

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

РУСЬКИХ ВЛАДИСЛАВ ВАСИЛЬОВИЧ

УДК 622.235-74/.76

**ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ВИБУХОЗАХИСНОЇ ПЕРЕМІЧКИ
ДЛЯ ГАСІННЯ УДАРНИХ ПОВІТРЯНИХ ХВИЛЬ
ПРИ ПІДЗЕМНОМУ ВИДОБУТКУ РУД**

Спеціальність 05.15.11 – Фізичні процеси гірничого виробництва

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Дніпропетровськ – 2005

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана на кафедрі підземної розробки родовищ Національного гірничого університету Міністерства освіти і науки України (м. Дніпропетровськ).

Науковий керівник:

доктор технічних наук, професор кафедри підземної розробки родовищ Національного гірничого університету Міністерства освіти і науки України (м. Дніпропетровськ)

**РАХУТІН
Володимир
Семенович**

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри тунелів, основ і фундаментів Дніпропетровського державного університету залізничного транспорту України Міністерства освіти і науки України

**ПЕТРЕНКО
Володимир
Дмитрович**

кандидат технічних наук, доцент кафедри фізики Національного гірничого університету Міністерства освіти і науки України (м. Дніпропетровськ)

**КУРІННИЙ
Володимир
Павлович**

Провідна установа:

Інститут геотехнічної механіки Національної академії наук України, відділ механіки вибуху (м. Дніпропетровськ)

Захист відбудеться ” 9 ” грудня 2005 р. о 14 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 08.080.03 з захисту дисертацій при Національному гірничому університеті Міністерства освіти і науки України (49027, м. Дніпропетровськ, пр. К. Маркса, 19).

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Національного гірничого університету Міністерства освіти і науки України (49027, м. Дніпропетровськ, пр. К. Маркса, 19).

Автореферат розісланий ” 8 ” листопада 2005 р.

Вчений секретар спеціалізованої вченої ради,
кандидат технічних наук, доцент

Тимошук В.І.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність роботи. При видобуванні руд камерними системами розробки одним із основних виробничих процесів, що суттєво впливає на інші ланки технології, є буропідривної роботи. У більшості випадків здійснюють масові вибухи, які викликають утворення ударних повітряних хвиль (УПХ). Поширюючись по гірничих виробках на великі відстані, вони руйнують споруди, комунікації й устаткування, деформують кріплення тощо. Це наносить істотний економічний збиток гірничому підприємству і викликає вимушені простої виробництва.

ЗАТ „Запорізький залізорудний комбінат” при видобуванні руди зіштовхнувся з проблемою негативного впливу УПХ на закладні перемички. Їх руйнування призводить до того, що закладний матеріал потрапляє у виробки робочих горизонтів та створює аварійні ситуації на підприємстві. При цьому економічний збиток від простоїв виробництва складає близько 30 - 80 тис. грн на рік.

Для захисту підземних споруд, комунікацій та устаткування від негативної дії УПХ на гірничих підприємствах України використовують різні конструкції вибухозахисних перемичок. Для їх виготовлення застосовують бетон, дерево, метал, анкери, троси, конвеєрну стрічку тощо. Як правило, ці перемички одноразового використання, великої ваги і складаються з громіздких конструктивних елементів. Це ускладнює їх доставлення на місце зведення і підвищує трудомісткість монтажних робіт. Параметри перемичок недостатньо науково обґрунтовані, що призводить до різних аварійних ситуацій (погіршення провітрювання, ускладнення проходження людей і пересування устаткування).

Існуючі методи розрахунку перемичок для гасіння УПХ складні і не враховують різноманіття конструкцій. Недостатньо вивчений характер поширення УПХ по гірничих виробках і взаємодія їх з різним устаткуванням і комунікаціями. Протягом останніх 20 років ці питання у науково-технічній літературі практично не висвітлювалися. Тому розробка і створення вибухозахисних перемичок багаторазового використання, що мають пружну характеристику, високу несучу здатність та відрізняються невеликою вагою і швидкістю зведення, є важливим актуальним завданням. Його вирішення дозволить підвищити надійність технологічних процесів при видобуванні руд підземним способом за допомогою камерних систем розробки. Це значно знизить трудомісткість робіт з монтажу і демонтажу вибухозахисних перемичок.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційна робота виконана на кафедрі підземної розробки родовищ Національного гірничого університету відповідно до планів держбюджетних робіт Міністерства освіти і науки України на період 2003-2004 рр. по темі ГП-314 „Дослідження параметрів ударних повітряних хвиль і захисних пристроїв у рудниках” № держреєстрації 0103U001285.

Метою дисертаційної роботи є обґрунтування раціональних параметрів пружної вибухозахисної перемички для гасіння ударних повітряних хвиль, що виникають при підземному видобуванні руд підривним способом.

Аналіз відомих конструкцій перемичок, приладів і апаратури для дослідження параметрів ударних повітряних хвиль довів, що для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні **задачі**:

1. Розробити вимірювальний пристрій і обґрунтувати його параметри для дослідження ударних повітряних хвиль.
2. Розробити алгоритм і програмне забезпечення для дослідження характеру поширення УПХ по гірничих виробках при підривних роботах у підземних умовах.
3. В умовах діючого виробництва провести виміри параметрів ударних повітряних хвиль та установити характер їх зміни під час руху по гірничих виробках, зіставити теоретичні й експериментальні дані й оцінити вірогідність результатів досліджень.

4. Розробити конструкцію, обґрунтувати раціональні параметри пружної вибухозахисної перемички, технологію її застосування й установити залежність несучої здатності від ступеня її перфорації.

Ідея роботи полягає у використанні переносної вибухозахисної перемички з еластичних поліестерних композиційних матеріалів, параметри якої забезпечують ефективне гасіння ударних повітряних хвиль за рахунок пружних властивостей.

Об'єкт дослідження – масові вибухи в підземних умовах, що викликають утворення та поширення ударних повітряних хвиль у гірничих виробках.

Предмет дослідження – параметри ударних повітряних хвиль і захисні пристрої для їх гасіння.

Методи досліджень. При виконанні роботи застосований комплексний метод дослідження, що включає обробку й узагальнення літературних та патентних джерел, проведення теоретичних, експериментальних досліджень та шахтну апробацію. У сфері теоретичних досліджень використані елементи теорії утворення та поширення УПХ по гірничих виробках, пружності та коливань, основних принципів опору матеріалів. Експериментальні дослідження містили в собі лабораторне моделювання фізичних процесів при взаємодії УПХ з вибухозахисною перемичкою. Оцінка результатів досліджень проводилась в умовах ЗАТ „Запорізький залізорудний комбінат”.

Наукові положення, що виносяться на захист:

1. Ослаблення ударної повітряної хвилі забезпечується пружними властивостями композиційних матеріалів, з яких виготовлена переносна вибухозахисна перемичка, та її несучою здатністю, що регулюється в межах від 570 до 1370 кПа ступенем перфорації залежно від величини заряду вибухової речовини при підземних масових вибухах. Це дозволяє прогнозувати зниження негативної дії ударної повітряної хвилі при застосуванні вибухозахисної перемички.

2. Ефективність ослаблення негативної дії вибуху коригується конструктивними параметрами переносної вибухозахисної перемички залежно від перерізу виробки та тиску на фронті ударної повітряної хвилі, який збільшується від контура до центра у співвідношенні:

$$\frac{P_u}{P_k} = 1,25e^{0,0015v}$$

де P_u і P_k – величини тиску ударної повітряної хвилі в центрі й у контуру виробки на відстані 350 мм; v – швидкість руху ударної повітряної хвилі в центрі виробки, м/с, що дозволяє ефективно управляти ударними повітряними хвилями при їх розповсюдженні по гірничих виробках.

Наукова новизна отриманих результатів. Установлена кореляційна залежність зміни тиску ударної повітряної хвилі по перерізу виробки.

Установлені залежності ступеня перфорації перемички від ширини смуги захисного елемента.

Розроблена методика розрахунку максимально припустимого тиску ударної повітряної хвилі, що прикладається до перемички, яка враховує міцнісні характеристики конструктивних елементів і ступінь її перфорації.

Доповнена методика розрахунку параметрів ударних повітряних хвиль, що враховує режим короткоуповільненого підривання і тип застосованої вибухової речовини.

Обґрунтованість і вірогідність наукових положень, висновків і рекомендацій забезпечується використанням загальновідомих методів досліджень, успішною лабораторною та промисловою перевіркою результатів роботи, а також відповідністю результатів аналітичних, фізичних і натурних досліджень, середня розбіжність між якими складає 5,9%.

Наукове значення дисертації полягає у встановленні взаємозв'язку між проведенням масових вибухів при видобуванні руд і параметрами локалізації ударних повітряних хвиль за допомогою вибухозахисних перемичок.

Практичне значення роботи полягає у розробці методу розрахунку пружної вибухозахисної перемички, що дозволяє проектувати її із заданими технологічними параметрами, які забезпечують надійність технологічних процесів при видобуванні руд камерними системами розробки.

Розроблена вибухозахисна перемичка може багаторазово використовуватися й установлюватися у горизонтальних, похилих і вертикальних гірничих виробках. Її вага у багато разів менша, ніж у відомих перемичок, що дозволяє легко доставляти її до місця спорудження, а трудомісткість робіт зі зведення складає 2 люд/години.

Реалізація результатів роботи. Рекомендації з ефективного проведення підрильних робіт і локалізації ударних повітряних хвиль, програмне забезпечення з розрахунку параметрів ударних повітряних хвиль впроваджені в умовах ЗАТ „Запорізький залізорудний комбінат”. Конструкція перемички схвалена технічною радою ЗАТ „ЗЗРК” і упроваджена у проект захисту закладних перемичок від негативної дії УПХ.

Особистий внесок здобувача полягає у формуванні мети, задач досліджень, розробці та теоретичному обґрунтуванні вимірювального пристрою для визначення фактичних параметрів ударних повітряних хвиль, проведенні досліджень у виробничих і лабораторних умовах, обґрунтуванні параметрів перемички, розробці програмного забезпечення для розрахунку параметрів УПХ.

Апробація результатів досліджень. Основні положення і результати дисертаційної роботи доповідалися й обговорювалися на міжнародних науково-технічних конференціях: „Форум гірників-2003” (16-18 жовтня 2003 р., Дніпропетровськ); „II конференція молодих вчених ІГТМ ім. М. С. Полякова НАН України” (23 листопада 2004 р., Дніпропетровськ); на технічній раді ЗАТ „Запорізький залізорудний комбінат” (27 жовтня 2004 р., Дніпрорудне); на науково-методичних семінарах кафедри підземної розробки родовищ Національного гірничого університету (Дніпропетровськ 2003-2004).

Публікації. За темою дисертації опубліковано 8 наукових праць, у тому числі 6 статей у спеціалізованих виданнях, затверджених ВАК України та 2 тези доповідей у матеріалах конференцій.

Обсяг і структура дисертації. Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків з розділів, загального висновку, переліку використаних джерел з 80 найменувань на 8 сторінках; містить 119 сторінок машинописного тексту, в тому числі 47 рисунків, 23 таблиці та 2 додатки на 15 сторінках; загальний обсяг роботи - 142 сторінки.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтована актуальність теми, сформульовані мета та задачі досліджень, наведені наукові положення, що виносяться на захист, наукове та практичне значення роботи, а також дані щодо апробації й публікації досліджень.

Зміст першого розділу. Проблемами, що стосуються видобування руд буропідрильним способом, технологічними факторами, пов'язаними з використанням вибухових речовин та негативної дії УПХ під час руху по гірничих виробках і способах їх гасіння займалися багато науково-дослідних організацій і вищих навчальних закладів гірничого профілю, таких як Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України, Національний гірничий університет, Криворізький технічний університет, Державний науково-дослідний гірничорудний інститут, та ін. Свої роботи цьому питанню присвятили Воротеляк Г.А., Глас І.І., Гурін А.О., Зельдович Я.Б., Капленко Ю.П., Колоколов О.В., Компанієць О.С., Кузьменко О.М., Курінний В.П., Петренко В.Д., Рахутін В.С., Садовський М.А., Ширін Л.Н. та ін. Роботами вчених створена теорія розрахунку параметрів УПХ під час руху по гірничих виробках, встановлені руйнівні параметри УПХ на устаткування, комунікації і споруди. Низка робіт присвячена конструкціям вибухозахисних перемичок, розрахунку несучої здатності й ефективності гасіння УПХ.

При розробці рудних родовищ усе більше застосування знаходить самохідне устаткування, яке перед проведенням масового вибуху транспортується на безпечну відстань. Незахищеними залишаються закладні перемички, які руйнує або ушкоджує УПХ.

На основі проведеного аналізу встановлено, що методика розрахунку параметрів УПХ достатньо складна, що заважає її застосуванню на гірничорудних підприємствах. Тим самим недостатньо обґрунтовані параметри та місця зведення вибухозахисних перемичок.

Існуючі методи розрахунку перемичок для гасіння УПХ не враховують різноманіття конструкцій, а відомі вибухозахисні перемички мають велику вагу і складаються з громіздких конструктивних елементів, що ускладнює їх доставлення на місце спорудження, підвищує трудомісткість робіт і в деяких випадках не відповідають правилам технічної безпеки шахт.

Виходячи з наведеного, очевидним є те, що обґрунтування параметрів вибухозахисної перемички для гасіння УПХ при підземному видобуванні руди є актуальною задачею для підвищення надійності та безпеки технологічних процесів підземного видобутку твердих корисних копалин.

У другому розділі теоретично обґрунтовано параметри переносної вибухозахисної перемички, розроблені конструкція та вимоги до її застосування. З метою визначення раціональних параметрів та можливих місць спорудження перемичок у гірничих виробках розроблене програмне забезпечення з розрахунку параметрів УПХ.

Беручи до уваги недоліки відомих конструкцій вибухозахисних перемичок, автором розроблена конструкція перемички, загальний вигляд якої наведений на рис. 1. Порядок розрахунку параметрів вибухозахисної перемички полягає у:

- встановленні параметрів УПХ, що впливають на перемичку;
- визначенні величини поперечних сил, що виникають у конструктивних елементах перемички;
- встановленні відстані від вибухозахисної перемички до об'єкта, що охороняється;
- розрахунку ступеня ослаблення УПХ.

З огляду на велику кількість гірничих виробок при видобуванні руди камерними системами розробки простежити зміну параметрів УПХ наявними методами розрахунку досить складно. Тому автор прийшов до висновку про необхідність створення програмного забезпечення з розрахунку параметрів УПХ, в основу якого ввійшла наявна методика розрахунку.

Розроблене програмне забезпечення вирішує комплекс задач, пов'язаних з поширенням УПХ по гірничих виробках, дозволяє робити теоретичний прогноз і аналіз параметрів УПХ, вибирати за отриманими результатами розрахунків способи боротьби з УПХ і визначати безпечні відстані для людей та устаткування. Крім того, у програмному забезпеченні враховується тип застосованої вибухової речовини і режим короткоуповільненого підривання, що дозволяє підвищити точність розрахунків до 15%.

Надлишковий тиск УПХ, що витримує перемичка, складає:

$$\Delta P_{VBB} = \frac{k \cdot \Delta l \cdot \sin \alpha}{k_{\delta} \cdot S_{пол.}} \text{ , Па,} \quad (1)$$

де k і Δl – відповідно коефіцієнт жорсткості (Н/м²) і граничне подовження (м) матеріалу захисного елемента перемички;

α – кут вільного прогину перемички, град.;

k_{δ} – коефіцієнт динамічності;

$S_{пол.}$ – площа смуги захисного елемента перемички, м².

Для визначення чисельних параметрів перемички необхідно знати міцність і деформаційні властивості захисного елемента перемички (k , Δl), у зв'язку з цим в роботі виконані відповідні лабораторні дослідження.

У третьому розділі наведені результати лабораторних досліджень переносної вибухозахисної перемички.

Вимогам, що ставляться до захисних елементів вибухозахисної перемички найбільш точно відповідає матеріал „поліестер” 900 г/м². Він має невелику вагу, високу міцність і пружність.

Дослідження міцнісних і деформаційних властивостей матеріалу виконано у спеціалізованій лабораторії ТОВ „Орель” на машині РТ-250-М2 відповідно до ДСТ 17316-71 „Метод визначення розривного навантаження і подовження при розриві”.

У процесі досліджень було встановлено, що граничне подовження матеріалу, при якому буде діяти закон Гука, складає близько 10% від розривного подовження. Отримані чисельні значення характеристики матеріалу для різної ширини, що дозволило визначити міцність і деформаційні властивості захисного елемента перемички.

Для перевірки вірогідності теоретичних розрахунків виготовлена модель перемички у масштабі 1:15 і проведені її лабораторні дослідження. З метою використання результатів досліджень, для розрахунку параметрів перемички у натуральну величину, був обраний наступний критерій подібності:

$$\Pi = \frac{k \cdot l}{F}, \quad (2)$$

де k – коефіцієнт жорсткості матеріалу, Н/м²;
 l – граничне подовження матеріалу, м;
 F – зусилля, що прикладається, Н.

Дослідження параметрів перемички на моделі проведено в лабораторії Інституту геотехнічної механіки НАН України на гідравлічному пресі ЗИМ П-50. Вони підтвердили вірогідність розрахунку параметрів вибухозахисної перемички.

На підставі виконаних досліджень були отримані наступні залежності:

- коефіцієнт перфорації перемички від ширини смуг захисного елемента має лінійну залежність.

- коефіцієнт ослаблення УПХ залежно від ступеня перфорації перемички змінюється за ступеневим законом.

- залежність надлишкового тиску УПХ від ступеня перфорації перемички наведена на рис. 2. Інтерполяція отриманих даних дозволила отримати наступне рівняння з досить високим коефіцієнтом детермінації ($R^2 = 0,91$).

$$y = 382,48 e^{1,5x}, \text{ кПа}, \quad (3)$$

де y – гранично допустимий надлишковий тиск УПХ, при якому переносна вибухозахисна перемичка буде ефективно його гасити (несуча здатність вибухозахисної перемички), кПа;
 x – ступінь перфорації вибухозахисної перемички.

Ці дослідження дозволили сформулювати перше наукове положення.

Для підтвердження вірогідності аналітичних і лабораторних досліджень, а також розробки технології застосування вибухозахисної перемички необхідно встановити параметри поширення УПХ по гірничих виробках при здійсненні масових вибухів у промислових умовах.

У четвертому розділі наведено результати натурних досліджень характеру розповсюдження ударних повітряних хвиль в умовах ЗАТ „Запорізький залізорудний комбінат”, запропоновано технологічні рішення щодо управління розповсюдженням УПХ за допомогою розробленої вибухозахисної перемички і надана економічна оцінка запропонованих заходів.

Аналіз науково-технічної літератури показав, що характер поширення УПХ по гірничих виробках і взаємодія їх з різним устаткуванням і комунікаціями вивчені недостатньо. Тому виникла необхідність досліджувати параметри УПХ у виробничих умовах.

На основі проведеного аналізу приборів та устаткування по дослідженню УПХ сконструйовано чотири вимірювальних пристрої в основу яких ввійшла конструкція приладу МІТ-2 (механічний індикатор тиску).

Апробація вимірювальних пристроїв проходила при проведенні виробок буропідривним способом на шахті „Прохідницька” ЗАТ „ЗЗРК”. Безпосередньо перед кожним вибухом у місцях встановлення вимірювальних пристроїв розраховувалися очікувані параметри УПХ. За інструментальними даними, які отримані в результаті вимірів, побудовано графіки зміни тиску УПХ у процесі руху по виробках (рис. 3).

Як видно з графіків, тиск змінюється за експонентним законом, що цілком відповідає теорії УПХ.

Порівняння теоретичних розрахунків з показаннями вимірювальних пристроїв показало, що розбіжність між ними зменшується зі збільшенням відстані, пройденої УПХ і зменшенням її швидкості. Це ґрунтується на тому, що тиск УПХ по перерізу виробки змінюється, що пов'язано з тертям повітряного потоку об контур виробки і безпосередньо залежить від її швидкості.

Для об'єктивного порівняння отриманих даних з теоретичними розрахунками необхідно встановити поправковий коефіцієнт, який би враховував середній тиск УПХ у центрі виробки з тиском на її контурі (у місці виміру), де він істотно менший.

За допомогою кореляційного аналізу отримана залежність величини поправкового коефіцієнту від швидкості руху УПХ, що має вигляд:

$$k = 1,25e^{0,0015v}, \quad (4)$$

де v – швидкість руху УПХ, м/с.

З урахуванням поправкового коефіцієнту похибка вимірів склала в середньому 5,9%. Ці дослідження дозволили сформулювати друге наукове положення.

Заміри параметрів УПХ при проведенні масового вибуху зроблені на шахті „Експлуатаційна” ЗАТ „ЗЗРК” в умовах камери 2/5ю на горизонті 740 м. На різній відстані від місця вибуху у виробках було встановлено три вимірювальних пристрої. У результаті обробки отриманих даних виявлено, що тиск на фронті УПХ у 10 м від місця вибуху склав 5500 кПа, а по мірі проходження УПХ по гірничих виробках і їх розгалуженнях, у місцях вимірів він знизився до 340 - 150 кПа. Максимальна розбіжність між теоретичними даними та інструментальними вимірами не перевищила 23%.

Виконані дослідження дозволили обґрунтувати раціональні параметри вибухозахисної перемички. Для більш розповсюдженого поперечного перерізу виробки 12,4 м² вони наведені в табл. 1.

Технічна характеристика пружної вибухозахисної перемички
для виробки перерізом 12,4м²

Найменування	Од. вим.	Показник			
		0,8	0,6	0,4	0,2
Кількість кріпильних анкерів	шт	12			
Діаметр анкера	мм	20			
Виступ анкера у виробці (не більш)	мм	50			
Маса 1 м ² перемички	кг	2			
Коефіцієнт перфорації		0,8	0,6	0,4	0,2
Розміри смуги захисного елемента:					
довжина	м	4,03	4,03	4,03	4,03
ширина	м	0,11	0,21	0,32	0,42
Несуча здатність	кПа	1370	810	640	570
Коефіцієнт ослаблення тиску УПХ		1,086	1,265	1,670	2,860
Коефіцієнт запасу міцності		9			
Вартість 1 м ² перемички	грн	70			

Очікуваний економічний ефект при застосуванні одної вибухозахисної перемички протягом терміну її експлуатації (10 вибухів) складає до 90 тис. грн.

ВИСНОВКИ

У дисертації на основі аналітичних, фізичних і натурних досліджень вирішена актуальна науково-практична задача обґрунтування параметрів вибухозахисної перемички для гасіння ударних повітряних хвиль при підземному видобуванні руд буропідривним способом, що базується на взаємозв'язку між проведенням масових вибухів при видобуванні руд і локалізацією ударних повітряних хвиль вибухозахисними перемичками.

Основні наукові та практичні результати дисертаційної роботи полягають у наступному:

1. Обґрунтовано конструкцію, параметри та створено вимірювальний пристрій для дослідження ударних повітряних хвиль при буропідривних роботах у виробничих умовах.

2. Встановлено характер поширення ударних повітряних хвиль при проведенні підготовчих виробок і масовому вибуху, за результатами яких отримані чисельні значення тиску ударної хвилі, необхідні для обґрунтування параметрів вибухозахисної перемички і розробки рекомендацій з її застосування.

3. Розроблене програмне забезпечення розрахунку параметрів ударних повітряних хвиль під час руху по гірничих виробках, яке дозволяє підвищити точність розрахунків величини тиску, імпульсу та часу дії ударної хвилі до 15% завдяки врахуванню типу застосованої вибухової речовини та режиму короткоуповільненого висадження.

4. Встановлено залежність зміни тиску ударної повітряної хвилі по поперечному перерізу виробки $P_u / P_k = 1,25e^{0,0015v}$ і визначено, що в центрі виробки тиск в 1,5-1,7 рази більше, ніж у приконтурній зоні.

5. Розроблена методика розрахунку переносної вибухозахисної перемички та її конструкція, яка має пружну характеристику і дозволяє зменшити вагу й підвищити несучу здатність перемички.

6. Встановлено, що несуча здатність переносної вибухозахисної перемички безпосередньо залежить від кута вільного прогину захисного елемента (оптимальний кут складає 25°) і ступіня перфорації, яка змінюється за експонентною залежністю $y = 382,5e^{1,5x}$ і зі збільшенням від 0,2 до 0,8 зростає в 2,4 рази.

7. Розроблені рекомендації щодо застосування вибухозахисної перемички з можливістю визначення її параметрів за допомогою розробленого програмного забезпечення.

8. Надані рекомендації з ефективного ведення підричних робіт і локалізації ударних повітряних хвиль в умовах ЗАТ „ЗЗРК”, впроваджено програмне забезпечення до тимчасової інструкції з визначення границь небезпечних зон при підготовці масових вибухів у підземних умовах.

Розроблена автором конструкція пружної вибухозахисної перемички і методика її застосування розглянута на технічній нараді ЗАТ „ЗЗРК”, яка прийнята до реалізації.

Очікуваний економічний ефект від застосування однієї перемички за термін її експлуатації (десятикратне використання) складає 90 тис. грн.

Основні положення і результати дисертації опубліковані в таких роботах:

1. Рахутин В.С., Русских В.В. Параметры ударных воздушных волн при движении по подземным выработкам // Сб. научн. тр. НГАУ. – 2001. - № 11. - Т. 1. - С. 41 – 46.

2. Результаты стендовых испытаний пневматической закладочной перемычки / В.С. Рахутин, В.В. Русских, И.А. Карапа, В.Ф. Бабич // Сб. научн. тр. – 2001. - № 16. – С. 57-62.

3. Рахутин В.С., Русских В.В. Компьютерные технологии для составления документации обеспечения производства горных работ // Сб. научн. тр. НГУ. – 2003. – №17. - Т. 1. - С 71-73

4. Рахутин В.С., Русских В.В., Овчинников Н.П. Прибор для определения давления ударной воздушной волны при ее движении по подземным выработкам // Науковий вісник НГУ. – 2004. - № 6. - С. 12 - 14.

5. Русских В.В. Тарировка прибора для исследования ударных воздушных волн в промышленных условиях // Науковий вісник НГУ. – 2004. - № 11. - С. 28-30.

6. Синергетический подход в исследовании производственных процессов при добыче руд подземным способом / Хоменко О.Е., Русских В.В., Нетеча М.В. и др. // Науковий вісник НГУ. – 2004. - № 7. - С. 3-5.

7. Хоменко О.Е., Русских В.В., Кононенко М.Н. Моделирование на эквивалентных материалах выработанного пространства рудных шахт // Науковий вісник НГУ. – 2004. - № 9. - С. 23 - 25.

8. Русских В.В. Определение фактических параметров ударных воздушных волн при производстве массовых взрывов в подземных условиях // Геотехнічна механіка: Міжвід. зб. наук. праць / Ін-т геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України. – Дніпропетровськ, 2005. – Вип. 55. – С. 176 – 182.

Внесок автора в роботи, опубліковані у співавторстві:

[1] – аналіз стану питання за темою дисертаційної роботи; [2] – аналіз проблем закладних перемичок при використанні камерних систем розробки; [3] – розробка та впровадження програмного забезпечення щодо проведення гірничих робіт; [4] – розрахунок параметрів вимірювального пристрою; [6] – аналіз та узагальнення літературних джерел; [7] – дослідження та вибір складу еквівалентного матеріалу та критеріїв подібності.

АНОТАЦІЯ

Русских В.В. „Обґрунтування параметрів вибухозахисної перемички для гасіння ударних повітряних хвиль при підземному видобутку руд”. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.15.11 – „Фізичні процеси гірничого виробництва”. Національний гірничий університет, Дніпропетровськ, 2005 р.

Дисертація присвячена обґрунтуванню параметрів вибухозахисної перемички для гасіння ударних повітряних хвиль при підземному видобуванні руди. Аналіз способів і засобів зниження негативного впливу ударних повітряних хвиль при підземних масових вибухах показав, що застосовані з цією метою вибухозахисні перемички характеризуються великою вагою і високою трудомісткістю монтажних робіт, а їх параметри недостатньо обґрунтовані.

Для обґрунтування параметрів вибухозахисної перемички досліджено ударні повітряні хвилі у виробничих умовах, для чого розроблено вимірювальний пристрій, за допомогою якого отримані значення параметрів ударних повітряних хвиль при поширенні по гірничих виробках.

Створено програмне забезпечення, що дозволяє вирішувати комплекс задач, пов'язаних з поширенням ударних повітряних хвиль по гірничих виробках. Установлено залежність зміни тиску ударної повітряної хвилі за поперечним перерізом виробки, що враховано при розрахунку параметрів вибухозахисної перемички.

Розроблено конструкцію й методику розрахунку вибухозахисної перемички, в якій використані сучасні легкі конструкційні матеріали. Виконано дослідження міцнісних і деформаційних властивостей захисного елемента перемички і встановлено залежності її несучої здатності від ступеня перфорації і міцнісних властивостей конструктивних елементів. Виготовлена і досліджена в лабораторних умовах модель вибухозахисної перемички.

У результаті теоретичних, лабораторних та промислових досліджень обґрунтовано параметри вибухозахисної перемички і розроблено рекомендації з її застосування у конкретних гірничо-геологічних умовах. Вибухозахисна перемичка прийнята до реалізації в умовах Закритого акціонерного товариства „Запорізький залізорудний комбінат”. Основний зміст роботи відображено у восьми статтях і доповідях на міжнародних і вітчизняних науково-технічних конференціях.

Ключові слова: підземне видобування руди, масовий вибух, ударна повітряна хвиля, вибухозахисна перемичка.

АННОТАЦІЯ

Русских В.В. “Обоснование параметров взрывозащитной перемычки для гашения ударных воздушных волн при подземной добыче руд”. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.15.11 – “Физические процессы горного производства”. Национальный горный университет, Днепропетровск, 2005 г.

Диссертация посвящена обоснованию параметров взрывозащитной перемычки для гашения ударных воздушных волн при подземной добыче руд. Анализ способов и средств снижения негативного влияния ударных воздушных волн при подземных массовых взрывах показал, что применяемые с этой целью взрывозащитные перемычки характеризуются большим весом и высокой трудоемкостью монтажных работ, а их параметры недостаточно обоснованы.

Для обоснования параметров взрывозащитной перемычки исследованы ударные воздушные волны в производственных условиях, для чего разработано измерительное устройство с помощью которого получены значения параметров ударных воздушных волн при распространении по горным выработкам.

Создано программное обеспечение, которое позволяет решать комплекс задач, связанных с распространением ударных воздушных волн по горным выработкам. Установлена зависимость изменения давления ударной воздушной волны по поперечному сечению выработки, которая учтена при расчете параметров взрывозащитной перемычки.

Разработана конструкция и методика расчета взрывозащитной перемычки, в которой использованы современные легкие конструкционные материалы. Выполнены исследования прочностных и деформационных свойств защитного элемента перемычки и установлена зависимость ее несущей способности от степени перфорации и прочностных свойств конструктивных элементов. Изготовлена и исследована в лабораторных условиях модель взрывозащитной перемычки.

В результате теоретических, лабораторных и промышленных исследований обоснованы параметры взрывозащитной перемычки и разработаны рекомендации по ее применению в конкретных горно-геологических условиях. Взрывозащитная перемычка принята к реализации в условиях Закритого акционерного общества „Запорожский железорудный комбинат”.

Основное содержание работы отражено в восьми статьях и докладах на международных и отечественных научно-технических конференциях.

Ключевые слова: подземная добыча руды, массовый взрыв, ударная воздушная волна, взрывозащитная перемычка.

ANNOTATION

Ruskih V. V. The Substantiation of Parameters of Implosionproof Dam for Suppressing the Shock Air Waves in the Process of Underground Extraction of Ore. – Manuscript.

Thesis for a candidate's degree in technical sciences in speciality 05.15.11 – 'Physical processes in mining industry', National Mining University, Dnipropetrovsk, 2005.

The thesis deals with the substantiation of parameters of implosionproof dam for suppressing the shock air waves in the process of underground extraction of ore. The conducted research of the methods and means for diminishing the negative influence of the shock air waves while carrying out underground single blast has revealed that the applied shock air waves are characterized by heavy weight and high labor-intensiveness of set up works, and their parameters are not sufficiently substantiated.

In order to substantiate the implosionproof dam parameters the shock air waves in working conditions have been examined. The measuring device for obtaining parameter points of the shock air waves in the process of their extension in excavations has been developed.

The software effective in solving the problems concerned with the extension of the shock air waves in excavations has been created. The relationship of pressure measurement of the shock air waves along the excavation cross-section has been determined. This relationship has been taken into account during the calculation of implosionproof dam parameters.

The design and calculation technique of implosionproof dam made of modern light engineering materials have been developed. The analysis of strength and deformation properties of a protective element in implosionproof dam has been carried out. The dependence of implosionproof dam bearing capacity on perforation degree and strength properties of structural elements has been found out. The model of implosionproof dam has been made and tested in the laboratory.

As a result of theoretical, laboratory research, and release testing parameters of implosionproof dam have been substantiated and certain recommended practices of the implosionproof dam application in mining and geological conditions have been developed. The implosionproof dam has been put into operation at Closed Joint-Stock Company 'Zaporozhskiy Iron-Ore Industrial Plant' ('Zaporozhskiy zhelezorudnyi kombinat').

The main content of the thesis is presented in eight articles and reports made at international and Ukrainian scientific and technical conferences.

Key words: underground extraction of ore, single blast, shock air waves, implosionproof dam.

РУСЬКИХ Владислав Васильович

Обґрунтування параметрів вибухозахисної перемички для гасіння ударних повітряних хвиль
при підземному видобутку руд

(Автореферат)

Підписано до друку 02.11.05 р. Формат 30×42/4

Папір офсет. Ризографія. Умов. друк. арк. 0,9

Обл.-вид. арк. 0,9. Тираж 120 прим. Зам. №

РВК НГУ

49027, м. Дніпропетровськ, пр. К. Маркса, 19