

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ»**

НОВІКОВА Олена Олександрівна

УДК 622.81:622.647.21

**ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ У КОНВЕСЕРНИХ
ВИРОБКАХ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ ПО ПИЛОВОМУ ФАКТОРУ**

Спеціальність 05.26.01 – Охорона праці

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Дніпропетровськ - 2012

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана на кафедрі аерології та охорони праці Державного вищого навчального закладу «Національний гірничий університет» (м. Дніпропетровськ) Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України

Науковий керівник: кандидат технічних наук, доцент
ЛЕБЕДЄВ Яків Якович,
Державний ВНЗ «Національний гірничий університет»
Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України,
(м. Дніпропетровськ), доцент кафедри аерології
та охорони праці;

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
КОЛЕСНИК Валерій Євгенович,
Державний ВНЗ «Національний гірничий університет»
Міністерства освіти і науки, молоді і спорту України,
професор кафедри екології;

кандидат технічних наук, старший науковий співробітник
РЯСНИЙ Віталій Мефодійович,
Науково-дослідний інститут безпеки праці та екології в
гірничорудній та металургійній промисловості
Міністерства промислової політики (м. Кривий Ріг),
завідувач лабораторії безпеки при видобутку руд та гірничорятувальних роботах.

Захист дисертації відбудеться "___" _____ 2012 р. о ___ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 08.080.07 при Державному вищому навчальному закладі «Національний гірничий університет» Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України за адресою: 49027, м. Дніпропетровськ, просп. К.Маркса, 19.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Державного вищого навчального закладу «Національний гірничий університет» Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України за адресою: 49027, м. Дніпропетровськ, просп. К.Маркса, 19

Автореферат розісланий " ___ " _____ 2012 р.

Учений секретар спеціалізованої
вченої ради

О.В. Остапчук

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Високий рівень вуглевидобутку, як правило, пов'язаний з його інтенсифікацією, постійним ускладненням гірничо-геологічних умов у вугільних шахтах та збільшенням глибини гірничих робіт, що висуває більш високі вимоги до техніки безпеки й, у першу чергу, до способів і засобів боротьби з вибухами пилу, що відносяться до одного з найбільш важких видів аварій. Значна частина засобів попередження і локалізації вибухів, що використовуються нині у вугільній промисловості морально застаріли, недостатньо ефективні і перестали задовольняти зростаючим вимогам і умовам роботи в шахтах. Вони не забезпечують вибухозахисту місць інтенсивного пиловідкладення. Про це свідчить найбільш значна аварія в Донбасі з катастрофічними наслідками, що відбулася на шахті ім. Баракова, де вибух пилоповітряної суміші безперешкодно поширився в конвеєрній виробці, а підконвеєрний простір у даному випадку виконував функцію провідника. Це свідчить про те, що рівень небезпеки вибуху пилометаноповітряних сумішей у конвеєрних виробках дуже високий і система вибухозахисту в них вимагає удосконалення.

Для підвищення ефективності боротьби з пилом, необхідно досліджувати процеси його утворення, поширення і відкладення в гірничих виробках шахт і рудників при виконанні основних технологічних процесів. Дотепер багато з цих питань вивчені недостатньо. В основному теоретично дослідженні лише процеси поширення пилу в гірничих виробках, з урахуванням осідання і здійснення пилу, головним чином, на ґрунті виробки. Занадто спрощені припущення про характер і механізм цих процесів призводять до якісної розбіжності теоретичних результатів з експериментальними. При визначенні параметрів пиловідкладень в гірничих виробках недостатньо враховуються процеси гравітаційного й інерційного осадження часток пилу при роботі конвеєра. Крім того, для конвеєрних виробок відсутні ефективні способи і технічні засоби зниження інтенсивності відкладення пилу в підконвеєрному просторі.

У зв'язку з викладеним, дослідження процесів утворення, поширення і відкладення пилу в конвеєрних виробках вугільних шахт і розробка, на цій основі, способів і засобів підвищення рівня їх пиловибухонебезпечності, є актуальною задачею.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження за темою дисертації виконані відповідно до Національної програми поліпшення стану безпеки, гігієни праці і виробничого середовища на 2006–2010рр., відповідно до програми науково-дослідних робіт Державного ВНЗ «Національний гірничий університет», які пов'язані з держбюджетними темами: “Технічні та технологічні можливості і економічна доцільність розробки тонких покладів кам'яного вугілля” (№ держреєстрації 0109U004381) та “Розробити переносний прилад інтегрованого вимірювання запиленості шахтної атмосфери” (№ держреєстрації 0108U005912).

Мета та завдання досліджень. Метою дисертаційної роботи є встановлення закономірностей процесів утворення, поширення і відкладення пилу в

конвеєрних виробках вугільних шахт і розробка на цій основі способів і засобів підвищення рівня їх пиловихобезпеки.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання досліджень:

- проаналізувати особливості формування вибухонебезпечних концентрацій пилогазоповітряної суміші в конвеєрних виробках, а також наявних заходів та засобів попередження відкладень пилу та вибухозахисту в гірничо-технологічних умовах вугільних шахт;

- дослідити зміну концентрації і дисперсного складу рудникового аерозолю за довжиною і висотою конвеєрних виробок з урахуванням гравітаційного й інерційного осадження твердих часток;

- дослідити процес інтенсивності відкладення вугільного пилу в підконвеєрному просторі за довжиною конвеєрної виробки, з урахуванням її здійснення;

- дослідити поширення вугільного пилу з урахуванням його здійснення й одержати модель пиловідкладення в підконвеєрному просторі за довжиною гірничої виробки обладнаної конвеєром;

- розробити й обґрунтувати способи і засоби, що дозволяють підвищити рівень вибухозахисту конвеєрних виробок.

Об'єкт дослідження – процеси утворення, поширення і відкладення пилу при роботі конвеєра.

Предмет досліджень - способи та засоби зниження пиловихобезпечності конвеєрних виробок вугільних шахт.

Методи дослідження. Для досягнення поставлених завдань у роботі використані аналітичний і експериментальний методи – для дослідження процесів утворення, поширення і відкладення пилу при роботі конвеєра; методи математичного моделювання – для розробки моделей розподілу вугільного пилу за довжиною конвеєрних виробок; методи математичної статистики – при обробці експериментальних результатів і оцінці вірогідності отриманих математичних моделей.

Наукові положення, що виносяться на захист:

1. Зміна концентрації пилу за довжиною виробок, при наявності в них конвеєра, описується залежністю близькою до експоненціальної з асимптотою, параметри якої залежать від вмісту пилу у вентиляційному потоці, що надходить з очисного вибою, виділення пилу з конвеєра, параметрів пилу, аеродинамічної характеристики виробок і швидкості повітряного струменя.

2. При накопиченні вугільного пилу в підконвеєрному просторі до рівня елементів конструкції конвеєра, що рухаються, запилення повітря в конвеєрній виробці зростає в 1,5...2 рази у порівнянні з початковим її значенням, що призводить до погіршення санітарно-гігієнічних умов праці в конвеєрних виробках шахт і підвищення рівня вибухонебезпечності.

Наукові результати і їхня новизна.

1. Вперше досліджено вплив зони підконвеєрного простору на запиленість повітря в конвеєрній виробці та рівень пиловихобезпечності виробок, показано що цей вплив обумовлений ізольованістю підконвеєрного простору

від загального простору виробок і змінюється в залежності від параметрів вугільного пилу.

2. Встановлена закономірність зміни концентрації пилу за довжиною виробки при наявності в ній конвеєра, яка відрізняється від відомих тим, що забезпечує урахування ймовірного характеру утворення пилу і параметрів розподілу його дисперсного складу та процеси гравітаційного й інерційного осадження твердих часток пилу при роботі конвеєра.

3. Вперше встановлена залежність зміни інтенсивності відкладення вугільного пилу в підконвеєрному просторі за довжиною конвеєрної виробки, що відрізняється від відомих урахуванням процесу здійснення пилу.

4. Розроблена математична модель пиловідкладення, яка відрізняється від відомих тим, що враховує процес поширення і відкладення пилу в підконвеєрному просторі і його вплив на рівень вибухобезпеки.

Практичне значення отриманих результатів:

Визначена область ефективного використання заходів і засобів попередження накопичення пилу в підконвеєрному просторі.

Запропонований спосіб попередження пиловідкладень у підконвеєрному просторі, що відрізняється тим, що з метою виключення процесу осідання пилу за рахунок підвищеного тиску повітря, підконвеєрний простір за його довжиною обладнаний трубопроводом з рівномірною роздачею повітря уздовж шляху його руху.

Розроблений метод розрахунку кількості повітря, що ежектується гірською масою в аспіраційне укриття, з урахуванням процесу взаємодії гірської маси з повітрям, а також аеродинамічних властивостей технологічного устаткування, яке створює надлишковий тиск в укриттях, який дозволяє істотно підвищити ефективність роботи аспіраційного укриття і знизити запиленість повітря в конвеєрних виробках.

Розроблені засоби захисту конвеєрного транспорту від аварій з метою підвищення рівня їхньої безпеки.

Рівень впровадження наукових положень і результатів. Виконані в дисертаційній роботі теоретичні та експериментальні дослідження впроваджені в виробничому структурному підрозділі «шахта «Ювілейна» ПАТ «ДТЕК Павлоградвугілля» для використання при розробці заходів знепилювання гірничих виробок.

Особистий внесок здобувача полягає у формулюванні мети і постановці задач досліджень, аналізі причин і явищ, що обумовлюють несприятливі умови праці на робочих місцях, в експериментальних дослідженнях поширення і відкладення пилу в конвеєрних виробках вугільних шахт, у теоретичних дослідженнях процесів утворення і поширення вугільного пилу, у розробці нових способів і засобів підвищення рівня безпеки в конвеєрних виробках при виконанні гірничих робіт з видобутку вугілля на виїмкових ділянках.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи докладалися на міжнародних конференціях «Школа підземної розробки» (м.Дніпропетровськ – м.Ялта, 2010), «Школа підземної розробки»

(м.Дніпропетровськ – м.Ялта, 2011), «Форум Гірників» (м.Дніпропетровськ, 2010), «Наукова весна – 2010» (м.Дніпропетровськ, 2010), «Наукова весна – 2011» (м.Дніпропетровськ, 2011), науково-технічних семінарах кафедри аерології та охорони праці Державного ВНЗ «Національний гірничий університет».

Публікації. За матеріалами досліджень опубліковано 8 наукових робіт, у тому числі: 4 статті в науково-технічних журналах і збірниках фахових видань, 4 статті - матеріали і тези доповідей на конференціях.

Структура й обсяг дисертації. Дисертація складається з вступу, чотирьох розділів та висновку. Вона містить 150 сторінок машинописного тексту, включаючи 38 рисунків, 5 таблиць, список використаних джерел з 123 найменувань і 2 додатки.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтована актуальність досліджень, сформульовані мета і завдання досліджень, приведені основні наукові положення та результати, винесені на захист, а також відомості про практичне значення та впровадження результатів роботи.

У першому розділі виконаний аналіз особливостей формування пилогазових сумішей у гірничих виробках вугільних шахт і існуючих способів та засобів підвищення безпеки праці у конвеєрних виробках по пиловому фактору.

Аналіз показав, що у вугільній промисловості України має місце велика кількість підземних аварій, значну частину яких складають вибухи пилу, що є найбільш важкими за своїми наслідками серед небезпек гірничого виробництва й у більшості випадків носять характер катастроф. Виробки, обладнані конвеєрним транспортом, особливо небезпечні у відношенні виникнення і поширення ними вибухів вугільного пилу. Процеси утворення, поширення і відкладення пилу в конвеєрних виробках шахт і рудників недостатньо вивчені.

Широке застосування нині різних способів і засобів боротьби з пилом обумовлює необхідність оцінки їхнього впливу на стан безпеки в конвеєрних виробках, що багато в чому залежить також, від виду джерел пилу, її дисперсного складу й інтенсивності пиловідкладень у підконвеєрному просторі.

Визначальний внесок у розвиток теорій утворення, поширення і відкладення пилу в гірничих виробках шахт і рудників внесли вчені Баренблатт Г.І., Ващенко В.С., Воронін В.Н., Голінько В.І., Гурін А.А., Д'яков В.В., Карпов А.М., Кашуба О.І., Кірін Б.Ф., Колесник В.Є., Ксенофонтова А.І., Кузьмінов К.В., Нецепляєв М.І., Петрухін П.М., Поздняков Г.А., Рясний В.М., Скочинський А.А., Ушаков К.З., Фукс М.А., Янов А.П., Ярембаш І.Ф., та інші. На підставі досліджень ними встановлені закони виносу і розсіювання шкідливих домішок потоком повітря, розроблені способи і засоби зниження запиленості гірничих виробок і повітря, а також наведено наукове обґрунтування процесів, що відбуваються у турбулентних вентиляційних потоках які переносять аерозольні субстанції, розроблені інженерні методи розрахунку параметрів засобів

пригнічення пилу, способи і засоби оперативного контролю умов праці за пиловим фактором.

Але запропоновані раніше методи визначення параметрів пиловідкладень за довжиною гірничих виробок не описують процесів, зв'язаних зі зміною величини нагромадження пилу в підконвеєрному просторі, що не дозволяє робити точну оцінку ступеня його впливу на рівень запиленості повітря в конвеєрних виробках і, отже, враховувати цей вплив при розробці способів і засобів зниження інтенсивності пиловідкладень у підконвеєрному просторі.

За результатами аналізу сформульовані задачі дослідження, вирішення яких, дозволяє досягти мети дисертації.

У другому розділі наведені результати досліджень процесу утворення рудникових аерозолів і поширення їх за довжиною конвеєрної виробки.

Для з'ясування причин, що впливають на дисперсність пилу, розглянуті основні процеси, що обумовлюють утворення дрібнодисперсних часток пилу при видобутку і транспортуванні корисних копалин. Це процеси тертя ріжучого інструмента об поверхню масиву і, в основному, взаємне тертя шматків копалини між собою при руйнуванні масиву і їхньому падінні, а також при транспортуванні.

Встановлено, що дисперсний склад пилу, насамперед, залежить від вищевказаних процесів утворення дрібних фракцій у продуктах руйнування масиву, тому що в момент утворення, частки пилу не є агрегатованими і не зв'язані з поверхнею масиву і, імовірність їхнього виносу повітряним потоком із зони утворення не залежать від дисперсного складу часток. Інтенсивність виділення пилу, навпроти, залежить як від інтенсивності процесів диспергування, так і від умов виносу пилу потоком повітря.

При терті двох шорсткуватих поверхонь процес утворення пилу залежить, насамперед, від ступеня шорсткості поверхонь, сил взаємодії і міцності тертьових матеріалів.

У загальному випадку процес елементарної взаємодії двох виступів шорсткості при терті поверхонь (рис. 1) може закінчитися руйнуванням одного з виступів чи прослизанням поверхонь тертя без руйнування.

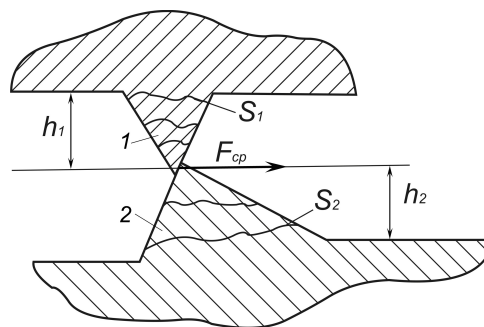


Рис.1. Схема елементарної взаємодії шорстких поверхонь

Руйнування виступів шорсткості здійснюється, як правило, по площинах яких-небудь порушень у виступах 1 і 2 (границях зерен, кристалів тощо) під впливом сили зрізу $F_{зр}$. Розташування зон порушення також носить віро-

гідний характер. Таким чином, у процесі взаємодії може відбутися сколювання кожного з двох виступів шорсткості й утворення частки. Імовірність того, що в результаті взаємодії відбудеться руйнування першого виступу шорсткості, у загальному випадку пропорційна моменту сили F_{cep} який дорівнює $M_1 = F_{cep}h$ (де h – відстань від точки взаємодії до площини зрізу) і обернено пропорційна середній площі зрізу обох виступів шорсткості.

Результат взаємодії залежить при цьому від безлічі факторів (відносної швидкості, маси часток, сили зовнішнього тиску, форми виступів, виду матеріалів тощо) і носить вірогідний характер (рис. 2), а шорсткість у такому випадку підкоряється нормальному закону розподілу випадкових величин

$$f_h(h) = \frac{1}{\sigma_h \sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{h^2}{2\sigma_h^2}\right). \quad (1)$$

де σ_h – середньоквадратичне відхилення розмірів виступів 1 і западин 2 відносно площини зрізу 3.

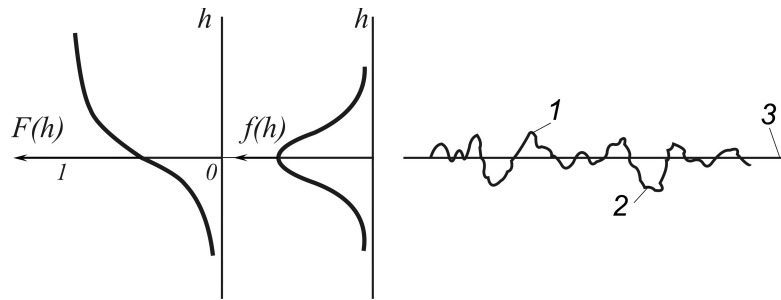


Рис. 2. Розподіл горбків шорсткості на третюх поверхнях

Теоретичний аналіз процесів утворення аерозолів при руйнуванні гірських порід, виконаний з урахуванням вірогідності характеру руйнування і шорсткості третюх поверхонь, дозволив одержати математичний опис функцій розподілу

$$P(\delta) = 1 - \exp(-b\delta^a), \quad (2)$$

$$f(\delta) = 2b\delta \exp(-b\delta^a). \quad (3)$$

де δ – еквівалентний діаметр часток; b – параметр шорсткості, обумовлений як $1/2\sigma_h^2$.

Зіставлення отриманих виражень з існуючими емпіричними і теоретичними функціями розподілу показує, що вони збігаються з розподілом Розіна-Рамлера при значенні показника ступеня $a = 2$. Отримане рівняння описує пряму в подвійній логарифмічній координатній сітці, по осі ординат якої відкладається величина $\lg\left(\lg\frac{1}{1-P}\right)$ і вказується значення P , а по осі абсцис – значення $\lg\delta$, а вказується значення δ . Функція розподілу описує в цій сітці сімейство прямих

$$\lg\left(\lg\frac{1}{1-P}\right) = 2\lg\delta + C_1, \quad (4)$$

з tg кута нахилу, що дорівнює 2 і зсувом

$$C_1 = \lg(\lg e) + 2\lg\sqrt{b}. \quad (5)$$

По мірі руху запиленого повітря по гірничих виробках відбувається зниження його концентрації і зміна дисперсного складу пилу. Основними процесами, що впливають на концентрацію і дисперсний склад пилу в цьому випадку, є інерційне і гравітаційне осадження часток, а також їхня дифузія. Для конвеєрних виробок найбільш характерним є інерційне осадження пилу.

Для урахування дії інерційних і гравітаційних сил, був уведений коефіцієнт, що характеризує спільний вплив цих сил

$$B_1 = \frac{\gamma L}{9\pi\mu R\bar{U}}(g + K_T\pi), \quad (6)$$

у результаті чого отримана функція і щільність розподілу пилу за дисперсним складом для конвеєрної виробки

$$f(\delta) = 2(b + B_1)\delta \exp[-(b + B_1)\delta^2], \quad (7)$$

$$P(\delta) = 1 - \exp[-(b + B_1)\delta^2], \quad (8)$$

а також вираз для визначення концентрації пилу в цих виробках

$$C = C_0 \frac{4,5\pi\mu R\bar{U}}{[4,5\pi\mu R\bar{U} + \sigma_h^2\gamma L(g + K_T\pi)]}, \quad (9)$$

де C_0 – початкова концентрація пилу, мг/м³; γ – щільність часток пилу; μ – динамічна в'язкість повітря, Па·с; K_T – коефіцієнт турбулентної дифузії; L , R – довжина і приведений радіус гірничої виробки, м; \bar{U} – середня швидкість повітря у виробці, м/с; g – прискорення вільного падіння, м/с².

Основними процесами пилоутворення в конвеєрних виробках є: здування пилу з вантажної конвеєрної стрічки; нагромадження просипу у підконвеєрному просторі, що містить до 40% пилу з наступним здуванням його; пилоутворення на перевантаженні з конвеєра на конвеєр.

У результаті виконаних досліджень отриманий вираз, що дозволяє визначати концентрацію пилу в конвеєрних виробках на будь-якій відстані від джерела з урахуванням утворення пилу при роботі конвеєра

$$C = \frac{C_0}{1 + \frac{\sigma_h^2\gamma(g + K_T\pi)L}{4,5 \cdot \pi\mu R\bar{U}}} + \frac{jL}{S_k\bar{U} + \frac{S_k\sigma_h^2\gamma(g + K_T\pi)L}{4,5 \cdot \pi\mu R}}, \quad (10)$$

2030

де S_k – площа поперечного перерізу виробки, м²; j – інтенсивність пилоутворення з одиниці довжини конвеєра, мг/с·м.

Встановлено, що при наявності постійно діючого розподіленого джерела пилу у виробках у виді конвеєра, математична модель зміни концентрації пилу за довжиною виробки є близькою до експоненціальної залежності з асимптотою C_k (рис.3).

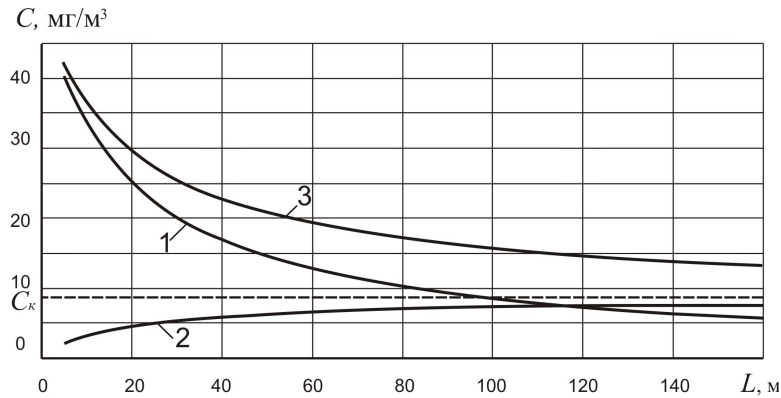


Рис. 3. Графік зміни змісту пилу за довжиною конвеєрного штрєку: 1 – крива, що характеризує зниження змісту пилу, що надходить у виробку; 2 – надходження пилу у виробку від конвеєра; 3 – результуюча крива.

Процес переходу пилу, утвореного в результаті роботи конвеєра, у зважений стан можна порівняти з процесом здіймання вторинного пилу при якому її частки переносяться на деяку відстань до наступного осадження. Таким чином, має місце процес масопереносу, що описується загальним рівнянням наступного вигляду

$$\frac{dC}{dt} + D \frac{d^2C}{dL^2} + \bar{U} \frac{dC}{dL} + \Delta C = f(t). \quad (11)$$

На підставі аналізу цього рівняння отримане рівняння масопереносу пилу утвореного в результаті роботи конвеєра

$$\frac{dC}{dL} + b_1 C = \frac{f(L)}{U_{cp}}, \quad (12)$$

рішення якого, дозволило отримати вираз для визначення концентрації пилу, що надійшов у перетин за період, обумовлений як середній час руху частки повітря на ділянці виробки довжиною L

$$C_k(L) = q(L) \frac{L}{U_{cp}} \exp(-b_1 L), \quad (13)$$

де b_1 – коефіцієнт зниження концентрації в залежності від відстані до джерела.

На підставі виконаного теоретичного аналізу отримана модель інтенсивності пиловідкладень з урахуванням роботи конвеєра, яка дозволяє визначати кількість пилу, який накопичується за визначений проміжок часу, що дуже важливо для попередження вибухів вугільного пилу

$$P_k = S_k v C_0 \left(1 - \frac{4,5 \cdot \pi \mu R v}{4,5 \cdot \pi \mu R v + \sigma_h^2 \gamma (g + K_r \pi) L} \right) + q(L) \left(L m_0 \sqrt[4]{\frac{S_k}{Q^3} - 1} \right) \exp \left(- L m_0 \sqrt[4]{\frac{S_k}{Q^3}} \right), \quad (14)$$

де Q – витрата повітря у виробці, м³/с; q – кількість пилу, що проходить через кінцевий перетин на відстані L , мг/с; m_0 – дослідний коефіцієнт, м^{3/4} · с^{-3/4}.

Третій розділ присвячений обґрунтуванню основних параметрів поширення і відкладення пилу в конвеєрних виробках вугільних шахт.

Для перевірки справедливості отриманих математичних моделей і визначення чисельних значень їхніх параметрів були проведені дослідження у виїмкових штреках, обладнаних конвеєрами.

У результаті вимірів встановлено, що запиленість повітря за довжиною конвеєрної виробки (крива 1, рис. 4) досить точно описується рівнянням (10) при значенні параметра інтенсивності пилоутворення j , що дорівнює $1 \text{ мг/м}\cdot\text{с}$ та відповідних значеннях інших параметрів. Крива 1 отримана при наявності просипу під холостою і робочою гілками конвеєра, що приводить до підвищеного пилоутворення. Для оцінки впливу просипу на запилення повітря проводилося його збирання. Отримані після цього значення концентрації пилу представлені кривою 2 (рис. 4), що описується рівнянням (10) при $j = 0,3 \text{ мг/м}\cdot\text{с}$. Інші значення параметрів такі ж, як і в першому випадку.

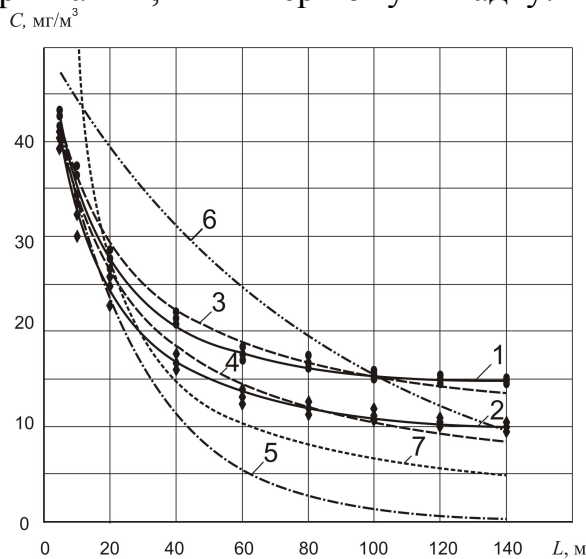


Рис. 4. Зміна запилення повітря за довжиною виробки, обладнаної конвеєром: 1 і 2 – за результатами експериментів, відповідно при наявності просипів і без них; 3 і 4 – теоретичні розрахунки за формулою автора; 5 – відповідно формули Дьякова В.В.; 6 і 7 – відповідно до формул Хохлова М.А і МакНДІ.

Порівняння кривих 1 і 2 між собою свідчить про те, що збирання просипу істотно знижує запилення повітря у виїмковому штреку, обладнаному конвеєрами. Для порівняння, на рис. 4 представлені також криві (5-7), які в умовах конвеєрних виробок вугільних шахт дають результати, що відрізняються від отриманих. Найбільш близькі результати дає формула МакНДІ представлена на рис. 4 кривою 7. Незначні розходження в характері експериментальних кривих у порівнянні з теоретичними й формулою МакНДІ, підтверджує правильність проведеного теоретичного аналізу розподілу пилу в виробках.

Для визначення впливу підконвеєрного простору на пиловібухонебезпеку конвеєрних виробок, а також для вибору рішень при розробці способів і засобів зниження нагромадження пилу в ньому, були виконані дослідження інтенсивності і характеру відкладення часток вугілля в підконвеєрному просторі при роботі конвеєра (рис. 5, 6).

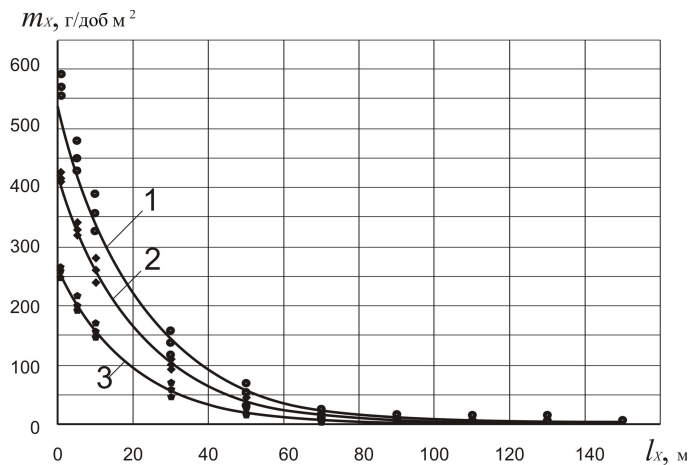


Рис. 5. Графік інтенсивності відкладення часток вугілля під холостою гілкою конвеєра в залежності від його продуктивності:
1 – 1100 т/доб.; 2 – 800 т/доб.; 3 – 500 т/доб.

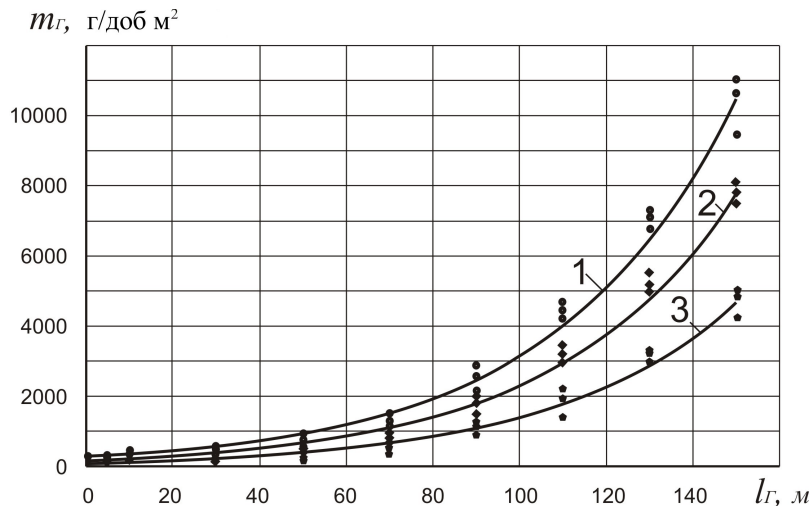


Рис. 6. Графік інтенсивності відкладення часток вугілля під завантаженою гілкою конвеєра в залежності від його продуктивності:
1 – 1100 т/доб.; 2 – 800 т/доб.; 3 – 500 т/доб.

При статистичній обробці отриманих результатів встановлена залежність, що дозволяє визначати добову інтенсивність накопичення пилу в підконвеєрному просторі як функцію довжини конвеєрної стрічки при різній добовій продуктивності конвеєра

$$M = 18,51 \cdot A_k^{0,92} b_l (1 - e^{-0,047 \cdot L_k}) + 12,45 \cdot A_k^{0,98} b_{II} (1 - e^{0,0241 \cdot L_k}), \text{ г/доб}, \quad (15)$$

де b_l и b_{II} – відповідно, ширина стрічки й перекриття, м; A_k – продуктивність конвеєра т/доб.; L_k – довжина конвеєра, м.

Для оцінки впливу продуктивності конвеєра і параметрів провітрювання на інтенсивність пилоутворення і фонову концентрацію в конвеєрній виробці проведеними спостереженнями було встановлено, що при зміні продуктивності конвеєра фонові концентрації в конвеєрній виробці змінюються по кривій представленої на рис. 7.

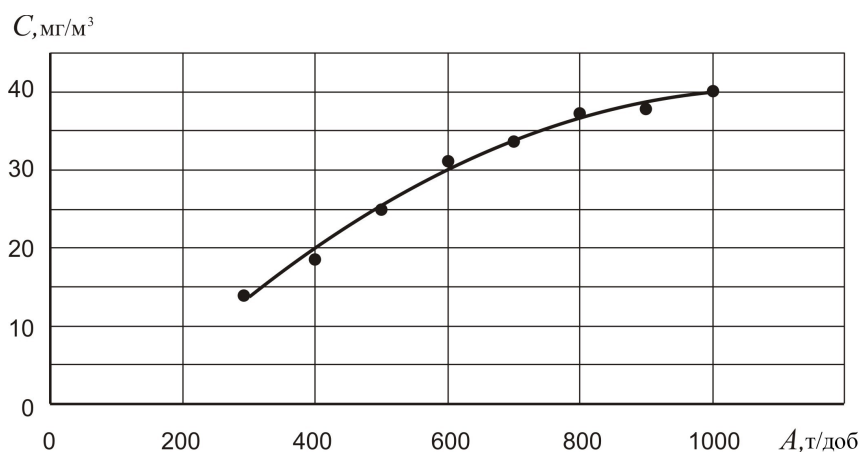


Рис. 7. Залежність фонові концентрації C_k від величини продуктивності конвеєра A .

Отриманий графік описується рівнянням виду полінома другого ступеня

$$C_k = -5 \cdot 10^{-5} \cdot A^2 + 0,0913 \cdot A - 10,008, \text{ мг/м}^3. \quad (16)$$

з достовірністю апроксимації $R^2 = 0,9942$.

Четвертий розділ присвячений розробці способів і засобів зниження запилення конвеєрних виробок.

При транспортуванні вугілля конвеєрами, у підконвеєрному просторі (під робочою і холостою гілками конвеєрної стрічки) утворюються просипи вугільного дріб'язку діаметром від 1 до 15 мм, вміст пилу в яких складає понад 40%. Нерегулярне збирання цих просипів призводить до поступового заповнення ними підконвеєрного простору, що супроводжується інтенсивним пилоутворенням за рахунок збільшення тертьових поверхонь на конвеєрі і вимивання пилових часток вентиляційним струменем. При утворенні просипів, останні накопичуються спочатку поблизу підтримуючих роликів, а потім поступово поширюються на всю площу під холостою і робочою гілками конвеєра. Пилоутворення в конвеєрних виробках збільшується після того, як просипи починають стикатися з обертовими роликами і конвеєрною стрічкою, що рухається. Чим більша площа такого контакту, тим більше пилоутворення. При контакті дрібні частки вугілля і пилові мікроструктури між ними руйнуються, і частки переходять у зважений стан.

Таким чином, для зниження пилоутворення в конвеєрних виробках, необхідно регулярно здійснювати збирання просипу в підконвеєрному просторі. Ручне збирання конвеєрного просипу дуже трудомістке і непродуктивне. Це зв'язано з незначними габаритами стрічкового конвеєра по висоті. Крім того, при ручному збиранні збільшується пилоутворення у виробці. Тому необхідні більш ефективні способи і засоби збирання просипу у підконвеєрному просторі.

У підконвеєрний простір пил надходить у результаті впливу динамічних характеристик потоку повітря, який рухається по конвеєрній виробці. Деякий вплив на попадання пилу в підконвеєрний простір мають і інші явища (ежектуюча дія конвеєрної стрічки, дія електростатичних сил тощо). Зменшення відкладення пилу в підконвеєрному просторі можна досягти зниженням запилення повітря, що надходить у конвеєрну виробку за рахунок використання ефекти-

вних герметизуючих пристроїв на перевантаженні, очищенням конвеєрної стрічки від налипань гірської маси, періодичним збиранням пилу, попередженням пиловідкладень у підконвеєрному просторі за довжиною виробки за рахунок створення в підконвеєрному просторі повітряної завіси, а також засобами аварійного захисту конвеєра за умови «заштибовки» конвеєра великою кількістю просипу у результаті надзвичайних ситуацій.

Для попередження пиловідкладень у підконвеєрному просторі, у ньому за довжиною конвеєрної виробки прокладається нагнітальний трубопровід з рівномірною роздачею повітря за довжиною (рис. 8), а також два усмоктувальних трубопроводи, розташованих симетрично відносно нагнітального. По нагнітальному трубопроводу подається повітря, яке при виході з бічних отворів створює в підконвеєрному просторі повітряний потік, що перешкоджає попаданню у нього пилу.

Завдяки створеній у підконвеєрному просторі повітряній завісі, пил, що випадає з вентиляційного потоку, який рухається по конвеєрній виробці, а також пил знову утворений в результаті роботи конвеєра не осідає в підконвеєрному просторі і, таким чином, цілком виключається його накопичення в цьому просторі.

Для забезпечення ефективної роботи запропонованого пристрою, його параметри визначаються на підставі теорії сталого руху потоку зі зміною витрати уздовж шляху.

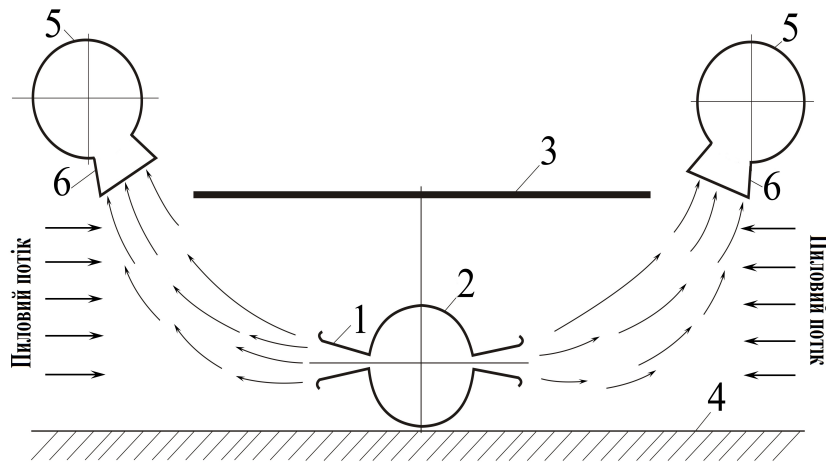


Рис. 8. Аеродинамічна схема пристрою попередження пиловідкладень у підконвеєрному просторі: 1 – випускний отвір (сопло); 2 – нагнітальний трубопровід; 3 – холоста гілка конвеєрної стрічки; 4 – грунт виробки; 5 і 6 – відповідно, всмоктуючі трубопроводи і патрубки.

При використанні періодичних способів попередження вибухів вугільного пилу (повторюване збирання пилу після її нагромадження) інтенсивність пиловідкладення P , $\text{г}/(\text{м}^3 \cdot \text{сут})$ є показником, який визначає необхідну періодичність пиловибухозахисних заходів. Цей показник є також найважливішою характеристикою пиловибухобезпеки гірничих виробок, що визначає час захисної дії T_3 заходів щодо попередження вибухів вугільного пилу. Цей час залежить

від інтенсивності пиловідкладення у виробках P , нижньої межі вибуховості δ , а також характерного показника ефективності E розглянутого заходу.

На підставі виконаних досліджень отримана залежність для визначення тривалості захисної дії заходів щодо попередження вибухів вугільного пилу

$$T_3 = \frac{\delta \cdot E}{Sv C_0 \left(1 - \frac{4,5 \cdot \pi \mu Rv}{4,5 \cdot \pi \mu Rv + \sigma_{\text{н}}^2 \gamma (g + K_T \pi) L} \right) + q(L) \left(Lm_0^4 \sqrt{\frac{S}{Q^3}} - 1 \right) \exp \left(- Lm_0^4 \sqrt{\frac{S}{Q^3}} \right)}. \quad (17)$$

Безрозмірний показник ефективності E може змінюватися для різних способів від 0 до ∞ і дозволяє диференціювати способи на періодичні, коли E приймає кінцеві значення, і безупинні (при $E \rightarrow \infty$). Очевидно що, чим більше E , тим ефективніше спосіб, тим у більш широкому діапазоні умов у виробках він може застосовуватися.

Одним зі способів боротьби з запиленням повітря в конвеєрних виробках є облаштування аспіраційного укриття на пунктах перевантаження з конвеєра на конвеєр гірської маси. Можливість зниження вмісту пилу в повітрі робочої зони на основі обладнання аспіраційних укриттів досить широко досліджена і доволі успішно застосовуються на практиці. Незважаючи на це, найбільші труднощі при проектуванні аспіраційних систем представляє визначення кількості повітря, яке надходить в укриття з матеріалом, що транспортується $Q_{\text{ж}}$, і пов'язано зі складністю процесу взаємодії матеріалу з повітрям, а також необхідністю урахування аеродинамічних властивостей технологічного устаткування, що створюють надлишковий тиск в укриттях.

Для обґрунтування параметрів аспіраційного укриття з урахуванням впливу гірської маси, що транспортується, на потоки повітря виконаний детальний аналіз повітрообміну в укритті вузла перевантаження з конвеєра на конвеєр. Для визначення кількості повітря, що ежектується гірською масою, експериментально визначені величини швидкостей повітря над конвеєрною стрічкою.

На підставі виконаних досліджень динаміки гірської маси, що рухається, і її впливу на потоки повітря отримано вираз для визначення кількості повітря аспірованого з укриття, що дозволяє підвищити ефективність аспіраційного укриття і знизити запилення повітря на вузлі перевантаження гірської маси

$$Q_{\text{ж}} = 0,65 F_{\text{н}} \sqrt{\frac{2P}{\rho}} + \mu' F_m \frac{0,98 v_{\text{сп}} - 0,08}{(23,6 - 3,9 \cdot v_{\text{сп}}) h} \{1 - \exp[(3,9 \cdot v_{\text{сп}} - 23,6)h]\}, \text{ м}^3/\text{с}. \quad (18)$$

де $F_{\text{н}}$ – загальна площа нещільностей в укритті, м^2 ; F_m – площа технічного прорізу м^2 ; μ' – коефіцієнт витрати повітря через технологічний проріз; $v_{\text{сп}}$ швидкість руху транспортерної стрічки, $\text{м}/\text{с}$; h – висота технологічного прорізу, м ; P – задане розрідження в укритті, $\text{Н}/\text{м}^2$; ρ – густина повітря, що надходить в укриття, $\text{кг}/\text{м}^3$.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі, яка є завершеною науково-дослідною роботою наведено рішення актуальної для охорони праці наукової задачі підвищення рівня пиловибухобезпеки в конвеєрних виробках вугільних шахт, що полягає у встановленні закономірностей процесів утворення, поширення і відкладення пилу, які дозволяють прогнозувати динаміку виносу й осадження вугільного пилу в конвеєрній виробці з урахуванням впливу підконвеєрного простору і розробці на їхній основі способів і засобів підвищення рівня пиловибухобезпеки гірничих виробок обладнаних конвеєрним транспортом.

Основні наукові і практичні результати роботи полягають у наступному:

1. Установлено, що вплив зони підконвеєрного простору на рівень пиловибухобезпеки конвеєрної виробки обумовлено його ізольованістю від загального простору виробки і виконанням функції провідника вибухового горіння в аварійній ситуації, що знижує ефективність протипилових заходів і вимагає додаткових способів і технічних засобів попереджуючих відкладення пилу в підконвеєрному просторі.

2. На підставі теоретичного аналізу процесів утворення аерозолів при руйнуванні гірських порід, виконаного з урахуванням імовірного характеру руйнування і шорсткості тертьових поверхонь, отриманий математичний опис функцій розподілу. Зіставлення отриманих виразів з існуючими емпіричними функціями показує, що вони збігаються з розподілом Розіна-Рамлера при значенні показників ступеня рівним двом.

3. Отримано вираз, що враховує явище гравітаційного й інерційного осадження часток і дозволяє розрахувати концентрацію і дисперсний склад рудникових аерозолів по довжині і висоті конвеєрних виробок.

4. Отримано математичну модель зміни концентрації пилу за довжиною виробки при наявності в ній конвеєра, яка описується залежністю близької до експоненціальної з асимптотою, параметри якої залежать від вмісту пилу у вентиляційному потоці, що надходить з очисного вибою, виділення його з конвеєра, параметрів пилу, аеродинамічної характеристики виробок і швидкості повітряного струменя.

5. Установлено, що на інтенсивність пилоутворення і фонову концентрацію в конвеєрних виробках впливає продуктивність конвеєра і параметри провітрювання. Результати досліджень свідчать про збільшення інтенсивності пило-виділень від працюючого конвеєра при збільшенні швидкості вентиляційного потоку і продуктивності конвеєра. Отримані експериментальні точки утворюють лінії з нахилом до осі абсцис, що підтверджує справедливість тверджень і досліджень виконаних раніше.

6. Виявлено, що концентрація пилу у виробках, незважаючи на наявність у них розподіленого за довжиною джерела пилоутворення, стабілізується на визначеному рівні і практично не залежить від довжини виробки. Це явище пояснюється осіданням частини пилу утвореного розосередженим за довжиною виробки джерелом пилоутворення. Теоретично й експериментально показано, що отримані залежності дозволяють більш точно описати зміну концентрації за

довжиною виробки при одночасному впливі точкового і розподіленого джерел пилоутворення в гірничій виробці.

7. Розроблено методику розрахунку, що дозволяє визначати кількість повітря, що ежектується гірською масою в аспіраційне укриття з урахуванням процесу взаємодії гірської маси з повітрям, а також аеродинамічних властивостей технологічного устаткування, яке створює надлишковий тиск в укриттях, що дозволить істотно підвищити ефективність роботи аспіраційного укриття і знизити запилення повітря в конвеєрних виробках.

8. Запропоновано спосіб попередження пиловідкладень у підконвеєрному просторі, що відрізняється тим, що з метою виключення процесу осідання пилу за рахунок підвищеного тиску повітря, підконвеєрний простір обладнаний трубопроводом з рівномірною роздачею повітря по довжині конвеєра.

Виконані в дисертаційній роботі теоретичні та експериментальні дослідження впроваджені в виробничому структурному підрозділі «шахта «Ювілейна» ПАТ «ДТЕК Павлоградвугілля» для використання при розробці заходів знепилювання гірничих виробок.

Основні положення і результати дисертації опубліковані у роботах:

1. Новикова Е.А. Динамика рудничных аэрозолей, образовавшихся при добыче и транспортировке полезных ископаемых / Новикова Е.А. // Збірник наукових праць НГУ. – 2010. – № 35, том 1. – С. 167-177.

2. Новикова Е.А. Изменение концентрации и дисперсного состава пыли по длине конвейерных выработок угольных шахт / Голинько В.И., Лебедев Я.Я., Новикова Е.А. // Збірник наукових праць ДДТУ. – Дніпродзержинськ: 2010. Випуск 2 (15). – С. 319-327.

3. Новикова Е.А. Обоснование параметров аспирационного укрытия узла перегрузки ленточного конвейера / Новикова Е.А., Лебедев Я.Я., Клочков В.Г. // Науковий вісник НГУ. – 2011. – № 1. – С. 81-84.

4. Новикова Е.А. Тепловая защита приводного барабана ленточного конвейера / Кузьминов К.В., Лебедев Я.Я., Новикова Е.А. // Науковий вісник НГУ. – 2009. – № 11. – С. 52-55.

5. Новикова Е.А. Анализ процесса пылеобразования при добыче и транспортировке полезных ископаемых. / Голинько В.И., Лебедев Я.Я., Новикова Е.А. // Матер. межд. науч.-практ. конф. «Школа подземной разработки». – Д.: Национальный горный университет, 2010. – С. 126-135.

6. Новикова Е.А. Определение концентрации пыли с учётом дисперсности частиц, образовавшихся при добыче и транспортировке угля. / Голинько В.И., Лебедев Я.Я., Новикова Е.А. // Матер. міжн. конф. «Форум гірників-2010» – Д.: Національний гірничий університет, 2010. – С. 208-218.

7. Новикова Е.А. Исследование интенсивности накопления мелких фракций угля в пространстве под конвейером / Лебедев Я.Я., Новикова Е.А., Яворская Е.А. // Матер. межд. науч.-практ. конф. «Школа подземной разработки». – Д.: Национальный горный университет, 2011. – С. 251-257.

8. Новикова Е.А. Интенсивность накопления частиц угля в подконвейерном пространстве и влияние их на запыленность воздуха. / Новикова Е.А., Лебедев Я.Я. // Материали науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых

ученых НГУ «Наукова весна – 2011» – Д.: Национальный горный университет, 2011. – С. 157-158.

Особистий внесок дисертанта в роботах, опублікованих у спів-авторстві, полягає в дослідженні зміни концентрації і дисперсного складу пилу по довжині конвеєрних виробок вугільних шахт [2], обґрунтуванні параметрів технічних засобів по зниженню запилення повітря в конвеєрних виробках [3], розробці засобів захисту конвеєрного транспорту від аварій [4], аналізі процесу пилоутворення при видобутку і транспортуванні вугілля [5], в визначенні концентрації пилу з урахуванням його дисперсного складу [6], експериментальному дослідженні інтенсивності нагромадження дрібних фракцій вугілля в просторі під конвеєром [7], дослідженні впливу підконвеєрного простору на запилення повітря в виробках [8].

АНОТАЦІЯ

Новікова О.О. Підвищення безпеки праці у конвеєрних виробках вугільних шахт по пиловому фактору. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.26.01 - "Охорона праці" – Державний ВНЗ «Національний гірничий університет», Дніпропетровськ, 2012.

У дисертаційній роботі виконано рішення актуальної наукової задачі підвищення рівня пиловібухобезпеки в конвеєрних виробках вугільних шахт. Встановлено, що вплив зони підконвеєрного простору на рівень пиловібухобезпеки конвеєрної виробки обумовлений його ізольованістю від загального простору виробки і виконанням функції провідника вибухового горіння в аварійній ситуації, що знижує ефективність протипилових заходів і вимагає додаткових способів і технічних засобів, що попереджують відкладення пилу в підконвеєрному просторі.

Встановлені закономірності процесу утворення, поширення і відкладення пилу, що дозволяють прогнозувати динаміку виносу й осадження вугільного пилу в конвеєрних виробках з урахуванням впливу підконвеєрного простору.

Розроблена та теоретично обґрунтована математична модель зміни концентрації пилу за довжиною виробки при наявності в ній конвеєра.

Розроблено способи і засоби підвищення рівня пиловібухобезпеки гірничих виробок обладнаних конвеєрним транспортом.

Ключові слова: шахта, конвеєрні виробки, безпека робіт, вибух пилу, пилові відкладення, підконвеєрний простір.

АННОТАЦИЯ

Новикова Е.А. Повышение безопасности работ в конвейерных производствах угольных шахт по пылевому фактору. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.26.01 - "Охрана труда" – Государственный ВУЗ «Национальный горный университет», Днепропетровск, 2012.

В диссертационной работе осуществлено решение актуальной научной задачи повышения уровня пылевзрывобезопасности в конвейерных выработках угольных шахт, которое заключается в установлении закономерностей процесса образования, распространения и отложения пыли, позволяющих прогнозировать динамику выноса и осаждения угольной пыли в конвейерной выработке с учетом влияния подконвейерного пространства и разработке на их основе способов и средств повышения уровня пылевзрывобезопасности горных выработок, оборудованных конвейерным транспортом.

Изучены особенности формирования взрывоопасной концентрации пыли в конвейерных выработках угольных шахт. Выполнен анализ процессов образования аэрозолей при разрушении горных пород, с учетом вероятностного характера разрушения и шероховатости трущихся поверхностей. Разработано математическое описание функций распределения. Получены выражения учитывающие явление гравитационного и инерционного осаждения частиц, позволяющие рассчитать концентрацию и дисперсный состав рудничных аэрозолей по длине и высоте конвейерных выработок.

Разработана и теоретически обоснована математическая модель изменения концентрации пыли по длине выработки при наличии в ней конвейера. Установлено, что на интенсивность пылеобразования и фоновую концентрацию в конвейерной выработке оказывает существенное влияние производительность конвейера и параметры проветривания. Показано, что влияние зоны подконвейерного пространства на уровень пылевзрывобезопасности конвейерной выработки обусловлено его изолированностью от общего пространства выработки и выполнением функции проводника взрывного горения в аварийной ситуации, что снижает эффективность противопылевых мероприятий и требует дополнительных способов и технических средств предупреждающих отложение пыли в подконвейерном пространстве.

Установлено, что концентрация пыли в выработках, несмотря на наличие в них распределенного по длине источника пылеобразования, стабилизируется на определенном уровне и практически не зависит от длины выработки. Это явление объясняется оседанием части пыли образованной рассредоточенным по длине выработки источником пылеобразования.

Предложен способ предупреждения пылеотложений в подконвейерном пространстве, отличающийся тем, что с целью исключения оседания пыли за счет повышенного давления воздуха, подконвейерное пространство по его длине снабжено трубопроводом с равномерной раздачей воздуха вдоль пути.

Выполненные в диссертационной работе теоретические и экспериментальные исследования могут быть использованы при разработке мероприятий по предупреждению взрывов пыли в горных выработках угольных шахт.

Ключевые слова: шахта, конвейерные выработки, безопасность работ, взрыв пыли, пылеотложения, подконвейерное пространство.

ABSTRACT

Novikova, E.A. Improving Safety of Activities within Belt Roadways of Coal Mines as to Dust Factor. – On the manuscript.

Thesis for the degree of Candidate of Science {Engineering} in the 05.26.01 specialty “Labour Safety” – State Institution of Higher Education “National Mining University”, Dnepropetrovsk, 2012.

The thesis realizes solution for actual scientific problem of improving level of dust and explosion safety within belt roadways of coal mines. It is shown that effect of underbelt area on the level of dust and explosion safety of belt roadway depends on its isolation from general roadway area, and performing functions of explosive burning conductor in emergency. It negates the effectiveness of dust measures requiring extra ways and technical means which prevent dust deposit in underbelt area.

The solution is to determine laws of process of formation, emission, and accumulation of dust which helps to predict dynamics of coal dust discharge and fall within belt roadway taking into account effect of underbelt area.

It is developed and theoretically grounded mathematical model of change in dust concentration along the length of roadway if a belt is available in it.

Develop ways and means of improving level of dust and explosion safety of roadways equipped with belt transport.

Key words: mine, belt roadways, labour safety, dust explosion, dust accumulations, underbelt area.

НОВІКОВА Олена Олександрівна

**ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ У КОНВЕЄРНИХ
ВИРОБКАХ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ ПО ПИЛОВОМУ ФАКТОРУ**

(Автореферат)

Підписано до друку 20.04.2012. Формат 60x90/16.

Папір офсет. Ризографія. Ум. друк. арк. 0,9.

Обл.-вид. арк. 0,9. Тираж 130 пр. Зам № 137.

