



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **147372** (13) **U**
(51) МПК (2021.01)
A62B 23/00
A62B 18/00

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО
"УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

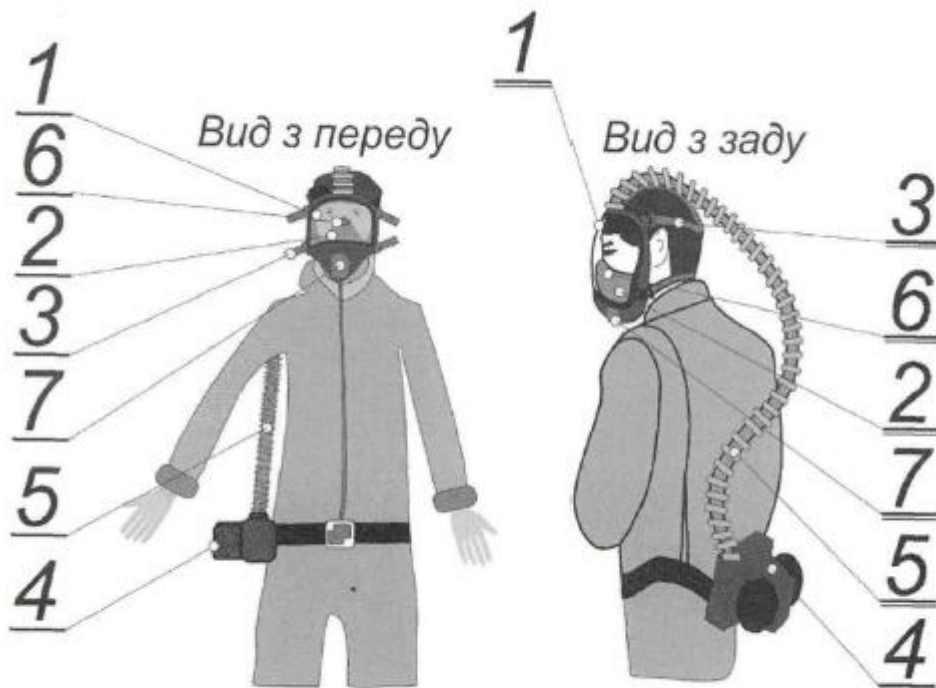
(21) Номер заявки: u 2020 06362	(72) Винахідник(и): Голінько Василь Іванович (UA), Чеберячко Сергій Іванович (UA), Чеберячко Юрій Іванович (UA), Дерюгін Олег Валентинович (UA), Славінський Дмитро В'ячеславович (UA), Радчук Дмитро Ігорович (UA), Клімов Данило Геннадійович (UA)
(22) Дата подання заявки: 01.10.2020	
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 06.05.2021	
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 05.05.2021, Бюл.№ 18	(73) Володілець (володільці): НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА", проспект Д. Яворницького, 19, м. Дніпро, 49000 (UA)

(54) ФІЛЬТРУВАЛЬНИЙ ДИХАЛЬНИЙ АПАРАТ З ПРИМУСОВОЮ ПОДАЧЕЮ ПОВІТРЯ

(57) Реферат:

Фільтрувальний дихальний апарат з примусовою подачею повітря містить шолом-маску з обтюратором, клапанами вдиху та видиху, гнучким гофрованим повітропроводом, з'єднану з пристроєм для очищення повітря з фільтрами, в якому розташовано вентилятор, блок управління, блок живлення. При цьому в пристрій для очищення повітря введено включений між блоком управління та через стабілізатор напруги з блоком живлення блок контролю за параметрами повітряного потоку та багатофункціональною системою датчиків, встановлених в корпусі пристрою, з можливістю регулювання основних параметрів повітряного потоку в підмасковому просторі.

UA 147372 U



Фіг. 1

Корисна модель належить до засобів індивідуального захисту органів дихання людини від пилу і аерозолів, що містяться у виробничій атмосфері, і може бути використана в різних галузях промисловості.

Відомий фільтрувальний дихальний апарат з примусовою подачею повітря, який складається з корпусу пристрою, в якому розміщено вентилятор з електродвигуном та двома протигазовими фільтрами з індикаторами терміну захисної дії, які з'єднані з корпусом за допомогою штуцерів, що встановлені в спеціальних отворах. Корпус сполучається з маскою за допомогою гофрованого повітропроводу, яким повітря, очищене у фільтрах, примусово потрапляє до органів дихання (авторське свідоцтво SU 1369045 A1).

Недоліком відомої конструкції дихального апарата з примусовою подачею повітря є недостатність ступеню управління вентилятором, особливо в умовах аварійних режимів.

Найбільш близьким до запропонованого є відомий фільтрувальний дихальний апарат для забезпечення дихання людини у забрудненому виробничому середовищі "Powered Air Purifying Respirator" (PAPR), який складається із захисної шолом-маски зі смугою обтюрації та клапаном видиху. Шолом-маска розміщується на голові користувача та поєднана гнучким повітропроводом з очищувачем повітря. Останній являє собою корпус з розміщеним в ньому відцентровим вентилятором з електроприводом, який живиться від акумулятора та управляється через електропневматичну систему. Вентилятор під'єднаний до двох пилогазозахисних фільтрів, закріплених на корпусі очищувача повітря, завдяки штуцерам (патент США WO 2004/093997). Сигнали, що генеруються в електропневматичній системі управління, аналізуються процесором, який потім передає спеціальний код для вмикання/вимикання відцентрованого вентилятора для збільшення/зменшення потоку повітря в залежності від потреб людини і режиму праці.

Недоліком конструкції є:

низька ефективність вентилятора через значний опір потоку повітря, який виникає у повітропроводі через відносно малі розміри повітряних каналів, необхідність роботи на підвищених обертах, що викликає значний шум та швидке зниження рівня заряду акумулятора, що небезпечно для здоров'я користувача;

неефективна робота системи управління, яка у випадках різкого підвищення витрати повітря (більше 300 л/хв.) при виконанні важкої роботи вмикає вентилятор із запізненням, що призводить до утворення під маскою від'ємного (негативного) тиску, а значить може призвести до підсмоктування нефільтрованого повітря за смугою обтюрації, а також до збільшення концентрації вуглекислого газу;

низька усмоктувальна спроможність відцентрованого вентилятора, що не дозволяє його використання в атмосфері, забрудненій декількома різними шкідливими речовинами, що потребує для захисту встановлення одночасно декількох протигазових фільтрів, встановлених послідовно.

В основу корисної моделі поставлено задачу удосконалення відомого фільтрувального дихального апарата з примусовою подачею повітря, в якому введенням нових конструктивних елементів та їх іншим зв'язком досягається можливість автоматичного регулювання об'єму та заданої якості підмаскового очищеного повітря згідно з режимом роботи користувача незалежно від наявності шкідливих речовин у повітрі робочої зони протягом усього терміну роботи з підтриманням належного рівня захисних властивостей пристрою. І за рахунок цього забезпечується підвищення ступеня безпеки праці в звичайних і аварійних умовах праці, при зменшенні соціальних і капітальних виплат.

Поставлена задача вирішується тим, що в фільтрувальному апараті, що містить шолом-маску з обтюратором, клапанами вдиху та видиху, гнучким гофрованим повітропроводом, з'єднану з пристроєм для очищення повітря з фільтрами, в якому розташовано вентилятор, блок управління, блок живлення, згідно з корисною моделлю, в пристрій для очищення повітря введено включений між блоком управління та через стабілізатор напруги з блоком живлення блок контролю за параметрами повітряного потоку та багатофункційною системою датчиків, встановлених в корпусі пристрою, з можливістю регулювання основних параметрів повітряного потоку в підмасковому просторі.

Корисну модель наведено на кресленнях:

на фіг. 1 наведено загальний вигляд фільтрувального дихального апарата з примусовою подачею повітря на користувачі;

на фіг. 2 наведено фільтрувальний дихальний апарат з примусовою подачею повітря;

на фіг. 3 - інформація, яка висвітлюється на дисплеї блока управління;

на фіг. 4 - схематично-конструктивні елементи фільтрувального дихального апарата з примусовою подачею повітря;

на фіг. 5 - елементи, що контролюються при підготовці фільтрувального дихального апарата з примусовою подачею повітря до роботи;

на фіг. 6 - схема течії повітря в фільтрувальному дихальному апараті з примусовою подачею повітря і індикація блока управління при проведенні продувки пристрою;

5 на фіг. 7 - схема течії повітря в фільтрувальному дихальному апараті з примусовою подачею повітря і індикація блока управління при роботі в режимі "Автомат";

на фіг. 8 - індикація при роботі фільтрувального дихального апарата з примусовою подачею повітря в режимі "Турбо" при наявності пилу і вуглекислого газу в атмосфері зовнішнього середовища;

10 на фіг. 9 - робота фільтрувального дихального апарата з примусовою подачею повітря в аварійному режимі.

Фільтрувальний дихальний апарат з примусовою подачею повітря (фіг. 1) складається із захисної шолом-маски (1), яка прилягає до обличчя користувача за допомогою обтюратора (2) і фіксується з можливістю регулювання сили притискання до обличчя за допомогою ремінців наголів'я (3). Шолом-маска (1), яка має клапани вдиху (6) та видиху (7), з'єднана гнучким гофрованим повітропроводом (5) з пристроєм для очищення повітря (4).

Пристрій для очищення повітря (фіг. 2) складається з корпусу (8), фільтрувальних елементів (9), блока управління (10), до складу якого входять елементи, які виведено на корпусі блока управління (10):

20 тумблер "Вмикання/вимикання" (11), що використовується для вмикання/вимикання пристрою для очищення повітря (4);

кнопка №1 (12) - "Коригування інформації" (час, день тижня, місяць, температура навколишнього середовища, вологість);

15 кнопка №2 (13) "Коригування режиму" (автоматичний режим, турборежим, аварійний режим);

25 кнопка №3 (14) - "Підсвітка дисплею";

світлові індикатори:

світловий індикатор червоного кольору (15) - "Аварія",

світловий індикатор синього кольору (16) - "Турбо",

світловий індикатор зеленого кольору (17) - "Вкл.".

30 дисплей (19) для контролю вибору режимів роботи пристрою та візуалізації інформації про режими роботи пристрою для очищення повітря.

Інформація, яка висвітлюється на дисплеї блока управління, зображена на фіг. 3.

Також на корпусі пристрою для очищення повітря (4) розташовано роз'єм для розміщення компактного електронного носія інформації (карти пам'яті) (18), яка необхідна для збереження інформації про роботу пристрою. Для дублювання візуальної інформації про параметри і режими роботи пристрою у вигляді звукових сигналів в блоці управління (10) є гучномовець (20). Також на корпусі пристрою для очищення повітря (4) вмонтовано роз'єм для підзарядки елементів живлення (21), USB-роз'єм (22) для підключення до ПЕОМ для налаштування і коригування програмного забезпечення роботи пристрою для очищення повітря. Схематично-конструктивні елементи фільтрувального дихального апарата з примусовою подачею повітря наведені на схемі (фіг. 4). В корпусі пристрою для очищення повітря розміщено: включений між блоком управління (10) та через стабілізатор напруги (30) з блоком живлення (24) блок контролю, в склад якого входять елементи живлення (25), блок контролю (23) за параметрами повітряного потоку та багатофункційною системою датчиків, встановлених в корпусі пристрою (4), з можливістю регулювання основних параметрів повітряного потоку в підмасковому просторі.

До блока контролю (23) параметрів очищеного повітря входять наступні елементи: контролер (28), тахометр (29) та стабілізатор напруги (30).

Для контролю повітря робочої зони в корпусі пристрою (4) встановлено наступні датчики:

50 датчик контролю наявності пилу в атмосфері робочої зони (31);

датчик контролю температури і вологості в атмосфері робочої зони (32);

датчик контролю концентрації вуглекислого газу в атмосфері робочої зони (33).

Для визначення параметрів очищеного повітря в корпусі пристрою (4) встановлено наступні датчики:

55 датчик контролю тиску в зоні низького тиску (34);

датчики контролю тиску в зоні високого тиску (35);

датчик контролю температури і вологості в зоні високого тиску (36).

У випадку підвищення вологості очищеного повітря в зоні високого тиску встановлено підігрівач повітряного потоку (37). Система датчиків (31, 32, 33, 34, 35, 36) підключена до

контролера (28). Живлення контролера (28), тахометра (29) та підігрівача очищеного повітря (37) здійснюється від блока живлення (27) через стабілізатор напруги (30).

- 5 Пристрій для очищення повітря працює наступним чином. Перед його одяганням користувач з'єднує і перевіряє герметичність з'єднань гофрованого повітропроводу зі шлем-маскою, пристроєм для очищення повітря, герметичність кріплення фільтрувальних елементів, працездатність клапанів видихання і вдихання, системи кріплення пристрою і шлем-маски.

Таблиця

Технічна характеристика пристрою

Параметр	Значення
Габаритні розміри:	
висота, мм	180
ширина, мм	200
довжина, мм	180
Вага, кг	1,2
Витрата повітря, л/хв.	30-160
Робочий тиск, Па	0-2000
Ємність батареї, годин	14
Наявність вуглекислого газу CO ₂	1,1 %
Температура, °C	10-40
Вологість, %	20-80
Шум, дБ	55-65

1. Підготовка пристрою для очищення повітря до роботи.

- 10 Для підготовки пристрою для очищення повітря необхідно натиснути на тумблер "Вмикання/вимикання" (11) при цьому на дисплеї (19) блока управління (10) загориться світлодіод зеленого кольору "Вкл." (17). Потім виконується коригування інформації, що виводиться на дисплей пристрою за допомогою кнопки "Коригування інформації" (12): день тижня, дата, місяць, час (години, хвилини). Перевіряється контроль температури і вологості повітряного простору робочої зони. Перевіряється підсвітка дисплею (19) шляхом натискання кнопки "Вмикання підсвітки" (14). Обов'язково перевіряють наявність карти пам'яті. Перевіряється ступінь заряду блока живлення (24). Індикація стану елементів живлення (25) здійснюється за допомогою сигнальної індикації, яка миготить при залишковій ємності елементів живлення (25) не менше 25-30 %; при зниженні напруги на стеку акумулятора до 2,8-3 В вентилятор (27) відключається.

20 На фіг. 5 зображено елементи, що контролюються при підготовці фільтрувального дихального апарата з примусовою подачею повітря до роботи.

2. Продувка пристрою для очищення повітря.

- 25 Продувка пристрою очищення повітря здійснюється для перевірки працездатності пристрою для очищення повітря. Продувка здійснюється наступним чином:

натискається тумблер "Вмикання/вимикання" (11), при цьому на дисплеї (19) блока управління (10) загориться світлодіод зеленого кольору "Вкл." (17);

натискаються кнопка "Вмикання підсвітки" (14) і кнопка "Коригування режиму" (13);

- 30 за допомогою кнопки "Коригування режиму" (13) виставляється режим "автоматичний"; при цьому починає обертатися вентилятор (27) і нагнітати повітря із зовнішнього середовища в шолом-маску (1), при цьому вентилятор (27) обертається з постійною швидкістю.

Користувач долонею руки перевіряє надходження повітря в шолом маску. На фіг. 6 зображено схему течії повітря в фільтрувальному дихальному апараті з примусовою подачею повітря і індикація блока управління при проведенні продувки пристрою.

- 35 3. Робота пристрою для очищення повітря в автоматичному режимі.

Включення пристрою для очищення повітря для роботи в автоматичному режимі здійснюється наступним чином:

натискають тумблер "Вмикання/вимикання" (11), при цьому на дисплеї (19) блока управління (10) загориться світлодіод зеленого кольору "Вкл." (17);

- 40 натискаються кнопка "Вмикання підсвітки" (14) і кнопка "Коригування режиму" (13);

за допомогою кнопки "Коригування режиму" (13) виставляється режим "автоматичний";

при цьому починає обертатися вентилятор (27) і нагнітати повітря із зовнішнього середовища в простір шолом-маски (1).

Користувач одягає на обличчя шолом-маску (1) і за допомогою ремінців наголів'я (3) регулює щільне притискання шолом-маски (1) до голови і ретельно перевіряє комфортне притискання обтюратора (2) до обличчя. Також користувач перевіряє герметичність з'єднання фільтрувальних елементів (9) з корпусом (8) очищувача повітря (4), з'єднання корпусу (8) очищувача повітря (4) з гофрованим повітроводом (5) і з'єднання гофрованого повітроводу (5) з шолом-маскою (1). Після перевірки пристрою очищення повітря користувач одягає шолом-маску (1), закріплює пристрій очищення повітря (4) на поясі за спиною для зручності.

Вмикання автоматичного режиму роботи пристрою очищення повітря (4) починається, коли користувач здійснив перший вдих. Об'єм повітря визначається після першого вдиху користувача, через величину перепаду тиску, яка оцінюється датчиком тиску (35), який розміщений в просторі шолом-маски (1), і датчиком контролю тиску (34), який розміщений в корпусі (8) пристрою очищення повітря (4) перед вентилятором (27) в зоні низького тиску. Датчик перепаду тиску має вихідний сигнал у вигляді постійної напруги від 0,5 В до 4,5 В. Рівень вихідної напруги залежить від тиску (розрідження) на входах датчика та може бути розрахований за формулою:

$$V_{out}=VS \times (0,2 \times P+0,5) \pm 6,25 \%VFSS,$$

де V_{out} - рівень напруги вихідного сигналу, В; VS - наруга живлення, В, $VS=5В$; $VFSS$ - повний масштабний проміжок напруги, визначається як алгебраїчна різниця між вихідною напругою при повному номінальному тиску і вихідною напругою при мінімальному номінальному тиску, В; P - тиск (розрідження) у датчику, кПа.

Сигнал від датчика перепаду тиску (35) надходить до аналогового порту контролера (28), де перетворюються цілочисельні значення в межах від 0 до 1023 відповідно. Одержані значення використовується для корегування швидкості обертання вентилятора (27). Коригування відбувається наступним чином: якщо тиск зменшується (відбувається вдих), то швидкість обертання вентилятора (27), яка контролюється тахометром (29), підвищується, і навпаки, якщо відбувається видих, то швидкість вентилятора (27) зменшується. Рішення про збільшення/зменшення швидкості повітряного потоку формується у контролері (28) на основі порівняння дійсних та попередніх вимірних значень перепаду тиску у гофрованому повітропроводі (5), з урахуванням поточної швидкості обертання вентилятора (27), що визначається тахометром (29) вентилятора (27). Знаючи частоту проходження імпульсів сигналу тахометра (29), можна розрахувати швидкість обертання вентилятора (27) за формулою:

$$K = 30 \times f_m, \text{ об/хв.}$$

Сигнал з тахометра (29) f_m подається в контролер (28), де порівнюється з частотою f_z , що відповідає необхідній витраті повітря, і в разі виникнення умови $f_m > f_z$, яка також задається режимом праці (відповідно до програмного забезпечення на контролері): легкий режим роботи, який характеризується подачею повітря - 140-160 л/хв. (оберти вентилятора (27) знаходяться в діапазоні 800-1000 хв⁻¹); середній режим роботи, який характеризується подачею повітря - 170-180 л/хв. (оберти вентилятора (27) знаходяться в діапазоні 1100-1200 хв⁻¹); тяжкий режим роботи, який характеризується подачею повітря на рівні 190-220 л/хв., (оберти вентилятора (27) знаходяться в діапазоні 1300-1700 хв⁻¹). Інформація з датчика перепаду тиску (35) постійно надходить до блока контролю (23) та зберігається на карті пам'яті.

Повітря із зовнішнього середовища через фільтрувальні елементи (9) надходить в корпус (8) пристрою для очищення повітря (4) і по каналу (26) переміщується в камеру низького тиску. Контроль температури і вологості повітря зовнішнього середовища контролюється датчиком контролю температури і вологості в атмосфері робочої зони (32). Відповідна інформація виводиться на дисплей (19) блока управління (10) пристрою для очищення повітря (4). Датчик контролю температури і вологості (36), який встановлений в зоні високого тиску, контролює величину температури повітря у нагнітальній камері вентилятора (27). У разі подачі холодного повітря нижче 16 °С і підвищення вологості повітря (більш 60 %) вмикається підігрівач очищеного повітря (37) і підвищує його до комфортних умов (18-22 °С), у разі перевищення температури більш 26 °С подається сигнал аварійного режиму роботи.

Далі за допомогою вентилятора (27) повітря нагнітається через гофрований трубопровід (5) в простір шолом-маски (1). Через клапан вдиху (6) очищене повітря надходить в простір обтюратора (2) до органів дихання користувача. Повітря, що видихається, виводиться в атмосферу навколишнього середовища через клапан видиху (7).

Якщо в атмосфері робочого середовища є пил, що контролюється датчиком контролю пилу (32), то контролер (28) відповідно генерує сигнал на дисплеї (19) блока управління (10) і висвітлюється інформація - "УВАГА!", "ПИЛ".

5 Якщо в атмосфері робочого середовища є вуглекислий газ, що контролюється датчиком контролю вуглекислого газу (33), то при перевищенні його концентрації у 40 мг/м³ контролер (28) відповідно генерує сигнал на дисплеї (19) блока управління (10) і висвітлюється інформація - "УВАГА!", "СО₂".

10 Якщо в атмосфері робочого середовища є пил і вуглекислий газ, що контролюється датчиками контролю пилу (32) і датчиком контролю вуглекислого газу (33), то контролер (28) відповідно генерує сигнал на дисплеї (19) блока управління (10) і висвітлюється інформація - "УВАГА!", "ПИЛ", "СО₂".

15 У разі різкого падіння перепаду тиску, що може говорити про пошкодження та розгерметизацію системи, що контролюється відповідно датчиками контролю тиску (34) і (35), сигнал від них надходить на контролер (28) і відповідно на дисплеї (19) блока управління (10) загоряється світлодіод червоного кольору "Аварія" (15), висвітлюється інформація - "УВАГА!", "ГЕРМ" і дублюється звуковим сигналом з гучномовця (20), що вимагає від користувача вимкнути пристрій, виявити несправність і за можливості її усунення ввімкнути його знову.

На фіг. 7 зображено схему течії повітря в фільтрувальному дихальному апараті з примусовою подачею повітря і індикація блока управління при роботі в режимі "Автомат".

20 4. Робота пристрою для очищення повітря в режимі Турбо.

Режим Турбо включається в тому випадку, коли забруднюються фільтрувальні елементи (9). Надходження забрудненого повітря із зовні через фільтрувальні елементи в корпус (8) пристрою для очищення повітря стає складним, в наслідок їх забруднення частинками пилу або частинками аерозолі, які містяться в атмосфері навколишнього середовища. Включення цього режиму забезпечує обертання вентилятора (27) на максимальних обертах з постійною швидкістю. Це дає змогу максимально підвищити течію очищеного повітря до органів дихання користувача, тим самим забезпечивши максимально можливе нахождение очищеного повітря для комфортного дихання.

30 Включення пристрою для очищення повітря для роботи в режимі Турбо здійснюється наступним чином:

натискається тумблер "Вмикання/вимикання" (11), при цьому на дисплеї (19) блока управління (10) загориться світлодіод зеленого кольору "Вкл.» (17);

натискається кнопка "Вмикання підсвітки" (14) і кнопка "Коригування режиму" (13);

35 кнопкою "Коригування режиму" (13) виставляється режим "Турбо" і при цьому вмикається світлодіод синього кольору "Турбо" (16) і на дисплеї (19) загоряється попередження "УВАГА!", "ФІЛЬТР".

40 Далі починає обертатися вентилятор (27) на максимально можливих обертах і нагнітати повітря із зовнішнього середовища в простір шолом-маски (1) до органів дихання користувача. Течія очищеного повітря до органів дихання користувача із зовні здійснюється аналогічно автоматичному режиму (див. фіг. 8).

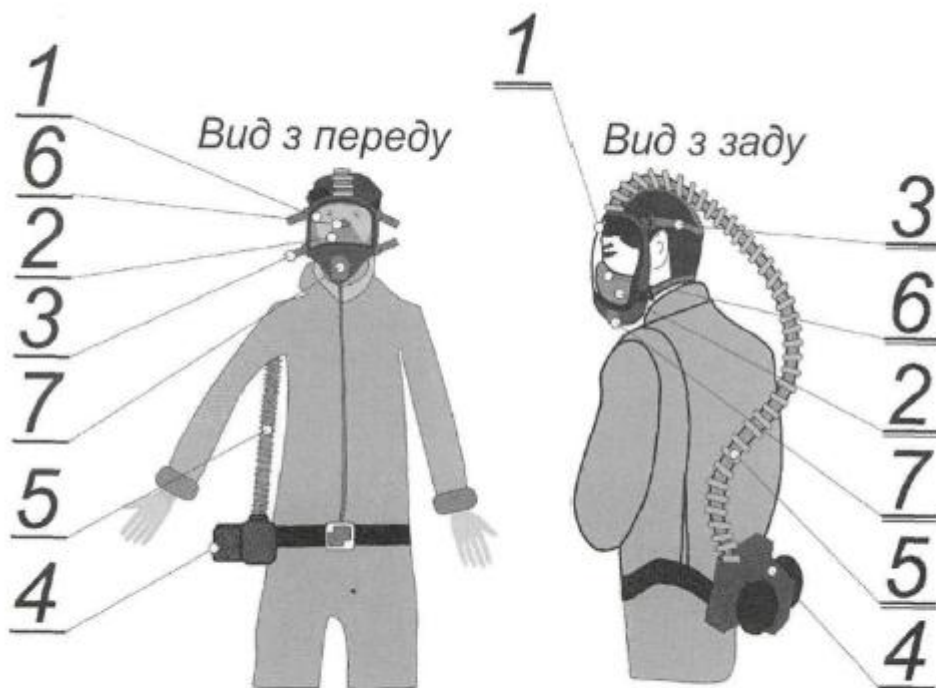
5. Робота пристрою для очищення повітря в аварійному режимі.

Аварійний режим включається в тому випадку, коли повністю розряджається блок живлення (24) або фільтрувальні елементи (9) втратили свою пропускну спроможність. В цьому випадку пристрій буде працювати як протигаз.

45 Таким чином, забезпечується підвищення ступеня безпеки праці в звичайних і аварійних умовах праці, що дозволить зменшити соціальні і капітальні виплат на підприємстві.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

50 Фільтрувальний дихальний апарат з примусовою подачею повітря, що містить шолом-маску з обтюратором, клапанами вдиху та видиху, гнучким гофрованим повітропроводом, з'єднану з пристроєм для очищення повітря з фільтрами, в якому розташовано вентилятор, блок управління, блок живлення, який **відрізняється** тим, що в пристрій для очищення повітря введено включений між блоком управління та через стабілізатор напруги з блоком живлення
55 блок контролю за параметрами повітряного потоку та багатофункціональною системою датчиків, встановлених в корпусі пристрою, з можливістю регулювання основних параметрів повітряного потоку в підмасковому просторі.



Фіг. 1

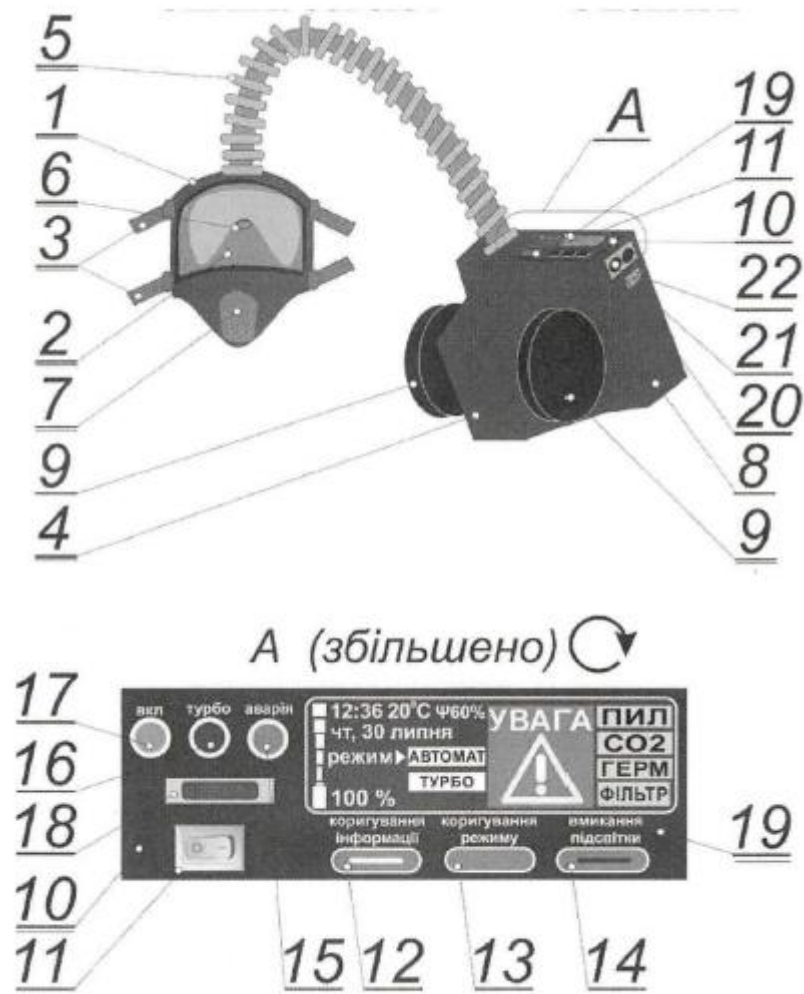


Fig. 2



Fig. 3

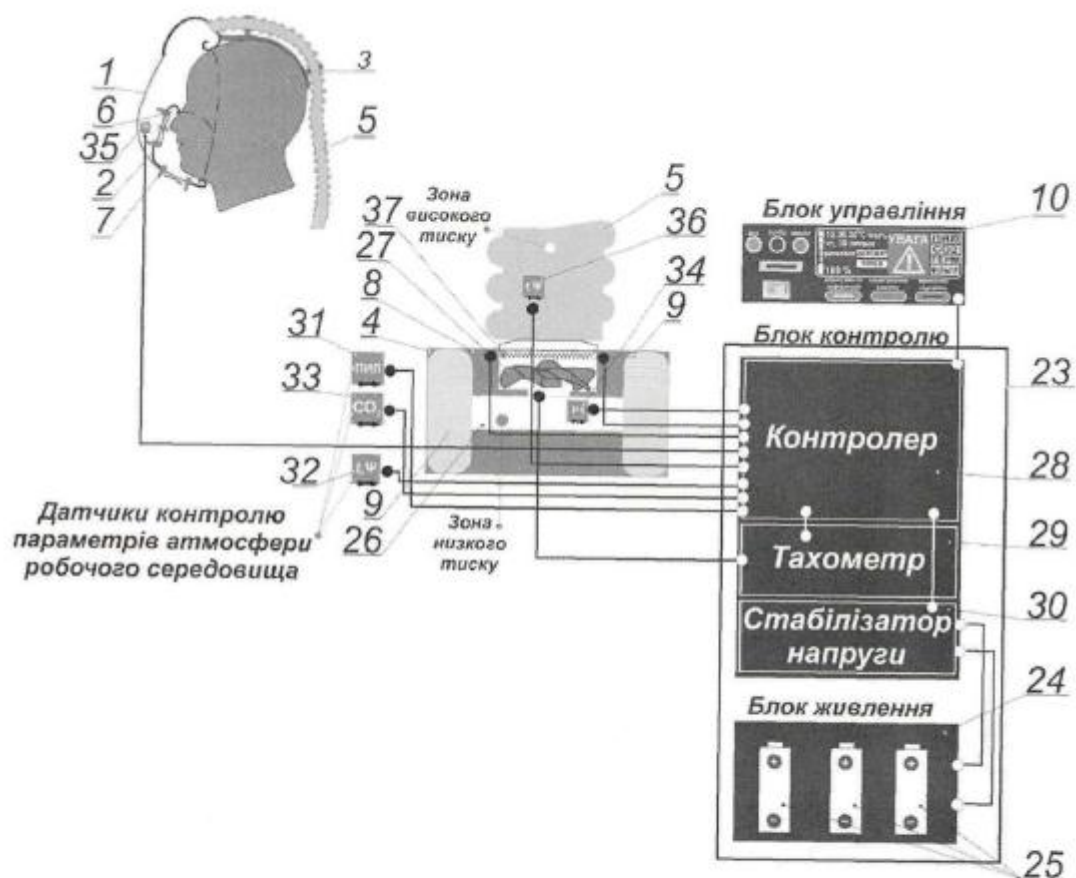


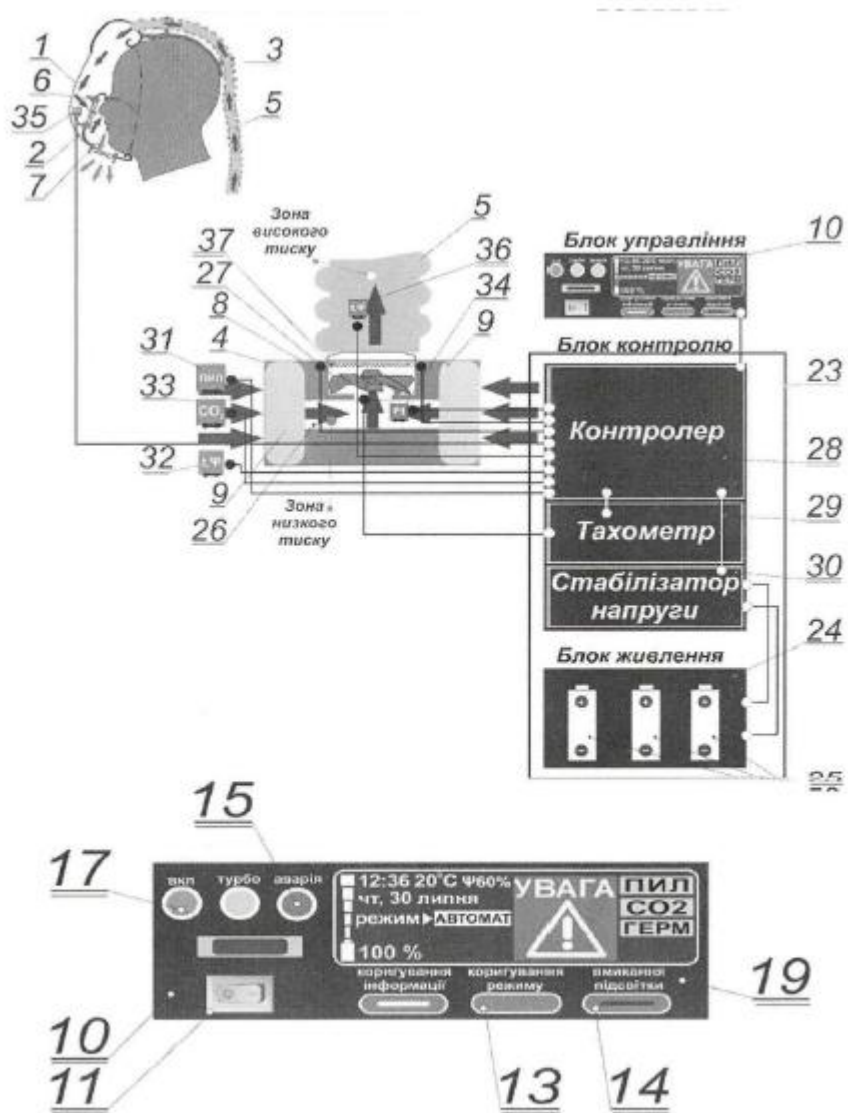
Fig. 4



Fig. 5



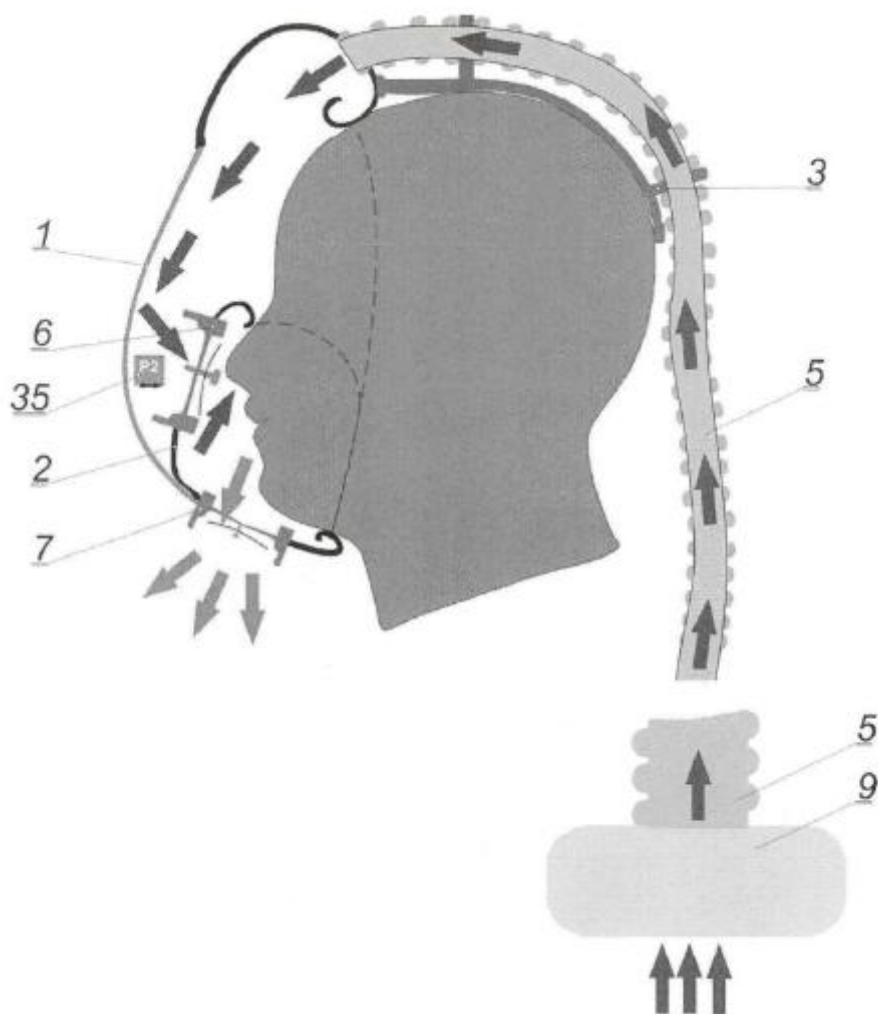
Фіг. 6



Фіг. 7



Фіг. 8



Фіг. 9