

УДК 658.382: 621.314.2.(477.43)

О.В. РОМАНІШИНА, А.П. БІЛИК

Хмельницький національний університет

## ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАХИСТУ ОРГАНІВ ДИХАННЯ ВІД ПИЛУ

У статті описано необхідність використання засобів індивідуального захисту залежно від таких шкідливих виробничих факторів: місце роботи, яке зобов'язує використовувати засоби індивідуального захисту, високий рівень забрудненості навколишнього середовища. Мета використання таких засобів полягає в тому, щоб шкідливі речовини, бактерії, отруйні гази не змогли нашкодити людині зовні або внутрішньо.

Ключові слова: охорона праці, засоби індивідуального захисту органів дихання, умови праці, професійні захворювання.

O.V. ROMANISHINA, A.P. BILYK

Khmelnytsky National University

### USE OF PERSONAL RESPIRATORY PROTECTION FROM DUST

The use of personal protective equipment depending on such harmful factors: job, which requires the use of personal protective equipment, high level of contamination of the environment is an actual problem of modern production. Using the filter of personal respiratory protection depends on the efficiency of trapping dust particles that are filtered, and the degree of isolation from the dust in the air of the working area. The latter, in turn, depends on the size and number of gaps in places gapping mask to the face. Currently, industry produces a number of highly efficient filter materials with low breathing resistance, which allows to solve the first problem. The decision of the second problem, close fitting respirator to the face is described in this article. As a result, recommended to harmonize regulations both in the field of certification, and in the use of personal respiratory protection similar instruments developed countries will significantly contribute to the restructuring and the number initially diagnosed occupational respiratory diseases.

Keywords: labour protection, personal protection equipment, working conditions, occupational diseases.

### Вступ

У структурі професійних захворювань перше місце належить хворобам органів дихання – 65% від загальної кількості по Україні (2803 випадки). В дійсності роботодавець зобов'язаний виконувати вимоги санітарно-законодавчих документів про необхідність використання засобів індивідуального захисту органів дихання (ЗІЗОД). Разом з тим, незважаючи на використання ЗІЗОД на робочих місцях з високим ступенем запиленості, діагноз "пневмоконіоз" і "професійний пиловий бронхіт" – далеко не рідкість.

### Використання засобів індивідуального захисту органів дихання від пилу

Перш за все, слід зазначити, що захисні властивості (коефіцієнт захисту) фільтруючих ЗІЗОД залежать від ефективності уловлювання частинок пилу, що фільтруються, (вона залежить від розміру часток, властивостей фільтра і швидкості руху повітря через фільтр) і від ступеня ізоляції від запиленості повітря робочої зони. Останнє, в свою чергу, залежить від величини і числа зазорів в місцях нещільного прилягання маски до обличчя.

В даний час промисловість випускає ряд високоефективних фільтруючих матеріалів з низьким опором диханню [13]. Вирішити другу проблему – забезпечити щільне прилягання лицьової частини респірація до поверхні особи – виявилось складніше.

Щоб визначити ступінь ефективності застосування респірація на робочому місці, необхідно порівняти концентрацію пилу в повітрі робочої зони і в підмасковому просторі. Результати зазначених досліджень, що проводилися в останні десятиліття, опубліковані в численних наукових працях, останні з яких відносяться до періоду 2000–2014 рр. [9, 14, 15].

Наприклад, в статті [15] представлені результати вимірювання ефективності захисту респірація – фільтруючих напівмасок класу N95 (США стандарт, фільтруючий матеріал затримує не менше 95% твердих частинок самого "проникаючого" розміру – близько 0,3 МКМ).

Вимірювання проводились на металургійному заводі, де виготовлялися сталеві відливки масою від декількох сотень до кількох тисяч кілограмів. Робітники різних спеціальностей (водії вилочного і ковшового навантажувача, робітники, які займалися формуванням і повторним використанням формувальної землі; працювали на вібростенді та ін.). Під час вимірювань виконували свою звичайну роботу – згрібали і прибирали формуючу землю, готували ливарні форми і стрижні, управляли виловими і ковшовими навантажувачами та ін. В основному виконувалася робота середнього ступеня важкості, але при збиранні формувальної землі були великі періоди виконання важкої роботи.

Оскільки розмір часток в повітрі робочої зони був набагато більше, ніж "здатний проникати" (середній діаметр близько 15 мкм), то при проходженні через фільтруючий матеріал запиленість знижувалася не в 20 разів, а максимально – в 753 рази. У цьому дослідженні проводилося вимірювання коефіцієнта захисту респірація в 49 випадках його застосування. Виявилось, що він змінюється в межах від 5 до 753. Останнє було обумовлено різною щільністю прилягання маски до обличчя, тобто наявністю зазорів різної величини. Такі зазори між особою і маскою виникають в результаті невідповідності форми і розмірів лицьовій частині респірація формою і розмірами особи, неправильного одягання і "сповзання" респірація під час роботи.

Проаналізувавши отримані експериментальні дані, фахівці США і ЄС прийшли до висновку, що для зменшення проникнення під маску нефільтрованого повітря через зазори недостатньо забезпечити хороші захисні властивості одних лише респіраторів як окремо взятих пристроїв, а необхідно забезпечити їх правильний вибір для даних умов роботи, правильний підбір лицьової частини (для кожного робітника індивідуально), і забезпечити правильне одягання і носіння ЗІЗОД робочими. Тобто в США зберігають здоров'я робітників не тільки за рахунок видачі їм респіраторів, а ще й за допомогою виконання програми респіраторного захисту, що включає навчання, тренування і періодичні перевірки.

Після кількох десятиліть роботи над вирішенням проблеми – ізоляції підмаскового простору респіратора від навколишньої забрудненої атмосфери – зарубіжні фахівці розробили ряд заходів, які підвищують ефективність застосування фільтруючих респіраторів.

Для цього в США існують стандарти 2-х типів:

- за респіраторами як за окремо взятими пристроями [6, 12];
- за їх вибором, видачею і застосуванням – на робочих місцях [8, 10, 11].

Що стосується стандартів 1-го типу, то вони є в Україні, але відрізняються від подібних стандартів США. Відмінність полягає в тому, що американські стандарти передбачають перевірку респіраторів на випробувачах, у яких форма і розміри осіб відповідають формі і розмірам осіб робочих різних галузей. Для цього проводилося обстеження близько 4 тисяч робочих. А в основі стандартів, на відповідність яким проводиться сертифікація фільтруючих ЗІЗОД лежить вимога – забезпечити відповідність форми і розмірів обличчя робітника формі і розмірам лицьової частини респіратора.

Що стосується стандартів другого типу, то в Україні їх зовсім немає. Разом з тим, перший стандарт такого типу, який передбачав інструментальне вимірювання ізолюючих властивостей лицьової частини, був прийнятий в США в 1980 р. [5].

Для зменшення зазорів, що виникають через невідповідність форми і розміру маски формі і розміру особи використовуються такі заходи [4]:

- Респіратори не видаються робітникові, а вибираються їм самим з кількох запропонованих;
- Після вибору проводиться інструментальна перевірка кількості нефільтрованого повітря, що проникає під маску через зазори, і при недостатньому ступені ізоляції органів дихання від навколишнього (забрудненого) повітря, що виявлено інструментальною перевіркою, робітник не допускається до виконання роботи в запиленіх умовах – поки не буде підібрана інша, більш підходяща маска.

Для зменшення зазорів, що виникають через неправильне одягання обраного респіратора з лицьовою частиною, яка точно відповідає формі і розмірам особи робітника, використовуються наступні заходи:

- Проводяться періодичні інструментальні перевірки правильності одягання маски при первинному виборі респіратора;
- Проводиться навчання робітників правильному одягання і носінню респіраторів з використанням сучасного обладнання і навчальних матеріалів;
- Розроблено, перевірено і широко використовується "для користувача" перевірка правильності одягання респіратора, яка проводиться при кожному одяганні. Вона займає кілька секунд, не вимагає ніякого устаткування і дозволяє виявити більшість грубих помилок, допущених при одяганні респіратора.

Перевірка полягає в тому, що робочий закриває руками отвори для входу повітря в фільтри (або отвір клапана видиху), робить вдих (або видих) і затримує дихання на кілька секунд. Якщо розрідження (надлишковий тиск) зберігається – грубих помилок немає. Ще в 1983 р. в [16] випробування показали, що з 195 випадків одягання респіратора, коли робочий успішно проходив цю просту перевірку, тільки в одному випадку респіратор був одягнений недостатньо правильно.

Важливо відзначити, що в Україні немає нормативних документів, які зобов'язували б роботодавця проводити навчання робітників, підбирати і перевіряти ступінь ізоляції, яку забезпечує лицьова частина респіратора, виконувати перевірку правильності одягання респіратора, а конструкції респіраторів і фільтрів Ф – 62Ш і РПГ – 67 взагалі не дозволяють виконувати "призначену для користувача" перевірку.

Для попередження проникнення пилу через підмаскові зазори, яке відбувається під час роботи, використовуються наступні заходи:

- Область допустимого застосування респіратора обмежується не тільки властивостями фільтруючого матеріалу, але і конструкцією лицьової частини. У 1987 р. в [14] вчені Дональд Кемпбелл і Стівен Ленхарт, провівши статистичну обробку вимірів захисних властивостей ЗІЗОД на робочих місцях, запропонували обмежити використання респіраторів з лицьовою частиною даного типу так, щоб в 95% всіх випадків їх застосування ступінь захисту на робочому місці була вище, ніж запиленість (в ГДК). Наприклад, для даних з наведеного вище прикладу [15] отримуємо, що при запиленості 753 ГДК достатній ступінь



Рис. 1. Напівмаска класу N95

захисту буде в 1 з 49 випадків застосування респіратор (близько 2%), а при запиленості 5 ГДК – у всіх 49 випадках (100%). Але "нижньої межі" коефіцієнта захисту на робочому місці не існує [9]. В даний час такий підхід до вирішення проблеми респіраторної захисту прийнятий більшістю іноземних фахівців. У США область застосування фільтруючих респіраторів з встановленими високоефективними фільтрами обмежена так:

- повнолицеві маски – до 50 ГДК,
- напівмаски – до 10 ГДК.

Важливо відзначити, що в Україні немає жодного нормативного документа, в якому б чітко і однозначно визначалися області допустимого застосування (в ГДК) респіраторів з лицьовими частинами різної конструкції і з різними фільтрами. А використовувати "іноземні обмеження" – 10 і 50 ГДК – некоректно, оскільки вони стосуються не до всіх респіраторів, а тільки до тих, які при видачі робочого підбиралися індивідуально з подальшою інструментальною перевіркою ізолюючих властивостей обраної маски, які правильно одягаються і носяться. Не можна використовувати ці обмеження в Україні, де через відсутність підбору і перевірки маски, відсутності навчання та тренувань робочих, захисні властивості тих же самих респіраторів (навіть імпортованих, хорошої якості) будуть набагато нижче.

Ці обмеження, що діють при виконанні всіх вимог іноземних стандартів щодо застосування ЗІЗОД, сильно відрізняються (в меншу сторону) від вимог до захисних властивостей того ж самого респіатора при його сертифікації в ЄС (і США). Наприклад, захисні властивості повнолицевої маски з фільтрами Р3 при сертифікації – не менше 1000, а область допустимого застосування обмежена 40 (50) ГДК. Тому обмежувати сферу застосування респіраторів на основі діючих ДСТУ, що відносяться до їх сертифікації, неправильно.

У тих випадках, коли запиленість перевищує 10 ГДК, роботодавець зобов'язаний забезпечити робітників респіраторами з лицьовою частиною – повнолицевою маскою, а при запиленості понад 40 (50) ГДК – респіраторами з примусовою подачею повітря під маску, що забезпечує високий (1000 ГДК) рівень захисту за майже повного усунення проникнення нефільтрованого повітря під маску через зазори. При випробуваннях на робочих місцях таких ЗІЗОД зазвичай не вдається виявити шкідливі речовини під маскою за допомогою існуючих аналітичних методів. Наприклад, в [14] коефіцієнт захисту на робочому місці – понад 11 000. Тому в США кожен десятий використовуваний респіратор – це ЗІЗОД з примусовою подачею повітря.

При підвищеній індивідуальній чутливості робочого, або враховуючи індивідуальні особливості особи (які заважають домогтися щільного прилягання маски) роботодавець, на прохання робітника, зобов'язаний за свій рахунок забезпечити робочого ЗІЗОД більш високого ступеня захисту, ніж це диктує запиленість (замість напівмаски – повна маска, а замість повної маски – респіратор з примусовою подачею повітря).

У зв'язку з цим представляється необхідним гармонізувати нормативні акти як в області сертифікації, так і в галузі використання ЗІЗОД з аналогічними документами розвинених країн (бажано США), що буде значно сприяти зміні структури і числа первинно поставлених діагнозів професійних захворювань органів дихання. Крім того, необхідно припинити виробництво масок, розроблених півстоліття назад, замінивши їх новими, які відповідають сучасним вимогам; налагодити виробництво обладнання для перевірки ізолюючих властивостей масок і забезпечити підприємства літературою [17], плакатами, відеороликами та іншими навчальними матеріалами щодо вибору та застосування ЗІЗОД.

З урахуванням "занедбаності" ситуації питання, пов'язані із засобами захисту органів дихання, слід вирішувати тим, хто стикається з наслідками їх застосування (фахівцям з охорони праці, з діагностики та лікування профзахворювань (і страхування від них), незалежним профспілкам) ознайомлених з досвідом розвинених країн. Захист органів дихання за допомогою респіраторів в повинно відповідати сучасному світовому науковому рівню і вимогам здорового глузду, а не підмінятися загальним (алкогольним) наркозом, який маскує велике число невиявлених професійних захворювань.

#### Висновки

Використання засобів індивідуального захисту в залежності від таких шкідливих виробничих факторів: місце роботи, яке зобов'язує використовувати засоби індивідуального захисту, високим рівнем забрудненості навколишнього середовища є актуальною проблемою сучасного виробництва.

Використання фільтруючих засобів індивідуального захисту органів дихання залежать від ефективності уловлювання частинок пилу, що фільтруються, і від ступеня ізоляції від запиленості повітря робочої зони. Останнє в свою чергу залежить від величини і числа зазорів в місцях нещільного прилягання маски до обличчя. В даний час промисловість випускає ряд високоефективних фільтруючих матеріалів з низьким опором диханню, що дає змогу вирішити першу проблему. Рішення другої проблеми, щільність прилягання респіраторів до обличчя, описано в даній статті.

В підсумку рекомендовано гармонізувати нормативні акти як в області сертифікації, так і в галузі використання засобів індивідуального захисту органів дихання з аналогічними документами розвинених країн, що буде значно сприяти зміні структури і числа первинно поставлених діагнозів професійних захворювань органів дихання.

## Література

1. Засоби індивідуального захисту органів дихання. Класифікація. (EN 133:2001, IDT) : ДСТУ EN 133: 2005. – [Чинний від 2006-07-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2005. – №91, 8 с. – (Національний стандарт України).
2. Про затвердження Правил вибору та застосування засобів індивідуального захисту органів дихання : наказ Держгірпромнагляду України № 331 від 28.12.2007. – [Чинний від 2008-04-04 ]. – К. : Держгірпромнагляду України, 2007. – № 331. – 14 с.
3. Засоби індивідуального захисту органів дихання. Фільтри протигазові і фільтри скомбіновані. Вимоги, випробування, маркування (EN 14387:2004, IDT) : ДСТУ EN 14387:2006. – [Чинний від 2005-03-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2004. – № 74. – 12 с. – (Національний стандарт України).
4. Half filters with inhalation valve and non-removable proof and (or) combined filters : GOST 12.4.192, 2001.
5. Respiratory Protection : Standard 1910.134: ANSI Z88.2 – (USA, 1980).
6. Clayton M. P., A. E. Bailey, N. P. VAUGHAN Vaughan and R. Rajan. Performance of Power Assisted Respirators During Simulated Asbestos Removal *Annals of Occupational Hygiene* 2002. Vol. 46, № 1, p. 49–59.
7. Determination of inward leakage and total inward leakage. EN 13274-1: European Standards, 2001.
8. Respiratory Protective Devices: Full-face masks; requirements, testing, marking. European Committee for Standardization: European Standards EN 136, 1998.
9. Respiratory Protective Devices: Half-masks, quarter-masks; requirements, testing, marking. European Committee for Standardization European Standards EN 140, 1999.
10. Janssen Larry L., Bidwell Jeanne O., Efficiency of Degraded Electret Filters: Part II – Field Testing Against Workplace Aerosols *Journal of the International Society for Respiratory Protection* 2003. Vol. 20, p. 81.
11. Janssen Larry, Bidwell Jeanne, Karen Cuta, and Thomas Nelson Workplace Performance of a Hood-Style Supplied-Air Respirator *Journal of Occupational and Environmental Hygiene* 2008. Vol. 5, № 7, p. 438–443.
12. Janssen Larry L., Nelson, Thomas J. and Cuta, Karen T. Workplace Protection Factors for an N95 Filtering Facepiece Respirator, *Journal of Occupational and Environmental Hygiene* 2007. Vol 4, № 9, p. 698.
13. Hardis. K.E.; C.A. Cadena; G.J. Carlson; R.A. da ROZA. Correlation of Qualitative and Quantitative Results from Testing Respirator Fit *American Industrial Hygiene Association Journal*, 1983. Vol. 44, № 2, p. 78–87.
14. Lenhart S.W., Campbell D.L. Assigned Protection Factors for Two Respirator Types Based Upon Workplace Performance Testing. *Annals of Occupational Hygiene*, 1984. Vol. 28, № 2, p. 173–182.
15. Spear Terry M.; James DuMond; Carrie Lloyd; James H. Vincent An Effective Protection Factor Study of Respirators Used by Primary Lead Smelter Workers *Applied Occupational and Environmental Hygiene* 2000. Vol. 15 p. 235.
16. Wu Ming-Tsang Assessment of the Effectiveness of Respirator Usage in Coke Oven Workers, *American Industrial Hygiene Association Journal*, 2002. Vol. 63, № 1, p. 72–75.
17. Zhuang Ziqing; Christopher C. Coffey; Paul A. Jensen; Donald L. Campbell; Robert B. Lawrence; Warren R. Myers Correlation Between Quantitative Fit Factors and Workplace Protection Factors Measured in Actual Workplace Environments at a Steel Foundry *American Industrial Hygiene Association Journal*, 2004. Vol.64 № 6 p.730.

Рецензія/Peer review : 8.10.2016 р.

Надрукована/Printed :28.10.2016 р.  
Рецензент: д.т.н., проф. Калда Г.С.