

ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»  
Факультет гірничо-металургійний  
Кафедра безпеки праці та охорони довкілля

**АВТОРЕФЕРАТ**  
**кваліфікаційної роботи**

на здобуття освітнього ступеня магістра

за підсумками виконання  
освітньо-професійної програми  
«Інноваційні технології та системи  
захисту навколишнього середовища»  
за спеціальністю 183 Технології захисту навколишнього середовища

**на тему «Скорочення викидів забруднюючих речовин в умовах залізо-  
рудного кар'єру»**

Здобувач

Валерія ЧУМАК

Кам'янське, 2024

Кваліфікаційною магістерською роботою є рукопис.

Робота виконана у Технічному університеті «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» на кафедрі безпеки праці та охорони довкілля.

Керівник: ПІКАРЕНЯ Дмитро Сергійович,  
докт. геол. наук, проф. каф. Безпеки Праці та Охорони Довкілля

Захист відбудеться 23 січня 2024 р. о 09:00 год на засіданні екзаменаційної комісії ([https://teams.microsoft.com/join/19%3ameeting\\_NWMzYzdiMTgtOGQ1ZS00NDQyLTgyNmItNTk0Njk1YzQ0YTQ2%40thread.v2/0?context=%7b%22Tid%22%3a%221f6a60da-12a6-4028-9d77-a98fa5c6b40f%22%2c%22Oid%22%3a%2201efadc2-6354-43fb-8f92-8e8c2485636b%22%7d](https://teams.microsoft.com/join/19%3ameeting_NWMzYzdiMTgtOGQ1ZS00NDQyLTgyNmItNTk0Njk1YzQ0YTQ2%40thread.v2/0?context=%7b%22Tid%22%3a%221f6a60da-12a6-4028-9d77-a98fa5c6b40f%22%2c%22Oid%22%3a%2201efadc2-6354-43fb-8f92-8e8c2485636b%22%7d)).

Електронна версія автореферату розміщена в Інституційному репозитарії ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» 20 січня 2024 р.

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

В ході проведення масових вибухів на кар'єрах гірничо-збагачувальних підприємств відбувається значний викид пилу і газу, що негативно впливає на навколишнє природне середовище та екологічний стан довкілля. На кар'єрах великих комбінатів відбувається від 24 до 48 масових вибухів щорічно. Забруднення відбувається пилогазовою хмарою не тільки самого кар'єру та його промислових майданчиків, а також прилеглих районів з погіршенням санітарно-гігієнічних умов.

Таким чином скорочення викидів в атмосферу є актуальною науково-практичною задачею, також скоріше провітрювання кар'єру сприятиме більш ефективному використанню робочого часу за рахунок скорочення простоїв.

**Мета роботи:** розробка технічних рішень для підвищення ефективності пилогазопригнічення при проведенні буровибухових робіт на залізорудному кар'єрі.

**Об'єкт дослідження:** забруднення атмосфери викидами при проведенні гірничих робіт.

**Предмет дослідження:** шляхи зменшення викидів при буровибухових роботах.

Завдання дослідження:

1. Проаналізувати існуючі схеми проведення буровибухових робіт, виявити їх недоліки та вплив на навколишнє середовище.
2. Проаналізувати склад пилогазової хмари, що утворилася при застосування стандартної вибухової схеми та удосконаленого варіанту.
3. Запропонувати технічне рішення щодо збільшення ефективності пилопригнічення при застосування гідрозабійки з гуматовим реагентом.
4. Визначити еколого-економічну ефективність запропонованих рішень.

**Очікуваний результат:** Покращити показники забруднення атмосфери та мінімізувати їхній вплив на довкілля, шляхом впровадження технологічних рішень.

**Місце впровадження:** залізорудний кар'єр ПРАТ "ПІВНГЗК".

**Структура кваліфікаційної роботи.** Робота складається зі вступу, 5 розділів, висновків, списку використаних джерел, 5 додатків. Загальний обсяг роботи становить 122 сторінки, робота містить 26 рисунків, 18 таблиць. Список використаних джерел складається з 73 джерел.

## **ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

**В першому «ТЕОРЕТИЧНОМУ РОЗДІЛІ»** проведений аналіз існуючих способів скорочення викидів забруднюючих речовин в атмосферу при проведенні масових вибухів в кар'єрі. Найбільш широкий діапазон заходів включають інженерно-технічні методи: використання зарядів малого діаметра; використання раціональної конструкції заряду; використання зовнішньої та внутрішньої гідрозабійки; використання гідрогелевої забійки; використання повітряно-механічної піни; цементация (зв'язування) бурового шламу; зрошення зони підривання рідиною ПАР; застосування потужних дощувальних установок; використання сніжно-крижаної набійки свердловин; застосування засобів активного пилогазоподавлення, в тому числі конверсійної військової техніки.

Проаналізувавши досвід ведення вибухових робіт та розробки науково-дослідницьких інститутів було зроблено висновки, що найбільший ефект пилогазопригнічення досягається при комплексному проведенні різних заходів.

Одним із перспективних та доступних засобів зменшення виділення шкідливих речовин у кар'єрах при масових вибухах є водяна забійка свердловин, як зовнішня, так і внутрішня. Для цього необхідні подальші дослідження процесу викиду забруднюючих речовин в атмосферу при масових вибухах, з наступною розробкою технічних рішень для використання гідрозабійки, спрямованою для покращення екологічної ситуації на територіях прилеглих до залізорудних кар'єрів.

**У другому «ДОСЛІДНИЦЬКОМУ РОЗДІЛІ»** проаналізовано характеристики вибухових робіт на залізорудному кар'єрі, що передбачає вибухове подріб-

нення скельних гірничих порід методом свердловинних зарядів з використанням вертикальних (похилих) свердловин постійного діаметра.

Ознайомлено з методикою викидів при вибухових роботах з застосуванням зовнішньої гідрозабійки з гуматовим реагентом. Методика приготування робочого складу реагенту наступна: на спеціально збудований хаб, який забезпечений водою питної якості, змішувачем, ємністю для підготовки реагентного складу з системою фільтрів, відкачувальним занурювальним насосом, трьома дозувальними ємкостями об'ємом 1 м<sup>3</sup> вуглелужний реагент доставляється в розфасованій паперовій тарі, реагент торфогідроксидний – в поліпропіленових пакетах. Агрегатний стан вуглелужного реагенту твердий (порошок), реагенту торфогідроксидного – суха суміш.

В залежності від поточних значень температури атмосферного повітря, типу гірничої породи, що підривається та її міцності, до води, об'єм якої фіксується водним лічильником, додається реагент торфогідроксидний та вуглелужний реагент порціями відповідно до розрахунків і зважування на штатних вагах. Відвантаження реагенту для пилогазопридушення відбувається у ємності для водних розчинів з розрахунковою витратою при заміщенні води приготованим реагентом при внутрішній та зовнішній гідрозабійці.

Ємності з готовою підготовленою сумішшю доставляються на заправний пункт кар'єру, де шляхом перекачування підготовлена суміш заливається у засоби поливальної техніки, які попередньо заповнюються водою в об'ємі залежном від концентрації підготовленої суміші. 1/3 від загального об'єму. Іншу частину об'єму цистерн поливальної техніки заповнюють водою. Розбавлення підготовленої пилогазопридушуючої суміші відбувається самочинно без використання спеціальних пристроїв. Після цього поливальні установки доставляють приготовлений реагент на блок, на якому буде проведено масовий вибух і виконуються процеси зовнішньої гідрозабійки шляхом наповнення поліетиленових рукавів з розрахунковим об'ємом та ущільнення забійки свердловинних зарядів вибухових речовин. Наповнення зовнішніх гідроза-

бійок та ущільнення забійки свердловинних зарядів вибухових речовин проводиться у штатному режимі.

За показником якості реагент повинен відповідати вимогам, наведеним в табл. 1.

Таблиця 1 – Технічні вимоги до гуматового реагенту

Найменування показника	Норма для 30% водного розчину	Норма для 3% водного розчину	Метод контролювання
1. Зовнішній вигляд	Рідина від бурого до чорного кольору		Згідно з п. 6.3 цих технічних умов
2. Водневий показник водяного розчину, рН, у межах	6,5 – 10,0		Згідно з ДСТУ 2207.1
3. Час захисної дії, години	Не нормується	48	Згідно з методиками підприємства виробника
4. Густина за (20,0±0,1) °С, кг/м <sup>3</sup> , не менше	1100	980	Згідно з ДСТУ 7261
5. Температура замерзання, °С	- 2		Згідно з ДСТУ ГОСТ 18995.5
6. Ефективність дії, % пилопогашення	Не нормується	51	Згідно з методикою підприємства виробника
7. Ефективність дії, % дегазації	Не нормується	70	Згідно з методикою підприємства виробника

Пилогазовідбірники розміщалися на блоці, що підривався вже після заряджання свердловин ВР, а також після підготовки зовнішньої гідрозабійки. Пилогазовідбірники встановлювалися за 1,5 – 2 години до проведення масового вибуху на кожну з ділянок блоку на відстані 30 – 50 м від останнього ряду свердловин, за напрямком переважаючого атмосферного руху повітря.

Розміщення пилогазовідбірників наведено на рис. 2.

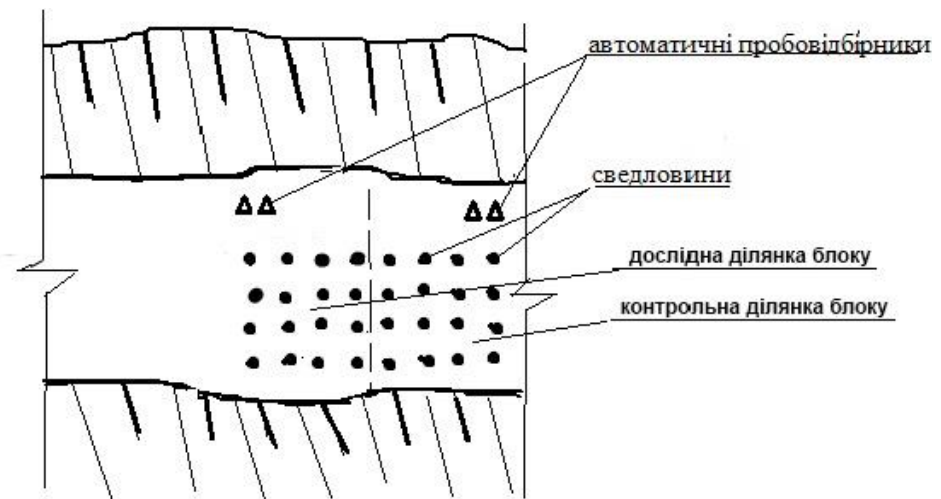
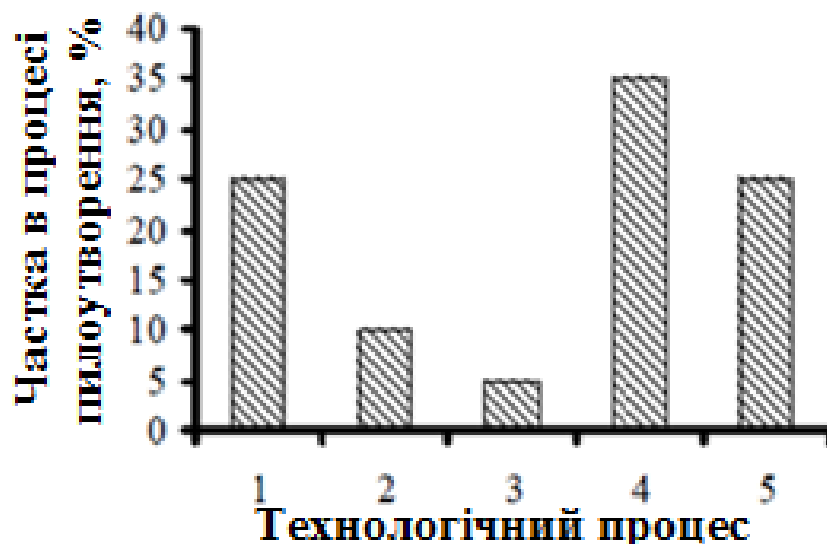


Рисунок 2 – Схема розміщення пробовідбірників на блоці, що підривається

В ході проведення масового вибуху відбувається значний викид в атмосферу пилогазової хмари (рис. 3). Мінералогічний склад пилу зазвичай близький до мінералогічного складу гірничої маси, що підривається. Хімічний склад пилогазової хмари також близький до хімічного складу порід.



1 – пил з поверхонь відвалів; 2 – буріння свердловин; 3 – транспортування гірської маси; 4 – екскавація; 5 – підривні роботи

Рисунок 3 – Пиловий баланс атмосфери в процесі руйнування гірських порід

Розсіювання ПГХ із концентрацією пилу від  $0,027 \text{ кг/м}^3$  до  $0,17 \text{ кг/м}^3$  гірської маси становить значний ризик для навколишнього середовища та здоров'я людей. Утворення карбон (II) оксиду коливається від 60 л/кг до 93 л/кг ВР, а нітроген (II) оксиду та нітроген (IV) оксиду — від 3,5 л/кг до 7 л/кг . В ході проведення масових вибухів у кар'єрах в атмосферу викидається до 100 т пилу та до 30 тис.  $\text{м}^3$  СО при детонації до 600 т вибухового матеріалу. На відстані 1 км від кар'єру концентрація пилу сягає 1200-2800 ГДК при підриві 600-800 т ВР, а на відстані 10 км – 90 ГДК [46]. Пил піднімається на висоту 800 м і розсіюється за напрямком вітру, осідає на землю, а також житлові райони. Ці процеси мають значні негативні наслідки у радіусі до 20 км від кар'єру. Прогнозування розсіювання пилу з кар'єру зазвичай враховує характеристику кар'єру, метеорологічні дані регіону, рельєф місцевості та інше. В табл. 2.7 наведено тривалість зниження концентрації чадного газу до гранично допустимих норм.

**У третьому розділі** досліджено існуючу схему боротьби з пилогазовими викидами при проведенні масових вибухів на кар'єрі яка полягає у використанні зовнішньої гідрозабійки з реагентом торфогідрооксидним.

Технологія виконання внутрішньої гідрозабійки наступна. Рукав зібраний у довільні гофри на смуговій оправі, укладається на пристосування для введення його в свердловину.

Пристосування для введення рукава встановлюється над свердловиною по вертикальній осі. Від поливальної машини по шлангу з невеликою витратою подається вода, яка збирається на дні рукава. При надходженні маси води, достатньої для зняття рукава (1,0 – 1,5 кг), рукав вільно спускається вниз, не торкаючись стінок свердловин.

Для ефективного уловлювання витають частинок диспергованої рідиною необхідно виконання чотирьох послідовних стадій:

- зустріч порошинки з краплею на шляху свого руху;
- дотик порошинки з краплею;
- змочування та захоплення порошинки краплею;
- з'єднання краплі з уловленими порошинками.

Перша стадія процесу гідрообезпилювання зрошенням відбувається при зближенні (зустрічі) краплі з часткою пилу до відстаней, на яких починають діяти молекулярні сили (80 нм). На цій стадії на порошок діють інерційні, електростатичні та аеродинамічні сили.

Друга стадія передбачає зіткнення порошинки з краплею до виникнення міцного контакту між ними. В іншому випадку порошок за рахунок ефекту аеродинамічного та молекулярного обтікання відривається від краплі. Основний вплив при цьому надають адгезійні, інерційні та молекулярні сили.

Процес змочування та захоплення порошинки краплею характеризує третю стадію процесу. На цій стадії основну роль грають сили адгезії та інерції, а захоплення здійснюється переважно під дією сили гравітації частки.

Четверта стадія визначає осідання конгломератів, що утворилися, пил-крапля за рахунок сил гравітації відповідно до закону Стокса.

Всі ці процеси комплексно враховує сумарний коефіцієнт захоплення пилової частки сферичної краплею рідини, який може бути визначений як відношення числа частинок пилу, що стикаються з краплею рідини, до частинок, які стикалися б, якщо лінії струму не відхилялися б краплею. На ефективність захоплення крапель частинок пилу впливають три фактори: 1 – поле течії або розподіл швидкостей течії середовища поблизу краплі; 2 – траєкторія частки, що залежить від її маси, опору середовища її руху, розміру та швидкості осадження краплі рідини; 3 - прилипання частинок до краплі.

Вимірювання концентрації забруднюючих речовин в атмосферному повітрі при проведенні масового вибуху на блоці № 64.1, горизонт -30/-45 м в Ганнівському кар'єрі показали ефективності використання водневих розчинів реагентів на гуматовій основі у зовнішній гідрозабійці замість звичайної води (масовий вибух на блоці № 52, горизонт -20/-30 м в Ганнівському кар'єрі).

Ефективність використання водних розчинів реагентів на гуматовій основі у зовнішній гідрозабійці склала: пилоподавлення – 50,5 %; нейтралізація оксиду вуглецю – 64,0 %; нейтралізація оксиду азоту – 68,0 %.

Автором даної роботи пропонується змінити схему розташування зовнішніх рукавів гідрозабійки з розчином РТГ, а саме пересунути ці рукави якомога ближче до ряду свердловин, що підриваються, а за технічної можливості укласти безпосередньо на забій свердловини.

При такій схемі передбачається, що вибухова хвиля, котра виходить зі стовбуру свердловини, прорве рукав зовнішньої гідрозабійки і на шляху основної хвилі пилогазового викиду зі свердловини вже буде зволожена гірська маса, що істотно скоротить пилогазовий викид в атмосферу.

Запропонована схема розташування рукавів гідрозабійки не змінює основні параметри конструкції підриваемого блоку та ряду свердловин, а лише переміщує їх ближче до ряду свердловин (а за технічної можливості на саме гирло свердловини), тому суттєвих змін в кількості використаного реагенту, в порівнянні з уже існуючою схемою розташування зовнішньої гідрозабійки, не відбудеться.

Також, в якості додаткових заходів доцільно використовувати гуматовий реагент для внутрішньої гідрозабійки, з метою зменшення пиловиділення при масових вибухах більше 50,5 %. Рекомендовано використовувати, для зниження ударних хвиль та підвищення якості дроблення гірських порід по всій висоті уступу, ущільнену до 2450 кг/м<sup>3</sup> забійку неактивної частини свердловинних зарядів вибухових речовин 30 % гуматовим концентратом та дробленою породною фракцією 5 – 20 мм.

Дослідивши данні, отримані в ході проведення експериментального вибуху з використанням антипилового реагенту ПАР «ЛЕКСОЛ-5», що проводився на кар'єрі ПРАТ «ІНГЗК» на горизонті -360 м, було підтверджено процес зв'язування дрібнодисперсних часток пилу поверхнево-активною речовиною «Лексол – 5». При 5% концентрації водного розчину антипилового реагенту "Лексол-5" середня ефективність пилоподавлення склала 21%. Згідно промислових випробувань на поверхню експериментальної ділянки блока було нанесено водний розчин ПАР «Лексол-5» з витратою води 2,0 – 2,5 л/м<sup>2</sup> дослі-

джуваної поверхні за рахунок розпилення поливальної машини з гідромонітором. На іншій ділянці засоби пилоподавлення не використовувалися.

Рекомендовано подальші випробування антипилового реагенту «Лексол-5» в умовах Ганнівського кар'єру ПРАТ «ПІВНГЗК» для зрошення блоку свердловин перед проведенням вибухових робіт (без використання поліетиленових рукавів), та подальші дослідження з використанням ПАР.

**У четвертому розділі «ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ»** було визначено кількість викидів пилогазової хмари при стандартній схемі проведення робіт. Відповідно до Методики розрахунку викидів забруднюючих речовин кар'єрів з врахуванням нестаціонарності технологічних процесів, а також даних промислових досліджень НДІБПГ КНУ з врахуванням використовуваної ВР середня питома кількість пилу, що виділяється при вибухах в умовах кар'єрів ПРАТ «ПІВНГЗК» становить  $q_{\text{пил}} = 0,09 \text{ кг/м}^3$ , оксидів азоту  $q_{\text{NO}} = 0,002 \text{ кг/м}^3$ , оксиду вуглецю  $q_{\text{CO}} = 0,003 \text{ кг/м}^3$ .

При використанні реагентів на гуматовій основі у зовнішній гідрозабійці в ході проведення масових вибухів зниження викидів забруднюючих речовин складатиме: по пилу - 361,1 т; по оксиду азоту - 10,81 т; по оксиду вуглецю - 15,23 т.

Встановлено, що при використанні реагентів на гуматовій основі у зовнішній гідрозабійці, в ході проведення масових вибухів, зниження викидів забруднюючих речовин складатиме: по пилу - 361,1 т; по оксиду азоту - 10,81 т; по оксиду вуглецю - 15,23 т.

Розрахунок необхідних об'ємів реагентів на гуматовій основі у гідрозабійках при проведенні масових вибухів для зовнішньої гідрозабійки складе 545 900 л; при загальних об'ємах підірваної гірничої маси - 12 199 000 м<sup>3</sup>. Загальні витрати на реагент складатимуть 2 876 893 грн.

**У п'ятому розділі «ОХОРОНА ПРАЦІ»** розглянуто заходи при проведенні буровибухових робіт та порядок допуску людей в кар'єр після проведення масового вибуху. Ознайомлено заходами: щодо техніки безпеки при повторному подрібненні; щодо забезпечення безпеки ведення вибухових ро-

біт у районі підземного комплексу циклічно-потоквої технології; заходів по зниженню шумів та вібрацій та плану ліквідації аварій.

## ВИСНОВКИ

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

1. Аналіз існуючих схем буровибухових робіт показує, що всі вони під час реалізації призводять до викидів в атмосферу великої кількості пилю і газу. Не дивлячись на різні вдосконалення, не відбувається суттєве зниження викидів в атмосферу, тому слід застосовувати більш ефективні заходи по пилогазопригніченню. Одним з таких заходів є використання водяної гідрозабійки з гуматовим реагентом.

2. Встановлено, що за стандартною схемою вибухових робіт (без використання гуматового реагенту) питома пиловиділення складо  $0,025 \text{ кг/м}^3$  гірничої маси, виділення оксиду вуглецю –  $0,00138 \text{ кг/кг ВР}$ , оксиду азоту –  $0,00089 \text{ кг/кг ВР}$ . При застосуванні гуматового реагенту питома пиловиділення складо  $0,020 \text{ кг/м}^3$  гірничої маси, виділення оксиду вуглецю –  $0,00056 \text{ кг/кг ВР}$ , оксиду азоту –  $0,00040 \text{ кг/кг ВР}$ .

Ефективність використання водних розчинів реагентів на гуматовій основі у зовнішній гідрозабійці в порівнянні з використанням технічної води складо: пилоподавлення –  $20,0\%$ ; нейтралізація оксиду вуглецю –  $59,4\%$ ; нейтралізація оксидів азоту –  $55,1\%$ .

3. В якості методів підвищення пилогазопригнічення пропонується удосконалити існуючу схему буровибухових робіт шляхом перенесення зовнішніх поліетиленових рукавів з гуматовим реагентом як найближче до підриваємої лінії. При такій схемі передбачається, що вибухова хвиля, котра виходить зі стовбуру свердловини, прорве рукав зовнішньої гідрозабійки і на шляху основної хвилі пилогазового викиду зі свердловини вже буде зволожена гірська маса, що істотно скоротить пилогазовий викид в атмосферу.

4. Розрахунки запропонованих рішень показують, що використання зовнішньої гідрозабійки з гуматовим реагентом у зовнішній гідрозабійці в ході проведення масових вибухів, зниження викидів забруднюючих речовин складатиме: по пилу - 361,1 т; по оксиду азоту - 10,81 т; по оксиду вуглецю - 15,23 т.

5. Розрахунок необхідних об'ємів реагентів на гуматовій основі у гідрозабійках при проведенні масових вибухів для зовнішньої гідрозабійки – 545 900 л; при загальних об'ємах підірваної гірничої маси - 12 199 000 м<sup>3</sup>. Загальні витрати на реагент 2 876 893 грн.

## **ПЕРЕЛІК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

За результатами досліджень опубліковано тези:

Чумак В.С. Аналіз заходів щодо пилопригнічення на кар'єрах // Матеріали XVI Міжнародної науково-практичної конференції «Академічна й університетська наука: результат та перспективи», НУ «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», Полтава, 12 – 13 грудня 2023 р. – С. 194-195.

## **АНОТАЦІЯ**

**Чумак В.С. Скорочення викидів забруднюючих речовин в умовах залізорудного кар'єру.**

Кваліфікаційна робота на здобуття ступеня магістра за спеціальністю 183 Технології захисту навколишнього середовища.

Робота присвячена скороченню викидів пилогазової хмари при проведенні масових вибухів в умовах залізорудного кар'єру. Для цього рекомендується змінити схему розташування зовнішніх рукавів гідрозабійки з гуматовим розчином, а саме пересунути ці рукави якомога ближче до ряду свер-

дловин, що підриваються, а за технічної можливості укласти безпосередньо на забій свердловини.

При такій схемі передбачається, що вибухова хвиля, котра виходить зі стовбуру свердловини, прорве рукав зовнішньої гідрозабійки і на шляху основної хвилі пилогазового викиду зі свердловини вже буде зволожена гірська маса, що істотно скоротить пилогазовий викид в атмосферу.

Запропонована схема розташування рукавів гідрозабійки не змінює основні параметри конструкції підриваємого блоку та ряду свердловин, а лише переміщує їх ближче до ряду свердловин (а за технічної можливості на саме гирло свердловини), тому суттєвих змін в кількості використаного реагенту, в порівнянні з уже існуючою схемою розташування зовнішньої гідрозабійки, не відбудеться.

Цей захід дозволить скоротити викид пилу до 361,1 т, оксиду азоту до 10,81 т, по оксиду вуглецю до 15,23 т.

Розрахунок необхідних об'ємів реагентів на гуматовій основі у гідрозабійках при проведенні масових вибухів для зовнішньої гідрозабійки – 545 900 л; при загальних об'ємах підірваної гірничої маси - 12 199 000 м<sup>3</sup>. Загальні витрати на реагент 2 876 893 грн.

**Ключові слова:** ПИЛОГАЗОВА ХМАРА, КАР'ЄР, МАСОВІ ВИБУХИ, ГУМАТИЧНИЙ РЕАГЕНТ.

#### **ABSTRACT** (1500 symbols)

**Chumak V.S. "Reduction of emissions of pollutants in the conditions of an iron ore quarry"**

Qualification work for a master's degree in specialty 183 Environmental Protection Technology.

The work is devoted to the reduction of dust and gas cloud emissions during mass explosions in the conditions of an iron ore quarry. To do this, it is recommended to change the layout of the external sleeves of the hydrogen plug with humate solution, namely to move these sleeves as close as possible to the row of

wells that are being blown up, and, if technically possible, to lay them. them directly to the bottom of the well.

With such a scheme, it is assumed that the blast wave emanating from the wellbore will break through the sleeve of the external hydrogen plug, and on the path of the main wave of dust and gas emission from the well, the rock mass will already be moistened, which will significantly reduce the dust and gas emission into the atmosphere.

The proposed arrangement of the sleeves of the hydrogen hammer does not change the main design parameters of the block to be blown up and the row of wells, but only moves them closer to the row of wells (and, if technically possible, to the very mouth of the well), therefore significant changes in the amount of reagent used, compared to the already existing one according to the layout of the external hydrogen station, will not happen.

This measure will reduce dust emissions to 361.1 tons, nitrogen oxide emissions to 10.81 tons, and carbon monoxide emissions to 15.23 tons.

Calculation of the required volumes of humate-based reagents in the hydraulic face during massive explosions for external hydraulic face - 545,900 liters; with the total volume of blasted rock mass - 12,199,000 m<sup>3</sup>. The total cost of the reagent was 2 876 893 UAH.

Keywords: DUST GAS CLOUD, QUARRY, MASS EXPLOSIONS, HUMATIC REAGENT.