

УДК 614.89

**ДО ОЦІНКИ ЗАХИСНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ
ПРОТИПИЛОВИХ ПІВМАСОК****к. т. н., доц. С. І. Чеберячко, ас. Д. І. Радчук, к. т. н., доц. Ю. І. Чеберячко**
Національний гірничий університет

Вступ. На усіх підприємствах, де в повітрі знаходяться шкідливі речовини, використовуються засоби індивідуального захисту органів дихання (ЗІЗОД). Проте, шкідливими речовинами є не тільки хімічні сполуки, а й усі типи пилу: вугільний, цементний, азбестовий, борошна и т. д. В результаті співставлення показників захисної ефективності фільтрувальних елементів і ЗІЗОД в цілому, було встановлено відомим науковцем Басмановим, що одне зі слабких місць півмасок – обпоратор, через який нефільтроване повітря потрапляє до легепів працівників. В сучасних стандартах величина коефіцієнта підсмоктування за смоугою обпорації регламентована і повинна складати не більше 5 %. Вона у декілька разів більше, ніж коефіцієнт проникнення фільтрів, особливо для респіраторів третього ступеню захисту. Отже, підвищуючи надійність прилягання півмаски до обличчя, можна значно покращити захисну ефективність ЗІЗОД.

Аналіз публікацій. Багаточисельні дослідження коефіцієнту проникнення півмасок показали, що найбільша кількість аерозолів за смоугою обпорації проникає в області перепіся [2]. Це зумовлено різними причинами, але головна це складність врахування індивідуальних особливостей обличчя працівників. Тому, розробники ЗІЗОД постійно вдосконалюють конструкцію обпоратора, виходячи з антропометричних розмірів обличчя, з метою мінімізації величини підсмоктування забрудненого повітря.

Існує декілька основних типів обпораторів, які зустрічаються майже у всіх світових виробників респіраторної техніки (рис. 1), які забезпечують, в залежності від ступеня захисту, заданий коефіцієнт підсмоктування між півмаскою та обличчям. Смоуга обпорації може повністю (по контуру) (рис. 1 зразок а) або частково (рис. 1 зразок б) ущільнюватись спеціальною еластичною смужкою з пористих матеріалів (пінополіуретану, триплексу та ін.). Така конструкція використовується здебільшого у високоякісних ЗІЗОД третього ступеню захисту.

А менш ефективні – часто оснащуються з внутрішньої сторони півмаски біля перепіся невеликою смужкою, наприклад з поролону, щоб ліквідувати нещільності тільки біля крил носу (рис. 2).

У деяких моделей для кращої герметизації додається ще й носовий затискач, який являє собою смужку з м'якого металу (наприклад, алюмінію, спеціальної фольги) або пластинка (рис. 3). Хотілось би відмітити й півмаски, у яких стовпчений обпоратор у вище згаданій області, який також ліквідує нещільності, що зумовлені формою обличчя (рис. 4). Необхідно виділити й оригінальні обпоратори у респіраторів «Лесток» і «Кама» (рис. 5), які називають автори винаходу «фільтрувальним контуром» [1]. За допомогою резинового шнура забезпечується будь-який типорозмір півмасок.



Зразок 1

Зразок 2

Рис. 1. Обрамлення смуги обтюраторі високоєфективних респіраторів

Подібна ситуація з пошуку оптимальної конструкції обтюратору спостерігається й в півмасках до багаторазових респіраторів. За допомогою різних конструктивних рішень, направлених на ліквідацію підсмоктувань нефільтрованого повітря, виробники намагаються покращити захисні властивості ЗІЗОД в цілому. Так, існує класичний обтюратор, який використовується здебільшого в гумових півмасках (рис. 6), який характеризується рівномірним стовщенням по всьому контуру півмаски.

З початком використання для виробництва ЗІЗОД з силікону, пластика, а також поєднання різноманітних еластичних матеріалів (наприклад пластезоль, «кродон» та інших), з'явилися і нові оригінальні обтюратори, умовно які можна поділити на два класи звичайні – «normal» і посилені – «eliv» (рис. 7). Оскільки кожний виробник ЗІЗОД намагається запропонувати оригінальну півмаску, щоб її дизайн відрізнявся від інших, при цьому забезпечувались не тільки високі захисні а і ергономічні показники.



Зразок 3



Зразок 4

Рис. 2. Смужка з внутрішньої сторони півмасок для зменшення підсмоктування не фільтрованого повітря в області перенісся



Зразок 5



Зразок 6

Рис. 3. Типи носового затискача: зразок 5 – металева смужка; зразок 6 – пластикова смужка



Зразок 7

Рис. 4. Смуга обтюрації має стовщення в області перенісся



Зразок 8

Рис. 5. Смуга обтюрації «фільтрувальний контур»



Зразок 9



Зразок 10

Рис. 6. Класичний обтюратор у гумових півмасок



Зразок 11

Зразок 12



Зразок 13

Рис. 7. Обтюратори сучасних півмасок: зразки 11, 12 – тип «плогтал», зразок 13 – «elit»

Мета роботи. Метою дослідження є визначення впливу різних конструкцій обтюратора на захисну ефективність респіратору, що допоможе визначити слабкі місця і напрямки подальшого вдосконалення півмасок, а також орієнтуватись у великому різноманітті моделей ЗІЗОД при їх виборі.

Результати та обговорення. Оцінювати щільність прилягання півмасок до обличчя будемо за величиною коефіцієнту підсмоктування у відповідності до вимог ДСТУ EN 149:2003 та ДСТУ EN 140:2004 за тест-аерозолем парафінової оливи. Принципова схема установки для визначення коефіцієнту підсмоктування наведено на рисунку 8.

Сутність методу полягає у визначенні співвідношення концентрації тест-аерозолу в підмасковому просторі респіратору до концентрації парафінової оливи до респіратору:

$$K = \frac{C}{C_0} 100, \% \quad (1)$$

де C – концентрація парафінової оливи в підмасковому просторі, $\text{мг}/\text{м}^3$; C_0 – концентрація тест-аерозолу до респіратору, $\text{мг}/\text{м}^3$.

Перед початком випробувань одноразових респіраторів визначали початкову концентрацію тест-аерозолу у випробувальній камері 9 з витратою повітря $95 \text{ дм}^3/\text{хв.}$ за допомогою фотометра 5. Відібрані півмаски закріплювали на

спеціальній насадці (рис. 9), надійно герметизуючи смугу обтюраторів за допомогою гумового кільця та клапани видиху (заклеювали гумою) і визначали концентрацію парафінової оливи у підмасковому просторі. Подібним способом оцінювали коефіцієнт проникнення фільтрувальних елементів багаторазових респіраторів. Потім респіратори закріплювали на муляжі голови 10, що розміщувався у випробувальній камері. І знову визначали концентрацію тест-аерозоллю в підмасковому просторі.



Рис. 8. Установа з визначення коефіцієнта проникнення ЗІЗОД за парафіновою оливою: 1 – генератор аерозоллю; 2 – ротаметри; 3 – рідинні манометри з діафрагмами; 4 – аспіратор; 5 – фотометр; 6 – трьохходовий вентиль; 7 – регульовані вентилі; 8 – вентилі; 9 – випробувальна камера; 10 – муляж голови

Коефіцієнт підсмоктування розраховували за формулою:

$$K_{но} = K_{тл} - K_{нфм}, \quad (2)$$

де $K_{но}$ – коефіцієнт підсмоктування за смугою обтюраторів; $K_{тл}$ – коефіцієнт проникнення півмаски; $K_{нфм}$ – коефіцієнт проникнення фільтрувального матеріалу півмаски.

Необхідно відзначити, що наведені результати коефіцієнта проникнення півмасок можуть відрізнятися від реальних, оскільки були отримані на муляжі голови, тоді як ДСТУ EN 149:2003 вимагає оцінювати величину підсмоктування ЗІЗОД на людях. В зв'язку з тим, що під час дослідження на випробувачах не можна відтворити результати експериментів та дуже складно підтримувати задану витрату повітря (повинна дорівнювати $95 \text{ дм}^3/\text{хв.}$), було прийнято рішення визначати захисну ефективність на муляжі голови. Тобто, якісна картина проникнення аерозоллю за смугою обтюраторів збережеться, що дозволить порівняти різні конструкції.

Результати дослідження наведені в таблицях 1 і 2.



Рис. 9. Універсальна насадка

Таблиця 1
Результати дослідження коефіцієнту підсмоктування смуги обтюраторі одноразових півмасок

Марка респіратора	Клас захисту	Коефіцієнт проникнення півмаски, $K_{пт}$, %	Коефіцієнт проникнення фільтрувального матеріалу півмаски, $K_{пфм}$, %	Коефіцієнт підсмоктування, $K_{пд}$, %
Зразок 1	FFP3	1,5	0,7	0,8
Зразок 2	FFP2	5,9	3,4	2,5
Зразок 3	FFP1	16,1	10,4	5,7
Зразок 4	FFP2	7,5	3,6	3,9
Зразок 5	FFP2	5,4	2,8	2,6
Зразок 6	FFP2	6,6	3,1	3,5
Зразок 7	FFP2	6,7	3,9	2,8
Зразок 8	FFP2	3,2	0,5	2,7

Таблиця 2
Результати дослідження конструкцій смуги обтюраторі багаторазових півмасок

Марка респіратора	Клас захисту	Коефіцієнт проникнення півмаски, $K_{пт}$, %	Коефіцієнт проникнення фільтрувального матеріалу півмаски, $K_{пфм}$, %	Коефіцієнт підсмоктування, $K_{пд}$, %
Зразок 9	FFP1	8,7	5,3	3,4
Зразок 10	FFP2	3,2	0,5	2,7
Зразок 11	FFP2	1,8	0,7	1,1
Зразок 12	FFP2	0,9	0,3	0,5
Зразок 13	FFP2	2,1	0,6	1,5

Проведенні дослідження представлених півмасок показали їх високу захисну ефективність. Однак у більшості півмасок через смугу обтворації потрапляє більше неочищеного повітря, ніж крізь їх фільтри або фільтрувальний шар. Так, найкращий результат, як і очікували, зафіксовано у респіратора третього класу захисту (зразок 1), у якого обтворація повністю ущільнюється додатковою смужкою з пористого матеріалу.

Цікаві результати отримали у півмасок другого ступеню захисту (зразок 2, 4 – 6). Бачимо, що серед них найкращий результат у півмаски з додатковим шаром ущільнюючого матеріалу в області перенісся. Також і стовщення обтворації у вище згаданій області (зразок 5) покращує захисні властивості респіраторів. Дещо гірша ефективність у зразка 4, що частково пояснюється іншою формою півмаски. Так, порівнюючи значення коефіцієнту підсмоктування зразків 5 і 6 можна зробити висновок, що кращі показники мають півмаски, конструкція яких повторює обличчя людини. Обтворація «фільтрувальний контур» у вітчизняного респіратора теж має гарний результат, здебільшого завдяки електростатичному прилипанню його до обличчя (фільтрувальні матеріали ФПП характеризуються стійким об'ємним електростатичним зарядом, який отримують на стадії формування волокон).

Оцінюючи респіратори багаторазового використання бачимо, що класичний обтворація має найгірший результат. В той же час, форма смуги обтворації у зразка 12 має можливість повторювати різні контури обличчя, що підтверджує низький коефіцієнт підсмоктування. Дослідження показують, що найбільша кількість нефільтрованого повітря проникає в області перенісся, тому півмаска з підсиленням обтворації саме в цій області, буде мати найкращий результат (зразок 12 і 13).

Висновки. Визначення коефіцієнту підсмоктування різних півмасок дозволило встановити:

- у високоефективних півмасок обтворація повністю ущільнюється додатковою смужкою з пористого матеріалу;
- всі представлені півмаски одного класу захисту характеризуються подібним коефіцієнтом підсмоктування;
- кращі показники мають півмаски, конструкція яких повторює обличчя людини;
- найбільша кількість нефільтрованого повітря проникає в області перенісся, тому півмаска з підсиленням обтворації саме в цій області характеризується кращим результатом.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Басманов П. И. Средства индивидуальной защиты органов дыхания: Справочное руководство / Басманов П. И., Каминский С. Л., Коробейников А. В., Трубицына М. Е. – СПб.: ГИПП «Искусство России», 2002. – 399 с.
2. Миронов Л. А. Значение подсоса загрязненного воздуха в подмасочное пространство фильтрующих респираторов и методы его обнаружения / Миронов Л. А. // Рабочая одежда. – 2002. – № 3. – С. 15 – 21.