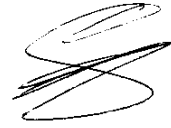


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ»



Савельєв Дмитро Володимирович

УДК 622.807:622.34.012.2

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗНЕПИЛЮВАННЯ ПОВІТРЯ
ПРИ ПРОВЕДЕННІ ГІРНИЧИХ ВИРОБОК
БУРОПІДРИВНИМ СПОСОБОМ**

Спеціальність 05.26.01 – Охорона праці

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Дніпро - 2017

Дисертація є рукописом.

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

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
ГОЛІНЬКО Василь Іванович,
завідувач кафедри аерології та охорони праці
Державного вищого навчального закладу
«Національний гірничий університет» Міністерства
освіти і науки України (м. Дніпро).

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, доцент
ЛАПШИН Олександр Олександрович,
професор кафедри рудникової аерології та охорони
праці Державного вищого навчального закладу
«Криворізький національний університет»
Міністерства освіти і науки України;

кандидат технічних наук, доцент
ГАСИЛО Юрій Анатолійович,
доцент кафедри технології та устаткування зварювання
Дніпровського державного технічного університету
Міністерства освіти і науки України (м. Кам'янське).

Захист дисертації відбудеться "18" січня 2018 р. о 13-00 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 08.080.07 при Державному вищому навчальному закладі «Національний гірничий університет» Міністерства освіти і науки України за адресою: 49005, м. Дніпро, просп. Дмитра Яворницького, 19.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Державного вищого навчального закладу «Національний гірничий університет» Міністерства освіти і науки України за адресою: 49005, м. Дніпро, просп. Дмитра Яворницького, 19.

Автореферат розісланий " 15 " грудня 2017 р.

Вчений секретар спеціалізованої
вченої ради Д 08.080.07,
к.т.н., доцент

О.В. Остапчук

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Стабільний розвиток гірничодобувних галузей залежить, перш за все, від рівня гірничопідготовчих робіт, який полягає в розробці та впровадженні високопродуктивної технології на базі комбайнів вибіркової дії підвищеної енергоозброєності. Однак область їхнього застосування і ефективного використання обмежується верхньою межею міцності руйнування порід (до $f = 8$ за шкалою міцності гірських порід М.М. Протод'яконова). Тому кількість виробок, що споруджуються буропідривним способом, становить 30-40%, а в окремих випадках і всі 100%. Отже, частка цього способу руйнування міцних гірських порід залишається значною.

Проведення гірничих виробок по міцних породах вимагає проведення вибухових робіт, які супроводжуються викидом в гірничу атмосферу пилу і шкідливих газів, що істотно погіршує санітарно-гігієнічні умови праці гірників. Одним з головних недоліків цього способу є утворення значної кількості дрібнодисперсного пилу (0,5...5 мкм). Концентрація пилу, а також процеси його поширення в гірничих виробках, залежать від параметрів вибуху, петрографічного складу вуглепородного масиву і умов провітрювання підготовчої тупикової виробки. Для поліпшення санітарно-гігієнічних умов праці важливо виявити взаємний зв'язок між концентрацією пилу і зазначеними факторами, що обумовлює необхідність проведення дослідження цих процесів, а також їх вплив на санітарно-гігієнічні умови праці гірників у виробках, які проводяться буропідривним способом.

Під час проведення підривних робіт в умовах міцних порід, в виробку надходить близько 0,5 кг дрібнодисперсного пилу на 1 м³ відбитої гірської маси і близько 1000 л шкідливих газових домішок при підриванні 1 кг вибухової речовини (ВР). При підриванні значної кількості ВР обсяг забруднень, що утворюється, не дозволяє існуючими засобами вентиляції знизити запиленість повітря до гранично допустимих концентрацій (ГДК) протягом тривалого часу, що обумовлює актуальність досліджень спрямованих на підвищення ефективності знепилювання повітря.

У зв'язку з викладеним, в дисертаційній роботі вирішувалася наукова задача виявлення закономірностей зміни концентрації продуктів вибуху в підземних гірничих виробках і розробки способів підвищення ефективності знепилювання повітря при проведенні гірничих виробок буропідривним способом.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження за темою дисертації виконані відповідно до Національної програми поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища на 2010-2015 рр., відповідно до програми науково-дослідних робіт Державного ВНЗ "Національний гірничий університет", які пов'язані з держбюджетною темою: "Розвиток наукових основ управління навантаженням кріпильних, охоронних систем

повторно використовуваних виробок. Підвищення ефективності протипилового захисту" (№ держреєстрації 0115U002295).

Мета та завдання досліджень. Основна мета досліджень полягає у підвищенні ефективності знепилювання повітря шляхом встановлення закономірностей процесів утворення, виносу і поширення пилогазових домішок при проведенні вибухових робіт в підготовчих виробках.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі досліджень:

- проаналізувати особливості формування пило-газоповітряної суміші в гірничих виробках при виконанні вибухових робіт, а також наявних засобів і способів зниження концентрації високодисперсного пилу в гірничотехнологічних умовах вугільних шахт;

- розробити математичну модель турбулентного переносу дрібнодисперсного пилу у вентиляційному потоці при проведенні гірничих виробок буропідривним способом;

- дослідити зміну концентрації дрібнодисперсного пилу за довжиною і висотою гірничих виробок в період його винесення вентиляційним потоком з урахуванням витоків повітря з вентиляційного трубопроводу;

- розробити і обґрунтувати способи і засоби, що дозволяють підвищити ефективність знепилювання повітря при проведенні гірничих виробок буропідривним способом.

Об'єкт досліджень – процес проведення підземних підготовчих виробок буропідривним способом.

Предмет досліджень – процеси утворення, виносу і поширення пилу при руйнуванні гірських порід вибухом та способи і засоби зниження концентрації дрібнодисперсного пилу в робочій зоні.

Методи досліджень. Для досягнення поставлених завдань в роботі використані аналітичний і експериментальний методи - для дослідження процесів утворення, виносу і поширення пилу при виконанні вибухових робіт; методи математичного моделювання - для розробки моделі зміни концентрації домішок при русі дрібнодисперсних систем в умовах провітрювання тупикових виробок, що проводяться буропідривним способом; аналітичні методи обґрунтування раціональних параметрів буропідривних робіт при використанні нового способу зниження запиленості повітря; методи математичної статистики - при обробці експериментальних результатів та оцінці достовірності отриманих математичних моделей.

Наукові положення, що виносяться на захист:

1. Зміна концентрації дрібнодисперсного пилу за довжиною виробки відбувається внаслідок деформації пилової хмари обумовленої витоками повітря з вентиляційного трубопроводу і часткового осадження пилу за рахунок явищ поперечної міграції часток пилу до поверхні виробки та процесу турбулентної коагуляції час-

ток. При цьому ефективність осадження становить близько 3,5% на 100 п.м. виробки.

2. При взаємодії поверхнево-активних речовин з гірськими породами, на мікрорівні відбувається зміна механізму їх вибухового руйнування, при якому новоутворені поверхні формуються по контактам зерен кварцу з іншими мінералами, що дозволяє істотно знизити утворення дрібнодисперсного пилу (на 40...50%).

Наукова новизна отриманих результатів:

1. Розроблена математична модель турбулентного переносу дрібнодисперсного пилу, що відрізняється від відомих тим, що враховує вплив деформації пилової хмари на величину концентрації пилу за довжиною виробки, яка проводиться вибуховим способом і може бути використана для обґрунтування ефективності способів і засобів зниження концентрації пилу при вибухових роботах.

2. На основі теорії турбулентної міграції дрібнодисперсних часток отримані аналітичні залежності, що на відміну від відомих дозволяють визначати концентрацію пилу на будь-якій відстані від імпульсного джерела пилоутворення з врахуванням параметрів вибуху, петрографічного складу гірського масиву і умов провітрювання виробки.

3. Вперше виявлено, що при проведенні буропідливних робіт з використанням поверхнево-активних речовин, змінюється механізм руйнування гірських порід та процес пилоутворення, при цьому новоутворені поверхні формуються по контактам зерен кварцу з іншими мінералами, а утворення дрібнодисперсного пилу відбувається за рахунок формування новостворених поверхонь за внутрішньо-зерновими дефектами будови кварцу.

Практичне значення результатів роботи полягає в тому, що теоретичні та експериментальні результати досліджень дозволили розробити заходи, що забезпечують зменшення надходження в гірничу атмосферу дрібнодисперсних (з розміром часток менше 3 мкм), найбільш пневмоконебезпечних фракцій пилу, які переважно складаються з багатих кремнеземом (двоокис кремнію SiO_2) продуктів вибуху і утворюються в забої при буропідливному способі проведення гірничих виробок, які полягають в герметизації гирла зарядів водним розчином CaO (вапняним молоком), замість гідрозабійки.

Виконані в дисертаційній роботі теоретичні і експериментальні дослідження впроваджено у виробничому структурному підрозділі «Шахтоуправління Тернівське» ПАТ «ДТЕК Павлоградвугілля» та Інституті з проектування гірничих підприємств Державного ВНЗ «НГУ» для використання результатів при розробці паспортів буропідливних робіт для гірничих підприємств, а також у навчальний процес кафедри аерології та охорони праці Державного ВНЗ «НГУ» при викладанні дисциплін «Вентиляція шахт і рудників» і «Охорона праці в гірничому виробництві».

Особистий внесок здобувача полягає у формулюванні мети і постановці задач досліджень, аналізі причин і явищ, які викликають несприятливі санітарно-гігієнічні умови праці на робочих місцях під час проведення вибухових робіт, в експериментальних дослідженнях утворення і поширення дрібнодисперсного пилу в підготовчих виробках, в теоретичних дослідженнях процесів утворення і поширення дрібнодисперсного силікозонебезпечного пилу, в розробці нових способів і засобів зниження концентрації дрібнодисперсного пилу при вибухових роботах в підготовчих виробках.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи доповідалися на міжнародних конференціях: «Сучасні технології ведення буропідривних робіт, їх економічна ефективність і техногенна безпека» (м. Бургас, Болгарія, 23-27 червня 2014 р.); «Соціально-економічні і екологічні проблеми гірничої промисловості, будівництва і енергетики» (м. Тула, Росія, 6-7 листопада 2014 р.); науково-технічних семінарах кафедри аерології та охорони праці Державного ВНЗ «НГУ».

Публікації. За матеріалами досліджень опубліковано 15 друкованих праць, з них: 6 - статті у виданнях, що входять до переліку МОН, 2 - в міжнародних виданнях, 2 - матеріали конференцій, 5 – патенти на винахід та корисну модель.

Структура й обсяг дисертації. Дисертація складається з анотації, вступу, чотирьох розділів, висновків, 3 додатків на 3 сторінках. Загальний обсяг дисертації - 164 сторінки, з яких: основний текст 161 сторінка, рисунків - 41, таблиць - 19.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтована актуальність досліджень, сформульовані мета і завдання досліджень, приведені основні наукові положення та результати, які висені на захист, а також відомості про практичне значення та впровадження результатів роботи, наведені відомості про їх публікацію та особистий внесок здобувача, апробацію та впровадження результатів дисертаційної роботи.

У **першому розділі** виконаний аналіз стану рудникової атмосфери за пиловим чинником при веденні буропідривних робіт в гірничих виробках вугільних шахт, існуючих способів і засобів знепилювання повітря при руйнуванні гірського масиву, а також результатів досліджень процесів пилединаміки в підземних виробках при наявності імпульсного джерела пилоутворення.

У результаті виконаного аналізу встановлено, що відбій породи і вугілля від гірського масиву буропідривним способом супроводжується утворенням в призабойній зоні пилогазової хмари, яка поступово витісняється свіжим вентиляційним струменем, при цьому змішується з останнім, що призводить, з одного боку, до зниження концентрації пилу і газу в хмарі, а з іншого боку - до розтягування цієї хмари, тобто до збільшення його протяжності.

Газопилова хмара, за всією довжиною виробки, містить в своєму складі дрібнодисперсну фазу, яка є особливо небезпечною загрозою для здоров'я гір-

ників, що працюють в даній виробці і в прилеглих сусідніх виробках шахтної вентиляційної мережі. Аналіз показав, що при буропідривній проходці виробок, незважаючи на вдосконалення схем провітрювання і заходів з пилопридушення, концентрації шкідливих домішок у виробках значно перевищують ГДК, що і зумовлює високий рівень захворювання на пневмокніоз прохідників і майстрів-підривників.

Багатьма дослідниками виконана величезна робота з вивчення процесів пилединаміки в підземних виробках шахт і рудників при проведенні гірничих виробок буропідривним способом. Інтерес до цього фізичного явища обумовлений тим, що в умовах проведення вибухових робіт утворюється велика кількість дрібнодисперсного пилу, який розповсюджується турбулентними повітряними потоками по всій мережі гірничих виробок. Турбулентні характеристики повітряних потоків досліджувалися І. Г. Лойцяньським, Г. Шліхтінгом, Дж. Лауфером, Ф.С. Клебановим, Е.М. Мінським, Б.А. Фрідманом, Л.А. Таунсендом, Г. Рейхардом, Ю.Г. Захаровим і ін. Руху твердих частинок в турбулентному потоці присвячені роботи Фукса М.А., Ксенофонтової А.І., Ушакова К.З., Вороніна В.М., Великанової М. А. Журавльова В.П., Клебанова Ф.С, Радченка Г.А., Янова А.П., Голінька В.І., Колесника В.Є, Ващенко В.С., Скобунова В.В., Красноштейна А. К. та ін. Велика кількість науково-дослідних робіт присвячена боротьбі із забрудненням рудникової атмосфери шкідливими домішками, з яких слід зазначити праці Дьякова В.В., Швидкого М.І., Лапшина О.О., Ярембаша І.Ф., Савенка С.К., Голишева О.М., Гасила Ю.А. та ін.

В даний час створені ефективні способи і засоби знепилювання повітря в умовах ведення вибухових робіт, проте слід зазначити, що майже всі вони спрямовані на усунення газів і пилу, що вже утворилися. Виділення великої кількості дрібнодисперсного пилу, при руйнуванні гірського масиву вибухом, ефективність вловлювання якого теперішніми засобами є надто низькою, свідчить про те, що найбільш ефективно зменшити вихід дрібнодисперсного пилу в повітря можна за допомогою, так званих, активних способів безпосередньо в джерелі пилеутворення. Значний внесок у створення активних способів зниження концентрації дрібнодисперсного пилу при руйнуванні гірського масиву вибухом внесли Єфремов Е. І, Чебенко В.М., Іщенко К.С., Кратковський І.Л. та ін. Проте питання, пов'язані з процесами утворення і поширення пилу при виконанні буропідривних робіт вивчені недостатньо.

На підставі виконаного у першому розділі аналізу сформульовані завдання дослідження, вирішення яких дозволяє досягти мети дисертації.

У другому розділі наведені результати теоретичних досліджень процесу утворення і поширення пилогазових домішок у виробках при виконанні вибухових робіт.

З метою з'ясування причин, що впливають на концентрацію і дисперсний склад пилу в умовах руйнування гірського масиву інтенсивними динамічними

навантаженнями, обґрунтована фізична модель формування пилогазової хмари під час вибуху, яка дозволяє забезпечити адекватний математичний опис процесу турбулентного перенесення дрібнодисперсного пилу у вентиляційному потоці за наявності імпульсного джерела пилоутворення.

Вихід дрібнодисперсної фази пилу, що утворюється в осередку вибуху, забезпечується направленим рухом газоподібних продуктів детонації вибухової речовини і суміші з матеріалу набійки разом з частинками пилу, що утворилися в зоні дрібного дроблення на контакті «ВР-порода», та втягуванням дрібнодисперсних часток бурового шламу в пилогазовий струмінь інжекційним потоком повітря. При цьому, кількість дрібнодисперсної фази пилу, визначається двома основними чинниками – механізмом руйнування породного масиву на мікрорівні і властивостями гірських порід.

Процес поширення газопилової хмари при її утворенні, можна розділити на два періоди, які характеризуються різними законами поширення шкідливих домішок: період прискореного і період уповільненого руху газу і пилу по виробці. Перший період короткочасний і не перевищує часток секунди. У момент вибуху газу і пил з певною масою під дією енергії вибуху, заповнюють об'єм гірничої виробки до повного переходу кінетичної енергії в потенційну.

В результаті аналізу процесів формування пилогазової хмари з урахуванням явищ, що відбуваються в умовах високої температури і тиску середовища в осередку вибуху, об'єм пилогазової хмари, яка завершила своє формування під дією енергії вибуху можна визначити з виразу

$$V_{xm.} = \frac{(m_z + m_g)RT_g}{P_a} \quad (1)$$

де m_z – маса розжарених газів, кг; m_g – маса атмосферного повітря, кг; R – газова постійна суміші; T_g – температура повітря, К; P_a – атмосферний тиск, Па.

Процес поширення по виробці, сформованої під час вибуху газопилової хмари, за зоною викиду (у другому періоді поширення домішок) відбувається під впливом вільного струменя повітря, який виходить з трубопроводу з відносно невеликою швидкістю (рис. 1).

Прийняті припущення, що на поверхню виробки зважений пил не осідає, швидкість повітря дорівнює її середньому значенню, концентрація пилу за межами привибійної зони залежить від радіусу виробки і змінюється за рахунок розширення хмари за експонентою

$$c_v = c_0 \exp\left(-\frac{vt}{l_T}\right) \varphi(r), \quad (2)$$

де c_0 – концентрація пилу в привибійній зоні, мг/м³; t – час переміщення часток пилу по довжині виробки, с; r – положення часток пилу в перетині виробки, м.

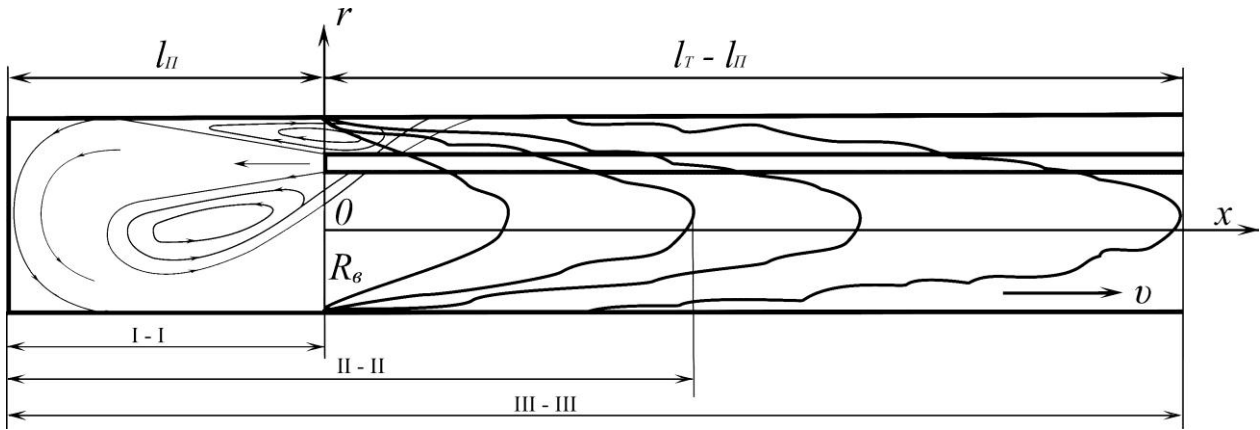


Рисунок 1 – Схема деформації пилової хмари в тупиковій виробці при нестационарному процесі надходження пилу і нагнітальному способі провітрювання: l_n – довжина привибійної частини виробки; l_T – довжина виробки; v – швидкість руху повітря, м/с; R_ϵ – гідравлічний радіус виробки, м; I-I, II-II, III-III – відповідно, положення хмари в момент її формування, відриву та руху по виробці.

З урахуванням прийнятих припущень, математична модель зміни концентрації зваженого пилу за рахунок деформації пилогазової хмари вентиляційним потоком, який виходить з кінця трубопроводу в привибійній частині виробки і витоків повітря за довжиною виробки має наступний вигляд

$$\frac{\partial c_v}{\partial t} + v \frac{\partial c_v}{\partial x} + K_{\text{вум.}} C = D_x \left(\frac{\partial^2 c_v}{\partial x^2} \right) + D_r \left(\frac{1}{r} \frac{\partial c_v}{\partial r} + \frac{\partial^2 c_v}{\partial r^2} \right) \quad (3)$$

з граничними умовами

$$c_v(0, r, x) = c_0 \varphi(r); \quad c_v(t, r, 0) = c_0 \exp\left(-\frac{vt}{l_T}\right) \varphi(r); \quad \frac{\partial c_v(t, R_\epsilon, x)}{\partial r} = 0, \quad (4)$$

де D_x – коефіцієнт поздовжньої дифузії, що враховує і молекулярну і турбулентну дифузію, а також нерівномірність поля швидкостей; D_y – коефіцієнт поперечної дифузії; $K_{\text{вум.}}$ – величина, що враховує виток повітря з вентиляційного трубопроводу; x – поточна довжина виробки.

В результаті реалізації математичної моделі турбулентного переносу дрібнодисперсного пилу, отримано рівняння, що дозволяє визначати його концентрацію на будь-якій відстані від джерела пилоутворення в залежності від параметрів вибуху, петрографічного складу породного масиву і умов провітрювання виробки

$$\frac{C_v}{C_0} = \frac{1}{2} \exp A \left[\frac{\operatorname{erfc}(C - D)}{\exp B} + \exp B \cdot \operatorname{erfc}(C + D) \right] \quad (5)$$

$$\text{де } A = \left(\frac{Pe}{2} x - \theta Fo \right); \quad B = \sqrt{\frac{Pe^2}{4} + b - \theta x}; \quad C = \frac{x}{2\sqrt{Fo}}; \quad D = \sqrt{\left(\frac{Pe^2}{4} + b - \theta \right) Fo};$$

b – величина, яка характеризує ступінь зміни концентрації зваженого пилу за рахунок витоків повітря з трубопроводу; θ – величина, яка характеризує ступінь зміни концентрації зваженого пилу на ділянці $l_T - L_n$ в залежності від активності вільного струменя, обумовленої величиною витрат повітря, яке виходить з кінця вентиляційного трубопроводу.

На підставі теорії турбулентно-інерційного осадження дрібнодисперсної твердої фази з двофазних газодисперсних систем і явища поперечної міграції часток до поверхні каналу, отримано вираз для оцінки слабо інерційних дрібнодисперсних частинок, які осіли, що дозволяє визначити величину ефективності турбулентного осадження частинок пилу при русі пилової хмари в гірничій виробці після проведення вибухових робіт в привибійній зоні тупикової виробки.

$$n_i = 1 - \exp \left\{ -1,84 \cdot 10^{-3} \frac{l_T}{d_z u_{cp}} \left[\frac{d_c^2}{0,4 \cdot 10^{-8} \cdot \left(1 + 68,03 \cdot 10^3 \cdot \frac{d_c^2}{d_z} \sqrt{\frac{\Delta p S}{F}} \right)} \right]^2 \left(\frac{\Delta p S}{F} \right)^{2,5} \right\}, \quad (6)$$

де u_{cp} – середня швидкість повітря в виробці, м/с; d_z – гідравлічний діаметр виробки, м; d_c – діаметр часток пилу, м; Δp – перепад тиску на ділянці виробки, Па; S – площа перетину виробки, м²; F – площа поверхні виробки, м².

На підставі кінетики коагуляції в турбулентному потоці, яка визначається механізмом прискорення, отримано вираз для визначення числової концентрації дрібнодисперсного пилу в турбулентному потоці з урахуванням його коагуляції.

$$n = \frac{n_0}{1 + 32,632 \cdot 10^3 \cdot \frac{n_0^3 d_c^4 l}{u_{cp}}}, \quad 1/\text{м}^3, \quad (7)$$

де n_0 – початкова концентрація часток пилу, 1/м³; l – відстань від вибою, м.

В результаті виконаних досліджень встановлено, що утворений при виконанні вибухових робіт в тупиковій виробці дрібнодисперсний пил, поширюючись під дією аеродинамічних сил вентиляційного потоку, частково осідає за довжиною виробки, за рахунок явища поперечної міграції частинок пилу до поверхні виробки і процесу турбулентної коагуляції частинок. При цьому ефективність осадження часток за рахунок цих явищ, для умов провітрювання тупикових виробок, знаходиться на рівні 3,5% на 100 п.м. виробки. Однак зазначені фактори істотно не впливають на стан рудникової атмосфери в період проведення підривних робіт, в результаті чого газопилова хмара, при поширенні її за всю довжину виробки, містить в своєму складі дрібнодисперсну фазу, що представляє особливо небезпе-

чну загрозу для здоров'я гірників, які працюють в даній виробці і в прилеглих сусідніх виробках шахтної вентиляційної мережі.

Третій розділ присвячений експериментальним дослідженням властивостей гірських порід і впливу поверхнево-активних речовин і конструкції заряду на вихід дрібнодисперсного пилу при руйнуванні вуглепородного масиву підіриванням. Для вивчення і оцінки концентрації дрібнодисперсних фракцій зруйнованих вибухом зразків порід вуглепородного масиву оброблених поверхнево-активними речовинами (ПАР), розроблений спосіб моделювання руйнування вибухом зразків гірських порід в лабораторних і полігонних умовах.

У запропонованому способі моделювання вибухового руйнування гірських порід ефективність досягається введенням нових технологічних параметрів і операцій, які впливають на характер руйнування, оброблених ПАР моделей вугле-породного масиву зарядами ВР різних конструкцій. Застосування нових технологічних операцій дозволяє отримати якісну картину руйнування оброблених ПАР моделей і встановити концентрацію пилоподібних фракцій, які викидаються в навколишнє середовище до і після проведення заходів щодо зниження пилоутворення, і, як наслідок, обґрунтувати ефективність, безпечних методів і способів проведення підготовчих виробок на глибоких горизонтах шахт.

Методикою досліджень впливу ПАР на характер руйнування міцних пісковиків і вугілля було заплановано кілька серій експериментів. Підготовлені зразки експериментальних серій на 24 години поміщалися в різні розчини ПАР. Далі в герметичному дослідному бункері 1 (рис. 2) готували майданчик 2, де розміщувались вибухова камера 3 з моделлю 4 і обладнання для ініціювання зарядів і вимірювання концентрації пилу. Для формування моделі 4 гірського масиву, в

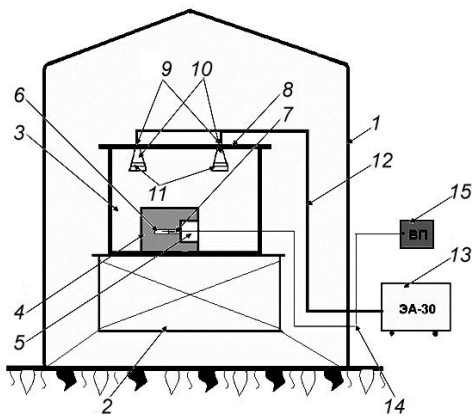


Рисунок 2 – Схема лабораторного стенду для моделювання вибухового руйнування гірських порід.

забої виробки відбиралися зразки породи і в лабораторних умовах готувалася модель кубічної форми розміром 200x200x200 мм. Далі в центрі однієї з поверхонь кубічної моделі 4 формувалися дві порожнини (для імітації гірничої виробки 5 і для розміщення заряду ВР 6 з ініціатором). Гирло порожнини, де розміщувався заряд ВР 6, герметизувався набійкою 7.

Проводилось кілька серій експериментів щодо руйнування моделей з гірської породи і вугілля з різними конструкціями зарядів: заряд з набійкою з кварцового піску з розміром фракції 0,25 мм; з набійкою з суміші, яка твердіє для зарядів ВР при співвідношенні $l_{наб}/l_{вр}$ - 2,5; 4,0 і 6,0 відповідно; оброблені і не оброблені поверхнево активними речовинами.

Підготовлена модель встановлювалася у вибухову камеру з кришкою 8 і отворами 9 для розміщення алонжів 10 з фільтрами 11 типу АФА-ВП-10.

Алонжі з фільтрами з'єднувалися трубками 12 з електроаспіратором 13. Далі комутувалась вибухова мережа 14, підключалася до вибухового приладу 15 і підривались набої ВР 6. Після підриву зарядів здійснювалось вимірювання концентрації пилу в камері ваговим методом. За результатами вимірювання будувалися графіки залежності концентрації пилу від конструкції заряду ВВ при руйнуванні моделі з гірської породи і вугілля, проводили їх оцінку і встановлювали гранулометричні характеристики характеру руйнування моделі.

Використання розробленого методу моделювання вибухового руйнування гірських порід дозволяє отримувати достовірні та обґрунтовані дані щодо концентрації пилу і гранулометричні характеристики зруйнованої частини моделі зарядами ВР різної конструкції. За результатами досліджень встановлено залежності концентрації пилу від виду ПАР, що використовувались для обробки зразків порід. Встановлено, що при використанні для обробки порід лужних розчинів ПАР, концентрація дрібнодисперсних частинок в обсязі вибухової камери зменшується майже в 2 рази.

З метою аналізу гірничо-геологічних умов проведення гірничих виробок, з вугле-породного масиву у вигляді кернів геологорозвідувальних свердловин були відібрані зразки вугілля (пласт, $f = 2-3$ за шкалою М.М. Протод'яконова) і міцного піщанику (пласт, $f = 14-15$ за шкалою М.М. Протод'яконова) - найбільш небезпечного за пиловим фактором. Петрографічний аналіз фізико-механічних характеристик і структурних особливостей гірських порід у забої підготовчої виробки, виконаний на шліфах кварцовміщуючих порід вугленосної товщі свідчить про те, що однією з основних причин утворення дрібнодисперсного пилу в період руйнування гірських порід динамічними навантаженнями, є високий вміст кварцу в зруйнованому масиві гірських порід (до 55%). Насичення зразків гірських порід ПАР призводить до того, що характер руйнування полімінеральної породи під дією вибухових навантажень змінюється за схемою показаної на рис. 3.

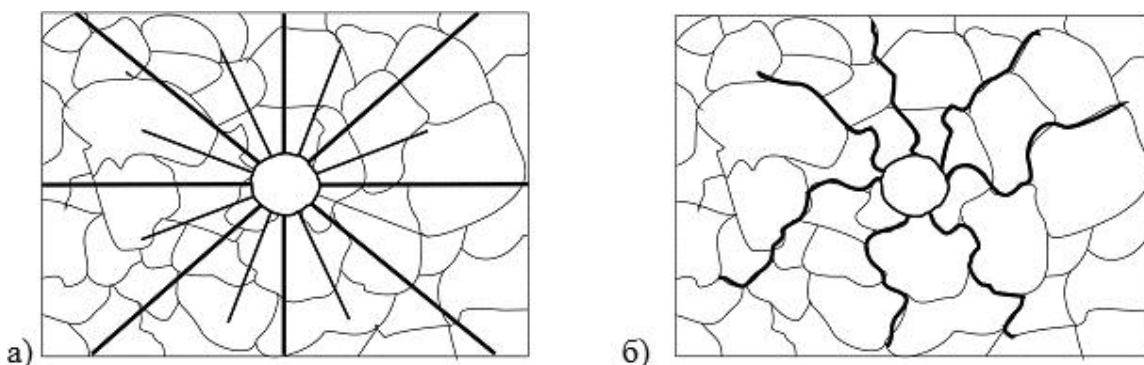


Рисунок 3 – Схеми руйнування вуглепородного масиву з формуванням новостворених поверхонь: а – по внутрішньозерновим дефектам породоутворюючих мінералів; б – по контактам зерен породоутворюючих мінералів.

Дослідження морфології уламків під мікроскопом показало, що новоутворені на контакті «ВР-порода» поверхні формуються по контактам зерен мінералів і за дефектами будови (газово-рідких включень в зернах кварцу та спайності в зернах польового шпату). При впливі на міцні пісковики ПАР характер і механізм вибухового руйнування полімінеральної породи, що містить в своєму складі до 40% уламкового кварцу, істотно змінюється. Середній діаметр частинок пилу збільшується майже вдвічі: 10,09 мкм - сухі зразки, 19,64 мкм - зразки пісковика, оброблені розчином кальцинованої соди.

Морфологічний аналіз дрібнодисперсних уламків фракції 0-100 мкм, виконаний під мікроскопом при збільшенні 480 \times , дозволив встановити, що новоутворені вибухом поверхні розвиваються тільки по контактам зерен. Вивчення характеру руйнування твердих середовищ в залежності від матеріалу набійки в конструкції заряду ВВ проводилося в лабораторних умовах на об'ємних моделях з органічного скла відповідно до апробованих методами досліджень руйнування твердих середовищ вибухом. Експериментальні дослідження показали, що при підриванні зарядів, набійка з твердіючою сумішшю збільшує на 20% час перебування її в шпурі в порівнянні з іншими конструкціями зарядів, створюючи надійне замикання продуктів детонації. При цьому, тривалість замикання зарядної порожнини зросла до 100 мкс в порівнянні з набійкою з піску і піщано-глинистої суміші.

Застосування розробленого складу набійки із заданими характеристиками забезпечує перерозподіл енергії ВВ за всією колонкою заряду і зниження питомого імпульсу в ближній зоні вибуху. Саме в цій зоні відбувається інтенсивне подрібнення породи з утворенням великої кількості дрібнодисперсного пилу, який потрапляє в рудникову атмосферу. Таким чином, результати досліджень свідчать про те, що застосування твердіючої набійки в конструкціях зарядів ВВ дозволяє знизити вихід дрібнодисперсного пилу і витрату ВР.

Четвертий розділ присвячений натурним випробуванням розроблених способів і засобів в підземних виробках гірничих підприємств.

Для перевірки ефективності розроблених способів і засобів зниження виходу дрібнодисперсного пилу при руйнуванні порід енергією вибуху і адекватності математичної моделі, яка встановлює зв'язок між параметрами, які впливають на зміну концентрації пилу безпосереднє за довжиною виробки при її провітрюванні, були проведені порівняльні випробування в гірничих виробках (рис. 4).

Перед проведенням вибухових робіт у виробці визначалися фактичні аеродинамічні параметри: швидкість руху повітря на виході з трубопроводу (v_1) і витрата (Q_1), на відстані 100 м від забою (v_2 , Q_2). Проводилися заміри концентрацій пилу. Для визначення зміни концентрації пилу за довжиною гірничої виробки, заміри швидкості повітря і концентрації пилу проводилися в 10 точках через 25 м.

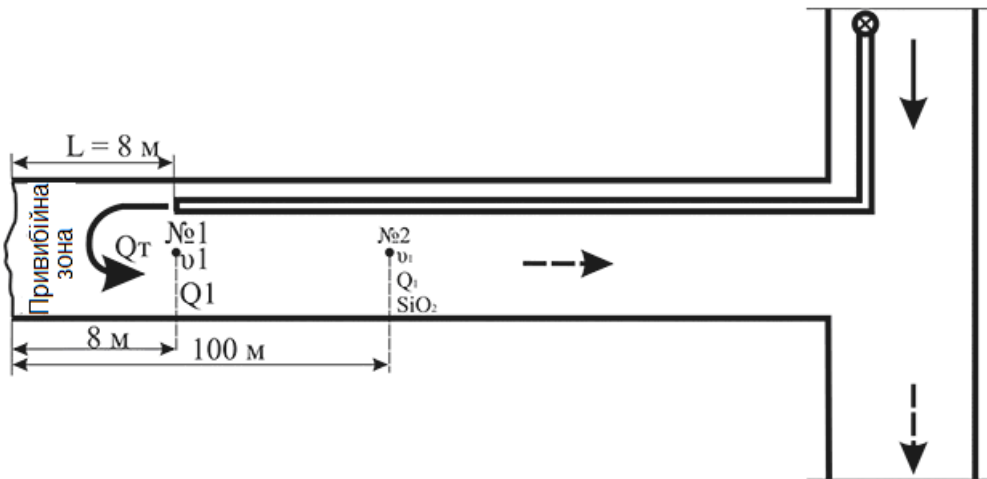


Рисунок 4 – Схема розташування вимірювальних пунктів №1 і №2: L – відстань від поверхні забою до вентиляційного трубопроводу; Q_T – витрата повітря на виході з труби; Q_1 , Q_2 – витрата повітря в перетинах №1, №2 відповідно.

Результати досліджень динаміки пилової хмари після вибуху показали, що концентрація пилу змінюється за кривими близьким до розрахункових. Похибка становить 5...10%, що свідчить про адекватність отриманої математичної моделі зміни концентрації пилу в гірничій виробці реальним фізичним процесам, які протікають в натурних умовах.

З метою перевірки ефективності розроблених способів і засобів зниження концентрації пилу в рудниковій атмосфері за рахунок зменшення виходу дрібнодисперсного пилу при руйнуванні гірських порід енергією вибуху за допомогою зменшення міцності середовища на контакті «ВР-порода», а також розробленого складу набійки (рис. 5), яка розширюється, були проведені експериментальні вибухи з використанням вищевказаних способів і засобів.

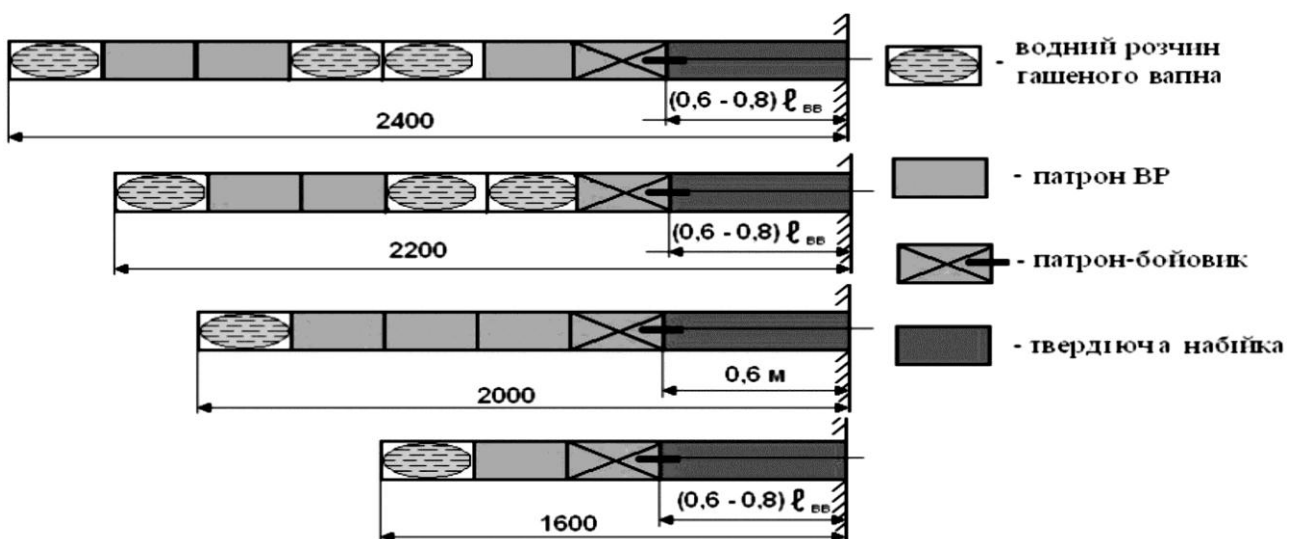


Рисунок 5 – Конструкція заряду з використанням ПАР і запропонованої набійки.

Результати вимірювання наведені на рис. 6, з якого видно, що концентрація пилу в другому експерименті (крива 3) знизилася в середньому в 6 разів.

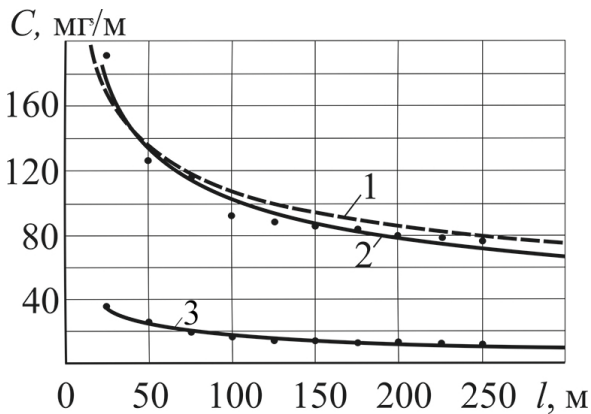


Рисунок 6 – Зміна концентрації пилу за довжиною виробки: 1 – розрахункова крива; 2 – експериментальна крива без застосування заходів зменшення виходу дрібнодисперсного пилу; 3 – зміна концентрації пилу при застосуванні заходів зменшення виходу дрібнодисперсного пилу.

Таким чином, виконані порівняльні експериментальні дослідження свідчать про те, що при використанні набійки, яка розширюється в шпурах, і ПАР для знеміцнення гірських порід при проведенні виробок буропідривним способом, відбувається суттєве зниження запиленості повітря, що, в першу чергу, обумовлено зменшенням кількості дрібнодисперсної фракції пилу з розміром часток до 10 мкм.

ВИСНОВКИ

У дисертації, яка є завершеною науково-дослідною роботою, здійснено рішення актуальної науково-прикладної задачі виявлення закономірностей зміни концентрації продуктів вибуху в підземних гірничих виробках і розробки способів підвищення ефективності знепилювання повітря при проведенні гірничих виробок буропідривним способом.

Найбільш важливі наукові та практичні результати, висновки і рекомендації полягають у наступному:

1. Встановлено, що утворений дрібнодисперсний пил при виконанні вибухових робіт в тупиковій виробці, поширюючись по ній під дією аеродинамічних сил вентиляційного потоку, частково осідає по її довжині за рахунок явища поперечної міграції частинок пилу до її поверхні і процесу турбулентної коагуляції частинок. При цьому ефективність осадження часток за рахунок цих явищ, для умов провітрювання тупикових виробок, знаходиться на рівні 3,5% на 100 п.м. виробки.

2. Розроблено математичну модель турбулентного переносу дрібнодисперсного пилу, яка відрізняється від відомих тим, що враховує вплив деформації пилової хмари на величину концентрації пилу за довжиною виробки, яка проводиться буропідривним способом.

3. В результаті теоретичного аналізу процесу турбулентної міграції дрібнодисперсних частинок отримані аналітичні вирази, що дозволяють визначати концентрацію пилу на будь-якій відстані від імпульсного джерела пилоутворення в залежності від параметрів вибуху, петрографічного складу вуглепородного масиву і умов провітрювання підготовчої тупикової виробки.

4. На підставі теорії турбулентно-інерційного осадження дрібнодисперсної твердої фази з двофазних газодисперсних систем і явища поперечної міграції частинок до поверхні каналу, отримано вираз для оцінки частки осілих слабо інерційних дрібнодисперсних частинок, що дозволяє визначити величину ефективності турбулентного осадження частинок пилу при русі пилової хмари в гірничій виробці після виконання вибухових робіт в привибійній зоні тупикової виробки.

5. Отримано вираз для визначення концентрації дрібнодисперсного пилу в турбулентному потоці з урахуванням процесу турбулентної коагуляції, що дозволяє оцінити ефективність осадження пилу за рахунок утворення конгломератів з дрібнодисперсної фракції.

6. Розроблено метод моделювання вибухового руйнування гірських порід, що включає створення моделі гірського масиву, формування в ній вибухових порожнин, заряджання їх, комутацію вибухової мережі і підривання, який відрізняється тим, що, на початку, в забої підготовчої виробки в напрямку її проведення здійснюють відбір зразків породи, виготовляють модель гірського масиву, потім в торці моделі формують дві порожнини, одна, яка імітує гірничу виробку, інша для вибухової речовини, в підготовлену порожнину розміщують патрон ВР з ініціатором, а гирло герметизують набійкою, підготовлену модель встановлюють в введenu вибухову камеру.

7. Показано, що при руйнуванні твердих гірських порід вибуховими навантаженнями, процес утворення дрібнодисперсного сілікозонебезпечного пилу відбувається за рахунок формування новостворених поверхонь за внутрішньозерновими дефектами будови кварцу. Встановлено, що в насичених лужними розчинами ПАР пісковиках, де вміст мінералу кварцу перевищує 40%, зміна механізму руйнування відбувається на мікрорівні, при цьому новоутворені поверхні формуються по контактам зерен кварцу з іншими породоутворюючими мінералами.

8. Показано, що застосування пружньопластичної суміші в складі набійки, яка розширюється і твердіє, забезпечує перерозподіл енергії ВР по всій колонці заряду, зниження питомого імпульсу в зоні інтенсивного переподрібнення породи і зменшення надходження в гірничу атмосферу дрібнодисперсних фракцій пилу, що утворюються в забої при вибуховому способі проведення гірничих виробок.

Основні наукові положення та результати опубліковані в наступних роботах:

Статті у міжнародних виданнях

1. Impurity concentration test while moving highly dispersive systems / V. Golinko, D. Saveliev, Y. Lebedev & T. Morozova // Progressive Technologies of Coal, Coalbed Methane, and Ores Mining. – Netherlands: CRC Press / Balkema, 2014. – pp. 131-136.

Статті у вітчизняних виданнях, що входять до міжнародних науково-метричних баз

2. Golinko V.I. Features of destruction of the coal-rock massif saturated with Surfactants / V.I. Golinko, D.V. Saveliev, Y.Y. Lebedev // Науковий вісник Національного гірничого університету. Науково-технічний журнал. – Д.: Державний ВНЗ «НГУ», 2015. – №5. – С. 98-104.

Статті у фахових виданнях

3. Савельев Д.В. Образование и распространение высокодисперсных пылевых аэрозолей по горным выработкам при ведении взрывных работ / В.И. Голинько, Д.В. Савельев. // Вісті Донецького гірничого інституту. Всеукраїнський науково-технічний журнал гірничого профілю. – 2014. – № 1(34) – 2(35). – С. 117-124.

4. Влияние ПАВ на дисперсность кварцевой пыли при взрывном разрушении углепородного массива / В.И. Голинько, Д.В. Савельев, Я.Я. Лебедев, И.Л. Кратковский, К.С. Ищенко // Розробка родовищ: щорічний науково-технічний збірник / ДВНЗ «НГУ» – Д., 2014. – С.431-434.

5. Савельев Д.В. Пути снижения пылевыделения при проведении подготовительных выработок в угольных шахтах / Д.В. Савельев // Геотехническая механика : міжвід. зб. наук. праць. / Ін-т геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України. – Д., 2014. – № 117. – С. 189-196.

6. Савельев Д.В. Распределение высокодисперсных пылевых частиц в турбулентных вентиляционных потоках при ведении взрывных работ / Д.В. Савельев // Розробка родовищ : щорічний науково-технічний збірник/ ДВНЗ «НГУ» – Д., 2015. – С. 435-442.

7. Савельев Д.В. Влияние поверхностно-активных веществ на энергоёмкость разрушения углепородного массива динамическими нагрузками / Д.В. Савельев, И.Л. Кратковский, К.С. Ищенко // Сучасні ресурсоенергозберігаючі технології гірничого виробництва. Науково-виробничий журнал. – 2015. – Випуск 1/2015(15). – С. 25-40

8. Савельев Д.В. Исследование влияния поверхностно-активных веществ на состав пыли при разрушении горных пород взрывом / Д.В. Савельев // Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – Кременчук : КрНУ, 2016. – Випуск 1/2016(96). – С. 69-75.

Патенти на винахід та корисну модель

9. Пат. на винахід № 107156 Україна МПК F42D 1/08, C04B 33/00. Суміш для забивки шпурових зарядів / В.І. Голінько, Я.Я. Лебедев, Д.В. Савельєв, К.С. Іщенко, І.Л. Кратковський / заявник та патентовласник ДВНЗ «НГУ». – № а201311763, замовл. 07.10.2013, надр. 25.11.2014, Бюл. № 22. – 3с.

10. Пат. на винахід № 109313 Україна МПК F42D 3/04. Спосіб моделювання вибухового руйнування гірських порід / В.І. Голінько, Я.Я. Лебедев, Д.В. Савельєв, К.С. Іщенко, І.Л. Кратковський / заявник та патентовласник ДВНЗ «НГУ». – № а201311765; замовл. 07.10.2013; надр. 10.08.2015, Бюл. № 15. – 6с.

11. Пат. на корисну модель № 91043 Україна МПК F42D 3/04. Спосіб моделювання вибухового руйнування гірських порід / В.І. Голінько, Я.Я. Лебедев, Д.В. Савельєв, К.С. Іщенко, І.Л. Кратковський / заявник та патентовласник ДВНЗ «НГУ». – № u201312831, замовл. 04.11.2013, надр. 25.06. 2014, Бюл. № 12. – 5с.

12. Пат. на корисну модель № 91042 Україна МПК F42D 1/08. Суміш для набійки шпурових зарядів / В.І. Голінько, Я.Я. Лебедев, Д.В. Савельєв, К.С. Іщенко, І.Л. Кратковський / заявник та патентовласник ДВНЗ «НГУ». – № u201312826; замовл. 04.11.2013; надр. 25.06.2014, Бюл. № 12. – 4с.

13. Пат. на корисну модель № 95218 Україна МПК7 G01N 3/00, E21C 39/00. Спосіб оцінки енергоємності руйнування анізотропних гірських порід при різних видах навантаження на моделях / Д.В. Савельєв, С.В. Коновал, К.С. Іщенко, І.Л. Кратковський, В.В. Круковська / заявник та патентовласник ДВНЗ «НГУ». – № u201407830, замовл. 11.07.2014, надр. 10.12.2014, Бюл. № 23. – 12с.

Матеріали конференцій

14. Савельєв Д.В. Дисперсность кварцевой пыли в разрушенных взрывом горных пород ослабленных действием ПАВ / Д.В. Савельєв // Сучасні технології ведення буровибухових робіт, їх економічна ефективність і техногенна безпека. Матеріали XIII міжнародної науково-технічна конференція. – Кременчук-Бургас: КрНУ, 2014. – С. 36-41.

15. Савельєв Д.В. Новые подходы к нормализации микроклимата в подготовительных выработках угольных шахт / Д.В. Савельєв // «Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики». Материалы 10-ой международной конференции по проблемам горной промышленности, строительства и энергетики. – Тула: Тульский ГУ, 2014. – Том №1. – С.187-194.

Особистий внесок дисертанта в роботах, опублікованих у співавторстві полягає в наступному: [1] – виборі і обґрунтуванні способів і засобів зниження виходу дрібнодисперсної фракції пилу при руйнуванні гірських порід енергією

вибуху, [2, 4] – дослідженні процесів утворення і поширення дрібнодисперсного пилу в тупикових виробках при веденні вибухових робіт, [3] – у визначенні концентрації пилу з урахуванням його дисперсного складу, [7] – експериментальному дослідженні впливу конструкції заряду ВР на вибухове руйнування твердих порід на моделях, [9, 12] – розробці конструкції заряду ВР, [10, 11] – розробці методів експериментальних досліджень, [13] – розробці способу оцінки енергоємності руйнування гірських порід.

АНОТАЦІЯ

Савельєв Д.В. Підвищення ефективності видалення пилу з повітря при виконанні вибухових робіт. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.26.01 - охорона праці. - Державний вищий навчальний заклад "Національний гірничий університет". - Дніпро, 2017 р

У дисертаційній роботі здійснено розв'язання актуальної наукової проблеми підвищення ефективності видалення пилу з повітря під час проведення гірничих виробок вибуховим способом.

Встановлені закономірності зміни концентрації дрібнодисперсного пилу по довжині гірничої виробки внаслідок деформації пилової хмари за рахунок дебіту повітря від вентиляційного трубопроводу і часткового осадження пилу за рахунок явищ поперечної міграції часток пилу до поверхні виробки та процесу турбулентної коагуляції часток.

Шляхом експериментальних досліджень встановлено, що при руйнуванні твердих гірських порід вибуховими навантаженнями, процес утворення дрібнодисперсного пилу відбувається за рахунок формування новостворених поверхонь по внутрішньо-зерновим дефектам будови кварцу.

Розроблено спосіб зниження концентрації дрібнодисперсного пилу при проведенні гірничих виробок буропіддривним способом, заснований на зміні поверхнево-активними речовинами механізму руйнування твердих гірських порід, при якому новоутворені поверхні формуються по контактам зерен кварцу з іншими мінералами, які утворюють породу. Результати роботи рекомендовані до використання при розробці заходів по зменшенню виходу дрібнодисперсної фракції пилу в виробках з буро-вибуховими роботами.

Ключові слова: умови праці, гірничі виробки, дрібнодисперсний пил, конструкція заряду, поверхнево-активні речовини.

АННОТАЦИЯ

Савельев Д.В. Повышение эффективности обеспыливания воздуха при проведении горных выработок буровзрывным способом. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.26.01 - Охрана труда. – Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет». – Днепропетровск, 2016.

В диссертационной работе осуществлено решение актуальной научно-прикладной задачи повышения эффективности обеспыливания воздуха при проведении горных выработок буровзрывным способом, которое заключается в установлении закономерностей процессов образования, выноса и распространения пылегазовых примесей при проведении взрывных работ в подготовительных выработках и разработка на этой основе эффективных способов и средств снижения концентрации высокодисперсной пыли в горных выработках при их проведении буровзрывным способом.

На основании выполненных теоретических исследований разработана математическая модель, описывающая процесс турбулентного переноса тонкодисперсной пыли, отличающаяся от известных тем, что учитывает влияние деформации пылевого облака на величину концентрации пыли по длине выработки проводимой буровзрывным способом. Получено выражение, позволяющее с достаточной для практических целей точностью определять концентрацию тонкодисперсной пыли в турбулентном потоке на любом расстоянии от импульсного источника пылеобразования.

На основании теории турбулентно - инерционного осаждения тонкодисперсной твердой фазы из двухфазных газодисперсных систем и явления поперечной миграции частиц к поверхности канала, получено выражение для оценки доли осевших слабо инерционных тонкодисперсных частиц, позволяющее определить величину эффективности турбулентного осаждения частиц пыли при движении пылевого облака в горной выработке после выполнения взрывных работ в призабойной зоне тупиковой выработки.

Разработан способ моделирования взрывного разрушения горных пород, включающий создание модели горного массива, формирование в ней взрывных полостей, зарядание их, коммутацию взрывной сети и взрывание, отличающийся тем, что, в начале, в забое подготовительной выработки в направлении ее проведения осуществляют отбор образцов породы, изготавливают модель горного массива, затем в торце модели формируют две полости, одна, имитирующая горную выработку, другая для взрывчатого вещества, в подготовленную полость размещают патрон ВВ с инициатором, а устье герметизируют забойкой, подготовленную модель устанавливают в введенную взрывную камеру.

Выполненные исследования свидетельствуют о том, что при разрушении твердых горных пород взрывными нагрузками, процесс образования тонкодис-

персной силикозоопасной пыли происходит за счет формирования вновь образованных поверхностей по внутризерновым дефектам строения кварца.

Установлено, что в насыщенных щелочными растворами ПАВ песчаниках, где содержание минерала кварца превышает 40%, изменение механизма разрушения происходит на микроуровне, при этом вновь образованные поверхности формируются по контактам зерен кварца с другими породообразующими минералами.

Разработан способ снижения концентрации мелкодисперсной пыли при проведении горных выработок буровзрывным способом, основанный на изменении поверхностно-активными веществами механизма разрушения твердых горных пород, при котором вновь образованные поверхности формируются по контактам зерен кварца с другими минералами входящими в состав породы. Результаты работы рекомендованы к использованию при разработке мероприятий по уменьшению выхода мелкодисперсной фракции пыли в выработках с буровзрывными работами.

Показано, что применение упругопластической расширяющейся твердеющей смеси в составе забойки, обеспечивает перераспределение энергии ВР по всей колонке заряда, снижение удельного импульса в зоне интенсивного переизмельчения породы и уменьшение поступления в рудничную атмосферу мелкодисперсных фракций пыли.

Ключевые слова: условия труда, горные выработки, мелкодисперсная пыль, конструкция заряда, поверхностно-активные вещества.

ABSTRACT

Savelyev D.V. Improving the effectiveness of removing dust from the air when performing blasting operations. - On the rights of the manuscript.

Dissertation for obtaining the scientific degree of the candidate of technical sciences in the specialty 05.26.01 - labor protection. - State Higher Educational Institution "National Mining University". - Dnipro, 2017

In the dissertation work the solution of the actual scientific problem of increasing the efficiency of removing dust from the air during mining operations in an explosive way was made.

The regularities of the change in the concentration of fine dust on the length of mining work due to the deformation of the dust cloud due to the air flow from the ventilation pipeline and partial dust deposition due to the phenomena of transverse migration of dust particles to the surface of the work and the process of turbulent coagulation of particles.

By means of experimental researches it has been established that with the destruction of hard rock by exploding loads, the process of formation of finely divided

dust occurs due to the formation of newly formed surfaces on the internal grain defects of the structure of quartz.

The method of reducing the concentration of fine dust in the course of excavations by the explosive method is based on the change of surface-active substances of the mechanism of destruction of hard rocks, in which the newly formed surfaces are formed on the contacts of quartz grains with other minerals that form the rock. The results of the work are recommended for use in the development of measures to reduce the yield of fine fraction of dust in excavations with blasting operations.

Key words: working conditions, mining works, fine dust, charge design, surface-active substances.

САВЕЛЬЄВ Дмитро Володимирович

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗНЕПИЛЮВАННЯ ПОВІТРЯ
ПРИ ПРОВЕДЕННІ ГІРНИЧИХ ВИРОБОК
БУРОПІДРИВНИМ СПОСОБОМ

(Автореферат)

Підписано до друку 12.12.2017. Формат 60x90/16.
Папір офсет. Різографія. Ум. друк. арк. 0,9.
Обл.-вид. арк. 0,9. Тираж 105 пр. Зам. № 564

Видано «Поліграфцентр» ФОП Кучугурний Ю.М.
м. Дніпро, вул. Воскресеньська, 11
E-mail: kym.design@gmail.com
Тел.: (056) 735-50-08