

ВІДГУК

офіційного опонента Воробйова Віктора Васильовича на дисертаційну роботу Закусила Романа Васильовича на тему:

“ Наукові основи впровадження низькошвидкісних процесів детонації на відкритих гірничих роботах”, подану на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.15.03 – відкрита розробка родовищ корисних копалин

Актуальність теми дисертації.

Проведення буропідричних робіт (БПР) на кар'єрах України характеризується значними втратами енергії вибуху. Це можна пояснити як природою вибуху, так і недосконалістю процесів проектування і ведення вибухових робіт. При проектуванні масових вибухів втрати енергії залежать від ступеня урахування наукових теоретичних і експериментальних досліджень та практичного досвіду гірництва. Зокрема, можуть прийматися проектні рішення, які не враховують в повній мірі усіх можливостей керування взаємодією параметрів вибуху с гірським масивом. Сучасні засоби теоретичного моделювання дії масового вибуху не повністю враховують послідовність та інтенсивність руйнування гірського масиву, що складений ділянками різнорідних за структурою та фізико-механічними властивостями гірських порід. Також не достатньо уваги приділяють тому, що при багаторядному масовому вибуху на його ефективність впливають не лише властивості скельного масиву в кожній його ділянці, але й послідовність і параметри мікросекундного режиму підривання в зарядах і групах на рівні взаємодії енергетичних потоків вибухів та мілісекундного режиму між групами свердловинних зарядів на рівні співударення шматків породи. У зв'язку з вищенаведеним при проектуванні БПР необхідно враховувати процеси взаємодії хвиль напружень, що зумовлюють утворення енергетичних потоків вибухів, та масових зрушень скельних порід в кожній ділянці гірського масиву, що руйнується, і на підставі цього застосовувати на практиці способи формування, керування та взаємодії енергетичних потоків в

процесі багатостадійного масового вибуху в умовах різноміщнісного масиву.

Напрямки досліджень рецензованої дисертаційної роботи, об'єднані заявленою проблемою розробки наукових основ впровадження низькошвидкісних процесів у практику відкритої розробки корисних копалин, розвивають наукові і прикладні аспекти, які стосуються недостатньо висвітлених у літературі питань, що потребують розкриття або подальшого розвитку. Це стосується теоретичного обґрунтування і практичного вивчення механізму формування і передачі низькошвидкісного детонаційного процесу в трубчатому коаксіальному хвилеводі, участі в розробці основних елементів вітчизняної ініціюючої системи типу Нонель, включаючи способи підготовки порошкоподібної ініціюючої речовини шляхом сфероїдізації кристалічних часток для забезпечення ефективного і безпечного режиму нанесення на поверхню каналу хвилеводу і наступного струшування в процесі його пружних коливань; розвитку ініціювального вузла в свердловинному заряді з метою заміни вартісних і екологічно небезпечних тротиловмісних виробів рівноцінними за ефективністю сумішевими композиціями місцевого приготування з невибухових компонентів; розробки ідеології та компонентного складу вітчизняної низькошвидкісної вибухової системи для ощадливого відділення монолітів декоративного каменю, основаної на техніці формування і «м'якого» підривання гірляндних К-зарядів, які конструкційно подібні класичним зарядам зарубіжних детонаційних систем, але композиційно вигідно відрізняються виготовленням з місцевих невибухових матеріалів та відсутністю нітроефірів типу нітрогліцерину і нітрогліколю, як сенсibilізаторів детонаційних властивостей, що відповідно передбачає безпеку логістики і поводження в процесі виготовлення зарядів і ведення зарядних робіт, а також позитивно позначається на екологічній безпеці навколишнього середовища. Перелічені і успішно реалізовані в дисертації завдання підкреслюють їх безсумнівну **актуальність**, а наведені свідчення апробації розробок в промислових умовах цей висновок підкреслюють.

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

Робота виконувалась в рамках держбюджетної теми Шосткинського інституту СумДУ № 0117U003110 «Розробка низькошвидкісних вибухових засобів та їх застосування при відкритих гірничих роботах», науково-дослідної теми № 117.09.06.17/2017/у/ТХО/486 «Вибір і обґрунтування оптимального варіанту використання наливних і патронованих емульсійних вибухових матеріалів в умовах кар'єру ПАТ «Південний ГЗК», міжнародної грантової науково-дослідної теми № 80.11-2020.01 «Науково-технічний супровід робіт та розробка директивно-проектної документації для створення хімічного виробництва на ділянці ТОВ «D M Servis» (республіка Азербайджан), науково-дослідної теми № 80.11-2023.СП/02 «Розробка Директивного технологічного процесу виробництва по збиранню системи ініціювання неелектричної «Хвиля» на дільниці ПрАТ "Інтервибухпром" та розробка проекту Технічних умов «Система ініціювання неелектрична "Хвиля"», науково-дослідної теми № 117.05.10.12 "Розробка директивного технологічного процесу (ДТП) отримання модифікованого анозиту потужністю до 1000 т/рік із заданими характеристиками", науково-дослідної теми № 117.05.11.12 "Розробка способу отримання кристалічного анозиту із заданими характеристиками", науково-дослідної теми № 117.05.12.12 "Розробка, виготовлення та поставка обладнання дослідної установки кристалізації для отримання модифікованого анозиту із заданими характеристиками", науково-дослідної теми № 80.11-2024.СП/09 «Розробка технологічного регламенту на виробництво для ТОВ «ТЕХНОСТАРТ УА», науково-дослідної теми № 80.11-2024.СП/10 «Розробка технічних умов на продукт для ТОВ «ТЕХНОСТАРТ УА» в яких автор дисертації був науковим керівником або виконавцем за окремими розділами робіт.

Структура, зміст та оформлення дисертації.

Дисертаційна робота складається з вступу, 7 розділів, що включають 18 таблиць і 88 рисунків, висновків, список використаних джерел з 272 найменувань, 19 додатків, викладених разом на 347-ми сторінках

машинописного тексту. Стиль викладення матеріалу та оформлення дисертаційної роботи зауважень не викликають.

Основні наукові результати та їх новизна.

Наукову новизну отриманих результатів представлено науковими положеннями, в яких вперше:

дано теоретичне обґрунтування специфічних хвильових ефектів в оболонці трубчастого детонуючого хвилеводу в пружному режимі деформування;

досліджено механізм зародження і поширення струшувального процесу в шарі напиленої на поверхню каналу детонуючого хвилеводу ініціюючої вибухової речовини докритичної маси з дотриманням деформацій оболонки хвилеводу в пружному режимі і стійкого детонаційного розкладання пилоповітряної вибухової суміші;

визначено детонаційні характеристики низькошвидкісних сумішевих вибухових композицій з невибухових вихідних матеріалів та з сенсibilізаторами і стабілізуючими домішками;

науково та експериментально обґрунтовано ефективний склад безпечної вибухової суміші для спорядження вітчизняного аналога К-труб на місці виконання вибухових робіт із застосуванням низькошвидкісних вибухових сумішей місцевого приготування на основі невибухових матеріалів для якісного і безпечного відбивання блоків декоративного каменю;

Обґрунтованість і достовірність наукових результатів, висновків і рекомендацій підтверджуються коректністю і логікою поставлених завдань, застосуванням сучасних математичних методів вирішення теоретичних задач з динаміки оболонки, перевірених методів лабораторних вимірювань динамічних параметрів силових і деформаційних явищ в детонуючому хвилеводі, використанням сучасної лабораторної техніки для вивчення термодинамічних і термогравіметричних параметрів пропонованих низькошвидкісних композицій, збіжністю результатів теоретичних і

експериментальних досліджень, низкою розроблених технологічних процесів та технічних умов, актами впровадження наукових розробок від українських та закордонних виробничих організацій.

Практичне значення одержаних результатів роботи:

Розроблено елементи безпечної вітчизняну систему низькошвидкісного ініціювання, відпрацьовано технологічні параметри процесу реалізації елементів системи.

Розроблено та впроваджено у виробництво технологічний процес виготовлення вітчизняної неелектричної системи ініціювання «Хвиля».

Запропоновано технологічні рішення з конструювання вибухової мережі свердловинних зарядів на масових вибухах шляхом використання трубчастого комутаційного блоку для безкапсульного режиму міжгрупових і внутрігрупових розгалужень в мережі низькошвидкісної ініціюючої системи.

Розроблено вибухові низькошвидкісні композиції на основі нітрометану, перекису водню, гліцерину, аміачної селітри, перхлоратів для низькошвидкісних проміжних детонаторів системи свердловинних зарядів.

Виявлено та обґрунтовано переваги неелектричної ініціюючої системи, як засобу формування інтервалів уповільнень на мікро- і мілісекундному рівнях при короткоуповільненому підриванні системи свердловинних зарядів на масових вибухах з суттєвим зниженням сейсмічного ефекту.

Розроблено та впроваджено у виробництво технологічний процес виготовлення емульсійної вибухової речовини «Азнітро».

Розроблено вибухові композиції на основі перхлоратів для створення конкурентної вітчизняної низькошвидкісної системи підривання на основі К-зарядів місцевого виготовлення з невибухових матеріалів для ощадливого відділення блоків декоративного каменю.

Публікації і апробація результатів дисертації.

За темою дисертації опубліковано 56 статей, 17 патентів на винахід, 14 тез доповідей, 4 монографії.

Відповідність змісту автореферату і дисертаційної роботи та висвітлення результатів роботи в наукових виданнях

Автореферат повною мірою відображає структуру дисертаційної роботи, її положення і висновки логічно співпадають з її змістом..

Оформлення автореферату виконано відповідно до існуючих вимог. Висновки наведені у дисертаційній роботі та в авторефераті, є ідентичними.

Об'єм публікацій відповідає вимогам до докторських дисертацій відповідно до «Порядку присудження наукових ступенів» Кабінету Міністрів України.

Оцінка змісту дисертації.

Зміст дисертації викладено логічно, аргументовано, технічна мова лаконічна і зрозуміла, в роботі присутня достатня кількість пояснюючих рисунків, таблиць та додатків, що сприяє легкому розумінню викладеного матеріалу.

Обсяг і змістовність, стилістика тексту мови матеріалу дисертації відповідають вимогам, що висуваються до дисертаційних робіт.

Зауваження до дисертаційної роботи:

1. В роботі майже відсутній аналіз досягнень вітчизняних вчених в дослідженні та впровадженні неелектричних систем ініціювання (роботи проф. Соболева В.В.; співробітників Павлоградського ХМЗ та ін.).

2. Не зрозуміло звідки і для якого вітчизняного хвилеводу взяті необхідні для розрахунків дані (с. 81).

3. На мою думку розділ II не має логічного завершення – не досліджено вплив основних параметрів оболонки та ВР на рух фронту детонаційного паління.

4. З рис. 3.6 слідує, що криві б) та в) за формою подібні, що свідчить про вихід на стаціонарний режим детонації на відстані 0,4 м від початковому імпульси. При цьому заявлено 0,5 м.

5. На рис. 3.17 слабкий початковий сигнал на п'єзодатчику б2 може бути наслідком деформації клейового шару. Оскільки на інших осцилограмах

такий ефект не спостерігається.

6. Більшість виконаних експериментів не мають оцінку похибки (с. 97, 105 – 108, 113 – 117).

7. Стор. 135. Сумнів у недостатності енергетики розглянутих сумішей 2А і 3А слід науково обґрунтувати.

8. Не зрозуміло, чому результати по оцінці фугасності проміжних детонаторів (с. 162 – 164) не відображені у висновках до IV-го розділу.

9. Не пояснено, наскільки доречно розглядати в сучасних умовах можливості утилізації боєприпасів і твердого ракетного палива для отримання дефіцитних ініціюючих речовин.

10. Слід врахувати, що об'єднання рядів зарядів в групи по 2 ряди (рис. 7.21) зменшує число коротких сповільнень при тій же загальній кількості рядів зарядів, що має призвести до зростання сейсмічного ефекту масового вибуху.

11. Деякі публікації автора не мають прямого відношення до тематики дисертації (с. 43: №24; с. 44: №№26, 32 – 34).

В цілому за своїм змістом, поданням теоретичного матеріалу, проведеними дослідженнями та формулюванням висновків, а також загальним рівнем дисертаційна робота Закусила Р.В. відповідає поставленій меті та вирішеним задачам.

Заключна оцінка дисертаційної роботи

Дисертаційна робота Закусила Романа Васильовича на тему: “ Наукові основи впровадження низькошвидкісних процесів детонації на відкритих гірничих роботах” має завершений вигляд, що складається з вирішення наукових аспектів пріоритетного для сучасних умов напрямку розвитку і практичного застосування вітчизняних детонаційних систем на основі низькошвидкісних детонаційних режимів, які за концепцією дисертаційної роботи відповідають специфіці розвитку деформаційних процесів, швидкість яких в реальних породних масивах значно повільніша порівняно з часом існування силового поля в руйнованому масиві і в певному сенсі ближча до

часу взаємодії реального масиву з розширюваними продуктами детонації. Для реалізації пропонованої ідеї в дисертаційній роботі виконано добір і вдосконалення композицій для створення вибухових матеріалів на основі місцевих матеріалів і формування їх в заряди і вироби на місці виконання вибухових робіт, що в сучасних умовах відповідає економічним інтересам держави і одночасно гарантує зростання безпеки поводження і використання на відкритих гірничих роботах та покращує екологічну складову вибухових робіт.

Викладені мною зауваження не змінюють моєї загалом позитивної оцінки рецензованої дисертаційної роботи

Дисертація відповідає паспорту спеціальності 05.15.03 – відкрита розробка родовищ корисних копалин.

Враховуючи вищезазначене, вважаю, що дана дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, яка виконана на актуальну тему, відрізняється новизною і практичним виходом, за характером, обсягом і результатами виконаних досліджень відповідає вимогам п. 7 та 9 «Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук», затвердженого постановою КМУ №1197 від 17.11.2021 р. (зі змінами та доповненнями), а її автор, Закусило Роман Васильович, заслуговує на присудження йому наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.15.03 – відкрита розробка родовищ корисних копалин.

Офіційний опонент, професор кафедри
машинобудування Кременчуцького
національного університету імені
Михайла Остроградського, д.т.н., проф.

В.В.Воробйов

