

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД “НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ”

Юрченко Аннета Анатоліївна

УДК 622.271:622.235

ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ МАСОВИХ ВИ-
БУХІВ В ЗАЛІЗОРУДНИХ КАР’ЄРАХ ЗА ПИЛОВИМ
ЧИННИКОМ

21.06.01 – Екологічна безпека

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Дніпропетровськ - 2012

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана на кафедрі екології Державного вищого навчального закладу “Національний гірничий університет” Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України (м. Дніпропетровськ).

Науковий керівник - доктор технічних наук, професор
КОЛЕСНИК Валерій Євгенович,
професор кафедри екології Державного вищого навчального закладу “Національний гірничий університет” Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України (м. Дніпропетровськ).

Офіційні опоненти: - доктор технічних наук, професор
ШВИДКИЙ Микола Іванович,
директор ДП “Науково-дослідний інститут безпеки праці та екології в гірничорудній і металургійній промисловості” Державного агентства України з управління державними корпоративними правами та майном (м. Кривий Ріг);

- кандидат технічних наук,
старший науковий співробітник
КОПАЧ Павло Іванович,
Інститут проблем природокористування та екології
Національної академії наук України (м. Дніпропетровськ),
заступник завідувача відділу екологічних основ технологій природокористування.

Захист дисертації відбудеться “ ____ ” _____ 2012 р. о ____ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 08. 080. 02 із захисту дисертацій при Державному вищому навчальному закладі “Національний гірничий університет” Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України за адресою: 49005, м. Дніпропетровськ, просп. К. Маркса, 19.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Державного вищого навчального закладу “Національний гірничий університет” Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України за адресою: 49005, м. Дніпропетровськ, просп. К. Маркса, 19.

Автореферат розісланий “ ____ ” _____ 2012 р.

Вчений секретар

спеціалізованої вченої ради
Д 08. 080. 02, к.т.н., доцент

В.В. Панченко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Основними показниками соціально-економічного благополуччя будь-якої держави є здоров'я і ріст чисельності його населення. Погіршення цих показників в Україні значною мірою обумовлено погіршенням екологічного стану в промислово розвинених регіонах. За підсумками трьох кварталів 2010 р. у 19 регіонах України збільшилася інтенсивність викидів шкідливих речовин в атмосферу від стаціонарних джерел забруднення, у порівнянні з аналогічним періодом 2009 р. Причому, забруднення навколишнього середовища значною мірою пов'язане з діяльністю підприємств гірничодобувної галузі, зокрема, з інтенсифікацією видобутку залізної руди. Так, тільки гірничо-збагачувальними комбінатами, що знаходяться в межах м. Кривого Рогу і його околиць, щорічно викидається в атмосферу до 59,5 тис. т. пилу з 65,1 тис. т. загального обсягу по місту. Видобуток залізної руди ведеться переважно відкритим способом з проведенням масових вибухів у кар'єрах, що супроводжуються викидом в атмосферу пилу і шкідливих газів, які знижують екологічну безпеку регіону.

Екологічна небезпека масових вибухів у кар'єрах визначається, у першу чергу, високим рівнем приземних концентрацій забруднюючих речовин, включаючи пил, за межами санітарно-захисної зони цих кар'єрів. Причому концентрації, а також дальність розсіювання забруднювачів, залежать від параметрів масового вибуху, висоти підйому пилегазової хмари й умов природного провітрювання кар'єрів. Тому для підвищення екологічної безпеки масових вибухів важливо виявити взаємний зв'язок між вказаними факторами. Для цього необхідні подальші дослідження процесу викиду забруднюючих речовин в атмосферу при масових вибухах, їх виносу в навколишнє середовище і впливу на екологічну безпеку прилеглих до кар'єрів територій, що й обумовлює актуальність теми дисертаційної роботи.

У відповідності з викладеним, у дисертаційній роботі вирішувалась **науково-прикладна задача** виявлення закономірностей зменшення екологічної небезпеки масових вибухів у залізорудних кар'єрах за пиловим чинником.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Науковий напрямок дисертаційної роботи відповідає "Основним напрямкам державної політики України в галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки", що затверджені Верховною Радою України 05.03.1998 р., № 188/98-ВР, а також науково-технічній програмі "Екологія Кривбасу". Базовою для підготовки дисертації стала науково-дослідна робота ДВНЗ "Національний гірський університет" ГП-439 "Розробити технологічні основи еколого- й енергозберігаючого виробництва при видобутку твердої нерудної сировини в межах санітарно-захисних зон"(№ ДР 0110U000532, 2010 р.), у якій здобувач брала участь як виконавець.

Мета і задачі досліджень. Метою дисертаційної роботи є наукове обґрунтування способів і засобів підвищення екологічної безпеки масових вибухів у залізорудних кар'єрах.

Для досягнення поставленої мети вирішені наступні задачі:

- 1) уточнені і систематизовані чинники, що впливають на процес формування пилогазової хмари, яка утворюється після масового вибуху;
- 2) розроблений метод визначення висоти підйому пилової хмари з урахуванням дисперсності пилу, що викидається, та оцінено її вплив на екологічну небезпеку масових вибухів;
- 3) розроблені і проведені дослідження математичної моделі оптимізації параметрів свердловинних зарядів, спрямованих на зниження обсягів утворення пилу при масових вибухах;
- 4) обґрунтовані параметри набійки свердловинного заряду, які спрямовані на зниження інтенсивності пилового викиду в атмосферу і його локалізацію в межах санітарно-захисної зони кар'єру;
- 5) обґрунтовані параметри пригнічення пилогазової хмари шляхом її зрощення, а також оцінена очікувана ступінь зниження екологічної небезпеки масових вибухів за пиловим чинником.

Об'єктом досліджень є процес підвищення рівня екологічної безпеки масових вибухів у залізорудних кар'єрах при зміні їхніх параметрів.

Предметом досліджень є процеси утворення і пригнічення пилової хмари при масових вибухах у залізорудних кар'єрах.

Методи досліджень. Для вирішення поставлених задач у роботі використані: аналітичний метод – для дослідження фізичних процесів утворення пилогазової хмари при масовому вибуху; методи математичного моделювання – для керування висотою викиду пилогазової хмари зміною параметрів свердловинних зарядів; методи фізичного моделювання – для оцінки коефіцієнта захоплення частинок залізорудного пилу краплями рідкого агента; методи математичної статистики – при обробці експериментальних результатів і оцінці екологічної небезпеки пилових викидів; галузеві методики – для оцінки екологічного ризику впливу пилу.

Достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій дисертаційної роботи підтверджується: коректністю постановки і вирішення задач; застосуванням сучасних методів теоретичного аналізу з урахуванням загальноприйнятих припущень; проведенням експериментальних досліджень з використанням атестованих засобів; погодженістю результатів теоретичних і експериментальних досліджень, відхилення яких не перевищували 25 % – величини, допустимої при дослідженнях пилу.

Наукова новизна одержаних результатів.

Наукові положення, які виносяться на захист:

1. Оптимізація параметрів свердловинних зарядів базується на комплексній оцінці екологічної і технологічної якості масового вибуху в залізорудному кар'єрі з використанням запропонованого безрозмірного показника у вигляді суми відносних відхилень висоти підйому пилогазової хмари після вибуху і середнього розміру кусків гірської маси, що утворилися, від їх нормованих чи планованих значень.

2. Підвищення достовірності оцінок екологічного ризику від забруднення атмосфери пилом після масових вибухів в кар'єрах забезпечується використан-

ням встановленої нелінійної залежності розподілу пилових частинок за висотою пилогазової хмари від розмірів і густини речовини частинок, параметрів свердловинних зарядів і температури атмосферного повітря

Ступінь новизни одержаних результатів:

1) уперше запропонована і теоретично обґрунтована математична модель керування якістю масового вибуху, що дозволяє оптимізувати параметри свердловинних зарядів, при яких висота та обсяг викидів будуть мінімальними, що дозволяє знизити дальність розсіювання і обсяги пилу, який осідає за межами санітарно-захисної зони залізорудного кар'єру;

2) отримали подальший розвиток теоретичні моделі розподілу пилових частинок за висотою пилогазової хмари при масовому вибуху, що дозволило уточнити фракційну структуру пилової хмари і підвищити достовірність розрахунку розсіювання пилу вітром за межами кар'єру;

3) уперше запропонована аналітична залежність для визначення граничних розмірів пилових частинок, що при природному провітрюванні практично не виносяться з кар'єру через їх інтенсивне осідання під дією гравітаційних сил, що дозволяє підвищити достовірність оцінок екологічної небезпеки пилу, який виноситься за межі кар'єру;

4) одержали подальший розвиток теоретичні положення з обґрунтування розмірів крапель води, при яких захоплення дрібнодисперсного (респірабельного) пилу найбільш ефективно, що дозволяє підвищити достовірність розрахунків необхідної кількості зрошуваної рідини для пригнічення пилової хмари.

Практичне значення одержаних результатів полягає в наступному:

1) запропонований спосіб оптимізації параметрів свердловинних зарядів, що визначає якість масового вибуху одночасно за екологічним і технологічним показниками (патент України № 65928);

2) удосконалена конструкція набійки свердловинних зарядів з використанням, як доповнення до штатної набійки, гумової пробки з анкерним пристроєм для її закріплення в свердловині, що забезпечує зниження висоти та обсягу пилогазової хмари (патент України № 59525);

3) обґрунтована технологія зрошення пилогазової хмари з метою пригнічення пилу зі спеціально обладнаних вертольотів (патенти України № 62441; № 57300).

Особистий внесок. Дисертаційні дослідження є самостійним завершеним дослідженням, у якому автор виконала збір статистичного матеріалу, його обробку, аналіз і наукове узагальнення; обґрунтувала методи досліджень і вирішила поставлені в роботі наукові задачі; розробила способи і засоби зниження викидів пилу в навколишнє середовище при масових вибухах у кар'єрах, оцінила ступінь зниження їх екологічної небезпеки. Внесок автора у роботах, опублікованих у співавторстві, наведений у списку робіт за темою дисертації.

Апробація результатів дисертації.

Основні наукові результати роботи доповідалися і одержали схвалення на наступних наукових конференціях і симпозіумах: "Науковий потенціал світу - 2004" (Дніпропетровськ, 2004), "Екологічні проблеми техногенно - навантажених регіонів" (Дніпропетровськ, 2008), "Форум гірників" (Дніпропетровськ, 2010),

"Тиждень еколога - 2010" (Дніпродзержинськ, 2010), "Сучасні проблеми екології та геотехнологій" (Житомир, 2010).

Публікації. За матеріалами досліджень опубліковано 16 наукових праць, у тому числі: 7 статей у фахових виданнях, 5 статей - матеріали і тези доповідей на конференціях, 4 патенти.

Структура й обсяг роботи. Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел з 99 найменувань на 11 сторінках та 3 додатків на 3 сторінках. Містить 147 сторінок машинописного тексту, у тому числі 29 рисунків і 32 таблиці. Загальний обсяг роботи складає 161 сторінку.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтована актуальність теми та сформульована наукова задача, мета, задачі, предмет і об'єкт досліджень, наведена наукова новизна отриманих результатів та їх практичне значення, представлені наукові положення, що виносяться на захист, а також інформація про апробацію результатів та публікації за темою дисертації.

У **першому** розділі, відповідно до першої задачі, проаналізовані основні напрями досліджень з визначення основних чинників, що впливають на процес формування пилогазової хмари після масового вибуху в кар'єрі та визначають рівень її екологічної небезпеки.

Аналіз параметрів масових вибухів в залізородних кар'єрах Кривбасу показав, що ступінь екологічної небезпеки забруднення повітря пилом за межами санітарно-захисної зони в радіусі до 10 км за рівнем та відсотками частоти перевищення гранично-допустимих концентрацій (ГДК) пилу часто оцінюється як "дуже небезпечний" при ступені забруднення – "недопустимий." При цьому, в пилогазових хмарах відмічається високий вміст важких металів. Внаслідок цього населення прилеглих територій систематично піддається дії цих небезпечних речовин, а їх накопичення в організмі людини знижує опір до інфекційних захворювань, приводить до розвитку серцево-судинних, онкологічних та інших захворювань.

Незважаючи на досягнуті успіхи в дослідженні та розробці способів та засобів пригнічення пилогазової хмари при масових вибухах в кар'єрах, до теперішнього часу немає достатньо простих та надійних залежностей для визначення висоти її підйому з урахуванням дисперсності частинок, що необхідно для прогнозування параметрів осідання та розсіювання в атмосфері частинок різного розміру. Окрім цього, значний вміст пилу на територіях, що прилягають до кар'єрів, вказує на недостатню ефективність існуючих засобів запобігання розсіювання пилової хмари, що погіршує екологічну ситуацію за пиловим чинником.

Виконано порівняльний аналіз існуючих способів та засобів зниження пилових викидів та площі їх розсіювання при масових вибухах в кар'єрах. Необхідність удосконалення заходів захисту довкілля від впливу пилових викидів при масових вибухах в залізородних кар'єрах створює передумову для подальших

досліджень в цій галузі. На підставі аналізу сформульовані мета і задачі досліджень.

У другому розділі, відповідно до другої задачі досліджень, розвинені методи визначення висоти підйому пилової хмари при масових вибухах в кар'єрах з урахуванням дисперсності пилових частинок, що викидаються.

Важливішими параметрами, що впливають на забруднення пилом приземного прошарку атмосфери та прилеглих територій, окрім метеорологічних умов, є обсяги викинутого пилу та висота його підйому під дією теплових чинників. Відомі на цей час математичні моделі дозволяють визначити загальну висоту підйому пилогазової хмари без урахування дисперсності пилових частинок.

Проведені в роботі теоретичні дослідження для найпростішого випадку формування пилової хмари за нормальних метеорологічних умов та при відсутності вітру, а також при ізотермічній стратифікації атмосфери, дозволили одержати аналітичний вираз для розрахунку висоти підйому пилової частинки в залежності від початкової температури пилогазової хмари та атмосферного повітря, розмірів частинки та густини її речовини, параметрів вибухівки та свердловинних зарядів у вигляді:

$$h = \frac{M\vartheta_{\text{д}} \left[\frac{1}{0,33 + (l_3 / l_{\text{ВВ}})(\rho_3 / \rho_{\text{ВВ}})} \right]^{1/2} + g}{\frac{3g}{2\rho_{\text{ч}}d_{\text{ч}}} \frac{293P_{\text{а}}}{1,013 \cdot 10^5} \left(\frac{\rho_{\text{а}}}{T_2} - \frac{\rho_0}{T_1} \right)}, \quad (1)$$

де h – висота підйому пилової частки під дією температурних чинників, м; $M = 5,3 \cdot 10^3$ – коефіцієнт, що враховує взаємодію пилової частки зі стінками свердловини; $\vartheta_{\text{д}}$ – швидкість детонації вибухівки в заряді, м/с; $\tau = \frac{\rho_{\text{ч}}d_{\text{ч}}}{18\mu}$ – час релаксації пилової частки при внесенні її в потік газу, с; $\rho_{\text{ч}}$ – густина речовини пилової частки, кг/м³; $d_{\text{ч}}$ – діаметр пилової частки, м; $\mu = 18,2 \cdot 10^{-6}$ Па·с – динамічна в'язкість повітря; l_3 – довжина набійки свердловинного заряду, м; $l_{\text{ВВ}}$ – довжина вибухівки свердловинного заряду, м; ρ_3 – густина речовини набійки, кг/м³; ρ – густина вибухівки, кг/м³; g – прискорення земного тяжіння, м/с²; $P_{\text{а}}$ – атмосферний тиск, Па; T_1 – температура газової суміші продуктів детонації, К; T_2 – температура атмосферного повітря, К; $\rho_{\text{а}}$ – густина атмосферного повітря, кг/м³; ρ_0 – густина продуктів детонації, кг/м³.

Розрахунки розподілу пилових частинок в хмарі здійснювалось для масового вибуху “Україніту–ПП-1” потужністю 500 т. При формуванні пилової хмари під дією теплового чинника тонкодисперсний пил, що розповсюджений по всьому об'єму початкової полідисперсної хмари, піднімається на найбільшу висоту. Пилі частинки більшого розміру піднімаються на меншу висоту і т. д. Таким чином, полідисперсний пил в хмарі розподіляється за висотою (при однаковій густині речовини). Від висоти підйому частинок кожного розміру залежатимуть: характер розсіювання хмари в атмосфері під впливом вітру та дифузії, приземні концентрації пилу, інтенсивність його осідання на ґрунт і, в кінцевому разі, екологічна небезпека масових вибухів в кар'єрі. В табл. 1

приведені граничні висоти підйому умовних пилових хмар з частинками різного діаметру.

Таблиця 1

Результати розрахунку висоти підйому умовних хмар з середнім діаметром досліджуваних фракцій пилу при відсутності вітру під дією теплового чинника

Межі підйому	Середній діаметр фракції, мкм						
	1	3	7	13	23	38	73
Верхня, м	603,8	281,3	189,1	157,2	41,0	132,7	126,6
Нижня, м	483,8	161,3	69,1	37,2	21,0	12,7	6,6

В цьому ж розділі розраховані складові екологічного ризику масових вибухів за пиловим чинником. Одержано вираз, який дозволяє розрахувати значення діаметрів пилових частинок, що виносяться під дією вітру за межі кар'єрного простору, в залежності від швидкості вітру, густини речовини пилу та геометричних параметрів кар'єру. Розрахунки показали, що при масовому вибуху в кар'єрі глибиною 300 м при швидкості вітру 5 м/с за межі кар'єрного простору виносяться залізородний пил з діаметром частинок менше 52,5 мкм – при куті нахилу навітряного борту 30° та менше 75,7 мкм – при куті нахилу навітряного борту 45° .

Важливим параметром, який значним чином впливає на розсіювання винесеної із кар'єра повітряними струменями пилової хмари, є її висота при виході із кар'єра відносно земної поверхні h_3 (рис. 1.).

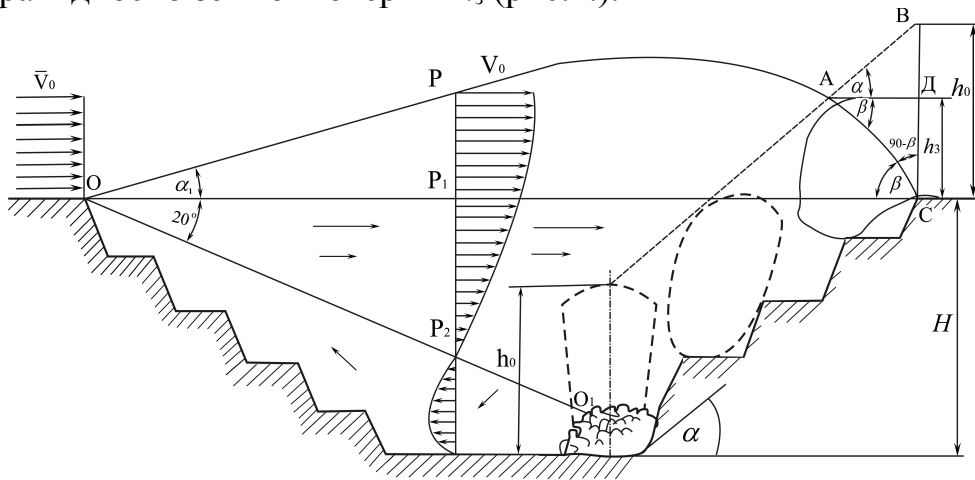


Рис.1. Схема руху пилової хмари в кар'єрі під дією вітру.

Цю висоту запропоновано визначити з одержаної залежності:

$$h_3 = \frac{h_0}{1 + \operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{tg}(90 - \beta)}, \quad (2)$$

де h_0 – висота первинної пилової хмари відносно дна кар'єру, м; α – кут нахилу навітряного борту кар'єру, град; β – кут між межею вільного струменю та площиною земної поверхні, град.

Після виносу пилових частинок із кар'єру вони під дією гравітаційних сил осідають на земну поверхню. Час осідання частинок залежить від густини їх речовини та розмірів, а також від метеорологічних умов. При осіданні частинки пилу відносяться вітром і дальність їх розсіювання певною мірою залежить

від його швидкості. При цьому грубодисперсний пил швидко осідає і вітром відносяться на порівняно малу відстань, а дрібнодисперсний пил з малою швидкістю осідання виноситься на велику відстань.

В табл. 2 наведені результати розрахунків параметрів розсіювання хмари залізородного пилу під дією вітру для масового вибуху потужністю 500 т при нормальних метеорологічних умовах при ізотермічній стратифікації атмосфери, а також при сталій швидкості вітру – 5 м/с. Тут параметри розсіювання наступні: v_{oc} – швидкість осідання частинок пилу, м/с; t_{oc} – час осідання частинок пилу з верхньої межі хмари, с; L_p – відстань виносу частинок пилу, км.

Таблиця 2

Результати розрахунків розсіювання хмари залізородного пилу після масового вибуху

Показники	Діаметр пилових частинок, мкм						
	1	3	7	13	23	38	73
$v_{oc}, м/с$	$0,012 \cdot 10^{-2}$	$0,108 \cdot 10^{-2}$	$0,587 \cdot 10^{-2}$	$2,02 \cdot 10^{-2}$	$6,33 \cdot 10^{-2}$	$17,28 \cdot 10^{-2}$	$63,79 \cdot 10^{-2}$
$t_{oc}, с$	591666,7	65740,7	12095,4	3514,9	1121,6	410,9	111,3
$L_p, км$	739,6	82,5	15,1	4,4	1,4	0,5	0,14

Розрахунки площі розсіювання пилової хмари показали, що при прийнятих умовах всі фракції пилу осідають на площі в 28770,4 км². Площа розсіювання грубодисперсного пилу з діаметром частинок більше 13 мкм складає близько 9,2 км². При цьому кількість осілого пилу (валовий викид) в середньому складає 3,8 кг/км², а для дрібнодисперсного – 1,3 кг/км².

Коефіцієнт екологічного ризику HQ за рівнем дії валового викиду пилу при масових вибухах в кар'єрах на здоров'я людини суттєво більше 1, а ймовірність розвитку шкідливих ефектів зростає пропорційно збільшенню HQ. Шкідливий вплив пилу на довкілля, включаючи ґрунт та відкриті водоймища, визначається значними площами його розсіювання за межами санітарно-захисних зон кар'єрів. Це підтверджує необхідність удосконалення способів та заходів зниження викидів пилу та їх пригнічення. Причому, основним критерієм ефективності способів та заходів, що пропонуються в частині вказаного екологічного ризику, є зниження інтенсивності виносу пилу вітровими потоками за межі кар'єра.

В третьому розділі, відповідно до третьої та четвертої задач досліджень, розроблені способи та засоби зниження висоти викиду пилогазової хмари під дією динамічного чинника вибуху.

Суть одного з запропонованих способів полягає в тому, що в гірничо-геологічних умовах конкретного кар'єра при існуючій технології проведення вибухових робіт за результатами планованого промислового експерименту визначають значення параметрів свердловинних зарядів, при яких забезпечується виконання технологічних вимог видобутку гірської маси при мінімальних пилогазових викидах в атмосферу. При цьому масовий вибух розглядається як об'єкт управління з регульованими вхідними та вимірюваними вихідними параметрами (рис.2), що дозволяє для рішення задач його оптимізації використати добре розвинутий математичний апарат теорії управління.



Рис. 2. Блок – схема масового вибуху як об'єкта управління

За вхідні прийняті параметри, що найбільше впливають на об'єм та висоту пилогазових викидів. Це – питомий заряд вибухівки (q), діаметр свердловини ($d_{ск}$) і співвідношення довжини набійки та вибухівки в свердловині (l_3). На виході визначають параметри, що характеризують якість масового вибуху з екологічного та технологічного боків, а саме: висоту викиду пилогазової хмари (H) та середній розмір кусків зруйнованої гірської маси (K_c).

Для сукупної оцінки екологічної і технологічної якості масового вибуху в кар'єрі нами запропонований комплексний показник якості вибуху Φ у вигляді залежності:

$$\Phi = \left| \frac{H - H_n}{H_n} \right| + \left| \frac{K_c - K_{сн}}{K_{сн}} \right|, \quad (3)$$

де H – висота викиду пилогазової хмари, м; H_n – нормована (мінімальна) висота викиду пилогазової хмари, м; K_c – середній розмір кусків гірської маси після руйнування її вибухом, мм; $K_{сн}$ – нормоване (технологічне) значення середнього розміру кусків зруйнованої гірської маси, мм.

Дослідження запропонованого способу виконано на математичній моделі з використанням відомих аналітичних залежностей, що визначають окремо значення кожного вихідного показника прийнятої системи від одного, або двох вхідних параметрів.

Визначення оптимальних параметрів свердловинних зарядів, при яких показник якості масового вибуху є найкращим, виконувалось з допомогою методів математичної статистики. Перед проведенням експерименту спочатку визначався діапазон регулювання вхідних параметрів з врахуванням обмежень. Далі складався план проведення експерименту, в якому вхідні параметри в кожному досліді змінювались у межах визначених граничних значень. В кожному досліді вимірювались, або розраховувались за відомими математичними залежностями, значення вихідних параметрів та визначались за виразом (3) відповідні значення показника якості вибуху.

Методи математичної статистики дозволили за результатами цих вимірювань та розрахунків одержати математичний вираз, який визначає залежність показника якості вибуху – Φ від значень вхідних параметрів ($q; d_{ск}; l_3$) у вигляді:

$$\Phi = b_0 + b_1 q + b_2 d_{ск} + b_3 l_3 + b_{12} q d_{ск} + b_{13} q l_3 + b_{23} d_{ск} l_3 + b_{123} q d_{ск} l_3, \quad (4)$$

де b_0 – вільний член залежності; $b_1; b_2; b_3$ – коефіцієнти при лінійних членах залежності; $b_{12}; b_{13}; b_{23}; b_{123}$ – коефіцієнти при нелінійних членах залежності.

Оптимальні параметри свердловинних зарядів визначались шляхом дослідження залежності (4) на екстремум, в результаті якого їх значення знаходились шляхом рішення системи рівнянь:

$$\begin{aligned}\frac{\partial \Phi}{\partial q} &= b_1 + b_{12}d_{ck} + b_{13}l_3 + b_{123}d_{ck}l_3, \\ \frac{\partial \Phi}{\partial d_{ck}} &= b_2 + b_{12}q + b_{23}l_3 + b_{123}ql_3, \\ \frac{\partial \Phi}{\partial l_3} &= b_3 + b_{13}q + b_{23}d_{ck} + b_{123}qd_{ck}.\end{aligned}\quad (5)$$

Система рівнянь (5) дозволяє визначити параметри свердловинних зарядів, при яких показник якості масового вибуху буде найкращим (оптимальним). Новизна запропонованого методу підтверджена патентом.

Ілюстрація послідовності визначення оптимальних параметрів свердловинних зарядів виконана в дисертаційній роботі на математичній моделі масового вибуху з наступними обмеженнями регулювання вхідних параметрів: q – від 0,6 кг/м³ до 0,8 кг/м³; d_{ck} – від 105 мм до 320 мм; l_3 – від 2 до 3. Оптимальні параметри свердловинних зарядів, при яких показник якості має найкраще (мінімальне) значення, склали: $d_{ck} = 105\text{мм}$; $q = 0,6$ кг/м³; $l_3 = 3$. Отже, при проведенні вибуху з такими параметрами зарядів при мінімальному відхиленні розмірів кусків зруйнованої гірської маси від нормованих величин висота викиду пилогазової хмари зменшиться на величину до 30% порівняно з проведенням вибухів без оптимізації. Це обумовить зниження відстані розповсюдження та площі розсіювання пилової хмари під дією вітру. В табл. 3 наведені результати розрахунків наступних показників розсіювання пилової хмари при оптимальних параметрах свердловинних зарядів: v_{oc} – швидкість осідання частинок пилу, м/с; t_{oc} – час осідання частинок пилу з верхньої межі пилової хмари, с; L_p – відстань розсіювання частинок пилу, км; B_p – максимальна ширина зони розсіювання частинок пилу, км; S_p – площа розсіювання частинок пилу, км².

Таблиця 3

Результати розрахунків розсіювання частинок різного середнього розміру з пилової хмари при оптимальних параметрах свердловинних зарядів

Показники	Діаметр пилових частинок, мкм						
	1	3	7	13	23	38	73
$v_{oc}, \text{м/с}$	0,00012	0,00108	0,00587	0,0202	0,0633	0,1728	0,6379
$t_{oc}, \text{с}$	420000	46666,7	8586,0	2495,0	796,2	291,7	79,0
$L_p, \text{км}$	525,0	58,3	10,7	3,1	1,0	0,36	0,10
$B_p, \text{км}$	64,9	7,7	3,0	2,2	2,0	1,94	1,91
$S_p, \text{км}^2$	17535,0	279,8	26,2	6,4	1,95	0,69	0,19

Для зниження висоти викиду пилогазової хмари був запропонований спосіб удосконалення набійки свердловинних зарядів, який дозволяє для різних фізико-механічних властивостей гірських порід регулювати швидкість викиду продуктів детонації із свердловини. Це забезпечує запропонована конструкція набійки з використанням гумової пробки з анкерним пристроєм, новизна якої підтверджена патентом (рис. 3).

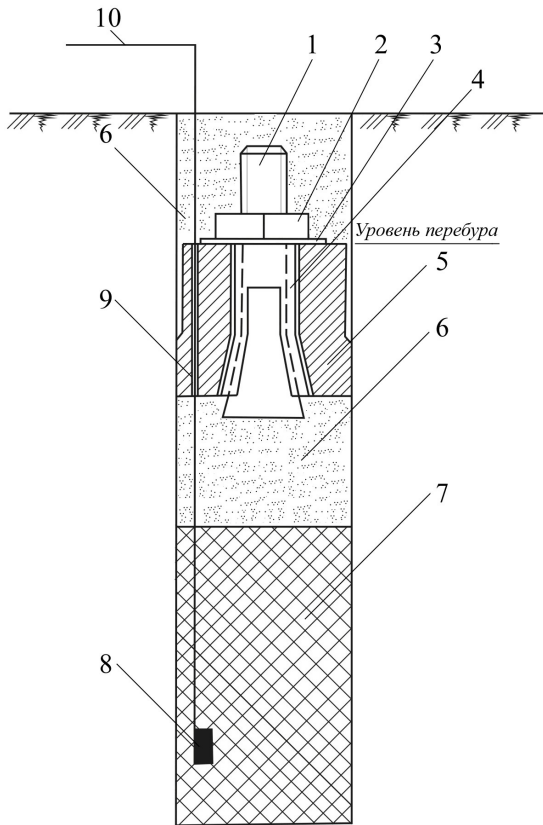


Рис. 3. Свердловинний заряд з використанням гумової пробки:
 1 – анкерний болт; 2 – гайка; 3 – шайба; 4 – трубка; 5 – гумова пробка; 6 – штатна набійка; 7 – вибухівка; 8 – бойовик; 9 – товстостінна трубка; 10 – шнур ініціювання.

Завдяки використанню гумової пробки при підриві заряду вибухівки здійснюється “замикання” продуктів детонації в свердловині. При цьому енергія газових продуктів вибуху направляється не на викид набійки, а на руйнування гірського масиву. Це досягається підвищенням сили опору викиду набійки із свердловини. Внаслідок цього в свердловині підвищується тиск газових продуктів вибуху і тривалість їх дії на гірський масив. Газові продукти більш тривалий час створюють тріщини в масиві, що сприяє підвищенню ефективності використання енергії вибуху для руйнування масиву. Цим досягається рівномірність подрібнення порід (технологічний показник) та зменшення утворення і викидів пилу в навколишнє середовище (екологічний показник).

Четвертий розділ присвячений вирішенню п’ятої задачі досліджень, а саме: дослідженню параметрів зрошування пилової хмари та оцінці зниження екологічної небезпеки масових вибухів після пригнічення хмари за допомогою спеціально обладнаних вертольотів.

В результаті теоретичних досліджень одержана залежність, яка дозволяє визначити ефективність зрошування пилової хмари η для її пригнічення у вигляді:

$$\eta = 1 - \exp\left(-\frac{3}{2} m \frac{\omega}{\vartheta} \frac{H}{d_k} \eta_{\Sigma}\right), \quad (6)$$

де $m = V_p / V_c$ – показник зрошування пилової хмари; V_p – об’єм рідини для зрошування хмари, м^3 ; V_c – об’єм частинок пилу в хмарі, м^3 ; ω – відносна швидкість осідання каплі води і пилової частинки, $\text{м}/\text{с}$; ϑ – швидкість осідання капель води, $\text{м}/\text{с}$; H – висота контакту водяних капель з хмарою, м ; d_k – діаметр капель води, м ; η_{Σ} – сумарний коефіцієнт захоплення пилових частинок сферичною каплею води.

Для визначення необхідного показника зрошування хмари в роботі проведені дослідження захоплення частинок залізорудного пилу каплями води,

яке залежить від сумарного коефіцієнта захоплення пилових часток сферичною каплею води. Дослідження були проведені як в стоксовській (при числах Рейнольда – $Re \leq 1$), так і в надстоксовській (при $Re > 1$) області сумісного осідання пилових частинок та капель води. При цьому дослідження велись для пилових частинок раніше визначених середніх діаметрів 1; 3; 7; 13; 23; 38; 73 мкм та капель води діаметром 20; 50; 100; 300; 600; 1000; 150; 2000; 2500 мкм. Результати цих досліджень наведені на рис.4.

Проведені дослідження дозволили визначити сумарний коефіцієнт захоплення дрібнодисперсного залізорудного пилу, максимальне значення якого склало 0,488 в діапазоні діаметрів капель води від 1,0 до 1,5 мм.

При відомому значенні сумарного коефіцієнта захоплення з використанням залежності (6) розраховані необхідні обсяги води для зрошення хмари при різних значеннях ефективності зрошування, що наведені в табл. 4, де V_p – об'єм води при зрошуванні хмари, m^3 ; V_n – питома маса води для зрошування 1 кг пилу, kg/kg .

Експериментальні дослідження сумарного коефіцієнта захоплення пилових частинок залізорудного пилу каплями води в лабораторних умовах показали, що для пилових частинок діаметром 1 мкм при діаметрі капель води 1,5 мм він складає 0,441. Отже відхилення від розрахункового значення склало 10,2 %.

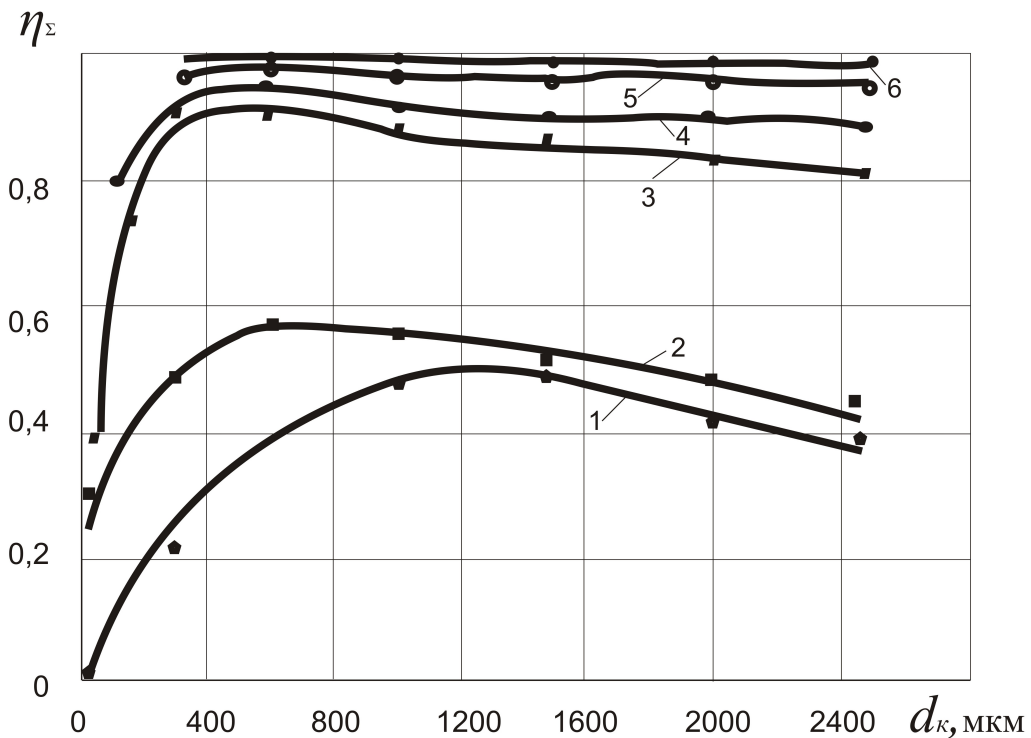


Рис. 4. Залежність сумарного коефіцієнта захоплення частинок залізорудного пилу різного діаметру (1 – 1 мкм; 2 – 3 мкм; 3 – 7 мкм; 4 - 13 мкм; 5 – 23 мкм; 6 – 38; 73 мкм) від діаметру капель води.

З метою підвищення ефективності зрошування пилової хмари в цілому після масового вибуху було запропоновано доставку та розбризування води над хмарою здійснювати за допомогою спеціальним чином обладнаних вертольотів. Новизна цього рішення підтверджена патентами. Для транспортування

на зовнішній підвісці вертольота «МИ-6» або «МИ-16 М» використовують відомий водозливний пристрій «ВСУ-15».

Таблиця 4.

Необхідний обсяг води для зрошування хмари при прийнятих значеннях ефективності зрошування

Показники зрошування	Ефективність зрошування пилової хмари η								
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
$V_p, \text{ м}^3$	4,89	10,43	16,76	23,87	32,39	42,75	56,09	75,24	107,73
$V_n, \text{ кг/кг}$	0,130	0,278	0,447	0,637	0,865	1,141	1,497	2,010	2,875

Максимальний об'єм водозливного пристрою складає 10 м^3 , а час зливу води – 17 с. За одну заходку смуга зрошування складає 230 м в довжину та 20 м в ширину. Розбризкування води починають не раніше 5 – 10 хвилин після масового вибуху. На цей час закінчиться формування пилогазової хмари, її рух вгору, а тиск газів всередині хмари зрівнюється з атмосферним. Розбризкування води здійснюють без форсунки, оскільки при вільному падінні вода роздрібнюється на каплі діаметром 1,5 – 2 мм. За результатами наших досліджень при такому діаметрі капель води спостерігається близький до максимального коефіцієнт захоплення ними частинок дрібнодисперсного залізородного пилу.

Розрахунки показали, що при зрошуванні пилової хмари з ефективністю пригнічення 90 % обсяг винесеного за межу кар'єрного простору пилу зменшується на порядок.

Оцінка зниження екологічної небезпеки масових вибухів у кар'єрах при застосуванні запропонованих засобів здійснювалась шляхом розрахунків коефіцієнта екологічного ризику для здоров'я людини HQ від впливу пилу, що визначався як кратність перевищення концентрації пилу у приземному шарі атмосфери її референтного значення за межами санітарно-захисної зони кар'єру на відстані L . За референтне значення прийнято максимальну гранично-допустиму концентрацію неканцерогенного пилу – $0,15 \text{ мг/м}^3$, класу небезпеки – 3. Результати розрахунків екологічного ризику HQ при масовому вибухові потужністю 500 т наведені на рис. 5.

Як видно з графіків, застосування запропонованих засобів суттєво знижує екологічний ризик HQ масового вибуху в кар'єрі за пиловим чинником більше ніж на порядок. Після ж зрошення пилової хмари ступінь екологічної небезпеки на межі санітарно-захисної зони сягає рівня “безпечний”.

Техніко - економічна ефективність зрошення пилової хмари з вертольотів оцінювалась масою пригніченого пилу на 1 гривню витрат. Для вибуху потужністю 500 т вона складає $1,94 \text{ кг/грн}$.

Економічний ефект розраховувався виходячи з відомого питомого екологічного збитку, який скоює 1 т. пилу. Для розглянутого вибуху економічний ефект від пригнічення пилової хмари за рахунок попередження екологічного збитку складає $114312,4 \text{ грн}$.

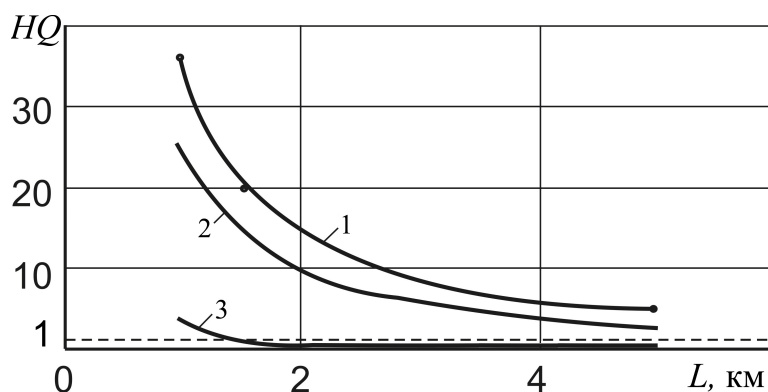


Рис. 5. Значення коефіцієнтів екологічного ризику масового вибуху в кар'єрі за пиловим чинником при умовах: 1 – без застосування засобів пригнічення пилової хмари; 2 – після оптимізації параметрів свердловинних зарядів; 3 – після оптимізації параметрів свердловинних зарядів і зрошення пилової хмари.

ВИСНОВКИ

В дисертації, що є завершеною науково-дослідною роботою, поставлена та вирішена актуальна науково-прикладна задача виявлення закономірностей зменшення екологічної небезпеки масових вибухів у залізорудних кар'єрах за пиловим чинником. Проведені дослідження висоти підйому та площі розсіювання пилової хмари від параметрів свердловинних зарядів та метеорологічних умов послужили основою для розробки способів та засобів підвищення екологічної безпеки територій впливу масових вибухів, а також технічних рішень пригнічення пилової хмари шляхом її зрошування. Впровадження розроблених способів та засобів забезпечує підвищення екологічної безпеки масових вибухів в залізорудних кар'єрах за пиловим чинником згідно вимогам державних санітарних правил охорони атмосферного повітря населених місць.

Основні наукові і практичні результати, висновки та рекомендації, які одержані в дисертації:

1. Виконаний аналіз екологічної небезпеки та параметрів масових вибухів в залізорудних кар'єрах показав, що, згідно діючим Державним санітарним правилам охорони атмосферного повітря, ступінь небезпеки цих вибухів в радіусі 8-12 км від кар'єру за рівнем перевищення ГДК пилу частіше всього оцінюється як “дуже небезпечний” при рівні забруднення – “недопустимий”. Відмічено відсутність достатньо ефективних засобів зниження пилогазових викидів в атмосферу, а також засобів пригнічення пилової хмари при виносі її вітром за межі кар'єру. Вказано на необхідність урахування дисперсності частинок пилу при визначенні висоти викиду пилової хмари, від якої залежать приземні концентрації пилу.

2. Встановлено, що висота підйому пилових частинок під дією теплового чинника вибуху при відсутності вітру в приземному прошарку атмосфери залежить від розмірів частинок, густини їх речовини, параметрів свердловинних зарядів, типа вибухівки та температури атмосферного повітря. Одержана при цьому аналітична залежність має неоднозначний нелінійний характер від цих

чинників і дозволяє точніше прогнозувати висоту підйому пилової хмари по закінченню процесу її формування. Розрахунки показали, що при масовому вибуху потужністю 500 т вибухівки типу “Україніт-ПП-1” при температурі атмосферного повітря 293°K верхня межа пилової хмари сягає 600 м.

3. Уточнено дальність та площу розсіювання пилових частинок залізородного пилу, що виносяться із кар’єрного простору вітром, з урахуванням висоти хмари при її виході з кар’єрного простору, швидкості вітру, геометричних параметрів кар’єра, розмірів частинок та густини їх речовини. Отримано аналітичні залежності визначення фракційного складу залізородного пилу, який виносяться з кар’єрного простору вітром при природному провітрюванні кар’єра. Для умов Кривбасу при швидкості вітру 5 м/с максимальний діаметр частинок залізородного пилу, які виносяться із кар’єру, складає 73 мкм, розрахункова дальність розсіювання дрібнодисперсного залізородного пилу сягає 739 км при площі більше 28 тис. км², а грубодисперсного – 4,4 км при площі близько 9,2 км². При цьому коефіцієнт екологічного ризику для здоров’я населення за концентрацією пилу на межі санітарно-захисної зони сягає 36, тобто концентрація пилу в 36 разів більше референтної.

4. Для підвищення рівня екологічної безпеки масових вибухів за рахунок зниження висоти викиду пилової хмари розроблені організаційно-технічні заходи по оптимізації параметрів свердловинних зарядів на основі планованого промислового експерименту, а також шляхом використання додатково до штатної набійки у свердловині гумової пробки з анкерним пристроєм. При цьому розрахункова висота викиду пилової хмари під дією динамічного чинника знижується приблизно на 30%, а коефіцієнт екологічного ризику за пиловим чинником – до 25.

5. Досліджені параметри зрошування пилової хмари після масового вибуху, які направлені на зниження приземних концентрацій пилу в атмосферному повітрі. Показано, що максимальний сумарний коефіцієнт захоплення частинок залізородного пилу каплями води досягається при діаметрі капель 1 – 1,5 мм, а питомі витрати води для 90% - го пригнічення 1 кг залізородного пилу складає 2,88 дм³. Причому при вибухові потужністю 500 т для забезпечення екологічно безпечного рівня забруднення атмосфери за пиловим чинником потрібно 107 т води.

6. В дисертаційній роботі, як технічна пропозиція, для доставки води та її розбризкування на пилову хмару запропоновано використання вертольотів «МИ-8» або «МИ-26», які обладнані на зовнішній підвісці водозливним пристроєм «ВСУ-15». При цьому не потрібно обладнання для додаткового диспергування води, оскільки каплі, які утворюються при природному вільному падінні води, забезпечують ефективне захоплення частинок залізородного пилу.

7. Запропоновані способи та засоби підвищення екологічної безпеки масових вибухів в кар’єрах за пиловим чинником впроваджені в систему керування навколишнього середовища ДП “НВО “Павлоградський хімічний завод” при прогнозуванні параметрів розсіювання пилу після масових вибухів в кар’єрах; рекомендовані ПрАТ “Промвибух” до впровадження при прогнозуванні параметрів зони розсіювання пилогазової хмари при масових вибу-

хах в кар'єрах; прийняті ПАТ "АрселорМіттал Кривий Ріг" до впровадження в частині прогнозування параметрів розсіювання пилу після масових вибухів в кар'єрах №2-біс та №3, а також удосконалення набійки свердловинних зарядів для зменшення висоти викиду продуктів детонації вибухівки та пилу.

Очікуваний економічний ефект від впровадження розроблених способів та засобів підвищення екологічної безпеки масових вибухів в залізорудних кар'єрах за пиловим чинником за рахунок попередження екологічного збитку на один вибух потужністю 500 т складає 114,3 тис. гривень.

Основні положення і результати дисертації опубліковані у таких роботах:

1. Юрченко А. А.. Проблемы экологии на открытых горных работах / А. А. Юрченко // НГУ: Сборник научных трудов. № 17. Т.2. - Днепропетровск: РИК НГУ, 2003. - С.577-578.

2. Юрченко А. А. Способ определения рациональных параметров скважинных зарядов при массовых взрывах в карьерах / В. А. Долинский, А. А. Юрченко // КТУ: Научно-технический сборник: Разработка рудных месторождений. Вып. 85. – Кривой Рог: КТУ, 2004. – С. 78-79.

3. Юрченко А. А. Методика определения параметров скважинных зарядов для снижения пылегазовых выбросов при массовых взрывах в карьерах / А. А. Юрченко // НГУ: Збірник наукових праць. № 26. Т.2. – Дніпропетровськ: РВК НГУ, 2006. – С. 67-75.

4. Юрченко А. А. Физические процессы выброса пылегазового облака при массовых взрывах в карьерах / А. А. Юрченко // Науковий вісник НГУ. № 2. – Дніпропетровськ, 2010. – С. 85-88.

5. Юрченко А. А. К вопросу определения высоты подъёма железорудной пыли при массовом взрыве в карьере с учётом дисперсности частиц / А. А. Юрченко, В. Е. Колесник, А. А. Литвиненко // НГУ: Збірник наукових праць. № 34. Т.2. – Дніпропетровськ: РВК НГУ, 2010. - С. 123 – 132.

6. Юрченко А. А. Снижение выбросов при массовых взрывах в карьерах путём применения резиновой пробки с анкерным устройством в качестве забойки скважинных зарядов / А. А. Юрченко // НГУ: Збірник наукових праць. № 35. Т.2. – Дніпропетровськ: РВК НГУ, 2011. – С. 111 – 117.

7. Юрченко А. А. Методы оценки экологической опасности выбросов пыли при массовых взрывах в железорудных карьерах / В. Е. Колесник, Ю. В. Бучавый, А. А. Юрченко // Науковий вісник НГУ. №5. – Дніпропетровськ: РВК НГУ, 2011. – С. 113 – 120.

8. Юрченко А. А. Пат. на винахід 65928 Україна, МПК F42D/00. Спосіб визначення раціональних параметрів масових вибухів в кар'єрі / В. А. Долинський, А. А. Юрченко; заявник та власник патенту Нац. гірничий ун-т. - №2003076179; заявл. 03.07.2003; опубл. 25.03.2008, Бюл. №6. – 4с.

9. Юрченко А. А. Пат. на винахід 62441 Україна, МПК E21F5/02. Спосіб пригнічення пило газової хмари в кар'єрі / В.А. Долинський, А.А. Юрченко; заявник та власник патенту Нац. гірничий ун-т. - №2003032555; заявл. 25.03.2003; опубл. 25.06.2007, Бюл. № 9. – 4с.

10. Юрченко А. А. Пат. на корисну модель 57300 Україна, МПК E21F 5/02. Спосіб пригнічення пило газової хмари в кар'єрі / А.А. Юрченко, В. Є. Колесник, А. А. Литвиненко; заявник та власник патенту Нац. гірничий у - т. - №u201007394; заявл.14.06.2010; опубл. 25.02.2011, Бюл. №4. – 4с.

11. Юрченко А. А. Пат. на корисну модель 59525 Україна, МПК F42D 3/00. Свердловинний заряд при масових вибухах в кар'єрах / А.А. Юрченко, В.Є. Колесник, А.А. Литвиненко; заявник та власник патенту Нац. гірничий у-т. - №u201009667, заявл. 02.08.2010;опубл. 25.05 2011, Бюл. № 10. – 4с.

12. Юрченко А. А. Подавление пылегазового облака после массового взрыва в карьере / А. А. Юрченко // Матеріали 1 Міжнародної науково-практичної конференції «Науковий потенціал світу 2004», Т.6. Екологія, 1 – 15 листопада 2004 р. – Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2004. – С. 71-72.

13. Юрченко А. А. Экологическое управление – важнейший фактор рационального природопользования / В.А. Скворцов, А.А. Юрченко // Матеріали науково-практичної конференції «Екологічні проблеми техногенно-навантажених регіонів», - Дніпропетровськ 2008. – С. 90-92.

14. Юрченко А.А. Определение высоты подъема пылевого облака при массовом взрыве в карьере с учетом дисперсности частиц / А.А. Юрченко, В.Е. Колесник, А.А. Литвиненко// Матеріали міжнар. конф. «Форум гірників – 2010». – Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2010. – С.154 – 162.

15. Юрченко А. А. Снижение загрязнения атмосферы при массовых взрывах в карьерах за счет выбора рациональных параметров скважинных зарядов / М.В. Сухомлин, А.А. Юрченко, А.А. Литвиненко// Тези VII Всеукраїнської наукової конференції студентів, магістрів та аспірантів «Сучасні проблеми екології та геотехнологій», Т.2. 24 -26 березня 2010 року. – Житомир: ЖДТУ, 2010. – С. 173-174.

16. Юрченко А. А. . Снижение пылегазовых выбросов при массовых взрывах в карьерах путем совершенствования конструкции забойки скважинных зарядов / В.Е. Колесник, А.А. Юрченко // Тезисы докладов Международного симпозиума «Неделя еколога - 2010», «Экологические проблемы горно-металлургических регионов. Прогрессивные информационные и технологические решения», 12-15 октября 2010 г. – Днепропетровск: ДДТУ. – 2010. - С.10-11.

Особистий внесок автора у роботах, написаних в співавторстві: [2, 13, 15] – постановка наукової задачі досліджень, розробка методики керування якістю масового вибуху шляхом оптимізації параметрів свердловинних зарядів; [7] – проаналізовані математичні моделі, які можуть бути використані для розрахунків приземної концентрації пилю після залпових викидів; [5, 14] – обґрунтована послідовність розрахунку висоти підйому пилових частинок, визначені сили, під дією яких пилова частинка рухається вгору при формуванні пилової хмари; [8, 9, 10, 11] – розроблені формули винаходів, обґрунтовано вибір прототипів та аналогів запропонованих способів та засобів; [16] – обґрунтована конструкція набійки свердловинних зарядів з використанням резинової пробки з анкерним пристроєм.

АНОТАЦІЯ

Юрченко А.А. “Підвищення екологічної безпеки масових вибухів в залізорудних кар’єрах за пиловим чинником”- На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.01 - “Екологічна безпека”. – Державний ВНЗ «Національний гірничий університет», Дніпропетровськ, 2012.

У дисертації вирішена актуальна наукова задача, що полягає у встановленні закономірностей розповсюдження пилової хмари після масових вибухів в залізорудних кар’єрах та рівнем її екологічної небезпеки і розробці на цій основі екологічно ефективних способів та засобів зменшення викидів пилу у довкілля.

Розроблені методичні засади визначення висоти підйому пилових частинок залізорудного пилу під дією теплових чинників як при наявності вітру, так і при його відсутності. Розроблено спосіб та засіб зменшення висоти підйому пилової хмари дальності її розповсюдження, які передбачають проведення робіт з оптимізації параметрів свердловинних зарядів, а також використання в якості набійки свердловинних зарядів гумової пробки з анкерним пристроєм. Удосконалено спосіб захисту довкілля від викидів пилу шляхом зрошування пилової хмари в цілому, обґрунтовано необхідний діаметр капель води для забезпечення максимальної ефективності пилопригнічення, а також об’єм води для цього. Для транспортування та розбризкування води над пиловою хмарою обґрунтовано використання спеціальним чином обладнаних вертольотів. Ступінь екологічної небезпеки при впровадженні запропонованих способів та засобів знепилення досягає рівня “безпечний”.

Ключові слова: масові вибухи в кар’єрах, екологічна небезпека, параметри свердловинних зарядів, оптимізація, удосконалення набійки, пилова хмара, зрошування з допомогою вертольотів.

АННОТАЦИЯ

Юрченко А.А. “Повышение экологической безопасности массовых взрывов в железорудных карьерах по пылевому фактору”. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 21.06.01 - “Экологическая безопасность”. – Государственное ВУЗ «Национальный горный университет», Днепропетровск, 2012.

В диссертации решена актуальная научная задача, которая заключается в установлении закономерностей рассеивания пылевого облака после массовых взрывов в железорудных карьерах и уровня изменения его экологической опасности, а также разработке на их основе экологически эффективных способов и средств снижения выбросов пыли в окружающую среду.

На основании результатов анализа рассеивания пылевого облака, образовавшегося после массового взрыва, выполнена оценка опасности загрязнения прилегающих территорий по пылевому фактору. Показано, что уровень эколо-

гической опасности от загрязнения воздуха пылью в радиусе 10 км представляется как “очень опасный”, а степень загрязнения – “недопустимая”. Уровень загрязнения пылью атмосферного воздуха и прилегающих территорий зависит от высоты подъёма пылевого облака, объёмов выброса пыли, метеорологических условий и эффективности способов и средств пылеподавления. В результате анализа существующих способов и средств подавления пылевого облака сделан вывод о необходимости их совершенствования.

Для оценки экологической опасности рассеивания пылевого облака разработана методика расчёта высоты его подъёма с учётом дисперсности пылевых частиц и других влияющих факторов, что позволило выполнить расчёты рассеивания пыли в атмосфере для оценки эффективности технических мероприятий, направленных на снижение или локализацию выбросов пыли и её рассеивания.

Расчёты рассеивания пылевого облака при мощности взрыва 500 т “украинита”, скорости ветра 5 м/с и нормальных метеорологических условиях показали, что дальность выноса грубодисперсной железорудной пыли составляет от 0,14 до 4,4 км, а тонкодисперсной – от 40 до, примерно, 740 км. При этом удельные выбросы пыли при общей площади рассеивания до 28770 км² достигают 1,302 кг/км².

Разработан способ снижения высоты выброса пылегазового облака при массовом взрыве на основе оптимизации параметров скважинных зарядов (удельного заряда ВВ, диаметра скважин и соотношения длины забойки и взрывчатки в скважине). Предложена также усовершенствованная конструкция забойки скважинных зарядов, которая предусматривает использование в составе забойки резиновой пробки с анкерным устройством. Расчёты показали, что при применении этих разработок высота выброса пылегазового облака при массовом взрыве может быть снижена на величину до 30%.

В работе выполнены исследования параметров подавления пылевого облака путём его орошения. Получено аналитическое выражение для оценки эффективности пылеулавливания от диаметра пылевых частиц и капель воды, скорости их движения, количества орошаемой жидкости, высоты орошения облака, а также суммарного коэффициента захвата пылевых частиц каплями жидкости. Установлено, что суммарный коэффициент захвата для тонкодисперсной пыли имеет максимальное значение 0,488 при диаметре капель воды 1 – 1,5 мм. Для грубодисперсной пыли при этих диаметрах капель воды коэффициент захвата изменяется от 0,815 до 0,996. При этом удельный расход воды для подавления тонкодисперсной фракции пыли составляет 3,195 л/кг.

В качестве технического средства транспортирования орошающей жидкости и разбрызгивания её над пылевым облаком предложено использование специально оборудованных вертолётов. Оценка снижения экологической нагрузки на прилегающие территории при этом показала, что общий выброс пыли из карьера при массовом взрыве может быть снижен на 90 %. Степень экологической опасности при внедрении предложенных способов и средств пылеподавления достигает уровня “безопасный”.

Ключевые слова: массовые взрывы в карьерах, экологическая опасность, параметры скважинных зарядов, совершенствование забойки, пылевое облако, орошение с помощью вертолётов.

ANNOTATION

Yorchenco A.A. "Increase of ecological safety of mass explosions in iron ore quarry after a dust is factor"- As a manuscript.

Dissertation on gaining of scientific degree of candidate of engineering sciences after specialty 21.06.01 is "Ecological safety". - the State VNZ «National mountain university», Dnepropetrovsk, 2012.

In dissertation an actual scientific task, that consists in set conformities to the law of distribution of dust cloud after the mass explosions in iron ore quarry and level of its ecological danger and development on this basis ecologically effective methods and facilities of reduction of influencing of the troop landing of dust on the state of environment, is decided.

The methodical bases of determination of height of getting up of iron ore dust particles under action of thermal factors both at presence of wind are developed, and at his absence. Methods and facilities of reduction of height of getting up of dust cloud and distance of its distribution, which foresee conducting of works after optimization of parameters of borehole charges, and also use, are developed as the printed fabric of rubber cork with the anchor device. The method of defence of environment is improved from the troop landing of dust by irrigation of dust cloud on the whole, substantiated necessary diameter of drops of water for providing of maximal efficiency of dust suppression, and also necessary volume of water for this. For transportation and splashing of water above the dust cloud of the substantiated use by the special appearance of the equipped helicopters. The degree of ecological danger at introduction of the offered methods and facilities of dedusting measures up "safe".

Keywords: mass explosions in careers, ecological danger, parameters of borehole charges, optimization, improvement of the printed fabric, dust cloud, irrigation with the help of helicopters.

Юрченко Аннета Анатоліївна

ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ МАСОВИХ ВИ-
БУХІВ В ЗАЛІЗОРУДНИХ КАР'ЄРАХ ЗА ПИЛОВИМ
ЧИННИКОМ

(Автореферат)

Підписано до друку 08.05.2012. Формат 60× 90/16.
Папір офсет. Ризографія. Ум. друк. арк..0,9.
Обл.-вид. арк. 0,9. Тираж 120 пр. Зам. №

Державний вищий навчальний заклад
“Національний гірничий університет”
49005, м. Дніпропетровськ, просп. К. Маркса, 19 .