

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

Кафедра управління гірничим виробництвом і охорони праці

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Я.О. Ляшок
(підпис) (ініціали, прізвище)

“ _____ ” _____ 2022 рік

ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

магістра
(освітній ступінь)

на тему «Розробка комплексу заходів зі знепилення шахтного повітря з метою зниження травматизму та підвищення техніко-економічних показників роботи підприємства»

Виконав: студентка 2 курсу, групи ОПГм-21
Спеціальності 184 «Гірництво»

Подлесна А.Д.

Керівник

доцент кафедри управління гірничим виробництвом і охорони праці, доц.,
к.т.н., Сергієнко О.І.

Рецензент

Нормоконтроль

ст. викл. кафедри управління гірничим виробництвом і охорони праці,
Браташ О.О.

*Засвідчую, що у цій роботі немає
запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.*

Студент _____
(підпис)

Луцьк – 2022 р.

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Кафедра Управління гірничим виробництвом і охорони праці

Спеціальність 184 Гірництво

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри

Я.О. Ляшок

«__» _____ 2022 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу студенту

Подлесній А.Д.

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Розробка комплексу заходів зі знепилення шахтного повітря з метою зниження травматизму та підвищення техніко-економічних показників роботи підприємства»

Керівник роботи Сергієнко Олександр Іванович, доц. каф. управління гірничим виробництвом, доц., к.т.н.

затверджена наказом по університету від

2. Термін подання студентом закінченої роботи 15 грудня 2022 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) звіт з переддипломної практики, геологічні умови залягання та основні параметри роботи підприємства: характеристика розташування підприємства; геологія родовища корисних копалин; характеристика пластів і гірських порід; межі та розміри поля, запаси в шахтному полі; загальна характеристика діючого підприємства; показники роботи підприємства

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити). Вплив на здоров'я надмірної дії респірабельного пилу вугілля та кварцу. Вимірювання для кількісного визначення концентрації респірабельного пилу. Зниження запиленості під час роботи виїмкових комбайнів. Зниження запиленості при роботі коротковибійних комбайнів. Зниження запиленості під час виконання робіт на поверхні. Обґрунтування комплексу заходів щодо локалізації вибухів вугільного пилу

5. Консультанти з роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

6. Дата видачі завдання 01 вересня 2022 р.**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітки
1.	<i>Вплив на здоров'я надмірної дії респірабельного пилу вугілля та кварцу</i>	<i>вересень</i>	
2.	<i>Вимірювання для кількісного визначення концентрації респірабельного пилу</i>	<i>вересень</i>	
3.	<i>Зниження запиленості під час роботи виїмкових комбайнів</i>	<i>жовтень</i>	
4.	<i>Зниження запиленості при роботі коротковибійних комбайнів</i>	<i>жовтень</i>	
5.	<i>Зниження запиленості під час виконання робіт на поверхні</i>	<i>листопад</i>	
6.	<i>Обґрунтування комплексу заходів щодо локалізації вибухів вугільного пилу</i>	<i>листопад</i>	

Студент

(підпис)

Керівник роботи

(підпис)

АНОТАЦІЯ

Подлесна А.Д. Розробка комплексу заходів зі знепилення шахтного повітря з метою зниження травматизму та підвищення техніко-економічних показників роботи підприємства.

Випускна магістерська робота на здобуття освітнього ступеню магістра за спеціальністю 184 «Гірництво» – ДНВЗ «ДонНТУ», Луцьк, 2022.

Через серйозну небезпеку виникнення захворювань органів дихання у робітників у вугільній промисловості розроблено методику, яка дозволяє підібрати адекватні технічні засоби зниження запиленості, що допомагають зменшити вплив респірабельного пилу – вугілля та кварцу – на шахтарів.

Розглянуті не лише ті технічні засоби зниження запиленості в зоні дихання, які використовуються в галузі вже багато років, і які вказані у (відповідних) стандартах з охорони праці, а й ті, які поки що продовжують розроблятися.

Виявлені найкращі способи, що дозволяють зменшити концентрацію респірабельного пилу при видобутку вугілля.

Ключові слова

ВУГІЛЬНИЙ ТА ПОРОДНИЙ ПИЛ, ЗНЕПИЛЕННЯ ПОВІТРЯ, ТРАВМАТИЗМ, ОЧИСНИЙ ТА ПРОХІДНИЦЬКИЙ КОМБАЙНИ, ЗАХОДИ ЗНЕПИЛЕННЯ, РЕСПІРАБЕЛЬНИЙ ПИЛ

SUMMARY

PODLESNA A.D. Development of a set of measures to dedust the mine air with the aim of reducing injuries and increasing the technical and economic performance of the enterprise.

Graduation qualification work for a master's degree in specialty 184 "Mining" - DNVZ "DonNTU", Lutsk, 2022.

Due to the serious danger of respiratory diseases among workers in the coal industry, a methodology has been developed that allows for the selection of adequate technical means of dust reduction, which help to reduce the impact of respirable dust - coal and quartz - on miners.

Not only those technical means of reducing dust in the breathing zone, which have been used in the industry for many years, and which are specified in (relevant) labor protection standards, but also those that are still being developed are considered.

The best ways to reduce the concentration of respirable dust during coal mining have been identified.

Keywords

COAL AND ROCK DUST, AIR DEDUCTION, INJURY, CLEANING AND TRAVELING COMBINERS, DUST DEDUCTION MEASURES, RESPIRABLE DUST

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1. ВПЛИВ НА ЗДОРОВ'Я НАДМІРНОЇ ДІЇ РЕСПІРАБЕЛЬНОГО ПИЛУ ВУГІЛЛЯ ТА КВАРЦУ	9
2. ВИМІРЮВАННЯ ДЛЯ КІЛЬКІСНОГО ВИЗНАЧЕННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ РЕСПІРАБЕЛЬНОГО ПИЛУ	15
3. ЗНИЖЕННЯ ЗАПИЛЕНOSTІ ПІД ЧАС РОБОТИ ВИЇМКОВИХ КОМБАЙНІВ.....	20
4. ЗНИЖЕННЯ ЗАПИЛЕНOSTІ ПРИ РОБОТІ КОРОТКОВИБІЙНИХ КОМБАЙНІВ.....	43
5. ЗНИЖЕННЯ ЗАПИЛЕНOSTІ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ РОБІТ НА ПОВЕРХНІ.....	67
6. ОБҐРУНТУВАННЯ КОМПЛЕКСУ ЗАХОДІВ ЩОДО ЛОКАЛІЗАЦІЇ ВИБУХІВ ВУГІЛЬНОГО ПИЛУ.....	80
ВИСНОВКИ.....	92
ДЖЕРЕЛА	94

ВСТУП

Давно відомо, що вдихання пилу становить серйозну загрозу здоров'ю робітників у багатьох галузях промисловості. При підземному видобутку вугілля вдихання вугільного пилу при великій концентрації призводить до виникнення у шахтарів пневмоконіозу. Це захворювання може призвести до інвалідності, а серйозніших формах - до смерті робітника. Крім того, шахтарі можуть зазнавати впливу пилу кварцу при великій концентрації, яка теж може викликати серйозні захворювання, що призводять до смерті. Пневмоконіоз та силікоз - невиліковні та незворотні захворювання. Тому для їх запобігання необхідно зменшити концентрацію пилу у повітрі, що вдихається.

Прийняття закону про охорону праці при підземному видобутку вугілля встановило ПДК при забрудненні повітря пилом, вимоги до вимірювання концентрації пилу, програми добровільного медобстеження, програми компенсацій постраждалим робітникам та їхнім сім'ям. Наступні статистичні дані показують, яких величезних збитків завдають пневмоконіоз і силікоз здоров'ю людей та економіці:

Протягом 1970-2020 р. через пневмоконіоз померло 19200 шахтарів.

За період 1980-2020 р. шахтарям та їхнім сім'ям виплатили понад 40 млрд. грн. допомоги.

Проведення медобстежень (флюорографії) за 2000-2020 р. показало, що кількість захворювань на пневмоконіоз зросла. Приблизно у 10% шахтарів зі стажем підземної роботи 25 років і більше було виявлено пневмоконіоз.

За статистикою, серед померлих від силікозу найчастіше зустрічаються оператори вугільних комбайнів.

Через збереження серйозної небезпеки виникнення цих захворювань органів дихання у робітників у вугільній промисловості було розроблено керівництво, яке дозволяє підібрати адекватні технічні засоби

зниження запиленості, що допомагають зменшити вплив респірабельного пилу – вугілля та кварцу – на шахтарів. Розглянуті не лише ті технічні засоби зниження запиленості в зоні дихання, які використовуються в галузі вже багато років, і які вказані у (відповідних) стандартах з охорони праці, а й ті, які поки що продовжують розроблятися. Ставилося завдання - виявити найкращі способи, що дозволяють зменшити концентрацію респірабельного пилу при видобутку вугілля під землею та на поверхні. Дається загальна інформація про способи зниження запиленості. У деяких випадках - для отримання більш детальної інформації - знадобиться консультація про випробування або впровадження технологій, що цікавлять.

По-перше, розглядаємо наслідки впливу респірабельного пилу вугілля та кварцу на здоров'я, по-друге - методи вимірювання запиленості та прилади для вимірювання, подалі - способи зниження запиленості при роботі виїмкових (очисних), коротковибійних виїмкових (прохідницьких) комбайнів та при проведенні бурових робіт відповідно.

Потрібно підкреслити, що після встановлення та підключення технічних засобів ефективність захисту робітників дуже сильно залежить від догляду та техобслуговування обладнання. Дослідниками встановлено, що концентрація пилу перевищує допустиму через недостатньо добре техобслуговування цього обладнання.

Ідея роботи полягає в дослідженні впливу респірабельного пилу вугілля та кварцу на здоров'я та розробка способів зниження запиленості при роботі виїмкових (очисних), коротковибійних виїмкових (прохідницьких) комбайнів та при проведенні бурових робіт відповідно.

Мета роботи виявити найкращі способи, що дозволяють зменшити концентрацію респірабельного пилу при видобутку вугілля під землею та на поверхні.

Для досягнення цієї мети необхідно підібрати адекватні технічні засоби зниження запиленості, що допомагають зменшити вплив респірабельного пилу – вугілля та кварцу – на шахтарів.

Об'єктом дослідження є респірабельний пил, який утворюється при роботі виїмкових (очисних), коротковибійних виїмкових (прохідницьких) комбайнів та при проведенні бурових робіт відповідно.

Методи дослідження, які прийняті в роботі, представляють обробку даних зйомок кількості пилу, який утворюється при роботі виїмкових (очисних), коротковибійних виїмкових (прохідницьких) комбайнів та при проведенні бурових робіт відповідно.

Структура та об'єм роботи. Робота складається зі вступу, основних розділів, висновкам по розділам, списку джерел, додатків. Обсяг роботи в сторінках становить 97.

1. ВПЛИВ НА ЗДОРОВ'Я НАДМІРНОЇ ДІЇ РЕСПІРАБЕЛЬНОГО ПИЛУ ВУГІЛЛЯ ТА КВАРЦУ

Пневмоконіоз - захворювання органів дихання, яке виникає при вдиханні та осадженні мінерального пилу у легенях. Пневмоконіози виникають при роботі в галузях, де є великий ризик впливу мінерального пилу - наприклад, пневмоконіоз у шахтарів при видобутку вугілля (антракоз) та силікоз. Після виникнення цих захворювань їх не можна вилікувати. Тому для запобігання цим захворюванням важливо зменшити вплив респірабельного пилу на робітників.

Пневмоконіоз при впливі вугільного пилу

Пневмоконіоз - це хронічне захворювання легень, що виникає через вдихання та осадження вугільного пилу в легень, і реакції тканин легень на цей процес. Це найчастіше відбувається при видобутку, переробці чи транспортуванні вугілля. Крім небезпеки виникнення пневмоконіозу, вплив вугільного пилу може призвести до виникнення хронічного бронхіту, хронічної обструктивної хвороби легень (ХОЗЛ) та патологічної емфіземи.

При безперервному впливі пилу у легенях відбуваються структурні зміни, які можна побачити на флюорографічних знімках. На перших етапах розвитку пневмоконіозу симптоми можуть бути відсутніми. Але потім вони з'являються: кашель (з мокротою або без), хрипи, задишка (особливо під час роботи). На наступних стадіях розвитку хвороби структурні зміни у легень називають фіброзом. Масивний прогресивний фіброз - це утворення жорсткої фіброзної тканини в тих частинах легень, які дратуються та запалюються через осілий пил. Через масивний прогресивний фіброз легені стають жорсткими, і зменшується їх здатність повністю розширюватися. Це заважає нормальному газообміну кисню та вуглекислого газу у легень, і ускладнює дихання. У хворих на губи і кінчики пальців можуть мати синюватий відтінок, може відбуватися

накопичення рідини, і з'явитися симптоми захворювань серця. Якщо людина вдихає занадто багато пилу, пневмокніоз може перейти в масивний прогресивний фіброз.

На початкових стадіях пневмокніоз характеризується наявністю невеликих потемнінь (непрозорих місць) на флюорографічних знімках діаметр яких менше 10 мм.

У випадках, коли на флюорографічних знімках виявляються великі потемніння із загальною площею 1 см або більше, масивний прогресивний фіброз відносять до категорій А, В і С. Масивний прогресивний фіброз зазвичай розвивається у шахтарів, у яких раніше був пневмокніоз, але він може початися і у шахтарів, у яких раніше не було ознак пневмокніозу на знімках.

Ці захворювання – невиліковні.

Заходи щодо запобігання розвитку захворювань органів дихання у шахтарів повинні включати безперервні зусилля щодо зниження впливу пилу. Зусилля медицини краще спрямувати на запобігання, раннє виявлення та лікування ускладнень. Головним клінічним завданням є виявлення обструкції (непрохідності) дихальних шляхів, респіраторних інфекцій, гіпоксемії (аномально низький вміст кисню в крові), порушень роботи органів дихання, легеневого серця (збільшення правого боку серця), аритмії (порушення серцевого ритму) та пневмотораксу через скупчення повітря або газів у плевральній ділянці).

Після ухвалення закону про охорону праці на шахтах розроблені вимоги, що зобов'язують роботодавця знизити концентрацію респірабельного пилу у вугільних шахтах до 2 м³ або менше (якщо вміст вільного кварцу в пилу не перевищує 5%). Інспектори шахт проводять періодичні виміри забрудненості повітря для підтвердження виконання цієї вимоги. Зазвичай при підземному видобутку вугілля найбільша концентрація респірабельного пилу зустрічається на робочих місцях шахтарів, які працюють у вибої. Найбільш ймовірно вплив пилу (при

надмірній концентрації) на операторів виїмкових, і коротковибірних комбайнів. Також може відбутися надмірна дія впливу пилу на людей, що працюють на поверхні - при дробленні, сортуванні, промиванні та змішуванні, і на людей, що працюють у місцях зберігання, де проводиться завантаження у вантажні автомобілі, залізничні вагони, баржі або кораблі.



Також було створено Програму медичного обстеження робочих вугільної галузі. У рамках цієї програми для виявлення пневмоконіозу шахтарям періодично пропонують добровільно зробити флюорографію грудної клітки (безкоштовно). До 1999 частота захворювань неухильно знижувалася. Але результати, отримані нещодавно, показали, що зниження припинилося, і почалося зростання. У шахтарів зі стажем підземної роботи понад 25 років і більше, і які проходили обстеження, частота захворювань на пневмоконіоз приблизно подвоїлася. Крім того, захворювання виявилось у молодих робітників, і прискорився розвиток захворювання з початкових стадій до потужного прогресивного фіброзу.

Стандарт з охорони праці встановлює порядок переведення тих шахтарів, які мають свідчення захворювання на пневмоконіоз, в інші місця роботи - де середня концентрація респірабельного пилу протягом кожної зміни не перевищує 1 мг/м^3 . Також встановлюються процедури виконання цієї вимоги, і право шахтаря на збереження своєї звичайної зарплати та її

підвищення. Також встановлені обов'язки роботодавця, включаючи вимірювання запиленості повітря згідно зі стандартом. Ціль цих заходів - запобігання подальшому розвитку пневмоконіозу у шахтаря, у якого він виявлений на початкових стадіях.

Силікоз

У різних галузях промисловості відбувається вплив респірабельного пилу кристалічного кварцу, оскільки ця речовина поширена. Сильна дія такого пилу відбувається на шахтарів, при виконанні піскоструминної обробки, при будівництві тунелів, при розмелі кварцу, в кар'єрах, в ливарних цехах, при виробництві кераміки та скла. Кварцом називають діоксид кремнію SiO_2 , який існує в кристалічній та некристалічній (аморфній) формах.

Кварц часто входить до складу гірських порід. Кварцовий пил може потрапляти в орган дихання шахтарів при роботі гірських машин, коли відбувається руйнування породи, що містить кварц, поруч або в пласті вугілля, або при руйнуванні, дробленні і транспортуванні вугілля (з породою). При вдиханні кристалічного кварцу у виробничих умовах розвиваються силікоз, рак легень, туберкульоз легень та інші захворювання дихальних шляхів. Такі шкідливі впливи також можуть призвести до розвитку аутоімунних захворювань, хвороб нирок та інших шкідливих для здоров'я наслідків.

Силікоз - це тяж фіброзне захворювання легень, яке виникає при вдиханні та осадженні кристалічного кварцу, та реакції легень на нього. Головним симптомом силікозу є задишка (утруднене дихання). Це спочатку відзначається під час виконання (важкої) роботи, та був - як втрата функціональних резервів легких навіть у спокої. Але за відсутності інших респіраторних захворювань, задишка може бути відсутня, і тоді захворювання може бути виявлено за допомогою флюорографії. Іноді флюорографія може виявити захворювання, що розвинулося, при мінімальних симптомах. Поява та розвиток задишки може бути

показником інших факторів, включаючи туберкульоз, обструкцію дихальних шляхів, масивний прогресивний фіброз або легеневе серце. Часто є продуктивний кашель.

Залежно від концентрації кристалічного кварцу, яким було забруднено повітря, що вдихається, у робітника може розвинутиися один з трьох видів силікозу:

Хронічний силікоз: Зазвичай розвивається через 10 або більше років дії при відносно низькій концентрації пилу. У легенях і лімфатичних вузлах грудей виникають пухлини, викликані пилом кварцу. Це захворювання ускладнює дихання і схоже на хронічну обструктивну хворобу легень.

Прискорений силікоз: розвивається через 5-10 років після початку дії. Утворюються пухлини у легенях та виникають симптоми, як при хронічному бронхіті, але швидше.

Гострий силікоз: розвивається при дії респірабельного кристалічного кварцу при великій концентрації, і призводить до виникнення симптомів за період від 5 тижнів до 5 років після початку дії. Легкі стають запаленими і можуть наповнитись рідиною, це викликає задишку та зниження концентрації кисню в крові.

При звичайному і прискореному силікозі може розвинутиись потужний прогресивний фіброз, але в другому випадку це більш можливо.

Щоб запобігти розвитку силікозу, встановлені вимоги, що зобов'язують роботодавця знижувати запиленість повітря у зоні дихання шахтарів. При підземному видобутку вугілля, при частці кварцу в респірабельному пилу до 5% концентрація такого пилу не повинна перевищувати 2 мг/м³. Але якщо частка кварцу в пилу перевищує 5%, то допустима концентрація пилу зменшується: вона виходить розподілом 10 частку кварцу (%). Наприклад, при частці кварцу в респірабельному пилу 10% стандарт з охорони праці вимагає зменшити запиленості повітря до 1

мг/м³ (10/10%). Таким чином, виконання цього стандарту знижує вплив респірабельного кварцу до 100 мкг/м³, хоча це не зазначено прямо.

Вимірювання запиленості, що проводилися, виявили спеціальності (професії) шахтарів, які мають найбільший ризик надмірного впливу кварцу.

2. ВИМІРЮВАННЯ ДЛЯ КІЛЬКІСНОГО ВИЗНАЧЕННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ РЕСПІРАБЕЛЬНОГО ПИЛУ

Респірабельна частка пилу - це та частина пилу, яка при вдиханні досягає легень і яка призводить до розвитку пневмоконіозу або силікозу. Респірабельний пил невидимий для неозброєного ока. Навпаки, якщо хмара пилу мабуть, то швидше за все частина частинок пилу з цієї хмари - респірабельного розміру. Тому для кількісного вимірювання концентрації респірабельного пилу повітря шахти потрібно використовувати прилади.

З 2000 р. кількість випадків захворювання легень у шахтарів зростає. Тому визначення впливу пилу на шахтарів, і виявлення джерел пилу, важливо точно вимірювати його концентрацію. Потім результати вимірювань використовуються для розробки та виконання заходів для зниження запиленості у проблемних місцях.

Частинки пилу великого розміру (наприклад - більше 20 мкм - осідають у верхніх дихальних шляхах, і у здорових людей через 15 хв ÷ 3 години виводяться з організму разом з мокротою. Через це вони менш небезпечні для здоров'я, ніж дрібні частки, досягають легень, і (якщо вони нерозчинні) здатні залишатися там роками.

Вимірювання концентрації респірабельного пилу у вугільних шахтах

Для вимірювання концентрації пилу в шахтах найчастіше використовують гравіметричні вимірювальні пробовідбірні прилади (рис. 2.1). Ці пристрої призначені для вимірювання запилення для перевірки виконання вимог закону про охорону праці. Вони складаються з насоса постійної продуктивності, циклону (який розділяє пил на респірабельний і не респірабельний - більший), і тримача фільтра. Під час підземного видобутку вугілля насос повинен працювати при витраті повітря 2 л/хв. При підземному видобутку металевих та не металевих корисних копалин він повинен працювати при витраті 1.7 л/хв. Циклон діаметром 10 мм

відокремлює респірабельний пи́л (зазвичай це частинки з аеродинамічним діаметром 10 мкм, або ще менше) від більших частинок. Великі частинки уловлюються циклоном, а респірабельні частинки - фільтром з полівінілхлориду діаметром 37 мм, встановленим після циклону. Респірабельні частинки уловлюються фільтром, і він повинен зважуватися перед виміром для подальшого визначення маси пилу, що респірабельного, уловленої під час вимірювань. Потім масу пилу та обсяг прокачаного повітря використовують для обчислення концентрації респірабельного пилу мг/м^3 . Після проведення виміру потрібно бути обережним, щоб циклон був у вертикальному положенні. В іншому випадку великодисперсний, не-респірабельний пи́л може потрапити на фільтр із циклону, і результати вимірювань виявляться неправильними.



Рисункок 2.1. – Гравіметричний вимірювальний пробовідбірний прилад

Через те, що при роботі в шахті на концентрацію пилу може впливати велика кількість різних факторів, дуже бажано проводити багаторазові гравіметричні вимірювання для одного місця, і обчислювати середні значення концентрації пилу. Проведення багаторазових вимірів підвищує ймовірність того, що (середня) запиленість вимірюєна правильно.

Крім гравіметричних вимірювальних приладів допускається використання у вугільних шахтах вимірників запиленості, що працюють у реальному часі - але їх використання не допускається для перевірки або для підтвердження виконання вимог до обмеження запиленості повітря.

У персональному вимірювальному приладі запилене повітря пропускається через камеру датчика, де проходить через світловий промінь. Датчик визначає, скільки світла розсіює пил, і це розсіювання пропорційно до її концентрації. Ця концентрація залежить від часу проведення вимірювання, обидві величини записуються в зовнішній пристрій. Потім ця інформація може бути перенесена на комп'ютер для аналізу. Результати вимірювань запиленості як функції від часу можуть аналізуватися для певних інтервалів часу (наприклад - частин циклу роботи вугільного комбайна), і можуть обчислюватися середні запиленості для цих інтервалів. На жаль, точність виміру приладу, який використовує розсіювання світла, залежить від розподілу частинок пилу за розмірами, і на неї впливає наявність у повітрі водяного туману. Тому, коли використовуються такі прилади, проводиться калібрування у виробничих умовах. Поблизу приладу проводять вимірювання запиленості гравіметричним способом і визначають поправочний коефіцієнт - відношення середньої гравіметричної концентрації до середньої концентрації, вимірюваної по розсіюванню світла вимірювання.

Для вимірювання запиленості в реальному масштабі часу в розроблено персональний прилад (рис. 2.2). Для визначення гравіметричної концентрації респірабельного пилу у реальному часі прилад використовує датчик - конічні коливальні мікроваги. Це порожня трубка, яка вібрує із відомою частотою. На її кінці знаходиться фільтр. При осадженні пилу на фільтрі частота коливань змінюється, і це залежить від концентрації пилу. Прилад показує, яка накопичилася концентрація пилу на даний момент з початку зміни, і яка частка від допустимого (за всю зміну) впливу вже досягнута. Ця інформація може використовуватися робочим для запобігання надмірному впливу пилу. Датчик вимірювача запиленості встановлюється стандартний тримач лампи на касці, і для вимірювання запиленості повітря він всмоктує його біля лампи.



Рисунок 2.2. - персональний прилад для вимірювання запиленості в реальному часі

Проведення вимірів

Для ефективного зменшення впливу пилу вугілля та кварцу на шахтарів потрібно виявити, де відбувається утворення пилу, та в якій кількості. Після визначення цього можна використовувати (найбільш відповідні) способи зменшення запиленості, які забезпечують найкращий захист робітників. Для кількісного визначення того, скільки пилу утворюється в даному джерелі, потрібно проводити вимірювання так, щоб відокремити внесок цього джерела пилу від інших джерел. Для цього вимірювачі запиленості розміщують до та після джерела пилу по потоку. Відмінність результатів їх вимірювань дозволяє визначити кількість пилу, що утворюється у цьому джерелі.

В шахті вимірювачі встановлюються в потоках повітря - що йде для провітрювання в вибій (де працює коротковибійний комбайн), і тим, що йде звідти. Це дозволить визначити, скільки пилу утворюється під час роботи комбайна. Якщо виміри проводяться за допомогою гравіметричних вимірювачів, то потрібно забезпечити, що вони вловлять велику кількість пилу. Тому може знадобитися проведення вимірювань протягом кількох

циклів роботи комбайна. У цьому випадку насоси вимірювальних приладів слід увімкнути, коли розпочнеться цикл роботи комбайна. Після закінчення першого циклу потрібно вимкнути насоси - доти, доки комбайн не переміститься на місце початку нового циклу роботи. У цей час вимірювальні прилади слід перемістити в аналогічні місця на новому місці роботи комбайна. Коли комбайн розпочне новий цикл роботи, потрібно увімкнути насоси приладів.

При роботі більш рухомих машин - наприклад, комбайна виїмки - для ізоляції джерела пилу потрібно використовувати рухомі вимірювачі. У міру переміщення комбайна два співробітники повинні рухатися разом із вимірювальними приладами. Один з них повинен бути перед комбайном (по потоку повітря), а інший - після комбайна. Вони повинні знаходитись на відповідній відстані від комбайна під час його роботи.

В обох прикладах вимірювання проводяться в умовах, коли в шахті є режим руху повітря при вентиляції. Але трапляються й інші випадки. Наприклад, для вимірювання кількості респірабельного пилу, що утворюється під час проведення бурових робіт, потрібно використовувати групу вимірювачів, що знаходяться навколо бурової установки по колу, щоб врахувати зміну напрямку повітря. Потім для визначення кількості пилу, що утворився при бурінні, потрібно усереднити результати вимірювань. Також потрібно визначити фонову запиленість повітря - далеко від місця роботи, так щоб на результат вимірювань не впливало утворення пилу при бурінні. Потім значення фоновій запиленості віднімається з результатів вимірювань запилення біля бурової установки, щоб визначити, який вона дає внесок у загальну запиленість.

3. ЗНИЖЕННЯ ЗАПИЛЕНOSTІ ПІД ЧАС РОБОТИ ВИЇМКОВИХ КОМБАЙНІВ

Медичні дослідження показали, що тривалий вплив респірабельного вугільного пилу при надмірній концентрації може призвести до виникнення пневмокніозу, масивного прогресивного фіброзу та хронічної обструктивної хвороби легень. Ці захворювання - невиліковні, і можуть виснажувати хворого, посилюватися і стати причиною смерті. Під час підземного видобутку вугілля пневмокніоз продовжує залишатися серйозною загрозою для здоров'я шахтарів.

Історично виконання вимог законодавства про зниження концентрації респірабельного пилу до 2 мг/м^3 при роботі виїмкових комбайнів зустріло труднощі. Протягом 2014-2018 р. для перевірки виконання вимог законодавства на робочих місцях шахтарів, де існує підвищений ризик під час роботи виїмкових комбайнів зроблено понад 1000 вимірів запиленості повітря, а роботодавці зробили 6000 вимірів. Результати цих вимірювань показали, що у 800 вимірах (зроблених роботодавцями, 13%) та 150 вимірах (зробленого інспекторами, 14%) концентрація респірабельного пилу перевищує 2.1 мг/м^3 . Крім того, вимірювання показали, що під час роботи виїмкових комбайнів шахтарі піддаються підвищеному впливу пилу респірабельного кварцу. Продовження виявлення випадків захворювання на пневмокніоз у шахтарів, що видобувають вугілля, та ступінь перевищення допустимої концентрації респірабельного пилу при роботі виїмкових комбайнів показує, що потрібно покращити роботу технічних засобів зниження запиленості при роботі виїмкових комбайнів.

З початку 1980-х відбулося різке зростання кількості застосовуваних виїмкових вугільних комбайнів та місць їх використання. У 2007 р. за допомогою виїмкових комбайнів добувалась половина всього вугілля. Загальний видобуток вугілля цим способом досяг максимуму в 2004 р, а

потім знизився на 10%. Такі масштаби вимагають покращити роботу технічних засобів зниження запиленості.

Шкідливий респірабельний пил, що впливає на шахтарів під час роботи виїмкових комбайнів, утворюється в декількох джерелах, у тому числі: у виробці для подачі чистого повітря; у місці розташування стрічкового конвеєра, у місцях перевантаження вугілля на конвеєрі та в дробарці, біля вугільного комбайна та при пересуванні кріплення. Розглянемо технічні засоби зниження концентрації пилу, що використовуються зараз, що утворюється в цих джерелах, а також обговоримо інші способи зменшення запиленості, які можуть додатково зменшити концентрацію пилу, але які поки (ще) не використовуються.

Зниження запиленості в виробках

Утворення пилу в виробках, якщо не приділяти цьому достатньо уваги, може значно вплинути на запиленість чистого повітря, що подається в шахту для провітрювання, та збільшити вплив пилу на шахтарів під час роботи комбайнів. Дослідження, що проводилися нещодавно, показали, що концентрація респірабельного пилу в останньому поперечному розрізі досягала 0.42 мг/м^3 . При збільшенні продуктивності вугільних комбайнів збільшується подача в шахту повітря для видалення пилу і розведення метану. Подача повітря в забій зросла, і в порівнянні з результатами вимірювань, що проводилися в середині 1990-х вона побільшала на 65%.

Збільшення швидкості повітря у вентиляційних виробках може призвести до збільшення його запиленості, якщо не буде вжито адекватних заходів для знепилення. Дослідження показали, що коли пил сухий (вологість до 1%) і коли він потрапляє у вентиляційний потік повітря, може збільшитися її віднесення струменем повітря - як це буває при попаданні в повітря пилу при переміщенні кріплення. Тому утворення пилу може збільшити кількість пилу, що досягає робочих місць шахтарів під час роботи виїмкових вугільних комбайнів.

Для зменшення запиленості можуть використовуватись такі способи:

Зміна режиму роботи так, щоб під час роботи вугільних комбайнів зменшити або припинити діяльність, що веде до утворення пилу. Переміщення машин, вантажно-розвантажувальні роботи збільшують запиленість повітря, що подається в шахту для провітрювання. Така діяльність, у поєднанні із збільшенням швидкості повітря, може призвести до попадання пилу в потік повітря, що подається для провітрювання, особливо якщо утворення пилу відбувається поблизу останнього відкритого поперечного розрізу.

Використання води або гігроскопічних речовин для зменшення утворення пилу. Власники шахт повинні уважно стежити за вологістю пилу, особливо у разі збільшення подачі повітря у забій та в зимові місяці.

Використання поверхнево-активних речовин. ПАР – такі, як мило та миючі засоби – розчиняються у воді, та покращують збереження вологості пилу. ПАР зменшують поверхневе натяг води, що дозволяє меншій кількості води змочувати таку ж кількість частинок на одиницю об'єму.

Зниження запиленості у стрічкових конвеєрів

Для збільшення подачі повітря в вибій може використовуватися виробки з стрічковим конвеєром. Це збільшує подачу, і може покращити розведення метану та запиленого повітря. Дослідження шахт, де використовуються комбайни для виїмки показали, що на 40% з них повітря подається таким чином. Аналіз результатів вимірювань запиленості повітря показав, що при порівнянні шахт, де використовується такий спосіб подачі повітря, з шахтами, де він не використовується, значних відмінностей у запиленості на робочих місцях не виявилось. Також дослідження показали, що будь-яке додаткове потрапляння в вибій, де працює виїмковий комбайн, пилу з виробки для конвеєра, ймовірно, буде пом'якшено через збільшення розведення, яке може статися через збільшення подачі повітря через неї.

Але в останні роки через збільшення кількості вугілля, що переміщується, зросла можливість забруднення повітря, що надходить у

вибій через виробку з стрічковим конієром. Для зниження надходження респірабельного пилу з цього джерела можна використовувати такі способи:

Технічне обслуговування ременя. Для зменшення утворення респірабельного пилу під час роботи конвеєра життєво важливо проводити належне техобслуговування останнього. Відсутність роликів, прослизання ременя, та його зношування можуть призвести до зміщення ременя, і прокидання вугілля. Оскільки кількість вугілля, що транспортується з вибою зростає, адміністрація повинна ретельно стежити за проведенням належного техобслуговування наявних засобів зниження запиленості конвеєра, щоб запобігти винесення пилу в забій.

Зволоження вугілля, що переміщується. При адекватному зволоженні вугілля в вибої, його подальшому переміщенні й у місцях перевантаження утворюється менше пилу. Але при сильному збільшенні витрати повітря через прохід для конвеєра вода може випаровуватися, і може знадобитися додаткове зволоження через якісь проміжки. Для зволоження вугілля в проміжних місцях на конвеєрі зазвичай використовують форсунки з плоским смолоскипом і з повним конусом. Зазвичай витрата води становить 4-15 л/хв при тиску 345 кПа.

Очищення ременя вишкрібанням та промиванням. Для зменшення пилоутворення велике значення має очищення ременя. Матеріал, що прилип до ременя, руйнується на кінцевих роликах. Цей матеріал часто висихає, і потрапляє у повітря, коли проходить ролики, що підтримують холосту частину ременя. Верхня і нижня сторони холостої частини ременя повинні очищатися пружним скребком, або скребком, що притискається до ременя вантажем. Може знадобитися зволоження ременя розпиленням невеликої кількості води - на додаток до очищення скребком. Дослідження, що проводилися раніше показали, що поєднання використання скребоків та розпилення води значно зменшує утворення респірабельного пилу.

Використання щіток, що обертаються, що очищають несучу сторону ремня. Для зменшення утворення пилу при роботі конвеєра може використовуватися щітка, що обертається, з приводом від мотора. Вона обертається у бік, протилежний напрямку руху ремня. Така щітка повинна встановлюватися поблизу місця скидання вугілля з конвеєра так, щоб матеріал, що прилип до ремня, залишався вологим і злиплим після його відділення від ремня. Якщо прилиплий матеріал залишається на частині ремня, то він може висохнути, і потрапити в повітря при відділенні від ремня.

Зволоження сухих ременів. Дослідження показали, що зволоження нижньої сторони ремня може значно зменшити утворення пилу при роботі конвеєра, коли останній проходить місце скидання вугілля. Для цього зазвичай використовують форсунки з повним конусом, зі смолоскипом, спрямованим на не несучу сторону ремня (при зворотному русі, за відсутності вугілля, вона стає верхньою). Для витирання ремня після форсунки встановлюється, наприклад, шматок килимка з підкладкою поролону (по всій ширині ремня), що дозволяє видаляти частинки пилу.

Зниження запиленості з інших джерел

Респірабельний пил може потрапити у повітря і з інших джерел, і залишатися в потоці вентиляційного повітря при його русі вздовж усього вибою (при роботі комбайна виїмки). Це може призвести до впливу пилу на всіх шахтарів, які працюють у вибої. Серед джерел пилу, що забруднюють вентиляційне повітря, основними є штрековий перевантажувач та дробарка. При дробленні вугілля та породи в дробарці виникає велика кількість пилу, який може потрапити у вентиляційне повітря.

Для зниження запиленості повітря в місці роботи цього обладнання використовують:

Установка укриттів, що повністю закривають обладнання. Дослідження, що проводилося нещодавно, показало, що все обладнання

такого типу повністю закривається укриттями (кожухами). Але для встановлення таких укриттів немає одноманітної технології. Зазвичай використовують листи сталі, екрани зі стрічки конвеєра, фіранки та/або піну для закривання дробарок та штрекових перевантажувачів по всій їх довжині. Крім того, додаткове укриття ділянки конвеєра перед дробаркою дозволяє ефективно зменшити поширення пилу від обладнання та забруднення вентиляційного повітря. Для ізоляції дробарки над входом до неї підвішують смуги зі стрічки конвеєра. Для ефективного використання цього способу важливо, щоб усі ущільнення та завіси були справними.

Зволоження вугілля у місці роботи штрекового перевантажувача та дробарки. Для цього зазвичай розпорошують воду, встановлюючи форсунки над молотками дробарки, зазвичай подають 30-38 л/хв. А перед входом у сховище над штрековим перевантажувачем зазвичай встановлюють 3-4 форсунки з повним конусом. Для рівномірного зволоження вугілля форсунки повинні перекривати всю ширину конвеєра. Вони звожують вугілля, щоб запобігти утворенню респірабельного пилу при його подальшій обробці. Попередні дослідження показали, що найбільш ефективне утримання пилу в укритті досягається при використанні форсунок великої продуктивності при низькому тиску води. Форсунки з великим тиском не потрібні, оскільки важливо подавати багато води, а тиск не має значення. Рекомендується використовувати форсунки з конусом і великим отвором при тиску 400 кПа. Часто форсунки встановлюють у місці вивантаження дробарки. Для зменшення пилоутворення під час роботи штрекового перевантажувача встановлюють форсунки безпосередньо над місцем падіння вугілля. Рекомендовані місця встановлення форсунок показано на рис 3.1.

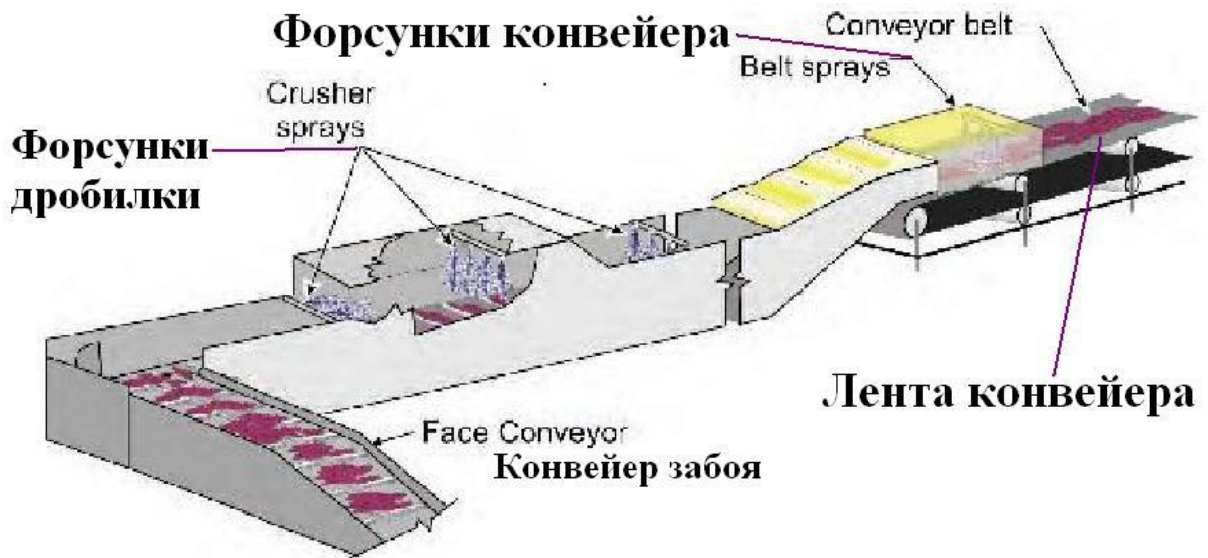


Рисунок 3.1. - Рекомендовані місця встановлення форсунок

Використання пиловловлювачів-скрубберів у місцях перевантаження та дроблення вугілля. Щоб запобігти розлітання пилу в місцях перевантаження та дроблення вугілля, можуть використовуватися встановлені поруч скрубери-пиловловлювачі з вентилятором. Зазвичай при їх використанні всмоктують отвори скрубберів за допомогою повітроводів з'єднуються з місцями вивантаження вугілля у перевантажувача та дробарки. Зазвичай витрата повітря через такий пиловловлювач складає 180-240 м³/хв. Ці скрубери не тільки вловлюють пил, але й створюють розрідження в укритті над перевантажувачем та дробаркою, що зменшує витікання забрудненого повітря через зазори та нещільності (якщо вони є).

Використання скрубера з подачею води під великим тиском. Альтернативою скруберам з вентилятором є маленький скрубер з подачею води під великим. У центрі труби встановлюється форсунка, яка розпорошує воду при тиску не менше 7 мПа. Розпилення води при великому тиску дозволяє не тільки вловлювати пил, але й змушує повітря переміщатися через трубу без використання вентилятора. Так як переміщення води відбувається без використання вентилятора, він по своїй конструкції абсолютно вибухобезпечний (метан), і вимагає мінімального техобслуговування через відсутність рухливих частин. Проведено успішні

підземні випробування пристрою з 5 трубами, із встановленою у кожній трубі форсункою. Забруднене повітря проходило через труби і потім - через туманоуловлювач з лопатками. Очищене повітря надходить у вибій. Випробування у виробничих умовах показали, що при тиску води 8,0 мПа та витраті води 40 л/хв концентрація пилу зменшується більш ніж на 50%.

Крім штрекового перевантажувача та дробарки, для зменшення пилоутворення в місці подачі чистого повітря для провітрювання вибою використовують такі способи:

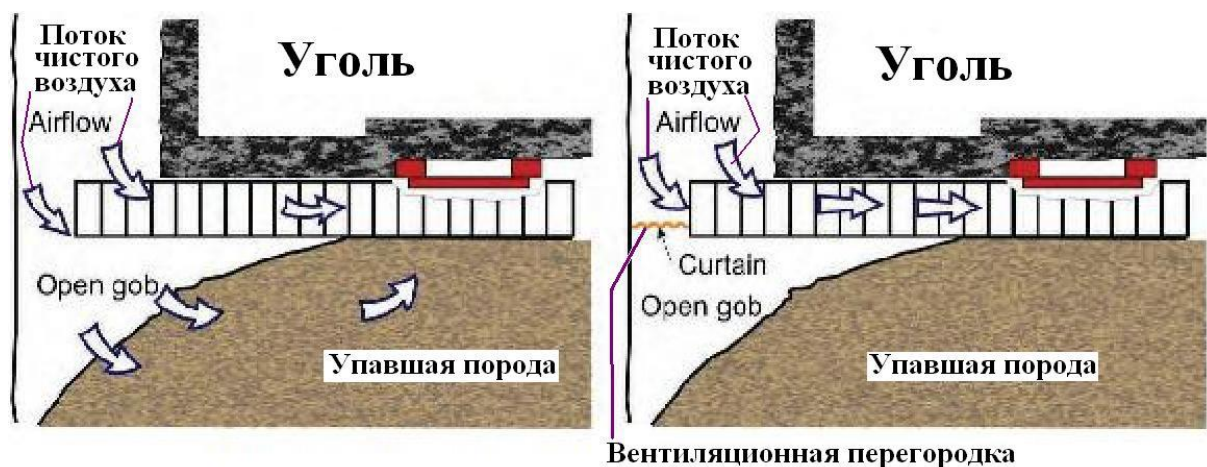


Рисунок 3.2. Використання завіси, що відокремлює порожню породу, для збільшення повітрообміну у вибої

Установка вентиляційної перегородки, що відокремлює породу від вибою. Щоб забезпечити адекватну вентиляцію вибою при роботі комбайна виймання, потрібно подавати в вибій достатню кількість повітря. Але часто частина повітря, що подається в вибій, йде в простір, звідки було видобуто вугілля раніше, і це перешкоджає нормальному провітрюванню забою. Це часто буває через анкерне кріплення покрівлі в місці навантаження конвеєрів - кріплення заважає обвалу покрівлі в цьому місці (при переміщенні механізованого кріплення) - синхронно з обвалом покрівлі в інших місцях. В результаті за кількома першими секціями

механізованого кріплення знаходиться порожній простір, і частина вентиляційного повітря губиться. Крім того, повітря, що потрапило в цей простір, може забруднитися пилом і знову потрапити в вибій, збільшуючи запиленість. При встановленні вентиляційної перегородки, що відокремлює вибій від простору, звідки раніше було вилучено вугілля (у тому місці, де вентиляційне повітря подається в вибій) вона розгортає потік повітря на 90° у бік вибою і зменшує втрати (рис. 3.2). У деяких випадках таку вентиляційну перегородку підвішують за гідравлічними опорами механізованого кріплення протягом перших 5-10 секцій, що зменшує втрати вентиляційного повітря, що подається в вибій.

У кількох дослідженнях збільшення подачі повітря на забій при встановленні такої перегородки досягало 35% (порівняно з подачею без перегородки). Найбільший ефект від перегородки спостерігався перші 25-30 секцій механізованого кріплення, де збільшення витрати повітря призводило зниження концентрації пилу рахунок розведення. Всі дослідження, які проводилися нещодавно, показали, що при використанні виїмкових комбайнів скрізь встановлюють такі перегородки - але, на жаль, багато повітря йде за перегородку через недостатньо хороше обслуговування.

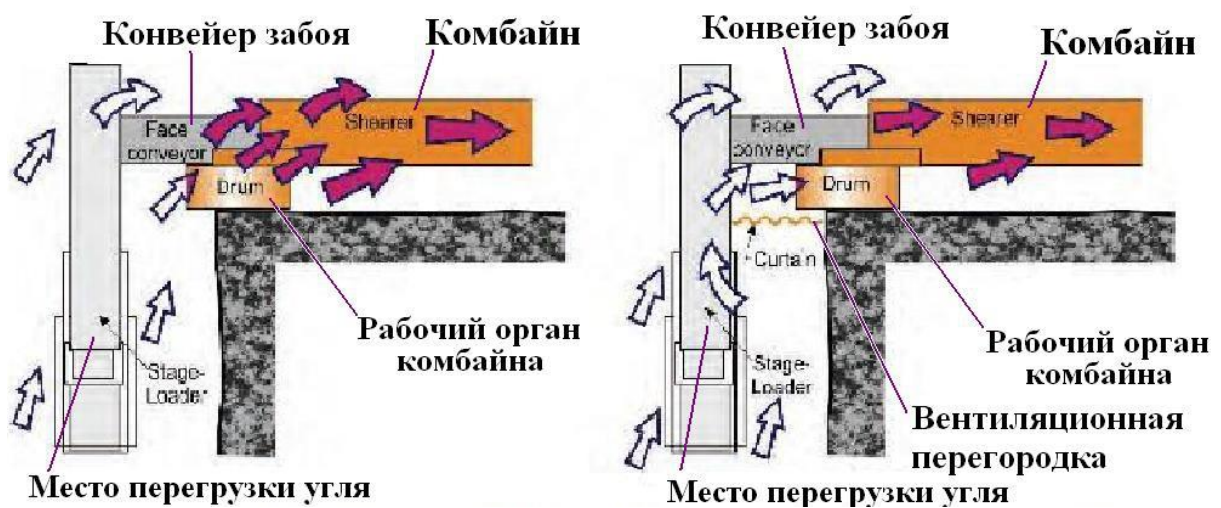


Рисунок 3.3. - Характер руху повітря навколо виїмкового комбайна за відсутності (ліворуч) та за наявності (праворуч) завіси в кінцевій точці руху комбайна

Переміщення оператора виїмкового комбайна за робочий орган після закінчення циклу роботи так, щоб повітря рухалося від оператора до робочого органу. Одна з причин впливу пилу на оператора при великій концентрації - попадання робочого органу комбайна до потоку вентиляційного повітря після закінчення циклу роботи. Дійшовши до кінця лави, робочий орган виїмкового комбайна - сильно запилений, джерело великої кількості пилу - потрапляє в потік повітря, що подається для провітрювання. Повітря підхоплює велику кількість пилу, і це може призвести до сильного впливу на оператора. Хоча це триває відносно недовго, але запиленість може бути великою, і концентрація респірабельного пилу, що впливає на оператора, може досягати 20-30 мг/м³. У дослідженні, що вивчало вплив пилу, були докладені зусилля для того, щоб обидва оператори виїмкового комбайна (і той, хто знаходиться спереду, і той, хто знаходиться ззаду) при закінченні циклу роботи переходили зі своїх звичайних робочих місць за робочий орган комбайна (перебуваючи перед ним потоком повітря) до того, як він (закінчуючи цикл роботи) потрапить у потік вентиляційного повітря. Зазвичай вони переходять за двигуни приводу конвеєра вибою, близько перших двох секцій механізованого кріплення. Це також захищає їх від вугілля, що летять (часток). Таке переміщення операторів наприкінці циклу роботи захищає їхню відмінність від впливу респірабельної пилу при великій концентрації наприкінці циклу роботи.

Встановлення вентиляційної перегородки між стіною штреку та штрековим перевантажувачем (рис. 3.3). Крім переміщення операторів комбайна в потік повітря, що не забруднюється, при закінченні циклу роботи (коли робочий орган потрапляє в потік вентиляційного повітря), для зменшення концентрації пилу може використовуватися вентиляційна перегородка. Вона підвішується до покрівлі і знаходиться між стіною штреку та штрековим перевантажувачем. Попереднє дослідження показало, що така перегородка ефективно знижує концентрацію пилу

нижче потоку повітря. Перегородка направляє повітря так, що він проходить повз робочий орган комбайна після закінчення циклу роботи. Для отримання максимального ефекту і щоб не впливати на роботу барабана, вона повинна знаходитися на відстані 1.8 м від кута вибою.

Зниження запиленості у місці роботи комбайна

При видобутку вугілля за допомогою виїмкових комбайнів останні є головним джерелом пилу, і вони роблять найбільший внесок у вплив респірабельного пилу на співробітників. Тому при зменшенні запиленості основна увага повинна приділятися утворенню пилу під час роботи комбайна - особливо якщо він руйнує пласт вугілля під час руху в обох напрямках. Дослідження роботи виїмкових комбайнів, що проводилися раніше, показали, що вклад роботи комбайна в загальну концентрацію пилу більший, ніж вклад місць перевантаження вугілля на конвеєрах, і внесок від механізованого кріплення. Комбайни створюють понад 50% всього пилу при видобутку вугілля. Нижче розглянемо низку способів зниження запиленості під час роботи виїмкового комбайна.

Вентиляція вибою. Як і за всіх видів видобутку корисних копалин, основним способом розведення метану до безпечної концентрації є вентиляція. Вона також є основним способом зменшення запилення при видобутку вугілля виїмковими комбайнами. Метою використання вентиляції було і залишається подача достатньої кількості повітря для розведення та винесення пилу з вибою, і запобігання її попаданню в ту частину вибою, де працюють люди. У попередніх дослідженнях повідомляли, що для зниження запиленості мінімальна прийнятна швидкість повітря у вибої має бути 2-2.3 м/с. Оптимальний діапазон швидкостей може бути збільшений до 3.6-4.6 м/с, якщо вологість пилу становить 5-8%. У дослідженні повідомляли, що зі збільшенням кількості повітря, що подається для провітрювання вибою - навіть понад 6 м/с - відбувається зменшення концентрації респірабельного пилу вздовж вибою. При збільшенні швидкості повітря важливо забезпечити достатнє

зволоження вугілля зменшення можливого забруднення повітря пилом при його русі з більшою швидкістю. При більшій швидкості в забій надходить більше повітря, що призводить до більшого розведення пилу, але це збільшує пилоутворення при переміщенні механізованої покрівлі. За більшої швидкості повітря навколо комбайна розлітання пилу обмежується місцем руйнування вугільного пласта, і зменшується ймовірність забруднення місць роботи людей. При більшій швидкості повітря покращається винесення пилу із застійних зон у районі головного штреку та кріплення покрівлі. Дослідження, що проводилися нещодавно, показали, що середня швидкість повітря була 3,4 м/с, а в двох вибоях - більше 4,1 м/с. Середня витрата повітря, що подається для провітрювання вибою - приблизно 3.2 м³/сек. Порівняно з результатами досліджень у середині 1990-х подача повітря зросла на 67%. Виміряна при проведенні останніх досліджень концентрація перед комбайном (по потоку) і в середині комбайна була нижчою, ніж виміряна в попередніх дослідженнях. Це показує, що збільшення швидкості повітря та одночасне використання на комбайні форсунок, що переміщують запилене повітря, обмежує поширення хмари пилу місцем руйнування вугільного пласта, та зменшує потрапляння пилу до місць роботи людей.

Установка форсунок на робочий орган комбайна. Форсунки, встановлені на робочий орган, подають воду безпосередньо в місце руйнування вугілля, і збільшують вологість вугілля, зменшуючи пилоутворення під час його транспортування. Хоча такі форсунки дуже ефективно зменшують пилоутворення у місці руйнування вугільного пласта, але фактично, якщо тиск води буде занадто великим, вони можуть збільшити запиленість повітря (у місці роботи людей). У цьому випадку замість зменшення пилоутворення ці форсунки переміщатимуть запилене повітря від місця руйнування вугільного пласта до місця роботи людей, що призведе до перемішування запиленого повітря з чистим, що подається для провітрювання, і попадання пилу на весь поперечний переріз вибою.

Попередні дослідження показали, що такі форсунки ефективно зменшують утворення пилу, але зі збільшенням тиску води понад 700 кПа концентрація пилу в зоні дихання оператора може зрости на 25%. Здається, у більшості випадків оптимальний тиск води в таких форсунках – 550-700 кПа. Для використання у цьому місці найкраще підходять форсунки з повним конусом. Вони дозволяють зволожувати вугілля і не викликають зайве переміщення повітря біля робочого органу. Для зменшення тиску та збільшення витрати води використовують сопла з великими отворами.

Обслуговування зубів робочого органу. Дослідження, що проводилися раніше, показали, що зуби з великими сердечниками з карбіду і вузькою перехідною ділянкою між сталевією ніжкою і карбідним (сердечником) зменшують утворення пилу. Не можна переоцінити важливість швидкої заміни пошкоджених зубів, що випали і зношених. Тупі зуби труться об вугілля, і це призводить до неефективного використання ріжучих зусиль, що додаються, і нездатності робочого органу руйнувати пласт з необхідною швидкістю. Це призводить до невеликої подачі робочого органу, що істотно підвищує утворення пилу. Використання затуплених зубів не тільки збільшує зусилля при руйнуванні вугільного пласта та збільшує пилоутворення, але також збільшує ймовірність механічного пошкодження вузлів кріплення зубів та фрикційного запалення метану.

Струменеві вентилятори - форсунки, що переміщують запилене повітря за рахунок розпилення води. Розпилення води може бути ефективним способом переміщення повітря і - при правильному застосуванні - може використовуватися для зменшення поширення пилу (що утворюється під час роботи комбайна) у місця роботи людей біля комбайна (додатково до вентиляційного потоку повітря). Форсунки, встановлені на корпусі комбайна, працюють як маленькі вентилятори, переміщуючи повітря та пил у бік розпилення води. При невдалому розміщенні форсунок - коли вони розпорошують воду на робочий орган у напрямку, протилежному напрямку руху повітря - вони фактично

відштовхують пил від місця її утворення, і сприяють її змішуванню з чистим повітрям, яке потім потрапляє на робочі місця операторів. Використання струменевих вентиляторів зменшує поширення пилу та попадання запиленого повітря в вибій. Для цього на комбайні встановлюється кілька форсунок, спрямованих вниз потоком повітря, що подається в вибій для вентиляції. Також використовуються один або більше пасивних бар'єрів, які поділяють потік вентиляційного повітря біля комбайна на два: чистий та забруднений. Поділ потоків починає кронштейн – вентиляційна перегородка. Вона знаходиться на тій стороні комбайна, на якій знаходяться люди, і простягається від корпусу комбайна вперед потоком повітря паралельно напрямку його руху. Для фізичного відділення місця роботи людей від місця руйнування вугільного пласта до цього кронштейна підвішують конвеєрні стрічки. Крім того, на кронштейні встановлюють низку форсунок для створення потоку повітря (і переміщення пилу) у бік місця руйнування вугільного пласта. Щоб така система була ефективною, кронштейн має простягатися далі за робочий орган - настільки, наскільки це можливо. Усі форсунки на кронштейні повинні бути спрямовані потоком повітря, і повинна використовуватися достатня кількість форсунок для запобігання поширенню пилу від робочого органу на робочі місця людей. До кронштейна повинні підвішуватися конвеєрні стрічки (екрани), щоб покращити поділ потоків повітря та запобігти розповсюдженню пилу. Так як кронштейн повинен виступати за робочий орган комбайна - настільки далеко, наскільки це можливо - він повинен виготовлятися з жорсткої сталеві труби, щоб витримувати удари (шматків) вугілля і породи. Інший варіант - деякі шахти використовують пружні кронштейни, які можуть поглинати енергію удару та повертатися у вихідне положення. Так як струменеві вентилятори призначені для переміщення повітря, то важливо, щоб тиск води був досить великим - не нижче 10 мПа. Для розпилення води з метою переміщення запиленого повітря підходять форсунки з порожнім конусом

або форсунки Вентурі. Форсунки мають бути спрямовані так, щоб вони сприяли переміщенню пилу вздовж вибою, але не створювали завихрення повітря (турбулентність). Тому небажано, щоб струменя цих форсунок стикалися з перешкодами.

Розроблено комбінований спосіб боротьби з пилом, що включає застосування еластичного укриття з гумовотканинного матеріалу для ізоляції виконавчого органу комбайна. Спосіб є більш ефективним порівняно з іншими, тому що дозволяє знизити запиленість у лаві на 92%.

Стрічки конвеєра, підвішені вздовж кронштейна, разом із струменевими вентиляторами, допомагають розділити потоки повітря (чистого та запиленого), що рухаються вниз потоком від комбайна. Ці стрічки також є фізичним бар'єром між конвеєром вибою і робочими місцями людей, допомагаючи зменшити потрапляння пилу в їхню зону дихання. Зазори та щілини у таких екранах сильно знижують ефективність поділу потоків за допомогою кронштейна. Для зменшення попадання пилу на робочі місця можуть використовуватися форсунки, встановлені на кронштейні з боку, де знаходяться люди, та направлені до нижньої сторони стрічок конвеєра. Для запобігання розповсюдженню пилу можуть використовуватися форсунки з великою витратою води при низькому тиску, рівномірно розміщені по всьому кронштейну і направлені у бік нижньої частини стрічки конвеєра.

Альтернативне рішення – замість встановлення струменевих вентиляторів на боці, де працюють люди, встановити форсунки на нижній стороні кронштейна. І в цьому випадку форсунки з великою витратою води повинні встановлюватись рівномірно по довжині кронштейна і вони повинні бути спрямовані вниз на конвеєр. Ці форсунки можуть запобігти перетіканню запиленого повітря над або під стрічкою конвеєра, і повинні збільшити вологість вугілля на конвеєрі, що зменшить пилоутворення на ньому. Установці форсунок тут може перешкодити те, що там сильна турбулентність. Тиск води має велике значення, і маленького тиску може

виявитися недостатньо для запобігання проникненню пилу під стрічкою конвеєра, а занадто великий тиск може збільшити турбулентність нижньої частини стрічки конвеєра, що призведе до попадання більшої кількості запиленого повітря на робочі місця людей. При використанні системи зниження запиленості зі струминними форсунками, останні переміщують запилене повітря вздовж вибою. Для цього форсунки встановлюються на корпусі комбайна між його робочими органами.

Ці форсунки спонукають запилене повітря, що знаходиться між корпусом комбайна і пластом вугілля, рухатися вздовж забою вниз по потоку, запобігаючи попаданню пилу на робочі місця. Зазвичай встановлюють 3-4 насадки по 3-5 струминних вентиляторів на кожній - по всій довжині корпусу комбайна виїмки. Такі форсунки зазвичай встановлюють або на стороні корпусу комбайна, зверненої до вугільного шару, або на верху корпусу, ближче до вугілля. Усі форсунки спрямовані вниз. Результати підземних випробувань таких систем показали, що вони знижують вплив на операторів респірабельного пилу, створюваного комбайном, приблизно на 50% - при русі працюючого комбайна проти потоку вентиляційного повітря, і більш ніж на 30% при русі працюючого комбайна по потоку.

Установка кронштейна паралельно до верхньої частини комбайна. Для запобігання попаданню пилу на робочі місця важливо встановити кронштейн приблизно паралельно (верхній частині комбайна) – особливо при видобуванні вугілля з товстих пластів. Під час проведення недавніх досліджень бачили кронштейн з гідравлічним регулюванням положення, що нахилився вниз до ґратчастого ставу під час руху працюючого комбайна потоком повітря. Через це респірабельна пилюка перетікала над кронштейном і потрапляла на робочі місця. А під час руху комбайна, що працював, у протилежному напрямку виявили, що хмара пилу проходить під стрічкою, підвішеною до кронштейна - коли робочий орган комбайна знаходиться в піднятому положенні, і коли кронштейн відхиляється вгору.

Встановлення кронштейна паралельно підлозі та на одному рівні з верхом корпусу комбайна може запобігти попаданню пилу на робочі місця людей – над або під перегородкою.

Пластини комбайна дефлектора. Пластини дефлектора виїмкового комбайна з гідравлічним регулюванням положення використовуються головним чином для захисту операторів від бруду, що летить з місця руйнування вугільного пласта. У піднятому положенні вони повинні збільшити ефективність системи припинення пилу зі струменевими вентиляторами, створюючи фізичний бар'єр, що відокремлює запилене повітря. Для підвищення ефективності захисту пластини повинні бути підняті так високо, як це дозволяють умови роботи, що виконується. Також на пластини дефлектора встановлюють форсунки, що збільшують ефективність системи знепилення. Але оператори комбайнів мають бути уважними і вимикати ці форсунки під час опускання пластин дефлектора. Якщо ці форсунки будуть включені в опущеному положенні пластин дефлектора, факел форсунки буде спрямований вгору, і він зіткнеться з нижньою стороною (механічної) покрівлі. Через таке зіткнення виникнуть завихрення, які можуть викликати попадання пилу в потік вентиляційного повітря, що надходить на робочі місця, що може підвищити запиленість біля комбайна і нижче потоку.

Форсунки, встановлені півколом. Форсунки можуть встановлюватись на обох кронштейнах (згори, на кінцях), і вони зазвичай направлені всередину, на робочий орган комбайна. Важливо, щоб вони були спрямовані у бік робочого органу і правильно розташовані так, щоб забезпечити рівномірне зволоження місця руйнування вугілля. Ті форсунки, що встановлюються на кронштейні, розташованому за задньою (по потоку) стороні комбайна, виходять спрямованими проти напрямку руху повітря, що може створити завихрення, що штовхає запилене повітря у бік робочих місць людей.

Встановлення форсунок на вбудовану в комбайн дробарку негабаритних шматків вугілля. Установка форсунок на дробарку, і напрямок їхньої смолоскипа вниз, на конвеєр, може поліпшити зволоження вугілля, зробити його рівномірнішим. Використання форсунок з великими отворами, що працює при тиску менше 550 кПа, дозволить розпилювати більше води через одну форсунку без завихрення.

Форсунки у задній (по потоку) частині комбайна. Спочатку, в систему пилоподавлення виїмкового комбайна входили кронштейни з форсунками на задній (по потоку) частині комбайна, які допомагали утримувати пил біля поверхні вугільного пласта. Ці форсунки на кронштейні також формують потік чистого повітря на робочих місцях людей, що знаходяться позаду комбайна по потоку, що зменшує вплив пилу на оператора комбайна (що знаходиться позаду комбайна по потоку), і на робочих, що забезпечували переміщення механізованого кріплення біля комбайна. Ці форсунки прямували паралельно кронштейну в задній частині комбайна, або трохи нахилилися у бік робочого органу, працюючи як водяна завіса, що обмежує поширення пилу від місця руйнування вугільного пласта. Важливо, щоб використання цих форсунок обмежувало поширення пилу, і не створювало сильних завихрень, які можуть призвести до потрапляння пилу від місця руйнування вугілля на робочі місця людей. Такі форсунки можуть розпорошувати воду на відстань 3-6 м вниз по потоку від комбайна, якщо вони правильно орієнтовані, і працюють при досить великих тиску та витраті води. Вони можуть покращити поділ потоків чистого та запиленого повітря, що створюється системою, встановленою на комбайні.

Зниження запиленості, що виникає через рухоми покрівлю

За останні кілька років покращення технології видобутку вугілля за допомогою виїмкових комбайнів призвели до створення більш потужних та швидких машин, швидкість яких при руйнуванні вугільного пласта перевищує 30 метрів за хвилину. При переміщенні механізованого

кріплення зруйноване вугілля та/або порода падають з верху покрівлі прямо в потік чистого повітря, що подається для провітрювання вибою. Переміщення кріплення стало автоматизованим, і тепер воно починається з місця, де знаходиться комбайн. Зазвичай переміщуються дві чи три секції, що за заднім робочим органом комбайна. В результаті переміщення покрівлі може статися сильний вплив пилу на операторів комбайна - коли кріплення переміщається вище за комбайн по потоку повітря (при русі останнього у бік руху повітря). Нижче розглянуто застосування розпилення води як можливе вирішення проблеми.

Встановлювання системи розпилення води на кріпленні. Більшість пилу падає з верху кріплення при його переміщенні. Вже багато років існує система з форсунками, що запилюють воду на матеріал, що знаходиться на покрівлі, і працюють тільки при переміщенні покрівлі - короткочасно. Це робиться для того, щоб зволожити матеріал на покрівлі для зменшення пилоутворення при переміщенні. На жаль, практика показала, що техобслуговування таких систем утруднене, і що вони недостатньо ефективно зволожують матеріал на покрівлі.

Форсунок на нижній стороні кріплення. Ці форсунок включалися автоматично з урахуванням положення комбайна, щоб створювалася водяна завіса, що рухається, що обмежує поширення хмар пилу біля робочих органів комбайна (переднього і заднього). Положення таких форсунок було різним - від верху кожної з секцій покрівлі до рівня, який нижче обмежуючих пластин конвеєра забою. На кожній із секцій кріплення було по одному або по два ряди форсунок. Послідовність їх включення та виключення залежала від конкретної шахти. При роботі форсунок в одній із шахт дослідники спостерігали, як вони негативно впливали на зниження концентрації респірабельного пилу у заднього (по потоку повітря) робочого органу. Робота цих форсунок впливала на роботу форсунок, встановлених на задньому кронштейні біля робочого органу, створюючи завихрення, через які хмари пилу та туману потрапляли на

робочі місця людей. Для використання цих додаткових форсунок важливо правильно, вчасно вмикати та вимикати їх. При правильній орієнтації факела (до пласта вугілля), при достатній витраті води та її тиску, такі форсунки можуть покращити умови роботи, доповнюючи роботу форсунок комбайна, які поділяють потоки чистого та запиленого повітря.

Розведення забрудненого повітря. Теоретично, подача до забій додаткової кількості повітря збільшує розведення пилу, що утворився при руйнуванні вугільного пласта. Але для збільшення витрати повітря потрібно збільшити його швидкість, а це може призвести до збільшення його запиленості, оскільки відносно сухий пил падає в потік з покрівлі. Кількість такого пилу, що падає з покрівлі біля комбайна, може виявитися значно більшим – особливо останніми роками, коли автоматизоване переміщення кріплення відбувається автоматично – переміщаються кілька секцій біля комбайна. Якщо це переміщення відбувається вище комбайна (по потоку повітря), це краще робити так далеко від комбайна, як тільки можливо, щоб не створювати проблем при роботі. Тоді пил, що потрапив у потік повітря, буде розведений чистим повітрям, і його концентрація при здуванні до місця роботи комбайна буде нижчою.

Однонаправлений режим роботи комбайна. При роботі комбайна, коли руйнування пласта вугілля відбувається при русі комбайна тільки в одному напрямку, у робітників більше можливості перебувати вище по потоку повітря по відношенню до місця утворення пилу, ніж при режимі роботи, коли вугільний пласт руйнується при обох напрямках руху комбайна. Залежно від покрівлі адміністрація може змінити режим роботи так, щоб переміщення покрівлі відбувалося тільки нижче комбайна (по потоку). Якщо переміщення покрівлі буде проводитися максимально близько до комбайна, і якщо робітники, що керують цим переміщенням, будуть перебувати вище місця переміщення (по потоку), то це може захистити їх від впливу пилу при підвищеній концентрації, оскільки вони будуть знаходитися в чистому струмені повітря, створеною системою

поділу чистого та запиленого повітря, встановленою на комбайні, та використовує струменеві вентилятори.

Інші способи зниження запиленості

Використання скрубєрів Вентурі в робочому органі. Приблизно половина пилу під час роботи виїмкового комбайна утворюється при руйнуванні пласта вугілля робочим органом. Якщо відомо, що після потрапляння респірабельного пилу у повітря його важко вловити, то це найкраще робити у місці її утворення. Дослідження показали, що робочий орган барабанного типу з вбудованими пиловловлювачами ефективно знижує концентрацію респірабельного пилу в зоні дихання операторів комбайна. Для цього в робочому органі встановлюється 12 пиловловлюючих вентиляційних трубок, що всмоктують запилене повітря за рахунок створення тяги при розпиленні в них води. Трубки знаходяться у верхній частині робочого органу. Вода під великим тиском розпорошується через форсунки, розташовані по колу, збоку від робочого органу. Розпилення води спонукає повітря рухатися через трубки, і дозволяє вловлювати пил. Трубки відкриті по обидва боки, і для розпилення води використовуються форсунки з порожнім конусом. Форсунки знаходяться з боку пласта вугілля, а з протилежного боку за робочим органом знаходиться обтічник (відбійник), щоб струмінь води не потрапив на оператора комбайна. Для максимального переміщення повітря, ефективного вловлювання пилу та запобігання засміченню трубок тиск води має бути близько 7 мПа. Використання робочих органів з пиловловлювачами знижує запиленості приблизно на 50%. Головними недоліками системи є велика вартість та значні експлуатаційні витрати. Також проблемою є підтримка великого тиску води під час роботи виїмкового комбайна, а також необхідність у проектуванні системи під місцеві умови та необхідність встановлення спеціальної втулки з форсунками для кожного робочого органу. Цей спосіб не можна використовувати, якщо діаметр робочого органу барабанного типу менше

132 см, так як потрібно достатньо місця для розміщення лопаток та форсунок. Хоча в той час, коли проводилося дослідження, конструктивні та експлуатаційні труднощі не були подолані, але вдалося досягти значного зниження концентрації пилу. За рахунок технологічних покращень, які були зроблені з моменту проведення дослідження, ця система могла стати значно кращою.

Використання піни у місці руйнування вугільного пласта. Подача піни через сопла великого діаметра, встановлені на робочому органі, зменшує вплив респірабельного пилу на оператора комбайна. Дослідження показало, що використання піни може дозволити проводити більш рівномірне зволоження на більшій площі. Але піна і вугілля, що руйнується, повинні добре перемішуватися для того, щоб її використання ефективно знижувало запиленість. Також будь-які хімічні добавки - піноутворюючі або змочують - можуть погіршити переробку вугілля на вуглезбагачувальній фабриці - залежно від технологічного процесу, що там використовується. Як зазначалося раніше, оптимальне положення (форсунок) для уловлювання пилу, створюваного робочим органом - біля джерела пилу. У дослідженні піна, створена стисненим повітрям, випускалася через 10-12 сопів на робочий орган. Результати показали, що вплив пилу на оператора зменшився на 50-70%. Як і установка на робочий орган скрубєрів Вентурі, використання піногенератора збільшує складність конструкції та витрати на техобслуговування та експлуатацію. Але це може знизити вплив пилу на оператора комбайна.

Використання форсунок із великим тиском, спрямованих у бік пласта вугілля. Розпилення води при тиску до 8.0 мПа у бік пласта вугілля форсунками, що знаходяться у барабана, обмежує пилоутворення при руйнуванні пласта вугілля. Здається, така система зменшує кількість пилу, що потрапляє у повітря, за рахунок покращеного розподілу вологи у форсунок робочого органу. Така система складається з форсунок високого тиску, розташованих у кожній групі зубів робочого органу, і спрямованих

у бік пласта вугілля. Випробування у виробничих умовах показали, що найбільша ефективність виходить при тиску 5.5 мПа та спрямованих під кутом 30°. В цьому випадку вплив пилу зменшується на 39%.

Випробування показали, що така система має обмеження. При експлуатації небажаним є засмічення форсунок. Частинки іржі з барабана можуть забруднювати воду, що підвищує ризик засмічення форсунок. Для зменшення ризику засмічення перед подачею води у форсунки вона має фільтруватися. Після деяких доробок така система може зменшувати пилоутворення від робочого органу, утримуючи пил біля поверхні вугілля.

4. ЗНИЖЕННЯ ЗАПИЛЕНOSTІ ПРИ РОБОТІ КОРОТКОВИБІЙНИХ КОМБАЙНІВ

У цьому розділі розглядаються перевірені методи та технічні засоби, що використовуються для зменшення концентрації респірабельного пилу при роботі коротковибійних комбайнів (фронтальної дії або прохідницьких комбайнів). Двома основними джерелами респірабельного пилу при роботі комбайна є: сам коротковибійний комбайн, що виймає, і бурова установка, що використовується для анкерного кріплення покрівлі. Оператори комбайна та бурової установки часто піддаються впливу кварцу при руйнуванні чи бурінні гірської породи.

Для класифікації людей, які зазнають найбільшого впливу пилу під час роботи гірських машин, використовуються коди спеціальностей. Крім вимірів запиленості, що їх проводить інспектори, такі виміри щомісяця проводить роботодавець. Потім уловлений пил відправляється для аналізу, щоб визначити - чи виконуються вимоги відповідного стандарту (з охорони праці). Виміри, зроблені інспекторами з охорони праці показали, що в операторів гірських комбайнів у 20%, а в операторів бурових установок у 10% випадків концентрація респірабельного пилу перевищує значення ПДК 2 мг/м³.

У цьому розділі докладно розглянуті способи зменшення впливу пилу на операторів комбайнів та бурових установок. Також описані способи знепилення під час роботи іншого обладнання.

Способи зниження запиленості під час роботи комбайна

При видобутку вугілля за допомогою коротковибійних комбайнів виймальних основним джерелом пилу є комбайн. Найчастіше оператор комбайна. Пил, що утворюється під час роботи комбайна, може впливати і оператора, і будь-якого шахтаря, працюючого нижче по потоку стосовно комбайну.

Як і в інших випадках, використовується повітря і вода для розведення, запобігання утворенню, пиловловлювання та переміщення пилу. Головним засобом захисту робітників від надмірної дії респірабельного пилу є вентиляція (всмоктувальна або нагнітальна). В цілому, правильне використання систем розпилення води, вентиляції та механічного обладнання (скрубберів-пиловловлювачів) забезпечує найкращий захист від впливу респірабельного пилу. Основою ефективної стратегії зменшення впливу пилу є техобслуговування скрубберів, форсунок та зубів робочого органу, і воно повинно проводитись регулярно. Пилопригнічення - найбільш ефективний спосіб зниження впливу пилу. Для цього використовують зволоження вугілля перед його руйнуванням, що зменшує попадання пилу у повітря. Після попадання пилу у повітря, використовуються інші способи її розведення, відведення її від робочих, чи видалення з місця роботи. Для перенаправлення пилу використовуються струмені води, що переміщують запилене повітря у бік від оператора, до отвору витяжної вентиляційної системи, що всмоктує, або за вентиляційну перегородку. Для уловлювання пилу використовують або розпилення води, що стикається з пилом у повітрі, або механічними способами (за допомогою скрубера-пиловловлювача з вентилятором). Повітря, що подається вентиляцією для провітрювання вибою, розбавляє пил, і забирає його від робочих. При роботі коротковибійного комбайна виймання використовується всмоктувальна або нагнітальна вентиляція вибою. Розглянуто переваги та недоліки різних способів.

Розпорошення води форсунками

Для зниження запиленості при роботі коротковибійного комбайна виймального можуть використовуватися різні форсунки. При проектуванні системи розпилення води враховують тип сопел, положення форсунок, витрату та тиск води. Тип форсунок, що використовуються в певному місці, залежить від їхнього призначення. Для запобігання потраплянню пилу у повітря використовують форсунки з великою витратою води при

невеликому тиску, що знаходяться поблизу джерела пилу. Для вловлювання пилу, що знаходиться в повітрі, потрібні маленькі крапельки, що рухаються з великою швидкістю, здатні стикатися з порошинками і видаляти їх із повітря. Для зміни напрямку руху запиленого повітря потрібен великий тиск.

Форсунка з порожнім конусом. Форсунки з порожнім конусом створюють круглий кільцеподібний смолоскип крапель, і бувають трьох конструкцій: з вихровою камерою, з дефлектором, і спіральним розпорошенням. Ці форсунки дозволяють отримати краплі середнього та маленького розміру. У форсунки з порожнім конусом великий отвір, і через це вони не схильні засмічуватися. Тому на практиці вони найкраще підходять для використання у більшості випадків. Стандартна система розпилення води, що пропонується виробником, зазвичай включає форсунки з порожнистим конусом, встановлені на стрілі робочого органу комбайна, і спрямовані на робочий орган. Вони особливо ефективні, коли потрібно знизити запилення, або перемістити запилене повітря у бік від робітника.

Форсунка з повним конусом. Такі форсунки створюють суцільний конічний факел круглої форми, який дозволяє струменю зберегти велику швидкість на великій відстані. Форсунки з конусом створюють краплі великого і середнього розміру при широкому діапазоні витрат і тисків. Зазвичай їх використовують тоді, коли форсунка повинна бути далеко від джерела пилу, або коли бажано рівномірне зволоження (наприклад - у фільтрах скрубєрів, або місцях перевантаження конвеєрів. Такі форсунки також використовують для зволоження в горловині шахтного конвеєра зменшення пилоутворення під час навантаження вугілля в транспортну машину.

Форсунка із суцільним стрижневим факелом. Така форсунка створює прямий, суцільний однорідний струмінь при великій витраті та низькому тиску. Це дозволяє рівномірно зволожувати вугілля, яке

руйнуватиметься комбайном. Такі форсунки призначені для встановлення поблизу (майбутнього) джерела пилу для затоплення місця руйнування пласта вугілля або його навантаження. Форсунки зі стрижнеподібним смолоскипом використовуються для зменшення пилоутворення.

Форсунка – плоский вентилятор. Такі форсунки створюють краплі маленького та середнього розміру в широкому діапазоні витрат і кутів розкриття факела, і зазвичай встановлюють їх у вузьких, закритих просторах. Установка форсунок з боків від робочого органу комбайна допомагає запобігти розлітання пилу в сторони від стріли (робочого органу), що сприяє його всмоктуванню вентиляцією комбайна, і направлення в скруббер для уловлювання. Ці форсунки ефективні при стримуванні (розповсюдженні) запиленого повітря.

Пневматичні форсунки. Існують пневматичні форсунки двох видів - гідравлічні та з використанням стиснутого повітря. Перші дозволяють отримати краплі маленьких розмірів при невеликій витраті, а другі дозволяють отримати найменші крапельки (у порівнянні з іншими форсунками), але вони найдорожчі і їх складно встановлювати, тому що для них потрібне стиснене повітря.

Хоча пневматичні форсунки краще за інших вловлюють пил, що знаходиться в повітрі, але їх використання в шахтах непрактичне через високі вимоги до техобслуговування (вони схильні засмічуватися), і необхідність підводити стиснене повітря до кожної форсунки.

При видобутку вугілля за допомогою коротковибійних комбайнів в більшості випадків використовується поєднання форсунок для отримання найкращого ефекту. Хоча збільшення тиску води збільшує ефективність форсунок, але при цьому рух залучається багато повітря і, відповідно, і пилу. Це може призвести до усунення хмари невловленого пилу назад у бік оператора комбайна. Перші форсунки на таких комбайнах використовували для змащення зубів, їх охолодження та зменшення запиленості. Хоча ці форсунки знижували концентрацію пилу дуже слабо,

вони створювали сильні завихрення і зміщували не вловлений пил у бік оператора, що збільшувало шкідливий вплив на нього. Для зменшення цього шкідливого явища форсунки стали встановлювати на верхню та нижню частину стріли робочого органу - ближче до нього. Форсунки, розташовані зверху, працювали при тиску води 700 кПа та витраті води 3.5 л/хв на 1 форсунку. Зліва та праворуч від робочого органу встановлювали дві форсунки з великими отворами, що заливали водою зубці робочого органу. Ці форсунки працювали при невеликому тиску 50 кПа і велику витрату води - 20 л/хв у кожної. Зміщення хмари пилу у бік оператора поменшало через те, що краплі води проходили невелику відстань до зіткнення із зубами робочого органу (при русі на коротку відстань вони менше часу захоплювали повітря). Це також покращувало зволоження вугілля за рахунок зниження завихрення повітря (рис. 4.1). Випробування форсунок, встановлених на стрілі робочого органу в умовах шахти, показало, що вплив пилу на оператора вугільного комбайна зменшується на 40% порівняно зі стандартним заводським розміщенням форсунок.

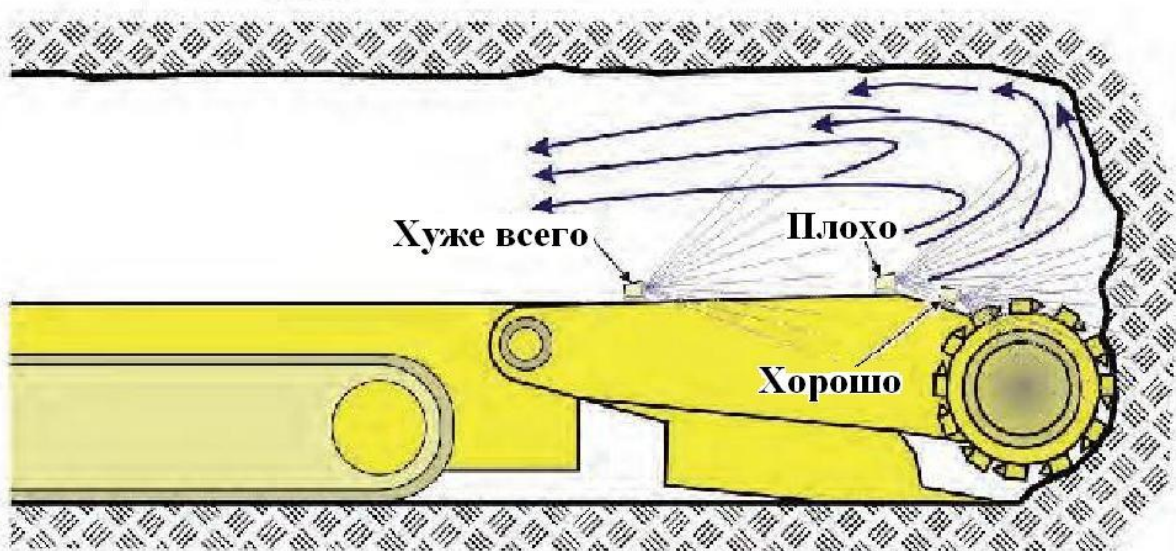


Рисунок 4.1. - Розташування форсунок впливає на можливість зміщення хмари пилу назад до оператора комбайна

Форсунки, що працюють при великому тиску води, встановлені на задніх кутах лопати комбайна з боку, протилежній стороні, з якої знаходиться всмоктуючий отвір витяжної вентиляції, можуть здувати пил з-під стріли до отвору, що всмоктує. Екстенсивна перевірка в умовах шахт показала, що використання форсунок на лопаті зменшує вплив пилу на робочому місці оператора комбайна на 60% і практично повністю усуває вплив респірабельного пилу кварцу.

Було показано, що наступні заходи зменшують вплив пилу при роботі коротковибійного комбайна:

Зміщення хмари пилу від робочого органу у бік оператора може статися через подачу в конічні форсунки з великим кутом розкриття факела води під великим тиском >700 кПа. Смолоскип типової форсунки втрачає здатність уловлювати пил на відстані 30 см від форсунки. Тому форсунки, розташовані вище та нижче робочого органу, повинні бути зміщені вперед максимально. Дослідження, що проводилися раніше, показали, що форсунки - вентилятори з плоским горизонтальним факелом, що працюють при великій витраті і низькому <700 кПа тиску, і розташовані максимально близько до робочого органу, забезпечують однорідне зволоження, і не викликають надмірного зміщення хмари пилу в сторону оператора. Під стрілою, на конвеєрі забою, потрібно використовувати форсунки з великим отвором і низьким тиском води при витраті 20 л/хв. Роздроблене вугілля має зволожуватися при його збиранні та транспортуванні.

Для протидії пилу, що утворився при руйнуванні вугільного пласта, використовують форсунки-вентилятори з плоским смолоскипом, розташовані на відстані 30 см ззаду від робочого органу, з боків, та спрямовані під кутом 30° до корпусу комбайна. Це перешкоджає розлітання пилу, що сприяє його всмоктуванню вентиляційною установкою комбайна. Випробування в лабораторії показали, що збільшення тиску води в соплах та/або кута їх орієнтації збільшує

повітряний потік, що створюється форсункою, і може збільшити їх ефективність як засоби обмеження поширення пилу.

Для переміщення пилу рекомендується використання форсунок, що працюють при великому тиску. Використання великого тиску >1 МПа підвищує ефективність при тому самому витраті води і дозволяє ефективно переміщати запилене повітря. Але потрібно бути обережним при визначенні їх положення та орієнтації, тому що через великий тиск можуть виникнути завихрення та зміщення хмари пилу у бік оператора комбайна.

Спочатку систему переміщення повітря за допомогою форсунок-вентиляторів розробляли для здування метану у бік витягної вентиляції. Ця система використовує кілька насадок з форсунками, які встановлюються на комбайн, щоб направити свіже повітря до місця руйнування вугільного пласта, і здути забруднення (пил і метан) у бік витягної вентиляції, що всмоктує проріз. На практиці система форсунок-вентиляторів використовується тільки тоді, коли провітрювання вибою проводиться за допомогою всмоктувальної вентиляції. Форсунки-вентилятори розроблялися як засіб для здування метану, і вони не є ефективними щодо уловлювання пилу, що знаходиться в повітрі.

Нещодавно розроблені комбайни з форсунками, розташованими на робочому органі, одразу за зубами. Вода, що розпилюється, охолоджує зуби, що зменшує фрикційне запалення, може зменшити утворення пилу при руйнуванні вугільного пласта. Використовуються форсунки з повним конусом з отвором 1 мм і тиском 700 кПа при витраті 1.5 л/хв, або з порожнім конусом при витраті 0.75 л/хв і тому ж тиску. Але ця технологія поки що, судячи з публікацій, не продемонструвала переваг щодо зменшення концентрації пилу. Дослідження показують, що у тому вигляді, як вона зараз використовується, зменшення запиленості нестабільне. Повідомляли, що з погляду операторів комбайна її перевагою є покращення огляду. Це може покращити управління робочим органом і,

відповідно, покращить стан робочого органу (потрібно буде менше техобслуговування), що зменшить пилоутворення.

Хороша фільтрація води значно покращує ефективність форсунок. Частинки бруду та іржі у воді можуть часто засмічувати сопла форсунок. Є простий пристрій, що не засмічується, для фільтрації води, і його потрібно використовувати для заміни звичайних фільтрів форсунок.

Перед початком кожного циклу роботи оператори повинні перевіряти, очищати та/або замінювати форсунки за потреби.

Режим роботи комбайна повинен бути таким, щоб руйнування пласта - коли це практично прийнятно - походило від вхідного отвору (подачі повітря) до всмоктування (витяжної вентиляції), щоб запобігти руху забрудненого повітря у бік оператора комбайна - у напрямку руху повітря.

Використання ручного дистанційного керування дозволяє операторам комбайна стояти осторонь комбайна, коли той працює. Але становище оператора залежить від використовуваної схеми вентиляції.

Використання дистанційного керування також дозволяє заглиблюватися комбайну більше, ніж на традиційні 6 м. Але такий режим роботи потребує більш інтенсивного провітрювання та заходів щодо зниження запиленості. При цьому важливим компонентом стає скрубери-пиловловлювач, встановлений на комбайн.

Дистанційне керування дозволяє оператору залишатися під укріпленою стелею виробки, і це дозволяє комбайну заглиблюватися на відстань до 12 м. Це дозволяє рідше змінювати положення комбайна, що підвищує його продуктивність. Тому в більшості випадків при видобутку вугілля коротковибійними комбайнами виїмками працюють саме так. Але використання дистанційного керування не дозволяє оператору комбайна підсувати вперед вентиляційну перегородку, що сприяє розведенню метану та пилу в місці руйнування вугільного пласта. Для зменшення цього недоліку встановлюють скрубери з зрошуваною насадкою. Всмоктують отвори вентиляційної системи комбайна знаходяться поблизу робочого

органу, і вони всмоктують запилене і загазоване повітря, направляючи його в скрубєр, покращуючи вентиляцію в місці руйнування вугільного пласта та уловлювання пилу.

Вентиляційно-пиловловлююча система комбайна всмоктує запилене повітря поблизу місця утворення пилу, переміщає його по вбудованих в корпус повітроводах до скрубєру-пиловловлювача, і прокачує його через фільтруючий елемент, який зволожується водою, що розпорошується форсунками. Частинки пилу стикаються з елементами фільтра і перемішуються з краплями води, після чого повітря очищається від них у туманоуловлювачі. Очищене повітря виходить зі скрубєра в атмосферу вибоєм. На ефективність очищення повітря від пилу та на витрату повітря через скрубєр впливають щільність та вид використовуваного фільтра/насадки. Режим роботи скрубєра оптимальний, коли все запилене повітря від місця руйнування вугільного пласта прокачується через скрубєр, і вловлюється велика частка ($> 90\%$) респірабельного пилу.

Техобслуговування скрубєра. Після одного циклу роботи витрата повітря через скрубєр може знизитися на третину. Найчастіше це відбувається через забруднення пиловловлюючої насадки. Для вимірювання витрати повітря потрібно використовувати трубку Піто. При великій запиленості потрібно частіше очищати фільтр), туманоуловлювач та повітроводи вентиляційної системи комбайна. Також потрібно перевіряти сопла форсунок з повітропроводів, щоб вони повністю зволожували весь фільтр, а не лише його середину.

Один із основних виробників такого обладнання дав такі рекомендації:

Двічі за зміну – промивати фільтр водою. Один раз за зміну – замінювати фільтр очищеним. Промивати струменем води, спрямованої із задньої сторони фільтра, і дозволити йому висохнути. Після висихання струсити бруд перед повторним використанням. Щодня - промивати всмоктувальні отвори та повітропроводи вентиляційної системи комбайна.

Щотижня - промивати трубу Вентурі, відстійник і модуль туманоуловлювача.

Такий розклад технічного обслуговування рекомендується для звичайного режиму роботи. Але дослідження у виробничих умовах показали, що у деяких випадках очищення фільтра потрібно проводити частіше. У деяких випадках фільтр повинен очищатися промиванням після кожної зміни місця роботи комбайна. Крім того, отвори, що всмоктують, і повітроводи можуть вимагати більш частого очищення. У затвердженому плані вентиляції шахти мають надаватися конкретні вказівки.

Вимірювання витрати повітря. Мінімальна витрата повітря при провітрюванні вибою, в якому проводиться робота, має бути не нижче 1.4 м³/сек. Але при використанні комбайнів із вбудованою вентиляційною системою та пиловловлювачами рекомендується, щоб витрата повітря, що подається в вибій, була трохи більшою, ніж витрата повітря вентиляційної системи комбайна. У цьому випадку витрата повітря у вентиляційної системи комбайна вважається мінімальною витратою повітря, яке потрібно подавати в вибій. Рекомендується вимірювати обидві витрати повітря, вимірюючи витрату повітря в вибої при вимкненій вентиляційній системі комбайна. На практиці щоб зменшити концентрацію респірабельного пилу та метану в більшості випадків у вибій подається більше мінімуму 85 м³/хв.

Товщина фільтра панелі. На ефективність уловлювання пилу впливає товщина панелі фільтра. Є панелі з 10, 20 і 30 шарів фільтра, остання - найефективніша (уловлюється понад 90% респірабельного пилу). Але потрібно зауважити, що використання товстіших панелей збільшує опір, що зменшує витрату відпиленого запиленого повітря, що пропускається через скрубєр. Форсунки фільтра повинні справно працювати і забезпечувати рівномірне зволоження фільтра. Для змочування фільтра зазвичай використовують форсунки з повним конусом при низькому тиску води <335 кПа.

Чинники, що впливають на уловлювання пилу. Ефективність роботи всієї вентиляційної системи комбайна залежить від ефективності уловлювання скрубера, і від того, наскільки добре ця вентиляційна система уловлює, всмоктує запилене повітря - витрати повітря через скрубера. На ефективність вентиляційної системи впливають чинники, що належать до комбайна - розташування всмоктуючих отворів, витрата повітря. Витрата повітря у всіх випадках має бути максимально можливим, а отвори, що всмоктують, повинні знаходитися якомога ближче до робочого органу - наскільки це практично можливо. Збільшення щільності фільтра збільшує ефективність уловлювання кварцу, але це зменшує витрату повітря, що пропускається через скрубера. Крім того, при закінченні роботи (руйнування вугільного пласта) потрібно дати скрубера попрацювати ще 10-12 секунд, щоб він висмоктав і очистив запилене повітря, що залишилося біля робочого органу.

Використання поверхнево-активних речовин. Поверхнево-активні речовини можуть збільшити змочуваність пилу, зменшуючи поверхневий натяг води, та покращуючи уловлювання частинок пилу. В одному дослідженні використання поверхнево-активних речовин у воді, що розпорошується форсунками скрубера (концентрація 0.013%), зменшило запиленість на величину до 31%.

Зміна напрямку викиду очищеного повітря. При провітрюванні вибою, коли середня швидкість повітря невелика, швидкість повітря можна збільшити рахунок зміни напрямку випуску очищеного повітря з вентиляційної системи комбайна - направивши їх у бік робочого органу. Але це залежить від концентрації метану у місці руйнування пласта вугілля. Попереднє дослідження показало, що така зміна напрямку частини викиду у бік робочого органу сприяє зменшенню концентрації пилу. Також проведені дослідження зміни напрямку (випуску повітря з) скрубера, яке показало, що це зменшує вплив пилу на оператора транспортної машини на 50%. Вплив на вплив на оператора комбайна був меншим, що показує,

що потрібно взаємно збалансувати перенаправлення потоку повітря зі скрубера та роботу вентиляції, що забезпечує провітрювання вибою.

Вид зубів робочого органу та їх знос. На концентрацію респірабельного пилу також впливає форма зубів робочого органу та їх знос. Регулярна перевірка та заміна затуплених, зламаних зубів, і встановлення нових зубів замість тих, що вивалилися, покращує ефективність роботи та допомагає зменшити концентрацію пилу. Також дослідження показали, що використання зубів з великими твердосплавними вставками та плавною перехідною ділянкою (тверда вставка - сталеві ніжка) зазвичай призводить до меншого пиловтворення. Лабораторні дослідження конічних зубів показали, що сильно зношені зуби із зірваними твердосплавними вставками дають значно більше пилу.

Зміна режиму роботи комбайна. Якщо потрібно збільшити висоту виробки так, щоб вимагалось руйнування породи, що знаходиться вище вугільного пласта (висота виробки більше товщини пласта), то з точки зору зниження запиленості бажано спочатку зруйнувати тільки вугільний пласт, і тільки потім - породу вище за пласт. При такому режимі роботи комбайна порода над пластом залишається недоторканою доти, доки при її руйнуванні під нею не буде вільного, порожнього простору. Це призводить до зменшення концентрації респірабельного пилу, особливо пилу кварцу (рис. 4.2).



Рисунок 4.2. - Зміна послідовності руйнування вугільного пласта може зменшити запиленість

Вентиляція вибою. Для зменшення впливу респірабельного пилу на оператора комбайна має велике значення швидкість повітря при провітрюванні вибою та його витрата. При добре організованій вентиляції вибою в нього подається досить багато повітря для розведення респірабельного пилу і швидкість повітря досить велика для того, щоб запобігти розповсюдженню хмари пилу від місця її утворення в бік оператора, і/або направити, здути її в бік частини вентиляційної системи, що всмоктує, що відводить повітря із вибою. Найчастіше для вентиляції вибоїв використовують системи двох видів - нагнітальну та всмоктувальну. Ці системи мають переваги і недоліки, що впливають на вплив пилу на шахтарів.

Нагнітальна вентиляційна система. При використанні вентиляції, що нагнітає, чисте повітря подається до місця утворення пилу по трубах або за допомогою вентиляційної перегородки (від підлоги до стелі), яка відокремлює від усього простору вироблення вузький канал біля бічної стіни. Чисте повітря подається до місця руйнування вугільного пласта, і здуває, забирає запилене повітря через основний простір вироблення назад. Використання такої схеми провітрювання дозволяє оператору комбайна перебувати в потоці чистого повітря, керуючи комбайном за допомогою дистанційного керування. Хоча такий спосіб провітрювання дозволяє ефективно видаляти пил та метан від місця руйнування вугільного пласта, але при цьому запилене повітря рухається від комбайна через основний простір вироблення, і до нього потрапляють оператор транспортної машини та шахтарі, які зміцнюють покрівлю. Це також обмежує переміщення оператора комбайна, оскільки він має бути в потоці чистого повітря.

При нагнітальній схемі провітрювання для зниження впливу пилу рекомендується:

Оператор (комбайна) повинен знаходитися біля місця випуску чистого повітря з повітропроводу в забій. При використанні вентиляційної

перегородки не повинен заходити за її край. Якщо йому потрібно перейти в основний простір вироблення, частина чистого повітря повинна подаватися за перегородку так, щоб він потрапляв на оператора, що знаходиться в запиленому повітрі. Залежно від того, де знаходиться оператор комбайна, можуть виникнути проблеми при необхідності спілкування з оператором транспортної машини, оскільки огляд може бути погіршений.

Якщо оператор повинен перейти з місця, де він перебував у потоці чистого повітря, він перед переміщенням повинен (припинити роботу комбайна); почекати, доки вентиляція очистить повітря від пилу; а потім перейти на інше місце.

При вирівнюванні (націлюванні) комбайна, коли оператор повинен знаходитися біля комбайна, після закінчення вирівнювання він повинен повернутися на місце (де чисте повітря), а потім увімкнути комбайн. Це зменшує ймовірність травмування.

При швидкості повітря, що виходить через вентиляційну перегородку, більше 4 м/с відбувається найкраще розведення метану та пилу. Якщо ж швидкість повітря, що виходить, менше 2 м/с, то відмінність у роботі нагнітальної і відсмоктувальної буде непомітною.

Повітря, що пройшло через вентиляційну систему комбайна, і скруббер-пиловловлювач, і не повністю очищений від пилу, повинен викидатися у вироблення з боку, протилежного боці, з якого подається чисте повітря для провітрювання - щоб він відразу потрапляв у запилене повітря, що видаляється.

При провітрюванні вибою кількість чистого повітря, що подається в нього, повинна перевищувати витрату повітря вентиляційної системи комбайна, але не більше ніж на $0.5 \text{ м}^3/\text{хв}$. При більшій подачі чистого повітря його потік порушить нормальну роботу вентиляційної системи комбайна, здуваючи запилене повітря повз отворів, що всмоктують. Тому витрата чистого повітря, що подається в забій, має дорівнювати або

перевищувати витрату повітря вентиляційної системи комбайна, але не більше ніж на $0.5 \text{ м}^3/\text{хв}$. Витрата повітря, що подається в вибій, повинен вимірюватися при вимкненій вентиляційній системі скрубера.

Якщо швидкість повітря, що виходить з повітроводу (труб або через вентиляційну перегородку) занадто велика, то для її зменшення можна трохи розширити повітропровід на кінці, щоб запобігти негативному впливу цього потоку на роботу вентиляційної системи комбайна.

Експерименти показали, що установка невеликої завіси при руйнуванні пластів закриває оператора від струменя повітря, що викидається вентиляційною системою, що нагнітає.

Всмоктувальна вентиляційна система

При використанні всмоктувальної вентиляційної системи чисте повітря рухається до місця утворення пилу в основному просторі виробки. Він обдуває місце руйнування вугільного пласта, розбавляє метан і пил, і відносить їх до отвору вентиляційної системи, що всмоктує (отвору повітроводу або входу в простір, відгороджене вентиляційною перегородкою). Використання такої вентиляційної системи призводить до того, що оператор транспортної машини постійно знаходиться в чистому повітрі, і оператор комбайна може переміщатися більш вільно, ніж при використанні вентиляційної системи, що нагнітає. Крім того, всмоктувальна система покращує огляд, тому оператор транспортної машини легко може визначити, де знаходиться оператор комбайна, коли заїжджає в забій.

Вона дає більше можливостей знизити запиленість повітря, ніж нагнітальна, і дозволяє оператору вільно переміщатися під час роботи. Але вимагається, щоб оператор комбайна знаходився на тому боці від вентиляційної перегородки, де чисте повітря рухається до місця руйнування вугільного пласта. Як завжди, для безпеки оператора комбайна важливо, щоб він міг вільно спілкуватися із оператором транспортної машини.

Перевага цієї схеми провітрювання - те, що оператор транспортної машини завжди знаходиться в потоці чистого повітря.

Кількість повітря, що досягає кінця вентиляційної системи (кінця труби, що всмоктує, або вентиляційної перегородки) повинна бути дорівнює або трохи більше, ніж витрата повітря у вентиляційній системі комбайна, щоб запобігти рециркуляції (не повністю очищеного скруббером запиленого) повітря.

Відповідно до вимог, при використанні всмоктувальної схеми провітрювання забою, середня швидкість чистого повітря, що рухається в основному просторі виробки до джерела пилу, повинна бути не менше 0.3 м/с.

Якщо вентиляційна система комбайна зі скруббером-пиловловлювачем не використовується, то відстань від краю вентиляційних повітроводів всмоктувальної вентиляційної системи (отвори труб або краю вентиляційної перегородки) до місця руйнування вугілля має бути не більше 3 м, щоб забезпечити досить гарне провітрювання місця вугільного пласта.

При використанні вентиляційної перегородки оператор комбайна не повинен переходити за її край (на бік, де запилене повітря відсмоктується з вибою), оскільки він зазнає впливу надмірно забрудненого повітря. Якщо вимірювання запиленості в зоні дихання (близько особи) оператора комбайна показують, що вона надмірна, то в першу чергу потрібно перевірити - чи не переходив він за край вентиляційної перегородки.

Повітря вентиляційної системи комбайна, не повністю очищений скруббером від пилу, повинен виходити з виробки так, щоб його струмінь потрапляла прямо в потік повітря, що відсмоктується.

Зниження запиленості при бурових роботах для кріплення покрівлі

На більшість машин для проведення бурових робіт (для кріплення покрівлі) встановлюються сертифіковані сухі пиловловлюючі системи, що

видаляють пил, який утворюється під час роботи. Надмірна дія пилу на операторів цих машин може статися при проведенні бурових робіт, при вивантаженні уловленого пилу з пиловловлювача, при недостатньому хорошому техобслуговуванні пиловловлюючої системи, або при знаходженні нижче від машини по потоку повітря. Працюючи нижче по потоку стосовно вугільному комбайну останній стає основним джерелом впливу пилу. При кріпленні покрівлі - коли воно (стосовно комбайну) проводиться не нижче по потоку, і при правильному належному техобслуговуванні пиловловлюючої системи - концентрація пилу дуже низька.

Під час проведення бурових робіт для кріплення покрівлі трьома основними проблемами є: проблеми з фільтром (просочування або засмічення), скупчення пилу в пиловловлюючій системі, і невелика витрата повітря біля бура через просочування в шлангу, з'єднаннях або в запобіжному клапані.

Для зменшення впливу пилу на робітників, що кріплять покрівлю, рекомендується:

Проводити (своєчасне) техобслуговування пиловловлюючої системи. Потрібно перевіряти, чи немає просочувань у шлангах та ущільненнях. Для виявлення місць просочування можна використовувати трубки – генератори диму. Також потрібно перевіряти щільність ущільнень у місцях приєднання шлангів та пошкодження ущільнення люка бункера пиловловлювача. Щодня за допомогою відповідного манометра повинен перевірятися джерело розрідження біля головки бурової установки, щоб воно відповідало даним виробника, і було достатнім для створення необхідної витрати повітря.

Вивантаження уловленого пилу. Для нормальної роботи пиловловлюючої системи потрібно часто проводити вивантаження уловленого пилу. Під час вивантаження пилу оператор повинен перебувати вище потоку повітря, щоб зменшити вплив пилу. Якщо для вигрібання

пилу використовується скребок, потрібно вжити запобіжних заходів для запобігання (сильному) запиленню повітря, і пил не повинен потрапляти на одяг (який через це надалі стає вторинним джерелом пилу). При використанні вентиляційної системи на буровій машині з двома стрілами, спочатку потрібно вивантажити уловлений пил з того боку машини, яка знаходиться нижче по потоку, а потім оператор повинен перейти на бік машини, яка вище за потоком, і знаходитися там, поки вивантажується пил, уловлений з цього боку. І в цьому випадку важливо, щоб оператор знаходився вище потоком повітря (стосовно джерела пилу), щоб зменшити його вплив, і при виконанні цієї роботи рекомендується використання респіратора. Також очищення повинно проводитися в добре провітрюваному місці так, щоб пил, що потрапив у повітря, швидко виносився повітрям із зони дихання оператора. У посібниках з експлуатації більшості бурових машин для кріплення покрівлі докладно описано, як поводитися з уловленим пилом.

Використання мішків для уловленого пилу. Для зменшення впливу пилу при його вивантаженні в сухих пиловловлюючих системах можуть використовуватися мішки для пилу. Для використання таких мішків у старих пиловловлювачах, які використовують циклони для попереднього очищення повітря, є спеціальні набори, що дозволяють проводити їх модернізацію. Використання мішків для уловленого пилу в основному відділенні дозволяє робітникам легко видаляти з нього уловлений пил, і складати мішки біля стінки виробітку. Це зменшує вплив пилу при вивантаженні, він не потрапляє в повітря, що подається для провітрювання, уловлений пил не потрапляє на дорогу в шахті, і через меншу концентрацію пилу зростає термін служби фільтра тканини другого ступеня очищення.

Заміна тканинних фільтрів. Раніше для очищення фільтрувального матеріалу тканинних фільтрів від пилу касети виймали, і стукали ними про щось тверде для вибивання пилу. Потім фільтри встановлювали на

колишнє місце. На жаль, це призводило до попадання великої кількості пилу до зони дихання оператора бурової установки. Очищення фільтра в такий спосіб може призвести до потрапляння респірабельного пилу в частини вентиляційної системи, які знаходяться після фільтрів (вакуумний насос та глушник). А при забрудненні цих частин вентиляційної системи можуть стати вторинними джерелами респірабельного пилу, викидаючи їх у повітря шахти. Щоб виправити це, потрібно зняти та промити водою такі компоненти, як описано в наступному пункті. Хоча все ще трапляється, що фільтри знімають, очищають та використовують повторно, але виробники бурових машин рекомендують замінювати забруднені фільтри для зменшення впливу пилу на робітників. Заміна касет з фільтрами повинна проводитися в місці, що добре провітрюється.

Очищення тієї частини пиловловлюючої вентиляційної системи, через яку виходить очищене повітря. Якщо відбулося забруднення тієї частини системи, через яку очищене повітря виходить назовні (через пошкодження фільтра та/або просочування невідфільтрованого повітря), то всі компоненти системи, що знаходяться після фільтрів, повинні бути зняті та промиті водою. Обстеження показали, що проведення цих процедур помітно зменшує концентрацію пилу та кварцу у повітрі, що викидається цими вентиляційними системами.

Подовження сміттєпроводу для вивантаження пилу з пиловловлювача. Деякі бурові установки постачаються пристроями для попереднього очищення повітря - циклонами, які вловлюють великий пил перед тим, як повітря потрапить в (основний) пиловловлювач. Зазвичай пил, уловлена цими циклонами, скидається після свердління кожного отвору, і в ній може бути деяка кількість респірабельного пилу. Після відкриття люка бункера циклону, що потрапив туди пил падає на підлогу виробітку по сміттєпроводу пиловловлювача - в (нічому) не обмеженому просторі. Частина пилу при падінні може потрапити у повітря, що подається для провітрювання. Для зменшення цього можна

зробити рукав з (гнучкого) матеріалу, з якого роблять вентиляційні перегородки, або з гуми транспортера - так, щоб подовжити сміттєпровід пиловловлювача, зменшивши відстань, що пил падає в не обмеженому просторі.

Використання наконечників бурів із відсмоктуванням пилу. У таких наконечників є отвір для всмоктування запиленого повітря, і вони більш ефективні (щодо запобігання запиленню повітря), ніж бури, у яких відсмоктування запиленого повітря проводиться через отвір не в наконечнику, а в стрижні бура. В одному з досліджень використання бурів останнього типу призвело до того, що з-під укриття місця буріння винос пилу був у 3-10 разів більшим, ніж при використанні бурів з відсмоктуванням у наконечнику. Скрізь, де можливо, потрібно негайно замінити бури з отвором у стрижні на бурі з отвором у наконечнику.

Планування виконання роботи так, щоб зменшити вплив пилу на шахтарів, які кріплять покрівлю. Незалежно від схеми провітрювання, що використовується, робота повинна бути спланована так, щоб зменшити кількість часу, яке проводять шахтарі, що зміцнюють покрівлю, в потоці повітря ззаду комбайна. При правильно спланованій послідовності виконання робіт, при окремому провітрюванні двох секцій шахти (дві вентиляційні гілки) немає необхідності працювати в потоці запиленого повітря нижче за коротковибійний комбайн. Але при окремому провітрюванні двох секцій шахти часто в кожній секції працює по два комбайни та по дві бурові установки для кріплення покрівлі. Тоді у кожній із секцій послідовність виконання робіт має бути такою, щоб зменшити шкідливий вплив на людей.

Буріння отворів із промиванням або з подачею туману. Хоча при бурінні з промиванням водою вдається ефективно зменшити пилоутворення, але це створює певні проблеми для оператора. Для ефективного зниження зазвичай потрібна подача 7.5 л/хв. Ця вода закачується через отвір у бурі, вловлює пил, і потім випливає з

просвердленого отвору на підлогу вироблення. Це створює проблеми і погіршує умови роботи операторів бурового обладнання. Як спроба зменшити ці проблеми застосовується буріння з подачею туману. Витрата води зменшується до, зазвичай, менше 2 л/хв, але потрібне стиснене повітря. Хоча з точки зору операторів бурового обладнання цей метод кращий, але при належному обслуговуванні сухих пиловловлюючих систем або при бурінні з промиванням пилоутворення все ж таки нижче.

Використання повітряного душу із чистого повітря. Крім того пилу, який створює сама бурова установка, на її операторів може впливати пил, створений вугільним комбайном, коли той працює вище потоком повітря. Зараз розроблюється пристрій, який подає чисте повітря в зону дихання оператора для зменшення шкідливого впливу при роботі в повітрі, забрудненому коротковибійним комбайном виїмки. Вентилятор установки засмоктує повітря, пропускає його через фільтр і по трубах подає його в розподільник повітря (рис. 4.3), який знаходиться під захисним козирком, що захищає операторів від падіння породи з покрівлі. Розміри розподільника повітря дорівнюють розмірам захисного козирка. Лабораторні випробування показали, що концентрація пилу під повітряним душем зменшується на 50%.

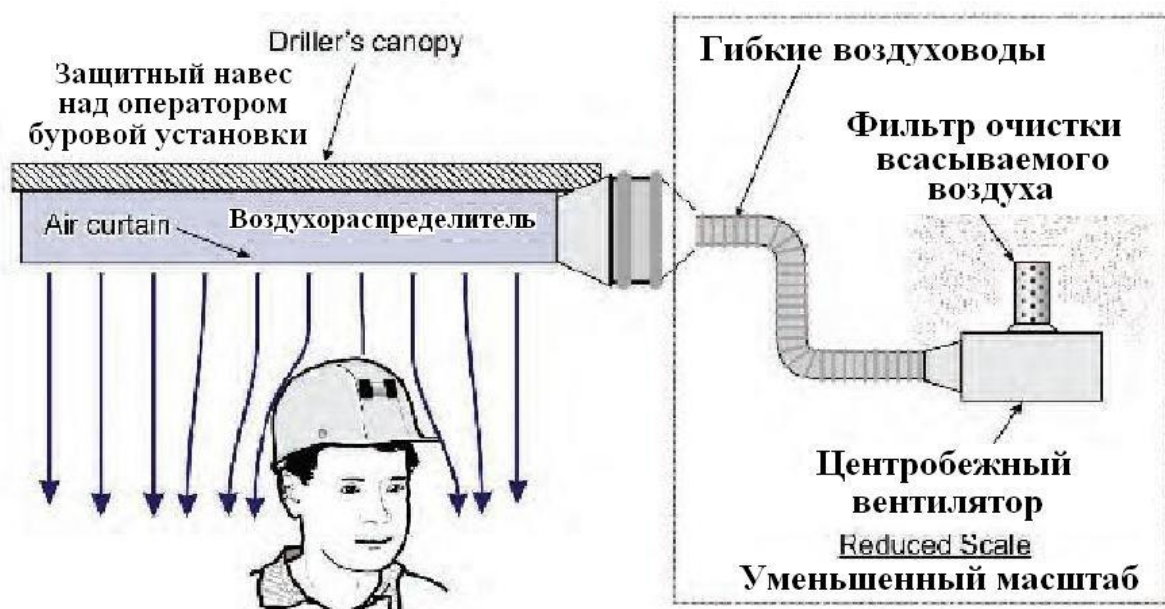


Рисунок 4.3 Прототип навісу із подачею чистого повітря

Відведення запиленого повітря в ту частину вентиляційної системи, яка забирає повітря з вибою. Найпростіший ефективний спосіб зменшення впливу респірабельного пилу при роботі нижче за комбайн по потоку в секціях шахти, які провітрюються за допомогою вентиляторів місцевого провітрювання, що відсмоктують повітря - за допомогою легких складних труб спрямувати запилене повітря прямо у витяжку. У цьому випадку запилене повітря залишить забій, минаючи операторів бурової машини.

Робота з підвітряного боку від бурової установки. Якщо оператори знаходяться нижче по потоку від бурової установки, то вплив респірабельного пилу на них більше через пил, що утворюється при бурінні. Зазвичай це пов'язано із недостатньо хорошим обслуговуванням вентиляційної системи бурової установки.

Зниження запиленості чистого повітря, що подається. Середня запиленість чистого повітря, що подається для провітрювання вибою, повинна бути не вищою за 1 мг/м^3 (респірабельний пил) на відстані 60 м від місця руйнування вугілля. Але щоб забезпечити необхідне зменшення запиленості у вибої, рекомендується, щоб концентрація пилу в повітрі, що всмоктується вентиляційною системою, була меншою за 0.5 мг/м^3 . Зазвичай підтримка такої концентрації не становить проблем, але це вимагає уваги адміністрації до діяльності, яка може призвести до забруднення повітря, що подається для провітрювання вентиляційними виробками. Зазвичай підвищена концентрація пилу у повітря, що всмоктується, буває короткочасно і пов'язана з якоюсь діяльністю, яка може проводитись під час роботи зміни. Сюди входить: доставка витратних матеріалів та/або співробітників, встановлення у вентиляційні виробки обладнання, яке не використовується, зусилля, робота ковшового навантажувача і т.п.

Зведення перегородок та інша будівельна діяльність. Крім того, для подачі повітря в забій може використовуватися конвеєрний штрек, при цьому може відбуватися запилення повітря. Якщо запиленість повітря, що

всмоктується на поверхні, велика, то для її зниження можна: підтримувати чистоту біля отвору вентиляційної системи, що всмоктує, прибрати звідти сміття, обладнання та витратні матеріали. Організувати роботу так, щоб доставка витратних матеріалів, вантажно-розвантажувальні роботи, будівельні роботи та осланцювання під час видобутку вугілля – не проводились.

Якщо під час робочої зміни має проводитися перевезення, то покриття доріг, якими будуть проводитись перевезення, повинні бути весь час вологими. Так як вода випаровуватиметься при русі вентиляційного повітря, то потрібно використовувати гігроскопічні солі або ефективні засоби пригнічення пилу. Підтримка вологості в головному вентиляційному виробленні зменшить запилення повітря при роботі в цих місцях.

Устаткування має паркуватися в кверштагах, щоб не звужувати поперечний переріз вентиляційних виробок.

Якщо для подачі вентиляційного повітря використовується конвеєрний штрек, потрібно зменшити пилоутворення під час роботи конвеєра. Пилопригнічення на конвеєрі допомагало зменшити концентрацію пилу в повітрі. Пилоподавлення в місці вивантаження вугілля з конвеєра знижувало запиленість повітря в конвеєрному штреку. Для зменшення пилоутворення у місцях навантаження використовувалися автоматичні форсунки; і використовувався скребок з форсунками, що очищав стрічку конвеєра із зовнішнього боку після вивантаження вугілля.

Живильник дробарки та транспортно-навантажувальна техніка. Вимірювання запиленості показали, що значний внесок у забруднення повітря (що подається для провітрювання забою) респірабельним пилом робить робота транспортних і вантажних машин. Тому потрібно застосовувати пилоподавлення в місцях її роботи.

Через присутність респірабельного пилу в місцях, що примикають до забою, суворіші вимоги до концентрації пилу. Дослідження показало, що в

місцях роботи навантажувача та транспортної машини підвищена концентрація респірабельного пилу кварцу. Основні заходи щодо зниження запиленості у місцях роботи цих машин:

Рекомендується використовувати форсунки з порожнім або з повним конусом у місцях завантаження вугілля в дробарку для його зволоження та для зниження концентрації пилу кварцу.

Для зниження запилення при розвантаженні транспортної машини можна використовувати автоматичні форсунки в приймальному отворі дробарки, які включаються при скиданні вугілля (для його зволоження перед руйнуванням).

Форсунки на коротковибірному виїмковому комбайні зволожують вугілля при його попаданні на конвеєр, що зменшує запиленість при перевантаженні вугілля в транспортну машину, та її подальшого вивантаження. Може знадобитися перенаправлення невеликої частини води на комбайні на ланцюговий конвеєр, щоб забезпечити достатнє зволоження вугілля так, щоб зменшити концентрацію пилу в місці його вивантаження.

Транспортна машина не повинна стояти, чекаючи початку циклу своєї роботи так, щоб її корпус знаходився у прорізі вентиляційних дверей-перегородки (тим самим відкриваючи її для проходу повітря).

Оператор транспортної машини не повинен знаходитись навпроти місця викиду не повністю очищеного повітря з вентиляційної системи комбайна.

При використанні нагнітальної вентиляційної системи потрібно керувати транспортною машиною так, щоб зменшити кількість часу, що вона знаходиться в повітрі, що йде з вибою (разом із пилом).

5. ЗНИЖЕННЯ ЗАПИЛЕНОСТІ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ РОБІТ НА ПОВЕРХНІ

При надмірному впливі респірабельного пилу кварцу у шахтарів може розвинутиись силікоз - серйозне та потенційно смертельно-небезпечне захворювання легень. Видобуток корисних копалин залишається галуззю з найбільшою кількістю випадків профзахворювань на силікоз, а професія оператор комбайна у хворих зустрічається найчастіше. Безпосередньо, кілька найсерйозніших випадків силікозу спостерігалось у операторів бурових установок, які працювали на поверхні. Перевірка легень у робітників, які працюють на поверхні показала, що захворювання силікозом безпосередньо пов'язані з віком та зі стажем роботи на бурових машинах.

У шахтарів зберігається небезпека впливу пилу кварцу за надмірної концентрації. Вимірювання інспекторів охорони праці показали, що перевищення ПДК відбувалося в: 12% випадків при видобутку золотоносного піску та гравію, в 13% випадків на залізрудних шахтах, 18 металевих рудниках, 21% при видобуванні металевої руди та 11% при видобуванні вугілля. При роботі на поверхні вплив перевищував ПДК найчастіше в операторів машин: бульдозерів, бурових установок, скреперів, ковшових навантажувачів, кар'єрних самоскидів і дробарок.

У цьому розділі зроблено зведення сучасних способів зниження впливу пилу при роботі на поверхні. Такі роботи створюють динамічну і дуже непостійну концентрацію пилу кварцу - при переміщенні машин, бульдозерів, ковшових навантажувачів, що видобувають і переміщують породу, що містить кварц, і мінерали. Для зменшення впливу респірабельного пилу, включаючи пил кварцу, зусилля прикладаються в чотирьох напрямках: пиловловлюючі системи для бурових установок, системи забезпечення чистим повітрям кабін, ґрунтові дороги та зниження запиленості при вивантаженні гуля в місця зберігання.

У багатьох випадках причини запилення повітря під час виконання робіт на поверхні можна виявити візуально. Викиди візуально помітного пилу під час виконання певних робіт зазвичай показують, що у хмарі пилу може бути респірабельна пил кварцу, і потенційна небезпека на робочих. Візуально помітні викиди пилу поблизу робітників показують, що потрібне використання технічних засобів зниження запиленості; або потрібне техобслуговування та/або ремонт наявних технічних засобів. Вивчення можливих причин візуально виявлених викидів пилу може показати, що це часто відбувається через недостатню ефективність технічних засобів зниження запиленості. При частому візуальному контролі технічних засобів може виявитися, що для покращення їх ефективності необхідно провести технічне обслуговування. Потрібно проводити вимірювання запиленості - і повітря робочої зони, повітря зони дихання за допомогою індивідуальних пробовідбірників - і визначити внесок (цих) джерел пилу у шкідливий вплив на робітника.

Зниження запиленості при бурових роботах

При бурінні пил потрапляє в атмосферу разом із стисненим повітрям, яке подається в бур і видмухує з отвору зруйновану породу. Для зменшення викиду пилу використовуються сухі та мокрі способи. Найчастіше використовують сухі пиловловлюючі системи, що встановлюються на бурові установки їх виробниками, так як вони можуть використовуватися при негативних температурах. На рисунку 5.1 показана типова суха пиловловлююча система бурової установки. У неї входить тканинний фільтр, що самоочищається (для очищення тканина продувається стисненим повітрям у зворотному напрямку), який уловлює пил з повітря, що відсмоктується з укриття над місцем входу бура в ґрунт. При використанні такої системи 90% викидів пилу відбувається через зазор між верхньою пластиною укриття та стрижнем бура, зазори між ґрунтом та укриттям та при вивантаженні уловленого пилу. При мокрому подавленні пилу в потік повітря, який по порожньому стрижню бура йде

до наконечника, додається вода. При виході на поверхню повітря, води та зруйнованої породи вони перемішуються, і запиленість повітря зменшується. Але через проблеми при негативній температурі, через підвищену швидкість зношування наконечників бура і потреби у воді, яку може бути важко задовольнити, цей спосіб використовують рідко. Дослідження показали практичні способи поліпшення роботи таких пиловловлюючих систем. Нижче вони розглянуті під час використання обох способів зниження запиленості.

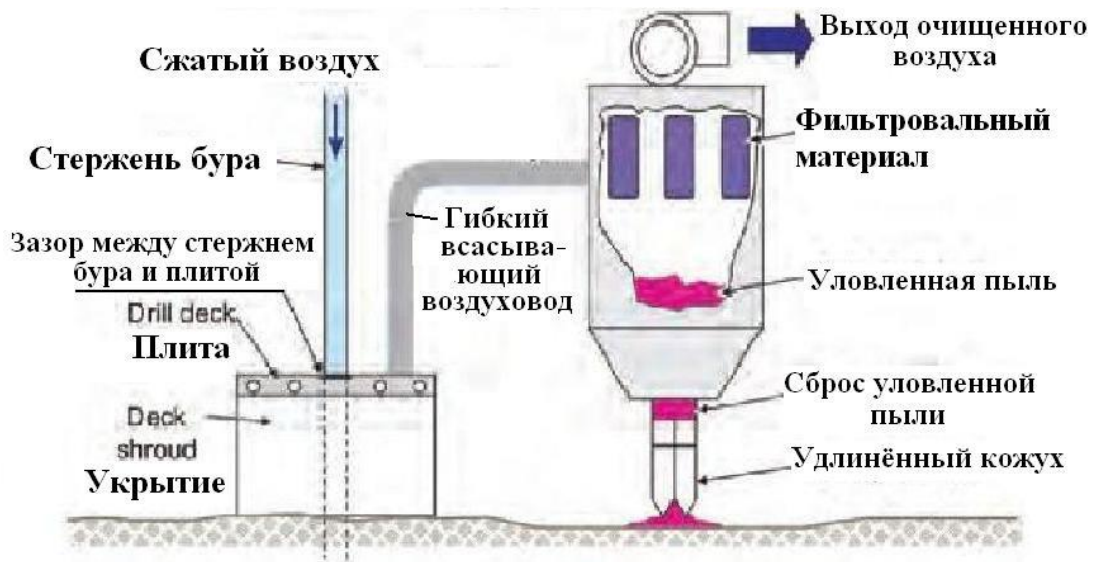


Рисунок 5.1. - Типова суха пиловловлююча система для буріння на поверхні

Суха пиловловлююча система. Забезпечує щільне прилягання укриття до ґрунту. Якщо зазор між укриттям і ґрунтом менше 20 см, викиди пилу через цей зазор значно зменшуються. Для цього оператор може ретельніше регулювати вертикальне положення (укриття бурової установки), щоб зазор був менший. При зміні процедури встановлення бурової машини оператором викид пилу із зазору між ґрунтом та укриттям значно знизився (концентрація зменшилася з 21.4 до 2.5 мг/м³). При використанні гнучкого укриття зазор між укриттям та ґрунтом можна зменшити. Це особливо корисно, якщо ґрунт нерівний. Таке гнучке укриття може механічно підніматися і опускатися за допомогою тросів або

гідроприводу. Використання такого укриття при виконанні деяких бурових робіт дозволило знизити концентрацію пилу до $<0.5 \text{ мг/м}^3$. Просочування може відбуватися, якщо укриття зроблено з кількох вертикальних секцій, і між секціями є зазори. При перекриванні секцій зменшує зазори і просочування. На буровій установці з прямокутною плитою у укриття можуть бути кутові секції та перекривання бічних секцій.

Витрата повітря, що відсмоктується з укриття, повинен бути втричі більшим від витрати стисненого повітря, що подається в бур. Що стосується витрат повітря - відсмоктується до 3:1, що подається, запиленість значно зменшується. Зменшення витрати повітря, що відсмоктується з укриття, зазвичай відбувається через появу перешкод проходження повітря або при просочування через нещільності. Забруднення фільтрувального матеріалу та повітроводів може заважати проходженню повітря, а пошкодження повітроводів може призвести до просочування. Для забезпечення оптимальної роботи пиловловлюючої системи та необхідної витрати повітря життєво важливо проводити її перевірки та техобслуговування.

Забезпечує щільне закривання зазору між стрижнем бура і плитою. На рисунку 5.1 показано гумове ущільнення цього проміжку, і при механічному зносі воно повинно замінюватися. Інше рішення - використання кільцевого трубопроводу зі стисненим повітрям та отворами. Схожий на пончик трубопровід охоплює стрижень бура по периметру поблизу проміжку, і в ньому є отвори, спрямовані по радіусу всередину. Ці отвори спрямовують струмені стисненого повітря так, що стиснене повітря перешкоджає просочуванню запиленого повітря. У дослідженні це ущільнення дозволило зменшити викид пилу через плиту на 41-70%.

Зменшення висоти вільного падіння уловленого пилу при очищенні бункера пиловловлювача. Скидання пилу з бункера пиловловлювача з висоти близько метра може призвести до утворення хмари пилу. При встановленні на трубу для скидання уловленого пилу подовженого кожуха

запиленість знизилася більше, ніж на 63%. Такий кожух можна швидко зробити із гнучкого матеріалу вентиляційних перегородок, обгорнувши його навколо труби для скидання пилу та закріпивши затискачем.

Обслуговування пиловловлювача відповідно до вказівок виробника. Компоненти пиловловлюючої системи повинні регулярно перевірятися, а пошкоджені компоненти - ремонтуватися або замінюватися. В одному випадку після заміни розірваного ременя вентилятора викид пилу зменшився на 51%, а в іншому після заміни зношеної плити викид пилу зменшився на 83%.

Використання мокрих способів зниження запиленості. Додавання невеликої кількості води в стиснене повітря, що подається для продування пробуреної свердловини доти, доки не відбудеться зниження візуально помітного викиду пилу. При збільшенні подачі води з 0.76 до 2.3 л/хв. Для забезпечення регулювання витрати води встановлюються витратомір та голчастий клапан. Але при надмірній подачі води можуть виникнути додаткові проблеми при роботі установки без помітного зменшення запиленості.

Зменшення подачі води до наконечника бура збільшує термін служби наконечника. При мокрому пилоподавленні та використанні наконечника бура з шарошечним долотом ріжучого типу може відбутися передчасне зношування наконечника. При установці в стрижні бура вище наконечника уловлювача великих крапель термін служби наконечника може підвищитися без негативних наслідків для придушення пилу. Цей сепаратор - стабілізатор бура з внутрішнім циклоном або імпактором, і він видаляє більшу частину води з потоку повітря до того, як останній досягне наконечника. Вода, уловлена цим сепаратором, випускається через бічні отвори у стабілізаторі (рисунок 5.2).



Рисунок 5.2. - Водовідділювач не дозволяє воді потрапити на наконечник бура

Знепилення закритих кабін. Основним способом зменшення впливу респірабельного пилу на операторів мобільного обладнання є використання закритих кабін з вентиляційною системою, що фільтрує. Зазвичай для захисту операторів такого обладнання від несприятливих зовнішніх впливів застосовують вбудовані кабінки із системою опалення, вентиляції та кондиціонування. У такій системі часто є фільтр зменшення впливу пилу. Дослідження умов роботи операторів бурових установок та бульдозерів, що проводилися, показали, що закриті кабінки можуть надійно захищати оператора, але їхня ефективність може бути різною. Коефіцієнт захисту закритої кабінки (ставлення концентрації пилу зовні кабінки до концентрації в кабінці) у бурових установок, що обертаються, змінювалося від 2.5 до 84, а у бульдозерів від 1 до 45. Також проводилися виробничі дослідження модернізації кабін старого обладнання для покращення їхньої здатності захищати операторів від пилу. Вивчали модернізацію кабін, обладнаних системами вентиляції, опалення та кондиціонування, щоб

показати ефективність таких заходів. Для підвищення захисних властивостей усі можливі місця просочування респірабельного пилу через тріщини, зазори та отвори ущільнювалися за допомогою силікону та стрічки з поролону із закритими осередками. Вдавалося досягти різного ступеня герметичності кабін.

Найважливіші фактори, що впливають на ефективність закритих кабін

Забезпечення цілісності kabіни (відсутність зазорів тощо) для створення та підтримки надлишкового тиску, що перешкоджає проникненню пилу при вітрі. Вимірювання у виробничих умовах показали, що значне покращення коефіцієнта захисту kabіни досягається при (надлишковому) тиску в ній більше 2.5 Па. Це відповідає еквівалентній швидкості (як показнику здатності kabіни протистояти швидкісному натиску вітру) понад 2 м/с. Kabіни з тиском вище 2.5 Па були закритого типу, без зазорів, і їхня герметизація легко покращувалася за рахунок заклеювання щілин, зазорів або отворів силіконом і поролоном із закритими осередками. А нещільні kabіни в одного трактора та однієї бурової установки було важко загерметизувати, і через це не вдалося отримати значного надлишкового тиску.

Використання високоефективних протиаерозольних фільтрів для очищення повітря, що подається в kabіну. Дослідження показали, що для очищення повітря, що подається в kabіни, використовуються фільтри, що вловлюють 95% і більше пилу респірабельного. А лабораторні дослідження показали, що при збільшенні ступеня захисту kabіни на порядок, якщо використовуються фільтри з ефективністю 99%, а не 38% (уловлюванні респірабельного пилу).

Використання ефективного фільтра для очищення повітря при його рециркуляції в kabіні. У всіх кабін, що вивчалися у дослідженнях, у системі рециркуляції повітря в kabіні встановлювалися фільтри, що вловлювали не менше 95% частинок респірабельного розміру. Лабораторні

дослідження показали ступінь покращення коефіцієнта захисту кабіни при використанні фільтрів з ефективністю 85-94.9% порівняно з невикористанням системи рециркуляції. Лабораторні експерименти показали, що при використанні системи рециркуляції повітря в кабіні (з очищенням), інтервал часу, протягом якого концентрація пилу в кабіні стабілізується після відчинення дверей, зменшується більш ніж у 2 рази.

Зведення до мінімуму пилоутворення у кабіні. Необхідно підтримувати чистоту в кабіні і повернути отвори випуску підігрітого повітря так, щоб вони не здували пил із підлоги. Дослідження показало, що за зміни напрямку випуску підігрітого повітря у бік підлоги концентрація пилу зростає з 0.03 до 0.26 мг/м³. Підігрівачі підлоги зняли, і повітря в кабіні підігрівали за допомогою системи (опалення, вентиляція, кондиціонування), встановленої біля стелі. Це зменшило концентрацію пилу під час використання підігрівача повітря взимку. Інший спосіб зменшення запиленості через винесення пилу з підлоги - використання спеціального покриття, до якого прилипають забруднення під час роботи. Більшість таких складів, що є у продажу, виготовлені на основі воску або нафтопродуктів. Але треба сказати, що частина людей чутлива до впливу парів нафтопродуктів, і у них при використанні таких покриттів у закритих кабінах може виникнути алергія. Існує кілька покриттів, у яких використовується натуральна олія або спеціальні хімічні добавки. Також рекомендується тримати на підлозі гумовий килимок, а не килимок із тканини, щоб полегшити збирання. Інше вирішення проблеми - частіше проведення прибирання кабіни оператором.

Під час роботи двері кабіни мають бути зачинені. Один раз під час виконання буріння середня концентрація пилу в кабіні при закритих дверях була 0.09 мг/м, а при короткочасному відкриванні для нарощування довжини бура - 0.81 мг/м³. Хоча двері відчинялися після припинення буріння, і після того, як видима хмара пилу розсіялася, але навіть

короткочасне відкриття для збільшення довжини бура під час роботи може збільшити концентрацію респірабельного пилу в кабіні в 9 разів.

Зниження пилоутворення на дорожньому покритті

При видобутку з корисними копалинами широко використовують кар'єрні самоскиди. Під час руху дорогами без покриття вони роблять основний внесок у запиленість повітря в районі шахти. Хоча більшість пилу, піднімається у повітря кар'єрними самоскидами, не-респірабельна, але до 20% - респірабельна. Для зменшення пилоутворення найчастіше використовують зволоження дороги. Хоча було показано, що способи зменшення пилоутворення дуже ефективні, але вони вимагають повторного застосування через зношування дороги, сухої погоди, і прокидання (перевезеного) матеріалу на дорогу. Якщо не використовувати технічні засоби зниження запиленості, то пилоутворення під час видобутку вугілля може стати неминучим. Враховуючи, що кар'єрні самоскиди рухливі, вони можуть забруднювати повітря респірабельним пилом так, що він впливатиме і на інших співробітників, що працюють на поверхні, і водіїв інших самоскидів, що їдуть дорогою. Нещодавно вивчено розподіл за розмірами, концентрації та нерівномірність просторового розподілу пилу, створюваного під час руху дорогами без покриття, щоб визначити ризик для здоров'я людей, та знайти інші способи зниження шкідливого впливу.

Нижче наведені способи зменшення шкідливого впливу.

Обробка поверхні немічних доріг. Також для обробки доріг використовують гігроскопічні солі, поверхнево-активні речовини, цемент для ґрунту, бітум та полімерні плівки - що збільшує ефективність так, що інтервал між обробками може зрости до кількох тижнів.

Збільшення інтервалів між самоскидами. Дослідження показали, що після проходження кар'єрного самоскиду по немоченій дорозі запилення швидко знижується, і вона швидко досягає запиленості на відстані 30 м від дороги. Розсіювання та розведення пилу дозволяє використовувати для

зниження впливу пилу на людей адміністративно-організаційні заходи. Якщо інтервал під час руху кар'єрних самоскидів буде більше 20 секунд, то цей час значна частина пилу встигає розсіятися. Це знижує концентрацію респірабельного пилу, що впливає на водія наступного самоскида, на 40%. Нарешті, для зменшення впливу пилу на інших робітників можна використовувати більш досконале розташування доріг та графік перевезень ними.

Зниження запиленості на місці розвантаження видобутого вугілля

Зазвичай видобутий під землею продукт вантажать у кар'єрні самоскиди і відвозять із місця зберігання до дробарки. Вугілля прямо вивантажують у приймальний отвір дробарки, або ж вивантажують у місці зберігання. Якщо він вивантажується в місці зберігання, потім ковшовий навантажувач забирає його, і подає в дробарку. У всіх випадках при розвантаженні утворюються хмара пилу. При швидкому висипанні великої кількості вугілля, він витісняє великий об'єм повітря за невеликий інтервал часу, і переміщає назовні хмара пилу, що утворилася. Якщо оператор обладнання, що висипає продукт, перебуватиме в герметизованій кабіні (як описано вище), це зменшить вплив пилу на нього. Але якщо поруч знаходяться інші робітники (оператор дробарки; ремонтники та ін), то вони можуть зазнавати впливу цього пилу. Для зниження забрудненості повітря є кілька ефективних способів, включаючи пристрій укриття над місцем вивантаження матеріалу, та використання розпилення води для зменшення концентрації пилу, і для запобігання його розповсюдженню.



Рисунок 5.3. - Рухлива завіса запобігає розповсюдженню пилу з укриття

Важливі фактори, що впливають на поширення пилу при розвантаженні матеріалу

Влаштування укриттів над місцем скидання матеріалу. Навколо місця зберігання видобутого вугілля може бути зроблено укриття – стіни навколо. Стіни можуть бути або стаціонарними (жорсткими), або рухливими (з гнучкого матеріалу, або у вигляді фіранки) - з урахуванням вимог доступу для навантаження та розвантаження. Щоб зменшити природну тенденцію пилу вилітати з бункера при висипанні великої кількості матеріалу за невеликий інтервал часу використовують завіси-заспокійники. Можна використовувати рухому завісу, що закриває місце вивантаження матеріалу. Ефективне використання пластикових стрічок, які герметично закривають місце вивантаження, та які підвішуються із взаємним перекриттям. Використання такого закриття отвору для висипання матеріалу зменшує пошкодження при контакті з ковшем навантажувача або кузовом самоскида при вивантаженні. Нарешті, для фільтрації повітря, забрудненого пилом на місці вивантаження, може використовуватися місцева вентиляційна система. Це найбільш підходящий метод, якщо скидання матеріалу проводиться в такому місці, де пил може потрапити до сусідньої будівлі, або впливати на інших

робітників. Так як зазвичай ємності для зберігання великі, то для створення такого розрідження в укритті, яке не дозволяло б пилу вилітати назовні, потрібна (занадто) велика витрата повітря. Це дорожчий спосіб зменшення запиленості, ніж використання розпилювання води.

Розпилення води форсунками для зменшення запиленості в укритті. Розпилення води форсунками, спрямованими на матеріал, що висипається, зволожить його, і зменшить пилоутворення. Спочатку можна додати води те щоб вологість зросла на 1%. Ступінь зволоження вибирається з урахуванням зменшення запиленості та з урахуванням впливу вологості на матеріал, щоб не додавати води занадто багато. Так як безперервне розпилення води форсунками в інтервалі між вивантаженнями не потрібно, їх включають тільки під час вивантаження, використовуючи фотоелемент або механічний вимикач. Також може встановлюватися таймер, щоб форсунки продовжували працювати деякий час після вивантаження для придушення пилу, що утворився.

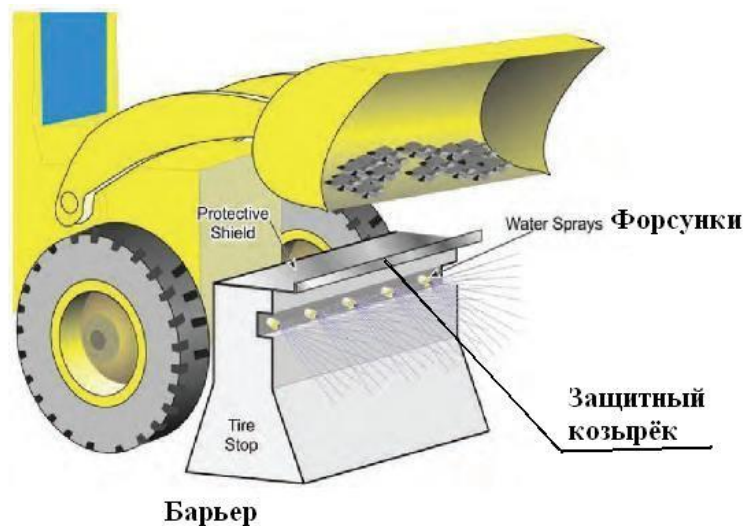


Рисунок 5.5. - Система розпилення води зменшує пилоутворення при розвантаженні вугілля

Запобігання виносу пилу через простір під корпусом машини. Для зменшення виносу пилу під розвантажуваною машиною рекомендується використання системи розпилення води. Ця система у найбільш

віддаленому місці, де виробляється скидання матеріалу. Система розпилення води кріпиться до сторони бар'єру, протилежного до розташування машини, і вона розпорошує воду так, що перешкоджає виходу запиленого повітря під корпусом машини. Крім того, над форсунками має бути козирок для запобігання їх пошкодженню при падінні матеріалу. З іншого боку, у системі має бути пристосування її включення лише у момент вивантаження.

6. ОБҐРУНТУВАННЯ КОМПЛЕКСУ ЗАХОДІВ ЩОДО ЛОКАЛІЗАЦІЇ ВИБУХІВ ВУГІЛЬНОГО ПИЛУ

На шахтах, небезпечних за вибухами пилу, необхідно здійснювати заходи (комплекс заходів) щодо попередження вибухів вугільного пилу та подальшої їх локалізації. Засновані вони на застосуванні інертного сланцевого пилу, води або їх комбінацій та автоматичних систем локалізації наслідків.

Параметри комплексу заходів встановлюватися відповідно до «Інструкції з запобігання (локалізації) вибухів вугільного пилу».

При виконанні гірничих робіт заповнюється повітря, джерелом цього є відбійка вугілля та пересування секцій кріплення в лаві, пересипання вугілля з конвеєра лави на конвеєр або перевантажувач, що встановлені в підготовчій виробці; руйнування гірського масиву прохідницьким комбайном (буропідричним способом) з навантаженням гірської маси в транспортні засоби. Запорошеність діє як шкідливий фактор - викликає професійні захворювання, так і небезпечний фактор - пилоповітряна суміш при певних умовах може вибухати, особливо при наявності метану.

Робота з попередження виникнення та подальшого розповсюдження вибухів пилу заснована на застосуванні двох ліній захисту. Небезпечна кількість пилу може накопичуватися за добу, зміну, іноді і менше. Тому попередження вибухів є першою та основною лінією захисту. На всіх шахтах використовується знепилювання (комплексне) повітря та засоби зменшення відкладення пилу в виробках (особливо в вентиляційних).

Друга лінія захисту передбачає вже локалізацію вибухів, якщо перша відмовляє. Дотримання всіх заходів забезпечує безаварійну роботу.

Для попередження вибухів пилу здійснюються заходи (комплекс заходів), які засновані на застосуванні інертного сланцевого пилу.

Застосування комплексного знепилювання при використанні води добре взаємодіє з іншими заходами, має високу ефективність та економічність.

Необхідно використовувати питну воду. Можна використовувати шахтну після її очищення від механічних і бактеріологічних забруднень.

Використання інертного сланцевого пилу забезпечує захист, але з точки зору санітарної гігієни використання його неприпустиме. Висока запиленість спостерігається при сланцюванні виробок, в зоні дихання робочих вона перевищує санітарні норми у сотні разів.

Висока запиленість в виробках спостерігається при осланцюванні їх видуванням інертного пилу стислим повітрям з вагонеток. Якість при цьому низька, а витрати пилу значні. Основна маса його обсідає на підшві виробки на відстані до 50 м від вагонеток. При осланцюванні запиленість на відстані 100 м складає до 6000 мг/м^3 , а на відстані до 500 м зменшується до 1500 мг/м^3 . При пересуванні робочих та транспорту по добре осланцюваним виробкам запиленість повітря складає до 200 мг/м^3 .

При комбінованому захисті використовуватися такі засоби попередження вибухів пилу, які засновані на використанні і води, і інертного сланцевого пилу. Параметри засобів пи цьому залишатися такими, як при їх окремому використанні.

Параметри засобів встановлюються у відповідності до нижньої границі небезпечності пилу, що відкладається в виробках та нормою їх осланцювання.

Відповідальність за своєчасне та якісне проведення заходів несуть начальники певних ділень.

За характером дії захисту усі засоби попередження вибуху пилу розділяються на такі групи: прибирання пилу, його зв'язування та флегматизація вибухових властивостей.

До першої групи відносять:

- мокре прибирання шляхом змивання пилу з поверхні виробок;
- сухе прибирання за допомогою пилоприбиральних агрегатів;
- ручне обмітання виробок;

Ці заходи проводять періодично по мірі накопичення пилу.

До другої групи відносять:

- побілку виробок розчином (цементно-вапняковим);
- покриття поверхні виробок пастами та змочувально-зв'язуючими розчинами;
- застосування туманоутворюючих завіс;
- використання розчинів для змочування перед вибуховими роботами.

Дія захисту цих засобів заснована на використанні води, відкладений пил зв'язується до стану незвішуваності. Вода, змочувачі та розчини діють як флегматизатори.

До третьої групи відносять:

- зволоження до стану невибуховості;
- осланцювання виробок;
- використання флегматизаторів у вигляді розпиленої рідини, газу або порошків.

Для цих засобів загальним є оброблення відкладеного пилу флегматизаторами, які нейтралізують його вибухові властивості.

Нагнітання води в вугільний пласт здійснюється за допомогою станка обертаючого буріння, він встановлюється на конвеєрній виробці, з якої знизу до гори бурять свердловини, нагнітають через них воду та цим зволожують пласт. Станок обладнаний двома механізмами (для буріння свердловин та нагнітання води), кожен з них має двигун і може працювати індивідуально.

До комплекту такого обладнання входить: буровий станок БГА4М-01, насосна установка УН35, гідрозатвор АГ-4А, високонапірні шланги.

Витрата рідини контролюється лічильниками-витратомірами (СРВД-15).

Довжину свердловин розраховуємо так:

$$l_{\text{СКВ}} = l_{\text{Л}} - l_1$$

де: $l_{\text{Л}}$ - довжина лави, м;

l_1 - глибина герметизації свердловини, м;

Свердловини бурять в центрі пласта. Відстань між свердловинами 15 м. Кількість води, яку необхідно нагнати в пласт розраховуємо так:

$$Q_{\text{СКВ}} = 1,1 \cdot l_{\text{СКВ}} \cdot l_{\text{СКВ}} \cdot \gamma \cdot m \cdot \beta_v / 1000$$

де: $l_{\text{СКВ}}$ - відстань між свердловинами, м;

γ - щільність вугілля, 1,35 т/м³;

m - потужність пласта, 1,15 м;

β_v - питомі витрати води, 15 м³/т.

Час нагнітання води:

$$T_{\text{Н}} = Q_{\text{СКВ}} / Q_{\text{Н}}$$

де: $Q_{\text{Н}}$ - темп нагнітання, 20 м³/год.

$$T_{\text{Н}} = 6 \text{ год}, Q_{\text{СКВ}} = 120 \text{ м}^3, l_{\text{СКВ}} = 200 \text{ м}.$$

Тиск нагнітання води для забезпечення максимального ефекту попереднього зволоження:

$$P_{\text{наг}} = 5,0 - 12,0 \text{ МПа.}$$

Відстань між свердловиною (першою) та площиною лави:

$$l_1 = T_6 * V_o = 15 \text{ м,}$$

де: T_6 – термін буріння свердловини та нагнітання рідини, доб,

$$T_6 = T_{\text{бур}} + T_{\text{н}} = 24 * l_{\text{скв}} / V_o + T_{\text{н}},$$

де: $T_{\text{бур}}$ – термін буріння свердловини, год;

V_o – середньодобове посування вибою, 4,8 м/добу.

$$T_6 = 4,5 \text{ діб, } l_1 = 35,0 \text{ м.}$$

З метою попередження проривання води в зону працюючого персоналу забороняється нагнітати воду в масив при несправних насосній установці, водопроводі, гідрозатворі, контрольно-вимірювальних приладів. Роботи з нагнітання води не повинні знаходитися в незакріпленому просторі, оскільки можливі обвалювання порід. Небезпека обвалювання підвищується при роботі на крутих пластах.

При нагнітанні води необхідно спостерігати за покрівлею та підшвою виробки, за виділенням метану. Подачу води необхідно припиняти при виявленні її виходу з пласта та тріщин в масиві, тому що виникає небезпека порушення суцільності масиву в покрівлі та підшви.

Спочатку при нагнітанні води посилюється газовиділення. При перевищенні концентрації метану допустимих норм, роботи повинні бути припинені.

В лавах зрошення здійснюється при виїмці вугілля комбайном. Відбите вугілля зрошується форсунками, які встановлені на корпусі комбайну та його виконавчих органах.

Створювана водяна завіса облягає пил, який утворюється, перешкоджає його руху разом з струменем повітря уздовж вибою. Передбачено розташування форсунок на секціях кріплення. При їх пересуванні відбувається обвалювання порід, це супроводжується створенням пилової хмари, розташування форсунок дозволяє проводити нам зрошення виробленого простору очисного вибою водяним пилом, кількість пилу в зваженому стані внаслідок чого зменшується.

При вибраній технологічній схемі засобів боротьби з пилом приймаємо питому витрату води $5,0 \text{ м}^3/\text{т}$, тиск у системі не менше $1,20 \text{ МПа}$. Для забезпечення цих параметрів, систему підключаємо безпосередньо до протипожежного трубопроводу, тиск в ньому $1,5\text{-}2,0 \text{ МПа}$ регулюється клапаном, який встановлений на початку трубопроводу.

Витрату води для системи зрошення комбайна, визначаємо так:

$$Q_k = P_k * Q_{pk}$$

де: P_k - продуктивність комбайна, $2,3 \text{ т/хв}$;

Q_{pk} - питома витрата води, $5,0 \text{ м}^3/\text{т}$.

Добова витрата води складе:

$$Q_{\text{доб}} = A_{\text{доб}} * Q_{pk}$$

$$Q_k = 11,0 \text{ м}^3/\text{хв}, Q_{\text{доб}} = 15000 \text{ м}^3/\text{добу}$$

За інструкцією експлуатації комбайна для цих умов роботи рекомендуємо V-образну схему зрошувачів. На виконавчих органах встановлюємо 26 з 40 зрошувачів взагалі.

Параметри трубопроводу визначаємо за сумарною витратою води, яка необхідна для облаштування завіси та тушіння пожежі струменем (суцільним) з одного протипожежного трубопроводу. Витрата води має бути не менше $80 \text{ м}^3/\text{год}$.

Пересипи вугілля на конвеєрах обладнуються автоматичними зрошувачами АО-3 у вигляді конусних зрошувачів з кутом факелу 75° , тиск води $12,0 \text{ кГ/см}^2$, витрата $5,0 \text{ л/т}$.

Безперервне зв'язування пилу туманоутворюючими розосередженими завісами рекомендується на дільницях вентиляційних виробок довжиною до 200 м , які примикають до очисних вибоїв, при високій інтенсивності відкладення пилу, коли виробка може опинитися в небезпечному стані протягом доби, зміни або декількох годин. Принцип дії таких завіс полягає в тому, що частинки туману при торканні з пилинками вугілля зволожують їх та збільшують вагу, через це частинки пилу інтенсивно осідають та скріплюються з поверхнею виробки та між собою. Запиленість повітря при цьому знижується до припустимої концентрації на відстані до 200 м від місця пилоутворення в лаві.

Для отримання ефективного результату туманоутворювачі мають задовольняти таким вимогам:

- факел має мати форму суцільного конусу (діаметр 3-5 м відповідно до перетину виробки);
- тиск та витрати стисненого повітря мають бути $(3-5) \cdot 10^5$ Н/м та 5-15 м³/хв відповідно;
- радіус краплин в тумані має бути 10-40 мк;
- витрата води має забезпечувати оптимальну водність туману на рівні 5-10 г/м³;
- повинні бути пристрої для регулювання витрат стисненого повітря та води.

Цим вимогам відповідають туманоутворювачі ТЗ-1, ФТ і ОП-1.

В ТЗ-1 та ОП-1 не має регулювання витрат води та повітря. В ФТ для регулювання є пробкові крани.

Кількість туманоутворювачів в 1-й завісі визначається з розрахунку один ОП-1 на кожні 100 м³/хв повітря, один ТЗ-1 на кожні 500 м³/хв. ОП-1 використовують в виробках з кількістю повітря не більше 300 м³/хв.

Туманоутворювачі в 1-й завісі розташовуються в залежності від швидкості руху повітря:

- при швидкості більше 2 м/с туманоутворювачі встановлюються так, щоб факели їх спрямовувалися назустріч вентиляційному струменю;
- при швидкості до 2 м/с вони спрямовуються в бік руху повітря.

В інших завісах туманоутворювачі встановлюються так, щоб факели спрямовувалися в бік руху повітря.

В найближчій до лаві завісі, що встановлюється не далі 20 м від неї, при швидкості повітря більше 2 м/с факел прямує назустріч пилу, при меншій швидкості та в інших завісах він прямує у бік руху повітря.

Довжина дії 1-ї туманоутворюючої завіси дорівнює 10-25 м. Кожна наступна завіса охоплює ділянку довжиною на 25 м більше.

Всі пересипи вугілля обладнуються системою зрошення, на вентиляційному штреку на відстані 10-15 м від очисного вибою встановлюється водяна завіса «туман» в напрямку руху вихідного струменю повітря.

Завіси мають діяти протягом всього часу виймання вугілля. Вимикання опускається тільки в ремонтну зміну. Пил, що накоплюється поблизу завіси, має періодично прибиратися. З прибиранням пилу необхідно одночасно виконувати очищення водовідвідної канавки від шламу.

На вентиляційній виробці на відстані 10-20 м від очисного вибою, за рухом вихідного струменю повітря, встановлюється туманоутворююча водяна завіса ВЗ-1, яка встановлюється і на свіжому струмені повітря. Це необхідно для того, щоб пил не потрапляв в лаву. Завіса працює весь час виймання вугілля в лаві. Вимикання допускається тільки в ремонтну зміну. Накопичений пил повинен прибиратися. Одночасно необхідно проводити чистку канавку. Недоліком таких завіс є великі витрати води, але їх застосування зменшує запилення майже на 80-95%. Витрати води дорівнюють $0,05 \text{ л/м}^3$ під тиском 0,3–0,4 МПа.

Попереднє зволоження пласта полягає в тому, що через шпури подається вода під тиском, це призводить до зволоження вугільного масиву.

Попереднє зволоження зменшує запилення на величину 60-70%.

Пожежний трубопровід має бути розрахований на пропускання певної кількості води для забезпечення заданого режиму роботи.

Вугільний пил погано змочується, тому необхідно додавати до води поверхнево-активні речовини. Добрі результати дають змочувачі ДБ з концентрацією до 0,2% (ОП-7 та ОП-10 та їх в комбінація).

Використання розчинів змочувачів на 30–50% дозволяє зменшити запиленість повітря.

Боротьба з пилом в інших виробках, на пересувних (напівстаціонарних) пунктах, пунктах навантаження (перевантаження) має застосовуватися зрошення гірської маси. Зрошувачі встановлюються так, щоб вода, яка розпилюється перекривала повністю осередок утворення пилу. Витрата води (питома) на зрошення має бути не менш $5,0 \text{ л/т}$ при тиску 0,50 МПа.

В пунктах навантаження (перевантаження) слід передбачати:

- загородження борту довжиною не менш 5,0 м;
- пристрій для очищення холостої стрічки конвеєра від пилу;
- пристій для запобігання видуванню пилу.

В конвеєрних штреках (виробках) необхідно проводити прибирання скупченого вугільного пилу та обмивання не рідше разу на місяць.

Для зменшення концентрації пилу в лаві необхідно забезпечувати оптимальну швидкість руху повітря за пиловим фактором. Провітрювання є дієвим заходом по зменшенню запиленості повітря. Ефективність провітрювання визначається кількістю та швидкістю свіжого повітря, яке подається до джерела утворення пилу. Оптимальна швидкість для очисних вибоїв складає 1,20–2,0 м/с.

Відповідно до вимог Правил безпеки у виробках, що обладнані конвеєрами та примикають до очисних вибоїв, необхідно встановлювати сланцеві (водяні) заслони.

Тупікові вибої виробок, які проводяться по вугіллю (вугіллю та породі), захищаються встановленням розосереджених сланцевих (водяних) заслонів.

При захисті виробок розосередженими сланцевими (водяними) заслонами необхідно встановлювати не менше чотирьох рядів полиць. Перший ряд встановлюється на відстані 25-40 м від тупікового вибою.

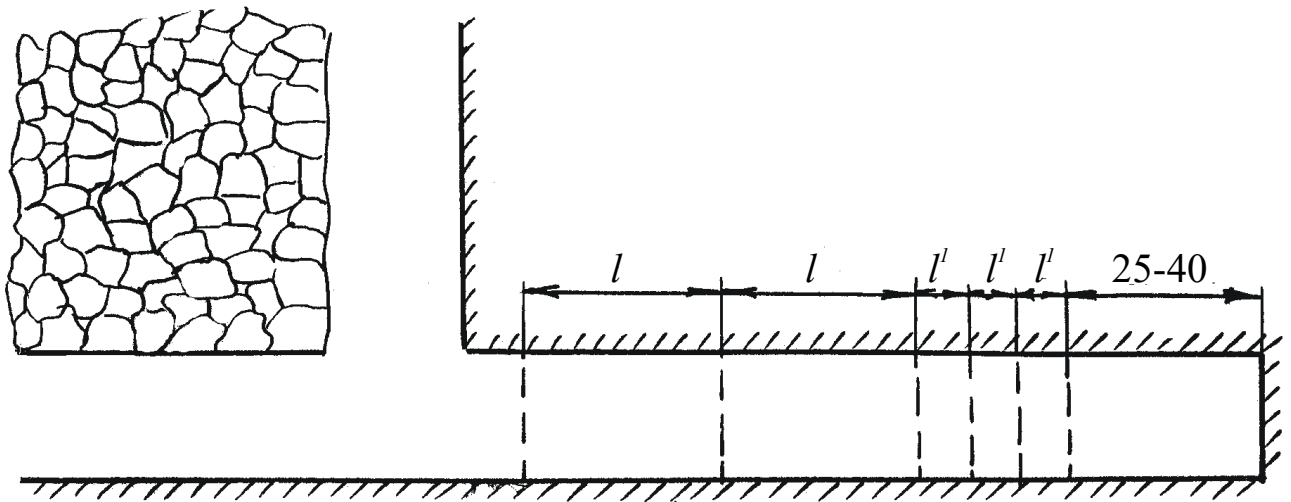


Рисунок 6.1. - Схема ізолювання розосередженим сланцевим (водяним) заслоном тупікового вибою виробки

Відстань між вибоєм та першими чотирма рядами полиць розосередженого заслону повинна бути не менше 5,0 м, кількість води (інертного пилу) не менше 2,5 кг/м³ об'єму виробки. При цьому повинна виконуватися умова:

$$5 \leq l' \leq \frac{Q}{2,5 \cdot S}$$

де Q – сумарна кількість інертного пилю (води) на полиця) одного ряду, м^3 ;

S – площа перетину виробки, м^2 .

Відстань між наступними рядами полиць починаючи з 5-ї повинна бути однаковою та не більше 40 м. Для певної виробки ця відстань має прийматися не більшою:

$$l \leq \frac{Q}{q_p \cdot S}$$

де q_p – мінімальна кількість інертного пилю (води) в заслоні, $\text{кг}/\text{м}^3$.

$$\frac{Q}{2,5 \cdot S} = \frac{400}{2,5 \cdot 12,8} = 12,5$$

тобто $5 \leq l' \leq 12,5 \text{ м}$.

$$l \leq \frac{Q}{q_p \cdot S} = \frac{400}{0,55 \cdot 12,8} = 56 > 40$$

приймаємо $l = 40 \text{ м}$.

Для захисту електричного обладнання в виробках в використовуємо автоматичну систему локалізації вибухів вугільного пилю з заслонами примусового спрацьовування.

Така система призначена для придушення вибухів вугільного пилю та метану на початковій стадії розвитку шляхом примусової подачі в зону загоряння пламегасної речовини.

Апаратура системи виявляє спалахи метану та вугільного пилю на початковій стадії розвитку, гасить і локалізує вибухи створенням вибухопридушувального середовища, яке запобігає розповсюдженню за рахунок примусового подавання полум'ягасника в зону спалаху.

Система встановлюється у потенційних місць виникнення вибухів вугільного пилю або метану (розподільчі пункти (рис. 6.2), вибої виробок (рис. 6.3), пускова апаратура, електроприводи стрічкових конвеєрів (перевантажувачів).

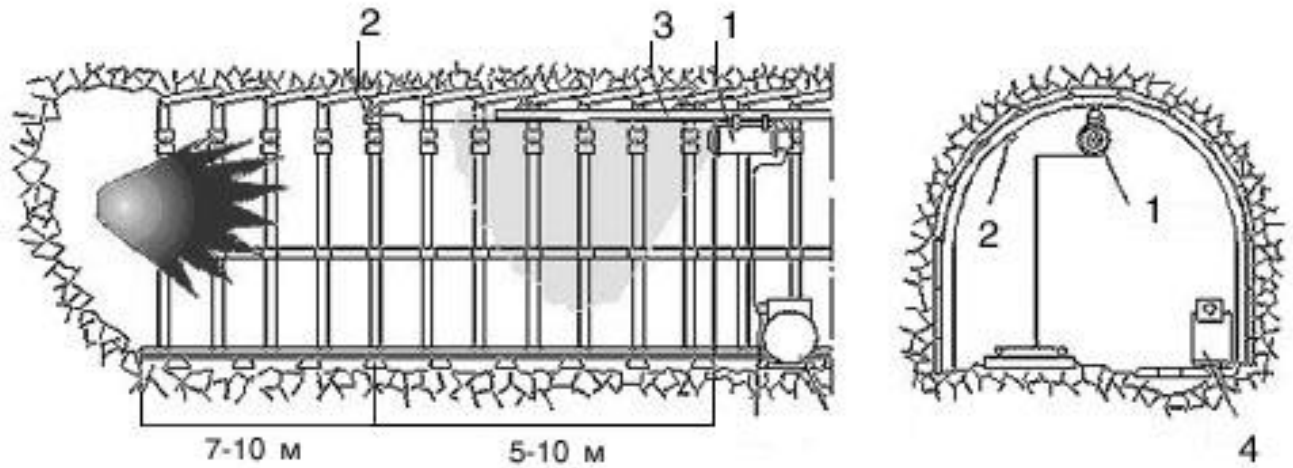


Рис. 6.2 – Схема розташування системи для захисту вибою виробки: 1 – пристрій (УПВ-30П) придушення вибуху, 2 – датчик вогню, 3 – монорейкова дорога, 4 – апаратура ПВИ-320.

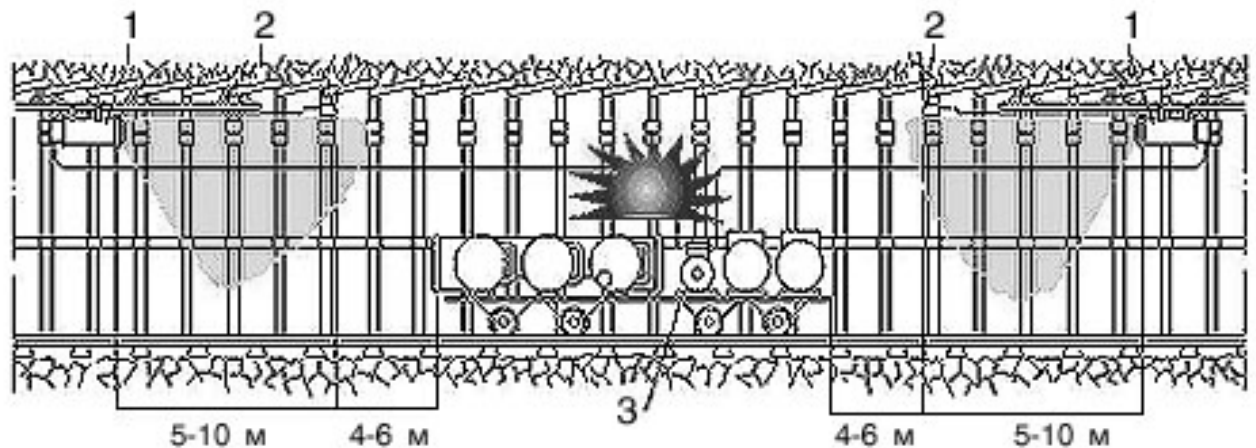


Рис. 6.3 – Схема розташування системи для захисту розподільчого пункту: 1 – пристрій (УПВ-30П) придушення вибуху, 2 – датчик вогню, 3 - комплексний пристрій.

Організація робіт покладається на технічного керівника шахти.

Виконання заходів в виробках здійснюється силами дільниць за якими закріплені виробки. Окремі роботи можуть виконуватися дільницею вентиляції та техніки безпеки.

Керівник дільниці разом із керівником дільниці вентиляції та техніки безпеки визначає необхідну потребу, складає заявку на необхідні обладнання, контрольно-вимірювальні прилади, запасні частини, матеріали.

Механік дільниці забезпечує технічне обслуговування та роботу обладнання відповідно до посібника з експлуатації, головний механік шахти забезпечує ремонт зазначеного обладнання. На нього покладається організація робіт щодо водопідготовки та водозабезпечення.

Контролювання обладнання, яке надходить на шахту, здійснює енергомеханічна служба шахти.

При виявленні порушень заходів посадові особи повинні вживати заходи з їх усунення.

Загальне контролювання покладається на дільницю вентиляції та техніки безпеки.

Контролювання якості заходів боротьби з пилом містить:

- контролювання стану обладнання для пилоподавлення (оперативне та періодичне);
- контролювання концентрації пилу у повітрі відповідно з Інструкцією та облік пилових навантажень.

Оперативне (щозмінне) контролювання здійснюється посадовими особами тієї дільниці, якій належать виробки, посадовими особами шахти і дільниці вентиляції та техніки безпеки при відвідуванні виробок.

Періодичне контролювання проводиться не менше одного разу на місяць керівником дільниці вентиляції та техніки безпеки (помічником) разом із керівником дільниці (помічником).

Результати контролювання та усунення порушень фіксуються в книзі нарядів дільниці вентиляції та техніки безпеки.

При оперативному контролюванні фіксується стан обладнання для боротьби з пилом, його працездатність, стан пожежного трубопроводу.

При виявленні несправностей та порушенні технології проведення заходів знепилювання гірничі роботи припиняються та вживаються заходи з усунення недоліків.

При періодичному контролюванні перевіряється відповідність фактичних параметрів зазначеним у паспортах за допомогою вимірювальних приладів (лічильників – витратомірів, манометрів, водомірів, вологомірів). При

виявленні порушень даються приписи відповідним службам для усунення недоліків.

Контролювання вмісту пилу в виробках та оцінка техніки та технології з інтенсивності пилоутворення має велике значення при розробці ефективних способів та засобів боротьби з вугільним пилом. Ефективність знепилювання повітря здійснюються по концентрації пилу у певних місцях, розташування яких враховує змінення запиленості повітря від відстані до джерела утворення пилу (місця розміщення приладу в виробці). Такі місця вибирають на відстані від джерела утворення пилу, де пиловий потік рівномірний та не змінюється по довжині виробки (більше 20 м).

Контролювання запиленості здійснюють за допомогою портативного приладу ПО-101 здійснюється службою вентиляції та техніки безпеки. Робиться не менш трьох вимірювань. Для оцінювання приймається середнє значення концентрації вугільного пилу.

Переносний прилад ПО-101 призначений для автоматичного вимірювання концентрації вугільного пилу всіх фракцій.

Для вимірювання концентрації пилу безпосередньо в зоні подиху робочих застосовується індивідуальний пилопробонабірник. Представляє собою аспираційний прилад, поєднаний з індивідуальним шахтним світильником (коногонка). Живеться від акумуляторів світильника та забезпечує засмоктування повітря через блок, розміщений на касці. Повітря проходить через циклон, де пил розділяється за розмірами, тонкий пил затримується фільтром. Приладом можна визначити, скільки пилу поглинув організм людини за певний час.

ВИСНОВКИ

Контролювання небезпеки з вибухів пилу на всій довжині виробки повинно виконуватися візуально для виявлення наявності необроблених відкладень пилу. Виробка є пиловибухонебезпечною, коли в ній немає поверхонь, що вкриті інертним пилом.

Безпека виробок, в яких застосовуються засоби попередження вибухів пилу, ґрунтуються на використанні води. В разі відсутності видимих відкладень незв'язаного сухого пилу використовують метод здування пилу за допомогою пневматичної груші.

Здуваність пилу перевіряється на боках, покрівлі та підшві відрізка виробки з інтенсивним пиловідкладенням. На відрізку вентиляційної виробки на відстані 200 м від очисного вибою здуваність пилу перевіряється біля лави, далі в 25 м, в 50 м від лави та кожні 50 м наступних 150 м. В конвеєрних виробках - в 5-10 м від навантажувального пункту по обидва боки. В інших частинах виробок здуваність пилу перевіряється в місцях можливого його накопичення.

Якщо під дією струменю пневматичної груші з'являється помітна хмара пилу, то вся виробка буде вважатися пиловибухонебезпечною.

На відрізках виробок з інтенсивним відкладенням пилу додатково перевіряється якість зв'язування пилу на підшві шляхом стиснення його в руці. Зволожений до необхідного стану пил має комкуватись.

Стан водяних (сланцевих) заслонів контролюється візуально. Перевіряється правильність встановлення заслонів, їх відстань від об'єкту, відповідність параметрів заслону вимогам, кількість, справність полиць, наявність необхідної кількості інертного пилу (води).

Перевірка інертного пилу на злежуваність виконується стисненням його в руці. Злежаний комкується.

Результати контролювання стану заслонів відмічаються в наряд-путівці майстра дільниці та на табличці, яка закріплена на кожному заслоні.

Контролювання за виконанням заходів та станом технічних засобів виконуються наглядом дільниці, загальношахтним наглядом та наглядом дільниці вентиляції та техніки безпеки.

Контролювання пиловихобезпеки виробок гірничорятувальною службою виконується не рідше одного разу на квартал. Контролювання здійснюється робітниками у присутності представників підприємства візуально.

Контролювання пиловихобезпеки виробок гірничорятувальною службою виконується не раніше, чим за п'ять днів до виконання чергового заходу при його періодичності більше 30 діб, та за 1-2 дні при періодичності до 30 діб. Результати заносяться до акту, один екземпляр залишається на підприємстві, інший доставляється в лабораторію гірничорятувальної служби.

У виробках відбор проб пилу з підосви здійснюється для лабораторного визначення вмісту вологи, при осланцюванні виробок - для перевірки вмісту в пилу негорючої речовини.

Коли пил на підосві знаходиться у стані шламу, то проби на вологу не відбираються.

При виявленні пиловихобезпечною стану необхідно терміново повідомити головному інженеру (гірничому диспетчеру) та державній інспекції з охорони праці.

На дільниці вентиляції та техніки безпеки ведеться "Книга контролювання стану пилового режиму". Начальник цієї дільниці результати контролювання записує у книзі реєстрації та надає відповідні вказівки начальнику виробничої дільниці. Результати контролювання про задовільний стан в журнал не записуються.

ДЖЕРЕЛА

2. Cecala A.B., Heitbrink W.A., Organiscak J.A., Zimmer J.A., Fisher T., Gresh R.E., Ashley J.D. Reducing enclosed cab drill operator's respirable dust exposure at a surface coal operation using a retrofitted filtration and pressurization system. In: Yernberg WR, ed. Transactions of Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc. Vol. 314. pp. 31–36.
3. Cecala A.B., Zimmer J.A., Organiscak J.A., Heitbrink W.A., Moyer E.S., Ahrenholtz E., Schmitz M., Coppock C.C., Andrews E.H. Reducing enclosed cab drill operator's respirable dust exposure with effective filtration and pressurization techniques. *J Occup Environ Hyg* 2(1):54–63.
4. Cecala A.B., Zimmer J.A., Organiscak J.A., Moredock D., Hillis M. Closing the door to dust when adding drill steels. *Rock Prod* 110(10):29–32.
5. CDC (Centers for Disease Control and Prevention) Silicosis screening in surface coal miners: Pennsylvania, 1996–1997. *MMWR* 49(27):612–615.
6. Chekan G.J, Colinet J.F . Retrofit options for better dust control. *Aggregates Manag* 8(9):9–12.
7. Listak J.M, Reed W.R . Water separator shows potential for reducing respirable dust generated on small-diameter rotary blasthole drills. *Int J Min Reclam Environ* 21(3):160–172.
8. Program Evaluation and Information Resources, Standardized Information System. Arlington, VA: U.S. Department of Labor, Mine Safety and Health Administration.
9. Request for assistance in preventing silicosis and deaths in rock drillers. Cincinnati, OH: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control, National Institute for Occupational Safety and Health, DHHS (NIOSH) Publication No. 92–107.
10. Hazard controls: New shroud design controls silica dust from surface mine and construction blast hole drills. Cincinnati, OH: U.S. Department

- of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, HC27, DHHS (NIOSH) Publication No. 98–150.
11. Technology news 487: Sweeping compound application reduces dust from soiled floors within enclosed operator cabs. Pittsburgh, PA: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health.
 12. Work-related lung disease surveillance report, 2002. Morgantown, WV: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, DHHS (NIOSH) Publication No. 2003111.
 13. Technology news 512: Improve drill dust collector capture through better shroud and inlet configurations. Pittsburgh, PA: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, DHHS (NIOSH) Publication No. 2006–108.
 14. Technology news 528: Recirculation filter is key to improving dust control in enclosed cabs. Pittsburgh, PA: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, DHHS (NIOSH) Publication No. 2008–100.
 15. Olson K.S, Veith D.L. Fugitive dust control for haulage roads and tailing basins. Minneapolis, MN: U.S. Department of the Interior, Bureau of Mines, RI 9069.
 16. Organiscak J.A., Page S.J.. Field assessment of control techniques and long-term dust variability for surface coal mine rock drills and bulldozers. *Int J Surf Min Reclam Env* 13:165–172.
 17. Organiscak J.A, Reed W.R. Characteristics of fugitive dust generated from unpaved mine haulage roads. *Int J Surface Min Reclam Environ* 18(4):236–252.

18. Organiscak J.A., Cecala A.B., Thimons E.D., Heitbrink W.A., Schmitz M., Ahrenholtz E. NIOSH/industry collaborative efforts show improved mining equipment cab dust protection. In: Yernberg WR, ed. Transactions of Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc. Vol. 314. Littleton, CO: Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc., pp. 145–152.
19. Organiscak J.A., Page S.J., Cecala A.B., Kissell F.N. Surface mine dust control. In: Kissell FN, ed. Handbook for dust control in mining. Pittsburgh, PA: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, DHHS (NIOSH) Publication No. 2003-147, IC 9465, pp. 73–81.
20. Page S.J. Respirable dust control on overburden drills at surface mines. In: Proceedings of the American Mining Congress Coal Convention, pp. 523–539. Page SJ, Organiscak JA [1995]. Taming the dust devil: an evaluation of improved dust controls for surface drills using rotoclone collectors. Eng Min J Nov:30–31.
21. Quilliam J.H. Sources and methods of control of dust. In: The ventilation of South African gold mines. Yeoville, Republic of South Africa: The Mine Ventilation Society of South Africa.
22. Reed W.R., Organiscak J.A. Evaluation of dust exposure to truck drivers following the lead haul truck. In: Yernberg WR, ed. Transactions of Society for Mining, Metallurgy, and Explorations, Inc. Vol. 318. Littleton, CO: Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc., pp. 147–153.
23. Reed W.R., Organiscak J.A., Page S.J. New approach controls dust at the collector dump point. Eng Min J 205(7):29–31.
24. Rodgers S.J., Rankin R.L., Marshall M.D. Improved dust control at chutes, dumps, transfer points, and crushers in noncoal mining operations. MSA Research Corp. U.S. Bureau of Mines contract No. H0230027. NTIS No. PB297-422.

- 25.USBM [1987]. Technology news 286: Optimizing dust control on surface coal mine drills. Pittsburgh, PA: U.S. Department of the Interior, Bureau of Mines.
- 26.Technology news 308: Impact of drill stem water separation on dust control for surface coal mines. Pittsburgh, PA: U.S. Department of the Interior, Bureau of Mines.
27. Technology news 447: Dust collector discharge shroud reduces dust exposure to drill operators at surface coal mines. Pittsburgh, PA: U.S. Department of the Interior, Bureau of Mines.
28. Controlling dust without using bag houses. Coal Age Nov:24–26.