

© С.І. Чеберячко<sup>1</sup>, Ю.І. Чеберячко<sup>1</sup>, О.В. Дерюгін<sup>1</sup>, О.О. Шустов<sup>1</sup>, Д.В. Савельєв<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Дніпро, Україна

## РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ЗМЕНШЕННЯ РИЗИКУ ПРОФЕСІЙНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ФІЛЬТРУВАЛЬНИХ РЕСПІРАТОРІВ

© S. Cheberiachko<sup>1</sup>, Yu. Cheberiachko<sup>1</sup>, O. Deryugin<sup>1</sup>, O. Shustov<sup>1</sup>, D. Savelyev<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine

## RECOMMENDATIONS WHEN USING FILTER RESPIRATORS FOR REDUCING THE RISK OF OCCUPATIONAL DISEASES

**Мета.** Визначення професійних ризиків, пов'язаних виникненням професійних захворювань органів дихання в наслідку порушення умов експлуатації засобів індивідуального захисту органів дихання (ЗІЗОД) та розробки рекомендацій щодо підвищення рівня захисту працівників.

**Методи.** Для оцінки рівня ризику виникнення професійних захворювань при використанні фільтрувальних респіраторів використали методи «Risk score», HAZID у відповідності до ДСТУ ІЕС/ISO 31010:2013 Керування ризиком. Методи загального оцінювання ризику.

**Результати.** Запропоновано швидкий, зрозумілий підхід до оцінки ризиків виникнення професійних захворювань для вибору засобів індивідуального захисту та під час їх експлуатації. Встановлено, що рівень ризику професійного захворювання на пневмоконіоз у гірників є категорично неприйнятним, що вимагає відповідного обґрунтування засобів індивідуального захисту органів дихання. Визначені основні помилки під час вибору фільтрувальних респіраторів та оцінено ризик їх виникнення професійного захворювання, надані рекомендації щодо їх усунення.

**Наукова новизна.** Зменшення професійних ризиків виникнення професійних захворювань органів дихання у працівників при виконанні професійних функцій - можливе тільки при використанні ефективного ЗІЗОД, яке базується на попередній перевірці придатності до антропометричних параметрів обличчя користувачів та до умов виробничого простору та навчанні правильного контролю і використання при виконанні професійних функцій.

**Практична цінність.** Показано, що відповідальність за забезпечення працівника якісними і придатними ЗІЗОД можливо розділити з виробником та залучаючи його до процесу організації захисту працівників. Передбачено можливість залучення виробників ЗІЗОД до забезпечення якісного захисту працівників з делегуванням їм частину відповідальності роботодавця, а головне такий підхід дозволить підвищити безпеку працівника на робочому місці.

**Ключові слова:** *півмаска, фільтрувальний респіратор, ризик, пневмоконіоз, професійне захворювання.*

**Вступ.** Незважаючи на існуючі вимоги законодавства в теперішніх умовах застосування засобів індивідуального захисту органів дихання (ЗІЗОД) відбувається тільки в крайніх випадках, тобто коли за допомогою організаційних і технічних заходів не можливо знизити концентрацію шкідливих аерозолів до безпечних показників, однак, але в інших країнах, вони широко використовуються у

промисловості. Встановлено, що у США виробничі промислові компанії витрачають біля 5 мільярдів доларів на рік для забезпечення працівників тільки ЗІЗОД [1-5]. Крім того, вказана сума значно збільшується з урахуванням процесів обслуговування, перевірки відповідності та навчання працівників. А у випадках неправильного вибору і експлуатації значна сума коштів буде даремно витрачена при цьому працівники залишаться без належного захисту, що може стати причиною навіть смертельних випадків. Тому необхідно ретельно підходити до процедури вибору ЗІЗОД, яка складається з декількох кроків: визначення концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони, кліматичних умов, режиму праці, оцінки професійних ризиків пов'язаних з використанням ЗІЗОД, обґрунтування за функціональним призначенням та умовами експлуатації, навчання працівників навичкам використання, забезпечення організації зберігання і обслуговування у відповідності до вимог [1].

**Стан питання.** Однак це питання потребує серйозного дослідження щодо оцінки професійних ризиків, які пов'язані з експлуатацією ЗІЗОД, що на думку більшості науковців і фахівців з безпеки праці сприятиме свідомому їх використанню працівниками [4-6]. Необхідно зауважити, що вказану процедуру на даний час вимагають декілька міжнародних стандартів [7-9]. Також в кожній країні існує власне законодавство, яке дублює вимоги вище вказаних нормативних документів. Не вдаючись у подробиці, відзначимо, що у згаданих нормативних документах відсутні роз'яснення щодо походження, вагової оцінки та рекомендацій з усунення або зменшення ризиків професійних захворювань користувачів ЗІЗОД. Втім, для оцінки будь-якого професійного ризику потрібно, крім того, визначити небезпечні фактори, які сприятимуть, за певних умов, настанню небажаної події. Для оцінки будь-якого професійного ризику потрібно визначити небезпечні фактори, які сприятимуть за певних умов настанню небажаної події. Відповідно до [7] ці небезпечні фактори пов'язані з використанням ЗІЗОД можна розділити на дві основні групи: перша пов'язана з помилками при виборі ЗІЗОД, а друга – з неумілою чи безвідповідальною їх експлуатацією.

Але перш ніж перейти до її обговорення, спробуємо розібратись в існуванні численності і різноманітності явищ, які необхідно враховувати при вивченні впливу аерозолів на організм людини. Оскільки аерозоль – це дисперсна система, що складається зі зважених дрібних частинок твердої чи рідинної речовини у повіті і характеризується різною хімічною природою, то і наслідки від їх дії будуть відмінні. Це не дозволяє узагальнити оцінку професійного ризику, оскільки затримання твердих частинок в легенях викликає їх травмування, а в подальшому розвиток професійних захворювань - пневмоконіозів, то потрапляння різного роду токсикантів (рідинних аерозолів) призводить ще й до отруєння систем організму з подальшим розвитком різноманітних професійних захворювань. Зважаючи на вище сказане обмежимося оцінкою впливу тільки твердих аерозолів.

**Мета роботи** є визначення професійних ризиків, пов'язаних виникненням професійних захворювань органів дихання в наслідку порушення умов експлуатації засобів захисту органів дихання (ЗІЗОД) та розробки рекомендацій щодо підвищення рівня захисту працівників.

**Теоретичні дослідження.** Розглядаючи задачу з визначення професійного ризику при використанні ЗІЗОД потрібно сказати про відсутність єдиного підходу до її вирішення. Навіть у понятті ризику не має єдиного визначення. Так деякі фахівці стверджують що виробничий ризик - це імовірність ушкодження здоров'я працівника під час виконання ним виробничої діяльності, що обумовлена ступенем шкідливості та/або небезпечності умов праці та науково-технічним станом виробництва, який можна кількісно визначити як математичне очікування настання небезпечної події [17-20]. В [8-10] професійний ризик визначається як комбінація вірогідності виникнення небезпечної події до серйозності травми, або погіршення здоров'я в результаті цієї події, що потребує ідентифікації всіх небезпек на виробництві і розуміння наскільки вони небезпечні для здоров'я. У [15-24] у визначенні професійного ризику з являється поняття збитків і важкості даного збитку. Іншими словами до ймовірності шкоди останнім часом вводиться пов'язаний з нею збиток. При цьому роз'яснень стосовно в яких одиницях оцінювати поки не має. Навіть єдиних показників, які б характеризували збиток в жодному нормативному документі не наведено. До речі за [23] ризик - це емпірична наука «діяльність», пов'язана з визначенням імовірності шкоди та розмірів ушкоджень, що є її наслідком впливу умов праці. Оскільки ситуація з тлумаченням ризику неоднозначна будемо притримуватись класичного його визначення як ймовірності настання ушкодження здоров'я, наслідками якого у нашому випадку є розвиток професійного захворювання, що призвело до часткової або повної втрати працездатності чи смерті працівника пов'язаних з вдиханням твердих аерозолів при виконанні виробничих операцій.

**Матеріали і методи.** Для визначення професійного ризику необхідні детальні відомості про умови праці, безпеки, засоби захисту, контролю, компетентність працівників та інше. Оцінки його величини можна проводити різними методами, які описані у [24]. Наприклад, методом «Risk score» [25] (рис.), величину ризику ( $R$ ) визначають в балах за формулою:

$$R = S \times P, \quad (1)$$

де  $S$  – серйозність наслідків;  $P$  – ймовірність події.

Критерії оцінки наведені в таблиці 1.

У таблиці 2 наведений приклад з визначення ризику виникнення професійного захворювання на антракоз у гірників.

Також можна оцінити професійний ризик більш складнішим методом «HAZID», який найчастіше використовують на початкових етапах розробки різних проектів. Він відповідає вимогам в області HSE (здоров'я безпеки, навколишнє середовище). Для розрахунків необхідні знання інфраструктури, технологічних операцій, небезпек для здоров'я працівників, можливих аварійних ситуацій та інше. Рівень ризику встановлюється також з урахуванням матриці «ймовірність-важкість-наслідків» за визначеною шкалою. Фрагмент робочої таблиці оцінки ризиків за описаним методом наведено в таблиці 3.

Фактори, які впливають на правильний вибір і використання працівником ЗІЗОД - складні і неоднорідні навіть на одному робочому місці. Якщо зробити наголос на різні чинники, то це не завжди відображає те, що можна очікувати для

даної галузі і даного респіратора [26-27]. Однак, розуміючи зібрану інформацію можна сказати, що до найсуттєвіших помилок при виборі фільтрувальних ЗІЗОД, наслідки якої можуть привести до фатального результату є невідповідність функціонального призначення, коли вибраний ЗІЗОД не відповідає ані типу токсикантів ані класу захист.

Таблиця 1

## Критерії оцінки професійних ризиків

Категорія ризику	Ставлення до рівня ризику	Дії щодо керування рівнем ризику
<b>AV, BV, BV, CV, DV, DIV, DV, EII, EIII, EIV, EV</b>	<b>Категорично неприйнятний (КН)</b> (відмова від ризику).	Роботу виконувати заборонено без зміни в умовах та розробки і впровадження заходів щодо зниження ризиків. Першочергово мають бути виконанні упереджувальні та захисні заходи для унеможливлення реалізації небезпеки в небезпечну подію та/або зниження наслідків небезпечної події.
<b>AIV, VIII, CIII, DII, EI</b>	<b>Неприйнятний (Н)</b> (зниження ризику)	Роботу виконувати дозволено (постійно або тимчасово), але з впровадженням в часі змін в умовах роботи упереджувальних та захисних заходів для унеможливлення реалізації небезпеки або зниження наслідків небезпечної події. Мають бути розроблені і впровадженні відповідні організаційно-технічні заходи.
<b>AIII, VII, CII, DI</b>	<b>Прийнятний з перевіркою (ПІ)</b> (прийняття ризику з контролем)	Роботу дозволено виконувати, але потрібен постійний контроль за небезпекою та виконанням упереджувальних та захисних заходів (дій), щодо унеможливлення або зниження ризику до прийнятного рівня та аналіз змін стану небезпеки в часі та просторі.
<b>AI-II, VI, CI</b>	<b>Прийнятний (П)</b> (прийняття ризику без контролю)	Не потребує вживати упереджувальних та захисних заходів (дій) для унеможливлення або зниження ризику.

Таблиця 2

Оцінка ризику виникнення професійного захворювання органів дихання гірників, які працюють при запиленості 300 мг/м<sup>3</sup>

Професія	Небезпека	Наслідки	Базовий ризик			Категорія ризику
			ТН	Ім	Ризик	
Гірник	Вугільний пил	Антракоз	<b>V</b>	<b>C</b>	<b>КН</b>	<b>CV</b>

Категорія тяжкості наслідків захворювання		Ймовірність				
		Назва критерію ймовірності (частоти захворювання) (Зх)				
Критерій категорії ступеню тяжкості інциденту		Низька	Середня	Висока	Дуже висока	Найвища
		Критерій ймовірності (частоти хронічних захворювань) (Зх)				
Категорія тяжкості наслідків захворювання (II)		(не більше ніж 1 раз на 15 і більше років)	(не більше ніж 1 в проміжок від 5 до 10 років)	(не більше ніж 1 в проміжок від 1 до 5 років)	(не більше ніж 1 в проміжок від 1 місяця до 1 року)	(більше ніж 1 раз в проміжок від 1 місяця до 1 року)
		Позначення ймовірності (частоти інциденту) (Ім)				
Категорія тяжкості наслідків захворювання		A	B	C	D	E
		І	II	II	II	III
II	II	III	III	III	Н	
III	III	Н	Н	Н	КН	
IV	Н	КН	КН	КН	КН	
V	КН	КН	КН	КН	КН	

Рис. Матриця оцінки ризиків

У даному випадку працівник залишається беззахисним через грубі порушення відповідних інструкцій або халатність відповідальних за вибір осіб. Наступною помилкою, яка також призведе до погіршення захисних властивостей і сприятиме збільшенню професійного ризику є невідповідність маски антропометричним параметрам обличчя, що визначається ізолювальними властивостями півмасок.

Саме через це на етапі вибору ЗІЗОД, після встановлення необхідного класу захисту і прийняття рішення щодо його типу потрібно забезпечити перевірку щільності прилягання маски до обличчя працівника не перевищуючи при його межі питомого тиску на обличчя (4-6 Н).

Часто при виборі ЗІЗОД не враховуються умови експлуатації: можливість зменшення концентрації кисню (наприклад робота в закритих приміщеннях), коливання рівня забруднення шкідливих аерозолів (використовується середньодобова концентрація, в той же час існує ймовірність миттєво-небезпечної наприклад через вибух або іншу аварійну ситуацію) та кліматичні умови (температура, вологість повітря), які сприятимуть як погіршенню самопочуття працівників через нестачу кисню, ослаблення захисних властивостей внаслідок потрапляння токсикантів у підмасковий простір ЗІЗОД, втраті ергономічних показників викликаних зростанням опору дихання, потінням обличчя та потраплянням води на фільтр.

Рекомендації щодо зменшення впливу наведених причин погіршення захисних властивостей респіраторів під час їх вибору наведені в таблиці 3.

Таблиця 3

## Фрагмент робочої відомості розрахунку ризиків методом «HAZID»

№	Небезпечний фактор	Наслідки впливу небезпечного фактору	Загрози	Профілактичні заходи	Ризик	Зауваження
Небезпеки для здоров'я						
1.	Недостатній вміст кисню <b>(Менше)</b>	Поява задихання, серцебиття, запаморочення, смерть	Персонал	Провітрювання, контроль вмісту кисню, розробка маршрутів на свіжому потоку повітря	<b>КН</b>	Зупинка робіт і вихід в зону свіжого повітря
2.	Вугільний пил <b>(Більше)</b>	Виникнення захворювань системи дихання (силікоз, рак легенів).	Персонал	Провітрювання, впровадження систем знепилювання, колективного захисту, розробка програми респіраторного захисту	<b>КН</b>	Небезпека висока, оскільки працівники постійно з знаходяться у небезпечній зоні, де концентрація перевищує ГДК

**Результати дослідження.** Найпоширенішими помилками при експлуатації ЗІЗОД є неуміле їх використання слабко підготовленими працівниками, які не розуміють принцип дії захисного пристрою, його будову, обмеження з використання, викликані темпом роботи, необхідністю спілкування, використанням інших ЗІЗОД. Також не знають як його правильно одягати/знімати, розпізнавати можливі пошкодження та проведення необхідних перевірянь перед початком експлуатації. Крім того, важливо забезпечити необхідне обслуговування після експлуатації ЗІЗОД, його очищення та дезінфекцію. У разі відсутності у працівників необхідних знань і вмій, збільшується ймовірність професійного ризику через погіршення захисних і ергономічних показників, що вимагає від роботодавців організації відповідних процедур з навчання працівників, перевірки експлуатаційних властивостей ЗІЗОД на робочому місці, пошук та заміну пошкоджених вузлів. Рекомендації щодо зменшення ризиків професійних захворювань в наслідок помилок при експлуатації респіратора наведені в таблиці 4.

**Обговорення.** Аналіз наведеної інформації в таблицях 5, 6 говорить, що деякі з вказаних ризиків можна зменшити тільки використовуючи якісні ЗІЗОД з наданою належним чином інформацією щодо маркування, обслуговування, термінів захисної дії, строків заміни. Це вимагає співпрацювати тільки з добросовісними виробниками ЗІЗОД, які постійно контролюють процес виробництва від закупівлі сировини до отримання готової продукції. Відмітимо, що відповідно до [8-14] виробник чи постачальник ЗІЗОД повинен надавати інформацію про власні ризики для координації дій зі споживачем. Вказана вимога передбачає необхідність більшій інтеграції компаній партнерів, що дозволить забезпечити взаємний контроль за технологічними процесами (використанням ЗІЗОД), а отже покращить якість продукції та безпеку працівників, які її використовують.

Зрозуміло, що крім правильного вибору ЗІЗОД досвідчених фахівців, наприклад з інституту промислової гігієни праці, які розуміються на технічних характеристиках ЗІЗОД і процедурі встановлення величин професійних ризиків, важливо забезпечити вирішення організаційних питань - основним з яких є заохочення працівників їх правильно використовувати, що впливає на успішне виконання програми респіраторної захисту. Будь-який ЗІЗОД є додатковим навантаженням на робітника. Його величина значній мірі залежить від шкідливих факторів і запроваджених інших загальних засобів захисту

Значна роль у формуванні такого ставлення лежить на адміністрації підприємства, на впровадженні та реалізації програми респіраторного захисту, до формування основних положень якої бажано залучати і виробників респіраторної продукції. Відповідальне ставлення останніх до виготовлення якісної продукції на кожному етапі виробництва від отримання сировини і закінчуючи отриманням готової продукції також є елементом надійного захисту робітників.

Таблиця 5  
Оцінка ризику та рекомендації щодо зменшення професійних захворювань внаслідок помилок при виборі фільтрувальних респіраторів

	Небезпека	Небезпечна подія	Наслідки небезпечної події	Поточний рівень ризику		Рекомендації
				ТН	Ім Ризик	
1	Респіратор не відповідає функціональному призначенню	Не забезпечується нормативний захист.	Розвиток професійного захворювання органів дихання зі смертельним наслідком	IV	A	Ужити респіратор відповідного типу і класу
2	Респіратор вибрано за призначенням, але не визначено антропометричні особливості обличчя.	Проникнення у підмасковий простір пилу крізь щілини між обтюратором і обличчям.	Розвиток професійного захворювання органів дихання	III	C	Притиснути респіратор до обличчя, не перевищуючи межі питомого тиску (4-6Н). Ужити респіратор зі змінною геометрією смуги обтюраторів
3	Респіратор вибрано згідно з пп. 1 і 2, але не враховано умови його експлуатації	Не забезпечується нормативний рівень захист.	Розвиток професійного захворювання органів дихання	III	C	Ужити респіратор відповідного класу захисту.
4	Рівень забруднення повітря перевищує межу безпечного використання	Не забезпечується нормативний захист органів дихання.	Розвиток професійного захворювання органів дихання	III	B	Ужити респіратор відповідного класу захисту
5	Підвищені температура і вологість повітря.	Пігніння обличчя, зростання опору дихання.	Розвиток професійного захворювання органів дихання	III	C	Ужити респіратор з клапаном видиху або/і водопоглинальним елементом.



Оцінка ризику та рекомендації щодо зменшення професійних захворювань внаслідок помилок при експлуатації фільтрувальних респіраторів

Таблиця 6

	Небезпека	Небезпечна подія	Наслідки небезпечної події	Поточний рівень ризику		Рекомендації
				ТН	Ім	
1	Респіратор використовується ненавченими працівниками	Не забезпечується нормативний захист.	Розвиток професійного захворювання органів дихання зі смертельним наслідком	IV	A	Забезпечити обов'язкове навчання працівників поводити з ЗІЗОД.
2	Респіратор використовується навченими працівниками, але не враховано умови роботи.	Знімання респіратора під час роботи	Розвиток професійного захворювання органів дихання	III	C	Провести перевірку експлуатаційних властивостей ЗІЗОД у виробничих умовах
3	Можливість механічного пошкодження і потрапляння води на півмаску	Не забезпечується нормативний захист	Розвиток професійного захворювання органів дихання	III	C	Ужити респіратор з еластомірною маскою.
4	Збільшення навантаження та рухливості користувача	Зростання опору диханню, пітіння обличчя.	Зниження працездатності	I	C	Ужити респіратор з клапаном видиху
5	Необхідність спілкування під час виконання роботи	Пітіння обличчя, зростання опору дихання.	Зниження працездатності	I	D	Ужити ЗІЗОД з переговорним пристроєм
6	Використання респіратора несумісного з іншим ЗІЗ	Не забезпечується нормативний захист	Розвиток професійного захворювання	III	D	Ужити респіратор і ЗІЗ однієї компанії.
7	Надпланове носіння респіратора.	Зростання опору диханню; забруднення поверхні маски.	Зниження працездатності	I	D	Експлуатувати респіратор за визначеним терміном захисної дії

**Висновки.** Підводячи підсумок проведеної роботі зазначимо, що роботодавець повинен оцінювати при виборі ЗІЗОД їх власні ризики. Їх зменшення можливе тільки при використанні якісного ЗІЗОД за умови правильного вибору обслуговування і застосування ЗІЗ. Відповідальність за забезпечення працівника якісними і придатними ЗІЗОД можливо розділити з виробником, залучаючи його до процесу організації захисту працівників.

В [1] передбачено таку можливість. Для правильного вибору - залучити виробників з проханням надати необхідну інформацію щодо експлуатаційних властивостей ЗІЗОД. Для правильного використання – залучити виробників до підготовки працівників для отримання навичок їх експлуатації. Для правильного обслуговування – організувати відповідні перевірки експлуатаційних властивостей ЗІЗОД сумісно з виробником або за його вказівками.

Також організовуючи програму респіраторного захисту, навчаючи і тренуючи робітників правильному використанню із залученням виробників ЗІЗОД, вимагаючи від них виконання відповідних процедур, які передбачені в [8-16], тим самим делегуєте їм частину своєї відповідальності, а головне зберігаєте здоров'я власних співробітників.

Для того, щоб ЗІЗОД знижували забрудненість вдихуваного повітря до допустимої величини необхідно виконати три умови.

1. Коефіцієнт захисту респіраторів має бути більше за коефіцієнт забруднення робочої зони, тобто:

$$K_{PRmin} > K_{POL}, \quad (2)$$

де  $K_{zmin}$  - мінімально необхідний коефіцієнт захисту ЗІЗОД;  $K_{36} = C/VAC$  - коефіцієнт забруднення повітря робочої зони;  $C$  - концентрація забруднювача, мг/м<sup>3</sup>;  $VAC$  – гранично допустимий рівень.

2. Визначення коефіцієнту захисту ЗІЗОД необхідно забезпечити індивідуально на робочому місці, сутність полягає у встановленні співвідношення зовнішньої концентрації тест-аерозолі до підмаскової, яка визначається за допомогою спеціальних лічильників.

3. Півмаска ЗІЗОД повинна відповідати антропометрії обличчя працівника. Для забезпечення даної вимоги на виробництві потрібно організувати процедуру перевірки щільності прилягання півмаски ЗІЗОД до обличчя за смугою обтюрації шляхом визначення місць “підсмоктування” (проникнення) шкідливих речовин у вигляді аерозолів (аеродисперсних частинок, газів і парів та ін.) в підмасковий простір ЗІЗОД. Існує два способи такої перевірки якісна і кількісна. Якісна - ґрунтується на суб'єктивній реакції органів чуттів на різкий запах розпорошених безпечних аерозолів: сахарину, бітрексу, ізоамілацетату та інших. Кількісні способи засновані на інструментальній перевірці з використанням відповідного обладнання (наприклад: *fittest*, *quantifit test*, термографування).

4. ЗІЗОД необхідно своєчасно і правильно застосовувати. Важливо для правильного і своєчасного застосування ЗІЗОД донести до працівників можливі ризики для здоров'я при не правильному використанні ЗІЗОД та провести відповідні тренування, які передбачають вивчення складових частин захисного пристрою, правильне одягання, попереднє носіння для звикання та оцінки зручності,

ознайомлення з діями під час надзвичайних ситуацій. Тренування необхідно проводити регулярно і його програма оновлюватись кожного року.

#### Перелік посилань

1. Standard DIN EN 529:2006-01. Respiratory protective devices - Recommendations for selection, use, care and maintenance - Guidance document; German version EN 529:2005. Retrieved from: <https://www.beuth.de/en/standard/din-en-529/80137075>.
2. Respiratory Protection Equipment Market worth 7.28 Billion USD by 2022 Markets and Markets. 2017. Respiratory Protection Equipment Market by Product Type (Air-purifying Respirators, Supplied Air Respirators), End-use Industry (Healthcare & pharmaceuticals, Defense & Public Safety Services, Oil & Gas, Manufacturing, Mining) - Global Forecast to 2022. Retrieved from: <https://www.marketsandmarkets.com/PressReleases/respiratory-protection-equipment.asp>.
3. Чеберячко, С. І., Чеберячко, Ю. І., Радчук, Д. І., & Дерюгін, О. В. (2020). Розрахунок коефіцієнта захисту фільтрувального респірація з врахуванням підсосів по смузі обтюрації. *Вісті Донецького Гірничого Інституту*, 1(46), 232–239. <https://doi.org/10.31474/1999-981x-2020-1-232-239>
4. Нагорна, А. М., Вітте, П. М., Соколова, М. П., Кононова, І. Г., Орехова, О. З., & Мазур, В.В. (2012). Оцінка ризику розвитку професійних захворювань у працівників металургійної, вугільної промисловості та машинобудування України. *Український Журнал з Проблем Медицини Праці*, 3(31), 3–13. <https://doi.org/10.33573/ujoh2012.03.003>
5. Aneziris, O. N., Papazoglou, I. A., Konstantinidou, M., & Nivolianitou, Z. (2014). Integrated risk assessment for LNG terminals. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 28, 23–35. <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2013.07.014>
6. Eriyanbu, P., Anbalagan, M., Prabhu, R., Sirajudeen, I., Satheeshkumar, P. (2019). Hazards Measuring and Risk Controls in Textile Industry. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 8(5), 4976-4987. <https://doi.org/10.15680/IJIRSET.2019.0805017>
7. Council Directive 89/391/EEC of 12 June 1989 on the introduction of measures to encourage improvements in the safety and health of workers at work. Retrieved from: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX%3A31989L0391>.
8. Standard ISO 45001:2018(E). Occupational health and safety management systems. Requirement with guidance for use. Retrieved from: <https://www.iso.org/standard/63787.html>.
9. Campbell, D. L., Coffey, C. C., & Lenhart, S. W. (2001). Respiratory Protection as a Function of Respirator Fitting Characteristics and Fit-Test Accuracy. *AIHAJ - American Industrial Hygiene Association*, 62(1), 36–44. <https://doi.org/10.1080/15298660108984607>
10. Carrico, R. M., Coty, M. B., Goss, L. K., & LaJoie, A. S. (2007). Changing health care worker behavior in relation to respiratory disease transmission with a novel training approach that uses biosimulation. *American Journal of Infection Control*, 35(1), 14–19. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2005.12.013>
11. Bergman, M. S., Zhuang, Z., Hanson, D., Heimbuch, B. K., McDonald, M. J., Palmiero, A. J., Shaffer, R. E., Harnish, D., Husband, M., & Wander, J. D. (2014). Development of an Advanced Respirator Fit-Test Headform. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 11(2), 117–125. <https://doi.org/10.1080/15459624.2013.816434>
12. He, X., Reponen, T., McKay, R. T., & Grinshpun, S. A. (2013). Effect of Particle Size on the Performance of an N95 Filtering Facepiece Respirator and a Surgical Mask at Various Breathing Conditions. *Aerosol Science and Technology*, 47(11), 1180–1187. <https://doi.org/10.1080/02786826.2013.829209>

13. Bahloul, A., Mahdavi, A., Haghghat, F., & Ostiguy, C. (2014). Evaluation of N95 Filtering Face-piece Respirator Efficiency with Cyclic and Constant Flows. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 11(8), 499–508.  
<https://doi.org/10.1080/15459624.2013.877590>
14. Beckman, S., Materna, B., Goldmacher, S., Zipprich, J., D'Alessandro, M., Novak, D., & Harrison, R. (2013). Evaluation of respiratory protection programs and practices in California hospitals during the 2009-2010 H1N1 influenza pandemic. *American Journal of Infection Control*, 41(11), 1024–1031.  
<https://doi.org/10.1016/j.ajic.2013.05.006>
15. Brown, L. M., Rogers, B., Buckheit, K., & Curran, J. P. (2018). Evaluation of 9 health care organizations' respiratory protection programs and respiratory protective device practices: Implications for adoption of elastomerics. *American Journal of Infection Control*, 46(3), 350–352.  
<https://doi.org/10.1016/j.ajic.2017.09.002>
16. Balazy, A., Toivola, M., Reponen, T., Podgórski, A., Zimmer, A., & Grinshpun, S. A. (2005). Manikin-Based Performance Evaluation of N95 Filtering-Facepiece Respirators Challenged with Nanoparticles. *The Annals of Occupational Hygiene*, 50(3), 259–269.  
<https://doi.org/10.1093/annhyg/mei058>
17. Rengasamy, S., & Eimer, B. C. (2011). Total Inward Leakage of Nanoparticles Through Filtering Facepiece Respirators. *The Annals of Occupational Hygiene*, 55(3), 253–263.  
<https://doi.org/10.1093/annhyg/meq096>
18. Chen, C. C., & Willeke, K. (1992). Characteristics of face seal leakage in filtering facepieces. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 53(9), 533–539.  
<https://doi.org/10.1080/15298669291360120>
19. Franna, R., & Gaspar, R. M. (2011). Expectation Hypothesis Bias: Risk Aversion versus Stochastic Adjustments. *SSRN Electronic Journal*, 1.  
<https://doi.org/10.2139/ssrn.2417268>
20. Yaron, A., Bansal, R. (2004). Risks for the long run: A potential resolution of asset pricing puzzles. *Journal of Finance*, 59, 1481-1509.  
<https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.2004.00670.x>
21. Standard ISO/IEC 73:2009, Risk management – Vocabulary, International Organization for Standardization. Retrieved from: <https://www.iso.org/standard/44651.html>.
22. Standard ISO 31000:2009, Risk management – Principles and guidelines, International Organization for Standardization. Retrieved from: <https://www.iso.org/standard/43170.html>.
23. Standard ISO/IEC GUIDE 51:2014 Safety aspects - Guidelines for their inclusion in standards. Retrieved from: <https://www.iso.org/standard/53940.html>.
24. Standard ISO/IEC 31010:2009 - Risk management - Risk assessment techniques. Retrieved from: <https://www.iso.org/standard/51073.html>.
25. Standard BS EN ISO 8800:2004, Occupational health and safety management systems - Guide. Retrieved from: <https://pozhproekt.ru/nsis/bs/management/BS-8800-2004.pdf>.
26. Graveling, R., Sanchez-Jimenez, A., Lewis, C., & Groat, S. (2011). Protecting Respiratory Health: What Should be the Constituents of an Effective RPE Programme? *The Annals of Occupational Hygiene*, 55(3), 230–238.  
<https://doi.org/10.1093/annhyg/meq098>
27. Babets, Y. K., Bielov, O. P., Shustov, O. O., Barna, T. V., & Adamchuk, A. A. (2019). The development of technological solutions on mining and processing brown coal to improve its quality. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 6, 36–44.  
<https://doi.org/10.29202/nvngu/2019-6/6>

## АННОТАЦИЯ

**Цель.** Определение профессиональных рисков, связанных возникновением профессиональных заболеваний органов дыхания в последствии нарушения условий эксплуатации средств индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД) и разработки рекомендаций по повышению уровня защиты работников

**Методика исследования.** Для оценки уровня риска возникновения профессиональных заболеваний при использовании фильтровальных респираторов использовали методы «Risk score», HAZID в соответствии с ДСТУ ІЕС / ISO 31010: 2013 Управление риском. Методы общей оценки риска.

**Результаты исследования.** Предложено быстрый, понятный подход к оценке рисков возникновения профессиональных заболеваний для выбора средств индивидуальной защиты и при их эксплуатации. Установлено, что уровень риска профессионального заболевания пневмокониоз у горняков категорически неприемлемым, что требует соответствующего обоснования средств индивидуальной защиты органов дыхания. Определены основные ошибки при выборе фильтровальных респираторов и оценен риск их возникновения профессионального заболевания, даны рекомендации по их устранению.

**Научная новизна.** Уменьшение профессиональных рисков возникновения профессиональных заболеваний органов дыхания у работников при выполнении профессиональных функций - возможно только при использовании эффективного СИЗОД, основанное на предыдущей проверки пригодности к антропометрическим параметрам лиц пользователей и условиям производственного пространства и обучении правильного контроля и использования при выполнении профессиональных функций.

**Практическое значение.** Показано, что ответственность за обеспечение работника качественными и пригодными СИЗОД можно разделить с производителем и привлекая его к процессу организации защиты работников. Предусмотрена возможность привлечения производителей СИЗОД к обеспечению качественной защиты работников с делегированием им часть ответственности работодателя, а главное такой подход позволит повысить безопасность работника на рабочем месте.

**Ключевые слова:** полумаска, фильтровальная респиратор, риск, пневмокониоз, профессиональное заболевание

## ABSTRACT

**Purpose.** Determination of occupational risks associated with the occurrence of occupational diseases of the respiratory system as a result of violation of the operating conditions of personal respiratory protective equipment (RPE) and the development of recommendations for increasing the level of protection of workers

**Methodology.** To assess the level of risk of occupational diseases when using filter respirators, the “Risk score” and HAZID methods were used in accordance with DSTU IEC / ISO 31010: 2013 Risk management. General risk assessment methods.

**Findings.** A fast, clear approach to the assessment of the risks of occupational diseases for the choice of personal protective equipment and during their operation is proposed. It has been established that the level of risk of occupational disease for pneumoconiosis in miners is categorically unacceptable, which requires appropriate justification of personal respiratory protection. The main mistakes in the

selection of filter respirators are identified and the risk of their occurrence of an occupational disease is assessed, recommendations for their elimination are given.

**Scientific value.** Reduction of occupational risks of occupational respiratory diseases in employees when performing professional functions – is possible only with the use of effective personal respiratory protection (PRP), which is based on preliminary verification of suitability for anthropometric parameters of users' faces and conditions of production space and training in proper control and use in performing professional functions.

**Practical value.** It is shown that the responsibility for providing the employee with quality and suitable PPE can be shared with the manufacturer and involving him in the process of organizing the protection of employees. It is possible to involve PRP producers in ensuring quality protection of employees by delegating to them part of the employer's responsibility, and most importantly, this approach will increase employee safety in the workplace.

**Key words:** *half mask, filter respirator, risk, pneumoconiosis, occupational disease.*