

Władysław HARMATA, Małgorzata CHAŁUPCZAK
Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa

UKŁADY INSTALACJI FILTROWENTYLACYJNYCH ZE SZCZEGÓLNĄ CHARAKTERYSTYKĄ ELEMENTÓW SKŁADOWYCH ORAZ ZASAD EKSPLOATACJI

Abstract

In the contribution the general information regarding air purification in stable defence objects is presented. The present hazards for breathing system are presented. The group measures for a protection of a contamination are characterized from functional and exploitation point of view. The ways to protect objects against infiltration of contaminated air are discussed. The filterventilation systems (UFW) are presented as the basic devices for purifying, ventilation and recirculation of air are presented. This material contains technological information regarding UFW exploitation in group protection objects.

Streszczenie

W opracowanym materiale przedstawiono ogólne informacje związane z oczyszczaniem powietrza w stałych obiektach obronnych. Omówiono współczesne zagrożenia układu oddechowego. Scharakteryzowano zbiorowe środki ochrony przed skażeniami pod względem funkcjonalnym i eksploatacyjnym. Omówiono sposoby zabezpieczenia obiektów przed przenikaniem powietrza skażonego. Przedstawiono systemy filtrowentylacyjne (UFW), jako podstawowe urządzenia, do oczyszczania, wentylacji i recyrkulacji powietrza, stosowane w obiektach ochrony zbiorowej. Materiał zawiera informacje techniczne i technologiczne eksploatacji UFW w obiektach ochrony zbiorowej.

1. WSPÓŁCZESNE ZAGROŻENIA SKAŻENIAMI

1.1. Wysokotoksycznymi substancjami chemicznymi

Wzrastające uprzemysłowienie i coraz szersze wykorzystanie technologii i materiałów nuklearnych, biologicznych i chemicznych zwiększa niebezpieczeństwo uwolnienia do środowiska toksycznych środków przemysłowych (tsp)¹.

¹ Toksyczne środki przemysłowe – substancje promieniotwórcze lub toksyczne w postaci stałej, ciekłej, gazowej lub aerozolowej, które mogą być używane albo stanowić zapas niezbędny do celów przemysłowych, handlowych, medycznych, wojskowych lub do użytku domowego. Toksyczne

Przyjmuje się, że wysokotoksyczne substancje chemiczne mogą występować w postaci par lub w formie aerozolowej o wielkości cząstek od 0,1 do 10 μm . Do ochrony ludzi powinny być stosowane skuteczne środki obrony i ochrony. Takimi środkami są urządzenia filtrowentylacyjne z filtropochłaniaczami o bardzo wysokiej efektywności oczyszczania powietrza z aerozoli i par. Środki te muszą charakteryzować się dużą efektywnością, gdyż działanie substancji chemicznych na organizm ludzki jest niemal natychmiastowe, a dawki toksyczne współczesnych środków bardzo małe.

1.2. Substancje promieniotwórcze

„Solidnie” zabezpieczone elektrownie jądrowe w sytuacji pokojowej nie stanowią istotnego zagrożenia. Wprawdzie, gdyby zbombardowano czy wysadzono w powietrze elektrownię jądrową o mocy 1300 MW, która już pewien czas pracowała, to ilość uwolnionego materiału promieniotwórczego byłaby równa tej, jaka powstałaby przy eksplozji 1000 bomb zrzuconych na Hiroszimę. Olbrzymie obszary byłyby przez stulecia niezdatne do zamieszkania. Awaria reaktora w Czarnobylu jest tego najlepszym dowodem. Była najpoważniejszym wypadkiem w dziejach pracy wszystkich elektrowni jądrowych. W wyniku tej awarii reaktor został zniszczony całkowicie, a przy tym duża ilość materiałów radioaktywnych dostała się do środowiska. Do atmosfery ulotniło się w postaci aerozoli około 28 kg ^{137}Cs i 0,37 kg ^{131}I . Wymienione ilości są niewielkie, ale obszar, który objęło skażenie sięgał całej Europy. Na terytorium Ukrainy wysiedlono około 135 tysięcy ludzi. Awaria spowodowała narażenie pracowników elektrowni na pochłonięcie wysokich dawek promieniowania

Do narażenia ludzi na promieniowanie jonizujące przyczyniły się przede wszystkim: jod ^{131}I , cez ^{134}Cs i ^{137}Cs . Wkład do dawki miały także inne krótko-życiowe radionuklidy rejestrowane w pierwszym okresie po awarii. Obecnie rejestruje się jeszcze ^{137}Cs w glebie i ściółce leśnej.

Przyjmuje się, że aerozol promieniotwórczy będzie zawierał się w granicach od 0,1 do 10 μm , a natomiast pył promieniotwórczy powyżej 10 μm . Do ochrony ludzi powinny być stosowane skuteczne środki obrony i ochrony. Takimi środkami są urządzenia filtrowentylacyjne z filtropochłaniaczami z wkładami filtracyjnymi klasy min. H14.

1.3. Substancje biologiczne

Z końcem XX wieku pojawia się jednak niepokojący paradoks. Więcej państw niż kiedykolwiek wcześniej podpisuje międzynarodowe porozumienia w celu wyeliminowania broni chemicznej i biologicznej. Jednocześnie coraz więcej jest podejrzewanych o jej produkcję i udoskonalanie.

środki przemysłowe mogą stanowić substancje chemiczne, biologiczne i promieniotwórcze i być opisywane jako toksyczne środki biologiczne, toksyczne środki chemiczne lub toksyczne środki promieniotwórcze. [NO-01-A006, AAP-21]

Odwroćenie tego trendu powinno być główną troską społeczności ogólnoswiatowej. Wyeliminowanie z arsenałów broni chemicznej i biologicznej jest godnym, choć trudnym do realizacji celem. Jeżeli wysiłki te zakończą się fiaskiem, prawdopodobieństwo otrzymania w laboratoriach letalnego czynnika biologicznego z wirusa Ebola lub innego, równie przerażającego w skutkach będzie rosło.

Za zaangażowaniem się w sprawę „rozbrojenia biologicznego” przemawia jeszcze jeden argument: w wypadku ataku tą bronią nie ma możliwości ochrony większych zbiorowisk ludzkich. Szczepionki zapobiegają niektórym chorobom, jednakże, gdy czynnik patogenny nie jest znany odpowiednio wcześniej, ten sposób zabezpieczenia staje się bezwartościowy. Antybiotyki są skuteczne w przypadku poszczególnych rodzajów bakterii lub pewnych klas drobnoustrojów, ale nie wszystkich. Co więcej, na świecie coraz częściej notuje się występowanie groźnych, nieznanych wcześniej zakażeń drobnoustrojami. Jest to efektem narastania zjawiska oporności na antybiotyki, a więc pojawiania się nowych szczepów niewrażliwych na dane leki. Dziś, w erze biotechnologii, możliwe jest „stworzenie” metodami inżynierii genetycznej organizmu, wobec którego obecne szczepionki i antybiotyki są bezużyteczne.

Przyjmuje się, że wielkość wirusów zawiera się niezaprzeczalnych granicach od 0,02 do 0,2 μ m, a bakterii do 0,5 μ m. Natomiast wielkość cząsteczek aerozolu biologicznego przyjmuje się w granicach 0,1 ÷ 1 μ m.

Na szczęście większość czynników biologicznych nie działa na nieuszkodzoną skórę ani nie przenika przez nią w głąb organizmu. Dzięki temu dla większości ludzi wystarczającymi środkami ochronnymi mogą być maski przeciwwgazowe oraz wysokoskuteczne urządzenia filtrowentylacyjne z filtropochłaniaczami z wkładem filtracyjnym klasy min. H14.

1.4. Pyły i aerozole

Wiele badań podjętych zarówno w Stanach Zjednoczonych, jak i w Europie wykazało, że kiedy koncentracja pyłu zawieszonego w powietrzu wzrasta, nawet z niskiego poziomu, obserwuje się wzrost liczby zgonów z powodu chorób układu oddechowego i krążenia oraz więcej osób wymaga leczenia szpitalnego zapalenia oskrzeli i astmy. Światowa Organizacja Zdrowia (WHO, 2005) podsumowuje stan wiedzy następująco:

- Pył generalnie powoduje wzrost ryzyka śmierci z powodu niewydolności układu oddechowego u niemowląt do 1 roku życia, wpływa negatywnie na tempo rozwoju funkcjonowania płuc, zaostrza astmę i powoduje inne objawy ze strony układu oddechowego, takie jak kaszel i zapalenie oskrzeli u dzieci.
- Pył drobny PM_{2,5} poważnie zagraża zdrowiu powodując wzrost zgonów w wyniku chorób serca, naczyń krwionośnych, dróg oddechowych oraz raka płuc. Wzrost stężenia pyłu PM_{2,5} powoduje wzrost ryzyka nagłych

wypadków wymagających hospitalizacji z powodu problemów z krążeniem i oddychaniem.

- Pył PM10 powoduje zwiększenie zachorowalności na choroby układu oddechowego, jak wykazała liczba przyjęć do szpitala z powodu chorób układu oddechowego.

Ludzie nie są jednakowo wrażliwi na zanieczyszczenia powietrza skrajne przedziały populacji są znacznie bardziej wrażliwe niż średnia. Zalicza się do nich dzieci, osoby starsze i osoby przewlekle chore, np. na astmę i inne choroby układu oddechowego.

Pył PM2,5 wykazuje najsilniejszy związek z umieralnością: wzrost długotrwałej koncentracji PM2,5 o 10 g/m³ zwiększa ryzyko śmierci z różnych przyczyn o 6%.

Powyższe szacunki opiera się na porównaniu ekspozycji pomiędzy miastami i przyjmuje się, że wszyscy mieszkańcy miasta są narażeni na taką samą średnią ekspozycję. Ale ostatnie badania w stanie Kalifornia wykazały, że oceny ekspozycji, które są oparte tylko na średnich stężeniach w społeczności mogą prowadzić do zaniżenia ryzyka zdrowotnego o współczynnik dwa lub trzy.

Dla większości ludzi wystarczającymi środkami ochronnymi mogą być respiratory, maski przeciwgazowe oraz wysokoskuteczne urządzenia filtrowentylacyjne z filtropochłaniaczami z wkładem filtracyjnym klasy min. H14.

2. ZBIOROWE ŚRODKI OCHRONY PRZED SKAŻENIAMI

2.1. Użycie środków zbiorowej ochrony przed skażeniami

Zadaniem systemów ochrony zbiorowej jest zapewnienie ciągłości działania i funkcjonowania w warunkach zagrożenia BMR, organizacji wypoczynku i leczenia porażonych. Urządzenia ochrony zbiorowej łagodzą fizjologiczne i psychologiczne efekty wynikające z długotrwałego przebywania w ISOPS.

Wyróżnia się następujące rodzaje SOZ^{2, 3, 4, 5, 6, 7}:

² Chem. 396/2004 Obrona przed bronią masowego rażenia w operacjach połączonych (DD/3.8). MON SGWP.

³ ATP-3.8.1 vol. 2- Specialist NBC Defence capabilities, wprowadzona stanagiem 2522 (Edycja 1), maj 2005.

⁴ Chem. 396/2004 Obrona przed bronią masowego rażenia w operacjach połączonych (DD/3.8). MON SGWP.

⁵ FM 3-11.4 - Multiservice tactics, techniques and procedures for nuclear, biological and chemical (NBC) protection, wyd. 2003

⁶ Harmata W. i współautorzy: Ekspertyza naukowo – techniczna w zakresie wymagania długoterminowego – EG 4405. Udoskonalone środki ochrony przed bronią masowego rażenia (NBC). Sygn. WICHiR – ONIW – 837/2002

⁷ Harmata W., Szmigielski R.: Wojskowa Analiza Taktyczno – Techniczna i Ekonomiczna „Typoszereg filtropochłaniaczy do ochrony zbiorowej z uwzględnieniem zagrożeń chemicznych i biologicznych”, sygn.wewn. WICHiR-ONIW-939/2003

1. Stałe (stacjonarne) obiekty zbiorowej ochrony przed skażeniami. Są to obiekty ochrony zbiorowej nieprzewidywane do przemieszczania, w które jednostki są wyposażone w miejscach stałej dyslokacji (takich jak lotniska, obiekty dowodzenia i kierowania, szpitale, bazy materiałowe). Dysponować nimi powinny jednostki, które muszą realizować swoje zadania w sposób ciągły, nawet wówczas, gdy znajdują się w rejonie skażeń. W USA stałe SOZ dzielone są na aktywne i pasywne. W systemach aktywnych stosowane są systemy filtrowentylacji o wysokiej skuteczności oraz wytrzymałe budynki bądź schrony. Systemy te zapewniają najwyższy poziom ochrony przez długi czas. Systemy pasywne wykorzystują budynki lub schrony jako barierę ochronną, ograniczającą wymianę powietrza z zewnątrz. Ochrona jest tym lepsza im mniej powietrza z zewnątrz dostaje się do wnętrza.
2. Ruchome (mobilne) zbiorowe środki ochrony przed skażeniami. W skład tej grupy wchodzi pojazdy lądowe, statki powietrzne i okręty, wyposażone w urządzenia uszczelniające, których celem jest niedopuszczenie do skażeń wewnętrznych oraz posiadające systemy filtracji powietrza. Systemy te powinny umożliwiać korzystanie z nich w ruchu i na postoju.
3. Przewoźne (transportowalne) zbiorowe środki ochrony przed skażeniami (przystosowane do transportu – kontenerowe i namiotowe) to systemy ochronne, które mogą być rozstawiane i zwijane, a następnie przewożone w zależności od potrzeb jako samodzielne, niezależne od instalacji w budynkach. W ich skład mogą wchodzić również pojazdy kołowe lub gąsienicowe.

2.2. Zalecenia funkcjonalne i eksploatacyjne dla środków ochrony zbiorowej

Zabezpieczenie w systemy zbiorowej ochrony zależne jest od charakteru realizowanych przez nie zadań oraz poziomu zagrożenia. W skład systemów ochrony zbiorowej, w zależności od przeznaczenia, mogą wchodzić następujące moduły⁸:

- ☞ **urządzenie filtrowentylacyjne**⁹ (UFW) - oczyszcza powietrze ze skażeń, utrzymuje nadciśnienie wewnątrz systemu, umożliwia oczyszczanie śluz powietrznych,
- ☞ **moduł klimatyzacji** - utrzymuje wymaganą temperaturę i wilgotność,
- ☞ **moduł regeneracji tlenu** - w razie konieczności służy do uzupełniania niedoborów tlenu w atmosferze,

⁸ Stanag 2515 (Study) - ATP-70 - Collective protection in a nuclear, chemical and biological environment.

⁹ Urządzenie filtrowentylacyjne (air filtration unit) - w zbiorowej ochronie przed skażeniami urządzenie, które dostarcza czyste powietrze do strefy nieskażonej. [NO-01-A006, AAP-21]

- ☞ **filtr recyrkulacji powietrza** – urządzenie filtrowentylacyjne, działające w strefie nieskażonej, stanowi dodatkowe zabezpieczenie przed akumulacją niskich stężeń skażeń wewnątrz SOZ,
- ☞ **moduł zasilania** – dostarczający zasilanie do urządzeń zapewniających funkcjonowanie systemu. Zasilanie może być pobierane z sieci zasilającej, generatora bądź z platformy nosiciela (w systemach ruchomych),
- ☞ **strefa nieskażona**¹⁰ (SN) - w strefie tej personel może przebywać bez założonych ISOPS. Powinna zapewniać szczelność, umożliwiającą wytworzenie odpowiedniego nadciśnienia. Może być podzielona na kilka pomieszczeń. Przepływ powietrza powinien odbywać się w niej w sposób zapobiegający powstawaniu obszarów z utrudnioną wymianą powietrza (zastojów). Może być wyposażona w urządzenia do kontroli skażeń, ciśnienia, zużycia filtrów, oświetlenie i inne zależnie od potrzeb,
- ☞ **śluza powietrzna**¹¹ - tworzy pomieszczenie pomiędzy strefą nieskażoną, a strefą kontrolowanych skażeń, oczyszczane powietrzem ze strefy nieskażonej. Zapobiega to skażeniu SN podczas wchodzenia i wychodzenia,
- ☞ **strefa kontrolowanych skażeń**¹² (SKS) - powinna znajdować się przed śluzą powietrzną. Konstrukcja i wyposażenie zależne są od przeznaczenia, przewidywanego zagrożenia, ilości osób korzystających z systemu oraz przewidywanego natężenia ruchu. W skład SKS mogą wchodzić następujące elementy:
 - **strefa kontroli** – przeznaczona do kontroli wchodzenia i wychodzenia, procedur wstępnych np. identyfikacji personelu,
 - **punkt kontrolny** – wyposażony w detektory do kontroli skażenia personelu i wyposażenia,
 - **strefa zagrożenia ciekłymi środkami trującymi**¹³ (SZC) – wchodzi się do niej bezpośrednio z zewnątrz, wykonywane są w niej

¹⁰ Strefa nieskażona (toxic free area) – w zbiorowej ochronie przed skażeniami przestrzeń wolna od skażeń, która jest szczelna. Występuje w niej nadciśnienie i dostarczane jest czyste powietrze, co umożliwia stanowi osobowemu przebywanie w niej bez konieczności stosowania indywidualnych środków ochrony przed skażeniami. [NO-01-A006, AAP-21].

¹¹ Śluza powietrzna (airlock) - w zbiorowej ochronie przed skażeniami pomieszczenie znajdujące się pomiędzy strefą nieskażoną, a strefą kontrolowanych skażeń albo źródłem zagrożenia jądrowego, biologicznego i chemicznego, posiadające podwójne drzwi, do którego doprowadzane jest czyste powietrze, stwarzające stanowi osobowemu możliwość przemieszczania się z jednej strefy do drugiej i jednocześnie uniemożliwiające przenikanie skażeń do strefy nieskażonej. [NO-01-A006, AAP-21].

¹² Strefa kontrolowanych skażeń (contamination control area) - w zbiorowej ochronie przed skażeniami strefa znajdująca się przed strefą nieskażoną, w której stan osobowy może zdjąć skażone indywidualne środki ochrony przed skażeniami w celu zmniejszenia zagrożenia i w której można przeprowadzić odkażanie sprzętu i materiałów; strefa obejmuje śluzę powietrzną, strefy zagrożone parami bojowych środków trujących, przebieralnie oraz strefy zagrożone ciekłymi środkami trującymi. [NO-01-A006, AAP-21]

¹³ Strefa zagrożenia ciekłymi środkami trującymi (liquid hazard area) – w zbiorowej ochronie przed skażeniami ta część strefy kontrolowanych skażeń, która znajduje się bezpośrednio za wejściem z

- zabiegi specjalne, personel zdejmuje w niej i przechowuje wyposażenie,
- przebieralnia¹⁴ – powinna znajdować się za SZC, zdejmuje się tu skażone ubiory ochronne (bądź nakłada) w stosunkowo bezpiecznych warunkach, zapewnionych przez silny przepływ powietrza ze strefy nieskażonej,
 - *strefa zagrożenia pyłami*¹⁵ (particulate hazard area) – w strefie tej usuwane są pyły np. poprzez stosowanie pryszniców,
 - *strefa zagrożona parami środków trujących*¹⁶ – powinna znajdować się bezpośrednio przed służą powietrzną, można tu dokonywać wymiany masek, lub innych elementów ISOPS niezdjętych wcześniej, w strefie tej powinien być zapewniony silny nawiew ze strefy nieskażonej,
 - strefy magazynowe – mogą być stosowane w połączeniu z innymi strefami w celu przechowywania czystego, skażonego bądź zapasowego wyposażenia,
 - strefy przechowywania odpadów – mogą być stosowane w połączeniu z innymi strefami w celu przechowywania czystych bądź skażonych odpadów.

2.3. Sposoby zabezpieczenia obiektów przed przenikaniem powietrza skażonego¹⁷

Bardzo trudno jest usunąć zupełnie zjawisko przenikania powietrza skażonego do obiektów. Aby to osiągnąć należałoby zapewnić absolutną szczelność obiektów, co praktycznie jest niemożliwe. Dlatego należy dążyć do maksymalnego zmniejszenia ilości przenikającego do obiektu powietrza.

Można to osiągnąć na drodze:

- uszczelnienia i zamknięcia wszelkich powstałych w czas budowy otworów i szczelin;

terenu skażonego i w której stan osobowy może przeprowadzić likwidację skażeń. [NO-01-A006, AAP-21].

¹⁴ Przebieralnia (changing booth) - w zbiorowej ochronie przed skażeniami pomieszczenie wewnątrz strefy kontrolowanych skażeń, do którego tłoczone jest oczyszczone powietrze i w którym ludzie mogą bezpiecznie zdjąć lub założyć odzież ochronną. [NO-01-A006, AAP-21].

¹⁵ Publikacja ATP-3.8.1 cz. 2 strefę zagrożenia pyłami umieszcza za strefą zagrożenia parami środków trujących. W strefie zagrożenia parami zdejmuje się obuwie ochronne i rękawice, natomiast w strefie zagrożenia pyłami przeprowadza się końcowe odkażanie (zwykle przy pomocy natrysku) oraz zdejmuje się maskę tranzytową, którą osoba wchodząca przechowuje przy sobie w strefie nieskażonej.

¹⁶ Strefa zagrożona parami środków trujących (vapour hazard area) - w zbiorowej ochronie przed skażeniami ta część strefy kontrolowanych skażeń, która znajduje się między strefą zagrożoną ciekłymi środkami trującymi a służą powietrzną, w której występuje jedynie skażenie parami bojowych środków trujących. [NO-01-A006, AAP-21].

¹⁷ Harmata W., Ochrony przed skażeniami, cz. II, Podstawy teoretyczne i rozwiązania praktyczne w dziedzinie zbiorowych środków ochrony przed skażeniami. WAT, Warszawa 2012.

- budowy szczelnych przedsionków w wejściach, dających kilka stopni uszczelnienia;
- wytworzenia pewnego nadciśnienia powietrza w schronie, przeciwdziałającego przenikaniu skażonego powietrza przez nieszczelności.

Nadciśnienie powietrza w obiekcie można wytworzyć przez puszczenie sprężonego powietrza z butli, nagrzanie powietrza w schronie oraz głównie przez uruchomienie urządzenia filtrowentylacyjnego.

Jeżeli w schronie występuje nadciśnienie, to powietrze nieprzerwanie wychodzi na zewnątrz przez nieszczelności i w tym przypadku zewnętrzne powietrze skażone nie może przenikać do obiektu.

W praktyce ważna jest znajomość wartości wymaganej podpory nadciśnienia. W przypadku ogólnym podpora winna wykluczać możliwość przenikania powietrza skażonego do obiektu. Dlatego wartość jej winna nieznacznie przewyższać maksymalnie możliwą dla danego obiektu działającą różnicę ciśnień.

W praktyce wielkość podpory może być regulowana automatycznie przez zastosowanie odpowiednich zaworów regulujących szybkość wypływu powietrza z obiektu oraz układami elektronicznymi regulującymi wydatek wentylatorów.

2.3.1. Wentylacja obiektów¹⁸

Obiekty przeznaczone do ochrony zbiorowej winny być projektowane na stosunkowo długotrwałe przebywanie w nich ludzi, dla których muszą być zapewnione odpowiednie warunki sanitarno - higieniczne.

Naruszanie określonych norm sanitarno-higienicznych w obiekcie prowadzi do obniżenia sprawności ludzi, powoduje zachorowania, a w niektórych przypadkach może doprowadzić do zatrucia. Przyczyną naruszenia normalnych warunków sanitarno-higienicznych w pomieszczeniach jest brak czystego powietrza, a ściślej - naruszenie jego normalnego składu.

Wiadomo, że w pomieszczeniach niewietrzonych, w których przebywa wiele osób, powietrze po pewnym czasie staje się nieprzydatne do oddychania. Konieczne jest więc ciągłe dostarczanie do obiektu określonej ilości czystego powietrza. Jeśli powietrze zewnętrzne jest skażone należy go uprzednio oczyścić w specjalnych filtropochłaniaczach.

Potrzeba wentylacji obiektów związana jest również z usuwaniem z nich toksycznych par i gazów (tlenek i ditlenek węgla, akroleina, tlenki siarki, amoniak, produkty rozkładu tłuszczów itp.) oraz nadmiaru wilgoci i ciepła.

¹⁸ Harmata W., Ochrony przed skażeniami, cz. II, Podstawy teoretyczne i rozwiązania praktyczne w dziedzinie zbiorowych środków ochrony przed skażeniami. WAT, Warszawa 2012 r.

2.3.2. Zmiana składu i własności powietrza w pomieszczeniach zamkniętych¹⁹

Zmiana składu i własności powietrza w pomieszczeniach zamkniętych, hermetycznych i niewentylowanych, zachodząca w wyniku procesów fizjologicznych sprowadza się do:

- zmniejszenia zawartości tlenu,
- wzrostu zawartości ditlenku węgla,
- wzrostu wilgotności powietrza,
- podwyższenia temperatury powietrza,
- pojawienia się w powietrzu nieprzyjemnych zapachów.

Według danych wielu autorów, ilość dwutlenku węgla, wydzielonego przez jednego człowieka w czasie spoczynku wynosi 18 - 22 dm³/h, a ilość pochłoniętego tlenu 20-28 dm³/h.

Rozporządzenie ministra spraw wewnętrznych i administracji w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie Dz. U. Nr 15 z 25 lutego 1999 r., poz. 140²⁰

§ 147. 2. Wentylację mechaniczną lub grawitacyjną należy zapewnić w pomieszczeniach przeznaczonych na pobyt ludzi, w pomieszczeniach bez otwieranych okien, a także w innych pomieszczeniach, w których ze względów zdrowotnych, technologicznych lub bezpieczeństwa konieczne jest zapewnienie wymiany powietrza.

§ 148. 3. W pomieszczeniu zagrożonym wydzieleniem się lub przenikaniem z zewnątrz substancji szkodliwej dla zdrowia bądź substancji palnej, w ilościach mogących stworzyć zagrożenie wybuchem, należy stosować dodatkową, awaryjną wentylację wywiewną, uruchamianą od wewnątrz i z zewnątrz pomieszczenia oraz zapewniającą wymianę powietrza dostosowaną do jego przeznaczenia, zgodnie z przepisami o bezpieczeństwie i higienie pracy.

§ 149. 1. Strumień powietrza zewnętrznego doprowadzanego do pomieszczeń, niebędących pomieszczeniami pracy, powinien odpowiadać wymaganiom Polskiej Normy dotyczącej wentylacji, przy czym w mieszkaniach strumień ten powinien wynikać z wielkości strumienia powietrza wywiewanego, lecz być nie mniejszy niż 20 m³/h na osobę przewidywaną na pobyt stały w projekcie budowlanym.

3. Powietrze zewnętrzne doprowadzone do pomieszczeń za pomocą wentylacji mechanicznej lub klimatyzacji, zanieczyszczone w stopniu przekraczającym wymagania określone dla powietrza wewnętrznego w przepisach odrębnych w sprawie dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia, powinno być oczyszczone przed wprowadzeniem do wentylowanych pomieszczeń, z uwzględnieniem zanieczyszczeń występujących w pomieszczeniu. Wymaganie to nie

¹⁹ Harmata W., Ochrony przed skażeniami, cz. II, Podstawy teoretyczne i rozwiązania praktyczne w dziedzinie zbiorowych środków ochrony przed skażeniami. WAT, Warszawa 2012 r.

²⁰ <http://www.sejm.gov.pl/prawo/prawo.html> (11.2011 r.)

dotyczy budynków jednorodzinnych, mieszkalnych w zabudowie zagrodowej i rekreacji indywidualnej.

Uwzględniając toksyczność ditlenku węgla i jednocześnie obniżenie zawartości tlenu w powietrzu, stężenie ditlenku węgla w pomieszczeniach, w których przebywają ludzie, nie powinno przekraczać 0,2 % przy długotrwałym i 0,5 % przy okresowym przebywaniu w nich ludzi.

Dla mniej ważnych obiektów przyjmuje się:

- ☒ 0,5 % przy długotrwałym przebywaniu (NDS);
- ☒ 1,0 % przy okresowym przebywaniu;
- ☒ 2,0 % przy krótkim okresie przebywania w obiekcie.

W ciągu 1 - 2 godzin zdrowy człowiek może przebywać w atmosferze o stężeniu 3 3,5 % CO₂ bez następstw szkodliwych dla zdrowia. Wzrostowi stężenia ditlenku węgla o 1 % odpowiada bowiem obniżenie zawartości tlenu o 1,15 - 1,20 %. Jednak w praktyce mogą mieć miejsce przypadki, gdy stężenie dwutlenku węgla w powietrzu nie będzie odpowiadało spadkowi zawartości tlenu (sorpcja CO₂ przez wapno, cement). W tym przypadku należy znać granicę, do której może być obniżona zawartość tlenu. Dla większości przypadków granica ta wynosi 17 % przy długotrwałym i 15 % przy krótkim okresie przebywania ludzi w obiekcie.

Duży wpływ na samopoczucie ludzi w obiekcie zamkniętymi siadają fizyczne parametry powietrza, takie jak: temperatura i wilgotność. Im niższa temperatura otoczenia, tym szybsza jest wymiana ciepła między organizmem i otoczeniem. W temperaturach powyżej 37°C organizm przyjmuje ciepło z otoczenia, co może prowadzić do udarów cieplnych.

Ze wzrostem wilgotności powietrza maleje wymiana ciepła między organizmem i otoczeniem w wyniku odparowania wilgoci (potu), co może doprowadzić do przegrzania organizmu. Na wymianę ciepła między organizmem i otoczeniem ma również wpływ ruch powietrza.

Przy bardzo wysokich wilgotnościach i temperaturach powietrza, bliskich temperaturze ciała, ruch powietrza nie ma wpływu na efekt ochłodzenia ciała.

W celu zabezpieczenia normalnych lub dopuszczalnych warunków sanitarno-higienicznych w obiektach zamkniętych konieczna jest więc ich wentylacja przez dostarczenie do nich określonej ilości oczyszczonego powietrza.

2.3.3. Sposoby dostarczania czystego powietrza do obiektu²¹

Dostarczanie do obiektów czystego powietrza najracjonalniej można zrealizować przy użyciu różnych systemów wentylacji. W pomie-

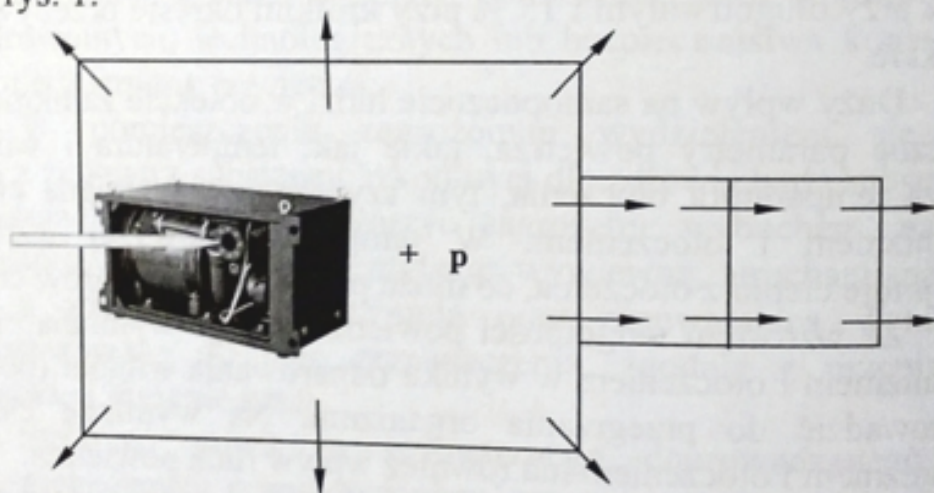
²¹ Harmata W., Ochrony przed skażeniami, cz. II, Podstawy teoretyczne i rozwiązania praktyczne w dziedzinie zbiorowych środków ochrony przed skażeniami. WAT, Warszawa 2012 r.

szczeniach zbudowanych z przeznaczeniem na obiekty ochrony zbiorowej mogą być stosowane następujące systemy wentylacji:

- ☞ nawiewny,
- ☞ nawiewno-wyciągowy,
- ☞ recyrkulacyjny.

Wentylacja nawiewna opiera się na zasadzie doprowadzenia do pomieszczenia wentylowanego powietrza zewnętrznego, oczyszczonego w specjalnych filtrach od substancji trujących, promieniotwórczych i biologicznych. Ten system nosi nazwę *filtrwentylacji* i stosuje się go w większości obiektów ochrony zbiorowej. Obiekty takie nazywa się wentylowanymi, a urządzenia dostarczające powietrze urządzeniami filtrwentylacyjnymi.

W czasie pracy tych urządzeń do obiektu podawane jest nieprzerwanie czyste powietrze, które miesza się z powietrzem wewnętrznym. Właczane powietrze wywołuje pewne niewielkie nadciśnienie (podporę), pod wpływem którego zmieszane powietrze wychodzi z pomieszczenia na zewnątrz przez zawory i inne nieszczelności, przewietrzając przedsionki. Schemat wentylacji nawiewnej obiektu pokazano na rys. 1.

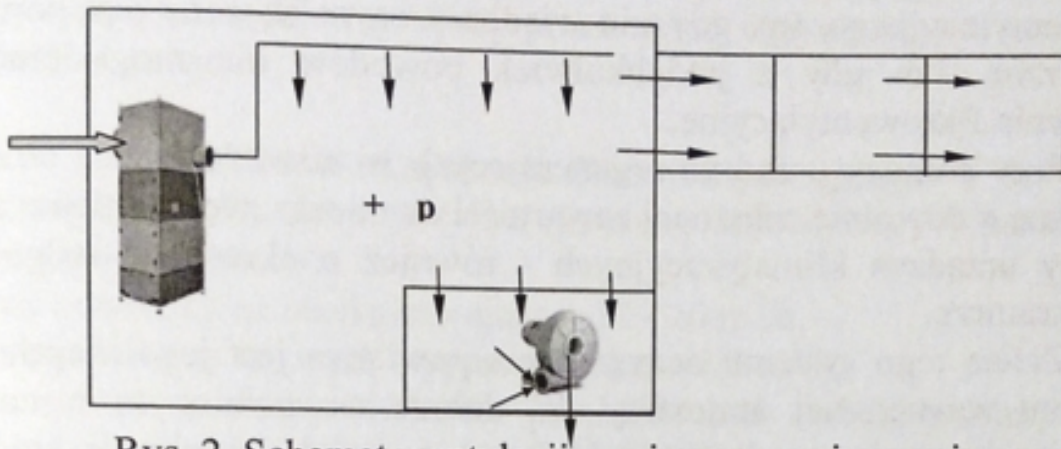


Rys. 1. Schemat wentylacji nawiewnej

System nawiewno-wyciągowy stanowi kombinację filtrwentylacyjnej i wyciągowej wentylacji, przy czym wentylacja wyciągowa posiada nieco mniejszą wydajność niż nawiewna w celu wytworzenia w pomieszczeniu nadciśnienia.

System ten stosowany jest w większości obiektów stałych, fortyfikacyjnych i specjalnych i jest bardziej efektywny niż system nawiewny. Jednakże system ten posiada pewne wady, polegające na tym, że przy niespodziewanej awarii układu nawiewnego może wystąpić niebezpieczeństwo skażenia obiektu. Dlatego też w tym przypadku musi być przewidziane automatyczne wyłączenie wentylacji wyciągowej. Oddzielne urządzenia wyciągowe mogą być zainstalowane w takich

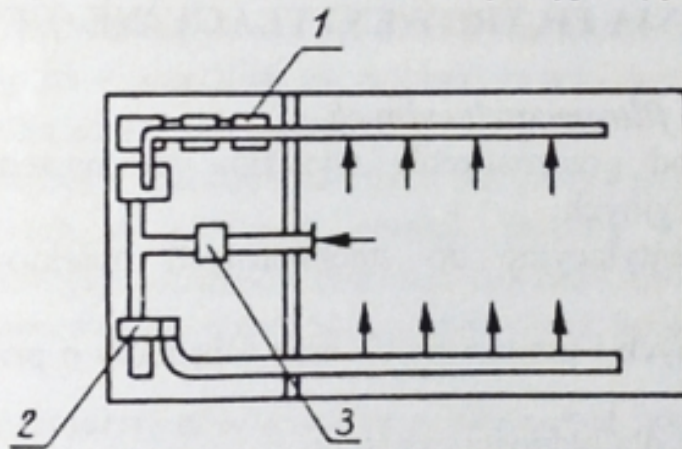
pomieszczeniach, jak węzły sanitarne, akumulatorownie, magazyny itp. Schemat wentylacji nawiewno - wyciągowej pokazano na rys. 2.



Rys. 2. Schemat wentylacji nawiewno-wyciągowej

System recyrkulacyjny zapewnia ruch powietrza zamkniętego w pomieszczeniach. Recyrkulacja może być całkowita lub częściowa.

Przy częściowej recyrkulacji pewna ilość powietrza wewnętrznego zasysana jest przez urządzenie filtrowentylacyjne (rys. 3).



Rys. 3. Schemat częściowej i całkowitej recyrkulacji powietrza w obiekcie:
1-urządzenia regeneracyjne; 2-wentylator; 3-zawór regulujący zasysanie recyrkulującego powietrza

Zastosowanie częściowej recyrkulacji celowe jest w dużych obiektach, gdzie możliwe jest ustawienie urządzeń do chłodzenia i osuszania powietrza.

Przy całkowitej recyrkulacji powietrze wewnętrzne oczyszcza się z ditlenku węgla i wzbogaca w tlen w urządzeniach tlenowo – regeneracyjnych. Oprócz tego w dużych obiektach mogą być zainstalowane urządzenia klimatyzacyjne .

Warunkiem zastosowania systemu całkowitej recyrkulacji powietrza musi być zupełna izolacja pomieszczeń od otaczającej atmosfery. W celu utrzymania w obiekcie nieznaczного nadciśnienia (podpory) korzysta się z powietrza sprężonego w butlach.

Należy przy tym podkreślić, że system ten nie może być jedynym w obiekcie. Jest on na ogół systemem rezerwowym, wykorzystywanym w przypadku, gdy niemożliwe jest zastosowanie nawiewnego systemu filtrowentylacyjnego, np. gdy nie wiadomo czym skażone jest powietrze zewnętrzne, lub gdy z jakichkolwiek powodów nie mogą pracować urządzenia filtrowentylacyjne.

Przy pomocy urządzeń regenerujących w zasadzie można otrzymać powietrze o dowolnie założonej zawartości dwutlenku węgla i tlenu, a przy pomocy urządzeń klimatyzacyjnych - również o określonej wilgotności i temperaturze.

Zaletą tego systemu oczyszczania powietrza jest jego niezależność od stanu zewnętrznej atmosfery. W dobrze uszczelnionym i mocnym obiekcie zapewnia on długotrwałą ochronę przed dowolnymi środkami trującymi, promieniotwórczymi i biologicznymi.

Należy jednak mieć na uwadze, że systemy filtrowentylacyjne obliczone są na dłuższe okresy działania i dlatego są tańsze niż systemy regenerujące.

3. URZĄDZENIA FILTROWENTYLACYJNE (UFW)

Klasyfikacja urządzeń filtrowentylacyjnych

W zależności od przeznaczenia wyróżnia się następujące typy urządzeń filtrowentylacyjnych:

- a. urządzenia filtrowentylacyjne do stacjonarnych obiektów ochrony zbiorowej:
 - obiektów obronnych i umocnionych oraz schronów o przeznaczeniu wojskowym,
 - schronów i ukryć dla ludności cywilnej,
- b. urządzenia filtrowentylacyjne do polowych obiektów ochrony zbiorowej:
 - obiektów specjalnych (schronów) o przeznaczeniu wojskowym;
 - schronów i ukryć dla ludności cywilnej,
 - uszczelnionych obiektów ruchomych,
 - wozów bojowych,
 - uszczelnionych pojazdów specjalnych,
 - okrętów.
- c. kolektorowe urządzenia filtrowentylacyjne do nie uszczelnionych obiektów ruchomych (wozów bojowych i pojazdów specjalnych nie uszczelnionych).

3.1. Reżimy pracy urządzeń filtrowentylacyjnych

- a) „wentylacja czysta” - doprowadzanie powietrza do części chronionej z pominięciem pochłaniaczy (filtropochłaniaczy), ale z oczyszczaniem powietrza w układzie wstępnym (cyklon, przedfiltry itp.),

- b) „*filtrwentylacja*” – doprowadzanie powietrza do części chronionej poprzez wszystkie stopnie oczyszczania,
- c) „*regeneracja*” – oczyszczanie w układzie zamkniętym powietrza zasysanego z części chronionej przez układ oczyszczający urządzenia wentylacyjnego.

3.2. Dobór urządzenia filtrowentylacyjnego

Urządzenie filtrowentylacyjne powinno zabezpieczyć następujące ilości czystego powietrza:

- ilość powietrza na osobę pracującą – 17 - 20 m³/h,
- ilość powietrza na osobę wypoczywającą – 8,5 m³/h,
- powietrze wewnątrz obiektu powinno być zabezpieczone przed narastaniem stężenia CO₂ powyżej 0,5 % obj.,
- minimalne nadciśnienie w obiekcie ochrony zbiorowej -100 Pa.

W rozwiązaniach praktycznych układy filtrowentylacji pracują w systemie nawiewowym (nadciśnieniowym) z trzystopniowym układem oczyszczania powietrza:

1. I stopień – filtr zgrubnego odpylania lub układ cyklonów do zatrzymywania pyłów i aerozoli o wielkości cząstek powyżej 5 μm;
2. II stopień – przedfiltr do zatrzymywania aerozoli stałych i ciekłych o wielkości cząstek powyżej 0,3 μm;
3. III stopień – filtropochłaniacz do zatrzymywania aerozoli stałych i ciekłych o wielkości cząstek poniżej 0,3 μm, par wysoko-toksycznych substancji chemicznych oraz substancji biologicznych.

Poniżej przedstawiono rozwiązania praktyczne będące w wyposażeniu SZ RP:

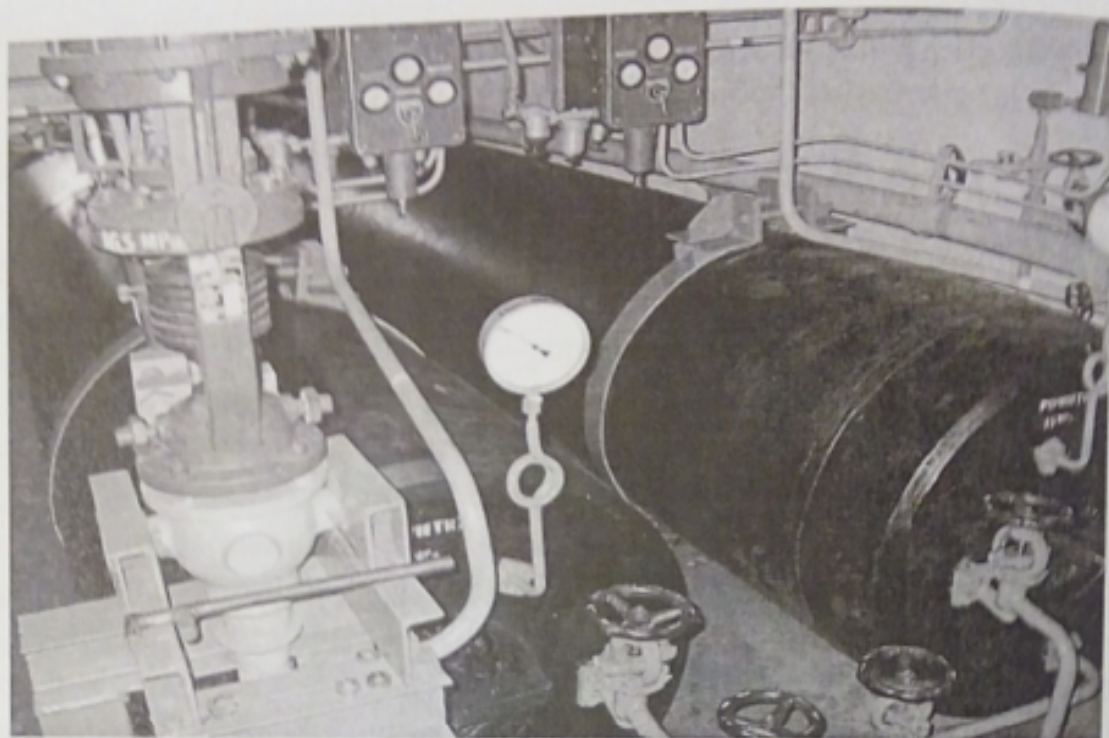
1. Stacjonarny obiekt ochrony zbiorowej typu dowódczego – konstrukcja z lat 70-tych XX wieku

Wyposażone jest w 2 x 9 zestawów UFW-900 z kolumnami filtropochłaniaczy FP-300p – 2 x 8200 m³/h.



Rys. 4. Kolumny filtropochłaniaczy FP-300

Obiekt może pracować w okresie izolacji, co zapewniają mu rezerwuary lub butle ze sprężonym powietrzem:



Rys. 5. Zbiorniki ze sprężonym powietrzem oraz wysokowydajne sprężarki



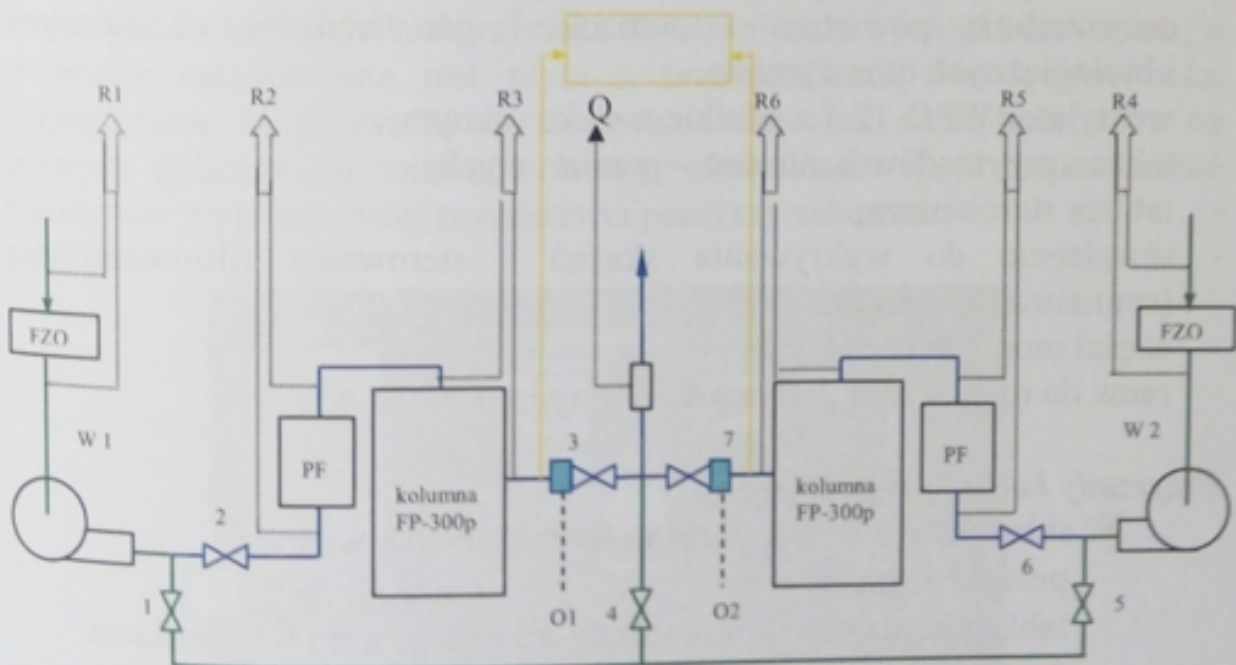
Rys. 6. Butle ze sprężonym powietrzem

Cały system sterowany jest ręcznie, bez wskaźników przepływu i kontroli elementów oczyszczających.



Rys. 7. Pulpit sterowania i kontroli filtrowentylacją w obiekcie

3. Zdwojone urządzenie filtrowentylacyjne UFW-900C dla systemu ochrony zbiorowej typu lekkiego „OZYRYS” – konstrukcja 2001 r.:



Rys. 8. Schemat blokowy urządzenia filtrowentylacyjnego UFW-900C

1,2,3,4,5,6,7 – zawory ZHR; W1,W2 – wentylatory; O1,O2 – odpowietrzenie;
R1,R2,R3,R4, R5,R6 – wskaźniki oporów przepływu; Q – wskaźnik natężenia przepływu

- wentylacja czysta;
- filtrowentylacja;
- pobór próbek powietrza przez sygnalizator skażeń

W skład zestawu wchodzi dwa urządzenia filtrowentylacyjne typu UWF-900 mogące pracować przemiennie każde o wydajności $900 \text{ m}^3/\text{h}$.
Urządzenie realizuje oczyszczanie powietrza metodą trzystopniową:

- ☞ **I stopień** – filtr zgrubnego odpylania do zatrzymywania pyłów i aerozoli o wielkości cząstek powyżej 5 m ;
- ☞ **II stopień** – przedfiltr PF-1000 do zatrzymywania aerozoli stałych i ciekłych o wielkości cząstek powyżej $0,3 \text{ m}$;
- ☞ **III stopień** – filtropochłaniacz FP-300P do zatrzymywania aerozoli i par bojowych środków trujących i substancji biologicznych.

Zestaw może być wykorzystany w reżimie wentylacji czystej (bez filtropochłaniaczy) lub filtrowentylacji.

W skład zestawu wchodzi następujące zasadnicze elementy składowe:

- zawory hermetyczno – regulacyjne ZHR-1S i ZHR-1SO;
- filtr zgrubnego odpylania FZO-1000 - służy do odpylania powietrza z aerozoli i pyłów grubodispersyjnych (powyżej 5 m);
- przedfiltr PF-1000 ze stojakiem - służy do oczyszczania powietrza z aerozoli i pyłów drobnodispersyjnych (powyżej $0,3 \text{ m}$);
- kolumna filtropochłaniaczy FP-300p ze stojakiem - służy do oczyszczania powietrza z aerozoli i par środków chemicznych i biologicznych oraz dymów;
- wentylator WPO-12,5 z silnikiem elektrycznym;
- tablica przyrządów kontrolno – pomiarowych;
- tablica sterownicza;
- urządzenie do wykrywania skażeń i sterowania filtrowentylacją (sygnalizator skażeń);
- części montażowe i łączące;
- rama do mocowania zestawów na przyczepie.

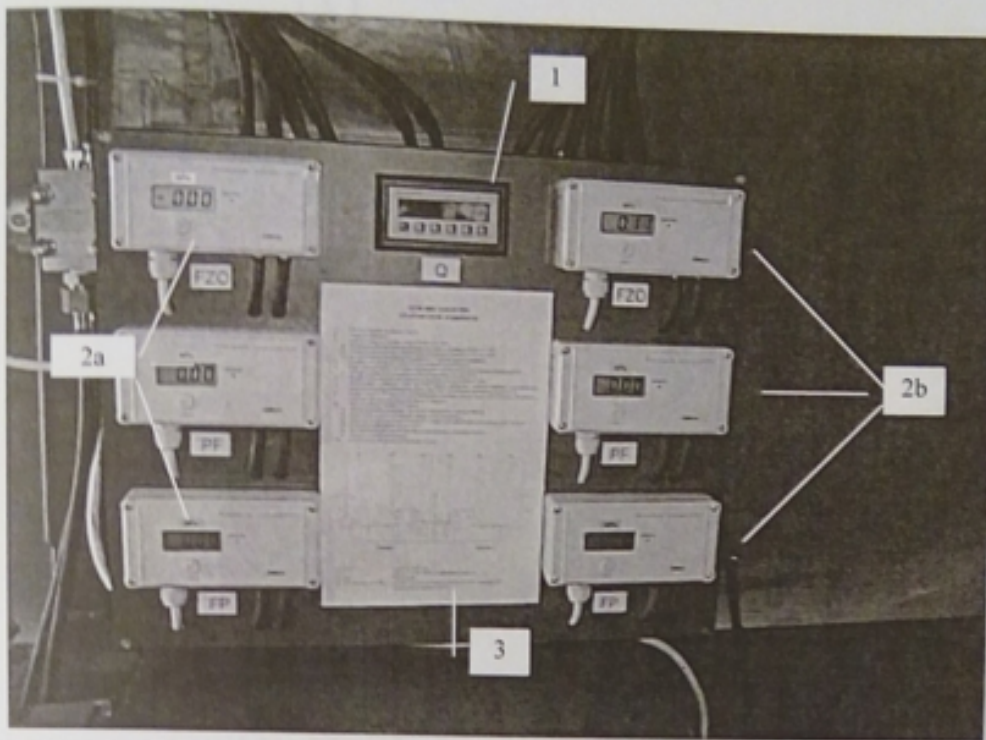
Przyrządy kontrolno-pomiarowe

W skład przyrządów kontrolno -pomiarowych wchodzi:

przepływomierz,

tablica kontrolno- pomiarowa z manometrami i wskaźnikiem przepływu

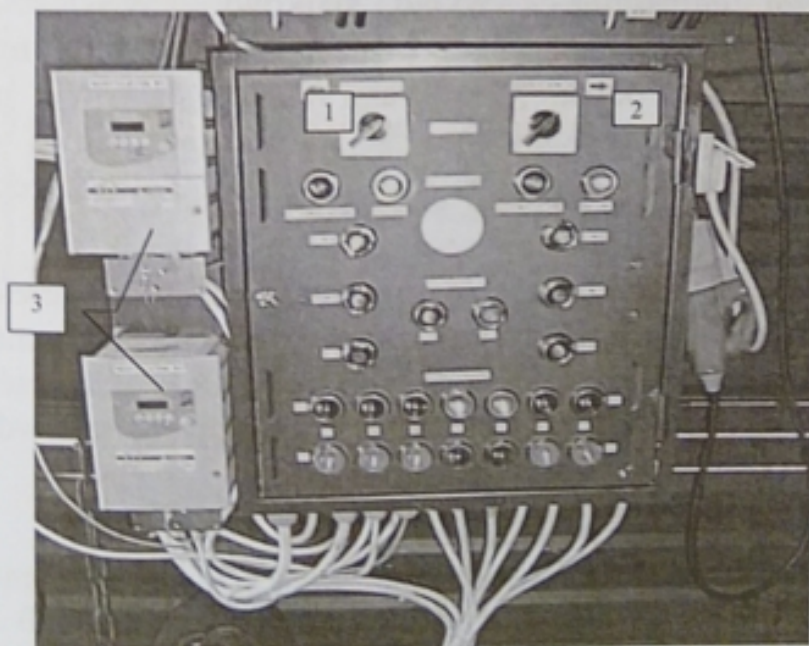
Przepływomierz powietrza łącznie ze wskaźnikiem przepływu jest przeznaczony do ciągłego pomiaru ilości powietrza przepływającego przez urządzenie. Dokładność pomiaru : $\pm 10\%$. Konstrukcja przepływomierza stalowa, typ zwężkowy, zwężka na stałe połączona z obudową. Zainstalowane na tablicy manometry wskazują wielkość oporów zespołów oczyszczających powietrze.



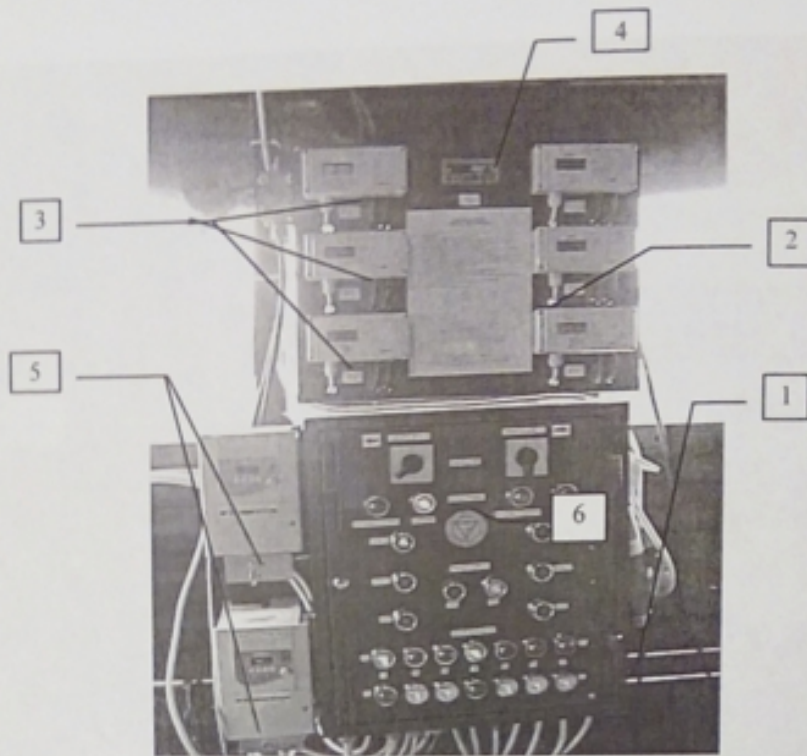
Rys. 9. Tablica przyrządów kontrolno – pomiarowych
1-przepływomierz; 2a-manometry różnicowe zestawu I; 2b-manometry różnicowe zestawu II; 3-instrukcja obsługi

Panel sterujący

Jest to metalowa szafka z otwieraną płytą czołową, na której umieszczone są wszystkie przyciski do sterowania i lampki kontrolne, a wewnątrz zamocowana jest płyta z przekaźnikami. Na lewym boku zamontowane są falowniki do sterowania obrotami wentylatorów, a na prawym gniazdo do zasilania lampy oświetleniowej. Rozmieszczenie elementów płyty czołowej przedstawia poniższy schemat.



Rys. 10. Tablica sterownicza
1-elementy sterowania zestawem I; 2-elementy sterowania zestawem II;
3-falowniki



Rys. 11. Rozmieszczenie tablicy sterowniczej i tablicy z przyrządami kontrolno – pomiarowymi

1-tablica sterownicza; 2-tablica z przyrządami kontrolno-pomiarowymi; 3-manometry różnicowe; 4-przepływomierz; 5-falowniki; 6-instrukcja

Wskaźnik zainstalowany na tablicy kontrolno-pomiarowej powinien wskazywać wartości oporów, w następujących przedziałach:

- ☞ manometr FZO 80 -160 Pa
- ☞ manometr PF 150 -200 Pa
- ☞ manometr FP - 600 - 950 Pa

Wymiana lub regeneracja elementów oczyszczających:

Filtr zgrubnego odpylania - wkład siatkowy FWS-1/2000 należy regenerować, jeżeli jego opory przepływu, określone na manometrze różnicowym wzrosną ponad 200 Pa. Wkład siatkowy może być regenerowany przez wyflukanie go w gorącej wodzie z dodatkiem środków powierzchniowo czynnych, wysuszenie i natłuszczenie olejem wazelinowym. Sprawdzić opory.

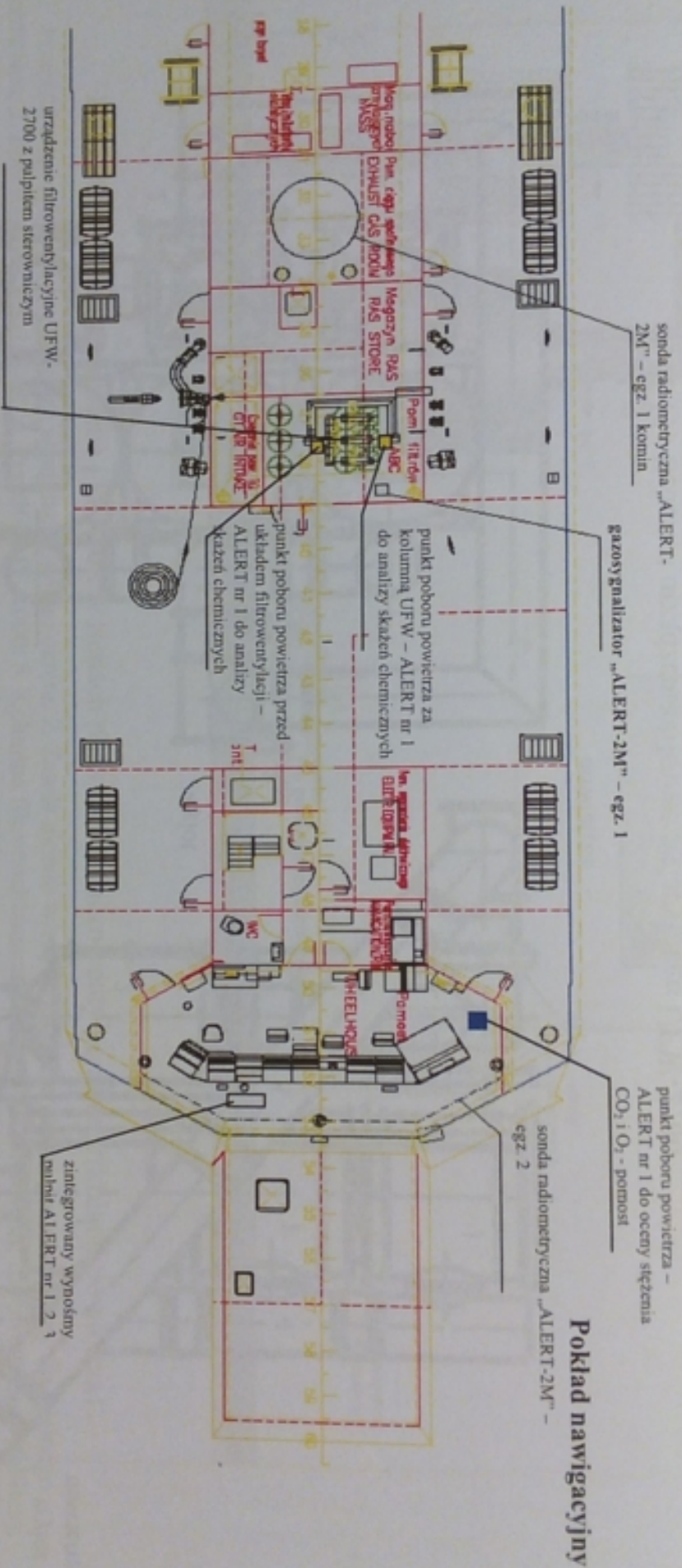
Przedfiltr PF-1000 - przy wzroście oporów przepływu, określanych na manometrze różnicowym tablicy kontrolno - pomiarowej, ponad 250 Pa należy wymienić wkład filtracyjny. W tym celu należy odkręcić pokrywę, wyjąć zużyty filtr, włożyć nowy, zakręcić pokrywę i sprawdzić opory przepływu.

Kolumna filtropochłaniaczy FP-300P:

- ☞ przy wzroście oporów przepływu, określanych na manometrze różnicowym tablicy kontrolno - pomiarowej, ponad 1000 Pa należy wymienić filtropochłaniacze FP-300P;
- ☞ stwierdzeniu substancji skażającej za układem filtropochłaniaczy.

3. Przykładowy system ochrony zbiorowej (okręt - projekt nr 621)

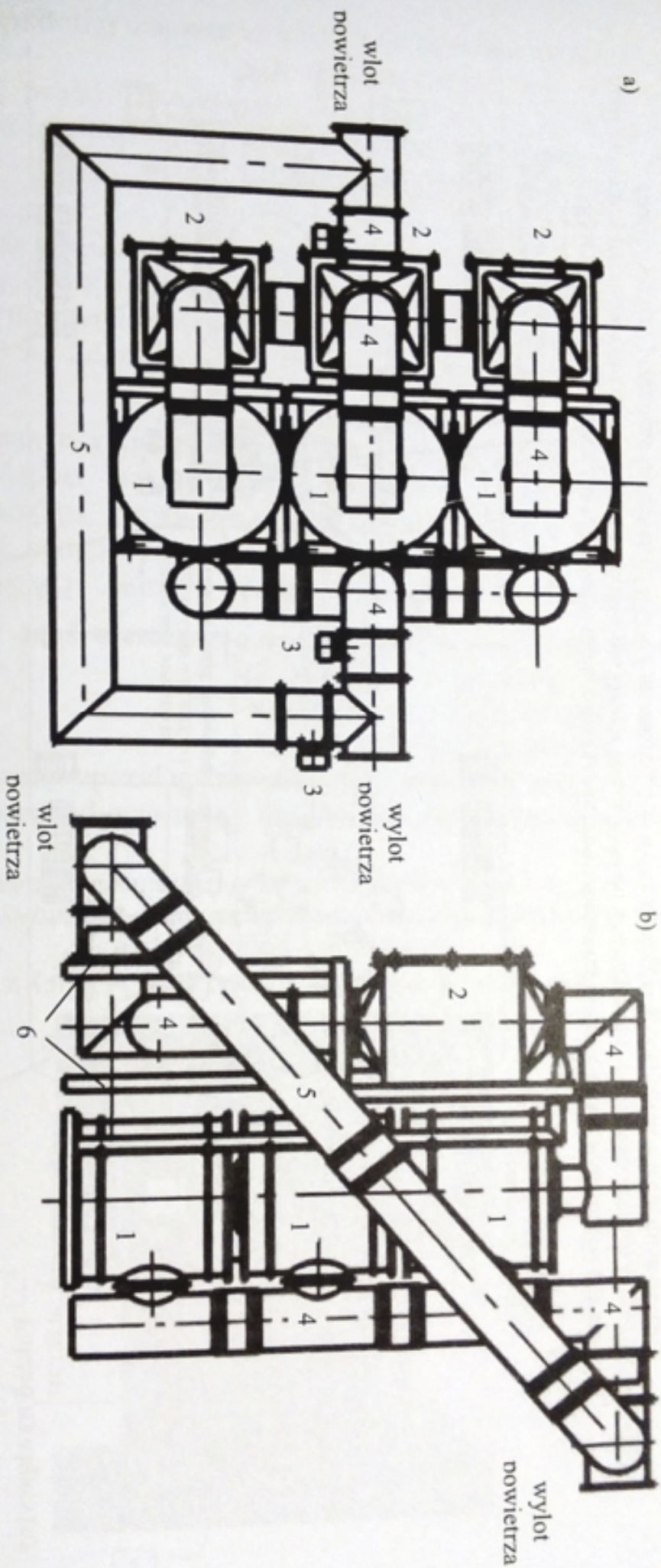
Na schemacie (rys. 12) przedstawiono schemat rozmieszczenia elementów ochrony zbiorowej i wykrywania skażeń w jednym ze schronów (stanowisko kierowania - pomost) projektu 621.



Rys. 12. Plan rozmieszczenia urządzeń w ramach systemu ochrony zbiorowej i rozpoznania i sygnalizacji skażeń dodatkowo trzy przenośne mierniki tlenu i dwutlenku węgla Dräger X-am 7000 do umieszczenia w pomieszczeniach istonnych dla okrętu dodatkowo trzy przenośne radiometry DPO - 1 na masku, 1 w węźle zabiegów specjalnych, 1 u chemika okrętu²²

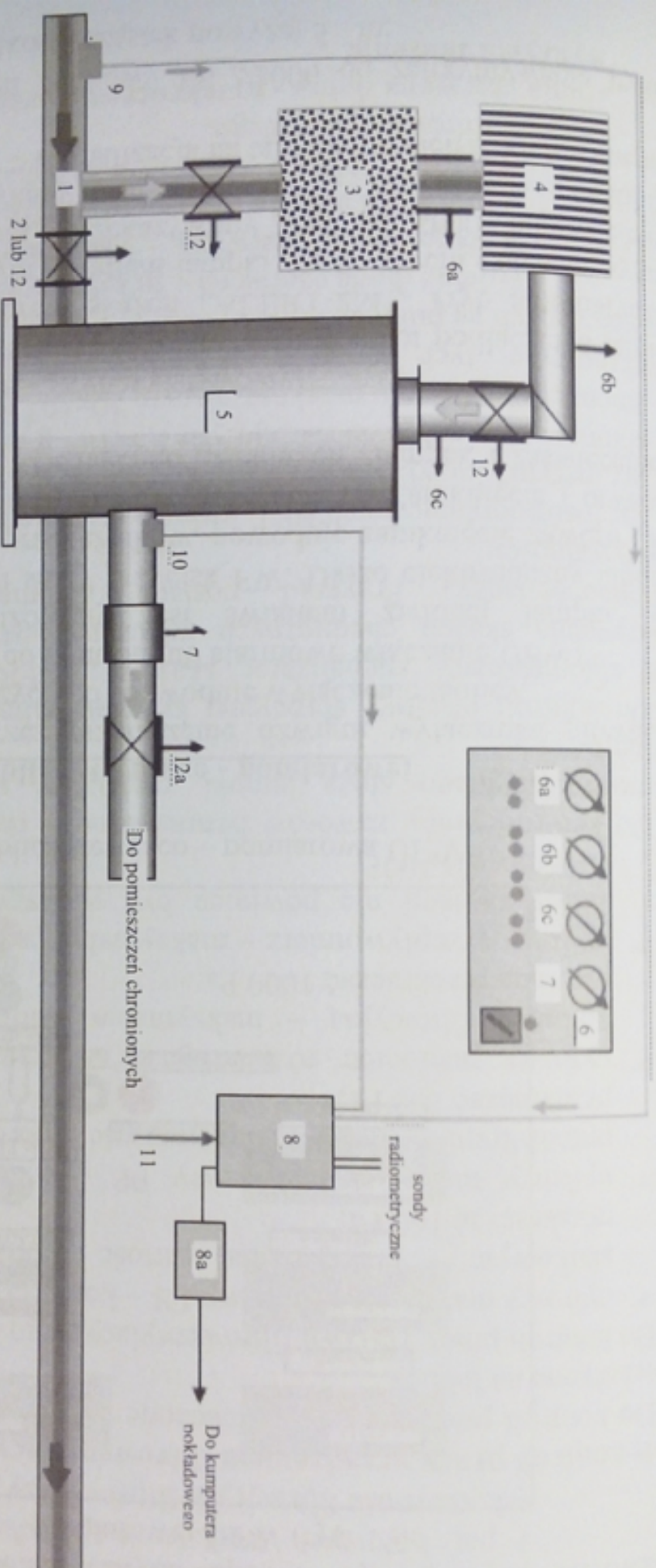
²² Harmata W., Szmigielski R., Ceremuga W., Różycki Cz., System ochrony zbiorowej załogi przed skażeniami bronią masowego rażenia na jednostkę projektu 621, Warszawa, WICHiR - ONIW - 8(1273)2008

Na schematach (rys. 13 i 14) przedstawiono schemat urządzenia filtrowentylacyjnego UFW-2700 wraz z elementami sterowania i kontroli:



Rys. 13. Schemat urządzenia filtrowentylacyjnego UFW-2700

1 – kolumna filtropochłaniaczy FP-300P; 2 – filtry siatkowe i przedfiltry; 3 – zawory ZHR-1 (ZHR-1S); 4 – przewody rozprowadzania powietrza; 5 – bypas; 6 – Rama mocująca

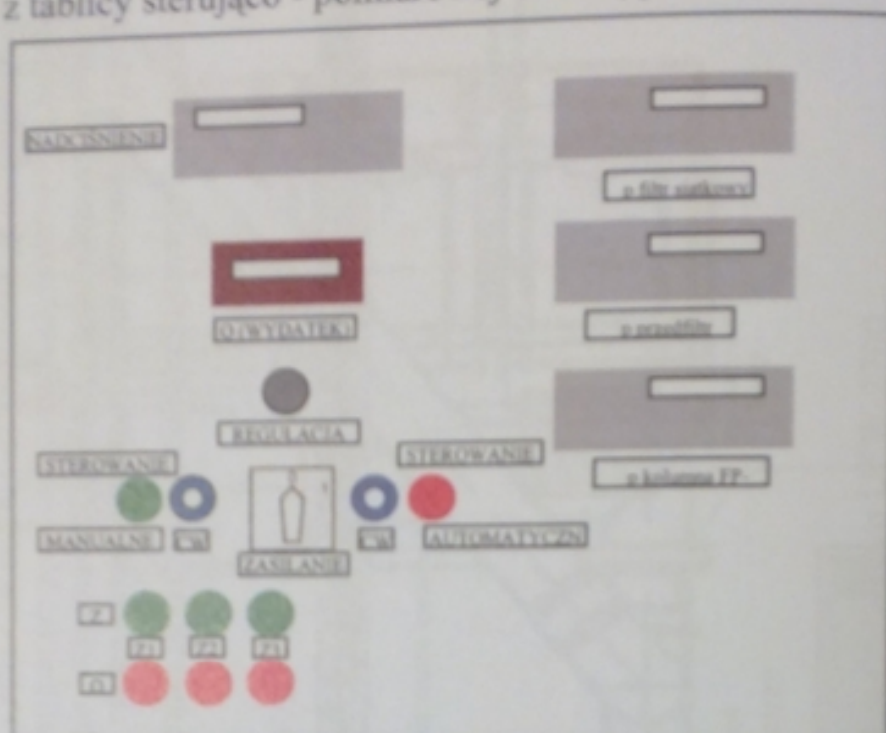


Rys. 14. Schemat sterowania i kontroli w ramach podsystemu filtrowentylacji i recyrkulacji powietrza 1.

Przewód rozprowadzający powietrze ogólnej okrętu; 2. Zawór układu wentylacji ogólnej okrętu przystosowany do zdalnego sterowania; 3. Filtrowentylacyjny FS-2/2000; 4. Przedfiltr PF-1000; 5. Kolumna filtrowentylacyjna (tablica); 6a. Manometr różnicowy filtra siatkowego; 6b. Manometr różnicowy przedfiltra; 6c. Manometr różnicowy kolumny; 7. Przepływomierz (miernik wydatku); 8. Automacyjny gazosygnalizator „ALERT-2M”; 8a. Pulpit wynośny gazosygnalizatora; 9, 10. Podłączenie układu pobierania próbek powietrza przez „ALERT-2M”; 11. Układ poboru powietrza do analizy stężeń O₂ i CO₂; 12. Zawory typu ZHR układu filtrowentylacji (12 a ZHR-1S)

Opis sterowania urządzeniem filtrowentylacyjnym

Sterowanie urządzeniem filtrowentylacyjnym może odbywać się sposobem ręcznym lub automatycznym. Sposób wyboru trybu sterowania odbywa się z tablicy sterująco - pomiarowej UFW (rys. 15):



Rys. 15. Tablica sterująco - pomiarowa UFW

1. Załączenie/wyłączenie tablicy sterująco - pomiarowej

Załączenie dokonuje się przez przelączenie dźwigni wyłącznika głównego w pozycję „1”. Powrót do pozycji „0” powoduje wyłączenie tablicy.

2. Sterowanie manualne – (do kontroli lub alarmowe włączenie UFW)

Tryb manualny sygnalizowany jest światłem zielonej lampki. Do uruchomienia filtrowentylacji służy przycisk FW. Układ elektroniczny tablicy, poprzez styki odpowiednich przełączników, powoduje zamknięcie zaworu „3c” (schemat 1) i otwarcie zaworów „3a i b” (schemat 1). Zamknięcie i otwarcie zaworów sygnalizowane jest zgaśnięciem „zielonych” lampek i zaświeceniem „czerwonych”.

3. Sterowanie automatyczne – (tryb podstawowy)

Sterowanie automatyczne jest możliwe tylko w przypadku podłączenia tablicy z automatycznym sygnalizatorem skażeń „ALERT-2M”. Tryb automatyczny sygnalizowany jest czerwonym światłem lampki. Po wykryciu skażenia, sygnał wykonawczy z sygnalizatora, przekazywany jest na styki odpowiednich przełączników tablicy. Zamykany jest zawór „3c” - sygnalizacja na tablicy, otwierane są zawory „3a i b” - sygnalizacja na tablicy. Powietrze kierowane jest przez układ oczyszczania:

- **I stopień** – filtr siatkowy FS-2/2000 do zatrzymywania pyłów i aerozoli o wielkości cząstek powyżej 5 μ m;

- ☛ **II stopień** – przedfiltr PF-1000 do zatrzymywania aerozoli stałych i ciekłych o wielkości cząstek powyżej 0,3 μm ;
- ☛ **III stopień** – filtropochłaniacz FP-300P do zatrzymywania aerozoli i par bojowych środków trujących i substancji biologicznych (skuteczność filtracji jak filtrów klasy H14).

Opis kontroli pracy urządzeniem filtrowentylacyjnym

Do kontroli pracy UFW przeznaczone są przyrządy kontrolno – pomiarowe umieszczone na tablicy.

Do kontroli pracy zestawu filtrowentylacyjnego służą manometry:

- ☛ cyfrowy manometr różnicowy FS – kontrola oporów przepływu za filtrem siatkowym – maksymalna wartość oporów przepływu nie powinna przekraczać 160 Pa;
- ☛ cyfrowy manometr różnicowy PF - kontrola oporów przepływu za przedfiltrem – maksymalna wartość oporów przepływu nie powinna przekraczać 200 Pa;
- ☛ cyfrowy manometr różnicowy FP - kontrola oporów przepływu za kolumną filtracyjną – maksymalna wartość oporów przepływu nie powinna przekraczać 1000 Pa.
- ☛ cyfrowy przepływomierz – maksymalny przepływ powietrza przez układ filtrowentylacji nie powinien być większy niż nominalna wydajność kolumny FP-300P.

Do kontroli pracy zaworów hermetyczno – regulacyjnych (ZHR) zestawu filtrowentylacyjnego służą lampki znajdujące się na tablicy sterująco – pomiarowej.

Do kontroli warstwy sorpcyjnej kolumny filtropochłaniaczy przeznaczony jest automatyczny sygnalizator skażeń „ALERT-2M”. Druga nitka toru wykrywania skażeń chemicznych włączona jest bezpośrednio za kolumną filtropochłaniaczy. Przyrząd posiada automatycznie ustawione progi wykrywalności:

- par fosforoorganicznych BST, których stężenie przekracza $5 \times 10^{-5} \text{g/m}^3$;
- par iperytu i luizytu, których stężenie przekracza $5 \times 10^{-3} \text{g/m}^3$;
- chloru w stężeniu przekraczającym $1,5 \times 10^{-3} \text{g/m}^3$;
- amoniaku w stężeniu przekraczającym $20 \times 10^{-3} \text{g/m}^3$.

Przekroczenie tych progów powoduje sygnalizację za pomocą diod umieszczonych na pulpicie:

- ☛ dolna dioda czerwona – przekroczenie progu detekcji;
- ☛ górna dioda czerwona - stężenie niebezpieczne (możliwość przebiccia układu filtrowentylacji);
- ☛ dioda żółta – sygnalizacja włączenia urządzenia filtrowentylacyjnego.

Dioda czerwona dolna - przekroczenie progu detekcji, alarm o wykryciu skażenia.

Dioda czerwona górna - wystąpiło bardzo wysokie stężenie dla BST lub TSP (ok. 100 krotnie przekraczające próg detekcji). Zapalone są wtedy obie diody oraz włączenie sygnału akustycznego i wyświetlenie informacji „PRZEB.FW” na wyświetlaczu LCD (informacja wyświetlana jest również na pulpicie wynośnym gazosygnalizatora).

4. WNIOSKI

1. Z uwagi na fakt, że pomimo podpisanych konwencji i umów międzynarodowych zagrożenie użyciem broni masowego rażenia nie zmniejszyło się, a wraz z rozwojem przemysłu wzrasta, zagrożenie od toksycznych środków przemysłowych - równolegle rozwojowi powinien ulegać system ochrony zbiorowej przed skażeniami.
2. System ochrony zbiorowej powinny ulec przebudowie, tak aby spełniał współczesne wymagania taktyczno - techniczne. Przebudowa powinna dotyczyć sfery:
 - sprzętowej, a w szczególności:
 - a. filtropochłaniacze tak, aby zapewniały ochronę przed substancjami chemicznymi, biologicznymi oraz promieniotwórczymi ($d_{cząstek}$ 0,1 m) oraz z osprzętem umożliwiającym kontrolę przebicia warstwy sorpcyjnej;
 - b. urządzenia filtrowentylacyjne z panelami kontrolno – sterującymi;
 - c. systemy rozpoznania skażeń zintegrowane z urządzeniami filtrowentylacyjnymi poprzez sterownik umożliwiający sterowanie reżimami pracy urządzenia;
 - organizacyjnej i eksploatacyjnej, a w szczególności:
 - a. prowadzenia ewidencji pracy filtropochłaniaczy;
 - b. prowadzenia ewidencji kontroli wydatków urządzeń, stanu hermetyzacji obiektów (nadciśnienie)
 - c. wymiany filtropochłaniaczy po okresie gwarancyjnym.
3. Dokonać przeglądu stałych obiektów obronnych pod kątem ich przydatności. Obiekty przewidziane do eksploatacji poddać modernizacji pod kątem wyposażenia ich w nowoczesne systemy filtrowentylacji zintegrowanymi z systemami rozpoznania i ostrzegania przed skażeniami.

Literatura

- [1] Harmata W. i współautorzy: Ekspertyza naukowo – techniczna w zakresie wymagania długoterminowego – EG 4405. Udoskonalone środki ochrony przed bronią masowego rażenia (NBC). Sygn. WICHiR – ONIW – 837/2002
- [2] Harmata W., Szmigielski R.: Wojskowa Analiza Taktyczno – Techniczna i Ekonomiczna „Typoszereg filtropochłaniaczy do ochrony zbiorowej

z uwzględnieniem zagrożeń chemicznych i biologicznych”, sygn.wewn. WIChiR-ONIW-939/2003

- [3] Harmata W., Ochrony przed skażeniami, cz. II, Podstawy teoretyczne i rozwiązania praktyczne w dziedzinie zbiorowych środków ochrony przed skażeniami. WAT, Warszawa 2012 r.
- [4] Harmata W., Szmigielski R., Ceremuga W., Różycki Cz., System ochrony zbiorowej załogi przed skażeniami bronią masowego rażenia na jednostkę projektu 621, Warszawa, WIChiR – ONIW – 8(1273)2008
- [5] Mortka S., Środki ochrony zbiorowej przed bronią masowego rażenia, cz. I, WAT, Warszawa 1978
- [6] ATP-3.8.1 vol. 2- Specialist NBC Defence capabilities, wprowadzona stanagiem 2522 (Edycja 1), maj 2005.
- [7] Chem. 396/2004 Obrona przed bronią masowego rażenia w operacjach połączonych (DD/3.8). MON SGWP.
- [8] FM 3-11.4 - Multiservice tactics, techniques and procedures for nuclear, biological and chemical (NBC) protection, wyd. 2003
- [9] Stanag 2515 (Study) - ATP-70 - Collective protection in a nuclear, chemical and biological environment, luty 2005
- [10] www.csa.com
- [11] http://upieks.files.wordpress.com/2007/04/bhopal-diagram_semcosh.gif
- [12] <http://fakty.interia.pl/galerie/fakty/25-lat-po-katastrofie-w-bhopalu/zdjecie>
- [13] <http://www.ptitrain.com/>
- [14] http://katastrofakatastrofa.republika.pl/temat_09_17_soveso.html
- [15] <http://chemios.pl/articles.php?id=9>
- [16] <http://zerotabu.pl/katastrofa-atomowa-w-czarnobylu>
- [17] <http://www.sejm.gov.pl/prawo/prawo.html>