

263 ЦИВІЛЬНА БЕЗПЕКА

УДК 614.896

doi: 10.31498/2225-6733.45.2022.276269

© Чеберячко С.І.¹, Радчук Д.І.², Дерюгін О.В.³, Сушко Н.С.⁴,
Кравченко Б.Д.⁵**РОЗРОБКА НОВОЇ КЛАСИФІКАЦІЇ ЗАСОБІВ
ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАХИСТУ ОРГАНІВ ДИХАННЯ**

Метою дослідження – є розробка нової класифікації засобів індивідуального захисту органів дихання (далі – ЗІЗОД), яка сприятиме якісному їх вибору для відповідних виробничих умов використання з урахуванням оцінки професійних ризиків (далі – ПР). Проведено аналіз законодавства України, Європейського Союзу та інших країн світу стосовно використовуваних класифікацій ЗІЗОД. Встановлено, що існуючі системи класифікації є застарілими й не задовольняють вимогам щодо їх вибору на основі оцінки ПР. Проаналізовані публікації, які стосуються даної проблеми, та розглянуті запропоновані шляхи удосконалення існуючих систем класифікації з урахуванням нормативних документів щодо мінімального забезпечення ЗІЗОД працівників різних виробництв. Шляхом системного аналізу визначено найбільш слабкі місця в існуючих системах класифікації країн світу. Розглянуті слабкі сторони класифікації ЗІЗОД, що викладено в стандарті ISO/TS 16973. Запропоновано новий підхід до класифікації ЗІЗОД з урахуванням міжнародних стандартів та загально прийнятих підходів в інших країнах, враховуючи вимоги до оцінки ПР. Основною відмінністю нової класифікації є поділ ЗІЗОД на основі спільних характеристик, що дозволить виділити певні відділи, підвідділи, групи, підгрупи, види, підвиди й різновиди, які повністю охоплять всі їх конструктивні особливості. Це допоможе з розумінням розробити послідовність дій при їх виборі та чітко зрозуміти структурну взаємодію між різними групами й визначити ступінь розгалуженості можливих варіантів. Розроблена класифікація є першою спробою у розподілі всіх існуючих ЗІЗОД за зрозумілим ієрархічним порядком підлеглості нижчих ланок вищим, починаючи з відділу – фільтрувальні ЗІЗОД і закінчуючи різновидом – за ступенем досконалості конструкції фільтрувальних респіраторів або/ї їх складових щодо фізіологічних вимог.

Ключові слова: засоби індивідуального захисту органів дихання, класифікація, фільтрувальний протипиловий респіратор, професійний ризик.

S. Cheberyachko, D. Radchuk, O. Deryugin, N. Sushko, B. Kravchenko. Development of a new classification of resources individual respiratory protection. The purpose of the study is to develop a new classification of personal respiratory protective equipment (PPE), which will contribute to their qualitative selection for appropriate production conditions of use, taking into account the assessment of occupational risks (hereinafter –

¹ д-р техн. наук, професор, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, ORCID: 0000-0003-3281-7157, sicheb@ukr.net

² канд. техн. наук, доцент, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, ORCID: 0000-0001-8034-541X, radchuk.dm@gmail.com

³ канд. техн. наук, доцент, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, ORCID: 0000-0002-2456-7664, derugin_o@ukr.net

⁴ аспірант, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, ORCID: 0000-0002-4874-1823, dslobodianyuk.nadiya@gmail.com

⁵ аспірант, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, ORCID: 0000-0001-8398-0793, kravchenko.bo.d@nmu.one

OR). An analysis of the legislation of Ukraine, the European Union and other countries of the world in relation to the used classifications of PPE was carried out. It was established that the existing classification systems are outdated and do not meet the requirements for their selection based on the assessment of OR. An analysis of publications related to this problem was carried out, and proposed ways of improving the existing classification systems were considered, taking into account normative documents regarding the minimum provision of PPE for employees of various industries. By means of system analysis, the weakest points in the existing classification systems of the countries of the world have been identified. Weaknesses of the PPE classification set out in the ISO/TS 16973 standard are considered. A new approach to the PPE classification is proposed, developed taking into account international standards and generally accepted approaches in other countries, taking into account the requirements for the assessment of PPE. The main difference of the new classification is the division of PPE on the basis of common characteristics, which makes it possible to distinguish certain departments, subdivisions, groups, subgroups, species, subspecies and varieties, which will fully cover all their structural features. This allows you to clearly develop a sequence of actions when choosing them and clearly understand the structural interaction between different groups and determine the degree of branching of possible options. The developed classification is the first attempt in the distribution of all existing PPE according to a clear hierarchical order of subordination of lower links to higher ones, starting with the department – filtering PPE and ending with the variety – according to the degree of perfection of the design of filtering respirators or/and their components in relation to physiological requirements.
Key words: personal protective equipment for respiratory organs, classification, filtering dust respirator, occupational risk.

Постановка проблеми. Сьогодні у світі реєструється досить велика кількість професійних захворювань. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, це порядком до 2 млн. випадків на рік [1]. В той же час, враховуючи вимоги ст. 13 Закону України «Про охорону праці», роботодавець мусить створити на робочому місці нормовані умови праці у відповідності до чинного законодавства. Зокрема, концентрація токсикантів (пил, дим, газ, туман) в повітрі робочої зони повинно бути меншим за гранично допустиму концентрацію (далі – ГДК), а у випадках, коли рівень розвитку науки і техніки не дозволяє це зробити, робітників, відповідно до ст. 8 Закону України «Про охорону праці», треба забезпечити ефективними ЗІЗОД. Також, відповідно до ст. 163 Кодексу законів України про працю, якщо середовище, у якому перебуває робітник, є шкідливим або роботи, що він виконує, визнані небезпечними, роботодавець також зобов'язаний забезпечити своїх працівників засобами індивідуального захисту (далі – ЗІЗ). Крім того, забезпечення ЗІЗ врегульовано наказом Мінсоцполітики від 29.11.2018 № 1804 «Про затвердження Мінімальних вимог безпеки і охорони здоров'я при використанні працівниками ЗІЗ на робочому місці (мінімальні вимоги)», а також «Нормами безплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших ЗІЗ працівникам загальних професій різних галузей промисловості», які затверджені Наказом Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду № 62 від 16.04.2009 (норми). При чому, їх вибір роботодавець повинен проводити за характером виконуваних робіт з урахуванням класифікації ЗІЗОД відповідно до чинних в Україні національних стандартів [2]. Існує два нормативних документа, де наводиться дана класифікація. У першому (ДСТУ 7239:2011 «Засоби індивідуального захисту. Загальні вимоги та класифікація») вказується, що ЗІЗОД бувають фільтрувальні, ізолювальні та зі змінною маскою зварювальника. Тоді як у другому (ДСТУ EN 133:2005 «Засоби індивідуального захисту органів дихання. Класифікація»), ЗІЗОД поділяють ще й за лицевими частинами, фільтрами та системою подавання повітря у підмасковий простір. Лицеві частини можуть бути масками, фільтрувальною лицевою частиною, капюшоном, шоломом тощо. Фільтри, за ефективністю, поділяють на три класи: низька, середня, висока. За подаванням повітря у підмасковий простір ЗІЗОД бувають самовсмоктувальні і з примусовою подачею повітря. Крім того, існують чинні Правила вибору та застосування ЗІЗОД (НПАОП 0.00-1.04-07), в яких є посилання на вище згадані стандарти з подальшим розподілом фільтрувальних пристроїв за призначенням на

протипилові, протигазові, комбіновані; та за конструктивними особливостями – на фільтрувальні півмаски і патрони [3].

Наведена класифікація ЗІЗОД у згаданих нормативних документах в неповній мірі висвітлює все їх різноманіття за конструктивними особливостями та функціональним призначенням, що значно ускладнює вибір через відсутність розуміння впливу параметрів навколишнього середовища, виробничих завдань та складових частин: півмаски, наголів'я обтюатора, клапанного блоку, на фізіологічний стан людини і його працездатність. Кожен з цих елементів в кінцевому випадку впливає на ефективність захисту користувача, яка визначається цілою низкою компонентів. Виходячи з існуючої класифікації занадто складно підібрати фільтрувальний пристрій, який врахував би необхідність надійного кріплення півмасок в залежності від вимог до рухомості або темпу роботи, коли респіратор може сповзти з обличчя і збільшити надходження шкідливої речовини крізь щілини за смугою обтюатора. Також, важко забезпечити ізолювальні властивості респіраторів без розуміння властивостей матеріалів і конструктивних особливостей клапанів видихання, обтюатора та наголів'я. Тому, вважаємо розробку нової класифікації ЗІЗОД актуальною задачею, вирішення якої сприятиме якісному їх вибору у виробничих умовах [4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Наукових публікацій щодо розробки чи вдосконалення класифікації ЗІЗОД не багато [4-7]. В них здебільшого йдеться мова про розширення певної групи ЗІЗОД за рахунок більшої деталізації конкретного пристрою для захисту користувача у відповідних умовах. Наприклад, існує група «фільтрувальні протигазові респіратори», яка розширюється завдяки уточненню області використання фільтра – проти специфічних сполук (EN 372) або проти низькокиплячих ($BP < 65^{\circ}C$) сполук (EN 371).

Більшість наявних наукових досліджень присвячені проблематиці вибору фільтрувальних протипилових респіраторів (далі – ПФР) з урахуванням оцінки ПР, що можуть виникати при їх неправильному використанні або при нещільностях між обличчям користувача та ПФР [8], чи розробці програм респіраторного захисту працівників під час виконання професійної діяльності [9], що є більш актуальним завданням, оскільки допомагає роботодавцям забезпечити якісний захист [10]. Однак, все ж таки, фахівці періодично обговорюють необхідність розробки універсальної класифікації ЗІЗОД, яка б була зрозуміла всім країнам і могла б відобразити різноманіття їх конструкцій та вимог. Оскільки часто можна зустріти ситуацію, що рівень захисту однієї й тієї ж моделі відрізняється в різних країнах [11]. Це спричинено, в тому числі, відмінностями класифікації ЗІЗОД між ЄС і США. Крім того, Міжнародна організація зі стандартизації (ISO) розробила та запровадила міжнародний стандарт (ISO/TS 16973), де наводиться новий метод класифікації ПФР. До його особливостей слід віднести нову термінологію: респіраторний захисний пристрій (respiratory protective device, далі – RPD) замість ПФР. Кожен RPD, що відповідає вимогам ISO, повинен мати індивідуальну класифікацію на основі його продуктивності, зазначеної у відповідних стандартах. Також, до відмінностей нової класифікації ISO можна віднести можливість візуально ідентифікувати тип ПФР, що дозволяє швидко оцінити його захисну ефективність. Отже, як бачимо, дискусія з розробки класифікації ЗІЗОД йде постійно, що зумовлено бажанням компаній розробників уніфікувати вимоги в усьому світі.

Метою даної роботи є розробка нової класифікації ЗІЗОД, яка сприятиме їх якісному вибору для відповідних виробничих умов використання з урахуванням оцінки ПР.

Виклад основного матеріалу. Для досягнення поставленої мети використовувались: аналіз існуючих класифікацій засобів індивідуального захисту органів дихання, який дозволив цілісно сформулювати предмет дослідження з розподілом на складові частини для визначення недоліків в існуючих переліках фільтрувальних захисних пристроях; синтез – для об'єднання раніше виділених елементів ЗІЗОД у єдине ціле за певними ознаками, властивостями та характером відносин; аналогія – на основі якої були виділені об'єкти за одними ознаками та зроблено висновок про їх схожість за іншими ознаками.

Авторами запропонована нова класифікація ЗІЗОД, яка розроблена на основі біологічної систематизації рослин, де поділ відбувається на основі спільних характеристик, що дозволяє виділити певні відділи, підвідділи, групи, підгрупи, види, підвиди й різновиди, які повністю охоплюють всі конструктивні особливості будь-якого ЗІЗОД. Такий підхід заповнює існуючі прогалини у вітчизняному законодавстві та дозволяє з розумінням розробити послідовність дій при виборі ЗІЗОД. Ця класифікація є першою спробою у розподілі всіх існуючих ЗІЗОД за зро-

зумілим ієрархічним порядком підлеглості нижчих ланок вищим, починаючи з відділу – фільтрувальні ЗІЗОД і закінчуючи різновидом – за ступенем досконалості конструкції ПФР або/і їх складових щодо фізіологічних вимог. Це дозволяє чітко зрозуміти структурну взаємодію між різними групами ЗІЗОД та визначити ступінь розгалуженості можливих варіантів.

Для проведення оцінки ПР при роботі з шкідливими речовинами скористатись рекомендаціями, наведеними у Посібнику з оцінки ризиків на робочому місці [12], де передбачено п'ять основних кроків.

Перший – ідентифікація шкідливої речовини, визначення середньо-добової, максимально-разової концентрацій, часу перебування в небезпечній зоні, темпу роботи, кліматичних умов та ін.

Другий – визначення кому і яка буде нанесена шкода при роботі в небезпечній зоні під впливом шкідливої речовини.

Третій – проведення оцінки ПР матричним способом: визначення вірогідності настання небезпечної події та важкості наслідків (рис. 1).

Наслідки		Ймовірність				
		Вияткова	Незначна	Помірна	Значна	Висока
		1	2	3	4	5
Відсутні	1	1	2	3	4	5
Незначні	2	2	4	6	8	10
Помірні	3	3	6	9	12	15
Значні	4	4	8	12	16	20
Катастрофічні	5	5	10	15	20	25

РИЗИК	
1 - 4	Незначний
5 - 8	Низький
9 - 12	Помірний
13 - 20	Високий
20 - 25	Критичний

Рис. 1 – Матриця для визначення ризику за методом «Risk score»

Таблиця 1

Класифікація ЗІЗОД		Маркування
Відділ	Фільтруючі	Ф
Підвідділ	За функціональним призначенням:	
	- проаерозольні (захищають від твердих і рідких аеродисперсних частинок);	(P (S, SL))
	- протигазові (захищають від токсичних газів і парів);	A, B, E, K, AX, NO, SX
	- газопилозахисні (захищають від аеродисперсних твердих і рідких частинок, токсичних газів і парів)	P + газів і парів
Група	За ефективністю захисту:	
	- низька;	1 - до 4 ГДК
	- середня;	2 - до 12 ГДК
	- висока	3 - до 50 ГДК
Підгрупа	За санітарними вимогами:	
	- одноразові (з фільтруючою півмаскою);	О
	- багаторазові (з фільтрами або патронами, що замінюються)	Б
Вид	За способом надходження повітря у підмасковий простір:	
	- природний;	П
	- примусовий	ПР
Підвид	З урахуванням вимог щодо ергономічності* і забезпечення безпечної праці користувачів при експлуатації респіраторів, зокрема:	
	- масок (повнолицевих, півмасок, четверть масок, у тому числі з пристроями для переговорів);	М, ПМ, ЧМ
	- фільтрів;	Одн, Бгр
	- клапанних, безклапанних	К, БК

Продовження таблиці 1

Класифікація ЗІЗОД		Маркування
Різновид	З урахуванням досконалості конструкції респіраторів або/ї їх складових щодо фізіологічних вимог:	
	- каркасів, конвертів, складчастості, еластомерності;	К, KB, СК, Е
	- обтюраторів (одно- і двоскладчастих, з U-подібною складкою, надувних);	O1, O2, OU, H
	- клапанів видиху (грибкових, дискових, пелюсткових);	КГ, КД, КП
	- наголів'я (одно- і двосмушкового).	H1, H2

* Ергономіка - наука про пристосування предметів (ЗІЗОД) для найбільш безпечної та ефективної праці

Оцінку професійних ризиків можна проводити різними методами, які описані у ДСТУ ІЕС/ISO 31010:2013, наприклад, методом «Risk score», що розроблений за Британським стандартом BS-8800. Величину професійного ризику (R) визначають в балах за формулою:

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

де S – серйозність наслідків; P – ймовірність події.

Четвертий – обґрунтування запобіжних заходів. Відповідно до рекомендацій ДСТУ EN 529, ЗІЗОД є останнім захисним бар'єром в ієрархії запобіжних заходів. Тому до його обґрунтування необхідно приступити тільки після того, як перевірити дієвість більш ефективних засобів (заміни небезпечного чинника на менш небезпечний, інженерний чи адміністративний контроль). Тільки після переконання, що вище згадані засоби не забезпечують належного захисту, приступити до вибору ЗІЗОД відповідно до рекомендацій, наведених в табл. 2.

П'ятий – проведення перевірки отриманих результатів.

На рис. 2 наведено рекомендації щодо вибору ЗІЗОД з урахуванням їх класифікації та оцінки ПР.

Таблиця 2

Опис шифру рекомендованого типу й конструкції ЗІЗОД

№	Шифр відповідно до нової класифікації ЗІЗОД	Опис рекомендованого типу й конструкції ЗІЗОД
1	ОПМБК	Одноразовий респіратор з півмаскою безклапану видиху
2	ОПМК	Одноразовий респіратор з півмаскою з клапаном видиху
3	ОПМКО2	Одноразовий респіратор з півмаскою з клапаном видиху з посиленою смугою обтюраторії (двохскладчий обтюратор)
4	БПМБгр	Респіратор з еластомерною півмаскою з багаторазовими фільтрами
5	БПМБгрО2	Респіратор з еластомерною півмаскою з багаторазовими фільтрами та посиленою смугою обтюраторії
6	БМБгрО2	Протигаз (респіратор) з повнолицевою маскою з багаторазовими фільтрами та посиленою смугою обтюраторії
7	ПРМБгрО2	Респіратор з примусовою подачею повітря та повнолицевою маскою з багаторазовими фільтрами та посиленою смугою обтюраторії

Рис. 2 побудовано у відповідності до вимог класифікації шкідливих речовин за вимогами Гігієнічної класифікації умов праці [13].

Група небезпеки	Перевищення ГДК	Характер роботи з урахуванням вологості							
		Легка		Середня		Важка		Дуже важка	
		< 75%	> 75%	< 75%	> 75%	< 75%	> 75%	< 75%	> 75%
Мало-токсичні	> 4	ОПБМК	ОПМК	ОПБМК	ОПМК	БПМБгр	БПМБгр	БПМБгр	БПМБгр
	> 12	ОПБМК	ОПМК	ОПБМК	ОПМК	БПМБгр	БПМБгр	БЕПМБгр	БЕПМБгр
	> 50	ОПБМК	ОПМК	ОПБМК	ОПМК	БПМБгр	БПМБгр	БМБгрО2	БМБгрО2
	> 50	Автономний дихальний апарат							
Помірно-токсичні	> 4	ОПБМК	ОПМК	ОПБМК	ОПМК	БПМБгр	БПМБгр	БПМБгр	БПМБгр
	> 12	ОПБМК	ОПМК	ОПБМК	ОПМК	БПМБгр	БПМБгр	БМБгрО2	БМБгрО2
	> 50	ОПМКО2	ОПМКО2	ОПМКО2	ОПМКО2	ОПМКО2	ОПМКО2	ПРМБгрО2	ПРМБгрО2
	> 50	Автономний дихальний апарат							
Високо-токсичні	> 4	ОПМКО2	ОПМКО2	ОПМКО2	ОПМКО2	БМБгр	БМБгр	БМБгрО2	БМБгрО2
	> 12	ОПМКО2	ОПМКО2	ОПМКО2	ОПМКО2	БМБгрО2	БМБгрО2	ПРМБгрО2	ПРМБгрО2
	> 50	БМБгрО2	БМБгрО2	БМБгрО2	БМБгрО2	ПРМБгрО2	ПРМБгрО2	ПРМБгрО2	ПРМБгрО2
	> 50	Автономний дихальний апарат							
Надзвичайно-токсичні	> 4	БМБгрН	БМБгрН	ПРМБгрО2	ПРМБгрО2	ПРМБгрО2	ПРМБгрО2	ПРМБгрО2	ПРМБгрО2
	> 12	ПРМБгрО2	ПРМБгрО2	ПРМБгрО2	ПРМБгрО2	Автономний дихальний апарат			
	> 50	ПРМБгрО2	ПРМБгрО2	Автономний дихальний апарат					
	> 50	Автономний дихальний апарат							

Примітка. Букви в клітинках таблиці – це маркування рекомендованих ЗІЗОД відповідно до таблиці 2. Рекомендовані типи ЗІЗОД не є остаточними і потребують уточнення відповідно до умов експлуатації.

Рис. 2 – Рекомендації щодо вибору ЗІЗОД з урахуванням їх класифікації та оцінки ПР

Всі шкідливі речовини поділяються на чотири групи, виходячи з токсичності: надзвичайно токсичні, високотоксичні, помірнотоксичні і малотоксичні. При цьому, враховується коефіцієнт забруднення, величина, яка показує у скільки разів концентрація шкідливої речовини у повітрі робочої зони перевищує ГДК. Далі, для вибору ЗІЗОД, відповідно до зробленої класифікації, важливо врахувати ритм і темп роботи та вплив кліматичних умов на робочому місці. В кожній клітинці таблиці (рис. 2), колір якої відповідає величині ПР, наведено рекомендацію щодо вибору ЗІЗОД за основними конструктивними вимогами, які наведено, виходячи із запропонованого маркування (табл. 1).

Для прикладу забезпечимо вибір ПФР для гірника, який працює у видобувному заборі з концентрацією пилу у робочій зоні 100 мг/м³. Робота виконується при температурі 26°C, з вологістю повітря 95%, темп роботи інтенсивний. Спочатку вяснимо, який захисний пристрій потрібен: фільтрувальний чи ізолювальний респіратор. Вибір залежить від вмісту кількості кисню у робочій зоні. Якщо більше 18% – використовуємо ПФР. Далі визначаємо, який саме ПФР необхідно використовувати – протиаерозольний, протигазовий чи комбінований. В даному випадку, небезпечними є тверді частинки вугільного пилу, тому зупинимось на протиаерозольному ПФР з фільтром, який захищає органи дихання гірника від твердих частинок (див. нову класифікацію ЗІЗОД в табл. 1).

Клас захисту вибраного фільтрувального ЗІЗОД оцінимо, виходячи з формули [14]:

$$K_z > K_{зБ}, \tag{2}$$

де K_z – коефіцієнт захисту ПФР; $K_{зБ} = C_z / ГДК$ – коефіцієнт забруднення робочої зони; C_z – концентрація аерозолів у робочій зоні.

Враховуючи, що ГДК для вугільного пилу складає 10 мг/м³, то $K_{зБ}$ при запиленості 100 мг/м³ дорівнює 10. Знаючи, що вугільний пил відноситься до групи малотоксичних небезпечних аерозолів, то відповідно до табл. 2 потрібний фільтрувальний респіратор з шифром БПМБгр, що означає: БЕ – багаторазовий (Е – еластомерна півмаска); ПМ – півмаска; Бгр – багаторазовий фільтр. Помаранчевий колір клітинки говорить, що респіратор необхідний другого класу захисту, тобто фільтр другого класу захисту. У виробників ЗІЗОД вони маркуються як FFP2.

Наступний кроком є вибір ЗІЗОД за способом надходження: примусове чи самовисмокування. ПФР з примусовою подачею повітря здебільшого використовують для захисту від надзвичайно і високо токсичного аерозолі, коли необхідно створити у підмасковому просторі надлишковий тиск, який завадив потраплянню шкідливої речовини крізь нещільності смуги обтюрації. В даному випадку вугільний пил не токсичний, тому зупинимось на респираторах з природньою подачею повітря.

Вибір лицевої частини ЗІЗОД залежить від подразнення аерозолем очей. Якщо воно є – необхідна маска, при відсутності – можна скористатись півмаскою. З усіх наявних у виробників фільтрів 2-го класу захисту зупинимось на тих, які мають найнижчий опір, оскільки за умовами тяжкої праці, великої вологості повітря (> 80%) та концентрації пилу в робочій зоні (≥ 500 мг/м³) користувачу, зокрема шахтарю, через швидке зростання опору дихання внаслідок «цементатії» пилу при взаємодії з вологою на поверхні фільтрувального елемента, що видихається, доведеться часто (3-4 рази за зміну) замінювати гофровані фільтри. Крім того, висока температура і вологість повітря сприятимуть накопиченню вологи у підмасковому просторі ПФР. В цьому випадку необхідна півмаска з клапанами вдихання і видихання.

Останнім кроком є перевірка сумісності вибраного ПФР з користувачем за медичними показниками і пристосованості до його обличчя. Вона проводиться на робочому місці за допомогою експлуатаційних випробувань на навчених кваліфікованих випробувачах, які регламентовані (корпоративним) стандартом підприємства або правилами приймання і вже за отриманими даними приймається остаточне рішення який конкретний ЗІЗОД буде вибраний.

Дискусія. Розробка нової класифікації ЗІЗОД передбачає, що усі ПФР діляться на два великих підкласи за способом подачі повітря у підмасковий простір: примусовий (рис. 3) і самовисмокування (рис. 4).



Рис. 3 – Фільтрувальні ЗІЗОД з примусовою подачею повітря (PAPR)

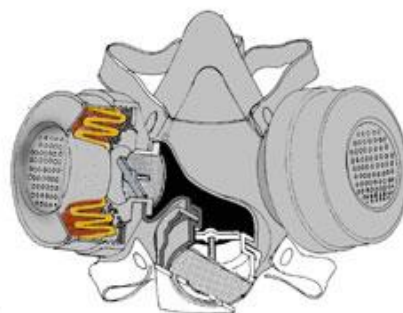


Рис. 4 – Фільтрувальні ЗІЗОД з самовисмокуванням (Elastomeric Face Piece)

Перші являють собою системи, що складаються з лицевої частини, турбоблоку, забезпеченого фільтрами і відповідними клапанами та з'єднувального шлангу. Принцип дії полягає в тому, що очищене повітря за допомогою повітродувки нагнітається під лицьову частину, забезпечуючи підвищений тиск, що не дозволяє забрудненому повітрю з робочої зони потрапляти до легенів працівника (рис. 5).

Другі складаються з лицевої частини та фільтрів, за необхідності клапанів вдихання та видихання. Принцип дії полягає у проходженні повітря з домішками через деякий набір різноманітних фільтрів за рахунок створення різниці тисків у підмасковому просторі. Для цих ЗІЗОД важливо забезпечити достатній рівень ізолювання органів дихання за рахунок відповідної конструкції обтюратора.

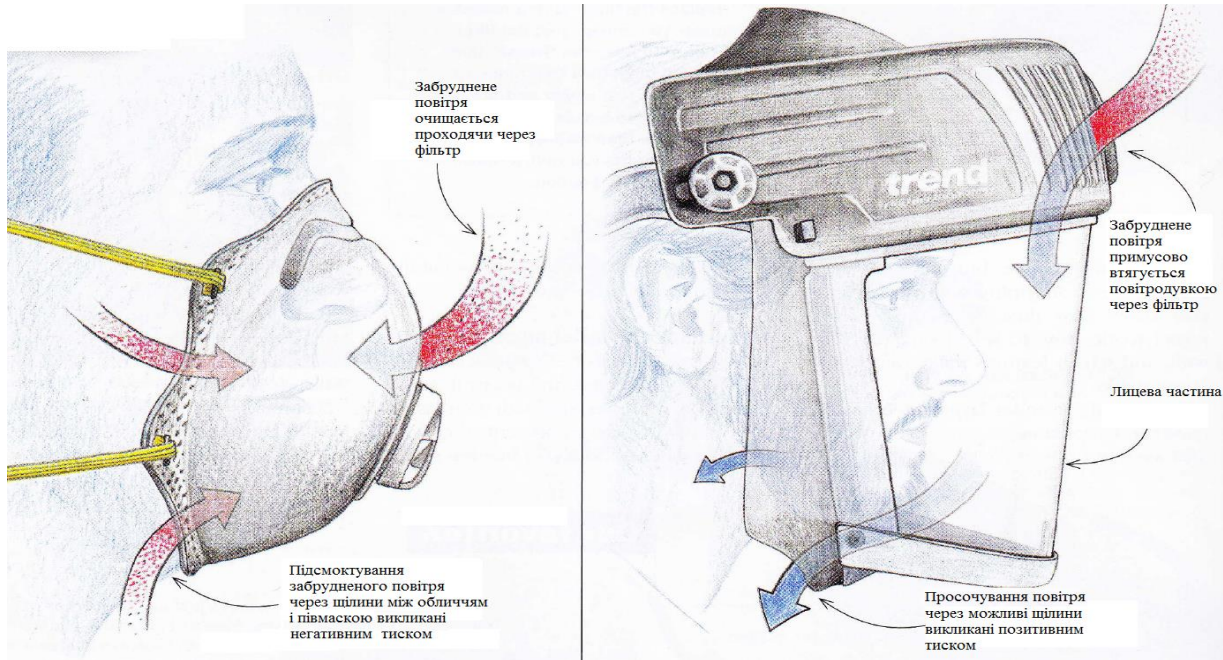


Рис. 5 – Різниця між респіраторами з примусовою подачею повітря і самовисмоктуванням

Надійне ізолювання органів дихання від шкідливого навколишнього середовища досягається у лицевих частин, обтюратор яких може видозмінюватись враховуючи антропометричні відмінності облич працівників (рис. 6) [15]. Слабким місцем обтюратора вважається зона перенісся, де і фіксується найбільша кількість підсмоктувань нефільтрованого повітря [16]. Тому, зусилля виробників направлені на вивчення антропометричних параметрів облич працівників, зумовлених віком, умовами праці, національністю тощо, та моделювання контурів ущільнювача з використанням сучасних 3D-технологій.

ПФР з невіддільними фільтрами, лицева частина яких з фільтруючого матеріалу, маркуються літерами FF, а споряджені змінними протипиловими фільтрами або патронами – літерами FM. Згідно з ДСТУ EN 149:2017, протипилові респіратори з невіддільними фільтрами відповідно до класу позначаються – FFP1, FFP2 і FFP3, а з відокремленими, згідно до ДСТУ EN 1827:2017, позначаються FMP1, FMP2 і FMP3.

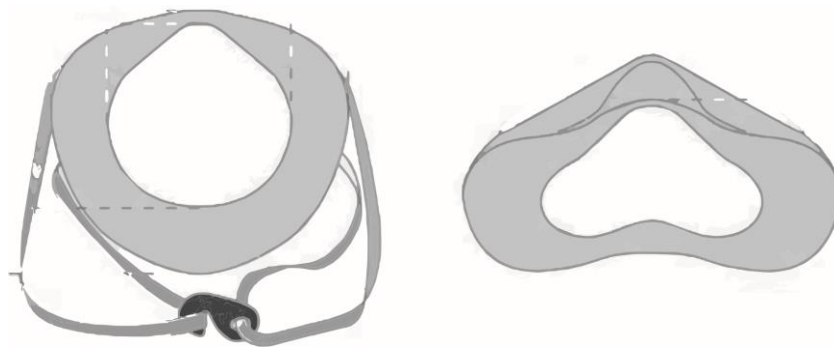


Рис. 6 – Конструкція обтюратора респіратора зі самовисмоктуванням

Після вибору декількох марок ЗІЗОД, які задовольняють вище згаданим вимогам, відповідно до п. 6 розділу 2 НПАОП 0.00-7.17-18, роботодавець зобов'язаний провести порівняння їх за експлуатаційними та ергономічними властивостями з огляду на специфіку їх безпосереднього використання. Ця процедура відповідає оцінці придатності ЗІЗОД, наведеної у п. 9.3 ДСТУ EN 529:2006. Передбачено декілька етапів з визначення впливу на ЗІЗОД навколишнього середовища, температури, вологості повітря (необхідно для підбору типу фільтра пилові Р; від рідких аерозолів S; твердих L та інші); можливої агресивності атмосфери (важливо для вибору типу ЗІЗОД – автономні чи фільтрувальні), фізичних властивостей шкідливої речовини (для розрахунку терміну захисної дії); пристосованості з огляду на завдання (для визначення опору фільтрів, термінів роботи у ЗІЗОД, необхідності перерв). Крім того, встановлюються вимоги до видимості, рухомості, зв'язку, тривалості носіння (обґрунтовується тип лицевої частини: півмаска чи маска).

Для проведення наведених процедур рекомендується залучати представників виробників обраних ЗІЗОД, які повинні допомогти проконтролювати належний робочий стан виробів і, в першу чергу, виходячи з конкретних умов, встановити строки придатності фільтрів [17]. Бажаючи, щоб у виробника був алгоритм з оцінювання закінчення строку служби для визначеної речовини і умов праці (п. А.2.4.3) та метод оцінювання ризиків (D.2.8) за ДСТУ EN 529:2006.

Висновки

1. Запропонована нова класифікація ЗІЗОД, в якій поділ відбувається на основі спільних характеристик, що дозволяє виділити певні відділи, підвідділи, групи, підгрупи, види, підвиди й різновиди, які повністю охоплюють всі конструктивні особливості будь-якого ЗІЗОД. Це дає можливість з розумінням розробити послідовність дій при виборі ЗІЗОД та чітко зрозуміти структурну взаємодію між різними групами ЗІЗОД та визначити ступінь розгалуженості можливих варіантів.

2. Розроблена класифікація є першою спробою у розподілі всіх існуючих ЗІЗОД за зрозумілим ієрархічним порядком підлеглості нижчих ланок вищим, починаючи з відділу – фільтрувальні ЗІЗОД і закінчуючи різновидом – за ступенем досконалості конструкції респіраторів або/їх складових щодо фізіологічних вимог.

Перелік використаних джерел:

1. World Health Organization [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/occupational-health--health-workers>.
2. Elaboration of an integral system of company management by developing corporate and safety culture / V.A. Tsopa, S.I. Cheberichko, O.O. Yavorska, V.V. Hilpert, A.V. Yavorskyi // Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. – 2021. – Vol. 3. – Pp. 100-105. – Mode of access: <https://doi.org/10.33271/nvngu/2021-3/100>.
3. НПАОП 0.00-1.04-07. Правила выбора и применения средств индивидуальной защиты органов дыхания. – Введ. 2008-15-08. – X. : Издательство «ИНДУСТРИЯ», 2008. – 32 с.
4. Selection of effective filter respirators. Challenges and opportunities / S. Cheberichko, O. Deryugin, V. Mirnenko, N. Borodina // Social Development and Security. – 2020. – Vol. 10(4). – Pp. 23-41. – Mode of access: <https://doi.org/10.33445/sds.2020.10.4.3>.
5. Evaluation of the probability of miners' protection while using filtering respirators / S. Cheberichko, O. Yavorska, O. Deriuhin, A. Yavorskyi // E3S Web of Conferences 01021. Ukrainian School of Mining Engineering. – 2020. – Vol. 201. – Pp. 1-11. – Mode of access: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202020101021>.
6. Оцінка захисної ефективності фільтрувальних респіраторів при виборі й експлуатації / С.І. Чеберячко, О.В. Дерюгін, О.П. Шароватова, Т.О. Луценко, М.М. Наумов // Проблеми надзвичайних операцій. – 2021. – № 2(34). – С. 29-40. – Режим доступу: <https://doi.org/10.52363/2524-0226-2021-34-3>.
7. Розрахунок захисної ефективності фільтрувальних півмасок для захисту від вірусів методом комп'ютерного моделювання / С.І. Чеберячко, Ю.І. Чеберячко, О.О. Яворська, О.В. Дерюгін, М.М. Наумов, О.В. Станіславчук // Modern Engineering and Innovative Technologies. – 2022. – № 20(2). – С. 68-89. – Режим доступу: <https://doi.org/10.30890/2567-5273.2022-20-02-022>.

8. Respiratory Protective Equipment, Mask Use, and Respiratory Outcomes among World Trade-Center Rescue and Recovery Workers / V.C. Antao, L.L. Pallos, Y.K. Shim, J.H. Sapp, R.M. Brackbill, J.E. Cone, S.D. Stellman, M.R. Farfel // *American journal of industrial medicine*. – 2011. – № 54(12). – Pp. 897-905. – Mode of access: <https://doi.org/10.1002/ajim.21009>.
9. Health Effects of Coastal Storms and Flooding in Urban Areas: A Review and Vulnerability Assessment / K. Lane, K. Charles-Guzman, K. Wheeler, Z. Abid, N. Graber, T. Matte // *Journal of Environmental and Public Health*. – 2013. – Vol. 2013, article ID 913064. – Mode of access: <https://doi.org/10.1155/2013/913064>.
10. Racz L.A. Handbook of Respiratory Protection. Safeguarding Against Current and Emerging Hazards / L.A. Racz, D.P. Yamamoto, R.M. Eninger. – 1st Ed. – CRC Press, 2018. – 580 p.
11. Don-Hee Han. Selection Guide to Wearing Respirators According to Work Situations and On-site Applicability / Han Don-Hee // *Safety and Health at Work*. – 2021. – Vol. 12(4). – Pp. 424-431. – Mode of access: <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2021.07.011>.
12. Посібник з оцінки ризиків на робочому місці. – Люксембург: Бюро офіційних публікацій Європейських Співтовариств, 1996. – 57 с. – Режим доступу: www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_dialogue/---lab_admin/documents/projectdocumentation/wcms_650135.pdf.
13. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». – Затв. 08.04.2014. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14#n14>.
14. Respiratory Protective Equipment, Mask Use, and Respiratory Outcomes among World Trade Center Rescue and Recovery Workers / V.C. Antao, L.L. Pallos, Y.K. Shim, J.H. Sapp, R.M. Brackbill, J.E. Cone, S.D. Stellman, M.R. Farfel // *American journal of industrial medicine*. – 2011. – Vol. 54(12). – Pp. 897-905. – Mode of access: <https://doi.org/10.1002/ajim.21009>.
15. Health Effects of Coastal Storms and Flooding in Urban Areas: A Review and Vulnerability Assessment / K. Lane, K. Charles-Guzman, K. Wheeler, Z. Abid, N. Graber, T. Matte // *Journal of Environmental and Public Health*. – 2013. – Vol. 2013, article ID 913064. – Mode of access: <https://doi.org/10.1155/2013/913064>.
16. Racz L.A. Handbook of Respiratory Protection: Safeguarding Against Current and Emerging Hazards / L.A. Racz, D.P. Yamamoto, R.M. Eninger. – 1st ed. – CRC Press, 2017. – 580 p.
17. Don-Hee Han. Selection Guide to Wearing Respirators According to Work Situations and On-site Applicability / Han Don-Hee // *Safety and Health at Work*. – 2021. – Vol. 12(4). – Pp. 424-431. – Mode of access: <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2021.07.011>.

References:

1. World Health Organization Available at: www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/occupational-health--health-workers (accessed 10 July 2022).
2. Tsopa V.A., Cheberiachko S.I., Yavorska O.O., Hilpert V.V., Yavorskyi A.V. Elaboration of an integral system of company management by developing corporate and safety culture. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 2021, vol. 3, pp. 100-105. doi: 10.33271/nvngu/2021-3/100.
3. NPAOP 0.00-1.04-07. *Pravila vybora i primeneniia sredstv individual'noi zashchity organov dykhaniia* [Normative legal act on labor protection 0.00-1.04-07. Rules for the selection and use of personal respiratory protection equipment]. 2008. 32 p. (Rus.)
4. Cheberiachko S., Deryugin O., Mirnenko V., Borodina N. Selection of effective filter respirators. Challenges and opportunities. *Social Development and Security*, 2020, vol. 10(4), pp. 23-41. doi: 10.33445/sds.2020.10.4.3.
5. Cheberiachko S., Yavorska O., Deriuhin O., Yavorskyi A. Evaluation of the probability of miners' protection while using filtering respirators. *E3S Web of Conferences 01021. Ukrainian School of Mining Engineering*, 2020, vol. 201, pp. 1-11. doi: 10.1051/e3sconf/202020101021.
6. Cheberiachko S.I., Deriugin O.V., Sharovatova O.P., Lutsenko T.O., Naumov M.M. Otsinka zakhisnoi efektyvnosti fil'truval'nikh respiratoriv pri vibori i ekspluatatsii [Evaluation of the protective effectiveness of filter respirators during selection and operation]. *Problemi nadzvichainikh operatsii – Problems of emergencies*, 2021, № 2(34), pp. 29-40. doi: 10.52363/2524-0226-2021-

34-3. (Ukr.)

7. Cheberiyachko S.I., Cheberiyachko Iu.I., Iavors'ka O.O., Deriugin O.V., Naumov M.M., Stanislavchuk O.V. Rozrakhunok zakhisnoї efektyvnosti fil'truval'nykh pivmasok dlia zakhistu vid virusiv metodom komp'uternogo modeliuвання [Calculation of the protective efficiency of filter half-masks for protection against viruses using computer simulation]. *Modern Engineering and Innovative Technologies*, 2022, № 20(2), pp. 68-89. doi: **10.30890/2567-5273.2022-20-02-022**. (Ukr.)
8. Antao V.C., Pallos L.L., Shim Y.K., Sapp J.H., Brackbill R.M., Cone J.E., Stellman S.D., Farfel M.R. Respiratory Protective Equipment, Mask Use, and Respiratory Outcomes among World TradeCenter Rescue and Recovery Workers. *American journal of industrial medicine*, 2011, № 54(12), pp. 897-905. doi: **10.1002/ajim.21009**.
9. Lane K., Charles-Guzman K., Wheeler K., Abid Z., Graber N., Matte T. Health Effects of Coastal Storms and Flooding in Urban Areas: A Review and Vulnerability Assessment. *Journal of Environmental and Public Health*, 2013, vol. 2013, article ID 913064. doi: **10.1155/2013/913064**.
10. Racz L.A., Yamamoto D.P., Eninger R.M. Handbook of Respiratory Protection. Safeguarding Against Current and Emerging Hazards. CRC Press Publ., 2018. 580 p.
11. Don-Hee Han. Selection Guide to Wearing Respirators According to Work Situations and On-site Applicability. *Safety and Health at Work*, 2021, vol. 12(4), pp. 424-431. doi: **10.1016/j.shaw.2021.07.011**.
12. *Posibnik z otsinki rizykyv na robochomu mistsi* [Guide to risk assessment in the workplace]. Luxembourg, Biuro ofitsiinykh publikatsii Evropeis'kikh Spivtovaristv Publ., 1996. 57 p. Available at: www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/--ed_dialogue/--lab_admin/documents/projectdocumentation/wcms_650135.pdf (accessed 15 August 2022). (Ukr.)
13. *Derzhavni sanitarni normi ta pravila «Gigienichna klasifikatsiia pratsi za pokaznikami shkidlivosti ta nebezpechnosti faktoriv virobnychogo seredovishcha, vazhkosti ta napruzhenosti trudovogo protsesu»* [State sanitary norms and rules «Hygienic classification of work according to indicators of harmfulness and dangerous factors of the production environment, difficulty and tension of the labor process»]. 2014. Available at: www.zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14#n14. (accessed 20 August 2022). (Ukr.)
14. Antao V.C., Pallos L.L., Shim Y.K., Sapp J.H., Brackbill R.M., Cone J.E., Stellman S.D., Farfel M.R. Respiratory Protective Equipment, Mask Use, and Respiratory Outcomes among World Trade Center Rescue and Recovery Workers. *American journal of industrial medicine*, 2011, vol. 54(12), pp. 897-905. doi: **10.1002/ajim.21009**.
15. Lane K., Charles-Guzman K., Wheeler K., Abid Z., Graber N., Matte T. Health Effects of Coastal Storms and Flooding in Urban Areas: A Review and Vulnerability Assessment. *Journal of Environmental and Public Health*, 2013, vol. 2013, article ID 913064. doi: **10.1155/2013/913064**.
16. Racz L.A., Yamamoto D.P., Eninger R.M. Handbook of Respiratory Protection: Safeguarding Against Current and Emerging Hazards. CRC Press Publ., 2017. 580 p.
17. Don-Hee Han. Selection Guide to Wearing Respirators According to Work Situations and On-site Applicability. *Safety and Health at Work*, 2021, vol. 12(4), pp. 424-431. doi: **10.1016/j.shaw.2021.07.011**.

Рецензент: М.М. Налісько
д-р техн. наук, проф., ПДАБА

Стаття надійшла 13.09.2022