

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
„КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”

Скоростинська Оксана Павлівна

УДК 622.235.5

**ОЦІНКА СЕЙСМОБЕЗПЕКИ ОХОРОННИХ ОБ’ЄКТІВ
НАБЛИЖЕНИХ ДО РАЙОНІВ ПРОВЕДЕННЯ МАСОВИХ ВИБУХІВ НА
КАР’ЄРАХ**

Спеціальність - 8.05030101 «Розробка родовищ та видобування корисних
копалин»

Автореферат
дисертації на здобуття освітньо-кваліфікаційного рівня «магістр»

Київ – 2015

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут» Міністерства освіти і науки України на кафедрі геобудівництва та гірничих технологій.

Науковий керівник – доктор технічних наук, професор

Бойко Віктор Вікторович,

Інститут гідромеханіки НАН України.

завідувач лабораторії.

Захист відбудеться “19” червня 2015 року о 14 годині в Національному технічному університеті України “Київський політехнічний інститут” за адресою: 03057, Україна, м. Київ, просп. Перемоги, 37, корп. 22 (вул. Борщагівська, 115/3).

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Аналіз результатів досліджень і досвіду роботи гірничовидобувних підприємств з ефективного використання енергії вибуху свердловинних зарядів вибухових речовин (ВР), особливо в обмежених умовах розробки родовищ, показує постійну необхідність підвищення безпеки цього технологічного процесу. Це пов'язано із забезпеченням збереження промислових і цивільних об'єктів від впливу сейсмоефекту вибуху. Позитивне вирішення цього завдання значно ускладнюється при проведенні вибухових робіт у гірських масивах з карстовими порожнинами. Розташування об'єкта над порожниною додатково впливає на стійкість гірського масиву. У цьому випадку стійкість об'єктів, що охороняються, залежить як від потужності ґрунту, що знаходиться між порожниною і основою об'єкта, так і від ступеня впливу сейсмовибухових коливань ґрунту.

Обґрунтування закономірностей взаємодії сейсмовибухових хвиль у гірському масиві з карстовими порожнинами та розташованими над ними об'єктами і розроблення на цій основі безпечних параметрів масових вибухів, що забезпечить цілісність охоронних об'єктів і карстових порожнин являє актуальну науково-практичну задачу.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконувалась відповідно до «Загальнодержавної програми розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2030 року», а також плану наукових досліджень кафедри НТУУ «КПІ». Оцінка сейсмобезпеки охоронних об'єктів наближених до районів проведення масових вибухів на кар'єрах

Мета і задачі дослідження. Метою роботи є оцінка сейсмобезпеки охоронних об'єктів наближених до районів проведення масових вибухів на кар'єрах.

На прикладі забезпечення сейсмостійкості навколишніх наземних будівель й карстових порожнин під ними при проведенні вибухових робіт на кар'єрах в умовах закарстованих масивів порід.

Для досягнення поставленої мети визначені наступні задачі дослідження:

- виконати аналіз сучасних досягнень науки і практики із сейсмобезпеки охоронних об'єктів наближених до районів проведення масових вибухів на кар'єрах;
- проаналізувати сейсмічну дію вибуху в масиві гірських порід з природними та штучними порожнинами;
- оцінка сейсмобезпеки наземних будівель й карстових порожнин під ними, що наближені до районів проведення масових вибухів на кар'єрах
- з використанням експериментальних даних Інституту гідромеханіки НАН України визначити емпіричні коефіцієнти пропорційності та показники степенів затухання в формулі академіка Садовського.

Об'єктом дослідження є процес поширення сейсмічних хвиль у гірському масиві з порожнинами при проведенні вибухових робіт.

Предметом дослідження є взаємодія сейсмовибухових хвиль в гірському масиві з порожнинами при вибухових роботах на кар'єрах.

Методи дослідження. Розв'язання поставлених у роботі завдань здійснено шляхом аналізу оцінки сейсмобезпеки охоронних об'єктів наближених до районів проведення масових вибухів на кар'єрі ВАТ «Миколаївцемент»; техніко-економічного аналізу отриманих результатів; експериментальне дослідження через апаратне вимірювання параметрів сейсмічних хвиль по профільним лініям в напрямках житлових будинків територій села Піски; графоаналітичний метод.

Наукова новизна одержаних результатів, що виносяться на захист, представлена науковими положеннями, в яких вперше:

- встановленні емпіричної залежності швидкості коливань від приведеної маси заряду ВР та проведенні розрахунки сейсмобезпечних масштабів вибухових робіт на будівлі та карстові порожнини під ними;
- отримала розвиток формула розрахунку сейсмобезпечної маси зарядів ВР під час вибухів у кар'єрах з карстовими порожнинами, яка відрізняється урахуванням розмірів карстової порожнини в кожній свердловині на блоці.

Практичне значення одержаних результатів полягає в наступному:

- запропонований спосіб побудови геологічної структури колонки кожної свердловини просвердленої на блоці, який підлягає руйнуванню, по фактору енергоємності, яку витрачає буровий інструмент, в процесі їх свердління для складання паспорту свердловинних зарядів;
- обґрунтовано методику розрахунку сейсмобезпечних параметрів підривних робіт для визначення маси зарядів в кожній свердловині на блоці, що підлягає підриванню.

Дослідження виконані по даним ІГМ НАН України, які були виконані при проведенні підривних робіт на кар'єрі ВАТ «Миколаївцемент»

Апробація результатів. Основні результати роботи опубліковані в збірнику VII міжнародної науково-технічної конференції «Енергетика. Екологія. Чоловік», секція «Перспективи розвитку горного дела и подземного строительства» (Київ, 2015).

Особистий внесок здобувача в роботи, опубліковані в співавторстві:

врахування параметрів інертного проміжку по показнику енергоємності, витраченої буровим станком; аналіз результатів споживаної обертачем бурового інструмента в залежності від структури масиву гірських порід при проходці свердловини; постановка завдання, проведення розрахунку і аналіз результатів по забезпеченню оптимальних параметрів ВР.

Публікації. Основні положення дисертації опубліковані в 1 друкованій праці – стаття у фаховому виданні.

Структура й обсяг роботи. Дисертаційна робота складається із введення, п'ятих розділів, загальних висновків, списку використаних джерел з 113 найменувань на 13 сторінках, містить 14 рисунків, 11 таблицю. Загальний обсяг роботи становить 117 сторінок.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі висвітлено сучасний стан досліджень з проблем видобутку корисних копалин масивів гірських порід в т.ч. складноструктурних із застосуванням вибухових робіт та їх сейсмічну дію на навколишні наземні й підземні природні та інженерні об'єкти; обґрунтовано необхідність проведення наукових досліджень по темі магістерської дисертації і визначено її актуальність; показано зв'язок роботи з науковими програмами; сформульовано мету і задачі роботи, наведено характеристику обраних методів досліджень; зроблено висновки, що відображають наукову новизну результатів магістерської дисертації з фундаментальної і прикладної точок зору; висвітлено обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій; наведено особистий внесок здобувача в науковій праці. Наведено дані про практичне значення, а також про публікації, структуру і обсяг роботи.

У першому розділі виконано аналіз результатів відомих досліджень з проблем застосування енергії вибуху при відкритій розробці корисних копалин на кар'єрах для руйнування масивів гірських порід з одночасним допустимим рівнем сейсмобезпеки навколишніх наземних і підземних природних та інженерних об'єктів, що охороняються. Великий вклад у розвиток теорії й практики в даному напрямку внесли відомі вітчизняні й зарубіжні вчені: В. В. Бойко, Самєдов А.М., А. Ф. Булат, О. О. Вовк, Ю.І. Войтенко, В. В. Воробйов, В. Д. Воробйов, Е.І.Єфремов, А.Ю.Дриженко, Н. В. Зуєвська, В. Г. Кравець, П. З. Луговий, В.Д.Петренко, В. С. Прокопенко, Н. С. Ремез, А.М.Самєдов, О. М. Терентьев, К. Н. Ткачук, К. К. Ткачук, П.Й.Федоренко, А.В.Шапурин, В. Т. Трофимов, О. О. Фролов, М. О. Цитович, О. М. Шашенко й інші.

На сучасному етапі розвитку вибухових технологій на кар'єрах зі складною структурою масивів гірських порід важливою проблемою є розробка конструкцій свердловинних зарядів ВР, які б відповідали геологічній структурі колонок свердловин і які б, при їх використанні, одночасно були ефективно руйнуючими, для корінних порід, які складають блок та сейсмобезпечними, за межами кар'єрного поля, в зонах розташування охоронних об'єктів.

На базі цього автором магістерської дисертаційної роботи були поставлені названі раніше основні задачі та вибрані відповідні методи їх розв'язання.

Виконано аналіз відомих теоретичних і експериментальних досліджень методів розрахунку параметрів вибухових робіт з урахуванням властивостей порід, що руйнується, розроблених конструкцій зарядів і способи їх ініціювання, що забезпечило б якісне дроблення масивів порід в осередку вибуху з одночасним допустимим рівнем сейсмобезпеки в зоні будівель, в т.ч. побудованих над карстовими порожнинами, розташованих поблизу кар'єра.

Наукові, технічні й технологічні розробки в ряді випадків стосовно масивів гірських порід складної структури при проектуванні параметрів вибухових робіт (конструкції свердловинних зарядів й сітку їх розташування, питома витрата ВР, і ін.) хоча й направлені на підвищення ефективності і сейсмобезпеки вибуху, але відсутність в них даних, по глибині свердловини, щодо місця перетину корінних порід з пустотами, приводить до не прогнозованим і безпечним проявом вибуху. Це пов'язано з неякісним руйнуванням масивів гірських порід складної структури в осередку вибуху (викиди негабаритних блоків та підвищений розліт шматків породи) та збільшену сейсмічну дією вибуху на навколишні будівлі. Існуючі методи та конструкції свердловинних зарядів не враховують наявності в них порожнин й потенційні можливості формування, по колонці свердловини, в процесі зародження у ньому і передачі вибухового імпульсу, від бойовиків, в роботу руйнування корінних порід і не допустити дії заряду в прошарках з пустотами. В роботі на основі аналізу існуючих методів керування процесами формування полів напруг сформульовано вищевказані мета і задачі досліджень.

У другому розділі наведено результати досліджень, що складаються з декількох етапів: проведення аналітичного опису процесу буріння через основні кінематичні, силові та енергетичні параметри для взаємозв'язку їх з міцністю шарів середовища, по яким, з заданою глибиною свердловини, проходить буровий інструмент; побудова паспорту свердловин, щодо складу порід по її колонці.

Для побудови геологічної структури колонки необхідної для виготовлення паспортів кожної свердловини просвердленої на блоці, який підлягає руйнуванню, в роботі вирішувалась задача, щодо використання енергетичних показників, які витрачаються буровим інструментом, в процесі свердління свердловини, як в корінних породах, так і при взаємодії його в місцях перетину з порожнинами і які можуть бути прийняті в якості критерію оцінки енергоємності. Розв'язання задачі вибору критерію енергоємності технологічних процесів буріння свердловин на блоці проводилось за умови оцінки витрат енергоспоживання в залежності від міцності і структури по глибині свердловини яку проходить буровий інструмент. Таким чином визначений в роботі кількісний показник, який в повній мірі відображає, як властивості просвердлених порід, так і параметри сполученого процесу це критерій (показник) енергоємності.

Використовуючи гіпотезу Кірпічова–Кіка енергія, згідно якої затрачена для однакової зміни форми геометрично подібних і однорідних тіл, змінюється пропорційно об'ємам або масі цих тіл була одержана залежність для визначення потужності буріння, яка має вигляд:

$$N_6 = N_x \exp(e_p \Pi_6 / N_x) \text{ [Вт]} \quad (1)$$

де: N_x – потужність холостого ходу обертача бурового верстата, Вт; e_p – сума $e_1:e_2:....:e_p$ – енергоємність в залежності від міцності порід, по яким, з заданою глибиною свердловини, проходить шарошкове долото, Дж/м³; Π_6 – сумарна продуктивність бурового верстата, в залежності від міцності порід, по яким, з заданою глибиною свердловини, проходить шарошкове долото, м³/с.

Графічні залежності потужності, споживаної обертачем бурового верстата 2СБШ-250, від його продуктивності для різних типів гірських порід, які просвердлені буровим інструментом в межах однієї свердловини приведена на рис. 1. Порівняння їх експериментальних значень потужності, споживаної обертачем, з розрахунковими показує їх добру збіжність.

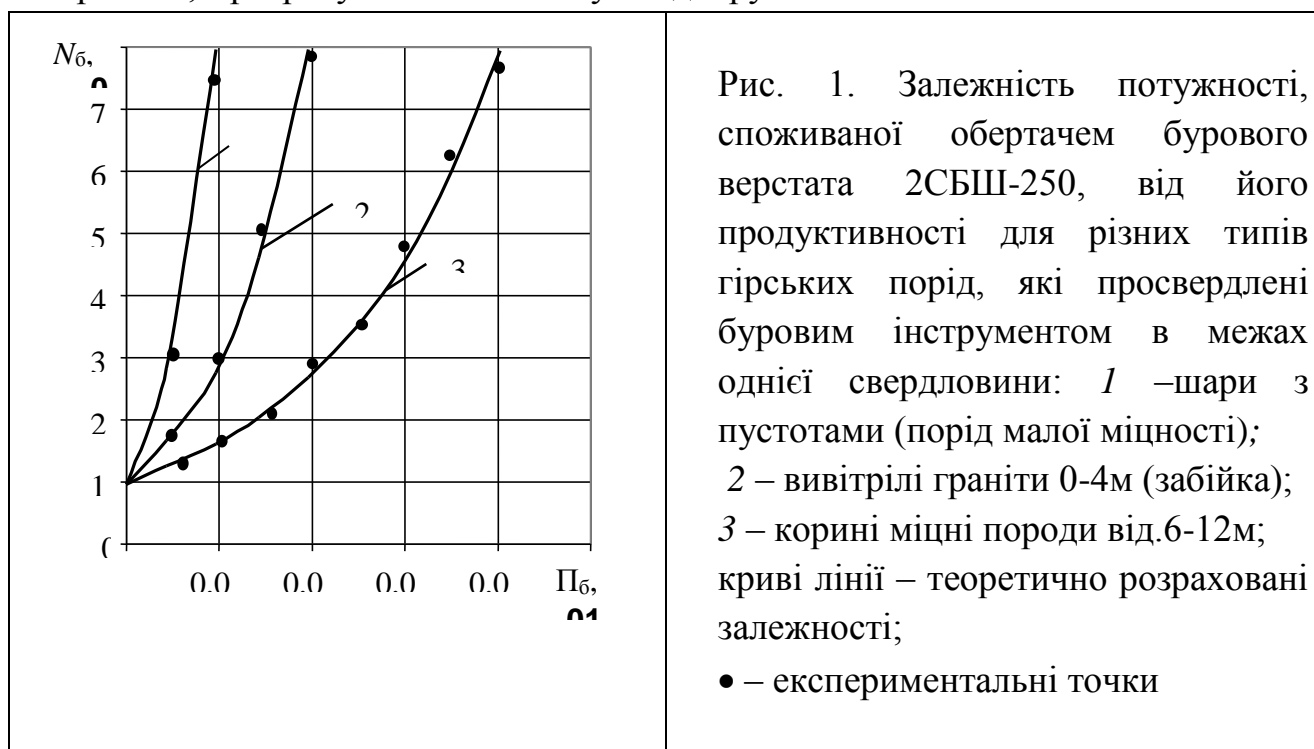


Рис.2 Графік зміни потужності, споживаної обертачем бурового інструмента верстата СБШ-250 в залежності від структури масиву в закарстованих гіпсах при прохідці свердловини.

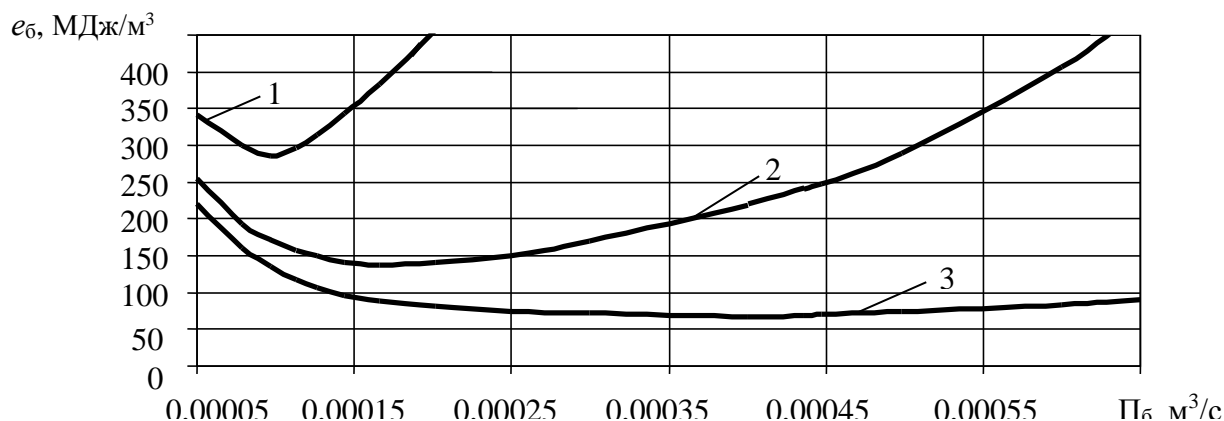


Рис. 2. Залежність енергоємності буріння від продуктивності буріння для різних типів гірських порід, які просвердлені буровим інструментом в межах однієї свердловини: 1 – шари порід малої міцності; 2 – вивітрілі граніти 0-4 м (забійка); 3 – корінні міцні породи від 6-12м;

Таким чином в умовах, коли по енерговитратах бурового станка на свердління погонного метра свердловини одержують її геологічну структуру, відповідно якої в роботі була розроблена конструкція свердловинного заряду, яка б забезпечити в часі і просторі локалізації енергії вибуху по глибині свердловини тільки в межах наявності корінних порід та відсутності ВР, де є карстові порожнини. В основу розробки конструкцій свердловинного заряду поставлено задачу підвищення якості подрібнення гірської породи та зниження сейсмоефекту за рахунок направлення енергії вибуху на корисну руйнівну дію перерозподілом її по глибині свердловини, розміщенням заряду ВР, в місцях залягання корінних порід типом вибухових речовин, який відповідає її міцності та відсутності ВР, де є пустоти або прошарки м'яких порід, розміщенням повітряних проміжків. Рис.3. На рис.3 приведена конструкція свердловинного заряду №2, яка побудована по потужності (графіку рис.2), споживаної обертачем бурового інструмента верстата СБШ-250, яка становила від 20 до 30 Вт і де в структурі масиву на глибині від 7,5 до 8,5м в колонці свердловини існує пустота, в якій не було розміщено заряду.



Рис.3 Конструкції свердловинних заряді з карстовими порожнинами:

1- набивка, 2 – заряд вибухової речовини над пустотою, 3- верхній проміжний детонатор (бойовик), 4- нижній проміжний детонатор (бойовик), 5 – повітряний

проміжок (включення пустоти), 6 – заряд вибухової речовини під пустотою, 7-нитки хвилеводів.

В результаті проведених вище досліджень для руйнування масивів гірських порід з пустотами розроблені конструкції свердловинних зарядів (рис.3а) і метод, який включає буріння свердловин, визначення (по ф-лі (1)), в процесі буріння кожної, глибину корінних порід (2,6) та прошарків з пустотами (5). Розміщення зарядів вибухової речовини і ініціаторів в свердловині розміщують над стелею (верхній-2) і постелею (нижній-6) карстової порожнини (5) і підривають з мікросекундним сповільненням з різнонаправленим ініціюванням із застосуванням проміжних детонаторів 3 і 4, встановлених на верхній та нижніх частинах зарядів 2 і 6.(рис.3).

Але для обґрунтування співвідношення швидкостей поширення детонаційної хвилі нижнього та верхнього детонаторів й визначення інтервалів їх внутрішньо-свердловинного ініціювання, щодо створення умови формування посиленого поля напруг (зустрічного ініціювання) в зоні розміщення корінних порід та не допущення використання енергії вибуху на негативну роботу (викиди блоків, розліт породи, підвищений сейсмоефект) в зоні включення з порожнинами надалі були проведені аналітичні дослідження, щодо формування детонаційними хвилями для управління полем напруг в середині таких конструкцій свердловинних зарядів приведені в наступному розділі.

У третьому розділі наведено результати вивчення процесу зустрічної детонації свердловинного заряду, поділеного пустотою, що складається з декількох етапів, основними з яких є: розповсюдження детонаційних хвиль від верхнього і нижнього зарядів ВР, які направлені в бік стелі та постелі карстової порожнини; результати аналітичних обґрунтування конструкцій таких свердловинних зарядів ВР; визначення перерозподілу в часі й просторі поля напруг, по всій висоті свердловини на основі вивчення дій детонаційних хвиль від двох зарядів, розділених порожниною.

У даному розділі приведені дослідження, щодо визначення механізму керування руйнуючими процесами, які вибірково дозволяють реалізувати, в середині приведеної на рис.3 в конструкції свердловинного заряду, потенційну енергію заряду ВР в руйнівну роботу корінної породи (зони 2,6) і не допустити прямої дії вибуху в зоні наявності карстів (5). Тому розглянемо механізм перерозподілу в часі й просторі поля напруг, по всій висоті свердловини на основі вивчення дій детонаційних хвиль від двох зарядів, розділених порожниною, які забезпечать прихід детонаційних хвиль, від верхнього проміжного детонатора (3), до стелі карстової пустоти (5), а від нижнього (4) - до її постелі. При цьому створюються умови змикання карстової порожнини, що дозволяє забезпечити ефективне руйнування корінних порід та уникнути шкідливої дії вибуху в повітряному проміжку порожнини. В подальшому проведемо розрахунки інтервалів сповільнення нижнього (4) і верхнього (3)

ініціюючих зарядів, із урахуванням місця їх розташування. При цьому, з урахуванням умов рівності суми часу приходу детонаційної хвилі від верхнього і нижнього ініціатора до стелини та постелі карстової порожнини відповідно, рівняння має вигляд:

$$(h_v / v_{vp} + h_n / v_{vp}) = t_v + t_n \quad (2)$$

Де: l_d - відстань від верхнього проміжного (3) детонатора до нижнього (4), м; h_n - висота порожнини, м; h_n - відстань від нижнього детонатора (4) до підосви порожнини (5), м; h_v - відстань від верхнього детонатора (3) до стелі порожнини (5), t_v, t_n - інтервали сповільнення верхнього і нижнього проміжних детонаторів відповідно, с; v_{vp} - швидкість детонації застосовуваного ВР, м/с. V_n - швидкість детонаційної хвилі в повітряному просторі пустоти, м/с.

Із рівняння (2) одержем залежності щодо визначення інтервалів сповільнення верхнього проміжного (t_v) та нижнього (t_n) детонаторів:

$$t_v = h_v / v_{vp}, \quad (3)$$

$$t_n = h_n / v_{vp}, \quad (4)$$

Для створення умов нижнього ініціювання $t_n=0$ й змикання карстової порожнини, яке досягається за умов одночасного приходу детонаційних хвиль від вибуху нижнього проміжного (3) детонатора до нижнього краю пустота, а від верхнього (4) до верхнього, в роботі визначено інтервал сповільнення (t_v) верхнього проміжного детонатора:

$$t_v = (h_n / v_{vp}) - (h_v / v_{vp}), \text{ с} \quad (5)$$

Проведені в даному розділі дослідження потребують розробки метода розрахунку ефективних конструкцій свердловинних зарядів і параметри сітки їх розташування для відбивки масивів гірських порід складної структури в т.ч. при наявності порожнин. Це залежить, у першу чергу від правильного вибору їх параметрів на стадії проектування. При цьому розрахункові значення параметрів повинні відповідати умовам висадження як за геометричними характеристиками розташування в плані підірваного об'єму порід, так і за витратами енергії вибуху на їх подрібнення. До того ж методика розрахунку в типових проектах повинна базуватися на досягненнях науки і практики. Проведені розрахунки ефективних параметрів сітки свердловин з порожнинами. При цьому необхідний ступінь дроблення складноструктурних порід досягається за рахунок більш повного і диференційованого обліку природних (міцність, потужність порожнини і т. п.) і технологічних (маси кожного свердловинного заряду, порядок їх ініціювання, орієнтування в просторі висаджуваного блоку і т. п.) чинників при проектуванні параметрів і виробництві вибуху. Стосовно блоків в яких корінні породи, в середині свердловини, чергуються з порожнинами, число яких при розробці горизонту здобичі може коливатися від 1 до 2, особлива увага була приділена до

визначення основних параметрів сітки свердловин з урахуванням конструкції заряду і їх ініціювання приведені в 2-му розділі. Додатково враховувалось і місце розташування свердловин щодо порожнин у висаджуваному блоці. Ця вимога реалізована щодо визначення маси свердловинного заряду «Q» в залежності від $h_{\text{п}}$ висоти (потужності) порожнини. Значення «Q» необхідно зменшити в порівнянні з таким для корінних порід (без порожнини), виходячи з радіусу дроблення $r_{\text{д}}$ одиночного заряду. При наявності порожнини з потужності $h_{\text{п}}$ величину «Q» слід знаходити комплексно з урахуванням її сумарної потужності і сітки свердловин. В загальному випадку, як було приведено в попереднім розділі, визначенні, на основі зміни потужності, споживаної обертачем в процесі буріння кожної свердловини, одержані конструкції свердловинних зарядів щодо розташування порожнин приведені рис.4 для яких проведемо розрахунки параметрів сітки свердловин.

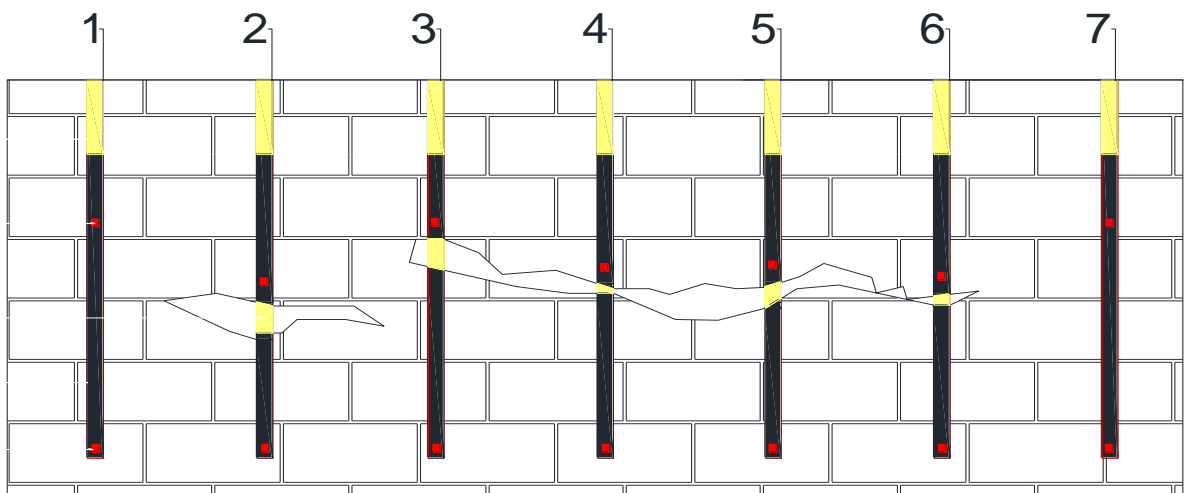


Рис. 4 Схема розміщення свердловинних зарядів в масиві закарстованих гіпсів на прикладі розрізу по першому ряду блока, який підривається 7-ма свердловинними зарядами конструкції, яких визначені по потужності, споживаної обертачем бурового інструмента верстата СБШ-250 в залежності від структури масиву гірських порід при проходці кожної із 7-ми свердловин, глибиною 12,5 м .

В практичних розрахунках чисельне значення a визначається з порівняння роботи вибуху, що затрачує на дроблення середовища з порожнинами, і виражається через об'єм руйнування $V_{\text{д}}$ від вибуху одиночного циліндрового заряду. При цьому об'єм руйнування є об'ємом параболоїда обертання:

$$V_{\text{д}} = 0.5 \cdot \pi \cdot r_{\text{д}}^2 \cdot h_{\text{в.д.}} \quad (6)$$

де $h_{\text{в.д.}}$ – глибина воронки дроблення, м; $r_{\text{д}}$ – радіус дроблення, м (визначається розрахунками або досвідченими вибухами одиночних шпурових

(свердловинних) зарядів ВР по характерних зонах масиву порід і за розмірами воронок дроблення).

При розрахунку відстаней між зарядами у ряді «а» і між рядами «b» була дотримана умова, при якій радіуси дроблення сусідніх одиночному заряду перекриваються на одну третину. З урахуванням цього отримаємо відстані між свердловинами в ряду а і між рядами b руйнування середовища з круглою зоною:

$$a = 1.5 \cdot r_d ; \quad r_d = \frac{a}{1.5} \quad (7)$$

$$V_d = \frac{\pi \cdot a^2}{4.5} \cdot h_{в.д.}, \quad a = \sqrt{\frac{V_d \cdot 4.5}{\pi \cdot h_{в.д.}}} \quad (8)$$

Маса свердловинних зарядів розпушування при уступному відбиванні при відомій питомій витраті ВР визначається за формулою:

$$Q = qaW_{\pi}H, \quad (9)$$

де q - відома питома витрата ВР, кг/м³; a - відстань між свердловинами в ряду, м; W_{π} - лінія опору по підшві уступу, м; H - висота висаджуваного уступу, м.

Маса свердловинного заряду за місткістю:

$$Q = (L_{св} - h_{пор} - h_{зab}) \cdot P$$

$$L_{св} = H + h_{пер}$$

$$Q = (H + h_{пер} - h_{пор} - h_{зab}) \cdot P, \text{ кг} \quad (10)$$

$L_{св}$ - довжина свердловини, м; $h_{пер}$ - довжина перебуру, м; $h_{пор}$ - висоти порожнини, м; $h_{зab}$ - довжина забивки у свердловині; P - місткість 1 м свердловини, кг/м.

При заряджанні свердловин, що знаходяться в тілі порожнини, колонку заряду формують з розміщенням його над стелею (верхній-2) і постелею (нижній-6) карстової порожнини і розраховують її масу. При цьому параметри сітки (відстаней між зарядами у ряді «а» і між рядами «b») не змінюються і «а» розраховується по формулі (7), а «b» при короткосповільненому підриванні по ф-лі $b=0,95W_{\pi}$. Решту параметрів розраховують згідно типовому проекту на виробництво вибухових робіт. Так відповідно рис.4 маса свердловинних зарядів 1-ї та 7-ї розраховується традиційним методом, а для інших 2-6 свердловин по ф-лі (15) в залежності від висота порожнини, яку перетинає кожна ця свердловина. Приведені вище розділи присвячені дослідженням методів розрахунку параметрів вибухових робіт з урахуванням властивостей порід (в т.ч. складної структури), що руйнуються, що дозволило розробити конструкції зарядів і способи їх ініціювання, які забезпечують якісне дроблення масивів порід в осередку вибуху.

У четвертому розділі викладено результати дослідження розрахунку сейсмобезпечних параметрів вибухових робіт для відбивки масивів гірських порід складної структури в т.ч. при наявності порожнин. Наведені результати дослідження сейсмічної дії вибуху зарядів ВР на будівлі різного технічного стану, які розташовані на територіях, прилеглих до кар'єрного поля і побудовані над порожнинами. На останні сейсмобезпечність масового вибуху забезпечується обмеженням допустимої маси заряду ВР при миттєвому підриванні в максимальній групі, що дозволяє створити умови збудження сейсмовибухових хвиль з параметрами (швидкістю коливань ґрунтової основи будівлі і на частоті), у межах існуючих допустимих норм.

Розглянуті інженерно-геологічні і гідрогеологічні умови діючих кар'єрів, як в зонах безпосереднього проведення вибухових робіт (осередок вибуху) так і територій на яких розташовані над кастовими порожнинами будівлі. Ці данні використані для розробки конструкцій свердловинних зарядів, розрахунку сітки і визначення сейсмобезпечних районів масивів порід з порожнинами. Складно-структурність профілів масивів гірських порід, які складають між місцем проведення вибухових робіт й територій на яких розташовані над кастовими порожнинами будівлі, привів до необхідності рішення задачі по вивченню виникнення різних типів хвиль, збуджених масовими вибухами, з метою встановлення домінуючої, яка впливає на їх стійкість.

Розглянуто дію розповсюдження сейсмічних хвиль та трансформація їх в залежності від гірничо-геологічних умов їх складно-структурність й місця розташування порожнини по відношенню до фундаменту будівлі. Таким чином на фундамент через ґрунтову основу діють прямі хвилі та відбиті об'ємні. Рис.5.

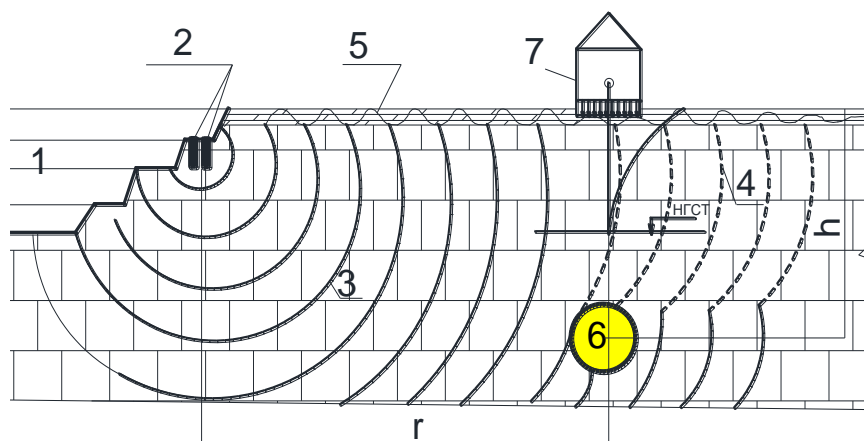


Рис.5. Схема розповсюдження сейсмічних хвиль та трансформація їх в гіпсовому масиві з порожниною: 1 – кар'єр; 2 – підриває мий блок; 3 – фронт об'ємних хвиль; 4 - фронт відбитих від стелі порожнини об'ємних хвиль; 5 – поверхневі сейсмічні хвилі в м'яких ґрунтових масивах; 6 – карстова порожнина; 7-будівля над порожниною; r - відстань від осередку вибуху до об'єктів, що охороняються; h – глибина розташування карстової порожнини

(висота товщі ґрунту над порожниною); НГСТ- лінії нижньої границі товщі, що стискується (епюра природного статичного тиску ґрунту $P_{\delta z}$, кН/м²).

Напруження та відносні деформації, які трансформуються від об'ємних хвиль прямо пропорційні амплітуді швидкості коливань й частоті. Тому останні є найбільш зручними для характеристики сейсмічної дії вибуху, як для поверхневих будівлі так і на стійкість стелі й підшви, розташованої під нею, порожнини. Рішення задачі, щодо визначення максимальної амплітуди швидкості по домінуючій хвилі для оцінки сейсмічної стійкості порожнини та будівлі над нею, по допустимій швидкості коливань частинок ґрунту проводилось з метою розрахунку допустимих масштабів масових вибухів.

Із сейсмограм коливань ґрунту при вибухах на прикладі Щирецького кар'єру, встановлено, що максимальні амплітуди коливань ґрунту належать поверхневим низькочастотним (3- 4 Гц) хвилям, а в об'ємних високочастотних (16 -30Гц) хвилях амплітуда коливань в 1,5 -3,0 рази менша в порівнянні з поверхневими.

Незважаючи на те, що частота коливань ґрунту в поверхневих хвилях R практично співпадає з частотою власних коливань будівель над пустотами, резонансних явищ не спостерігалось, розкачка охоронних будівель була відсутня. Це пояснюється короткою дією коливального процесу ґрунту в поверхневій хвилі (біля 1с) на охоронні об'єкти.

Із спектрограм коливань ґрунту встановлено, що енергоємними частотами коливань в районі будівель є діапазон низькочастотних коливань 2 – 5 Гц, що пов'язано як з типом ВР, конструкцією зарядів, так і з віддаленістю будівель від місць ВР, коли високочастотні коливання швидко затухають, а також наявності товстих шарів м'яких ґрунтів, що лежать на скельних породах з пустотами.

Незважаючи на те, що обмеження на параметри вибуху забезпечують сейсмобезпеку, але ситуація сейсмостійкості житлових будівель над порожнинами неординарна, непередбачувана і в більшій мірі залежить не від міцності будинків і не стільки від мінімальних сейсмовибухових коливань ґрунту, а на скільки інтенсивність цих хвиль забезпечить цілісність карстових порожнин (відсутність провалів). Тому завданням підприємствам, які ведуть відробку гіпсів в кар'єрах ставилось не перевищувати рівень інтенсивності коливань, як на будівлі так і на стінки карстової порожнини під ними. Врахування сейсмічної дії вибухових робіт проводились, як на будівлі по інтенсивності поверхневих хвиль так і на стійкість карстових порожнин над нею по інтенсивності об'ємних хвиль.

Сейсмологічна ситуація в с. Піски, пов'язана з наявністю карстових явищ, не регламентована до цього часу нормативними документами і є складною. Інтенсивність коливань ґрунту в селі становить 0,018-0,03 см/с, що майже в 7 разів менше 1 балу по сейсмічній шкалі і на порядок менше допустимої

інтенсивності коливань для будинків, які мають тріщини, але знаходяться на масиві порід, що не має карстових явищ

У п'ятому розділі викладено матеріали по охороні праці і безпеці в надзвичайних ситуаціях. Наведено основні негативні чинники, що можуть бути загрозою для життя та здоров'я людей і призвести до матеріальних збитків. Надано рекомендації щодо зменшення негативного впливу під час ведення буро-вибухових робіт і зниженню сейсмічної дії вибухів на кар'єрі.

ВИСНОВКИ

На прикладі забезпечення сейсмостійкості навколишніх наземних будівель й карстових порожнин під ними при проведенні вибухових робіт на кар'єрах в умовах закарстованих масивів порід було визначено визначені наступні задачі дослідження:

- виконано аналіз сучасних досягнень науки і практики із сейсмобезпеки охоронних об'єктів наближених до районів проведення масових вибухів на кар'єрах;
- проаналізовано сейсмічну дію вибуху в масиві гірських порід з природними та штучними порожнинами;
- проведено оцінку сейсмобезпеки наземних будівель й карстових порожнин під ними, що наближені до районів проведення масових вибухів на кар'єрах;
- з використанням експериментальних даних Інституту гідромеханіки НАН України визначено емпіричні коефіцієнти пропорційності та показники степенів затухання в формулі академіка Садовського.

Основні положення і результати магістерської дисертації опубліковані в роботі:

1. Скоростинська О.П. Забезпечення сейсмостійкості охоронних об'єктів і карстових порожнин під ними при проведенні вибухових робіт в кар'єрах / О.П. Скоростинська, В.В. Бойко // Матеріали VII Международной научно – технической конференции «Энергетика. Экология. Человек» (конференция молодых учёных – аспирантов и магистрантов) Секция «Перспективы развития горного дела и подземного строительства». Сб. науч. трудов. Вып. 6. – К.: Підприємство УВОІ «Допомога УСІ». – 2015. – С. 87–92.