

**Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України  
Державний вищий навчальний заклад  
«НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИБОРУ ТА ЗАСТОСУВАННЯ  
ЗАСОБІВ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАХИСТУ ОРГАНІВ ДИХАННЯ**

**Дніпропетровськ  
2012**

**Міністерство освіти і науки молоді та спорту України  
Державний вищий навчальний заклад  
«НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ»**

**ГІРНИЧИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
Кафедра аерології та охорони праці**

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИБОРУ ТА ЗАСТОСУВАННЯ  
ЗАСОБІВ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАХИСТУ ОРГАНІВ ДИХАННЯ»**

**Дніпропетровськ  
Державний ВНЗ «НГУ»  
2012**

Методичні рекомендації щодо вибору та застосування засобів індивідуального захисту органів дихання» студентами напряму підготовки 6.050301 «Гірництво» / Уклад.: В.І. Голінько С.І. Чеберячко, М.М. Наумов, Ю.І. Чеберячко –Д.: РВК ДВНЗ «Національний гірничий університет», 2012. – 35 с.

Укладачі:

Голінько Василь Іванович докт. техн. наук, професор

Чеберячко Сергій Іванович, канд. техн. наук, доцент

Наумов Микола Миколаєвич, аспірант

Чеберячко Юрій Іванович, канд. техн. наук, доцент

Затверджено методичною комісією з напрямку 6.050301 «Гірництво» (протокол № 5 від 14.10.11 р.)

Рекомендовано Державним макіївським науково-дослідним інститутом лист № 1719135 від 28.10.11

Подано методичні рекомендації щодо виконання самостійної роботи «Рекомендації щодо вибору та застосування засобів індивідуального захисту органів дихання». Наведено критерії розрахунку параметрів та порядок вибору ЗІЗОД, список літератури.

Відповідальний за випуск завідувач кафедри аерології та охорони праці, д-р техн. наук, проф., В.І. Голінько

## 1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Висока концентрація пилу в повітрі робочої зони, а також труднощі нормалізації умов праці за пиловим фактором підсилили проблему захворювання пневмоконіозом у гірничодобувній галузі України, від чого підвищується інвалідність, смертність, зменшується загальна тривалість життя шахтарів.

Одним із шляхів вирішення проблеми є використання високоефективних засобів індивідуального захисту органів дихання (ЗІЗОД) від пилу. Найбільш поширеними серед них у гірничодобувній промисловості є респіратори типу „Лепесток”, РПА, «Астра», фільтрувальні елементи яких традиційно виготовляються з матеріалу ФПП (фільтр Петрянова перхлорвініловий). Однак, у зв'язку з введенням в дію нових гармонізованих стандартів, ці респіратори можуть зникнути з використання, оскільки не відповідають встановленим вимогам. Аналіз особливостей розробки конструкцій ЗІЗОД показує, що існуючі методи розрахунку не враховують всі фактори, що впливають на забезпечення відповідної якості респіраторів, та умови, в яких вони будуть використовуватись.

Загально використовуваними термінами та скороченнями є:

**Засіб індивідуального захисту органів дихання (ЗІЗОД)** – засіб індивідуального захисту, призначений для захисту дихальних шляхів користувача від вдихання повітря, яке може спричинити шкідливий вплив на здоров'я (ДСТУ EN 132:2004);

**Гранично допустима концентрація (ГДК) шкідливих речовин у повітрі робочої зони** – концентрація речовини, яка за умов регламентованої тривалості її щоденної дії при 8-годинній роботі (але не більше 40 годин протягом тижня) не повинна викликати в експонованих осіб захворювання або відхилень у стані здоров'я, які може бути діагностовано сучасними методами досліджень протягом трудового стажу або у віддалені періоди теперішнього або наступних поколінь (ГН 3.3.5-3.5.8; 6.6.1-083-2001);

**Коефіцієнт захисту ( $K_z$ )** – кратність зниження концентрації шкідливої речовини, забезпечувана ЗІЗОД;

**Пил** – загальний термін, який позначає тонкодисперсні тверді частинки (ДСТУ EN 132:2004);

**Повітря з нестачею кисню** – навколишнє повітря, яке містить кисню менше 17% за об'ємом (сухого повітря) і в якому неможливе використання фільтрувального пристрою (ДСТУ EN 132:2004).

**$D_0$**  – концентрації шкідливої речовини в повітрі робочої зони

**ФЕ** – фільтрувальний елемент

## 2. ПРИЗНАЧЕННЯ ТА КЛАСИФІКАЦІЯ ЗІЗОД

ЗІЗОД класифікують за принципом дії та призначенням.

За принципом дії в європейських та українських стандартах ЗІЗОД поділяються в залежності від способу забезпечення захисту на фільтрувальні та ізолювальні (ДСТУ EN 133:2005) (рис. 1).



Рис. 1 – Класифікація ЗІЗОД за принципом дії

Фільтрувальні – пристрої, які очищають вдихуване повітря від шкідливих речовин за допомогою фільтрів, що входять у конструкцію ЗІЗОД, які містять речовини - поглиначі чи фільтрувальні матеріали. До таких пристроїв, в залежності від конструктивних особливостей, відносяться промислові респіратори та протигази. Фільтрувальні ЗІЗОД за умов, при яких вони можуть бути використані, повинні забезпечувати очищення повітря, що вдихається, до концентрацій шкідливих речовин, що не перевищують ГДК, які встановлені ГОСТ 12.1.005-88 та санітарними нормами ГДК та ОБРВ, затвердженими Міністерством охорони здоров'я України.

Фільтрувальні ЗІЗОД застосовують в умовах відомого складу та концентрації шкідливих речовин. Вони можуть бути використані тільки при достатній об'ємній частці кисню в повітрі робочої зони (не менш ніж 17% за об'ємом). Їх не можна застосовувати при роботах у важкодоступних та погано провітрюваних приміщеннях малого об'єму: цистернах, колодязях, трубопроводах тощо.

Найбільш поширеними є фільтрувальні ЗІЗОД, які забезпечують захист від аерозолів (дими, тумани, пил).

В табл. 1 наведено перелік відповідних європейських стандартів, які розповсюджуються на фільтрувальні ЗІЗОД.

## Перелік євростандартів на фільтрувальні ЗІЗОД

№ з/п	Назва стандарту	Позначення документу
1	ЗІЗОД. Півмаски і чвертьмаски. Вимоги, випробування, маркування	ДСТУ EN 140:2004
2	ЗІЗОД. Протиаерозольний фільтр. Вимоги, випробування, маркування	ДСТУ EN 143:2002
3	ЗІЗОД. Півмаски фільтрувальні для захисту від аерозолів. Вимоги, випробування, маркування	ДСТУ EN 149:2003

#### 4. ПОКАЗНИКИ ЗАХИСНИХ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЗІЗОД

Основна функція фільтрувальних ЗІЗОД – захищати працівника від шкідливих для здоров'я аерозолів газів і парів в умовах їх роздільної або одночасної присутності у навколишньому повітрі, яке містить не менш 17 % кисню, протягом виконання виробничого завдання.

##### 4.1 Загальні вимоги

Незалежно від призначення і конструктивних особливостей, ЗІЗОД мають відповідати вимогам до показників їх властивостей, які поділяються на групи:

- показники захисної ефективності, які включають в себе загальний коефіцієнт проникнення шкідливих речовин через всю конструкцію ЗІЗОД  $K_{пр}$ , а також через окремі його елементи, об'ємну витрату повітря, що надходить на вдих (для ЗІЗОД з примусовою фільтрацією) та час захисної дії ЗІЗОД;

- показники надійності, які включають в себе середній строк служби, стійкість ЗІЗОД до впливу на нього хімічних, механічних, термічних факторів навколишнього середовища, дезінфікування, транспортування та зберігання;

- ергономічні показники, які віддзеркалюють можливий вплив ЗІЗОД на здоров'я, функціональний стан і працездатність людини: опір диханню, температура, відносна вологість і газовий склад повітря, яке вдихається, ступінь обмеження зору, слуху, мовлення, маса ЗІЗОД.

##### 4.2 Показники захисної ефективності

Респіратори мають забезпечувати очищення повітря, що вдихається, від шкідливих речовин до концентрацій, що не перевищують ГДК. Ця вимога виключає можливість використання ЗІЗОД з меншим коефіцієнтом захисту, ніж коефіцієнт токсичної небезпеки, навіть при скороченні перебування людини в шкідливих умовах.

Однією з важливих захисних характеристик фільтрувальних пристроїв є коефіцієнт захисту  $K_3$ . Він визначає кратність зниження концентрації шкідливої речовини, що забезпечується даним простом і умови, за яких гарантується надійний захист людини від впливу шкідливих речовин, що знаходяться в повітрі робочої зони.

$$K_3 = 1 / K_{пр} \times 100 \quad (1)$$

Загальний коефіцієнт проникнення  $K_{пр}$ , який є відношенням концентрації шкідливої речовини в підмасковому просторі ЗІЗОД (П) до концентрації цієї

речовини в навколишньому повітрі робочої зони ( $P_o$ ), визначають експериментально (у лабораторних умовах):

$$K_{np} = P / P_o \times 100\% \quad (2)$$

Загальний коефіцієнт проникнення залежить від конструкції ЗІЗОД і ефективності його ФЕ, Визначається за тест-аерозолем з діаметром часток 0,4 мкм (парафінова олива) та 0,6 мкм (хлорид натрію) згідно вимог вищезазначених ДСТУ EN (табл. 1).

Час захисної дії – друга важлива характеристика ЗІЗОД. У нормативній документації на конкретні типи ЗІЗОД прийнято зазначати час захисної дії фільтра, який є показником динамічної ємності при визначеній концентрації контрольних шкідливих речовин.

Найбільш важливі діючі вимоги до фільтрувальних ЗІЗОД наведені в таблиці 2.

Таблиця 2

Найменування показника	ДСТУ EN 143:2002		
	Клас ефективності		
	3	2	1
1. Коефіцієнт захисту	$\leq 50$	$\leq 12$	$\leq 4$
2. Коефіцієнт проникнення крізь протиаерозольний фільтр, %, не більш, з витратою 95 дм <sup>3</sup> /хв	$\leq 0,05$	$\leq 6$	$\leq 20$
3. Початковий опір протиаерозольного фільтра повітряному потоку з витратою, Па, не більш: - 30 дм <sup>3</sup> /хв. - 95 дм <sup>3</sup> /хв	$\leq 120$	$\leq 70$	$\leq 60$
	$\leq 420$	$\leq 240$	$\leq 210$
4. Об'ємна частка CO <sub>2</sub> , %, не більше	$\leq 1$		

### 4.3 Експлуатаційні особливості фільтрувальних матеріалів

Умови мікроклімату робочої зони (підвищена температура повітря, наявність опадів тощо) впливають на безпечне та ефективне застосування фільтрувального пристрою і визначають потрібні показники надійності. Вони в багатьох випадках залежать від властивостей матеріалів, застосовуваних для виготовлення фільтрувальних елементів (або фільтрувальної півмаски) ЗІЗОД. В Україні та Росії для виробництва фільтрів застосовують такі типи матеріалів: ФПП, ФПМ і НФП («Елефлен»).

Полімерні фільтрувальні матеріали ФПП (Фільтр Петрянова).

Домінуюче застосування у вітчизняних і російських респіраторних засобах займає матеріал ФПП. Він складається з шару ультратонких волокон, осаджених з розчину перхлорвінілової смоли в дихлоретані з нанесенням електростатичного заряду.

Незважаючи на високі фільтрувальні властивості, цей тип має обмеження в застосуванні (не використовується при температурі повітря понад 28°C), що пов'язане з деструктивними властивостями матеріалу. При нагріванні матеріалу вище 28 °C різко знижуються фільтрувальні властивості матеріалу ФПП і починається активне виділення похідних хлору. Намокання матеріалу також

призводить до зниження фільтрувальних властивостей. Ці особливості матеріалу ФПП не дозволяють застосовувати респіратори з його використанням на гарячих роботах та за наявності атмосферних опадів.

**Примітка.** Матеріали ФПП застосовують для виготовлення респіраторів: ШБ-1 «Лепесток», У-2К, «Сніжок», «Акація», Ф-62Ш, РПА-1, «Астра-2», ПРШ-741, РУ-60 МУ та ін.

Полімерні фільтрувальні матеріали ФПМ.

Матеріали ФПМ являють собою шар ультратонких волокон сополімеру стиролу і акрилонітрилу з нанесенням електростатичного заряду.

Рекомендований температурний діапазон експлуатації цього матеріалу становить від мінус 30 до плюс 70<sup>0</sup>С.

**Примітка.** Матеріали ФПМ застосовують для виготовлення респіраторів «Лепесток» (АТ «ESFIL», Естонія).

Поліпропіленові фільтрувальні матеріали (НФП, «Елефлен» та ін.).

Матеріал являє собою полотно, що містить ультратонкі волокна, отримані з розплаву поліпропілену з нанесенням електростатичного заряду.

Рекомендований температурний діапазон експлуатації становить від мінус 30<sup>0</sup>С до плюс 140<sup>0</sup>С (придатні для застосування на гарячих роботах).

На відміну від перелічених вище матеріалів, поліпропіленові матеріали мають більш низький аеродинамічний опір, способи їхньої утилізації більш доступні й безпечні.

Загальні характеристики фільтрувальних матеріалів наведено в табл. 3.

Таблиця 3

Основні показники фільтрувальних матеріалів

Марка фільтрувального матеріалу	Середній діаметр волокон, мкм	Розривне навантаження, Н	Щільність матеріалу, г/м <sup>2</sup>	Опір повітряному потоку Па, зі швидкістю 1 см/с	Коефіцієнт проникнення $K_n$ за тест-аерозолем МТ* зі швидкістю 1 см/с
ФПП 15-0,6	1,5	0,5	13 – 19	5 – 7	0,5
ФПП 15-1,5			25 – 30	12 – 15	0,01
Елефлен 5Р	2,5	11	45 – 50	3 – 5	6 – 9
НФП 0,5-0,1	2,0	10	40 – 45	4 – 6	6 – 8

\*МТ – масляний туман.

**Примітка.** Поліпропіленові матеріали застосовують для виготовлення респіраторів «Пульс», «Росток», «Тополь», РПА-ТД, закордонних респіраторів торговельних марок 3М, DRÜGER, MSA AUER, Moldex.

## 5. КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ ФІЛЬТРУВАЛЬНИХ ЗІЗОД

Фільтрувальні ЗІЗОД складаються з двох основних конструктивних частин: пристрою, що забезпечує очищення повітря, яке вдихається, (фільтру) і лицьової частини, що підводить чисте повітря до органів дихання.

За конструктивним оформленням всі фільтрувальні пристрої можна поділити на два типи: фільтрувальні півмаски, в яких ФЕ одночасно є лицьовою частиною (полегшені респіратори), і патронні, що мають відокремлену лицьову частину і ФЕ. Кожний із цих типів респіраторів за характером вентилявання



підмаскового простору поділяється на безклапанні респіратори, з так званим маятниковим типом дихання, коли повітря, яке вдихається та видихається, проходить крізь фільтрувальний елемент, і клапанні, в яких повітря, яке вдихається та видихається, рухаються різними шляхами завдяки системі клапанів вдиху та видиху. Клапанні респіратори відрізняються один від одного кількістю і розташуванням клапанів на півмасці.

Респіратори типу «фільтрувальна півмаска» – це легка півмаска, призначена для одноразового використання і виготовлена з фільтрувального матеріалу. Для кріплення на обличчі призначений головний гарнітур (гумовотканинні або тканинні стрічки, які прикріплені до півмаски). Для виключення підсмоктування у ділянці перенісся встановлено носовий затискач. Деякі моделі цього типу забезпечені клапаном видиху.

Для задоволення вимог споживачів виробники респіраторної техніки пропонують три типи фільтрувальних півмасок:

- „конверт” (рис. 2 а): значна площа фільтрації, що дозволяє поліпшити деякі характеристики респіратора (зокрема знизити початковий опір диханню та збільшити термін дії);
- кишенькового типу (рис. 2 б): невеликі габаритні розміри, зручні в експлуатації;
- формовані (рис. 2 в) характеризуються високим ступенем захисту.

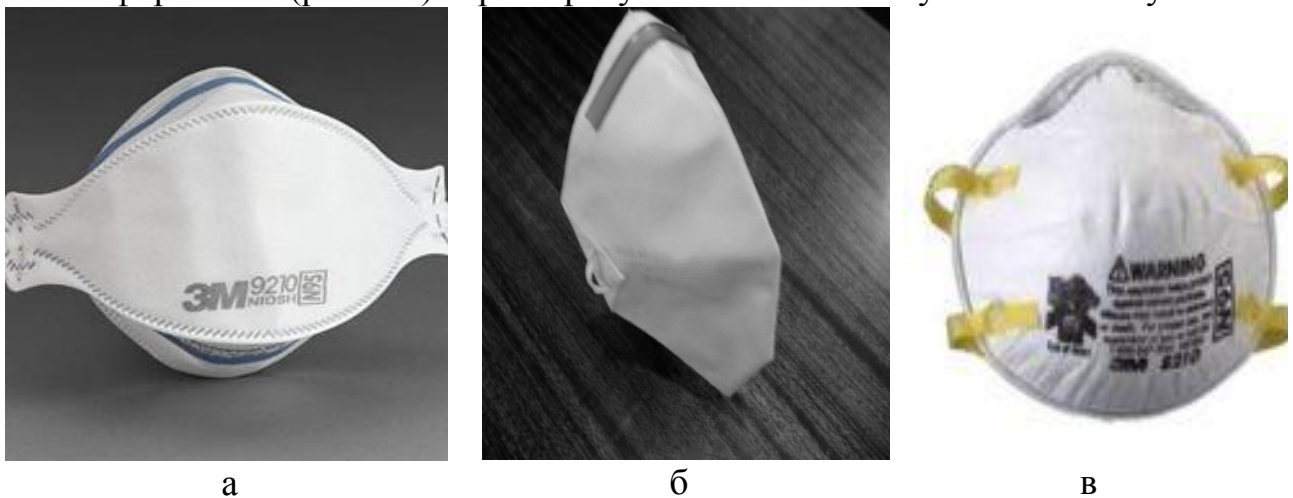


Рис. 2. Фільтрувальні півмаски: а – типу „конверт” виробник ЗМ; б – кишенькового типу «Росток-2» виробник «Фільтр»; в – формована виробник ЗМ

Респіратори багаторазового використання – для умов високої концентрації шкідливих речовин у робочій зоні, оскільки площа їх фільтрувальних елементів значно більша за площу фільтрувальних півмасок. Крім того, відпрацьовані фільтри легко замінити в процесі роботи.

Багаторазові ЗІЗОД не відрізняються один від одного конструктивно: по дві симетрично розташовані фільтрувальні коробки із фільтрами з боків півмаски, що виготовлені з еластичного матеріалу; клапани вдиху і видиху; обтюратори та оголів'я (рис. 3). Але конструкції того чи іншого вузла респіратора мають суттєві розбіжності залежно від фірми виробника. Наприклад, фільтрувальний патрон з'єднується з півмаскою, кількома способами: за допомогою баянетного пристрою,

вмонтованого фланця у півмаску або фланця, розташованого на фільтрувальній коробці, з використанням проміжної деталі – манжети з фланцем.

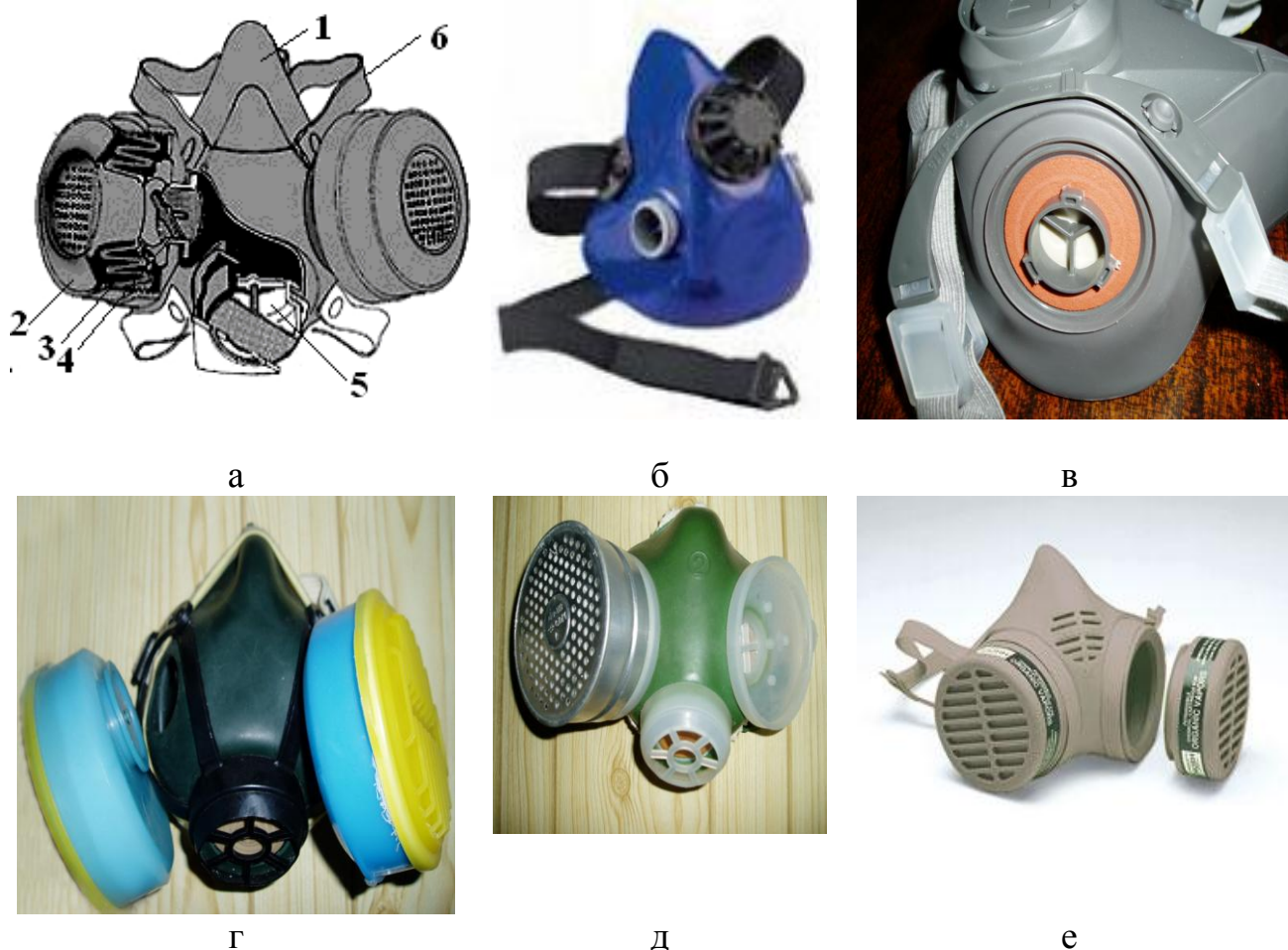


Рис. 3. Фільтрувальні півмаски багаторазового використання: а – півмаска загальний вигляд: 1 – півмаска з еластичного матеріалу; 2 – фільтрувальна коробка; 3 – фільтр; 4 – клапан вдиху; 5 – клапан видиху; 6 – оголів'я; б - з баянетним пристроєм на півмасці фірми ЗМ); в - з вмонтованим фланцем фірми Chief Supply; г - з вмонтованим фланцем на фільтрувальній коробці респіратора РПА-ТД-2 фірми «Стандарт»; д – з манжетами та фланцем, закріпленої на півмасці респіратора РУ-60М фірми «СИЗОД»; е - з фіксацією і корпусі півмаски респіратора фірми Moldex

## 6. ФАКТОРИ, ЯКІ ВПЛИВАЮТЬ НА ЗАХИСНУ ЕФЕКТИВНІСТЬ РЕСПІРАТОРА

Головним шляхом потрапляння шкідливої речовини у підмасковий простір є нещільності смуги обтюрації, дефекти клапанів видихання, неякісний фільтрувальний елемент. Останні два здебільшого залежать від якості виробництва і системи перевірки при виготовленні продукції та потраплянні до споживача. В той же час з негерметичностями за смугою обтюрації все набагато складніше. Величина випадкових підсмоктувань може змінюватись у часі та з'явитись навіть у добре підбраному респіраторі за рахунок зміщення лицевої частини під час роботи

(рис. 4). Крім того, накопичення пилу на фільтрах ЗІЗОД призводить до зростання опору диханню (рис. 5) що призводить до перерозподілу повітряних потоків і збільшення підсмоктування нефільтрованого повітря за смугою обтюрації (рис. 6, 7).

Роботу будь-якого респіратора можна спрощено подати таким чином: нефільтроване повітря з масовою складовою шкідливих домішок  $W_1$  (при вдиханні) біля респіратора розподіляється на два потоки (рис. 2.3). Один з них ( $W_{\phi.e}$ ) проходить через фільтрувальний елемент, а другий ( $W_{c.o}$ ) – через щілини за смугою обтюрації. Якщо опір фільтра більший за опір смуги обтюрації, то з'являється значне підсмоктування забрудненого повітря в підмасковий простір. Коефіцієнт проникнення аерозолі через респіратор в такому випадку можна визначити за формулою

$$K_n = \frac{K_n^{\phi.e} + \sqrt{R_{\phi.e}/R_{c.o}}}{1 + \sqrt{R_{\phi.e}/R_{c.o}}},$$

де  $K_n^{\phi.e}$  – коефіцієнт проникнення аерозолі через фільтрувальний елемент респіратора;

$R_{\phi.e}$  – опір фільтрувального елемента (кгс)/м<sup>5</sup>;

$R_{c.o}$  – опір смуги обтюрації (кгс)/м<sup>5</sup>.

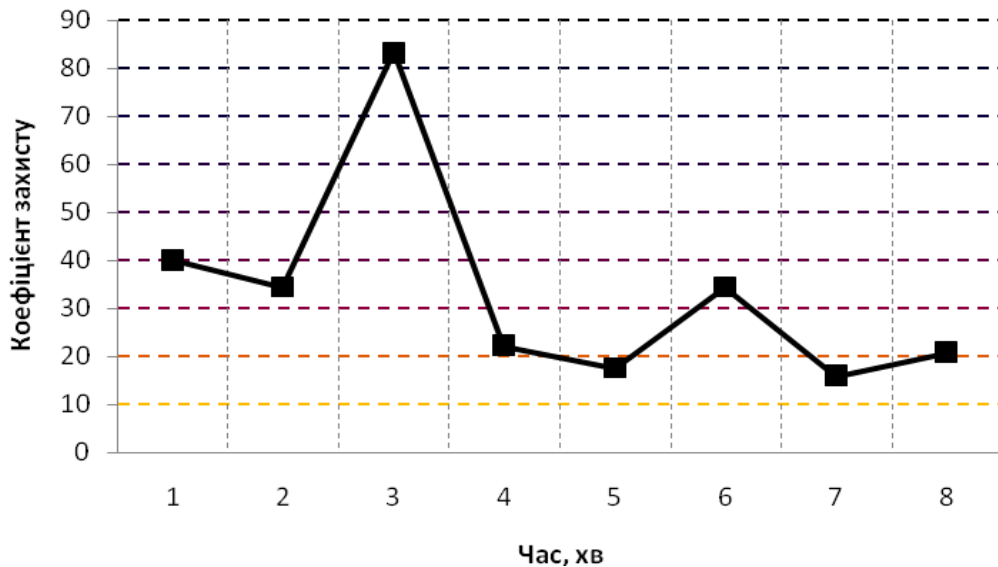


Рис. 4. Зміна коефіцієнта захисту респіратора з часом

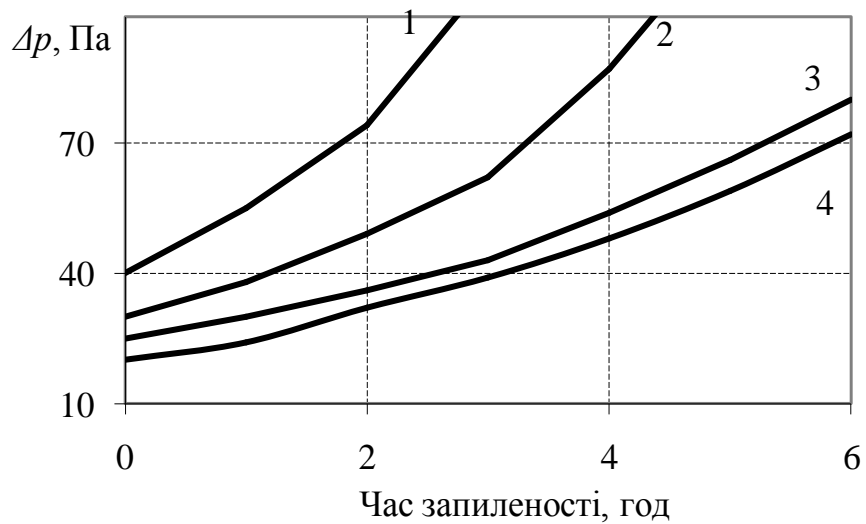


Рис. 5. Криві залежності перепаду тиску на респіраторі РПА-ТД від часу запиленості (при концентрації вугільного пилу  $300 \text{ мг/м}^3$  та з витратою повітря  $30 \text{ л/хв}$ ). Фільтри: із ФПП 15-1,5 (1); із ФПП 15-0,6 (2); із НФП (3); із елефлену (4)

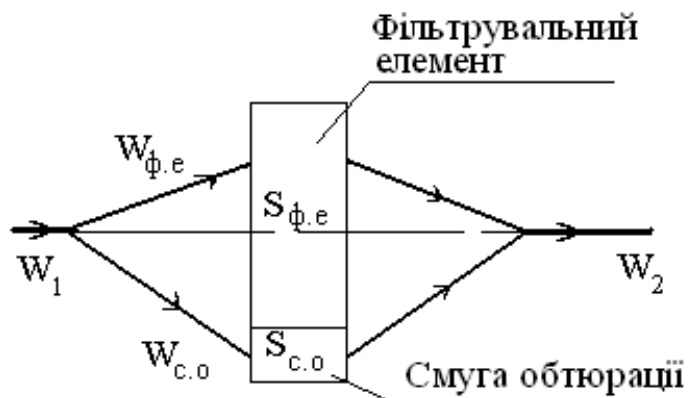


Рис. 6. Спрощена схема перерозподілу повітряних потоків у респіраторі

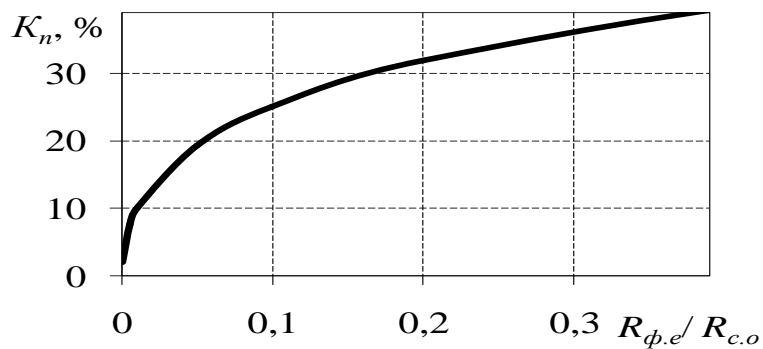


Рис. 7. Залежність коефіцієнта проникнення тест-аерозолі крізь респіратор від відношення величин опору фільтрувального елемента і смуги обтюрації

Враховуючи, вище наведене зрозуміло, що найбільші величини підсмоктувань характерні для легких четверть і півмасок, значно більша надійність у панорамних масок і шлем-масок. Так, відповідно до американського стандарту рахується, що навіть при правильному виборі й застосуванні зазори утворюються в середньому рідше й менші, чому в повно лицевих півмасок. Тому їх область припустимого застосування обмежили 50 ПДК (а в півмасок у США – 10 ПДК). А якщо подавати під маску повітря примусово, щоб тиск був вище зовнішнього, то повітря в зазорах буде рухатися назовні, заважаючи забрудненням попадати усередину. Такі респіратори примусовим подаванням повітря мають максимальну захисну ефективність. Тому в розвинених країнах стандарти обмежують застосування фільтрувальних респіраторів різної конструкції по-різному, хоча в окремих випадках захисні властивості бути й інші. Наприклад, у якихось рідких випадках коефіцієнт захисту півмаски може бути більше, чим у повно лицевій маски або в респіратора із примусовою подачею повітря.

Важливим фактором захисної ефективності ЗІЗОД є їх постійне використання. В ході різноманітних виробничих досліджень було встановлено, що працівники протягом виробничого процесу знімають респіратори. Причин для цього багато: перевести подих, очистити або поміняти фільтри, поговорити та інші. Однак, майже всі робітники знімають ЗІЗОД у разі зменшення на їх погляд небезпеки. Це призводить до значного погіршення захисного ефекту ЗІЗОД. Так, коефіцієнт захисту респіратора при безперервному використанні дорівнює 50, а для виконання роботи буде потрібно сказати що-небудь, і через це респіратор буде знятий на 5 хвилин протягом 8-годинної зміни (480 хвилин), то його реальний КЗ знизиться до 33 - у 1,5 рази:  $(480) / [475/50 + 5/1] = 480/14,5 = 32,9$ .

Необхідність розмовляти, як бачимо, також впливає на ефективність захисту. Зрозуміло, що при виробничій необхідності, респіратор буде знято. Вимірювати коефіцієнт захисту неодягненого ЗІЗОД безглуздо, але це важливо враховувати для заощадження здоров'я робітників. В у багатьох вітчизняних респіраторів немає переговорної мембрани, але якщо в приміщенні шумить устаткування, то і при наявності мембрани важко докритися один до одного.

Таблиця 5

Обмеження області припустимого застосування деяких типів респіраторів

Конструкція респіратора	обмеження США і ЄС)
Півмаска з відповідними фільтрами	до 10 ГДК
Повно лицева маска з відповідними фільтрами	до 50 ГДК(ЄС - 40)
Повно лицева маска із примусовою подачею повітря*	до 1000 ГДК

\*Примітка: В нашій країні обмеження в такому вигляді відсутні і встановлюються вони якістю респіраторів за лабораторними випробуваннями.

Проведені дослідження з визначення ефективності використання протипилових респіраторів у виробках вугільних шахт показали, що навіть добровольці, яких попередили, що знімати півмаску неможна її знімали. З 10 вимірів у 4 випадках була пошкоджена вимірювальна система – робітники знімали респіратори під час роботи, щоб щось сказати один одному. Виходить, це було потрібно для вико-

нання роботи. А якщо менше чим за 2 години (середня тривалість виміру) 4 людини зняли респіратори, скільки таких випадків буде за всю зміну?

На час використання півмаски впливає також зручність респіратора. Важко очікувати, що незручний респіратор буде використовуватися 6 годин на день. Наприклад, у США робітникам дають можливість вибрати найбільш зручну маску з декількох (мінімум 2 різних моделі по 3 розміри в кожній). Фахівці рекомендують замінювати обрану маску на іншу, якщо протягом 2-х перших тижнів вона здається незручною. Говорити про наші можливості не приходиться. Хоча б підібрати півмаску відповідно розміру. Це можна зробити за допомогою спеціальних методів. Найпростіші з них полягають в розпиленні перед особою робітника в одягнутому респіраторі розчину солодкої або гіркої речовини, нешкідливого для здоров'я. Якщо робітник при одягнутому респіраторі відчув смак – виходить, є зазори. Він повинен вибрати іншу півмаску. А якщо маска відповідає особі, то вона менше схильна сповзати під час роботи. При неможливості підбору – видається респіратор з примусовим подаванням повітря.

Захисна ефективність респіратора залежить від температурних показників у робочій зоні. Зрозуміло, що при високій температурі робітники будуть частіше знімати респіратори. По-перше, через швидке накопичення вологи у підмасковому просторі. По-друге, через збільшення опору диханню за рахунок підвищення температури (рис. 8, 9).

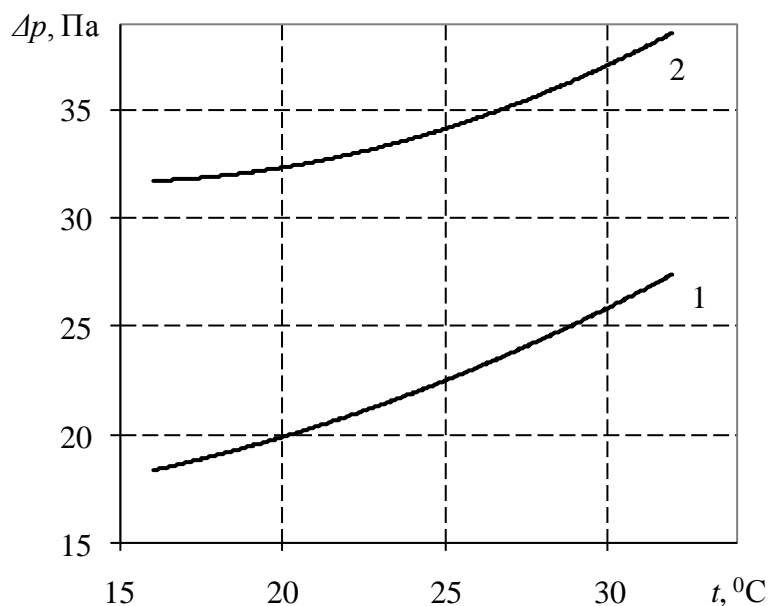


Рис. 8. Криві залежності перепаду тиску на фільтрувальному матеріалі від температури: 1 – «Елефлену»; 2 – ФПП 15 -1,5

Проведені вимірювання захисної ефективності респіратора в цеху з виготовлення гальванічних джерел живлення на одному з підприємств і показали низькі показники. Дослідники припустили, що це через високу температуру в цеху і порекомендували роботодавцеві, влаштувати загально обмінну вентиляцію (для зниження температури й забруднення повітря). В результаті ефективність використання ЗІЗОД підвищилась майже 1,5 рази (рис. 10, 11).

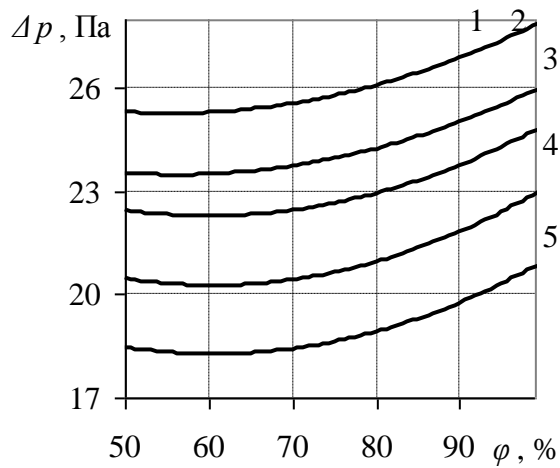


Рис. 9. Криві залежності перепаду тиску респіратору типу Лепесток від вологості повітря, при різній температурі навколишнього середовища, °С: 1 – 30; 2 – 26; 3 – 24; 4 – 20; 5 – 16

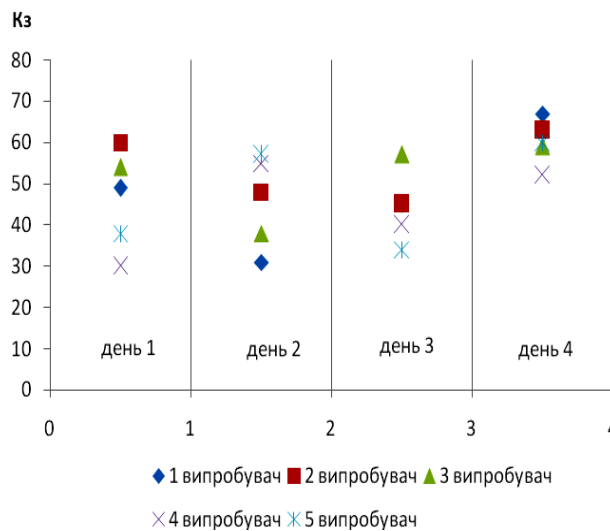


Рис. 10. Значення коефіцієнту захисту респіраторів РПА при температурі навколишнього середовища 28 °С

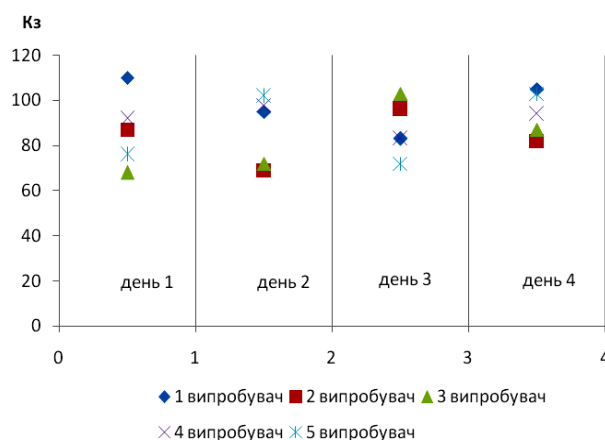


Рис. 11. Значення коефіцієнту захисту респіраторів РПА при температурі навколишнього середовища 20 °С

Важливо враховувати вплив на захисну ефективність темпу і ритму виконаної роботи. Як видно з табл. 6, при застосуванні одних і тих же марок респіраторів ступінь їх захисту на різних дільницях вугільних шахт неоднакова. Ця відмінність пов'язана з тим, що співробітники виконують роботу з різними рухами, темпом і ритмом, що відзначається на захисних властивостях респіраторів. Цей факт підтверджується і при проведенні лабораторних досліджень захисної ефективності ЗІЗОД на людях при виконанні стандартних вправ (табл. 7). Також погіршує захисну ефективність півмасок виконання важкої роботи. Це пояснюється і збільшенням швидкості фільтрації (табл. 8) аерозолі і зростанням опору диханню фільтрів через сильне потовиділення (рис. 12). Тому величезне значення має автоматизація і механізація робіт – це не тільки зменшує число людей, що зазнають шкідливого впливу, але також знижує ризик виникнення захворювання органів дихання.

Таблиця 6

Показники коефіцієнта захисту респіратора за професіями

Професія робітника і технологія ведення робіт	Величина середньомісячної запиленості повітря, мг/м <sup>3</sup>	Величина середньо змінно-го об'єму легеневої вентиляції, м <sup>3</sup> /хв	Середнє значення коефіцієнта захисту респіратора*
1. Комбайнова технологія проходки			
1.1. Машиніст комбайна	600	0,023	26,5
1.2. Помічник машиніста	400	0,027	29,7
1.3. Прохідник	250	0,031	39,4
1.4. Гірник, зайнятий доставкою матеріалів	200	0,027	38,8
2. Виймання вугілля вузькозахоплювальними комбайнами			
2.1. Машиніст комбайна	300	0,018	34,5
2.2. Помічник машиніста	200	0,019	44,5
2.3. Гірник, зайнятий кріпленням вибою	120	0,022	48,2
2.4. Гірник, зайнятий кріпленням покрівлі	50	0,032	37,8
2.5. Гірник, зайнятий підготовкою ніш	335	0,032	28,8
3. Виймання вугілля механізованими комплексами			
3.1. Машиніст комбайна	300	0,018	36,7
3.2. Помічник машиніста	200	0,019	42,7
3.3. Машиніст механізованого кріплення	120	0,018	50,7

\*В усіх випадках використовувався протипиловий респіратор типу РПА з фільтрувальними елементами з поліпропіленового матеріалу

Одним із головних факторів який може значно зменшити захисні властивості респіраторів є правильне їх застосування. Проведені дослідження свідчать проте, що реальний захист навчених працівників з використання ЗІЗОД в декілька разів вищий ніж у тих хто не вміє належним чином поводитись з півмасками.



Таблиця 7

## Коефіцієнт захисту півмаски при виконанні стандартних рухів

Перелік стандартних вправ випробувача при визначенні коефіцієнта проникнення ЗІЗОД на людях	Середні значення коефіцієнта захисту за тест-аерозолем хлорид натрію протиливої півмаски Лепесток
Переміщення без поворотів голови або без розмови протягом 2 хв;	83
Повороти голови зі сторони в сторону протягом 2 хв.	80
Рухи голови вгору і вниз протягом 2 хв.	76,9
Читання алфавіту протягом 2 хв.	75,1

Таблиця 8

## Перепад тиску на респіраторах залежно від витрати повітря і характеру робіт

Тип респіратора і матеріал фільтра	Опір дихання, Па, при відповідному характері робіт та витраті повітря, л/хв				
	Легка		Помірна	Важка	Утомлива
	15	30	60	95	110
РПА-ТД-1 з фільтрами із ФПП 15-1,5	17	38	73	134	163
РПА-ТД-1 з фільтрами із елефлену	11	23	52	86	106
РПА-ТД-2 з фільтрами із ФПП 15-1,5	–	73	134	163	201
РПА-ТД-2 з фільтрами із елефлену	–	52	86	106	125
Ф-62Ш з фільтрами із ФПП 15 - 1,0	12	26	58	93	121

На підприємствах повинно бути організоване відповідне навчання, і визначено відповідального за респіраторний захист, обов'язок якого – стежити за правильністю застосування респіраторів.

Найбільш розповсюдженою помилкою при одяганні фільтрувальних півмасок, є незабезпечення щільності смуги обтюрації, через неправильне закріплення оголів'я, невідповідність розміру півмаски розмірам обличчя працівника, через не притиснення носової пластинки. Бувають випадки коли користувачі не знають де верх і низ респіратора, тому одягають його навпаки. Дослідження показали, що непідготовлені люди змогли правильно одягти респіратори (без навчання, тренувань і індивідуального добору) тільки в 3-10 % випадків. Погіршує захист респіраторів несвоєчасна заміна фільтрувальних елементів. В цьому випадку важливо визначити час відпрацювання фільтром свого ресурсу.

Строк придатності патронних респіраторів залежить від складу і властивостей полімерних матеріалів, з яких вони виготовляються (гумова півмаска, поліетиленові деталі), а також матеріалів, з яких виготовляється головний гарнітур, і визначається підприємством - виготовлювачем у документах на виріб.

Ознаками несправності респіратора є: порушення герметичності обтюрації або клапана видиху, видимі дефекти півмаски, деформація пелюсток клапанів вдиху або видиху, повне розтягування елементів головного гарнітура до неможливості ущільнення ЗІЗОД або їх розрив.

Значно швидше виходять з ладу змінні фільтри патронних респіраторів. Визначається це відчуттям дискомфорту через збільшення опору диханню, підвищенням температури та вологості в підмасковому просторі. При застосуванні рес-

піраторів за умов, для яких вони призначені, строк служби комплекту фільтрів становить одну робочу зміну (6-8 годин), якщо інше не встановлено документами виробника.

При застосуванні респіраторів за передбачених умов їх використання строк служби комплекту фільтрів становить не менш однієї робочої зміни (6-8 годин), крім випадків, коли документами виробника встановлено інший строк.

Важливим фактором для підвищення респіраторного захисту є введення відповідальності і роботодавця і виробника ЗІЗОД за збереження здоров'я робітників. Вже багато років існують стандарти, які регулюють і вибір респіратора залежно від умов роботи, і організацію застосування респіраторів (навчання, тренування, техобслуговування і т.д.) реального ефекту зі зменшення захворюваності не відчувається. Зрозуміло, що захисна ефективність респіраторів залежить від великої кількості різних факторів, які інколи складно врахувати. Однак, законодавство зобов'язує захищати здоров'я робітників не однією видачею респіраторів, а виконанням комплексних програм з покращення умов праці та впровадження системи респіраторного захисту. До неї входить: визначення забруднення повітря, вибір респіраторів, індивідуальний підбір півмаски для кожного робітника, навчання й тренування робітників, контроль над правильністю застосування й ін. Для виконання програми роботодавець зобов'язаний призначити людину, яка відповідає за розв'язання усіх питань, пов'язаних з респіраторним захистом. Наявність написаної програми полегшує інспекторам проведення перевірок і з'ясування причин ушкодження здоров'я.

Для захисту здоров'я людей, необхідно передбачити наступні заходи:

- Якщо середнє забруднення повітря нижче ПДК, то робітник повинний мати змогу використовувати респіратор “добровільно; після звернення до роботодавця, останній зобов'язаний видати захисний пристрій за свій рахунок. Наприклад, у США з 3.3 млн. робітників, що використовують респіратори, близько половини роблять це “добровільно”.

- Якщо робітник захоче, то роботодавець повинний за свій рахунок забезпечити робітника респіратором з вищим класом захисту, ніж того вимагають умови праці.

- Простежити за тим, щоб усі робітники завжди правильно застосовували респіратори – неможливо, і шкідливі речовини можуть попадати в організм іншими шляхами. Тому ряд стандартів з охорони праці зобов'язує роботодавця періодично вимірювати вміст шкідливих речовин в організмі (свинець, кадмій).

При правильному виборі противоаерозольних респіраторів гарної якості, індивідуальному підборі (відповідність особі робітника) і правильним застосуванні навченими й тренуваними співробітниками в рамках повноцінної програми респіраторного захисту ймовірність ушкодження здоров'я вкрай низька.

## **7. АЛГОРИТМ ТА ПРОГРАМА З ВИБОРУ ЗІЗОД**

### **7.1. Критерії вибору респіраторів**

Для вибору респіратора потрібно спочатку зібрати всі необхідні відомості про властивості шкідливих речовини у повітрі робочої зони та:

- характеристику умов праці;
- фізичні, хімічні й токсичні властивості шкідливої речовини;
- відомості про ПДК цих речовин;
- значення концентрації, миттєво-небезпечної для життя й здоров'я;
- чи виявляють вони дратівний вплив на очі;
- відомості про термін служби фільтрів.

Інформація про умови застосування респіратору повинна містити в собі виконувану роботу – тривалість, частоту, місце виконання, навантаження на робітника, технологічний процес, зручність респіратору. У якихось випадках умови роботи можуть перешкодити застосуванню деяких класів респіраторів, оскільки робітник повинен бути здатний (з медичної й із психологічної точок зору) застосувати респіратор для виконання даної роботи [41-46].

Не залежно від попереджуючих властивостей шкідливих речовин, потрібно одержати інформацію про термін служби фільтрів. Це слід зробити для всіх наявних шкідливих речовин і всіх можливих (максимальних і мінімальних) значеннях температури й відносної вологості на робочому місці.

Щоб обраний респіратор забезпечив необхідний ступінь захисту в тих умовах, у яких він буде використовуватися, потрібно проводити повноцінну програму респіраторного захисту, що включає періодичні тренування робітників, технічне обслуговування, перевірки, очищення, і огляди респіраторів, застосування респіраторів відповідно до вказівок виробника, перевірки ізолюючих властивостей масок, оцінка умов роботи. Щораз, коли це можливо, слід проводити перевірку захисних властивостей респіатора у виробничих умовах, щоб підтвердити реальний ступінь захисту респіатора для кожного робітника [47,48].

## **7.2. Послідовність дій при виборі респіатора**

Після виявлення й оцінки всіх критеріїв, можна використати такий алгоритм для визначення класу захисту респіраторів для використання на виробництві:

1. Чи є необхідність використовувати респіратор при пожежах?
  - а. Якщо так, то можна рекомендувати тільки автономний дихальний апарат.
  - б. Якщо ні, переходите на крок 2.
2. Чи буде використовуватись респіратор в атмосфері з недоліком кисню, тобто при його вмісті менше 18 %?
  - а. Якщо так, то можна порекомендувати будь-який тип автономного дихального апарата, або шланговий протигаз.
  - б. Якщо ні, переходите на крок 3.
3. Є необхідність використовувати респіратор при аварії де невідома концентрація забруднення повітря, або рівень забруднення становить миттєву небезпеку для життя або здоров'я?
  - а. Якщо так, то можна використовувати автономний дихальний апарат, або шланговий протигаз. Тривалість роботи яких повинна бути достатня для виконання робіт.
  - б. Якщо ні, переходите на крок 4.
4. Чи є в повітрі робочої зони шкідливі речовини, які відносять до потенційно канцерогенних ( для людей)?

а. Якщо так, то можна використовувати автономний дихальний апарат, або шланговий протигаз. Тривалість роботи яких повинна бути достатня для виконання робіт.

б. Якщо ні, переходите на крок 5.

5. Яка концентрація шкідливих речовин, менша за ПДК?

а. Якщо так то використання респіратор не потрібно – за винятком евакуації при аварії. Переходите на крок 7.

б. Якщо ні, переходите на крок 6.

6. Чи може рівень забруднення досягти миттєво небезпечного для життя?

а. Якщо концентрація нижче миттєво-небезпечної, переходите на крок 7.

б. Якщо так, то можна використовувати автономний дихальний апарат, або шланговий протигаз. Тривалість роботи яких повинна бути достатня для виконання робіт.

7. Чи можуть шкідливі речовини викликати роздратування очей?

а. Якщо так, то необхідно використовувати повнолицеві маски, шолом або каптур. Переходите на крок 8.

б. Якщо ні, лицева частина респіратор – півмаска або чверть-маска, якщо концентрація це допускає. Переходите на крок 8.

8. Визначите коефіцієнт забруднення повітря.

9. У якому стані перебувають шкідливі речовини під час носки респіратор?

- Якщо аерозоль (тверді або рідкі частки), переходите на крок 10.

- Якщо гази або пари, переходите на крок 11.

- Якщо комбінація газів, пар і аерозолі, переходите на крок 12.

10. Протипилові респіратори.

10.1 Протипиловий респіратор потрібний лише для евакуації?

а. Якщо так, то вибираємо фільтрувальний саморятівник.

б. Якщо ні, то респіратор призначений для використання при звичайній роботі. Переходите на крок 10.2.

10.2. Яка величина температури в робочій зоні, більша за 26 °С?

а. Якщо так, то вибираємо фільтри відповідного класу захисту з низьким опором диханню.

б. Якщо ні, то респіратор призначений для використання при звичайній роботі. Переходите на крок 10.3.

10.3. Який темп роботи, високий?

а. Якщо так, то вибираємо фільтри відповідного класу захисту з низьким опором диханню.

б. Якщо ні, то респіратор призначений для використання при звичайній роботі. Переходите на крок 10.4.

10.4. Для захисту від аерозолі рекомендується використовувати протипилові фільтри, які вибираємо з таблиці, якщо вони не були виключені під час попередніх кроків і якщо їх ступінь захисту більше або дорівнюють необхідному коефіцієнту захисту, визначеного у кроці 8.

11. Протигазні респіратори

11.1 Чи вимагається протигазний респіратор лише для евакуації?

а. Якщо так, вибираємо саморятівник.

б. Якщо ні, то респіратор призначений для використання при звичайній роботі. Переходите на крок 11.2.

11.2. Чи є в шкідливих газоподібних речовин «попереджуючі» властивості, достатні для їхнього виявлення при концентрації, меншій ПДК?

а. Якщо так, переходите на крок 11.3.

б. Якщо ні, то рекомендується фільтрувальний респіратор з ефективним індикатором закінчення терміну служби, або шланговий респіратор, або автономний дихальний апарат.

11.3. Рекомендується фільтруючий респіратор із протигазними фільтрами, відповідними до очікуваного рівня впливу й концентрації шкідливих речовин. Переходите на крок 11.4.

11.4. Рекомендуються респіратори з таблиці 2, якщо вони не були виключені при виконанні попередніх кроків, якщо їх коефіцієнт захисту більше або дорівнює необхідному коефіцієнту захисту, отриманому при кроці 8.

12. Респіратор для захисту від газів і аерозолів.

12.1 Чи потрібний комбінований респіратор лише для евакуації?

а. Якщо так, вибираємо саморятівник

б. Якщо ні, то респіратор призначений для використання при звичайній роботі. Переходите на крок 12.2.

12.2. Є чи в шкідливих газоподібних речовин «попереджуючі» властивості, достатні для їхнього виявлення при концентрації, меншій ПДК?

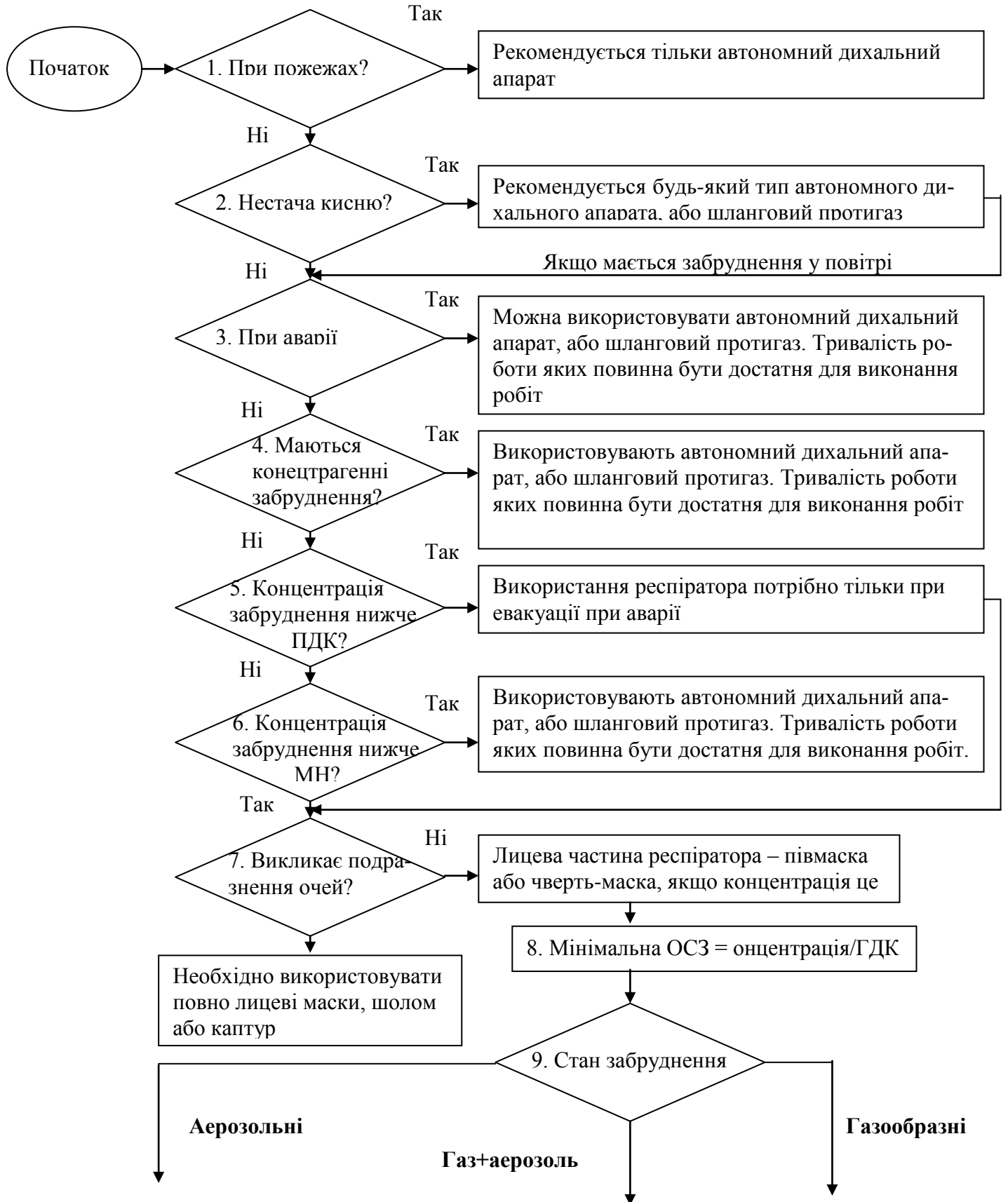
а. Якщо так, то переходите на крок 12.3.

б. Якщо ні, то рекомендується фільтруючий респіратор з ефективним індикатором закінчення терміну служби, або шланговий респіратор, або автономний дихальний апарат.

12.3. Рекомендується фільтруючий респіратор із протигазними фільтрами, відповідними до очікуваного рівня впливу й концентрації шкідливих речовин. Переходите на крок 12.4.

12.4. Рекомендуються респіратори з таблиці 3, якщо вони не були виключені при виконанні попередніх кроків, якщо їх коефіцієнт захисту більше або дорівнює необхідному коефіцієнту захисту, отриманому при кроці 8.

Запропонований алгоритм з вибору протипилових респіраторів наведено на рис. 12, а загальний вигляд розробленої за ним програми на рис. 13.



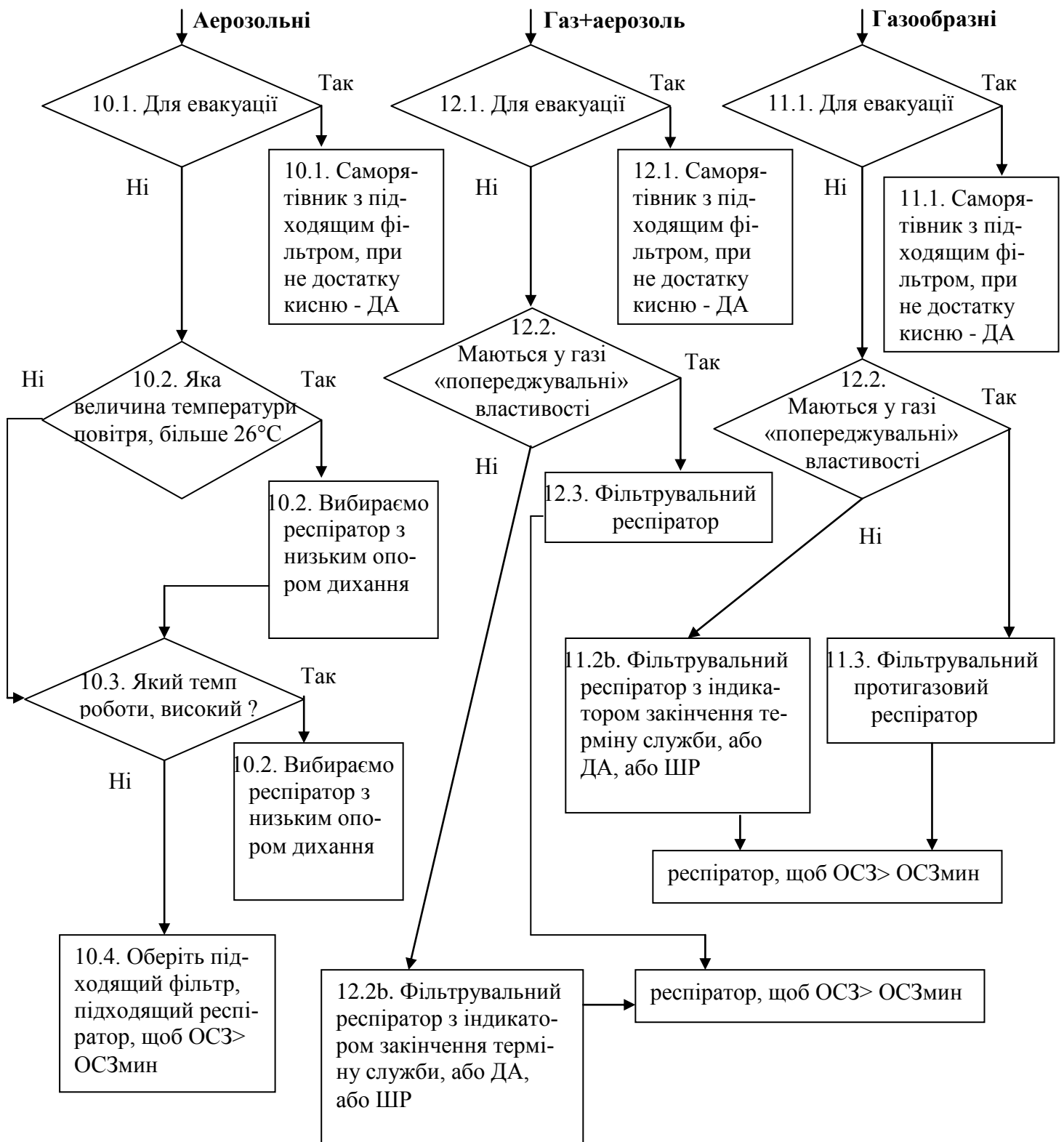


Рис. 12. Блок-схема алгоритму з вибору протипилкових респіраторів

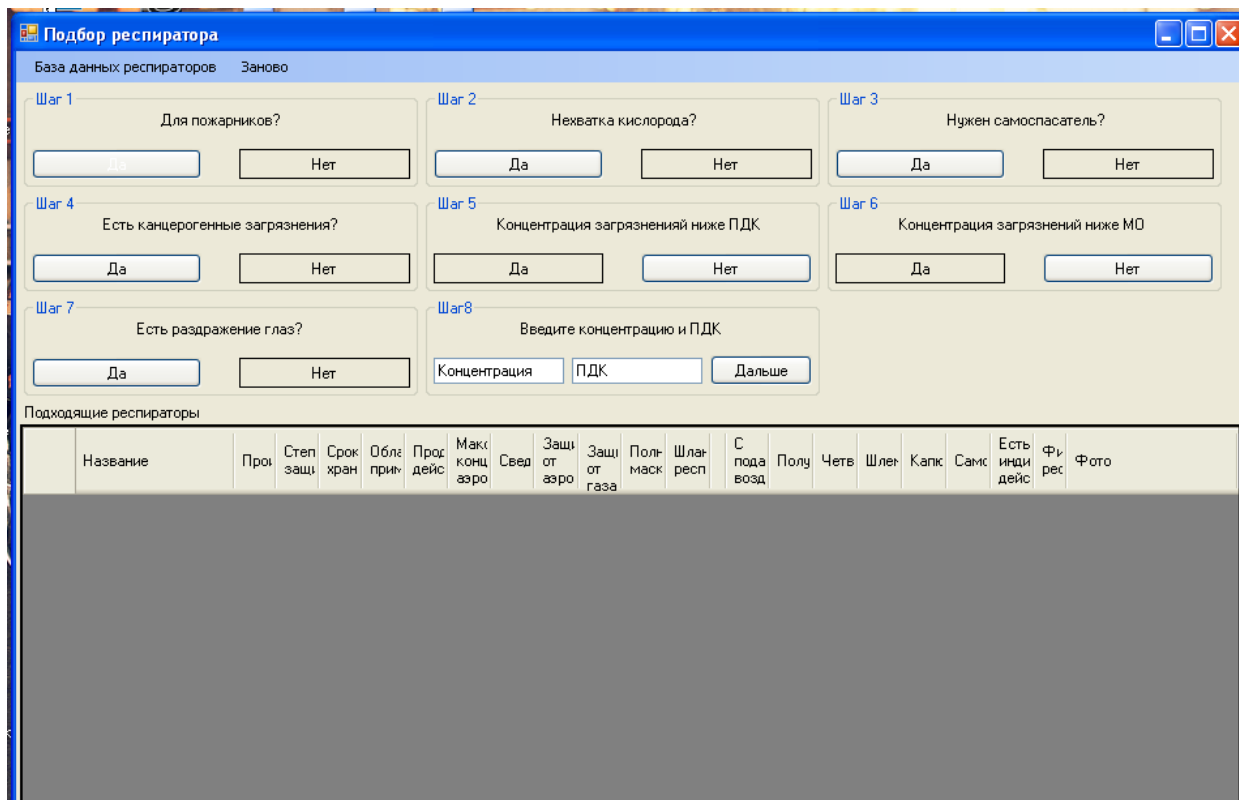


Рис. 13. Загальний вигляд програми з вибору ЗІЗОД

## 8. РЕКОМЕНДАЦІЇ З ВИБОРУ ПРОТИПИЛОВИХ ЗІЗОД ЗА ЄВРОПЕЙСЬКИМИ СТАНДАРТАМИ

Процедура вибору респираторів складається з декількох етапів

- Розрізнення та визначення небезпеки;
- Оцінювання ризиків;
- Вибір і обґрунтування належних засобів захисту;
- Тренування користувачів;

**Розрізнення та визначення небезпеки.** На першому етапі виконуємо аналіз виробничого процесу, який вплив він має на працівників, встановлюємо хімічні і фізичні властивості вугільного пилу, вміст  $\text{SiO}_2$  та інших шкідливих речовин, які можуть потрапляти у повітря робочої зони.

Визначаємо мікрокліматичні умови на робочому місці, це допоможе уточнити захисні властивості респираторів. Оцінюємо можливість ймовірних аварійних ситуацій, та інших потенційних небезпек, які можуть впливати на вибір ЗІЗОД.

**Оцінювання ризиків.** На другому етапі проводимо оцінку ризиків виникнення захворювань. Для вугільних підприємств її можна провести виходячи з визначення ймовірності захворювання на пневмоконіози та пилові бронхіти, яка включає в себе майже всі рекомендовані в ДСТУ EN 529:2006 питання. Методика базується на визначенні пилового навантаження гірників і порівнянні їх з гранично допустимими значеннями. Розглянемо це питання детально в наступному параграфі.



Визначення відповідного і належного засобу індивідуального захисту органів дихання виконується з урахуванням виконуваних робіт, характеру дії шкідливої речовини, часу і періодичністю перебування в небезпечній зоні. Крім того, додатково необхідно враховувати особливості умов праці:

- при установленому режиму праці вміст шкідливої речовини підлягає систематичному контролю, тому коефіцієнт захисту респіратора слід визначати за середньозмінною концентрацією;

- при разовому виконанню роботи в зоні, де знаходяться шкідливі речовини коефіцієнт захисту слід розраховувати з максимальною разовою концентрацією.

Мінімально необхідний захист визначаємо за формулою (4.1). Наприклад, середньозмінна концентрація вугільного пилу в повітрі добувної ділянки вугільної шахти становить 450 мг/м<sup>3</sup>. За ГОСТ 12.1.005-88 ГДК для вугільного пилу становить 10 мг/м<sup>3</sup>.

$$\text{Мінімально необхідний захист} = 450 / 10 = 45$$

Отримане значення порівнюють із коефіцієнтами захисту різних типів ЗІЗОД. Респіратори, коефіцієнт захисту яких більший за мінімально необхідний, вважають засобами з відповідним захистом. Огляд коефіцієнтів захисту деяких вітчизняних та імпортованих ЗІЗОД наведено у табл. 9.

Наступний крок – визначення придатності ЗІЗОД.

В ДСТУ EN 529:2006 оцінювання придатності пропонується виконувати за наступними положеннями:

- наявність маркування;
- адекватність захисту;
- сумісність із навколишнім середовищем, завданням, користувачем та іншими засобами захисту;
- належний робочий стан.

Спробуємо дати пояснення по кожному положенню, адже ця процедура була відсутня ДНАОП 0.00-1.04-07.

Стосовно маркування. Всі ЗІЗОД повинні мати позначку СЕ, що говорить про відповідність вимогам Європейської директиви 89/686/ЕЕС, що його безпеки і захисту здоров'я. Однак, позначка не робить респіратор придатним і відповідним для використання в конкретних умовах. Цей факт і вимагає розробляти програму вибору респіраторів на кожному підприємстві.

Для встановлення адекватності захисту необхідно провести дослідження коефіцієнту захисту на робочих місцях користувачів ЗІЗОД. Пояснити таку необхідність можна тим, що європейські стандарти визначають вимоги до загального коефіцієнта проникнення, який визначається під час випробувань у лабораторних умовах. Він повинен бути меншим або таким як визначено стандартом.

В свою чергу в лабораторних випробуваннях не охоплені дії, які мають місце в робочих ситуаціях; лабораторні випробування приймають участь незначна кількість спеціально тренуваних поголених осіб без бороди і бакенбардів, які не можуть становити значну частину всіх користувачів на робочому місці. Вони також повинні бути ознайомлені з характером випробування.

## Основні показники деяких вітчизняних та зарубіжних ЗІЗОД

Тип респіратора	Опір дихання Па, при витраті повітря, 30 л/хв		Ступінь захисту* (якості)	Коефіцієнт проникнення за МТ**	Наявність клапана видиху
	при вдиханні	при видиханні			
Moldex 2400	50	12	FFP 1	–	+
Moldex 2500	60	12	FFP 2	–	+
Willson 2201	30	9	FFP 1	–	+
Willson 2210	61	60	FFP 2	–	-
Willson 2211	59	10	FFP 2	–	+
ЗМ 8812	37	11	FFP 1	–	+
ЗМ 8822	48	20	FFP 2	7	–
ЗМ 9210	20	20	FFP 1	–	–
ЗМ 9220	25	24	FFP 2	1,5	–
Filgif 4020	30	30	FFP 1	–	–
Filgif 4020 (V)	35	21	FFP 1	–	–
„Пульс - М”	25	15	2-го класу	1,8	+
Picco - 20	95	75	FFP 3	0,6	+
Dustfoe - 66	74	73	FFP 2	2,1	+
РПА - ТД - 1	35	30	2-го класу	2,3	+
РПА - ТД - 2	25	30	2-го класу	1,8	+
„Клен - П”	30	30	2-го класу	1,9	+
„Росток - 2”	30	30	2-го класу	3,2	–
„Росток - 3”	15	15	3-го класу	–	–
„Росток - 1П” (ПК)***	40	40 (15)	FFP 3	0,9	– (+)
„Росток - 2П” (ПК)	30	30 (15)	FFP 2	–	– (+)
„Росток - 2Ф” (ФК)	30	30 (15)	FFP 2	–	– (+)
„Росток - 3П” (ПК)	20	20 (15)	FFP 1	–	– (+)
„Росток - 3Ф” (ФК)	20	20 (15)	FFP 1	–	– (+)
„Снежок - П”	30	15	2-го класу	3,2	+
„Антарекс - П”	30	15	2-го класу	–	+
Affinity Pro з клапаном	60	70	FFP 2	–	+
Advantage - 200	20	60	FFP 3	0,1	+

\*Ступінь захисту (якості) зарубіжних респіраторів визначали за характеристиками, наведеними виробником відповідно до європейських стандартів EN 141, EN 149; а ступінь захисту вітчизняних – за ДСТУ 12.4.041-89.

\*\*Коефіцієнт проникнення за тест-аерозолем масляного туману при витраті повітря 30 л/хв.

\*\*\*У дужках – маркування та дані для респіраторів з клапаном видиху (ПК, ФК – півмаски з клапаном видиху).

Наприклад, в США передбачено проведення випробувань респіраторів на випробувачах з розмірами і формою обличчя, які відповідають формі і розмірам обличчя працівників різних професій. Двадцять п'ять випробувачів підбирають відповідно до даних двох таблиць, які були складені при дослідженні розмірів лиця більш як 4000 тисячі робітників. Виходячи, з вище згаданого виникає необхідність для визначення адекватності засобів коефіцієнт захисту оцінювати на робочих місцях підприємства з безпосереднім залученням робітників.

Таким чином, користувачі можуть бути переконані в тому, що під час випробувань ЗІЗОД було враховано різні чинники, які можуть вплинути на

результат. Однак, не завжди можливо провести визначення коефіцієнту захисту на робочому місці. Наприклад, через складність виконуваних робіт або обмеження доступу через особливий режим підприємства. Тому в таких випадках єдиним виходом є лабораторні випробування в, яких можна відтворити умови експлуатації ЗІЗОД. Цьому питанню присвячені наступні розділи дисертаційної роботи.

Сумісність з навколишнім середовищем оцінюють, виходячи:

- за показником кількості кисню в робочій зоні;
- наявності небезпеки для життя;
- проникні властивості забруднюючих речовин;
- фізичного стану забруднювальної речовини (газ, пил, туман);
- температури і вологості атмосфери.

Фільтрувальні ЗІЗОД застосовують при об'ємній частці кисню у повітрі робочої зони не менш ніж 18 % і при обмеженому та відомому складі шкідливих домішок. При об'ємній частці кисню до 18 %, при роботах у важкодоступних місцях обмеженого об'єму (у цистернах, колодязях, підвалах, трубопроводах і т.п.) застосовують ізолювальні ЗІЗОД.

Фільтрувальні ЗІЗОД не застосовують також, якщо склад шкідливих речовин у повітрі і їх концентрація невідомі, а також коли паро- чи газоподібна шкідлива речовина не має яскраво виражених ідентифікаційних властивостей, таких як смак або запах. У цих випадках також застосовують ізолювальні ЗІЗОД.

Відповідь на друге положення повинна включити інформацію про можливість аварійної ситуації, що несе безпосередню загрозу для життя, через раптові викиди значної концентрації шкідливої речовини, агресивності атмосфери, вибухонебезпечності. При можливості таких випадків на підприємстві повинні бути розроблені інструкції з безпечного виконання робіт. Якщо, виникає необхідність виконувати роботи в небезпечній атмосфері, в такому випадку неподалік повинен бути ще один робітник. Він розташовується найближчому до місця роботи безпечному місці і мати при собі дихальний прилад, на випадок безпечної евакуації при виникненні непередбачених ситуацій. Крім того, рекомендується провести оцінювання ризиків з визначенням рівнів забруднення, які створюють пряму небезпеку для життя працівників. Придатними вважають автономні дихальні апарати.

Розмір аерозольних частинок дає можливість характеризувати їх проникні властивості та оцінити ступінь небезпеки для людини. Відомо, що найбільш небезпечними є аерозольні частинки до 2 мкм. Найбільш проникаючі в глибокі відділи легень є частинки розміром менше 5 мкм. Вітчизняними дослідниками встановлено, що пил, який був видалений з легень гірників розподілився по фракціям таким чином: до 1 мкм близько 18 – 20 %; 1 – 2 мкм – 71 – 74 %, більше 2 мкм – 6 – 8 %. Тобто найбільшу небезпеку захворювання пневмоконіозом несуть частки 0,5 – 2 мкм.

Для захисту від високотоксичних аерозолів (надзвичайно небезпечних і дуже небезпечних шкідливих речовин) застосовують фільтрувальні пристрої більш високого класу (ефективності) захисту, чим ті, які можна було б вибрати, виходячи з дисперсного складу та концентрації аерозолів (табл. 10).

При концентрації пилу до 100 мг/м<sup>3</sup> використовуються респіратори "фільтрувальна півмаска", понад 100 мг/м<sup>3</sup> – патронні респіратори.

За умов значного запилення вугільних шахт, де має місце швидкий ріст опору диханню, слід застосовувати тільки патронні респіратори зі змінними фільтрами, стійкими до запилювання.

Для захисту від високотоксичних аерозолів (надзвичайно небезпечних і небезпечних шкідливих речовин) застосовують фільтрувальні ЗІЗОД більш високого класу (ефективності) захисту, ніж ті, які можна було б вибрати, виходячи з дисперсного складу та концентрації аерозолів.

Важливим етапом оцінки придатності ЗІЗОД є встановлення сумісності респіратора до завдання, яке виконує робітник. При цьому необхідно враховувати наступні фактори:

- темп роботи;
- вимоги до видимості;
- вимоги до зв'язку;
- теплове навантаження на робітника;
- тривалість носіння.

Таблиця 10

Рекомендації щодо вибору ЗІЗОД залежно від складу і кількісного вмісту в повітрі шкідливих речовин

<b>Марки ЗІЗОД, рекомендовані для захисту від аерозолів високої та середньої дисперсності з діаметром аерозольних частинок не більше 2 мкм при перевищенні ГДК вугільного пилу</b>		
<b>до 10 разів</b>	<b>від 10 до 100 разів</b>	<b>понад 100 разів</b>
Фільтрувальні півмаски „Росток-3П” (Ф), У-2К, „Кама-40”, Moldex 2400, Willson 2201, 3М серій 8810, 9210 та ін., в яких клас якості (захисту) відповідає FFP 1	Фільтрувальні півмаски „Лепесток-40”, „Росток-2П” (Ф), „Снежок-П” (Ф), „Антарекс-П”, „Кама-200”, Moldex 2500, Willson 2200, 3М серій 8820, 9220 та ін., в яких клас якості (захисту) відповідає FFP 2. Патронні респіратори з гумовими півмасками РПА-ТД, „Пульс”, „Клен-П”, Ф-62Ш, Dustfoe-66, 3М серії 6500 з фільтрами класу P2*	Фільтрувальні півмаски „Лепесток - 200”, „Росток-1П” (Ф), 3М серії 9230, Willson 2293, Willson 5321. Патронні респіратори з гумовими півмасками Ріссо-20, 3М серії 7500 з фільтрами класу P3*, Advantage-200. Респіратори з примусовою подачею повітря в підмасковий простір
<b>Марки ЗІЗОД, рекомендовані для захисту від грубодисперсних аерозолів з діаметром частинок понад 2 мкм при перевищенні ГДК вугільного пилу</b>		
<b>до 10 разів</b>	<b>від 10 до 100 разів</b>	<b>понад 100 разів</b>
„Росток-3П” (Ф), У-2К, „Кама-40”, Moldex 2400, Willson 2201, 3М серій 8810, 9210 та ін., в яких клас якості (захисту) відповідає FFP 1	Фільтрувальні півмаски „Лепесток-40”, „Росток-2П” (Ф), „Снежок-П” (Ф), „Антарекс-П”, „Кама-200”, Moldex 2500, Willson 2200, 3М серій 8820, 9220 та ін., в яких клас якості (захисту) відповідає FFP 2. Патронні респіратори з гумовими півмасками: РПА-ТД, „Пульс”, „Клен-П”, Ф-62Ш, Dustfoe-66, 3М серії 6500 з фільтрами класу P2*	

\*Клас якості (захисту) фільтрів (P2 – коефіцієнт проникнення за тест-аерозолем парафінової оливи становить не більше 6 %, а P3 – не більше 0,5%).

Використання засобів індивідуального захисту органів дихання, супроводжується комплексом факторів, які впливають на діяльність серцево-судинної системи, функцію зовнішнього дихання та ін., що призводить до зниження працездатності і швидкого накопичення втоми. Щоб оцінити вплив респіратору на фізичний стан гірника, спробуємо розібратись в тих змінах, які відбуваються в організмі під час праці. Це передусім – зміна структури дихання: збільшується тривалість фаз вдиху і видиху, зростає потреба у кисні, а також щохвилинний об'єм і частота дихання, змінюється глибина самого дихання. Дихальні рухи рідшають і поглиблюються, аби компенсувати брак кисню, який активно витрачається у процесі фізичного навантаження. Крім того, спостерігаються зміни і в роботі серця (табл. 11).

Таблиця 11

Зміна об'єму легеневої вентиляції під час роботи різної ефективності

Характер роботи	Витрата енергії, Вт	Споживання кисню, мл/хв	Частота серцевих скорочень, уд./хв	Щохвилинний об'єм дихання, л/хв	Частота дихання, цикл/хв	Глибина дихання, мл
У спокої	–	250	70	8	12	660
Легка	105-140	750	100	20	14	1430
Помірна	141-175	1500	120	35	15	2330
Важка	176-232	2000	140	50	16	3130
Утомлива	233-290	2500	160	60	20	3000

У табл. 12 наведено фізичні показники дихального апарату людини при користуванні респіратором. Для аналізу взято середньостатистичні показники функції легенів і виявлено, що з появою додаткового опору диханню, тобто респіатора, дихальні м'язи при 20-ти Па запрацювали інтенсивніше на 16 % порівняно з легеним навантаженням без ЗІЗОД, на 56 % при 50-ти Па чи на 110 % при 150-ти Па відповідно. Під час дослідження біомеханіки дихання встановлено, що величина роботи системи дихання, яка перевищує 5 Дж/хв у спокої, підтверджує наявність стану, близького до задихання. Тому респіратори, перепад тиску в яких досягає 100 Па і більше, утруднюють процес дихання гірників.

Крім того, слід враховувати, що при високих темпах роботи коефіцієнт проникнення через фільтри буде зростати (рис. 14). Однак використання захисних виробів з найменшим опором дихання також може призвести до погіршення захисної ефективності ЗІЗОД, оскільки ці показники пов'язані між собою. Тому в таких випадках необхідно ще раз перевірити захисну ефективність вибраного респіратору, виходячи з дисперсного складу шкідливої речовини.

Якщо не можливо підібрати респіратор з низьким опором дихання, який би задовольнив темпи роботи, необхідно передбачити додаткові перерви для відпочинку.

Фізичні показники дихального апарату людини при користуванні респіратором

Показник	Без додаткового опору диханню, Па		Додатковий опір дихання, Па, у стані спокою			
	у стані спокою	при легкому навантаженні	20	50	100	150
Перепад тиску в грудній клітині при диханні, Па	375	750	395	425	475	525
ЩОД, $\text{дм}^3/\text{хв}$	8	20	9	11	12	12
Робота дихальних м'язів за хвилину, Дж/хв	3	15	3,5	4,7	5,7	6,3
Відносне збільшення роботи дихальних м'язів з додатковим опором диханню	—	—	16	56	90	110

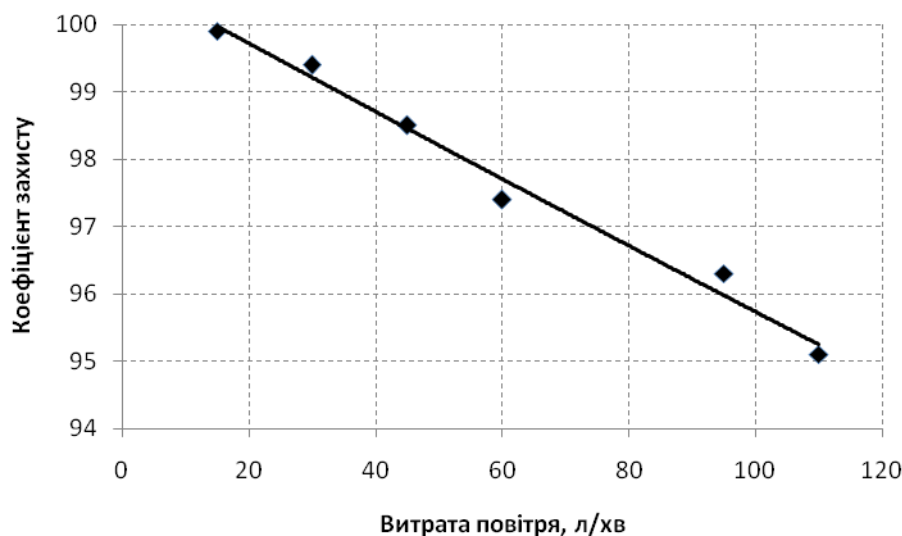


Рис. 14. Криві залежності коефіцієнта захисту респіратора РПА від витрати повітря

Обмеження поля зору працівника респіраторами є важливим показником безпеки виробничого процесу.

Виконання певних видів робіт потребує словесне спілкування. Як правило ЗІЗОД погіршують зв'язок, тому виникає необхідність у проведенні оцінювання додаткових ризиків. Особливо це стосується півмасок, які закривають ніс і рот повністю і розмова потребує знімання захисного пристрою тобто порушення ізоляції за смугою обтюраторів.

Отже, необхідно надавати перевагу півмаскам з переговорною мембраною. Також рекомендується застосовувати систему візуальних сигналів.

Використання ЗІЗОД відображається на терморегуляції організму, так як частина тепла відділяється з видихуванним повітрям. Особливо за умов високої навколишньої температури (більше  $28^{\circ}\text{C}$ ) або швидких темпів роботи виведення те-

пла може настільки погіршуватись, що зросте температура тіла. У зв'язку з цим може виникнути перегрівання організму, втрата працездатності, тепловий удар.

Там, де можливі теплові навантаження ЗІЗОД повинен відводити тепло. Наприклад, фільтрувальні пристрої з примусовим постачанням повітря. Вони можуть створювати ефект охолодження тіла. Крім того, здійснюють оцінювання режимів роботи. Забезпечують належні перерви на відпочинок, необхідну кількість води для пиття, розробляють плани евакуації, рятування першої допомоги.

У холодному кліматі використання респіраторів може призвести до переохолодження організму. Через щільне прилягання лицеві частини півмаски до обличчя тепло переходить на поверхню респіратора звідки швидко розсіюється конвекційними потоками повітря. Це безперечно може обмежити працездатність.

Для забезпечення необхідного строку служби респіраторів необхідно ознайомитись з умовами роботи на підприємстві та враховувати ознаки виходу з ладу цих респіраторів:

- відчуття користувачем дискомфорту через збільшення опору диханню, підвищення температури та вологості в підмасковому просторі. Використання цих засобів має разовий характер;
- наявність механічного ушкодження, відриву елементів головного гарнітура, порушення герметичності клапана видиху.

Строк придатності патронних респіраторів залежить від складу і властивостей полімерних матеріалів, з яких вони виготовляються (гумова півмаска, поліетиленові деталі), а також матеріалів, з яких виготовляється головний гарнітур, і визначається підприємством – виготовлювачем у документах на виріб.

Ознаками несправності респіратора є: порушення герметичності обтюрації або клапана видиху, видимі дефекти півмаски, деформація пелюсток клапанів вдиху або видиху, повне розтягування елементів головного гарнітура до неможливості ущільнення ЗІЗОД або їх розрив.

Значно швидше виходять з ладу змінні фільтри патронних респіраторів. Визначається це відчуттям дискомфорту через збільшення опору диханню, підвищенням температури та вологості в підмасковому просторі. При застосуванні респіраторів за умов, для яких вони призначені, строк служби комплексу фільтрів становить одну робочу зміну (6-8 годин), якщо інше не встановлено документами виробника.

При застосуванні респіраторів за передбачених умов їх використання строк служби комплексу фільтрів становить не менш однієї робочої зміни (6-8 годин), крім випадків, коли документами виробника встановлено інший строк.

Він може змінюватися залежно від концентрації забруднювальної речовини в повітрі робочої зони.

Вибраний захисний пристрій повинен бути пристосованим до працівника. Перевірка здійснюється за наступною схемою:

- оцінюється медичний стан працівника;
- визначаються характеристики обличчя;
- встановлюються фізичні показники
- перевіряється щільність прилягання ЗІЗОД

Важливою складовою вибору респіратора є визначення медичного стану працівника. Ця вимога була відсутня у вітчизняних рекомендаціях з вибору ЗІЗОД. Використання захисних пристроїв збільшують навантаження на серцево-судинну систему, на роботу легеневої системи.

## 9. ОЦІНКА РИЗИКУ ВИНИКНЕННЯ ЗАХВОРЮВАНЬ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ЗІЗОД

Оцінку ризиків виникнення захворювань при використанні протипилових респіраторів можна провести виходячи з визначення ймовірності захворювання на пневмоконіози та пилові бронхіти, яка включає в себе майже всі рекомендовані в ДСТУ EN 529:2006 питання. Методика базується на визначенні пилового навантаження гірників і порівнянні їх з гранично допустимими значеннями.

Так, для визначення кількості пилу, що потрапляє в легені людини за певний термін часу потрібно знати концентрацію пилу  $C$  в повітрі робочої зони, середньозмінний об'єм легеневої вентиляції  $Q$ , тривалість робочої зміни  $t$ , та кількість робочих змін  $N$ :

$$P = 0,001kCQtN, \text{ г}, \quad (3)$$

де  $P$  – пилове навантаження, г;  $k$  – коефіцієнт, який враховує наявність респіратора.

Як видно з виразу (1.1) при розрахунку пилового навантаження необхідно враховувати наявність респіратора, що значно зменшує кількість пилу, який потрапляє до легенів. В офіційному нормативному документі авторами [54] запропоновано приймати величину коефіцієнта  $k=0,1$ , якщо ЗІЗОД дійсно використовується, якщо ні –  $k=1$ . Однак кожен тип респіратора має свої показники захисної ефективності, які залежать і від конструкції півмаски ЗІЗОД умов експлуатації, виробничої дисципліни.

Деякі автори пропонують його визначати на основі експериментальних досліджень за вугільним пилом. Тобто оцінюємо коефіцієнт проникнення, виходячи з величини осілого в підмасковому просторі респіратора пилового аерозолі. В табл. 13 наведені його значення для розповсюджених вітчизняних півмасок.

Таблиця 13

Тип ЗІЗОД з фільтрувальним елементом	Значення коефіцієнта, що враховує наявність респіратора, $k$
ШБ-1 „Лепесток-200”	0,21
ШБ-1 „Лепеток-40”	0,24
РПА-ТД-1 з фільтрами з матеріалу „ФПП15 – 0,6”	0,19
РПА-ТД-1 з фільтрами з матеріалу „ФПП15 – 1,5”	0,22
РПА-ТД-1 з фільтрами з матеріалу „елефлен-5С	0,20

Автор запропонував враховувати наявність ЗІЗОД дещо по іншому табл. 14.



На наш погляд найбільше відповідає дійсності ранжування ЗІЗОД, яке пропонується в США (табл. 15). Результати були отримані на основі багаточисельних виробничих випробуваннях.

Таблиця 14

Коефіцієнт, який враховує наявність респіратора, за Ю.О. Полукарповим

Використання засобів захисту	Значення коефіцієнта k
ЗІЗОД з примусовою подачею повітря під маску	0
Респіратори із ступенем захисту від пилу понад 98 %	0,01 – 0,20
Очисні агрегати із ступенем очищення від пилу на 91 – 98 %	0,21 – 0,40
Витяжні пристрої із ступенем очищення від пилу на 85 – 90 %	0,41 – 0,60
Засоби очищення від пилу менше 85 %	0,61 – 0,80
Зварювальний щиток або маска	0,85 – 1,0

Таблиця 15

Значення коефіцієнта, що враховує наявність респіратора (США)

Тип ЗІЗОД	Значення коефіцієнта, що враховує наявність респіратора, k
Одноразова півмаска або четверть маска	0,5
Півмаска з протипиловими фільтрами	0,1
Півмаска примусовим подаванням повітря	0,04
Шлем-маска або панорамна маска	0,02
Шланговий респіратор	0,001

Саме оцінку ризику проведемо, виходячи з розрахунку ймовірності захворювання працюючих у контактi з пилом

$$R = 8,6x_1 + 6,0x_2 + 19,4x_3k_1 + 6,4x_4k_2k_3, \quad (4)$$

де  $R$  – інтегральний показник ризику захворювання;  $x_1$  – вік працюючого, роки;  $x_2$  – загальний стаж роботи, роки;  $x_3$  – стаж роботи у контактi з пилом, роки;  $x_4$  – пилове навантаження, г;  $k_1$  – коефіцієнт, який враховує вміст  $\text{SiO}_2$  (знаходиться в межах 0,6-1,2);  $k_2$  – коефіцієнт, що враховує мінеральний склад і концентрацію пилу у повітрі (для вугільного пилу з вмістом в ній вільного кремнезему до 5% знаходиться в діапазоні від 0,47 до 2,2 залежно від перевищення ГДК за пилом в повітрі робочої зони);  $k_3$  – коефіцієнт, який враховує важкість праці (знаходиться в межах 1,1-1,8).

Ризик захворювання гірників визначають виходячи з величини інтегрального показника (табл. 16).

Таблиця 16

Інтегральний показник	1000	1151	1201	1251	1301	1351	1401	1451	1501	1551	більше
	1150	1200	1250	1300	1350	1400	1450	1500	1550	1600	1600
Ризик захворювання, %	до 2	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90

Наприклад, вік працюючого 30 років, загальний стаж 9 років, з них у контактi з пилом 7 років при середній концентрації вугільного пилу (з вмістом вільного

кремнезему до 5%) 300 мг/м<sup>3</sup>. Без респіратора для вище наведених умов інтегральний показник R, складає 43789, а ризик захворювання – більше 90%.

## 10. СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Закон України «Про охорону праці»;
2. ДСТУ EN 132:2004 Засоби індивідуального захисту органів дихання. Терміни та піктограми (EN 132:1998, IDT);
3. ДСТУ EN 133:2005 Засоби індивідуального захисту органів дихання. Класифікація (EN 133:2001, IDT);
4. ДСТУ EN 14387:2006 Засоби індивідуального захисту органів дихання. Фільтри протигазові та фільтри скомбіновані. Вимоги, випробування, маркування. (EN 14387:2004, IDT)
5. ДСТУ EN 143:2002 Засоби індивідуального захисту органів дихання. Проти аерозольні фільтри. Вимоги, випробування, маркування (EN 143:2000, IDT);
6. ДСТУ EN 149:2003 Засоби індивідуального захисту органів дихання. Півмаски фільтрувальні для захисту від аерозолів. Вимоги, випробування, маркування (EN 149:2001, IDT);
7. Средства индивидуальной защиты органов дыхания: Справ. рук-во / П.И. Басманов, С.Л. Каминский, А.В. Коробейников, М.Е. Трубицына. – С.Пб.: ГИПП «Искусство России», 2002. – 399 с.
8. Larry Janssen Jeanne Bidwell “Измерение защитных свойств респиратора - полнолицевой маски при воздействии аэрозоля свинца”, Journal of Occupational and Environmental Hygiene, 4(2), стр. 123–128 (2007) [www.informaworld.com](http://www.informaworld.com).
9. Cummings K.J., J. Cox-Ganser и др.: Respirator donning in post-hurricane New Orleans. Emerg. Infect. Dis. – 2007. № 13. – PP 700–707.
10. Чеберячко С.И. Исследование пылеемкости фильтров к респиратору РПА
11. Голінько В.І Застосування респіраторів на вугільних і гірничорудних підприємствах / В.І. Голінько, С.І. Чеберячко, Ю.І. Чеберячко // Монографія . – Д.: НГУ. – 2008. – 99 с.
12. Нэнси Боллинджер, Роберт Шюц ”Руководство по применению респираторов в промышленности NIOSH” <http://www.cdc.gov/niosh/docs/87-116/pdfs/87-116.pdf>.
13. Lisa M. Brosseau Проверка изолирующих свойств респираторов, предназначенных для защиты от инфекционных заболеваний. Journal of Occupational and Environmental Hygiene, том 7 (11) 628-632 (2010) [www.informaworld.com](http://www.informaworld.com).
14. U.S. Department of Labor, Bureau of Labor Statistics: Respirator Usage in Private Sector Firms, 2001 <http://www.cdc.gov/niosh/docs/respsurv/pdfs/respsurv2001.pdf>.
15. Clifton D. Crutchfield и др. “Effect of Test Exercises and Mask Donning on Measured Respirator Fit” Applied Occupational and Environmental Hygiene. – 1999. – № 14(12). – PP 827-837.

16. Matthew G. Duling и др. “Исследование защитных свойств респираторов при имитации выполнения работы” *Journal of Occupational and Environmental Hygiene* 4(6): 420–431 (2007).

17. Інструкція з виміру концентрації пилу на шахтах та обліку пилових навантажень // Зб. інстр. до Правил безпеки у вугільних шахтах. Затв. наказом Мінпаливенерго України від 18.11.02 за № 662. – К., 2003. – С. 151 – 161.

18. A guide to industrial respiratory protection. Cincinnati: U.S. Department of Health, Education, and Welfare, Public Health Service, Centers for Disease Control, National Institute for Occupational Safety and Health, 1976; HEW (NIOSH) publication floe 76-189.

19. Goodman LS, Gilman A. The pharmacological basis of therapeutics. 3rd. ed, New York: The Macmillan Co, 1968, p. 897.

20. Hyatt EC. Respirator protection factors. New Mexico: Los Alamos scientific laboratory of the University of California, informal report № LA-6084-MS, 1976.

21. Myers WR, Peach MJ III, Allender J. Workplace protection factor measurements on powered air-purifying respirators at a secondary lead smelter-test protocol. *Am Ind Hyg Assoc J* 1984;45(4):236-41.

22. Myers WR, Peach MJ III, Cutright K, Iskander W. Workplace protection factor measurements on powered air-purifying respirators at a secondary lead smelter: results and discussion. *Am Ind Hyg Assoc J* 1984;45(10) :681-688.

23. Myers WR, Peach: MJ III. Performance measurements on a powered air-purifying respirator made during actual field use in a silica bagging operation. *Ann Occup Hyg* 1983; 27(3):251-59.

24. Nicklin D, Balaban Di, Exercise EKG in asymptomatic normotensive subjects [Letter to the editor]. *N Engl J Med* 1984; 310(13):852.

25. Giagnoni E, Secchi MB, Wu SC. et al. Prognostic value of exercise EKG testing in asymptomatic normotensive subjects. *N Engl J Med* 1983; 309(18) : 1085-1089

26. Williams FT. Photometric measurement of respirator quantitative fit test protection factors and their interpretation, use and meaning, .Dynatech Frontier Technical Note, 108-0008, 1978

27. Lenhart SW, Campbell DL. Assigned protection factors for two respirator types based upon workplace performance testing. *Ann Occup Hyg.* 1984; 28(2) :173-82.

28. Суханов В.В. Управление пылевой опасностью в шахтах // Уголь Украины. – 1981. – № 9. – С. 34 – 36.

29. Чеберячко С.І., Чеберячко Ю.І. Оцінка впливу засобів індивідуального захисту органів дихання на працездатність людини // Науковий вісник НГУ. – 2007. – № 7. – С. 64 – 66.

30. Каминский С.Л. Сопротивление дыханию в респираторах и противогазах как источник дополнительного рабочего напряжения // В кн. Физиологические вопросы охраны труда. – М.: ВЦНИОТ, 1977. – С. 66 – 73.

31. Пылевая обстановка и заболеваемость пневмокониозом на шахтах Украины / Э.Н. Медведев, О.И. Кашуба, Б.М. Кривохижа, С.А. Крутенко. – Макеевка-Донбасс: МакНИИ, 2005. – 205 с.

32. Голінько В.І. Роль засобів індивідуального захисту органів дихання у профілактиці пилової етнології / В.І. Голінько, С.І. Чеберячко, Ю.І. Чеберячко // Науковий вісник НГУ. – 2006. – № 7. – С. 67-70.

33. Полукарпов Ю.О. Моделювання пилового навантаження на органи дихання зварника для оцінки ризику професійної захворюваності: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – К., 2005. – 20 с.

34. Don-Hee Han Связь между коэффициентами защиты на рабочем месте и коэффициентами изоляции респираторов – фильтрующих полумасок при сварке. Industrial Health, том 40(4) стр. 328–334 (2002) [www . journalarchive . jst . go . jp / english](http://www.journalarchive.jst.go.jp/english).

35. Расчет и регулирование персональных доз ведущих вредных факторов (пыль, шум, вибрация) как вынужденная мера профилактики заболевания (защита временем) // Гигиенические требования к предприятиям угольной промышленности и организации работ. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.3.570-96. – М.: Минздрав России, 1998. – С. 52 – 57.

36. Радчук Д.І. Оцінка достовірності експериментально визначених показників якості протипилових респіраторів / Колесник В.Є. Чеберячко С.І., Радчук Д.І., Литвин Н.С. // Науковий вісник НГУ. – 2009. - № 3. С. 23 – 27.

Голінько Василь Іванович  
Чеберячко Сергій Іванович  
Наумов Микола Микалоїлович  
Чеберячко Юрій Іванович

Методичні рекомендації щодо вибору та застосування засобів  
індивідуального захисту органів дихання»

Друкується в редакційній обробці авторів

Підписано до друку 2011. Формат 30x42/4.  
Папір офсет. Різографія. Ум. друк. арк. 0.8  
Обл-вид. арк. 0.8. Тираж 50 прим. Зам. № .

Державний ВНЗ «НГУ»  
49027, м. Дніпропетровськ, просп. К. Маркса, 19