościach może sięgać 10% wchłoniętej dawki (*Collings i in.* 1951).

Szczegółowe dane dotyczące wchłaniania i rozmieszczania fluorków omówiono w dokumentacji NDS dla fluorowodoru.

Metabolizm i wydalanie

W moczu fluorki występują w postaci jonu F⁻ oraz w niewielkiej ilości jako HF. Równowaga między F⁻ i HF zależy od pH. Fluorki resorbowane są w kanalikach nerkowych w postaci HF. Proces ten jest szybszy w środowisku kwaśnym (*Whitford i in.* 1976). Przy prawidłowej funkcji nerek wchłonięte fluorki są wydalone w ciągu kilku godzin – maksymalne wydalanie następuje w 2 ÷ 4 h po wchłonięciu. Przez nerki wydalana się około 50% wchłoniętej dawki w postaci niezmienionej, 6 ÷ 10% dawki wydalana się z kałem, 13 ÷ 23% z potem, a reszta dawki podlega wymianie w układzie kostnym (*Environmental...* 1984).

Szczegółowe dane dotyczące metabolizmu i wydalania fluorków omówiono w dokumentacji NDS dla fluorowodoru.

MECHANIZM DZIAŁANIA TOKSYCZNEGO

Tetrafluorek siarki łatwo hydrolizuje do kwasu fluorowodorowego. Przypuszcza się, że toksyczne działanie SF₄ na organizm wynika z bezpośredniego oddziaływania HF na tkanki.

Kwas fluorowodorowy jest jednym z najbardziej żrących kwasów nieorganicznych. Jony fluorkowe, wnikać w głąb tkanek miękkich, powodują ich martwicę rozplywną. Jony fluorkowe niszczą strukturę błony komórkowej, przez którą wnikać do wnętrza komórek. Destrukcji tkanek towarzyszy silny ból związany z uruchamianiem jonów wapniowych z tkanek. Jony wapniowe powodują wypływ jonów potasowych z komórek i stymulacje przez nie zakończeń nerwowych (*Klauder i in.* 1955).

Sądzi się, że fluorki mogą hamować działanie niektórych enzymów metalozależnych, ze względu na powinowactwo fluoru do magnezu, miedzi i cynku (*Dziubek* 1982).

DZIAŁANIE ŁĄCZNE

W dostępnym piśmiennictwie nie ma danych na temat łącznego działania tetrafluorku siarki z innymi substancjami chemicznymi.

ZALEŻNOŚĆ EFEKTU TOKSYCZNEGO OD WIELKOŚCI NARAŻENIA

W dostępnym piśmiennictwie są nieliczne dane dotyczące zależności dawka-efekt przy narażeniu na tetrafluorek siarki. Na podstawie wyników badań toksyczności ostrej wykazano, że SF₄ jest wyjątkowo toksycznym gazem o silnym działaniu drażniącym. Jednogodzinne narażenie szczurów na SF₄ o stężeniu 44,1 mg/m³ (10 ppm) powoduje silne podrażnienie oczu i błony śluzowej nosa oraz trudności w oddychaniu. Sekcja zwierząt wykazała patologiczne zmiany w płucach. Dziesięciokrotne 4-godzinne narażenie szczurów na SF₄ o stężeniu 17,6 mg/m³ (4 ppm) powodowało u narażanych zwierząt trudności w oddychaniu (tab. 2), (Truhaut i in. 1973).

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

Istniejące wartości NDS i ich podstawy

Dostępne dane dotyczące wartości normatywów higienicznych dla tetrafluorku siarki obowiązujące w niektórych państwach zebrano w tabeli 3. Za efekt krytyczny przyjęto działanie drażniące SF₄ na błony śluzowe oczu i górnych dróg oddechowych.

Tabela 3.

Wartości NDS dla tetrafluorku siarki obowiązujące w niektórych państwach (RTECS 1997)

Państwo/instytucja/ organizacja	Stężenie NDS, mg/m ³	Stężenie NDSch, mg/m ³
Australia	0,4	
Dania	0,4	
Finlandia	0,4	1,32
Holandia	0,4	
Szwajcaria	0,4	
Anglia	0,4	1,32
USA:		
– ACGIH		0,44*
– NIOSH		0,44*
– OSHA	2,5 mg F/m ³	

* NDSP – stężenie pułapowe.

Podstawy proponowanej wartości NDS

Tetrafluorek siarki w 1971 r. został zaklasyfikowany jako substancja o działaniu silnie drażniącym układ oddechowy.

Wykazano, że za drażniące działanie SF₄ jest odpowiedzialny HF tworzący się w reakcji z wodą. Przy całkowitej hydrolizie SF₄ 75% przekształca się w HF₄, tzn. z 1 mola tetrafluorku siarki powstają 4 mole HF₄, czyli 108 g SF₄ przekształca się w 80 g HF. Dlatego też proponujemy przyjąć wartość najwyższego dopuszczalnego stężenia (NDS) tetrafluorku siarki równą wartości NDS fluorowodoru.

Przy ustalaniu wartości NDS dla fluorowodoru oparto się na podanych w dalszej części dokumentu informacjach. Na podstawie wyników badań *Kongeruda* i *Samuelsena* (1991) wykazano związek między zawodowym narażeniem na fluorki i fluorowodór a występowaniem objawów podobnych do astmatycznych – duszności i świszczącego oddechu. Wśród przebadanych 1301 robotników, szczególne zainteresowanie budziła grupa 105 osób (8,1%) zgłaszająca wymienione objawy chorobowe, które ustępowały w czasie dni wolnych od pracy. Wyliczone przez autorów ryzyko wystąpienia objawów podobnych do astmatycznych, które wynikały prawdopodobnie z nadwrażliwości oskrzeli na drażniące działanie fluorków, w grupach narażanych na fluorki i fluorowodór o stężeniach 0,41 ÷ 0,80 mg/m³ i > 0,80 mg/m³ wynosiło odpowiednio 3,4 i 5,2.

W badaniach *Largenta* (1961) narażano 5 ochotników przez 10 ÷ 50 dni (6 h/dzień, 5 dni/tydzień) na HF o stężeniach 1,16 ÷ 3,89 mg/m³. Narażenie na HF o średnim stężeniu 1,16 mg/m³ (0,70 ÷ 1,64 mg/m³) nie wywoływało żadnych zauważalnych objawów. Przy narażeniu na związek o stężeniach większych, wynoszących średnio: 2,12; 2,23; 2,78; 3,46 i 3,89 mg/m³ narażani ochotnicy zgłaszali objawy łagodnego podrażnienia skóry twarzy i oczu oraz błony śluzowej nosa. Nie odnotowano podrażnienia dolnych dróg oddechowych przy żadnym z testowanych stężeń. Na podstawie wyników przedstawionych badań przyjęto wartość najwyższego dopuszczalnego stężenia dla HF równą 0,5 mg/m³.

Podsumowując, proponujemy przyjęcie wartości najwyższego dopuszczalnego stężenia dla tetrafluorku siarki równej 0,5 mg/m³.

Uwzględniając drażniące właściwości HF oraz opublikowane w Niemczech w 1996 r. wytyczne dotyczące ustalania najwyższych dopuszczalnych stężeń substancji chemicznych w środowisku pracy, zaklasyfikowano SF₄ do I grupy związków o najsilniejszych właściwościach drażniących. Proponuje się wprowadzenie dla tetrafluorku siarki wartości NDSCh równej 2 razy wartość NDS i wynoszącej 1 mg/m³. Wydaje się, że zaproponowane wartości powinny zabezpieczyć ludzi przed wystąpieniem objawów nadwrażliwości oskrzeli u osobników szczególnie wrażliwych na HF, jak i przed działaniem drażniącym związku na skórę, oczy i błony śluzowe.

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

lek. BOŻENA NOWAKOWSKA
specjalista medycyny pracy
Instytut Medycyny Pracy
90-950 Łódź
ul. św. Teresy 8

Zakres badania wstępnego

Ogólne badanie lekarskie, ze zwróceniem uwagi na układ oddechowy i spojówki. Spirometria.

Zakres badań okresowych

Ogólne badanie lekarskie, ze zwróceniem uwagi na układ oddechowy i spojówki. Spirometria.
Częstotliwość badań okresowych: co 2 ÷ 3 lata.

Zakres ostatniego badania okresowego przed zakończeniem aktywności zawodowej

Ogólne badanie lekarskie, ze zwróceniem uwagi na układ oddechowy i spojówki. Spirometria.
Zdjęcie rtg klatki piersiowej.

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 oddechowy i spojówki.

Przeciwwskazania lekarskie do zatrudnienia

Przewlekłe zapalenie oskrzeli, astma oskrzelowa, przerostowe i zanikowe nieżyty górnych dróg oddechowych oraz przewlekłe zapalenie spojówek.

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

Boudene C. i in. (1974) Identification and study of some properties of compounds resulting from the decomposition of SF₆ under the effect of electrical arcing in circuit breakers. *Rev. Gen. Electricite* 185, 45-78.

Clayton J.W. (1962) The toxicity of fluorocarbons with special reference to chemical constitution. *J. Occupat. Med.* 4, 262-273.

Collings G.H. i in. (1951) Absorption and excretion of inhaled fluorides. *Arch. Ind. Hyg. Occup. Med.* 4, 585-590.

Dziubek T. (1982) Metabolizm fluoru. Materiały konferencji naukowej z 25.05.1979 r. Red. Z. Machoy. Szczecińskie Towarzystwo Naukowe. Poznań, Państwowe Wydawnictwa Naukowe.

- Environmental health criteria. Fluorine and fluorides (1984) Geneva, World Health Organization.
- Guide to occupational exposure values (1996) Compiled by the American Conference of Governmental Industrial Hygienists.
- Klauder J.V.* i in. (1955) Industrial uses of compounds of fluorine and oxalic acid. *Arch. Ind. Health* 5, 412- 419.
- Kongerud J., Samuelsen S.A.* (1991) A longitudinal study of respiratory symptoms in aluminium potroom workers. *Am. Rev. Respir. Dis.* 144, 10-16.
- Kraut A., Lilis R.* (1990) Pulmonary effects of acute exposure to degradation products of sulphur hexafluoride during electrical cable repair work. *Brit. J. Ind. Med.* 47, 829-832.
- Largent E.J.* (1961) Fluorosis – the health aspects of fluorine compounds. Columbus, Ohio State University Press 34-39, 43-48.
- Pilling K.J., Jones H.W.* (1988) Inhalation of degraded sulphur hexafluoride resulting pulmonary oedema. *J. Soc. Occup. Med.* 38, 82-84.
- Registry of Toxic Effects of Chemical Substances, RTECS (1997).
- Truhaut R., Boudene C.I., Cluet J.L.* (1973) Toxicite de quelques derives gazeux et oxyfluores du soufre. *Arch. Mal. Prof.* 34, 581-592.
- Whitford G., Pashley D.H., Stringer G.I.* (1976) Fluoride renal clearance: a pH-dependent event. *Am. J. Physiol.* 230, 527-532.

KONRAD RYDZYŃSKI, JOLANTA GROMADZIŃSKA

Sulphur tetrafluoride

A b s t r a c t

Sulphur tetrafluoride (SF₄) is a colorless, nonflammable gas, very active and corrosive with a sulphur-dioxide-like odor. SF₄ is used in many technological processes. It is a degradation product of sulphur hexafluoride: a substance used as an isolation material in condensers, cables, transformers etc. SF₄ causes irritation of the respiratory tract. The TLV value of 0.5 mg/m³ and the STEL value of 1.0 mg/m³ are proposed.