

УДК 622.026.3:622.235:622.268.1

# Використання статично-динамічного навантаження масиву при будівництві спряжень гірничих виробок

Шкуматов О. М.

*Донецький національний технічний університет, Донецьк, Україна*

Надійшла до редакції 06.09.10, прийнята до друку 29.10.10.

## **Анотація**

Запропоновано при будівництві гірничих виробок використовувати невибухову та вибухову руйнування масиву. Описані результати лабораторних випробувань розробленої технології на цементно – піскових моделях з використанням невибухової розширювальної речовини НРР-80. Наведені результати апробації запропонованих рішень.

Ключові слова: руйнування масиву, технологія.

## **1. Постановка проблеми**

При будівництві гірничих виробок у місці їхнього спряження проліт збільшується більш ніж у два рази [1]. Тому особливої актуальності набуває питання збереження законтурного масиву, що згодом вплине на тривалість безремонтної підтримки цього вузла [2]. Навіть при застосуванні контурного підривання не вдається уникнути розповсюдження тріщин від вибухових робіт вглиб масиву.

Ефективно вирішити це завдання дозволяє застосування невибухових розширювальних речовин (НРР), які забезпечують відкол породи строго у бік відкритої поверхні [3]. Законтурний масив при цьому зберігає тільки свою природну тріщинуватість, його руйнування не супроводжується будь-якими коливаннями та викидом твердих чи газоподібних продуктів.

Але використання НРР передбачає наявність у об'єкті, який піддається руйнації, не менш двох відкритих поверхонь. Цій вимозі відповідає прохідницький вибій криволінійно-уступної форми [4].

## **2. Огляд сучасних досліджень і публікацій щодо даної проблеми**

Аналіз публікацій свідчить про те, що невибухові розширювальні речовини можуть знайти застосування при оконтурюванні перетинів гірничих виробок [5]. У роботах [3, 6] було встановлено, що тільки статичне навантаження, яке створюється невибуховими розширювальними речовинами, не гарантує руйнування масиву в одній площині. При застосуванні для створення динамічного навантаження порошу спостерігалось мінімальне відхилення лінії руйнування від найкоротшої відстані між шпурами. Динамічне навантаження слід застосовувати при досягненні статичним 60-90% від межі міцності масиву на розтяг. Якщо динамічне навантаження генерувалося раніше зазначеного моменту, то руйнування по лінії шпурів не спостерігалось.

## **3. Формулювання мети дослідження**

Метою роботи є скорочення тривалості будівництва спряжень гірничих виробок шляхом використання для руйнування масиву комбінованої (невибухової та вибухової) технології з раціональними параметрами.

#### 4. Дослідження процесу руйнування масиву невибуховою розширювальною речовиною НРР-80

Експерименти проводилися на цементно-піщаному блоці міцністю 25 МПа розміром 400x400x250 мм з центральним отвором квадратної форми. Для виконання досліджень в ньому були пробурені 6 шпурів Ø20. Довжина кожного шпуру - 225 мм, тобто недобур склав 25 мм (10% висоти блоку). Відстані між сусідніми шпурами та від кожного шпуру до відкритої поверхні дорівнювали 100 мм. Для дослідження залежності тривалості руйнування моделі від коефіцієнтів заповнення шпурів ( $k_{зан}$ ) у них заливали різну кількість НРР-80 (рис. 1а).

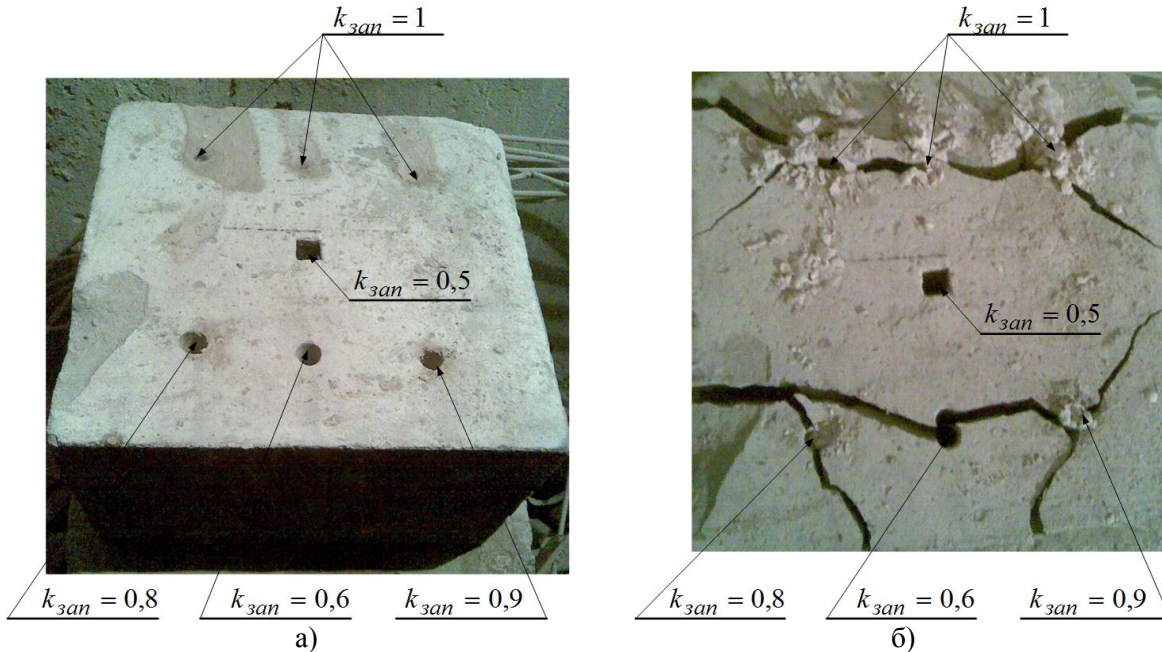


Рис. 1. Вигляд блоку: а) з різним заповненням шпурів невибуховою розширювальною речовиною; б) після руйнування

Визначення  $k_{зан}$ , який характеризує довжину та масу невибухової розширювальної речовини, що заливається у шпур, виконується згідно з виразом

$$k_{зан} = \frac{l_{НРР}}{l_{ш}}$$

де  $l_{НРР}$  - висота стовпа НРР-80 у шпури, м;  $l_{ш}$  - довжина шпуру, м.

Вигляд блоку після руйнування наведений на рис. 1б. Для шпурів верхнього ряду ( $k_{зан}=1$ ) відкол стався по лінії, що з'єднує гирла шпурів. Від крайніх шпурів у бік відкритої поверхні відійшло по 2 тріщини. При менших значеннях  $k_{зан}$  (лівий і центральний шпури нижнього ряду) лінія відколу проходила по найбільш ослабленій частині масиву, а не скрізь шпури. Отже, відкол був менш керованим. При значенні коефіцієнта заповнення шпуру, який дорівнює 0,5 (у центрі блоку), руйнування не відбулося. Таким чином, для гарантованого руйнування масиву висота стовпа НРР-80 повинна бути не меншою 60% довжини шпуру.

Крім цього, експерименти показали, що спрацювання НРР-80 у шпурах відбулося у різний час. Різниця при цьому досягала майже однієї години. Максимальний термін руйнування перевищив 22 години.

#### 5. Дослідження процесу руйнування масиву за допомогою комбінованої технології

Для скорочення тривалості руйнування масиву й досягнення одночасності спрацювання шпурів, заповнених НРР-80, доцільно застосовувати комбінацію статичного (створюваного НРР-80) та динамічного (створюваного вибуховою речовиною) навантажень [6].

З огляду на механізм роботи НРР-80, через кожну годину за допомогою молотка Шмідта вимірювалися напруги в блоці. Місця вимірів - на контурі шпуру (в 4-х місцях) та на відстанях 25 мм і 50 мм від контуру (табл.1).

Табл.1. Змінення міцності цементно - піскової моделі на різних відстанях від шпурів, які заповнені НРР-80

| Час виміру після заливки НРР-80, годин | Змінення міцності, $\Delta P$ , МПа |                                     |                                     |
|--|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
|  | на контурі шпуру                    | на відстані 25 мм від контуру шпуру | на відстані 50 мм від контуру шпуру |
| 3                                      | 0                                   | 0                                   | 0                                   |
| 4                                      | 1                                   | 0                                   | 0                                   |
| 5                                      | 2                                   | 1                                   | 0                                   |
| 6                                      | 3                                   | 2                                   | 1                                   |
| 7                                      | 3                                   | 3                                   | 2                                   |
| 8                                      | 1                                   | 3                                   | 3                                   |

На контурах шпурів міцність моделі збільшувалася впродовж 6-х годин й підвищилася на 3 МПа ( $\Delta P=3,0$ ). Потім, після появи тріщини, результати вимірів виявилися меншими початкових. Це пояснюється тим, що в місці утворення тріщини масив розвантажився, тобто напруги в ньому зменшилися. Аналогічна картина, але із затримкою у часі на 1 й 2 години, відповідно, спостерігалася при вимірах на відстанях 25 мм і 50 мм від контурів шпурів. Результати експериментів графічно відображені на рис.2.

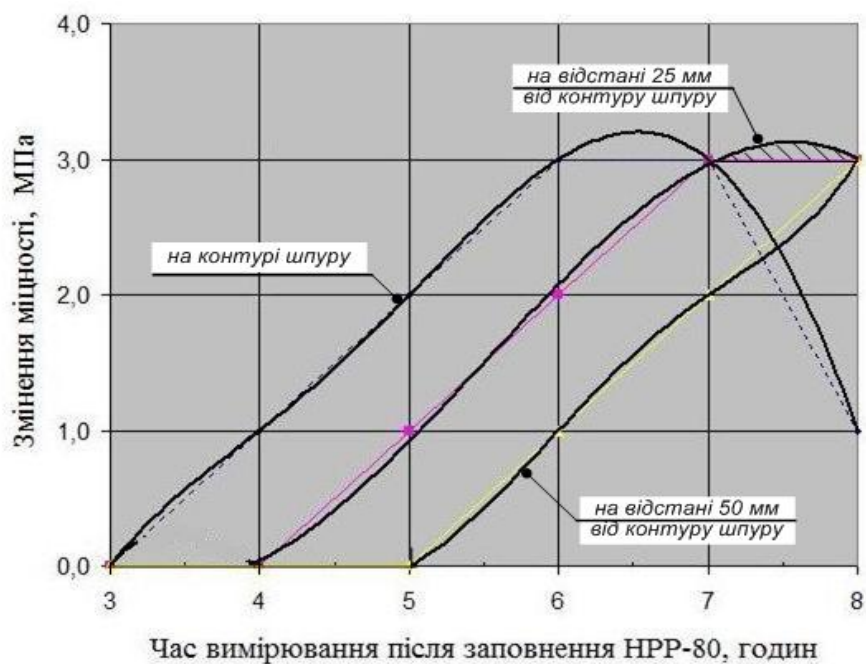


Рис.2. Змінення міцності цементно – піскової моделі на різних відстанях від контурів шпурів, які заповнені НРР-80

Аналіз отриманих залежностей свідчить про те, що при спрацьовуванні НРР-80 хвиля напруги навкруги шпуру розповсюджувалася вглиб масиву до зустрічі з хвилею напруги, яка генерувалася сусіднім шпуром. Робочий діапазон часу, зазначений на рис.2, впродовж якого доцільно застосовувати динамічне навантаження, складає 7-8 годин від початку експерименту. При цьому більша тривалість навантаження відповідає більшому обсягу масиву, який руйнується.

Для створення динамічного навантаження та одночасності спрацьовування шпури на 60% їхньої довжини заливали невибуховою розширювальною речовиною. Після цього в них розміщували відрізки детонуючого шнуру ДШЕ-12. При досягненні  $\Delta P$  значення 3 МПа ДШ підривали за допомогою електродетонаторів ЕДКЗ-0П. Це майже втричі (з 22-х годин до 7-х) скоротило процес руйнування.

## 6. Апробація

Запропонована комбінована технологія руйнування масиву використана при складанні проекту виконання робіт на будівництво спряження магістрального відкаточного штреку пл.  $k_8$  гор. -570 м з водозбірником на ш. «Україна» ДП «Селівувугілля» [7]. При розробці паспорту БВР передбачено для утворення третьої відкритої поверхні в уступній частині прохідницького вибою підривати шпури № 1 і № 2, які заряджені вибуховою речовиною угленіт-13П (рис.3).

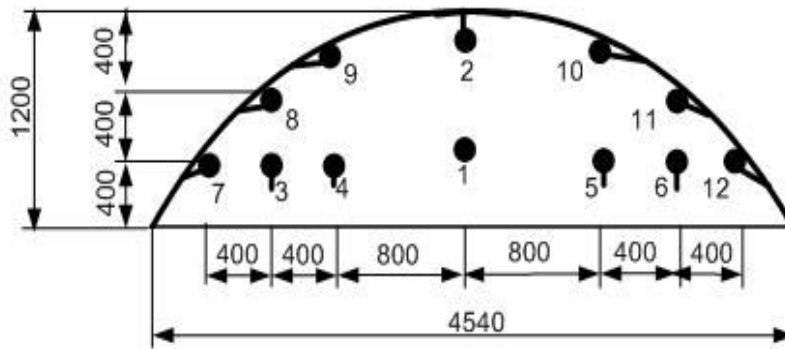


Рис.3. Схема розміщення шпурів в уступній частині вибою

Шпури № 3 - № 12 на 60% їхньої довжини залиті НРР-80. Для їхньої фіксації та збереження вільної частини шпуру застосовують замикаючий пристрій [8]. Він являє собою 4-х променеву шайбу, виготовлену з кольорового металу. Діаметр шайби на 3-4 мм більший за діаметр шпуру. Її торці, впираючись у стінки шпуру, утворюють шатерообразну поверхню. При цьому вчинюється сильний опір виштовхуючій дії, яку створює НРР-80. Дані щодо шпурів та набоїв в уступній частині вибою наведені в табл.2.

Табл.2. Відомості щодо шпурів та набоїв в уступній частині вибою

| Номера шпурів | Глибина шпурів, м | Кут нахилу, град. |                   | Величина набою, кг             |              | Довжина набійки, м | Тип електродетонатору | Інтервал уповільнення, мс |
|---------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------------------|--------------|--------------------|-----------------------|---------------------------|
|               |                   | до верт. площини  | до гориз. площини | шпуру                          | групи шпурів |                    |                       |                           |
| 1,2           | 1,8               | 90                | 85                | 1,0                            | 2,0          | 0,90               | ЕДКЗ-0П               | 0                         |
| 3-6           | 1,7               | 85                | 85                | Заповнюють на 1,02 м НРР-80    |              |                    | ЕДКЗ-3ПМ              | в першу чергу             |
|               |                   |                   |                   | 0,2                            | 0,8          | 0,50               |                       | 45                        |
| 7-12          | 1,7               | 85                | 85                | Заповнюють на 1,02 м НРР-80    |              |                    | ЕДКЗ-5ПМ              | через 1 годину            |
|               |                   |                   |                   | 0,2                            | 1,2          | 0,50               |                       | 80                        |
|               |                   |                   |                   | $\Sigma$ 4,00 кг - угленіт-13П |              |                    |                       |                           |

Для створення динамічної навантаження в шпурах слід розміщувати по одному патрону угленіту-13П. Заряджання шпурів й підривання набоїв необхідно проводити через 7-8 годин після заливки НРР-80.

Застосування при будівництві спряження запропонованого технологічного рішення забезпечить компактне укладання основного обсягу породи на відстані 5-6 м від прохідницького вибою. Це дозволить скоротити тривалість процесу навантаження гірської маси на 50-70% у порівнянні із технологією, яка застосовується на підприємстві.

## 7. Висновки та напрямки подальших досліджень

Для поліпшення техніко-економічних показників будівництва спряжень гірничих виробок доцільно прохідницькому вибою надавати криволінійно-уступну форму. Уступну частину доцільно руйнувати за допомогою комбінованої (невибухової та вибухової) технології, яка

скорочує тривалість руйнування масиву з 22-х до 7-х годин. При цьому також зберігається законтурний масив, знижується сейсмоефект, скорочується виділення отруйних газів, що істотно підвищує безпеку робіт.

Напрямок подальших досліджень є підбір компонентів комбінованої технології з метою подальшого скорочення тривалості руйнування масиву та зниження вартості прохідницьких робіт.

### Бібліографічний список:

1. Шкуматов А.Н. Совершенствование технологии буровзрывных работ при строительстве сопряжений горных выработок на шахтах Украины / А.Н. Шкуматов, С.Н. Кендюх // Взрывное дело: Научно-техн. сб. - М.: ЗАО «МВК по взрывному делу при АГН», 2009. - №102/59. - С. 113-120.
2. Данилкин М.С. О влиянии горно-геологических и горно-технических факторов на смещения боковых пород сопряжений горных выработок / М.С. Данилкин, В.И. Кочергин // Перспективы развития восточного Донбасса: Сб. научн.тр. - Новочеркасск: Шахтинский институт (филиал) ЮРГТУ (НПИ), 2007. - Ч. 1.- С. 270–273.
3. Найданов К.Ц.-Д. Безопасная технология отбойки камнесамоцветного сырья с использованием порошковых невзрывчатых разрушающих средств (НРС) // Приложение к журналу «Вестник ЧитГУ». - Чита: ЧитГУ, 2006. - №1. - С. 162-168.
4. А. с. 1528075 СССР Е21 В 9/00. Способ проходки горных выработок / А.Г. Гудзь, А.Н. Шкуматов и др. (СССР) – Заявл. 21.12.1987; Зарегистр. в Гос. реестре изобр. 8.09.1989.
5. Шевцов М.Р. Стан технології й обґрунтування умов руйнування суцільного середовища гірських порід та будівельних конструкцій / М.Р. Шевцов, С.О. Калякін, І.В. Купенко, О.М. Шкуматов, О.І. Рубльова // Проблеми гірського тиску: Зб. наук. пр. - Донецьк: ДонНТУ, 2009. – Вип.17. – С.226-249.
6. Кравець В.Г. Комбінований метод утворення монотріщини при відділенні монолітів / В.Г. Кравець, В.В. Калюжна, О.П. Толкач, О.В. Шепітчак // Новые технологии подземного строительства и добычи полезных ископаемых: Мат. междунар. научн.-техн. конф. - Алчевск: ДонГТУ, 2008. - С. 147–151.
7. Шкуматов А.Н. Инструкция по совершенствованию технологии строительства сопряжений горных выработок на ш. «Украина» ГП «Селидовуголь». / А.Н. Шкуматов, В.А. Галоян. - Селидово: Селидовуголь, 2009. - 44 с.
8. А. с. 1577457 СССР Е21 В 9/00. Шпуровой заряд / А.Г. Гудзь и др. (СССР) – заявл. 02.01.1989; зарегистр. в Гос. реестре изобр. 08.03.1990.

© Шкуматов О. М., 2011.

### Аннотация

Предложено при строительстве сопряжений горных выработок применять невзрывное и взрывное разрушение массива. Описаны результаты лабораторных исследований разработанной технологии на цементно-песчаных моделях с применением невзрывчатого расширяющегося вещества НРВ-80. Приведены результаты апробации предложенных решений.

Ключевые слова: разрушение массива, технология.

### Abstract

An application of the explosive and non-explosive rockmass destruction for the construction of the mine excavations' connection is proposed. The results of the laboratory researches of the developed technology on cement – sand models with the use of non-explosive substance are described. Industrial approbations on the mines are resulted

Keywords: rockmass destruction, technology.