

УДК. 665.66:614.89

© С.І. Чеберячко, О.О. Яворська, Ю.І. Чеберячко, В.О. Соцков

ДО ОЦІНКИ РИЗИКУ ПРОФЕСІЙНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ ОРГАНІВ ДИХАННЯ ГІРНИКІВ

© S. Cheberiachko, O. Yavorska, Yu. Cheberiachko, V. Sotskov

RISK ASSESSMENT FOR PROFESSIONAL RESPIRATORY DISEASES FOR MINERS

Мета роботи. Визначення рівня професійного ризику виникнення захворювання органів дихання на пилову етіологію у гірників, з урахуванням рекомендацій міжнародних стандартів серії OHSAS та обґрунтування кожного етапу процесу оцінювання професійного ризику.

Основна проблема. Управління професійними ризиками оцінка їх впливу на професійні захворювання та пошук шляхів зменшення професійних захворювань на пилову етіологію у працівників гірничих підприємств.

Матеріали і методи. Для оцінки професійних ризиків був використаний апробований і прийнятий для використання в країнах ЄС метод, розроблений відповідно до вимог Британського стандарту OHSAS та описаний у ДСТУ-П 18001:2006. «Системи управління безпекою та гігієною праці. Вимоги».

Результати. Проведенні дослідження показали, що рівень ризику виникнення професійних захворювань на вітчизняних шахтах навіть з використанням цілого комплексу існуючих знепилюючих заходів коливається від значного при питомому пиловиділенні до 100 г/т до недопустимого з важкими гострими ефектами при перевищенні цього показника. Однак, існують і незначні величини ризиків виникнення професійних захворювань органів дихання на вугільних шахтах з рівнем питомого пиловиділення до 50 г/т. Тільки за допомогою використання сучасних технічних засобів колективного захисту можна знизити запиленість у зоні роботи очисних комбайнів.

Наукова новизна. Встановлено, що взаємозв'язок між рівнем професійного ризику виникнення захворювань на вугільних шахтах на пилову етіологію і питомою пиловиділення на тону вугілля.

Практична значимість. Обґрунтовані параметри з оцінка умов праці на основі аналізу факторів виробничого середовища: гігієнічні та психофізіологічні критерії факторів ризику та оцінка наслідків прояву професійних захворювань. За допомогою результатів дослідження та використання сучасних технічних засобів колективного захисту можна знизити запиленість у зоні роботи очисних комбайнів.

Ключові слова: вугільна шахта, пил, пневмокніоз, величина ризику, питома пиловиділення, очисний комбайн, засоби знепилювання.

Актуальність. Ситуація стосовно професійних захворювань в Україні є досить складною. В умовах, що не відповідають санітарним нормам, працює близько 70 % шахтарів [1]. Найбільш шкідливі виробничі фактори на робочих місцях гірників – це вугільно-породний пил, шум, вібрація, несприятливий мікроклімат. Більше половини професійних захворювань мають пилову етіологію. Крім того, збільшилася кількість випадків професійного раку легенів, через постійний вплив пилу на робочих місцях. Так, за даними Міжнародної організації праці, зареєстрований професійний рак, становить близько 16 % усіх випадків

злюкисних новоутворень [2]. Це значно збільшує соціальну напруженість у гірничих регіонах: підвищується інвалідність, смертність, зменшується загальна тривалість життя шахтарів.

Медичні дослідження показали, що тривалий вплив вугільного пилу при надмірній концентрації може привести до виникнення пневмокніоза, масивного прогресивного фіброзу, і хронічної обструктивної хвороби легень. Ці захворювання - невиліковні, і можуть виснажувати хворого, посилюватися та стати причиною смерті. Щороку в світі реєструється понад 160 млн. професійних захворювань, внаслідок яких на планеті помирає 1,1 млн. людей. Пилові захворювання легень, перш за все пневмокніози, залишаються найбільш поширеними видами професійних захворювань і в Україні. Пневмокніози у гірників вугільних шахт займають перше місце щодо частоти виникнення, спричиняючи стійку втрату працездатності [3].

Проблему треба вирішувати шляхом впровадження новітніх технічних рішень (поліпшення вентиляції; використання місцевих пиловідсмоктувачів, вбудованих у комбайн; встановлення повітряних душів; застосування автоматичних систем керування комбайном та ін.), які повинні знизити концентрацію пилу у робочій зоні практично до допустимих величин. Однак, з різних причин їх ефективність може забезпечити зменшення концентрації пилу тільки до технічно досяжних показників, які можуть коливатися в дуже широких межах до 300 мг/м^3 і в багато разів перевищуючи гранично допустимі концентрації. У цьому випадку виникає необхідність у впровадженні системи управління ризиками, яка базується на індивідуальному контролі пилового навантаження гірника і розрахунку безпечного часу роботи в контакті з пилом у відповідності з Інструкцією щодо визначення допустимих термінів роботи працюючих у шкідливих умовах затверджену наказом Міністерства охорони здоров'я № 820 від 12.12.2006. Як зазначається у роботі Крутенко С.О. з співавторами «Пылевая обстановка и заболеваемость пневмокониозом на шахтах Украины» постійний аналіз інформації щодо динаміки отриманих доз тобто кількості пилу, яка осіла в легенях і обрахована у відповідності до визнаної методики (НПАОП 10.0-5.08-04 «Інструкція з виміру концентрацій пилу в шахтах та обліку пилових навантажень») та її збереження (наприклад, на електронних носіях), надасть змогу прогнозувати ймовірність захворювання на пневмокніози та пилові бронхіти і оцінювати стан здоров'я кожного у разі потреби.

Аналіз публікацій. У наш час оцінка умов праці в Україні виконується відповідно до ГН 3.3.5-8.6.6.1-2014 «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». У документі наведено порядок обліку окремих факторів виробничого середовища. Однак в ньому відсутня інформація щодо кількісної оцінки впливу несприятливих факторів, постійно або періодично присутніх на робочих місцях. Цю прогалину намагаються заповнити різними дослідженнями, які базуються на методах математичної статистики, таких як кореляційно-регресійний аналіз. Він дозволяє встановити та оцінити зв'язок між визначальними факторами і результатним показником. Наприклад з останніх робіт найбільш ціка-

вою є аналіз виконаний Нагорною А.М. Для розрахунку абсолютного або відносного ризику були проаналізовані рівні професійної захворюваності за 1999–2010 роки серед працівників вугільної, металургійної та машинобудівної промисловості України. Використовувались відомі підходи розроблені на основі використання принципів МОП та ВООЗ щодо вивчення несприятливих ефектів на стан здоров'я працівників, що викликані експозицією шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища. [4]. Також досить відомою є робота [5] в якій пропонується спосіб кількісного виявлення частки захворюваності, пов'язаної з несприятливими умовами праці, який можна використовувати для визначення професійних «груп ризику». Рекомендації обґрунтовуються методами математичної обробки вихідних даних, і для розрахунків пропонується статистична апроксимація. Кожен з використовуваних показників захворюваності у, розглянутий на деякій послідовності груп спостереження, являє собою випадкову функцію, імовірно залежну від середніх значень параметра. Проте для проведення таких досліджень необхідний величезний обсяг статистичних даних, причому іноді одержувані результати важко піддаються інтерпретації.

Відмітимо, що за таким принципом була побудована і відома модель для оцінки ризику виникнення професійних захворювань Ткачевим, яка наведена в додатку до Санітарних норм и правил РФ. Він запропонував оцінювати ймовірність захворювання гірників за допомогою інтегрального показника ризику захворювання.

Деякий інший підхід до оцінки професійних захворювань був запропонований С.М. Новіковим, який припустив, що небезпека для здоров'я, обумовлена перевищенням ГДК (середньодобових), може бути оцінена на основі аналізу залежності ризику і ваги ефектів від рівнів впливу у всьому діапазоні ефективних концентрацій: від смертельних до граничних чи максимальних недіючих. Мірою умовного ризику (R) є деяка функція від імовірності появи ефекту визначеного ступеня ваги [6]. Однак, дана методика заснована на статичних (логічних) даних, які важко побудувати для конкретного виробництва.

Слід зазначити, що в Україні, ще з часів СРСР практично до другої половини ХХ століття переважала доктрина «нульового ризику» для працівників, або «абсолютної безпеки» праці за умови досягнення нормативних значень факторів виробничого середовища.

Гігієнічні нормативи були і поки залишаються в Україні основним інструментом оцінки безпеки для здоров'я персоналу, зайнятого в умовах дії шкідливих виробничих факторів. Їх перевищення розглядається як порушення санітарного законодавства і застосовується як орієнтир для розроблення критеріїв прийняття рішень щодо захисту працівників за допомогою заходів соціального та економічного характеру: захист «часом» (скорочений робочий день і тижень, достроковий вихід на пенсію, збільшена тривалість щорічної відпустки), доплати за шкідливі умови праці, надання лікувально-профілактичного харчування та інших пільг і компенсацій.

Міжнародний і вітчизняний досвід виявили безвихідність доктрини «Нульового ризику» [7, 8], оскільки вплив факторів професійного ризику може викликати порушення здоров'я працівників, навіть якщо вони знаходяться в ме-

жах нормованих величин. Крім того, в умовах реальної організації виробництва досягти безумовного дотримання нормативних значень факторів ризику – завдання, яке не в силах вирішити переважна більшість підприємств.

Акценти на вивчення окремих факторів професійних ризиків неминуче призводили до фрагментарної і недостовірної їх оцінки, схоластичного характеру їх нормування і малоефективних способів управління. Для подолання цих недоліків важливо перейти до вивчення ризиків на комплексній основі, що включає в себе нерозривний їх розгляд у двох взаємопов'язаних площинах:

– оцінка умов праці на основі аналізу факторів виробничого середовища: гігієнічні та психофізіологічні критерії факторів ризику;

– оцінка наслідків прояву професійних ризиків: медико-статистичні критерії ушкодження здоров'я через виробничо обумовлену і професійну захворюваність і ступінь втрати працездатності.

Формулювання невирішеної проблеми. Ідентифікація небезпек (ДСТУ 2156-93) передбачає встановлення для кожної з потенційних небезпек: подій, що ініціюють небезпеку, та умов їх реалізації; імовірності виникнення; джерела; реципієнтів та природи впливу на них; характеру та засобу виміру (кількісного вираження) ступеня впливу (критичності небезпеки); сукупності факторів, що збільшують або зменшують імовірність реалізації потенційної небезпеки, а також факторів, що посилюють її негативні наслідки.

Ситуація стосовно визначення рівнів професійного ризику з одного боку значно ускладнюється проведенням процесу оцінки потенційних небезпек, зрозумілістю їх визначення, а з іншого боку приховує певні небезпеки, які можуть виражатися у прямій залежності зростання кількості можливих помилок відносно кваліфікації фахівців та привнесення ними суб'єктивного фактору на стадії обґрунтування, а також в проведенні підприємством неповного процесу оцінки чи взагалі її формалізації. Тому важливим є запровадження єдиного зрозумілого підходу до оцінки професійних ризиків.

Мета роботи. Визначення рівня професійного ризику виникнення захворювання органів дихання на пилову етіологію у гірників, з урахуванням рекомендацій міжнародних стандартів серії OHSAS та обґрунтування кожного етапу процесу оцінювання професійного ризику.

Методи дослідження. Для визначення величини ризику доцільно використовувати достатньо апробований і прийнятий для використання в країнах ЄС метод, розроблений відповідно до вимог Британського стандарту OHSAS [9, 10]. Сутність цього методу визначення ризику полягає у встановленні серйозності наслідків на організм людини (табл. 1.), причинених небезпечною ситуацією, визначенні ймовірності небезпеки (табл. 2.) та частоти її виникнення (табл. 3.). Отже величину ризику розраховують за формулою [9]

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

де S – серйозність наслідків; E – частота виникнення; P – ймовірність небезпеки.

Величини ризику визначають в балах (від 1 до 30). (табл. 4.).

Таблиця 1

Критерії визначення серйозності наслідків

Легкі (незручності, подразнення, легка хвороба) (1)	Подія викликає короткочасне захворювання або порушення здоров'я, які не передбачають звернення за медичною допомогою. Можливо відсутність на роботі не більше трьох днів. Наприклад, головна біль, поява сухого кашлю, підвищеної втоми.
Середньої тяжкості (стійкі субатрофічні, атрофічні зміни) (2)	Подія викликає значні і тривалі наслідки. Передбачає звернення за медичною допомогою. Наприклад: важкий прогресуючий фіброз з дихальною недостатністю, прояв обструктивної емфіземи легень. Проявляється больовий синдром при рухах в грудній клітині.
Тяжкі (професійний рак, астма) (3)	Подія викликає постійні і незворотні ушкодження. Передбачає стаціонарне лікування та викликає відсутність на роботі більш ніж 30 днів. Наприклад: профузна міліарна інфільтрація, постійний сухий кашель, проявляються бронхіальні емфіземи, з'являється астматичний компонент, можливий рак бронхів або легенів.

Таблиця 2

Критерії у визначенні ймовірності події

Малоймовірно (1)	Гірник знаходиться у запиленій зоні незначний проміжок часу. Вміст пилу в шахтній атмосфері - низький і знаходиться у допустимих межах.
Ймовірно (2)	Гірник знаходиться у запиленій зоні значний проміжок часу. Вміст пилу в шахтній атмосфері - великий з перевищенням ГДК до 4 разів.
Велика ймовірність (3)	Гірник знаходиться у запиленій зоні - постійно. Вміст пилу в шахтній атмосфері – неприпустимий з перевищенням ГДК більше ніж в 4 рази.

Результати досліджень. Ризик виникнення професійного захворювання на пилову етіологію обумовлений дією пилового фактору, можна визначити у порівнянні з гранично-допустимою концентрацією пилу у повітрі робочої зони, з урахуванням його частоти дії та наслідків при технологічних процесах таких як: виймання вугілля, проведення підготовчих виробок та транспортування гірничої маси. Наприклад, у роботі [8] наведені результати виробничих досліджень з визначення середньодобових концентрацій пилу у видобувних виробках вугільних підприємств (табл. 5).

Таблиця 3

Ранжування частоти виникнення професійного захворювання

Величина E	Характеристика
4	Постійне перебування в зоні запилення 100 % робочого часу
3	Щоденне перебування в зоні запилення, але не більше 50% робочого часу
2	Періодичне перебування в запиленій зоні
1	Випадкове перебування в запиленій зоні

Таблиця 4

Рангова шкала величини ризику від впливу пилу з урахуванням частоти перебування у запиленій зоні

Ризик	Бали
Недопустимий	Більше 27
Значний	24 - 27
Помірний	16 -24
Малий	8 - 16
Малозначущий	1 - 8

Таблиця 5

Значення середньої концентрації пилу в повітрі гірничих виробок [7]

Показники	Басейн				
	Дніпровський	Волинський	Лвівський	Луганський	Донецький
Середня концентрація пилу у гірничих виробках, мг/м ³	185	195	221	254	294
Стандартне відхилення	5	3	4	4	2

Аналізуючи дані таблиці 5 бачимо, що концентрація пилу коливається у діапазоні 185 – 294 мг/м³, а це у 18 – 30 разів перевищує ГДК для наявності вільного діоксиду кремнію до 2 % (ГДК складає 10 мг/м³). Тоді зі збільшенням кількості SiO₂ цей показник ще погіршиться. Це дозволяє говорити про велику ймовірність виникнення захворюваності на пневмоконіози і пилові бронхіти. Підтвердження зробленого висновку можна знайти у роботах як вітчизняних так і зарубіжних фахівців, що займаються цією проблематикою. Відомими з них є роботи Мухіна В.В., Кундієва Ю.І., Измерова Н.Ф., Кириллова Ф.П. та інших. При виборі рівня серйозності наслідків дії пилу на працівників скористаємось роботами американських дослідників A.L. Wolfe и Jay F. Colinet, які досить ретельно дослідили дану проблематику у роботі «Вплив на здорове вели-

кої кількості респірабельного пилу» опублікованій у книзі «Best Practices for Dust Control in Coal Mining», які вказують про надзвичайну загрозу для здоров'я людини вдихання пилу. Відмітимо, що більшість вітчизняних фахівців поділяють цей висновок. Наприклад у роботі Солоділова А.І. Обґрунтування реабілітаційних заходів при пневмоконіозі у гірників вугільних шахт прямо вказується, що за кількістю професійних захворювань домінуюче місце серед усіх професійних груп галузей народного господарства України займають підземні робітники вугільних шахт (67,3-68,2) %. В свою чергу, до найбільш небезпечних професій відносяться професії гірника очисного вибою, прохідника та вибійника, де найбільша фіксується концентрація пилу. Відмітимо, що у роботі [9] вказується, що найбільша кількість хворих реєструється у видобувній промисловості. Отже ризик виникнення захворювань на пилову етіологію є - є неприпустимо високим (табл. 6). Подібний висновок зроблений і роботі [9].

Таблиця 6

Зведена таблиця розрахунку рівня ризику

Професія	Небезпека	Наслідки	Базовий ризик				Категорія ризику
			S	E	P	R	
Гірник	Пил	ПК*	3	3	3	27	НД**

Примітки * ПК – пневмоконіоз; НД - недопустимий

Така ситуація потребує розробки спеціальних способів і заходів для зменшення запиленості гірничих виробок. Зрозуміло, що найінтенсивніше пилоутворення відбувається в зоні роботи очисних та прохідницьких комбайнів і залежить від типу виконавчого органу комбайну, потужності пласта та вмісту вологи у вугіллі. Ефективність засобів знепилювання залежить від багатьох складових і коливається в діапазоні від 50 до 90 % (табл. 7).

Таблиця 7

Ефективність засобів знепилювання [6]

Засіб знепилення	Ефективність, %
Зрошення типове без накриття	70 – 90
Зрошення типове з накриттям	85 – 96
Високонапірне зрошення	85 – 96
Зрошення з подачею води в зону різання	83 – 92
Пневмогідрозрошення	90 – 98
Попереднє зволоження вугільного масиву водою	50 – 60

У роботі «Пылевая обстановка и заболеваемость пневмокониозом на шахтах Украины / Э.Н. Медведев, О.И. Кашуба, Б.М. Кривохижа, С.А. Крутенко. – Макеевка-Донбасс: МакНИИ, 2005» автори спробували спрогнозувати залишкові рівні запиленості повітря, виходячи з величини питомого пиловиділення, величина якого розраховується за формулою:

$$q = 150 \cdot a \cdot k_w \cdot k_H, \text{ г/т}, \quad (2)$$

де a – вміст пилу у видобутому вугіллі; k_w, k_n – коефіцієнти, що враховують потужність пласта і рівень вологи.

Виходячи з величини питомого пиловиділення оцінюється концентрація пилу в повітрі робочої зони за формулою:

$$C = 1000q \frac{P}{Q} k_b k_e k_n, \text{ мг/м}^3, \quad (3)$$

де q – ступінь питомого пиловиділення пласта, г/т; Q – кількість повітря, яка проходить біля джерела пилу, м³/хв; P – ступінь продуктивності процесу, т/хв; k_b, k_e, k_n – коефіцієнти, які враховують швидкість повітря у виробці, ефективність знепилювальних заходів і технологію виробничого процесу відповідно.

Величину коефіцієнта ефективності знепилення k_e рекомендується визначити за наступною формулою:

$$k_e = (1 - \frac{E_1}{100})(1 - \frac{E_2}{100}) \times \dots \times (1 - \frac{E_n}{100}), \quad (4)$$

де E_n – ефективність окремих знепилювальних заходів, %.

Результати проведених розрахунків з визначення залишкових рівнів запиленості повітря при роботі комбайнів наведені в табл. 8.

Таблиця 8

Запиленість повітря під час виробничих процесів

Виробничий процес	Марка вугілля	Залишковий рівень запиленості повітря, мг/м ³ , при різному питомому пиловиділенні, г/т						
		До 50	50 – 100	101 – 150	151 – 250	251 – 400	401 – 600	601 – 1000
Виймання вугілля комбайнами	Д, Г	1 – 16	8 – 23	9 – 74	18 – 28	–	–	–
	К, Ж	1 – 4	8 – 10	9 – 14	–	–	251 – 345	196 – 269
	ОС, Т	–	–	30 – 53	50 – 178	–	–	38 – 67
	А	3 – 5	14 – 58	40 – 84	14 – 74	64 – 104	–	–

Аналіз розрахунків показує, що запиленість повітря навіть при використанні комплексу існуючих заходів все ж таки в декілька разів перевищує санітарні норми. Отримані результати підтверджуються експериментальними дослідженнями концентрації пилу у гірничих виробках наведеними у роботах [10, 11]. Виходячи з отриманих даних у таблиці 8, був визначений рівень ризику виникнення захворювань.

Аналіз отриманих результатів. Отримані величини показують, що мінімальний рівень ризику спостерігається тільки при питомому пиловиділенні до 50 г/т. Тоді як при його збільшенні, всі існуючі методи боротьби з пилом є недостатньо ефективними. Треба зауважити, що практика використання для захисту органів дихання гірників недорогих фільтрувальних респіраторів, не дозволяє забезпечити надійний захист. Як показали багаточисельні виробничі дослідження - вони не дуже ефективні, і забрудненість повітря, яке вдихається, зни-

жується лише у декілька разів і то за умови своєчасного і довготривалого їх використання підготовленими і тренуваними працівниками [11].

Таблиця 8

Результати розрахунку рівня ризику виникнення захворювань на пилову етіологію

Виробничий процес	Марка вугілля	Рівень ризику виникнення захворювання, при різному питомому пиловиділенні, г/г						
		До 50	50 – 100	101 – 150	151 – 250	251 – 400	401 – 600	601 – 1000
Виймання вугілля комбайнами	Д, Г	9	18	18	18			27
	К, Ж	9	9	9			27	18
	ОС, Т			18	27			
	А	9	18	18	27	27		

Цей висновок не суперечить світовому досвіду, де рахується використання фільтрувальних респіраторів одним із самих ненадійних засобів захисту працівників від професійних захворювань органів дихання. Чисельні дослідження захисних властивостей ЗІЗОД у виробничих умовах говорять про вкрай непостійну їх ефективність – як у одного, так і у різних працівників, що використовують однакові респіратори в схожих умовах праці. Вона може відрізнятися в десятки, а іноді й у сотні разів. Тому в країнах ЄС і США були встановлені області очікуваних коефіцієнтів захисту ОК₃ (assigned protection factors APF) (табл. 9), 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 – в 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 від 2,5 до 125). Однак з невідомих причин майже в усіх вітчизняних рекомендаціях з вибору ЗІЗОД наведені завищені коефіцієнти захисту, які отримані в лабораторних умовах. Таким чином, навіть при безперервному використанні респіраторів не гарантований надійний захист значної частини працівників.

Отже, така ситуація потребує докорінних змін як технології видобутку вугілля так і серйозної модернізації колективних засобів захисту гірників. Наприклад, до таких можна віднести автоматизовану стругову виїмку. Порівняльні дослідження з величин пилоутворення в аналогічних умовах між видобутком вугілля комбайном і стругом, показали, що при роботі струга виділення пилу значно менше. Крім того, існують сучасні технічні заходи, які дозволяють запобігти потрапляння пилу в зону дихання. Використання робочих органів очисних комбайнів з вбудованими пиловловлювачами. За кордоном, найбільше поширення отримало використання скрубєрів Вентурі у робочому органі комбайну. Розповсюдження отримали і струменеві вентилятори, які мають подібний

принцип дії. Декілька форсунок розміщують на корпусі комбайну, які направлені вниз за потоком повітря, з метою видалення запиленого повітря від місця знаходження оператора гірничої машини. Також для зниження запиленості в зоні роботи очисного комбайну використовуються форсунки, які встановлюються під козирками секцій механізованого кріплення [12].

Таблиця 9

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

Тип ЗІЗОД	Коефіцієнт захисту		Обмеження області використання	
	вимоги при сертифікації	мінімальні виміряні під час роботи	до 2013 р.	після 2013 р.
Півмаска (США)	$\geq 25\ 000^1$	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; 2. BS EN 136:1998 Full face masks. Requirements, **testing**, marking; 3. ANSI Z88.2 "Respiratory protection" (1992); 4. US Standard 29 CFR 1910.134 "Respiratory protection"; 5. Bureau of Mines "Respirator Approval Schedule 21B" (1965).

На жаль, поліпшення умов праці станеться не відразу і не повсюдно, оскільки впровадження новітніх і ефективних засобів колективного захисту потребує значних витрат на реконструкцію гірничого обладнання та технології видобутку. Тому на даному етапі важливо контролювати пилове навантаження гірників і своєчасно при досягненні критичної маси пилу в легенях переводити на іншу більш безпечну роботу.

Робота виконана в рамках наукової тематики ГП-497 «Ресурсозберігаюча геотехнологічна і гідродинамічна параметризація видобутку малопотужних запасів мінеральної сировини в техногенно-навантаженому середовищі», яка фінансується за рахунок державного бюджету України.

Висновки. Проведенні дослідження показали, що рівень ризику виникнення професійних захворювань на вітчизняних шахтах навіть з використанням цілого комплексу існуючих знепилюючих заходів коливається від значного при питомому пиловиділенні до 100 г/т до недопустимого з важкими гострими ефектами при перевищенні цього показника. Однак, існують і незначні величини ризиків виникнення професійних захворювань органів дихання на вугільних шахтах з рівнем питомого пиловиділення до 50 г/т.

Тільки за допомогою використання сучасних технічних засобів колективного захисту можна знизити запиленість у зоні роботи очисних комбайнів.

Перелік посилань

1. Reynolds, L. E., Blackley, D. J., Laney, A. S., & Halldin, C. N. (2017). Respiratory morbidity among US coal miners in states outside of central Appalachia. *American journal of industrial medicine*, 60(6), 513-517.
2. Sotskov V., Podvyhina O., Dereviahina N. & Malashkevych D. (2018). Substantiating the criteria for applying selective excavation of coal deposits in the Western Donbass. *Dniprop. Univer. bulletin, Geology, geography*, 26(1), 158-164.
3. Nandi, S., Dhattrak, S. V., Chaterjee, D. M., Dhumne, U. L., & Ingole, S. V. (2017). A study on morbidity profile of lignite miners in western India. *International Journal of Occupational Safety and Health*, 5(1), 14-16.
4. Sotskov V.O., Demchenko Yu. I., Salli S.V. & Dereviahina N.I. (2017). Optimization of parameters of overworked mining gallery support while carrying out long-wall face workings. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, (6), 34 - 40.
5. Gubernot, D. M., Anderson, G. B., & Hunting, K. L. (2015). Characterizing occupational heat-related mortality in the United States, 2000–2010: An analysis using the census of fatal occupational injuries database. *American journal of industrial medicine*, 58(2), 203-211.
6. Halldin, C. N., Wolfe, A. L., & Laney, A. S. (2015). Comparative respiratory morbidity of former and current US coal miners. *American journal of public health*, 105(12), 2576-2577.
7. Fomychov V. & Sotskov V. (2018). Determination of parameters of non-uniform fractured rock mass in computing experiment. *Dniprop. Univer. bulletin, Geology, geography*, 26(1), 26-32.
8. Shumate, A. M., Yeoman, K., Victoroff, T., Evans, K., Karr, R., Sanchez, T., ... & Laney, A. S. (2017). Morbidity and Health Risk Factors Among New Mexico Miners: A Comparison Across Mining Sectors. *Journal of occupational and environmental medicine*, 59(8), 789-794.
9. Chigisova, A. N., Ogarkov, M. Y., & Maksimov, S. A. (2017). Risk of arterial hypertension in workers employed at coal-mining enterprises: social and hygienic assessment. *Sanitary-Epidemiologic Service*, (3), 76.
10. Bhelkar, S. M., Ughade, S. N., Thakre, S., & Jogdand, G. (2015). A comparative study of morbid conditions amongst opencast and underground coal miners. *Journal of Evolution of Medical and Dental Sciences*, 4(7), 1132-1138.
11. Cheberiachko S., Cheberiachko Yu., Sotskov V., Tytov O. (2018). Analysis of the factors influencing the level of professional health and the biological age of miners during underground mining of coal seams. *Mining of mineral deposits 2018*, 12(3): 87-96.
12. Malashkevych, D., Sotskov V., Medyanyk V. & Prykhodchenko D. (2018). Integrated Evaluation of the Worked-Out Area Partial Backfill Effect of Stress-Strain State of Coal-Bearing Rock Mass. *Solid State Phenomena*, (277), 213-220.

АННОТАЦІЯ

Цель работы. Определение уровня профессионального риска возникновения заболевания органов дыхания на пылевую этиологию у горняков, с учетом рекомендаций международных стандартов серии OHSAS и обоснованием каждого этапа процесса оценки профессионального риска.

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

Материалы и методы. Для оценки профессиональных рисков был использован подход описан в ГОСТ-П OHSAS 18001: 2006. «Системы управления безопасностью и гигиеной труда. требования»

Результаты. Проведении исследования показали, что уровень риска возникновения профессиональных заболеваний отечественных шахтах даже с использованием целого комплекса существующих обеспыливающих мероприятий колеблется от значительного при удельном пылевыведении до 100 г / т до недопустимого с тяжелыми острыми эффектами при превышении этого показателя. Однако, существуют и незначительные величины рисков возникновения профессиональных заболеваний органов дыхания на угольных шахтах с уровнем удельного пылевыведения до 50 г / т. Только посредством использования современных технических средств коллективной защиты можно снизить запыленность в зоне работы очистных комбайнов.

Научная новизна. Установлено, что взаимосвязь между уровнем профессионального риска возникновения заболеваний на угольных шахтах на пылевую этиологию и удельной пылевыведения на тонну угля.

Практическая значимость. Обоснованные параметры с оценка условий труда на основе анализа факторов производственной среды: гигиенические и психофизиологические критерии факторов риска и оценка последствий проявления профессиональных заболеваний. С помощью результатов исследования и использования современных технических средств коллективной защиты можно снизить запыленность в зоне работы очистных комбайнов.

Ключевые слова: угольная шахта, пыль, пневмокониоз, величина риска, удельное пылевыведение, очистной комбайн, средства обеспыливания.

ABSTRACT

Purpose of work. Determination of the occupational risk of respiratory disease to dusty etiology in miners, taking into account the recommendations of the international standards of the OHSAS series and justifying each stage of the process of professional risk assessment.

The main problem. Professional risk management assesses their impact on occupational diseases and find ways to reduce occupational diseases of dust etiology among mining workers.

Materials and methods. To assess occupational risks, the tested and accepted method is used in the EU countries and developed in accordance with the requirements of the British standard OHSAS and described in GOST-P 18001: 2006. "Occupational Safety and Health Management Systems. requirements »

Results. The study showed that the level of risk of occupational diseases in domestic mines, even using a complete set of existing dust removal measures, varies from a significant with a specific dust emission of up to 100 g / ton to an inadmissible with severe acute effects when this indicator is exceeded. However, there are also insignificant values of the risks of occupational respiratory diseases in coal mines with a level of specific dust extraction of up to 50 g / t. The use of modern technical means of collective protection can reduce the dustiness in the working area of treatment combines.

Scientific novelty. It was established that the correlation between the level of occupational risk of diseases in coal mines for dust etiology and the specific gravity of dust per ton of coal.

Practical significance. Reasonable parameters and evaluation of working conditions on the basis of analysis of factors of the production environment: hygienic and psychophysiological criteria of risk factors and evaluation of the consequences of the manifestation of occupational diseases.

Using the results of research and the use of modern technical means of collective protection can reduce the dust content in the work area of shearers.

Key words: coal mine, dust, pneumoconiosis, risk value, specific dust extraction, purification combine, dusts, miner's health, health protection.

УДК 622.807:504.06

© А.А. Юрченко, Д.В. Кулікова

ФОРМУВАННЯ ТА РОСПОВСЮДЖЕННЯ ПИЛОВОЇ ХМАРИ ПІСЛЯ МАСОВОГО ВИБУХУ В ЗАЛІЗОРУДНОМУ КАР'ЄРІ

© A. Yurchenko, D. Kulikova

THE FORMATION AND SPREAD OF DUST CLOUD AFTER A MASSIVE EXPLOSION AT AN IRON-ORE QUARRY

Мета. Розроблення методики визначення параметрів підйому та розповсюдження пилу в пило-газовій хмарі при масовому вибуху в залізорудному кар'єрі, а також оцінки забруднення пилом прилеглих територій.

Методика дослідження. Для вирішення поставлених задач у роботі використані: аналітичний метод – для дослідження фізичних процесів утворення пило-газової хмари при масовому вибуху; методи математичного моделювання – для визначення параметрів розповсюдження різних фракцій пилу в кар'єрному просторі та за його межами.

Результати дослідження. Уточнено та систематизовано чинники, що впливають на процес формування пило-газової хмари, яка утворюється після масового вибуху. Розроблено метод визначення висоти підйому фракцій пилу на всіх етапах формування та розповсюдження пилової хмари, а також визначено параметри забруднення пилом прилеглих до кар'єру територій.

Наукова новизна. Отримали подальший розвиток теоретичні моделі розподілу пилових частинок за висотою пило-газової хмари при масовому вибуху, що дозволило уточнити фракційну структуру пилової хмари і підвищити достовірність розрахунку розсіювання пилу вітром за межами кар'єру. Висота підйому пилових частинок під дією теплового фактора при відсутності вітру в приземному шарі атмосфери нелінійно залежить від їх розмірів, щільності речовини, параметрів свердловинних зарядів, типу вибухової речовини і температури атмосферного повітря.

Практичне значення. Отримані результати дозволяють прогнозувати висоту підйому пилової хмари по закінченню процесу її формування. Розрахунки показали, що при масовому вибуху потужністю 500 т вибухової речовини типу україніту при температурі атмосферного повітря 293 °К верхня межа пилової хмари досягає 600 м. Встановлена дальність і площа розсіювання хмари залізорудної пилу в цілому, а також, зокрема, тонко- і грубодисперсної її фракцій при середньорічній швидкості вітру в Кривбасі 5 м/с. Показано, що при масовому вибуху потужністю 500 т і глибині кар'єру 300 м з кутом укосу навітряного борту 30° дальність розсіювання грубодисперсного залізорудного пилу з розмірами частинок від 73 мкм до 13 мкм становить від 0,14 км до 4,4 км, тонкодисперсного пилу з діаметрами частинок від 7