

Л.А. Сербінова, аспір.

Інститут енергозбереження та енергоменеджменту
Національного технічного університету України «КПІ»ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ
ЗАПИЛЕНІСТЮ РОБОЧОЇ ЗОНИ
ПРИ БУРІННІ СВЕРДЛОВИН У ГРАНІТНОМУ КАР'ЄРІ

(Представлено д.т.н., проф. Водяником А.О.)

Розроблено алгоритм і калькулятор для визначення причин запылення та вибору заходів і засобів нормалізації вмісту пилу в робочій зоні бурового станка, що дозволяє виконувати обґрунтований вибір заходів і засобів, які забезпечують зменшення ймовірності виникнення наднормативних викидів гранітного пилу.

Вступ. Проблема підвищення ефективності управління пилогазовою небезпекою при експлуатації кар'єрів для працівників та населення на прилеглих територіях є актуальною. Це зумовлено тим, що небезпека наднормативного забруднення дрібнодисперсним пилом атмосферного повітря в кар'єрі та за його межами при проведенні гірничих робіт, як показано в численних публікаціях, є актуальною [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Огляд існуючих методик кількісного оцінювання забрудненого повітря в кар'єрах показав, що цьому питанню приділялася достатня увага. Ним займалися такі вчені, як: М.Т. Бакка [2], П.В. Бересневич [3], Е.І. Сфремов [4], В.С. Нікітін [5], О.Є. Лапшин [6] та ін. Ними досліджувались вплив пилоутворення при видобутку корисних копалин та інтенсивність пиловиділення різними джерелами в кар'єрі із врахуванням кліматичних факторів та ін.

Постановка завдання. Проведений аналіз показав, що методики кількісного оцінювання викидів пилу від основних технологічних процесів, розсіювання пилових забруднень в робочій зоні та особливо на прилеглих до гранітних кар'єрів територіях не забезпечують отримання реальної картини щодо пилової ситуації в неглибоких гранітних кар'єрах, оскільки базуються на суттєвих спрощеннях процесу пиловиділення або на прямих замірах концентрацій пилу. Це, в свою чергу, не дозволяє ефективно управляти технологічними процесами в кар'єрі з урахуванням небезпеки забруднення пилом, використовувати раціональні способи пилозаглушення та пилопригнічення. Поетапний розрахунок інтенсивності викидів пилу та його концентрації не дає повного опису ситуації пилової небезпеки в кар'єрі. Тобто необхідно об'єднати їх в один алгоритм або модель оцінки впливу параметрів керованих (технологічні параметри, час, місце виконання робіт) та некерованих (метеорологічні характеристики) на концентрацію пилу в повітрі робочої зони.

Викладення основного матеріалу. Для виконання досліджень процесів утворення пилу різними технологічними процесами та його розсіювання в ближній зоні розроблено алгоритм, який дозволяє виконувати визначення концентрацій пилу в атмосферному повітрі залежно від керованих та некерованих параметрів. Структурно алгоритм оцінки впливу параметрів складається з 3-х блоків (рис. 1):

I блок – розрахунок інтенсивності викидів при бурінні та подрібненні граніту;

Зокрема, об'єм пиловиділення при бурінні свердловин і шпурів, а також при пересипці матеріалів прийнято виконувати за залежністю виду [2, 7]:

$$Q = f(G, B, k_n, \eta, z, n), \quad (1)$$

де k_n – коефіцієнти, що враховують частку пилової фракції в породі, летючої домішки, масову частку пилової фракції в матеріалі, швидкість вітру, вологість та розмір матеріалу, місцеві умови, метеоумови; G – маса породи, що переробляється екскаватором, т/год.; B – коефіцієнт, що враховує висоту падіння матеріалу; n – кількість одночасно працюючих бурових верстатів; z – маса пилу, що виділяється при бурінні одним верстатом, г/год.; η – ефективність системи пилоочистки в частках одиниці, якщо бурові установки мають засоби пилоочистки;

II блок – розрахунок концентрації пилу;

В алгоритмі розрахунок концентрації пилу пропонується проводити за методом, який базується на формулі розсіювання Гауса, оскільки методи, що базуються на гаусівській моделі, особливо в ближній зоні, більш повно описують картину розсіювання пилу, що підтверджено експериментом [8, 9]:

$$C(x, y, z) = \frac{Q \cdot K \cdot V}{2\pi \cdot u_s \cdot \sigma_y \cdot \sigma_z} \cdot \exp\left(-0,5 \frac{y^2}{\sigma_y^2}\right), \quad (2)$$

де $C(x, y, z)$ – концентрація речовини в точці з координатами x, y, z , мг/м³; Q – інтенсивність викиду речовини з джерела забруднення, г/с; K – коефіцієнт перерахунку ($K = 1 \cdot 10^6$); V – вертикальні умови

розсіювання домішки в атмосфері; σ_y , σ_z – середньоквадратичні відхилення розсіювання в горизонтальному та вертикальному напрямках відповідно, м; u_s – швидкість вітру на ефективній висоті джерела викиду, м/с.

III блок – визначення пило безпечних технологічних параметрів буріння свердловин.

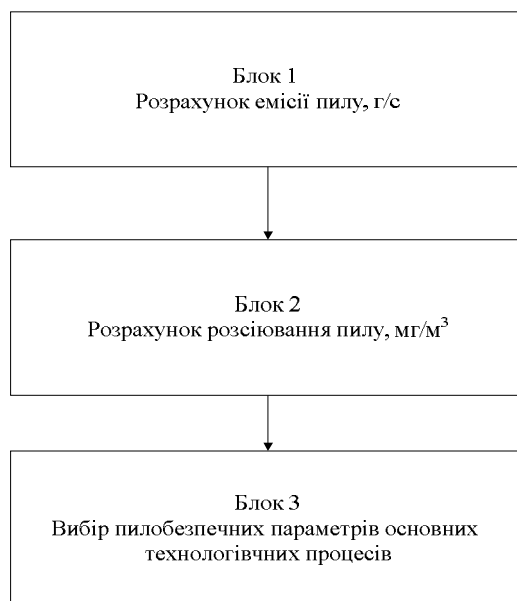


Рис. 1. Схема алгоритму визначення пилобезпечних технологічних параметрів буріння свердловин у гранітному кар'єрі

Сам алгоритм реалізовано за допомогою програмного забезпечення Microsoft Excel та MathCad і перевірено з використанням відомих програм визначення концентрацій, в яких реалізовано метод Гауса [10]. Встановлено, що розрахунки, виконані із використанням трьох блоків алгоритму дають достовірні результати.

Для прискорення розрахунків у середовищі Microsoft Office Excel розроблено калькулятор, який вирішує багатокритеріальне завдання пошуку ймовірних причин виникнення наднормативних викидів пилу при бурінні підричних свердловин у робочій зоні бурового станка в типовому гранітному кар'єрі. Вирішення цього завдання методом пошуку найкращих альтернатив, за умови браку статистичної інформації дозволяє чисельно оцінити ймовірність виникнення аварійної ситуації з тієї чи іншої причини, а відповідно до цього рекомендувати найкращий доступний спосіб для підвищення рівня безпеки об'єкта (рис. 2).

місцезнаходження кар'єру	село		
період доби	день		
рівень сонячного освітлення	помірний		
Критерії		Імовірність настання	Додаткові параметри
Фактичні умови та метеокліматичні фактори		100 %	Концентрація гранітного пилу у повітрі робочої зони $C_{п.г}$, $мкг / м^3$ 8 556,4370
температура повітря навколишнього середовища, °С	18		
температура забрудненого повітря, °С	19		
середня швидкість вітру, м/с	4		
швидкість виходу повітря із підривної свердловини, м/с	0,75		
діаметр джерела викиду, мм	0,149		
відстань від джерела викиду, км	0,002		
ступінь очистки, частка	0,5		
висота джерела викиду, м	2		
фактична інтенсивність викиду, г/с	1500		
Тип та строк експлуатації бурового обладнання		50 %	
тип обладнання	№1		
строк експлуатації, років	від 5 до 10		
Обладнання очистки забрудненого повітря, що виходить із свердловини		50 %	
тип обладнання	Циклони		
ступінь очистки, %	25–50 %		
Характеристики робочого інструмента бурового станка		5 %	Максимально безпечна інтенсивність викиду $Q_{н.б.г}$, г/с 0,016186
відстань від джерела викиду, км	0,002		
діаметр джерела, мм	0,149		
Технологія буріння	механічного буріння	80 %	
Параметри компресора		5 %	Максимально безпечна інтенсивність викиду $Q_{н.б.г}$, г/с 0,012714
відстань від джерела викиду, км	0,002		
швидкість виходу забрудненого повітря із свердловини, м/с	3		
Кваліфікаційний рівень персоналу		45 %	
виробничий інструктаж	так		
курси підвищення кваліфікації	ні		
вивчення нормативної літератури	так		

Рис. 2. Калькулятор для визначення причин виникнення наднормативних викидів пилу при бурінні підривних свердловин у типовому гранітному кар'єрі

На рисунку 2 наведено вигляд інформаційно-аналітичної системи визначення причин виникнення наднормативних викидів гранітного пилу при бурінні підривних свердловин у типовому гранітному кар'єрі, яка є принципово новою для сфери управління безпекою в робочих зонах кар'єру. Завданням цієї системи є встановлення найбільш імовірних причин виникнення наднормативних викидів гранітного пилу та визначення способів боротьби з конкретною причиною. Калькулятор можна використовувати для оперативного аналізу пилової безпеки в процесі буріння та для вибору найбільш доцільних способів її нормалізації.

Калькулятор дозволяє користувачеві вводити такі вхідні параметри:

1. Фактичні умови та метеокліматичні фактори: температура; швидкість вітру; швидкість виходу повітря із підривної свердловини; діаметр джерела; відстань від джерела; ступінь очистки; рівень сонячного освітлення та висота джерела викиду.

Для задавання фактичних умов та метеокліматичних факторів необхідно у «випадаючому» списку пункту 1 калькулятора «Фактичні умови та метеокліматичні фактори» ввести всі необхідні значення.

2. Тип та строк експлуатації.

Для введення в калькулятор віку та терміну експлуатації бурового станка (строк експлуатації) необхідно у «випадаючому» списку пункту 2 калькулятора «Тип та строк експлуатації» обрати інтервал, в якому знаходиться потрібне значення.

3. Обладнання для очищення забрудненого повітря, що виходить із свердловини.

Для опису очисного обладнання користувач обирає тип обладнання та ступінь очистки забрудненого повітря, що виходить із свердловини з тих варіантів, що наведено у калькуляторі.

4. Характеристики робочого інструмента бурового станка.

Характеристикою робочого інструмента бурового станка є його діаметр. Користувач обирає діаметр підривної свердловини та отримує значення максимально безпечної інтенсивності викиду гранітного пилу, що забезпечує його гранично допустиму концентрацію в робочій зоні ($ГДК_{р.з.}$) [5].

5. Технологія буріння.

В цьому пункті калькулятора користувач обирає спосіб буріння, що використовується для буріння підривних свердловин у кар'єрі.

6. Параметри компресора.

Параметром компресора бурового станка, що враховується в калькуляторі є продуктивність компресора (л/с, що забезпечує відповідну швидкість виходу повітря із підривної свердловини). В результаті користувач отримує значення максимально безпечної інтенсивності викиду гранітного пилу, що забезпечує його в межах ГДК_{р.з.}

7. Кваліфікаційний рівень персоналу.

Введення даних для цієї групи має виконуватися на основі журналів реєстрації інструктажів з питань охорони праці персоналу (вступного, первинного, повторного, позапланового і цільового), курсів підвищення кваліфікації персоналу та вивчення нормативної літератури бурових станків у кар'єрі. Якщо у користувача калькулятора таких даних немає в наявності, то обирається найгірший варіант із запропонованих у «випадаючому» списку для кожного критерію.

В результаті виконання всіх послідовних дій користувач отримує ранжований перелік причин виникнення наднормативних викидів гранітного пилу в робочій зоні бурового станка та відповідні їм заходи і засоби забезпечення нормативної концентрації пилу в робочій зоні (рис. 3).

	Незадовільний стан обладнання	Недостатній ступінь очистки повітря під час роботи	Діаметр та глибина підривної свердловини	Потужність подачі повітря в свердловину та швидкість виходу забрудненого повітря із підривної свердловини	Рельєф, місце розташування на уступі та час проведення робіт	Недостатній кваліфікаційний рівень персоналу	Технологічна помилка
Фактичні умови та метеокліматичні фактори		9 %			12 %		0 %
Вік та термін експлуатації бурового обладнання	0 %					0 %	0 %
Обладнання очистки забрудненого повітря, що виходить із свердловини	0 %	0 %		0 %	0 %	0 %	
Характеристики робочого інструмента бурового станка	0 %		0 %		0 %		0 %
Технологія буріння	16 %		0 %		0 %		0 %
Параметри компресора	0 %		0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Кваліфікаційний рівень персоналу						6 %	4 %

Рис. 3. Результати розрахунків калькулятора

На рисунку 3 зображено результати розрахунків імовірностей виникнення наднормативних викидів гранітного пилу в типовому кар'єрі Житомирської області при бурінні підривних свердловин.

Необхідно підкреслити, що отримані в результаті роботи калькулятора значення, характеризують не ймовірність виникнення небезпечної події, а ймовірність того, що небезпечна подія (наднормативний викид пилу), за умови її виникнення, відбудеться через встановлену причину. Також наводяться найбільш доцільні способи для підвищення рівня пилової безпеки в робочій зоні бурового станка.

Висновки. Розроблено алгоритм і калькулятор для визначення причин заповнення та вибору заходів і засобів нормалізації вмісту пилу в робочій зоні бурового станка, що дозволяє виконувати обґрунтований вибір заходів і засобів, які забезпечують зменшення ймовірності виникнення наднормативних викидів гранітного пилу.

Список використаної літератури:

1. Водяник А.О. Специфіка моделювання розсіювання пилу при бурінні підривних свердловин у кар'єрі / А.О. Водяник, Л.А. Сербінова // Вісник Національного технічного університету України «КПІ» / Гірництво : зб. наук. праць. – К. : НТУУ «КПІ» : ЗАТ «Техновибух», 2012. – Вип. 21. – С. 137–143.
2. Бакка М.Т. Дослідження впливу кар'єрів з видобутку будівельних матеріалів на атмосферне повітря та земну поверхню / М.Т. Бакка, О.А. Пирський, Г.М. Рижов. – ЖДТУ, 2003. – 110 с.

3. Михайлов В.А. Борьба с пылью в карьерах / В.А. Михайлов, П.В. Бересневич. – М. : Недра, 1981. – 320 с.
4. Проблемы экологии массовых взрывов в карьерах / Э.И. Ефремов, П.В. Бересневич, В.Д. Петренко и др. – Днепропетровск : Січ, 1996. – 180 с.
5. Никитин В.С. Методика определения интенсивности пылевыведения различных источников непрерывного действия в карьерах / В.С. Никитин. – М., 1964. – 26 с.
6. Лапшин А.Е. Интенсивность пылевыведения при бурении глубоких скважин в карьерах станком СВШ-250 МН / А.Е. Лапшин // Вісник Національного технічного університету України «КПІ» / Гірництво : зб. наук. праць. – К. : НТУУ «КПІ» : ЗАТ «Техновибух», 2008. – Вип. 16. – С. 112–118.
7. Методическое пособие по расчету выбросов от неорганизованных источников в промышленности строительных материалов. – Новороссийск : ЗАО «НИПИОТСТРОМ», 2000. – 41 с.
8. Берлянд М.Е. Климатические характеристики условий распространения примесей в атмосфере / М.Е. Берлянд. – Л. : Гидрометиздат, 1983. – 328 с.
9. Бруязцкий Е.В. Теория атмосферной диффузии радиоактивных выбросов / Е.В. Бруязцкий. – К. : Институт гидромеханики НАН Украины, 2000. – 443 с.
10. Бульбашев А.П. Борьба с пылью на карьерах по добыче строительных материалов / А.П. Бульбашев, Ю.В. Шувалов. – СПб. : Международная академия наук экологии, безопасности человека и природы (МАНЭБ), 2006. – 208 с.
11. МУ 03-008-06 Экспертиза промышленной безопасности буровых установок с целью продления срока безопасной эксплуатации.
12. ГОСТ 12.1.005-88. «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны». – [Действителен с 01.01.1989]. – М. : Изд-во стандартов, 1988. – 14 с.

СЕРБИНОВА Лариса Анатоліївна – аспірант зі спеціальності «Відкрита розробка родовищ корисних копалин» кафедри інженерної екології Інституту енергозбереження та енергоменеджменту Національного технічного університету України «КПІ».

Наукові інтереси:

– гірництво;

– охорона праці.

Тел.: (063) 697–48–47.

E-mail: Larisa_Serbinova@meta.ua

Стаття надійшла до редакції 20.07.2012

Сербінова Л.А. Інформаційно-аналітична система управління запиленістю робочої зони при бурінні свердловин у гранітному кар'єрі

Сербинова Л.А. Информационно-аналитическая система управления запыленностью рабочей зоны при бурении скважин в гранитном карьере

Serbinova L.A. Information-analytical system of dusty work area during drilling in a granite quarry

УДК 65.011.3+622.807.8

Информационно-аналитическая система управления запыленностью рабочей зоны при бурении скважин в гранитном карьере / Л.А. Сербинова

Разработан алгоритм и калькулятор для определения причин запыленности и выбора мер и средств нормализации содержания пыли в рабочей зоне бурового станка, что позволяет выполнять обоснованный выбор мер и средств, которые обеспечивают уменьшение вероятности возникновения сверхнормативных выбросов гранитной пыли.

УДК 65.011.3+622.807.8

Information-analytical system of dusty work area during drilling in a granite quarry L. A. Serbinova

The algorithm and a calculator to determine the causes of pollution and selection of measures and normalization of the dust content in the working area of drilling machines, which allows a reasonable choice of activities and facilities that provide reduce the occurrence of excessive emissions of granite dust.