

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Журавель Вікторія Василівна

УДК 622.235

**«УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ
СВЕРДЛОВИННИХ ЗАРЯДІВ В УМОВАХ ПАТ
«СТАРОКОСТЯНТИНІВСЬКИЙ СПЕЦІАЛІЗОВАНИЙ КАР'ЄР»**

Спеціальність – 184 Гірництво
Спеціалізація – «Розробка родовищ та видобування корисних копалин»

АВТОРЕФЕРАТ
магістерської дисертації на здобуття ступеня магістра

Київ 2018

Дисертація є рукописом:

Робота виконана на кафедрі геоінженерії та геотехнологій Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Науковий керівник: проф., д.т.н., проф. Зуєвська Н.В., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Захист відбудеться « » грудня 2018 р. о на кафедрі геоінженерії Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» за адресою: м. Київ, вул. Борщагівська 115, ауд. 511.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність роботи. У сучасних умовах розвитку відкритих гірничих робіт першорядне значення в їх інтенсифікації відводиться буровибуховим роботам. Такі найважливіші елементи інтенсифікації сучасного виробництва, як концентрація гірничих робіт, комплексна механізація технологічних процесів, високий рівень їх організації, можуть бути успішно реалізовані тільки на основі створення запасів підірваної гірничої маси високої якості за ступенем дроблення. Це забезпечить незалежну роботу буропідривного і вантажно-доставочного комплексів, найбільш повне і ефективно використання вантажного і транспортного устаткування.

Тривалими дослідженнями різних авторів встановлено, що конструкція забійки грає істотну позитивну роль в роботі вибуху: вона забезпечує повноту детонації ВР і, тим самим, виділення найбільшої кількості енергії вибуху заряду з даними параметрами; збільшує тривалість імпульсу вибуху а, отже, ступінь використання енергії вибуху, а також запобігає небезпечний розкид шматків породи газами вибуху в процесі їх закінчення через гирло свердловини.

Рациональні параметри забійки залежать від багатьох факторів, характеризуються властивостями ВР і забієчного матеріалу, конструкцією заряду, а також середовищем, в якому проводиться вибух.

Тому дослідження з метою вдосконалення конструкції свердловинних зарядів є актуальною задачею, оскільки саме від конструкції заряду залежить інтенсивне дроблення гірської породи, що дозволяє зменшити кількість виходу негабариту.

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

Магістерську роботу виконано на кафедрі геобудівництва і гірничих технологій Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» відповідно до плану наукових досліджень кафедри і є складовою частиною НІР «Наукові основи ресурсозберігаючих технологій гірництва та геотехнічного будівництва» (№ДР 0115U005398), в якій автор брав участь.

Метою дисертації є вдосконалення конструкції свердловинного заряду для підвищення інтенсивності дроблення гірської породи та зменшення кількості виходу негабариту.

Основними задачами досліджень є:

- 1) встановити динаміку руйнування у верхніх зонах свердловинного заряду;
- 2) виявити закономірності впливу розміру забивки на ефективність руйнування
- 3) провести математичні розрахунки з метою збільшення інтервалу часу вильоту.

Об'єктом дослідження – процеси проведення вибухових робіт при розробці щебневих кар'єрів

Предметом дослідження - способи і параметри формування конструкції свердловинних зарядів на кар'єрах .

Методи дослідження: в даній магістерській роботі використовувався комплекс сучасних наукових методів дослідження: аналіз та узагальнення науково-технічних досліджень проведення вибухових робіт, промислові дослідження, статистичне опрацювання результатів із використанням засобів обчислювальної техніки, аналіз та інтерпретація отриманих результатів.

Наукова новизна одержаних результатів:

- встановлено допустимі значення швидкості вильоту забивки та час, які гарантують довшу дію ПД на гірську породу ;
- визначено що застосування сучасної емульсійної речовини підвищує тиск на стінки свердловини до 47 МПа, що в свою чергу зменшує швидкість вильоту забивки до 122 м/с.

Практичне значення одержаних результатів:

- обґрунтовані технологічні параметри свердловинної архітектури для ефективного подрібнення на щебневих кар'єрах;

- розроблено алгоритм визначення швидкості руху забійки на вплив часу вильоту

Апробація результатів магістерської дисертації.

Основні положення та окремі результати роботи доповідалися та обговорювалися на I науково-технічній конференції магістрантів ІЕЕ (за результатами дисертаційних досліджень магістрантів) (м. Київ, 2018 р.).

Публікації.

Результати дисертації роботи опубліковано у 2 наукових працях, в тому числі 2 - в матеріалах конференції.

Ключові слова: блок, напружено – деформований стан, гірський масив, видобуток блоків , тріщинуватість.

Структура та обсяг роботи. Дисертація складається із вступу, 5 розділів, висновків і списку використаних джерел. Загальний обсяг дисертації становить ... сторінок з .. рисунками, 6 таблицями, списком літературних джерел з .. найменувань.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтована актуальність теми роботи, сформульовані мета, ідея і задачі досліджень, визначена наукова новизна та практичне значення одержаних результатів.

У **першому розділі** проведено літературний аналіз та огляд конструкцій свердловинних зарядів. Встановлено, що один із основних способів підвищення ефективності вибуху – це застосування надійної забивки. Значна кількість теоретичних і в основному експериментальних робіт обумовлена тим, що вибухові роботи здійснюються з різною метою: розпушування породи, утворення порожнин і профільних виїмок і ін. і в різноманітних за структурою і фізико-механічними властивостями породах.

Раціональні параметри забивки залежать від багатьох факторів, характеризують властивості ВР і забивного матеріалу, конструкцію заряду, а також середовище, в якому проводиться вибух.

Розглянуті технічні правила ведення вибухових робіт на денній поверхні «Єдині правила безпеки при вибухових роботах»

У **другому розділі** розділі розглянуто гірничо-геологічні і гірничо-технічні умови Красносілківського родовища. Основною продукцією, що випускається, є щебінь фракцій 5-10 мм, 5-20 мм, 10-20 мм, 20-40 мм, 40-70 мм, кам'яний відсів, камінь бутовий. Випущена продукція використовується на Україні та за її межами для будівництва та ремонту доріг. Проектна потужність підприємства по видобутку гірничої маси – 372,0 тис. м³, розкривних робіт – 100 тис. м³.

Корисними копалинами на Красносілецькому родовищі є кристалічні породи, зображені гранітами, мігматитами, гнейсами і пегматитами.

Граніти і пегматити свіжі характеризуються близькими значеннями всіх показників якості. Вони є якісною сировиною для виготовлення щебеню із природного каменю для будівельних робіт ДСТУ Б.В. 2.7.-75-98.

Помірно-континентальний клімат району характеризується середньорічною температурою $+8^{\circ}\text{C}$. Мінімальна температура найбільш холодного місяця – січня становить -31°C , найбільш теплого, липня – $+31^{\circ}\text{C}$.

Річна кількість опадів складає 300-800 мм, висота снігового покриву – 12-50 см, глибина промерзання ґрунту – 0,8 м.

Розрахунковий строк служби кар'єру по основній корисній копалині складе 38 років.

Стан запасів

Категорія запасів	Всього розвідано запасів на родовищі	Стан балансових запасів на 1.01.2017 р.	Видобуток За 2017рік	Розвідка(+збільшення,-зменшення)	Балансові запаси на 1.01.2018 р.
A	3530,83	3229,224	347,281	+87,4	2969,343
B	4478,0	4478,0	-	-	4478,0
C1	3282,25	3282,25	3,6	-	3278,65
A+B+C1	11291,08	10989,474	350,881	+87,4	10725,993

Продуктивність кар'єру 270 тис м^3 основної корисної копалини в щільному тілі на рік. З врахуванням втрат при транспортуванні (0.3%) та при переробці корисної копалини (0.25%), середньорічна продуктивність кар'єру по видобутку основної корисної копалини повинна становити 374.05 тис м^3 в щільному тілі на рік.

Родовище розкрито загальною траншеєю внутрішнього закладання, яка розташована в північній і північно-східній частині родовища. Система розробки родовища - транспортна з зовнішнім відвалоутворенням. На теперішній час в кар'єрі розкрито три добувні горизонти, які розташовані на горизонтах: I - +245м, II - +230м, III - +215м. Висота добувних уступів - 12- 15м. Загальна глибина кар'єру становить – 47м. Проектна позначка підшви кар'єру - +198 м.

Корисна копалина розробляється із попереднім розпушуванням буропідривними роботами методом свердловинних зарядів. Буріння свердловин проводиться станками ударно-обертального буріння Atlas Copco L6H.

Розділення негабариту провадиться механічним способом - за допомогою бутобою Indeco-5000, встановленого на екскаваторі Hitachi-330. Навантаження підірваної гірничої маси здійснюється екскаватором ЕКГ-5А з ковшем 5.0 м³ і Hitachi-450 з ковшем 2,6м³.

Пухкі розкривні породи безпосередньо розробляються гідравлічним екскаватором Sunni-460 з ковшем 1,9м³.

Транспортування гірничої маси для перероблення на ДСЗ здійснюється - автосамоскидами VolvoA40D (37т), породи розкриву транспортуються у зовнішній відвал, який розташовано біля південно-західного контуру родовища, автосамоскидами VolvoA40D (37т). Відсипання відвалу здійснюється ярусами 20 м.

Для водовідливу середньодобового припливу 6940 м³ використовується два насоси Д-320/60 (два робочих і один-резервний) подачею 320м³/год при напорі 60м. Вода, що скидається з кар'єру, попадає у водовідливну канаву, що пройдена біля південно-східного борту, і далі в р. Случ, частково використовується для технічного водопостачання при промивці щебеню.

Для виконання гірничих робіт в кар'єрі в наявності є в достатній кількості наступне обладнання: екскаватор ЕКГ-5А-1 шт, екскаватор Hitachi-450 - 1 шт, Hitachi-330 - 1 шт, Hitachi-330 - 1шт, бульдозер - ДЗ-171 на базі трактора Т-180 - 1шт, бульдозери ДЗ-110А на базі трактора Т-130 - 2 шт, буровий станок Atlas Copco L6H - 1 шт, бутобій Indeco-5000 - 1шт. Транспортування гірничої маси для переробки на щебінь і розкривних порід у відвали провадиться власним автотранспортом - автосамоскидами VolvoA40D.

В третьому розділі розглянута ЕВР (емульсійна вибухова речовина) «Анемікс». Емульсійна ВР, має немонотонну залежність швидкості детонації від щільності заряду (Рис.1). При збільшенні щільності заряду швидкість детонації зростає, досягає максимуму, при подальшому зростанні щільності заряду швидкість детонації падає. Цьому факту не було дано пояснення - адже з ростом щільності заряду зростає вміст емульсії (пального компонента ВР).

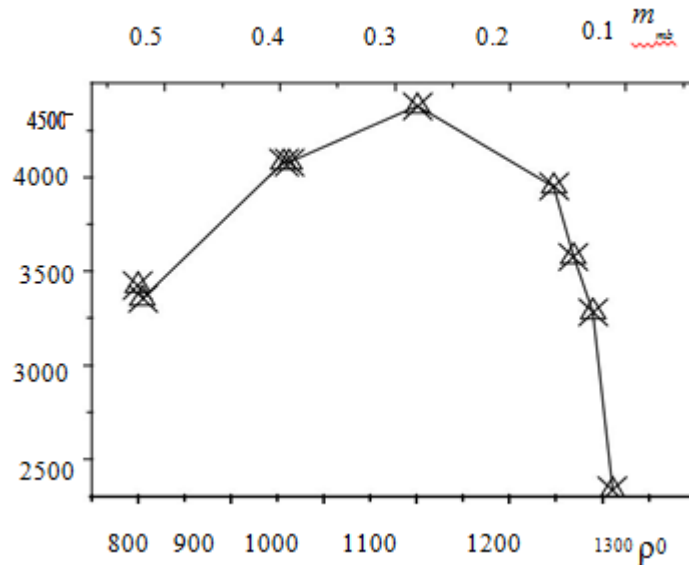


Рис.1 Немонотонність швидкості детонації емульсійних ВВ залежно від щільності заряду ρ_0 або об'ємної частки мікросфер m .

Виходячи з динаміки взаємодії детонаційної хвилі у верхньому торці подовженого заряду з забивкою, перша стадія включення її в роботу полягає у проходженні ударної хвилі тілом забивки до верхнього її торця, утворення відбитої хвилі розрідження в зворотному напрямку, відповідному ослабленні структурної міцності матеріалу забивки та частковому його переміщенні в осьовому напрямку в сторону від заряду. Наступний етап включає процеси, що полягають у деформуванні забивки, її розпиранні в зарядній порожнині та зростанні сили тертя між забивкою і стінками порожнини. При цьому роль матеріалу забивки має менше значення порівняно з впливом зусиль та з деформаціями, які в ньому розвиваються.

Отже, втрутитись в згадані процеси потрібно ще на стадії виникнення ударної хвилі в матеріалі забивки шляхом скерування її фронту в напрямку, відмінному від осевого. Це можливо досягти шляхом зміни форми нижньої торцевої частини забивки.

Встановити можливості впливу на ефективність роботи забивки можливо через зміну форми її нижнього торця, що контактує з подовженим зарядом безпосередньо або через повітряний проміжок.

В данній роботі було розглянуто три найбільш традиційні забивки: пісок, глина та їх суміш. Було проаналізовано забійку- суміш піска з глиною, оскільки вона є найбільш поширеною та часто застосовуваною. В умовах ПАТ «Старокостянтинівський спеціалізований кар'єр» запропоновано удосконалення конструкції забійки, шляхом використання запаяного рукава з поліетилену у формі півсфери (рис.2) діаметром більше діаметра свердловини в який засипаються кульки з пінополістиролу та суміш (пісок-глина 1:3), з метою поліпшення дроблення верхньої частини гірського масиву і зменшення виходу негабариту.

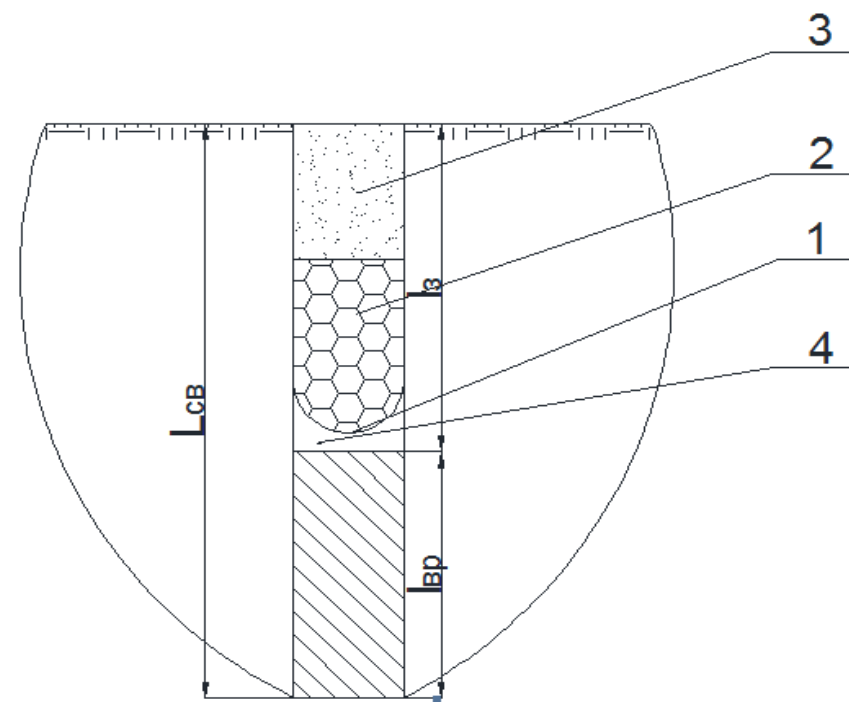


Рис.2 – конструкція свердловинного заряду.

1-запаяний рукав з поліетилену,2- кульки з пінополістиролу, 3-суміш (пісок-глина 1:3),4- повітряний проміжок.

Для вивчення ефективності конструктивних елементів забивки в подовженому заряді виконано математичне моделювання, в якому було проведено оцінку швидкості і часу руху всередині свердловини, забійки із сипучих матеріалів.

Прийняли, що середній тиск вибухових газів при русі забійки в середині шпура змінюється по закону $\bar{P}V^3 = const$

Для забійки пісок-глина:

Середній тиск на торець забійки

$$\bar{P} = \frac{4,7 \times 10^9}{2} \times \frac{11}{16,5 - 11 - 1,65} \left[1 - \left(\frac{11}{16,5 - 1,65} \right)^2 \right] = 3,8 \times 10^9 \text{ Па}$$

Швидкість руху забійки

$$v = \sqrt{\frac{2 \times 3,8 \times 10^9}{1710 \times 1,65} e^{-2,05 \times 1,65} (16,5 - 11 - 1,65)} = 529 \text{ м/с}$$

Час руху забійки в шпурі знаходимо з умови, що забійка і її центр мас до початку вильоту проходить відстань $S = L - l_{\text{ВВ}} - l_3$ зі швидкістю v :

$$t = \frac{16,5 - 11 - 1,65}{529} = 0,007 \text{ м/с}$$

Для удосконаленої комбінованої забійки:

Середній тиск на торець комбінованої забійки

$$\bar{P} = \frac{4,7 \times 10^9}{2} \times \frac{11}{16,5 - 11 - 1,65} \left[1 - \left(\frac{11}{16,5 - 1,65} \right)^2 \right] = 3,8 \times 10^9 \text{ Па}$$

Швидкість руху забійки

$$v = \sqrt{\frac{2 \times 3,8 \times 10^9}{(1710 + 1060) \times 1,65}} e^{-(2,05 + 3,3) \times 1,65} (16,5 - 11 - 1,65) = 122 \text{ м/с}$$

Час руху забійки в шпурі знаходимо з умови, що забійка і її центр мас до початку вильоту проходить відстань $S = L - l_{\text{ВВ}} - l_3$ зі швидкістю v :

$$t = \frac{16,5 - 11 - 1,65}{122} = 0,031 \text{ м/с}$$

Отже, в результаті розрахунків, затримка продуктів детонації в свердловині з комбінованою забійкою на $\Delta t = 0,024$ м/с більше, чим з забійкою із суміші пісок-глина. Таким чином, у разі застосування комбінованої забивки газоподібні продукти детонації на $0,024$ м/с діють довше на гірську породу. Питомі витрати ВР зменшились на $0,024$ кг/м³, при цьому збільшилась швидкість проведення робіт.

У **четвертому** розділі наведений стартап-проект.

Застосування нової комбінованої конструкції забивки меншої довжини і збільшеним часом вилітання дозволить більш ефективно використовувати енергію газів на подрібнення породи, що на 7% знижує вихід (з 10% до 3%) негабариту. Це в свою чергу знижує витрати на подрібнення негабариту з 40 тис.грн до 18 тис.грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Проведено літературний аналіз та огляд конструкцій свердловинних зарядів. Встановлено, що один із основних способів підвищення ефективності вибуху – це застосування надійної забивки.

2. встановили динаміку руйнування у верхніх зонах свердловинного заряду.

3. визначено що застосування сучасної емульсійної речовини підвищує тиск на стінки свердловини до 47 МПа, що в свою чергу зменшує швидкість вильоту забивки до 122 м/с

4. в результаті розрахунків, затримка продуктів детонації в свердловині з комбінованою забійкою на $\Delta t = 0.024$ м/с більше, ніж з забійкою із суміші пісок-глина. Таким чином, у разі застосування комбінованої забивки газоподібні продукти детонації на 0,024 м/с діють довше на гірську породу. Питомі витрати ВР зменшились на 0,024 кг/м³, при цьому збільшилась швидкість проведення робіт масивів в глибині і на поверхні, до деформацій інженерних споруд, кріплень гірничих виробок, викликають землетруси, прострілювання гірських порід і гірські удари.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ

1. Основі положення та окремі результати роботи доповідалися та обговорювалися на I науково-технічній конференції магістрантів ІЕЕ (за результатами дисертаційних досліджень магістрантів) (м. Київ, 2018 р.).

АНОТАЦІЯ

Журавель В.В. «Удосконалення конструкцій свердловинних зарядів в умовах пат «старокостянтинівський спеціалізований кар'єр». – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня магістра за спеціальністю 184 – Гірництво – Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, 2018..

Дисертація присвячена удосконалення конструкцій свердловинних зарядів.

визначено що застосування сучасної емульсійної речовини підвищує тиск на стінки свердловини до 47 МПа, що в свою чергу збільшує швидкість вильоту забивки до 529 м/с;

запропоновано нове вирішення проблеми інтенсивності дроблення гірської породи, за рахунок удосконалення конструкції забивки шляхом використання поліетиленового рукава, який наповнюють спочатку кульками з пінополістеролу та сумішшю піска з глиною;

доведено, що затримка продуктів детонації в свердловині з комбінованою забійкою на $\Delta t = 0.024$ м/с більше, чим з забійкою із суміші пісок-глина. Таким чином, у разі застосування комбінованої забивки газоподібні продукти детонації на $0,024$ м/с діють довше на гірську породу. Питомі витрати ВР зменшились на $0,024$ кг/м³, при цьому збільшилась швидкість проведення робіт.

Ключові слова: забивка, вибухові роботи, свердловинний заряд, контрукція заряду.

SUMMARY

Zhuravel V. -Improvement of well borehole structures in the conditions of Starokostyantyniv Specialized Career. - The manuscript.

Thesis for a Master's degree in specialty 184 - Mining - National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kiev Polytechnic Institute", Kyiv, 2018. The dissertation is devoted to the improvement of the designs of borehole charges. It was determined that the use of a modern emulsion substance increases the pressure on the walls of the well to 47 MPa, which in turn increases the speed of the discharge to 529 m/s;

A new solution to the problem of the intensity of crushing of rock is proposed, due to the improvement of the design of the filling by using a polyethylene sleeve, which is first filled with foam polystyrene and sand mixture with clay; It is proved that the delay of products of detonation in a well with a combined shot on $\Delta t = 0.024$ m / s is greater than that of a sand-clay mortar. Thus, in the case of a combined shot, gaseous detonation products at 0.024 m / s are longer on the rock. Specific costs of BP decreased by 0.024 kg / m³, while the speed of work was increased.

Key words: scoring, blasting, well bore, contraction