

The methods of research are theoretical, experimental and the analysis of previously performed researches is represented.

Findings. To optimize the suppression of coal dust and harmful gases - carbon monoxide, sulfur oxides and nitrogen, the new means are developed which ensure the neutralization of harmful ingredients due to their physicochemical interaction with the components of dust and harmful gases. Perspective methods for neutralizing benzopyrene are presented. As benzopyrene contributes to the development of cancers of coke plants' workers.

The originality lies in the theoretical and experimental justification for the use of solutions of natural compounds for the neutralization of oxides of oxygen, nitrogen and sulfur, as well as in the use, for controlling benzopyrene, of a method for irradiating its gas molecules with the help of an electric discharge of ultraviolet radiation.

Practical implications. The theoretical and experimental justification for the use of solutions of natural compounds for the neutralization of oxides of oxygen, nitrogen and sulfur, as well as in the use, for controlling benzopyrene, of a method for irradiating its gas molecules with the help of an electric discharge of ultraviolet radiation. The recommendations of their using in industrial conditions at coke plants are represented.

Keywords: *cake and by-product process, atmospheric impurities, aqueous caustic, carbon oxides, foul gas*

УДК. 665.66:614.89

© С.І. Чеберячко, А.В. Яворський, О.О. Яворська

ЗАПИЛЕНІСТЬ ПОВІТРЯ ТА РИЗИКИ ВИНИКНЕННЯ ПРОФЕСІЙНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ ПРИ КОМБАЙНОВІЙ І СТРУГОВІЙ ВИЙМЦІ ВУГІЛЛЯ

© S. Cheberiachko, A. Yavors'kyu, O. Yavorska

DUSTINESS OF AIR AND RISK OF OCCUPATIONAL DISEASES WHILE SHEARER AND PLOUGH COAL MINING

Наведено результати досліджень запиленості повітря та рівня професійного ризику виникнення захворювань органів дихання на пилову етіологію у шахтарів при комбайновій і струговій виймці вугілля.

Приведены результаты исследований запыленности воздуха и уровня профессионального риска возникновения заболеваний органов дыхания пылевой этиологии у шахтеров при комбайновой и струговой выемке угля.

Вступ. 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 мікроклі-

мат. 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, зареєстроване професійне захворювання на рак легенів, становить близько 16 % усіх випадків злоякісних новоутворень. Така ситуація значно збільшує соціальну напруженість у гірничих регіонах: підвищується інвалідність, смертність, зменшується загальна тривалість життя шахтарів.

Проблему можна вирішити шляхом впровадження новітніх технічних засобів колективного захисту (вентиляції; місцевих відсмоктувачів, вбудованих у комбайн; повітряних душів; дистанційного 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. У цьому випадку єдиним способом захисту гірників має бути впровадження системи управління ризиками, яка базується на індивідуальному контролі пилового навантаження. Збереження інформації щодо динаміки отриманих доз (наприклад, на електронних носіях) надасть змогу прогнозувати ймовірність захворювання на пневмоконіози та пилові бронхіти і оцінювати стан здоров'я кожного у разі потреби.

Мета роботи. Надання систематизованої інформації про чинники, що впливають на рівні запиленості повітря у очисних виробках вугільних шахт з різними типами гірничодобувних машин та визначення рівня ризику виникнення професійних захворювань органів дихання на пилову етіологію у гірників.

Методи дослідження. Для оцінки пилового фактору було проведено дослідження в очисних вибоях шахти «Степова» ЧАО «ДТЕК Павлоградвугілля» обладнаних вузькозахватним комбайном (МВ-410Е) з механізованим комплексом OSTROJ (168 лава) та струговою установкою GH800 з механізованим комплексом DBT (171 лава). Запиленість повітря вимірювали на робочих місцях машиністів гірничодобувних машин та гірників в лаві за допомогою прибору ІЗША. За даними хронометражу встановлювали тривалість операцій, що виконувались гірниками та визначали середньозмінну концентрацію пилу.

Для визначення величини ризику використовували достатньо апробовані і прийняті для використання в країнах ЄС методи, розроблені відповідно до вимог Британського стандарту [2, 3]. Сутність одного з методів полягає у встановленні серйозності наслідків для організму людини (табл. 1.), спричинених небезпечною ситуацією, визначенні ймовірності небезпеки (табл. 2.) та частоти її виникнення (табл. 3.). Отже його величину розраховують за формулою [2]

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

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

Величини ризику визначаються в балах. Вони мають значення від мінімального (значення 1 бал - малозначущий ризик) до максимального (значення 30 балів - недопустимий ризик) (табл. 4.).

Таблиця 1

Критерії визначення серйозності наслідків

Легкі (подразнення, легка хвороба) (1)	Подія викликає короткочасне захворювання або порушення здоров'я, яке не передбачає звернення за медичною допомогою. Можлива відсутність на роботі не більше трьох днів. Наприклад, головна біль, поява сухого кашлю, підвищеної втоми, неспецифічної патології.
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, прояви абструптивної 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 більше ніж 30 днів. Наприклад, для гострого силікозу, типовим є профузна міліарна інфільтрація або вогнища ущільнення на рентгенограмі, постійний сухий кашель, проявляється бронхіальні ефікземи, астматичний компонент, можливий рак бронхів або легенів.

Таблиця 2

Критерії у визначенні ймовірності події

Малоймовірно (1)	Хімічні речовини використовуються рідко. Вміст низький, який знаходиться в допустимих межах.
Ймовірно (2)	Хімічні речовини використовуються часто. Вміст помірний, перевищення ГДК до 4 разів.
Велика ймовірність (3)	Хімічні речовини використовуються постійно, наявні ознаки їх впливу, перевищення ГДК більше ніж в 4 рази.

Таблиця 3

Ранжування частоти виникнення профзахворювання

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 ризику від впливу пилу з урахуванням частоти перебування в небезпечній зоні

Ризик	Бали
Недопустимий (НД)	Більше 27
Значний (З)	24 - 27
Помірний (П)	16 - 24
Малий (М)	8 - 16
Малозначущий (МЗ)	1 - 8

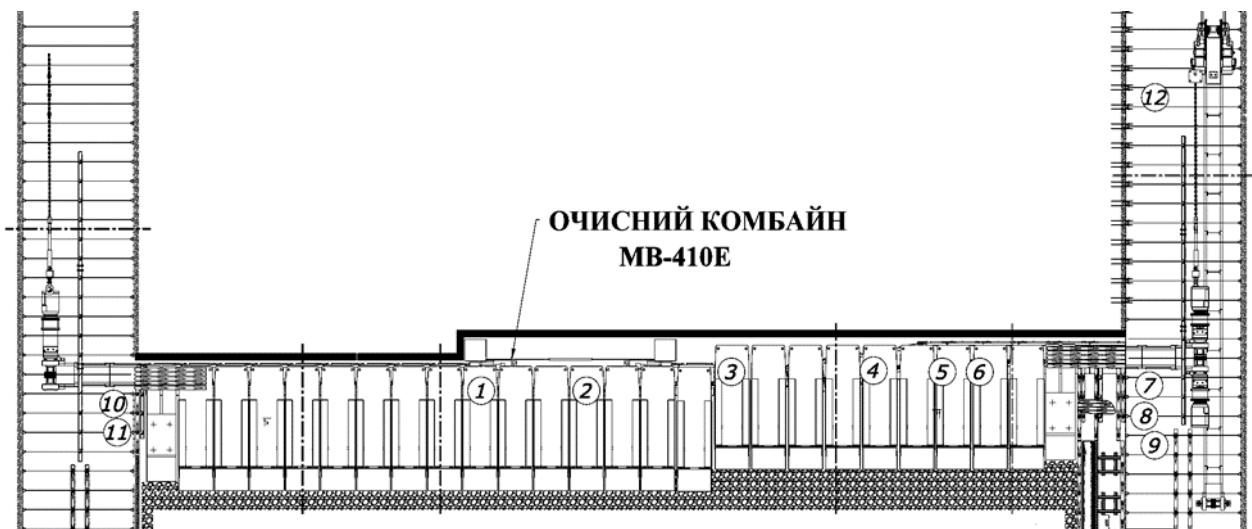


Рис. 1. Технологія виїмки вугілля комбайном із схемою розміщення гірників в лаві: 1 – машиніст комбайну; 2 – помічник машиніста; 3,4,5,6 – ГРОВ; 7 – ГРОВ, контроль за виходом комбайну, 8,9,10,11 – ГРОВ, кріплення сполучення лави і штреку

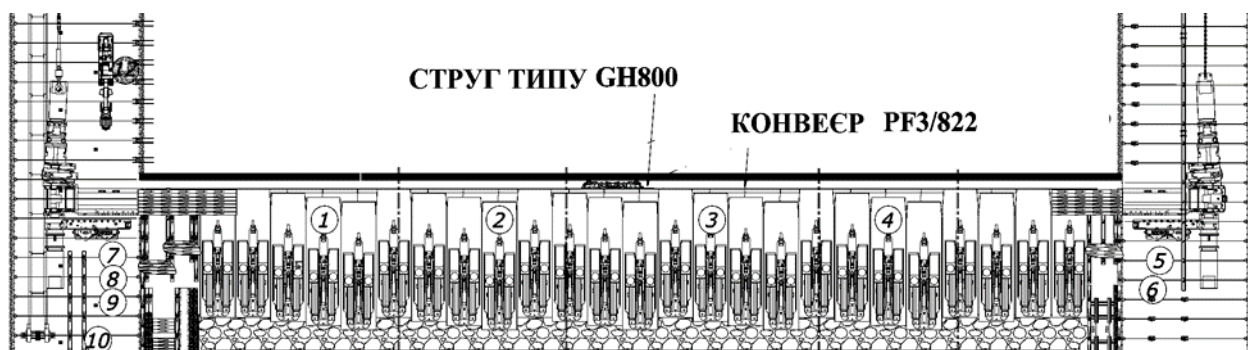


Рис. 2. Технологія стругової виїмки вугілля із схемою розміщення гірників в лаві: 1 – ГРОВ, керівник ланки; 2, 3, 4 ГРОВ відповідальні за кривлю забою; 5,6 – ГРОВ, демонтаж арочного кріплення; 7 – ГРОВ, контроль за виходом стругу; 8, 9 – ГРОВ, кріплення частини нижнього сполучення лави і штреку; 10 – ГРОВ, приведення у відповідність з ПБ конвеєрного штреку за лавою; 12 – оператор стругової установки

Результати досліджень. Найбільш розповсюдженою виїмкою вугілля на пологих пластах є вузькозахватна з використанням очисного комбайна (рис. 1). Однак, останнім часом доволі успішно на шахтах України використовують стругову виїмку вугілля (рис. 2). Рахується, що остання при відпрацюванні пластів потужністю менших за 1,8 м має низку переваг над комбайновим способом, а саме - менші капітальні і експлуатаційні витрати, більш високі показники продуктивності.

Час роботи вугільного комбайну впродовж зміни визначається встановленими показниками видобутку вугілля, які залежать від потужності пластів, їх небезпечності щодо викидів вугілля і газу, ефективності провітрювання та інших гірничо-геологічних характеристик. У звичайних умовах він знаходиться у діапазоні від 30 до 40 % від загальної тривалості зміни. Час роботи стругової установки збільшується у 1,5 – 2 рази у порівнянні з комбайновими лавами. Схема розташування та кількісний склад гірників при комбайновій та струговій виїмці зображений на рис. 1 і 2 відповідно.

При роботі комбайну, в залежності від напрямку його руху, частина гірників працюють на свіжому повітрі, а частина у зоні інтенсивного запилення. Машиніст комбайну і його помічник завжди працює в зоні інтенсивного пило-виділення. В нижній частині лави ГРОВ працюють на відносно свіжому повітрі. Джерелами пилоутворення в ній є відбійний молоток або пил від пересипання вугілля. На відміну від нижньої частини лави, у верхній частині лави на запиленість додатково впливають процеси пилоутворення, які пов'язані з роботою в лаві комбайна, зачищенням гірниками секцій кріплення, пересування механізованого кріплення тощо.

Також робота комбайну характеризується значно більшим утворенням вугільного пилу ніж при роботі струга, яка концентрується у відносно невеликому просторі. На цей процес впливає значне подрібнення відбитої маси, а також діаметр шнека, його тип і число зубців, швидкість подачі комбайну. Слід відмітити, що для пилоподавлення використовується дуже складна система зрошення вибою. При цьому форсунки розміщуються безпосередньо на шнеках (рис. 3), що через турбулентність потоку повітря і значне його перемішування за допомогою шнеків, приводить до низької ефективності наведеного способу знепилення [4].

Відмітимо, що при роботі струга відбиваються значно більші куски вугілля, що сприяє меншому утворенню пилу. При цьому в стругових лавах система зрошення розміщується під перекриттям кріплення та на боках забійного конвеєру (рис. 4), що забезпечує порівняно більшу ефективність пилоподавлення.

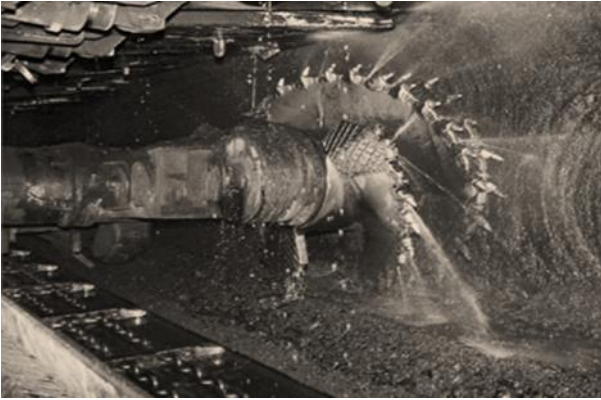


Рис. 3. Форсунки, розміщені безпосередньо на шнеці

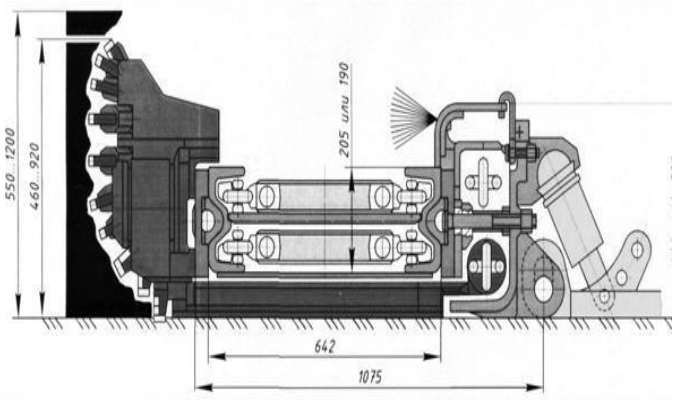


Рис. 4. Форсунки, розміщені на забійному конвеєрі

У роботі [5] автори запропонували формулу для розрахунку залишкових рівнів запиленості повітря, виходячи з величини питомого пиловиділення,

$$C = 1000 \cdot q \frac{P}{Q} \cdot k_g \cdot k_e \cdot k_n, \text{ мг/м}^3, \quad (2)$$

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 засобів і технологію виробничого процесу відповідно.

Величина питомого пиловиділення розраховується за формулою

$$q = 150 \cdot a \cdot k_w \cdot k_H, \text{ г/т}, \quad (3)$$

де a – вміст пилу у видобутому вугіллі [5]; k_w , k_H – коефіцієнти, що враховують величину потужності пласта і рівень вологи.

Величину коефіцієнта ефективності знепилення k_e рекомендується визначити за наступною формулою [5]:

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

де E_n – ефективність окремих знепилювальних засобів, %.

Результати проведених розрахунків з визначення залишкових рівнів запиленості повітря при роботі комбайна і струга наведені в табл. 5. [5]

Аналіз розрахунків показує, що запиленість повітря при роботі струга дещо менша, ніж при роботі комбайнів. Для підтвердження отриманих розрахунків були проведені експериментальні заміри запиленості повітря в комбайновій (168 лава) і струговій (171 лава) лавах шахти «Степова» ЧАО «ДТЕК Павлоградвугілля». Середньозмінну концентрацію пилу визначали за допомогою портативних вимірників запиленості типу ІЗША, які автоматично нагромаджують середні значення концентрації пилу за час зміни. Їх розміщували у двох точках: перший на вентиляційному штреку в десяти метрах від сполучення штреку і лави згідно вимогам ПБ, другий – в лаві на відстані від сполучення 5 – 10 м (рис. 5).

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 комбайном	Д, Г	1 – 21	11 – 30	12 – 99	24 – 37	–	–	–
	К, Ж	1 – 5	11 – 14	12 – 22	–	–	335 – 450	261 – 359
	ОС, Т	–	–	40 – 70	67 – 237	–	–	50 – 89
	А	4 – 75	19 – 77	53 – 112	19 – 98	85 – 138	–	–
Виймання вугілля стругом	Д, Г	1 – 14	7 – 20	5 – 64	16 – 24	–	–	–
	К, Ж	1 – 3	7 – 8	8 – 14	–	–	218 – 299	170 – 233
	ОС, Т	–	–	26 – 46	44 – 154	–	–	33 – 58
	А	3 – 5	12 – 50	34 – 73	12 – 64	55 – 90	–	–

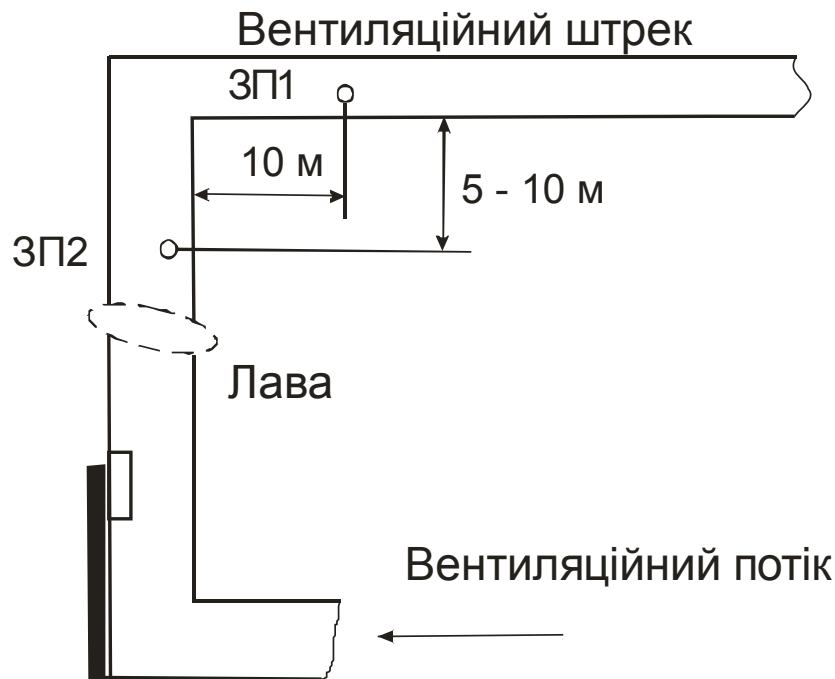


Рис. 5. Схема розміщення приборів для контролю постійного концентрації пилу в повітрі

Середньозміну концентрацію в лаві розраховували за формулою:

$$C_L = \frac{\bar{C}_k - c}{L \cdot b} \cdot [1 - \exp(-b \cdot L)] + c \quad (5)$$

де \bar{C}_k – середні показники концентрації пилу прибору за зміну, мг/м³; c , b – коефіцієнти; L – довжина виробки, м.

Результати замірів наведені в таблиці 6.

Таблиця 6

Результати замірів запиленості повітря

Виробничий процес	Точка заміру	Запиленість повітря в очисному вибої шахти, мг/м ³
Виймання вугілля комбайном	ЗП 1	25
	ЗП 2	80
Виймання вугілля стругом	ЗП 1	15
	ЗП 2	55

У таблиці 7 наведено розрахунок ризику виникнення професійного захворювання у гірників, які працюють при комбайновій і струговій виїмці вугілля.

Таблиця 7

Зведена таблиця розрахунку рівня виробничого ризику

Професія	Небезпека	Тип виїмки	Базовий ризик				Категорія ризику
			S	E	P	R	
Гірник	Пил	комбайн	3	3	3	27	НД
		струг	3	2	2	12	П

Аналіз отриманих даних показує, що при роботі струга виділення пилу дещо менше. Однак, рівень запилення все рівно значно більший безпечних показників. В той же час розташування оператора стругової установки та інших гірників, дозволяє знизити рівень ризику професійних захворювань органів дихання, оскільки вони не знаходяться безпосередньо в зоні інтенсивного пило-виділення. Також концентрація пилу на вентиляційному штреку відносно незначна і тим самим сприяє зниженню ступеня ризику з недопустимого до помірного, що також вимагає від роботодавців впровадження додаткових засобів захисту гірників.

Висновки.

1. Встановлено, що технічно досяжний рівень запиленості при роботі очисного комбайну складає 80 мг/м³, тоді як в подібних умовах при роботі струга фіксується рівень запиленості 55 мг/м³, що у 1,5 разів менше. Ризик виникнення захворювань на пилову етіологію у машиніста комбайну є недопустимий, а у машиніста стругової установки – помірний.

2. Не дивлячись на менше виділення пилу при роботі струга, саме його використання не дозволяє знизити запиленість очисного вибою до безпечних рівнів. Однак, розташування оператора стругової установки та інших гірників у зонах з відносно низьким рівнем запилення значно зменшує ризик виникнення професійних захворювань на пилову етіологію.

3. Тільки за допомогою використання сучасних технічних засобів колективного захисту (вентиляції; місцевих пиловідсмоктувачів, вбудованих у комбайн;

сучасних повітряних душів; та ін.) можна знизити запиленість у зоні дихання гірників до безпечних норм.

Перелік посилань

1. Басанець А. Професійна захворюваність в Україні /А. Басанець, І. Луб'янова, Д. Тимошина // Охорона праці. – 2008. – № 10. – С. 39 – 42.
2. ДСТУ-П ОHSAS 18001:2006. «Системи управління безпекою та гігієною праці. Вимоги» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://metrology.com.ua/download/ iso-iec-ohsas-i-dr/61 -iso/519-dstu-p-ohsas-18001-2006](http://metrology.com.ua/download/iso-iec-ohsas-i-dr/61-iso/519-dstu-p-ohsas-18001-2006)
3. 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. – 2015. № 2 (43). – С. 123 – 128.
4. Goodman, G.V.R, and Organiscak, J.A., 2001, "Laboratory evaluation of a canopy air curtain for controlling occupational exposures of roof bolters," Proceedings of the 7th International Mine Ventilation Congress, S. Wasilewski, ed., Cracow, Poland, June 17–22, 2001, Chapter
5. Пылевая обстановка и заболеваемость пневмокониозом на шахтах Украины / Э.Н. Медведев, О.И. Кашуба, Б.М. Кривохижа, С.А. Крутенко. – Макеевка-Донбасс: МакНИИ, 2005. – 205 с

ABSTRACT

Purpose. Research dustiness of air and level of professional risk of miners respiratory disease dust etiology while shearer and plough coal mining.

The methodology. To calculate the level of risk used methodology «Risk score», accordance with ISO-P OHSAS 18001: 2006. "Systems management safety and health. Requirements".

Findings. Established, that technically achievable level of dustiness when working shearer is 80 mg/m³, while in similar conditions when operating plough fixed level of dustiness - 55 mg/m³, which is 1.5 times less. The risk of dust etiology disease of shearer operator is unallowable, and the plough operator - medium.

The originality. Using «Risk score» methodology, risk of dustiness etiology disease of a plough operator and shearer operator in the conditions of "Stepova" mine PSC "DTEK Pavlogradugol" is calculated.

Practical implications. The approach to determining the risk of miners respiratory disease on the dustiness etiology while shearer and plough coal mining, makes it possible to avoid or minimize the cases of miners.

Keywords: *dustiness of air, risk, coal mining, shearer, plough, miner, experimental measurement*