

na XIX — 20-ti rr. XX stolittia): monohrafiia monografiia [Formation and Development of the Hygienic Science in Ukraine: The Way Through the Epochs and Social Shocks]. Korsun-Shevchenkivskiyi (Ukraine); 2011 : 101-102, 446, 503 (in Ukrainian).

8. Bardov V.G., Omelchuk S.T., Hrynzovskiyi A.M. Dovkillia ta zdorovia. 2015 ; 5 (76) : 32-38 (in Ukrainian).

9. Osobysta sprava K.E. Dobrovolskoho [Personal Affair of K.Ye. Dobrovolskiyi]. In : Arkhiv Natsionalnoho medychnoho universytetu imeni O.O. Bohomoletsia [Archives of the National O.O. Bohomolets Medical University] (in Ukrainian).

10. Yakobii A.I. Kurs obshchestvennoyi gigieny (napisano ot ruki, razmnozhenno litograficheskimi sposobom) [Course of Public Hygiene (Copied by Hand, Propagated Lithographically)]. Kharkov ; 1885 (in Russian).

11. Bessalov V.S., Koval A.A. 100-letie sanitarno-epidemiologicheskoi sluzhby [Centenary of the Sanitary-Epidemiological Service]. In : Itogi i perspektivy issledovaniy po istorii meditsyny [Results and Prospects of the Research on History of Medicine]. Tashkent : Meditsina ; 1980 : 762 p. (in Russian).

12. Kundliiev Yu.I., Yavorovskiyi O.P., Trakhtenberh I.M., Sakharchuk I.M. Volodymyr Pidhaietskiy: Povnennia iz zabuttia. 1889–1937 [Volodymyr Pidhaietskiy: Return from Oblivion]. Zhytomyr : Polissia ; 2008 : 324 p. (in Ukrainian).

13. O napravlenii obshchestvennoyi sanitarnoi deiatelnosti i programme rabot zemskikh sanitarnykh vrachei [About the Direction of the Public Sanitary Activity and Program of the Works of the Zemstvo Sanitary Doctors]. In : Dvenadtsatyi Pirogovskiyi sezd [The Twelfth Pirogov Congress]. Sankt-Peterburg ; 1913 : 33-33 (in Russian).

14. Igumnov S.N. Zhurnal Obshchestva russkikh vrachei v pamiat N.I. Pirogova. 1903 ; 3 ; 17-18 (in Russian).

15. Ihumnov S.M. Narys rozvytku zemskoi medytsyny na Ukraini. Materialy do istorii rozvytku okhorony zdorovia na Ukraini. [Essay on the Development of the Zemstvo Medicine in Ukraine. Materials on the History of the Development of Health Protection in Ukraine]. Kyiv ; 1957 : 387 p. (in Ukrainian).

Надійшла до редакції 21.03.2016

## DETERMINATION OF THE PROFESSIONAL RISK LEVEL OF THE OCCURANCE OF DUST ETIOLOGY DISEASES IN MINERS Cheberiachko S.I., Yavorska O.O., Cheberiachko Yu.I.

### ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ПРОФЕСІЙНОГО РИЗИКУ ВИНИКНЕННЯ У ГІРНИКІВ ЗАХВОРЮВАНЬ ПИЛОВОЇ ЕТІОЛОГІЇ



**ЧЕБЕРЯЧКО С.І.,  
ЯВОРСЬКА О.О.,  
ЧЕБЕРЯЧКО Ю.І.**

Державний ВНЗ  
«Національний  
гірничий  
університет»,  
м. Дніпро

УДК. 665.66 : 614.89

итуація стосовно професійних захворювань в Україні є досить складною. В умовах, що не відповідають санітарним нормам, працюють близько 70% шахтарів. Найшкідливіші виробничі фактори на робочих місцях гірників — це вугільно-породний пил, шум, вібрація, несприятливий мікроклімат. Більше половини профзахворювань мають пилову етіологію, тобто являють собою пневмоконіози різного виду і ступеня тяжкості. Крім того, збільшилася кількість випадків професійного раку легенів через довгостроковий вплив пилу на робочих місцях. Так, за даними Міжнародної організації праці, зареєстрований професійний рак становить близько 16% усіх випадків злоякісних новоутворень. Це значно збільшує соціальну напруженість у гірничих регіонах: зростають інвалідність, смертність, скорочується загальна тривалість життя шахтарів.

Проблему можна вирішити, якщо використовувати сучасні технічні засоби колективного захисту (вентиляцію; місцеві відсмоктувачі, вбудовані у комбайн;

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА ВОЗНИКНОВЕНИЯ У ГОРНЯКОВ ЗАБОЛЕВАНИЙ ПЫЛЕВОЙ ЭТИОЛОГИИ

**Чеберячко С.И., Яворская О.О., Чеберячко Ю.И.**  
ГВУЗ «Национальный горный университет», г. Днепр

**Основная проблема.** Управление профессиональными рисками. Оценка их влияния на профессиональные заболевания и поиск путей уменьшения профессиональных заболеваний пылевой этиологии у работников горных предприятий.

**Цель работы.** Определение уровня профессионального риска возникновения заболеваний органов дыхания пылевой этиологии у горняков при использовании респираторов.

**Материалы и методы.** Для расчета уровня риска была использована методика, предложенная проф. Новиковым С.М. На ее основе получены результаты, подтверждающие, что воздействие пыли усиливается при значительном превышении ПДК и с увеличением времени пребывания работников в зоне воздействия пылевого фактора.

**Результаты.** Установлено, что противопылевые респираторы уменьшают степень риска не более чем на 50%, что не позволяет обеспечить достаточный уровень защиты горняков. При этом превышение в подмасочном пространстве концентрации пыли в респираторе РПА при запыленности воздуха в горных выработках порядка 150 мг/м<sup>3</sup> достигает около 40%, что опасно для здоровья.

**Выводы.** За счет правильно подобранных качественных противопылевых респираторов можно снизить риск возникновения заболеваний пылевой этиологии, но не до безопасного уровня. Для этого нужно не только совершенствовать конструкцию респиратора, но и обеспечить мотивацию по их использованию горняками.

© Чеберячко С.І., Яворська О.О., Чеберячко Ю.І.  
СТАТТЯ, 2016.

повітряні душі; дистанційне керування комбайном тощо), які дозволяють знизити концентрацію пилу у зоні дихання практично до допустимої величини. Однак існуючі колективні засоби знепилення повітря гірничих виробок можуть забезпечити тільки технічно досяжні показники запиленості, які коливаються у діапазоні 200-300 мг/м<sup>3</sup>. У цьому випадку на гірничих підприємствах для захисту гірників від захворювань пилової етіології видаються протипилові респіратори. Вважається, що вони є одними з ефективних способів зниження небезпеки професійних захворювань органів дихання [1, 2]. При цьому їх використання згідно з Правилами вибору та застосування засобів індивідуального захисту органів дихання ДНАОП 0.00–1.04–07 дозволяється при концентрації пилу до 400 мг/м<sup>3</sup>. Враховуючи вищесказане, можна вважати, що працівники повинні бути надійно захищені. Однак кількість професійних захворювань у країні чомусь не зменшується.

**Мета роботи.** Стратегічними заходами для вирішення проблеми забезпечення промислової безпеки праці на підприємствах є ідентифікація виробничих ризиків і оцінка їхнього впливу на професійні захворювання. Тому виникає потреба у визначенні рівня професійного ризику виникнення захворювання пилової етіології органів дихання у гірників при використанні респіраторів.

**Методи дослідження.** Розглянемо підхід для визначення індексу відносного умовного ризику (R) виникнення профзахворювань, розроблений проф. Новіковим С.М. Запропонована ним методика заснована на таких вихідних положеннях:

— небезпека для здоров'я, зумовлена перевищенням ГДК (середньодобових), може бути оцінена на основі аналізу залежності ризику і ваги ефектів від рівнів впливу в усьому діапазоні ефективних концентрацій: від смертельних до граничних чи максимальних недіючих. Мірою умовного ризику (R) є деяка функція від імовірності появи ефекту визначеного ступеня ваги;

— небезпека для здоров'я, викликана впливом забруднювача, має статичну (логарифмічну) залежність від рівнів чи впли-

ву ступеня перевищення ГДК:

$$R = b \cdot I \eta \left( \frac{C_i}{ГДК} \right), \quad (1)$$

де  $C_i$  — концентрація шкідливої речовини у підмасковому просторі респіратора;  $b$  — показник, що інтегрально характеризує небезпеку, пов'язану з перевищенням концентрації шкідливої речовини ГДК, визначається як тангенс кута нахилу графіка залежності "концентрація — ефект" (табл. 1) [3].

Ступінь зростання небезпеки при перевищенні ГДК визначається кутом нахилу залежності ризику від рівнів впливу (тобто величиною  $b$ ). Небезпека для здоров'я, зумовлена перевищенням ГДК, зі збільшенням тривалості впливу ризик і вага ефектів зростають. За 0-й рівень відносного ризику ( $R = 0$ ) було прийнято ефекти дії хімічної речовини у концентрації, що не перевищує ГДК.

Ефект впливу концентрації, що відповідає порогові хронічної дії при цілодобовій інгаляції, був прийнятий рівним 1/5. Вплив концентрації на рівні ГДК (робочої зони) відповідав ефекту, що дорівнює 2,5 умовним одиницям. Рівні впливу, близькі до смертельних концентрацій за аварійним нормативом для повітря робочої зони, відповідали 1. Для стандартизації інших параметрів токсикометрії було використано та побудовано за вищенаведеними положеннями залежність "концентрація — умовний ризик (ефект)", що враховує виникнення можливого

захворювання у часі. При трактуванні отриманих величин індексу ризику користуються ранговою шкалою, наданою у таблиці 2 [3].

Концентрація шкідливих речовин у підмасковому просторі респіратора залежить від коефіцієнта проникнення аерозолю через фільтри ( $K_{\Phi_n}$ ) і коефіцієнта проникнення його через витоки за смугою обтюрації та через нещільність клапану видиху ( $K_{\Phi_n}^e$ ). Для розрахунку концентрації можна скористатися виразом [4]

$$C_i = \frac{(Q - Q_B) K_{\Phi_n} C_0 + Q_B K_{\Phi_n}^e C_0}{Q}, \quad (2)$$

де  $Q$  — загальна витрата повітря через респіратор, м<sup>3</sup>/с;  $Q_B$  — витрата повітря через щілини у смугі обтюрації, м<sup>3</sup>/с;  $K_{\Phi_n}$  — коефіцієнт проникнення через фільтрувальний елемент;  $K_{\Phi_n}^e$  — коефіцієнт проникнення через витоки за смугою обтюрації.

Коефіцієнт проникнення аерозолю через фільтри є відомою величиною, яка визначається у лабораторних умовах на спеціальних насадках. Наприклад, для найбільш поширених марок поліпропіленових фільтрів ФРПА Р2 він перебуває у діапазоні  $K_{\Phi_n} = 0,5 \pm 0,1$  [5].

Витрату повітря через витоки за смугою обтюрації можна оцінити за формулою [6]

$$Q_B = K_B (\Delta p)^a (d_B)^b, \quad (3)$$

де  $Q_B$  — витрата повітря через витоки за смугою обтюрації, л/хв;  $K_B$ ,  $a$ ,  $b$  — константи, які визначаються експериментально для кожного типу п-

Таблиця 1

#### Кут нахилу графіка залежності "концентрація — ефект" при віднесенні речовин до різних класів небезпеки

| Клас небезпеки            | $\alpha$ , градуси |
|---------------------------|--------------------|
| 1. Надзвичайно небезпечні | 56                 |
| 2. Наднебезпечні          | 53 і вище          |
| 3. Помірно небезпечні     | 50 і вище          |
| 4. Малонебезпечні         | до 38              |

Таблиця 2

#### Рангова шкала ефектів та ризику від впливу шкідливих речовин

| Вага ефектів                  | R       |
|-------------------------------|---------|
| Смертельні ефекти             | 1,0-0,9 |
| Тяжкі гострі ефекти           | 0,8-0,6 |
| Граничні гострі ефекти        | 0,6-0,5 |
| Тяжкі хронічні ефекти         | 0,5-0,2 |
| Граничні хронічні ефекти      | 0,2-0,1 |
| Реакції суперчутливих підгруп | 0,1-0,3 |
| Рівні мінімального ризику     | 0-0,05  |

масок;  $d_B$  — розмір отворів між обтюратором і обличчям людини;  $\Delta p$  — перепад тиску на респіраторі, Па.

За умови правильної підгонки півмаски РПА до обличчя розмір зазорів може перебувати у діапазоні 0,7-3,5 мм [7]);  $k$ ,  $a$  і  $b$  — емпіричні коефіцієнти (становлять 0,5, 0,65, 0,05 відповідно [6]).

Засмоктування частинок пилу через щілини за смугою обтюратору респіратора можна у першому наближенні порівняти з аспірацією аерозолу у пробозабірну трубочку або щілину. Скористаємось у цьому випадку формулою для коефіцієнта осідання частинок, запропоновану Хіндсом [8]:

$$K_{II}^n = 1 - 5,5k_2^2 + 3,77k_2, \text{ при } k_2 < 0,009 \text{ (4)},$$

$$K_{II}^n = 0,819 \exp(-11,5k_2) + 0,0975 \exp(-70,1k_2),$$

$$\text{при } k_2 > 0,009, \text{ (5), де } k_2 = \frac{vL_1}{D};$$

$L_1$  — довжина щілини або трубки, м;  $D$  коефіцієнт дифузії.

Середній приріст опору дихання на респіраторах РПА при запыленні вугільним пилом з різними концентраціями наведено у таблиці 3 [9].

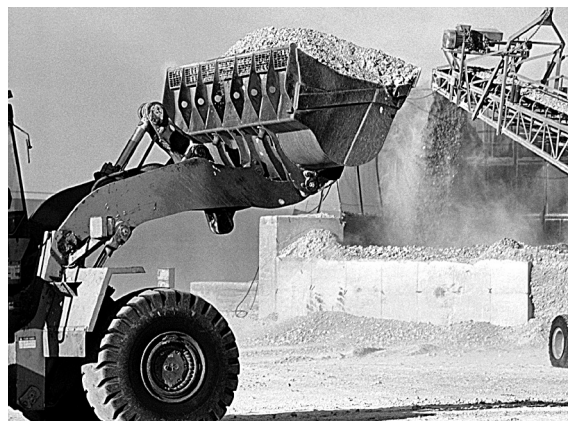
Отже, виходячи з цих даних можна оцінити величину підсмоктування через зазори за смугою обтюратору протягом робочої зміни та встановити величину підмаскової концентрації пилу у часі.

**Результати та їх обговорення.** Розрахунок проводилися з використанням протипилового респіратора РПА. Величина середньомісячної запыленості повітря у робочій зоні обиралася відповідно до даних таблиці 4.

Розрахунок підмаскової концентрації пилу наведено у таблиці 5.

Результати розрахунків з визначення рівня професійного ризику наведено у таблиці 6.

Отримані результати свідчать про те, що протипилові респіратори хоч і зменшують рівень ризику виникнення захворювання, але до рівня важких хронічних ефектів (не більше ніж на 50%). Це не дозволяє забезпечити достатній рівень захисту гірників. При цьому перевищення підмаскової концентрації пилу у респіраторі РПА при запыленості повітря у гірничих виробках у  $150 \text{ мг/м}^3$  сягає 40%. Тому можна зробити висновок, що



## ГІГІЕНА ПРАЦІ

використання подібних респіраторів понад  $100 \text{ мг/м}^3$  є небезпечним для гірників.

Цей висновок не суперечить світовому досвіду, де вважається використання фільтрувальних респіраторів одним із самих ненадійних засобів захисту працівників від професійних захворювань органів дихання. Це підтверджується численними дослідженнями захисних властивостей ЗІЗОД у виробничих умовах [11].

Наприклад, за даними Національного інституту охорони праці (США), кількість аерозолу, що вдихається при використанні півмасок, вкрай нестійка у різних працівників, що використовують однакові респіратори у схожих умовах праці. Вона може відрізнятись у десятки, а іноді й у сотні разів. Тому у країнах ЄС і США були встановлені області очікуваних коефіцієнтів захисту  $OK_3$  (assigned protection factors APF

Таблиця 3

**Результати дослідження зміни перепаду тиску фільтрів до респіратора РПА при запыленні [9]**

| Тип фільтра до респіратора РПА | Початковий перепад тиску, Па за постійного повітряного потоку, $30 \text{ дм}^3/\text{хв}$ | Зміна перепаду тиску, Па/год при запыленні вугільним пилом за постійного повітряного потоку, $30 \text{ дм}^3/\text{хв}$ , з концентрацією, $\text{мг/м}^3$ |     |     |      |
|--------------------------------|--|---|-----|-----|------|
|                                |  | 25  | 50  | 100 | 300  |
| ФРПА Р2                        | 21   | 0,8   | 2,5 | 5,9 | 15,7 |

Таблиця 4

**Розраховані значення середньгеометричної концентрації і стандартного відхилення у повітрі у гірничих виробках [10]**

| Шахти   | Красно-армійськ-вугілля | Добропілля-вугілля | Павлоград-вугілля | Селидів-вугілля | Укрзахід-вугілля |
|---|-------------------------|--------------------|-------------------|-----------------|------------------|
| Середня геометрична концентрація пилу $C_0$ , $\text{мг/м}^3$ | 317                     | 305                | 286               | 212             | 164              |
| Стандартне геометричне відхилення $C_0$                       | 5                       | 3                  | 4                 | 4               | 2                |

Таблиця 5

**Результати розрахунку підмаскової концентрації пилу респіратор РПА**

| Середня концентрація пилу $C_0$ , $\text{мг/м}^3$ | Загальна витрата повітря через респіратор, $\text{л/хв}$ | Коефіцієнт проникнення через фільтр | Перепад тиску на респіраторі після двох годин запылення, Па | Витрата повітря через щілини у смугі обтюратору, $\text{л/хв}$ | Коефіцієнт проникнення через витіки за смугою обтюратору | Підмаскова концентрація пилу, $\text{мг/м}^3$ |
|---|--|-------------------------------------|---|--|--|---|
| 100   | 30   | 0,5                                 | 28,5  | 5,1  | 0,43   | 10,8  |
| 150   |  |                                     | 32,8  | 6,3  | 0,52   | 16,7  |
| 200   |  |                                     | 38,8  | 7,1  | 0,54   | 25,9  |
| 250   |  |                                     | 44,8  | 7,7  | 0,56   | 36,3  |
| 300   |  |                                     | 52,4  | 8  | 0,58   | 46,1  |



табл. 7), які показують ту кратність зниження забрудненості вдихуваного повітря, яку можуть забезпечити респіратори даної конструкції при їх правильному і своєчасному застосуванні навченими і тренуваними робітниками після індивідуального підбору півмаски до обличчя – у переважній більшості випадків.

Подібні результати були отримані й радянськими розробниками індивідуальних засобів захисту Я.І. Трумпайцманом і Б.М. Тюріковим (коефіцієнти захисту розроблених РУ-60М, Ф-62Ш, РП-К, РПА коливаються у діапазоні 2,5-125) [12]. Однак через невідомі причини майже в усіх вітчизняних рекомендаціях з вибору ЗІЗОД наведено завищені коефіцієнти захисту, отримані у лабораторних умовах. Таким чином, навіть у разі безперервного використання респіраторів не гарантовано надійний захист значної частини працівників.

На жаль, поліпшення умов праці станеться не одразу і не

повсюдно, оскільки впровадження новітніх і ефективних засобів колективного захисту потребує значних витрат на реконструкцію гірничого обладнання та технології виробництва. Тому на даному етапі важливо покращити захист працівників при використанні респіраторів завдяки

□ використанню фільтрів з низьким опором дихання;

□ оснащенню півмасок додатковими ущільнювачами за смугою обтюрації;

□ своєчасному і правильно-му використанню ЗІЗОД протягом усього часу експлуатації, коли запиленість перевищує граничнодопустиму концентрацію, за рахунок мотивації працівників.

Також на основі аналізу результатів численних виробничих досліджень захисних властивостей фільтрувальних респіраторів за допомогою моделювання найгірших умов методом Монте-Карло було встановлено значення сфері їх безпечного використання методом біноміальної статистики. Так,

респіратори РПА з фільтрами другого класу захисту на відміну від встановленого обмеження у НПАОП 0.00-1.04-07 (до 400 мг/м<sup>3</sup>) можна використовувати при концентрації пилу, які не перевищують 10 ГДК.

#### Висновки

Тільки за допомогою сучасних технічних засобів колективного захисту (вентиляції; місцевих відсмоктувачів, вбудованих у комбайн; повітряних душів; дистанційного керування комбайном тощо) можна знизити запиленість у зоні дихання гірників. При цьому за рахунок правильно підібраних якісних протипилових респіраторів можна знизити ризик виникнення захворювання на пилову етіологію, але не до безпечного рівня. Для цього потрібно не тільки удосконалювати конструкцію респіратора, а й забезпечити мотивацію їх використання гірниками.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Левішко К.В. Методика розрахунку рівнів виробничих ризиків на прикладі професії «гірник очисного забою» / К.В. Левішко, Ю.В. Квітковський // Збірник наукових праць Харківського університету повітряних сил. — Х., 2015. — № 2 (43). — С. 123-128.
2. Каминский С.Л. Основы рациональной защиты органов дыхания на производстве: учебное пособие / С.Л. Каминский. — СПб.: Проспект Науки, 2007. — 208 с.
3. Онищенко Г.Г. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / Г.Г. Онищенко, С.М. Новиков, Ю.А. Рахманин. — М.: НИИ ЭЧ и ГОС, 2002. — 408 с.
4. Hewett P. Model for Correcting Workplace Protection Factors for Lung Deposition and Other Effects / P. Hewett, B.G. Pallayand, J.F. Gamble // Am. Ind. Hyg. Ass. J. — 1993. — Vol. 54 (4). — P. 142-149.
5. Анализ и оценка защитной эффективности фильтрующих респираторов / В.И. Голинько, С.И. Чеберячко, В.Е. Колесник, А.С. Ищенко // Науковий вісник. — 2004. — № 12. — С. 33-36.
6. Hinds W.C. Performance of Dust Respirators with Facial Seal Leaks : I. Experimental / W.C. Hinds, G. Kraske // Am. Ind. Hyg. Assoc. J. — 1987. — Vol. 48 (10). — P. 836-841.

Таблиця 6  
Результати розрахунків умовного рівня ризику виникнення захворювання

| Концентрація пилу С, мг/м <sup>3</sup> | ГДК вугільного пилу при вмісті двоокису кремнію до 2%, мг/м <sup>3</sup> | Умовний ризик захворювання без респіратора | Підмаскова концентрація пилу, мг/м <sup>3</sup> | Умовний ризик захворювання при використанні респіратора |
|--|--|--|---|---|
| 300                                    | 10   | 0,88                                       | 46,1  | 0,39  |
| 250                                    |  | 0,83                                       | 35,7  | 0,33  |
| 200                                    |  | 0,78                                       | 25,4  | 0,23  |
| 150                                    |  | 0,70                                       | 16,6  | 0,13  |
| 100                                    |  | 0,6  | 10,8  | 0,06  |

Таблиця 7

Порівняння вимог до фільтрувальних ЗІЗОД різних конструкцій щодо захисної ефективності і області використання

| Тип ЗІЗОД                 | Коефіцієнт захисту      |                                       | Обмеження області використання |               |
|---------------------------|-------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|---------------|
|                           | вимоги при сертифікації | мінімальні вимірювання під час роботи | до 2013 р.                     | після 2013 р. |
| Півмаска (США)            | ≥ 25 000 <sup>1</sup>   | 2.2, 2.5,                             | ≤10 ГДК з 1965                 |               |
| Півмаска (Великобританія) | ≥50                     | 2.8, 4 ... [18]                       | ≤20 ГДК                        |               |

**Позначення:** 1 — 42 Code of Federal Register Part 84 Respiratory Protective Devices; BS EH 136 :1998 Full face masks. Requirements, testing, marking; ANSI Z88.2 "Respiratory protection" (1992); US Standard 29 CFR 1910.134 "Respiratory protection"; Bureau of Mines "Respirator Approval Schedule 21B" (1965).

**DETERMINATION OF THE PROFESSIONAL RISK LEVEL OF THE OCCURANCE OF DUST ETIOLOGY DISEASES IN MINERS**

**Cheberiyachko S.I., Yavorska O.O., Cheberiyachko Yu.I.**

*SIHE "National University of Mines", Dnipro*

**Background.** Professional risk management. An assessment of their impact on the occupational diseases and search of the ways for reduction of the occupational diseases of a dust etiology in the employees of mining enterprises.

**Objective.** We determined a professional risk level of the occurrence of dust etiology respiratory diseases in miners while using respirators.

**Materials and methods:** For the calculation of risk level we used a technique offered by prof. Novikov S.M.

On its basis we obtained the results confirming that dust effect built up with a significant MAC excess and an increase of time of the workers' stay in the area of dust factor effect.

**Results.** The anti-dust respirators were established to reduce a risk degree not more than by 50% that didn't allow a sufficient level of the protection of miners. With this provision, an excess of dust concentration in under-mask space in the AA respirator at dust content of 150 mg/m<sup>3</sup> in mine working reaches about 40% that is dangerous for the health of miners.

**Conclusions.** A risk of the occurrence of dust etiology diseases can be decreased owing to properly fitted qualitative anti-dust respirators but not to the safe level. It needs not only to improve a respirator design but also to provide motivation for their use by the miners.

7. Голінько В.І. Дослідження захисної ефективності проти-пилових респіраторів при наявності додаткових витоків / В.І. Голінько, В.Є. Колесник, С.І. Чеберячко // Строительство, материаловедение, машиностроение. Серия "Безопасность жизнедеятельности": сб. научн. тр. — Днепропетровск, 2015. — № 83. — С. 87-95.

8. Hinds W.C. Performance of dust respirators with facial seal leaks experimental / W.C. Hinds // Am. Ind. Hyg. Ass. J. — 1987. — Vol. 48. — P. 836-841.

9. Потапенко И.А. Гидродинамическое сопротивление фильтрующего элемента противопылевого респиратора / И.А. Потапенко // Горноспасательное дело: сб. науч. тр. — Донецк, 2010. — № 47. — С. 133-141.

10. Пылевая обстановка и заболеваемость пневмокониозом на шахтах Украины / Э.Н. Медведев, О.И. Кашуба, Б.М. Кривохижа, С.А. Крутенко. — Макеевка: МакНИИ, 2005. — 205 с.

11. Кириллов В.Ф. О средствах индивидуальной защиты органов дыхания работающих (обзор литературы) / В.Ф. Кириллов, А.А. Бунчев, А.В. Чиркин // Медицина труда и промышленная экология. — 2013. — № 4. — С. 25-31.

12. Гавришук В.И. Защита органов дыхания при работе с минеральными удобрениями / В.И. Гавришук, Б.М. Тюрников // Пути ускорения нормализации условий труда работников сельского хозяйства: сб. тр.; ВНИИОТ ГАП СССР. — Орел, 1988. — С. 116-121.

**REFERENCES**

1. Levishko K.V., Kvitkovskiy Yu.V. Metodyka rozrakhun-

ku rivniv vyrobnychkykh ryzykiv na prykladi profesii «hirnyk ochysnoho zaboju» [Methodology for the Calculation of the Occupational Risk Levels by Way of Example of the Profession "Stope Miner"]. In: Zbirnyk naukovykh prats Kharkivskoho universytetu povitrianykh syl [Collection of the Scientific Works of the Kharkiv University of Air Forces].

Kharkiv. 2015; 2 (43): 123-128 (in Ukrainian).

2. Kaminskii S.L. Osnovy rationalnoi zashchity organov dykhanii na proizvodstve: uchebnoe posobie [Bases for the Rational Protection of the Respiratory Organs in the Production: Manual]. Sankt-Peterburg: Prospekt Nauki; 2007: 208 p. (in Russian).

3. Onishchenko G.G., Novikov S.M., Rakhmanin Yu.A. Osnovy otsenki riska dlia zdorovia naseleniia pri vozdeistvii khimicheskikh veshchestv, zagriazniaiushchikh okruzhaiushchuiu srediu [Risk Assessment Backgrounds for the Health of the Population in the Exposure of Chemical Substances Contaminating the Environment]. Moscow; 2002: 408 p. (in Russian).

4. Hewett P., Pallay B.G., Gamble J.F. Am. Ind. Hyg. Ass. J. 1993; 54 (4): 142-149.

5. Golinko V.I., Cheberiyachko S.Y., Kolesnik V.E., Ishchenko A.S. Naukovyi visnyk. 2004; 12: 33-36 (in Russian).

6. Hinds W.C., Kraske G. Am Ind. Hyg. Ass. J. 1987; 48 (10): 836-841.

7. Holinko V.I., Kolesnyk V.Ye., Cheberiyachko S.I. Doslidzhennia zakhysnoi efektyvnosti protypylovykh respiratoriv pry naiavnosti dodatkovykh vytokiv

[Study of the Efficiency of Anti-Dust Respirators at the Presence of the Additional Emissions]. In: Stroitelstvo, materialovedenie, mashynostroenie. Seriya Bezopasnost zhyznedeiatelnosti [Building, Material Sciences, Machine Building. A Series of "Vital Functions"]. Dnepropetrovsk; 2015; 83: 87-95 (in Ukrainian).

8. Hinds W.C. Am. Ind. Hyg. Ass. J. 1987; 48: 836-841.

9. Potapenko I.A. Gidrodinamicheskoe soprotivlenie filtruiushchego elementa protivopylevogo respiratora [Hydrodynamic Resistance of Filter Element of Anti-Dust Respirator]. In: Gornospasatelnoe delo: sbornik [Mountain-Rescue Business]. Donetsk; 2010; 47: 133-141 (in Russian).

10. Medvedev E.N., Kашуба O.I., Krivokhizha B.M., Krutenko S.A. Pylevaia obstanovka i zaboлеваemost pnevmokoniozom na shakhtakh Ukrainy [Dust Situation and Pneumoconiosis Morbidity in the Mines of Ukraine]. Makeevka (Donbass); 2005: 205 p. (in Russian).

11. Kirillov V.F., Bunchev A.A., Chirkin A.V. Meditsina truda i promyshlennaia ekologiia. 2013; 4: 25-31 (in Russian).

12. Gavriushchuk V.I., Tiurikov B.M. Zashchita organov dykhanii pri rabote s mineralnymi udobreniyami [Protection of Respiratory Organs in the Work with Mineral Fertilizers]. In: Puti uskoreniia normalizatsii uslovii truda rabotnikov selskogo khoziaistva: sbornik [Ways for the Acceleration of the Normalization of the Labour Conditions of the Agricultural Workers]. Orel (Russia); 1988: 116-121 (in Russian).

Надійшла до редакції 04.02.2016