

женням на природне середовище у 4–5 разів перевищує аналогічний показник для розвинутих держав.

Якщо не будуть прийняті термінові радикальні заходи щодо поліпшення екологічної ситуації у вугледобувних регіонах, на них очікує в недалекому майбутньому, незворотна масштабна екологічна катастрофа, яка пошириться і на суміжні території.

Список літератури

1. Оцінка заходів щодо зменшення негативного впливу на довкілля у вугільній промисловості. Драчук Е.З., Амоша О.І., Кабанов А.І. та ін. // Экотехнологии и ресурсосбережение. Сб. тр. науч.-техн. конф. „енергетична безпека Європи ХХІ ст. Євразійські енергетичні коридори“. – К., 2005. – С. 77–80.
2. Концепція поліпшення екологічного становища гірничодобувних регіонів України / Під ред. акад. В.М. Шестопалова. – К., 2000. – 40 с.
3. Куц О., Лубочников А., Панов Б. Современное состояние угольной промышленности Донбасса и его минерально-сырьевой базы и задачи геологического обеспечения развития угольной промышленности // Матер. научн.-практ. конф. „Донбасс–2020: Наука и техника производству“. – Донецк: ДонНТУ, 2002. – С. 101–105.
4. Поважний С.Ф., Аулова Е.А. Охрана природы и эффективность работы шахт // Менеджер. – 2001. – №2. – С. 34–38.
5. Петенко И.В. Императивы ресурсосбережения в свете концепции маркетингового менеджмента // Менеджер. – 2002. – №2. – С. 79–82.
6. Полякова Э.И. Использование зарубежного опыта управления охраной труда на предприятиях Украины // Наук. пр. ДонДТУ. Сер. Економ. – 2001. – Вып. 26. – С. 164–173.
7. Охрана окружающей среды при подземной разработке угольных месторождений. Ельчанинов Е.А., Белев Е.Б., Весков И.М. и др. – М.: Недра, 1995.

8. Справочник по удельным показателям выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для некоторых производств – основных источников загрязнения атмосферы / Под ред. В.Б. Миляева. – СПб, 1999. – 107 с.

9. Сургай М.С., Куліш В.А., Кузін Ю.С. Вугільна промисловість та навколишнє природне середовище – основні аспекти взаємовідношень // Уголь України. – 2008. – №11. – С. 35–41.
10. Горное дело. Энциклопедический справочник. Т. 2. – М.: Углетехиздат, 1957.
11. Игашев В.Г., Потова В.А. Формирование скопленный токсичных горючих газов в приповерхностном слое земли над отработанными пластами угля // Безопасность труда в угольной промышленности. – 1994. – №11.
12. Сургай Н.С., Вовк Г.Т. Экологическое положение в угольных регионах и пути решения природоохранных проблем // Доклад на семинаре. Экологическая безопасность объектов ТЭК. – 2003.

Определен перечень основных источников загрязнения окружающей среды угольной промышленностью. Дан их количественный и качественный анализ. Проанализированы негативные факторы техногенной нагрузки объектов угольной промышленности.

Ключевые слова: *окружающая среда, угольная промышленность, загрязнение, анализ, техногенная нагрузка*

The list of major sources of pollution of the coal industry has been made. Their quantitative and qualitative analysis has been held. Negative factors of anthropogenic load of coal industry have been analyzed.

Keywords: *environment, coal mining, pollution, analysis, anthropogenic load*

Рекомендовано до публікації д.т.н. В.П. Франчуком 27.05.10

УДК 614.89

© Чеберячко С.І., Радчук Д.І., Наумов М.М., 2010

С.І. Чеберячко, Д.І. Радчук, М.М. Наумов

ОЦІНКА ЗАХИСНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОТИПИЛОВИХ ЗАСОБІВ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАХИСТУ ОРГАНІВ ДИХАННЯ

S.I. Cheberiachko, D.I. Radchuk, M.M. Naumov

ESTIMATION OF DUST RESPIRATORY PROTECTIVE DEVICES EFFICIENCY

Розглянуто ситуацію з нормативною документацією та методами випробування якості засобів індивідуального захисту органів дихання (ЗІЗОД). Визначено, що основна функція контролювання та розрахунку точності випробування покладено на лабораторії. Розглянуто методи випробувань та визначено їх недоліки. Проведено порівняльну характеристику тест-аерозолів та збіжність їх результатів. За отриманими результатами випробувань підтверджено відмінності у використовуваних методах. Встановлено загальні закономірності визначення коефіцієнтів проникання.

Ключові слова: *стандарт, метод випробування, тест-аерозоль, захисна ефективність, діаметр частинок*

Актуальність. Згідно Закону України „Про підтвердження відповідності“ дозволяється застосування на

виробництві протипилових респіраторів, які пройшли процедуру оцінки відповідності, що підтверджено до-

кументально. За вимогами ДСТУГОСТ 12.4.041:2006 „Средства индивидуальной защиты органов дыхания фильтрующие. Общие технические требования (ГОСТ 12.4.041-2001)“ основна функція фільтрувальних протипилових засобів індивідуального захисту органів дихання – це забезпечення очищення повітря, що вдихається, від шкідливих речовин до вмісту, який не перевищує гранично допустимих концентрацій. У той же час використання неякісних протипилових респіраторів призводить до збільшення кількості професійних захворювань на пилові бронхіти і пневмококози. Отже, забезпечення надійного захисту органів дихання працівників є актуальним завданням. Вирішення його залежить від багатьох складових. Однак найголовнішим, на наш погляд, є забезпечення постійного і достовірного контролю якості респіраторів на виробництві. Цю функцію покладено на випробувальні лабораторії. Зрозуміло, що від точності випробувань залежить наскільки якісні респіратори будуть потрапляти до споживачів. Важливою складовою цього процесу є використання об'єктивних методів контролю, які забезпечать послідовність і відтворюваність результатів вимірювання. Для точності визначення показників необхідно знати границі допустимих похибок методів.

Проблема оцінювання ЗІЗОД поглиблюється прагненням до міжнародного співробітництва, що вимагає уніфікації підходів до визначення якості продукції і гармонізації національних стандартів різних країн. Це призвело до введення на території України у 2004 р. нових гармонізованих стандартів. Однак, насправді ніякої гармонізації не відбулось, оскільки на світ з'явилися слабкі переклади європейських стандартів без урахування особливостей інтересів вітчизняного виробника. У результаті виникла необхідність у переобладнанні випробувальних лабораторій дорогим імпортомним устаткуванням, якого немає у переліку метрологічної атестації, що порушує вимоги ДСТУ 1.5-2004.

Одночасно слід зазначити, що в нашій країні створена база з виготовлення і випробування ЗІЗОД, яка дозволяє випускати вироби високої якості. Рішення про перехід на методи випробування, прийняті міжнародними стандартами, повинно бути обґрунтовано. Потрібно було б провести порівняльні дослідження виробів за всіма методами випробування, ввести коефіцієнт кореляції. Отже, виникає потреба в оцінюванні показників якості респіраторів, визначених за вимогами різних стандартів.

У цьому напрямку була проведена деяка робота, але однозначних результатів отримано не було. Одні автори говорять про рівнозначність методів, інші про суттєву їх різницю. Так, у роботі [1] проводили випробування за тест-аерозолем хлориду натрію протипилових півмасок класом захисту N95 (класифікація за американським стандартом). Встановили, що їх коефіцієнт проникнення становив не більше 5%. Це дозволило стверджувати про схожість отриманих результатів з DOP-тестом, який використовує монодисперсний аерозоль діактилфталату. Однак інші дослідження захисної ефективності респіратора класу

P100 (класифікація за американським стандартом) показали незначний коефіцієнт проникнення хлориду натрію з діаметром частинок 0,5–1,5 мкм близько 0,03%, тоді як за монодисперсним аерозолем з діаметром 0,3 мкм цей коефіцієнт становить близько 1% [2]. У деяких роботах визначались найбільш проникливі частинки хлориду натрію в діапазоні 0,5 – 10 мкм [3]. Інший дослідник отримав найбільший коефіцієнт проникнення для частинок розміром 0,4–0,5 мкм, причому для різних матеріалів [4]. Цікавим є і той факт, що частинки з нейтральним зарядом у декілька разів гірше затримуються ніж заряджені [5].

Методи дослідження. Як бачимо, однозначного результату немає. Тому спробуємо дослідити захисну ефективність респіратора за монодисперсними і полідисперсними аерозолями з метою встановлення коефіцієнта кореляції.

Захисна ефективність респіратора визначається коефіцієнтом захисту (K_3), що показує кратність зниження концентрації шкідливої речовини даним респіратором і визначається за формулою [6]

$$K_3 = \frac{100}{K}, \%$$

де K – загальний коефіцієнт проникнення, який визначається експериментально.

Загальний коефіцієнт проникнення K (%) виражає частку дисперсних частинок, які проникли через ЗІЗОД або його елементи і є функцією одного або декількох із нижче перерахованих коефіцієнтів:

- коефіцієнт проникнення через фільтр;
- коефіцієнт підсмоктування за смугою обтюрації;
- коефіцієнт проникнення через клапани видиху.

Для визначення вищенаведених показників можна використовувати наступні стандарти: ДСТУ EN 143-2002 „Засоби індивідуального захисту органів дихання. Протиаерозольні фільтри. Вимоги, випробування, маркування“ або ГОСТ 12.4.156-75 „Система стандартів безпеки праці. Противогозы и респираторы промышленные фильтрующие. Нефелометрический метод определения коэффициента проницаемости фильтрующе-поглощающих коробок по масляному туману“ та ДСТУ EN 140-2004 „Засоби індивідуального захисту органів дихання. Півмаски і чверть маски. Вимоги, випробування, маркування“, або ГОСТ 12.4.157-75 „Система стандартів безпеки праці. Противогозы и респираторы промышленные фильтрующие. Нефелометрический метод определения коэффициента подсоса масляного тумана под лицевую часть“. В табл. 1 наведено вимоги захисних властивостей ЗІЗОД у нормативних документах України та ЄС.

Стандартами ДСТУ EN 143-2002 і ДСТУ EN 140-2004 передбачається дослідження проникнення аерозолів за методами з використанням хлориду натрію, парафінового масла та гексафториду сірки. Їх сутність полягає в тому, що спеціально підготовлена суміш у генераторі (розпилювач Колісна для хлориду натрію, або барботажного типу – для тест-аерозолу парафінове масло) з відомою концентрацією тест-аерозолу (2% розчин), з визначною швидкістю

(100 л/хв), потрапляє у випробувальну камеру, де розміщено респіратор (рис. 1). За допомогою спеціального обладнання з підмаскового простору відсмоктується повітря зі швидкістю 95 л/хв, яке потрапляє до аналізатора, для визначення концентрації частинок (для хлориду натрію – полуменевий фотометр, для парафінового масла – інтегральний фотометр, для гексафториду сірки – аналізатор, оснований на вимірю-

ванні інфрачервоної спектроскопії). У результаті обчислюється коефіцієнт проникнення, як співвідношення концентрацій тест-аерозолю до і після ЗІЗОД. Необхідно зазначити, що ці методи забезпечують отримання полідисперсних аерозолів у діапазоні в межах від 0,02 до 2 мкм із середнім діаметром 0,6 мкм – для хлориду натрію та 0,4 мкм для парафінового масла.

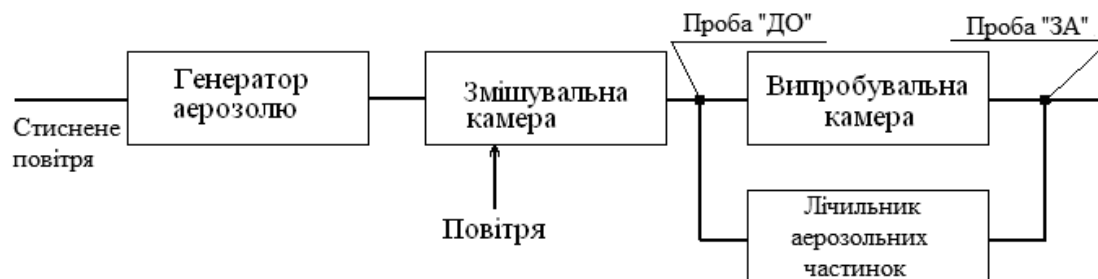


Рис. 1. Принципова схема випробування респіратора за тест-аерозолями

Таблиця 1

Вимоги до коефіцієнта проникнення тест-аерозолю

| Показник | Клас захисту | | | | | |
|--|--------------|----|----------|----|---------|------|
| | низький | | середній | | високий | |
| | Укр. | ЄС | Укр. | ЄС | Укр. | ЄС |
| Коефіцієнт проникнення через фільтр | < 10 | 20 | < 1 | 6 | < 0,1 | 0,05 |
| Коефіцієнт підсмоктування за смоугою обтюрації | > 10 | 25 | 1–10 | 11 | < 1,0 | 5 |

- Примітка:** 1. Клас захисту в Україні визначається за ГОСТ 12.4.041-2001.
 2. Клас захисту в країнах Європейської співдружності відповідно до EN 149.
 3. З 1 жовтня 2004 р. вимоги в Україні аналогічні вимогам EN 149

Відповідно до ГОСТ 12.4.156-75, ГОСТ 12.4.157-75, як тест-аерозоль використовується турбінне масло. Сутність методу схожа з вищенаведеними, але утворений масляний аерозоль є монодисперсним з діаме-

тром частинок 0,28–0,32 мкм, а для визначення концентрації використовується оптичний фотометр. У табл. 2 наведені умови випробування за вищенаведеними тест-аерозолями.

Таблиця 2

Методи і умови випробування за тест-аерозолями

| Тест-аерозоль | Хлорид натрію | Парафінове масло | Масляний туман |
|---|---|---|---|
| Витрата повітря, л/хв | 95 | 95 | 30 |
| Діаметр частинок, мкм | 0,6 (середньомасовий) | 0,4 (діаметр Стокса) | 0,28 - 0,32 (масовий) |
| Концентрація аерозолю до випробувань, мг/м ³ | 8±4 | 20±5 | 250±50 |
| Засоби вимірювання концентрації | Полуменевий фотометр (K = 0,001 - 100 %) | Інтегральний фотометр (K = 0,003 - 100 %) | Фотоелектричний нефелометр ФАН-А |
| Час експозиції | 30 с через 3 хв після початку випробувань | | 1 хв через 10 - 15 с після подачі МТ |
| Формула для розрахунку коефіцієнта проникнення | $K \mid \frac{C_1}{C_2}$, де C_1 – концентрація хлориду натрію після фільтру; C_2 – концентрація хлориду натрію до фільтру | $K \mid \frac{I_2 4 I_0}{I_1 4 I_0}$, де I_2 – показник фото-метра після фільтрування; I_1 – показник фотометра до фільтрування; I_0 – фонові показники фотометра | $K \mid \frac{F 4 F_c}{F_0}$, де F – світловий потік фотометру після фільтрування; F_c – фонове розсіювання світла; F_0 – світловий потік фотометра до фільтрування |

Результати дослідження. Для перевірки проведеного аналізу, а також визначення коефіцієнта кореляції між величинами коефіцієнта проникнення різних методів випробовування, було взято декілька ідентичних протипилових фільтрувальних елементів до респіратору РПА-ТД, які виготовленні з поліпропіленового матеріалу з однієї партії на виробництві

ТОВ НВП „Стандарт“. Випробовування за тест-аерозолями проводили у спеціальній акредитованій в Національній агенції з акредитації України лабораторії (атестат 2Т127 від 22 вересня 2008 р.) відповідно до вимог вищенаведених стандартів. Для кожного експерименту використовувалось по п'ять зразків. Результати зведено в табл. 3.

Таблиця 3

Результати дослідження зразків ЗІЗОД

| Досліджений зразок | Коефіцієнт проникнення за тест-аерозолем | | | | | | Масляний туман |
|----------------------------------|--|-----------------------------|--------------------------|------------------|-----------------------------|--------------------------|----------------|
| | Хлорид натрію | | | Парафінове масло | | | |
| | після поставки | після температурного впливу | після механічного впливу | після поставки | після температурного впливу | після механічного впливу | |
| Фільтр до РПА-ТД з елфлену | 0,08 ± 0,03 | 1,44 ± 0,17 | 0,084 ± 0,024 | 0,24 ± 0,06 | 3,54 ± 0,52 | 0,26 ± 0,05 | 0,75 ± 0,02 |
| Респіратор Лепесток (на насадці) | 0,093 ± 0,05 | – | 0,096 ± 0,05 | 0,19 ± 0,07 | – | 0,9 ± 0,05 | 0,38 ± 0,03 |

Цікавим є той факт, що, незважаючи на різні методи випробовування, в європейських стандартах норми допустимих показників коефіцієнтів проникнення прийняті однаковими (табл. 1) при випробуванні за будь-яким методом. У той же час, вивчаючи спектри розподілу частинок тест-аерозолів, які наведені в нормативних документах, бачимо:

– діапазон розмірів NaCl складає від 0,04 до 1 мкм, при чому максимальна кількість припадає на фракцію 0,6–0,8 мкм;

– діапазон розмірів частинок парафінового масла складає 0,06–2 мкм, максимальна кількість припадає на фракцію 0,3–0,4 мкм;

– розподіл частинок тест-аерозолю масляний туман знаходиться в інтервалі 0,28–0,32 мкм.

Відомо, що найбільш проникливі розміри аерозолів лежать у діапазоні від 0,2 до 0,4 мкм залежно від товщини фільтра, діаметра волокон, щільності їх упакування та швидкості фільтрації. Тоді аерозольні частинки NaCl будуть більше відсіюватись, ніж частинки із парафінового масла, оскільки найбільший

розмір складають частинки до 0,1 мкм. При цьому необхідно враховувати, що маса частинок розміром 2 мкм в декілька разів більша маси частинок розміром 1 мкм ($m \propto \frac{4}{3} \rho R^3$, де ρ – щільність частинок; R – радіус частинок) [7]. У зв'язку з цим, результати випробовування за цими методиками можуть дещо відрізнятись, оскільки визначення концентрації відбувається масовим способом. Тобто, коефіцієнт проникнення одного і того ж фільтра може бути значно меншим при випробуваннях за NaCl і більшим за величиною парафінове масло. В той же час ще більшим за тест-аерозолем масляний туман.

Виходячи з результатів експерименту, можна встановити коефіцієнт кореляції між методами дослідження. Зауважимо, що його значення залежатиме від типу фільтрувального матеріалу. Так, визначити коефіцієнти проникнення за тест-аерозолями парафінове масло і NaCl можна за відомим значенням коефіцієнта проникнення масляного туману за формулами, наведеними у табл. 4.

Таблиця 4

Формули для визначення коефіцієнтів

| Матеріал, з якого виготовлено ЗІЗОД | Хлорид натрію | | Парафінове масло | |
|-------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|
| | після поставки та механічного впливу | після температурного впливу | після поставки та механічного впливу | після температурного впливу |
| Елфлен | $K_{NaCl} \mid 0,15K_{MT}$ | $K_{NaCl} \mid \frac{K_{MT}}{0,5}$ | $K_{PM} \mid 0,3K_{MT}$ | $K_{PM} \mid \frac{K_{MT}}{0,2}$ |
| ФПП | $K_{NaCl} \mid 0,25K_{MT}$ | – | $K_{PM} \mid 0,5K_{MT}$ | – |

Висновки. Для визначення захисної ефективності ЗІЗОД використовуються гармонізовані стандарти: ДСТУ EN 143-2002, ДСТУ EN 140-2004 та вітчизняні ГОСТ 12.4.156-75 і ГОСТ 2.4.157-75, які базуються на відмінних методах досліджень. Це призводить до відмінностей в отриманих результатах і унеможливленні їх відтворюваності. У гармонізованих стандартах про-

понується визначення ефективності фільтрування за тест-аерозолями NaCl та парафінове масло. Тобто, для визначення можливості уловлювання фільтрувальним матеріалом рідких і твердих аерозолів. Однак, незважаючи на різні методи випробовування в європейських стандартах, норми допустимих показників коефіцієнтів проникнення прийняті однаковими, а умови

випробування різні, а особливо діаметри частинок, від розмірів яких коефіцієнт проникнення залежить найбільше. Це порушує вимоги ДСТУ 1.5-2003.

На наш погляд, необхідно все ж таки залишити випробування респіраторів за тест-аерозолем масляний туман, оскільки він є монодисперсним, в ньому передбачена можливість швидкого контролю дисперсності частинок, що відсутнє в європейських методах. Крім того, для оснащення лабораторій можна використовувати вітчизняне обладнання, а не імпортує. У порівнянні з іншими, він має досить жорсткі умови для перевірки якості ЗІЗОД.

Список літератури

1. Rengasamy I S., Eimer B. C., Shaffer R. Comparison of Nanoparticle Filtration Performance of NIOSH-approved and CE-Marked Particulate Filtering Facepiece Respirators // Ann. Occup. Hyg. – 2009. – Vol.53, No.2. – PP. 117–128.
2. Johnson T. Smith S. Correlation of penetration results between filter testers that use different particle generators and detection methods: Proceedings of the 1998 Nonwove Conference, TAPPI, St. Petersburg, Florida, (1998). – PP. 104 – 109.
3. Martin SB, Jr, Moyer ES. Electrostatic respirator filter media: filter efficiency and most penetrating particle size effects // Appl. Occup. Environ. Hyg. – 2000. – Vol. 15. – PP. 609 – 17.
4. Rengasamy S, King WP, Eimer B. Filtration performance of NIOSH-approved N95 and P100 filtering-facepiece respirators against 4–30 nanometer size nanoparticles // J. Occup. Environ. Hyg. – 2008. – Vol. 56, No5. – PP. 556 – 64.
5. Bałazy A, Toivola M, Reponen T, Podgorski A, Zimmer A, Grinshpun SA. Manikin-based performance evaluation of N95 filtering-facepiece respirators challenged with nanoparticles // Ann. Occup. Hyg. – 2006. – Vol. 34, No 2. – PP. 51 – 57.

6. Средства индивидуальной защиты органов дыхания: Справочное руководство / П.И. Басманов, С.Л. Каминский, А.В. Коробейников, М.Е. Трубицына. – СПб.: ГИПП „Искусство России“, 2002. – 399 с.

7. Кошелев В.Е., Тарасов В.И. Просто о непростом в применении средств защиты дыхания. – Пермь: „Стиль-МГ“, 2007. – 540 с.

Рассмотрена ситуация с нормативной документацией и методами испытаний качества средств индивидуальной защиты органов дыхания. Установлено, что основная функция контроля и расчета точности испытаний возложена на лаборатории. Рассмотрены методы испытаний и определены их недостатки. Проведена сравнительная характеристика тест-аэрозолей и сходимости результатов. По полученным данным испытаний подтверждены различия в используемых методах. Установлены общие закономерности определения коэффициента проникания.

Ключевые слова: стандарт, метод испытаний, тест-аэрозоль, защитная эффективность, диаметр частиц

It has been considered the situation with legislative acts and respiratory protective device quality test methods. It has been set that the basic function of control and calculation of accuracy of tests is laid on laboratories. The methods of tests have been considered and their defects have been identified. Comparative description of test-aerosols and convergence of results has been conducted. Test findings have confirmed distinctions of methods applied. General dependences of determination of penetrating coefficient have been set.

Keywords: standard, test method, test-aerosol, protective efficiency, particle diameter

Рекомендовано до публікації д.т.н. В.І. Голінком 01.06.10

УДК 622.324.5:347.249

© Ширін Л.Н., Сорбат Ю.В., Федоренко Е.А., 2010

Л.Н. Ширін, Ю.В. Сорбат, Е.А. Федоренко

НОРМАТИВНО-ПРАВОВЕ ПІДґРУНТЯ ПЕРСПЕКТИВНОГО ВИКОРИСТАННЯ МЕТАНУ ВУГІЛЬНИХ РОДОВИЩ УКРАЇНИ

L.N. Shirin, Yu.V. Sorbat, Ye.A. Fedorenko

REGULATORY-LEGAL BASIS OF PERSPECTIVE USE OF METHANE OF COAL DEPOSITS OF UKRAINE

Проаналізовано законодавчу базу України, яка стосується видобутку та утилізації метану вугільних родовищ. Проаналізовано показники видобутку та утилізації метану вугільних родовищ у деяких країнах світу. Розраховані витрати на виплату стягнень за забруднення навколишнього природного середовища при викидах метану вуглевидобувних підприємств в атмосферу. Розглянуто екологічні та економічні аспекти утилізації метану. Наведено дані про перспективи утилізації шахтного метану в Україні.

Ключові слова: метан вугільних родовищ, утилізація, забруднення навколишнього природного середовища