

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертацію Кулівара Вячеслава Вячеславовича “Обґрунтування параметрів елементів лазерних систем ініціювання вибуху з використанням світлочутливих композитів при руйнуванні гірських порід”, подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 184 – “Гірництво (18 – Виробництво та технології)”

Актуальність теми дослідження.

Із застосуванням вибухових технологій гірничовидобувними підприємствами в середньому видобувається близько 70 % всієї маси корисних копалин. У цілому ж гірнична промисловість є основним споживачем вибухових речовин, енергонасичених конденсованих систем і засобів підривання різного призначення. Підприємства, що спеціалізуються в області розробки і виготовлення засобів ініціювання детонації зарядів вибухових речовин (ВР), велику увагу приділяють як вирішенню питань технічного розвитку, так і вирішенню актуальних задач охорони праці, безпеки робіт та екології навколишнього середовища.

Сучасні вимоги до ефективності руйнування гірських порід, безпеки і прецизійності виконання вибухових робіт обумовлюють необхідність створення нових засобів ініціювання зарядів вибухових речовин (ВР), менш небезпечних первинних ВР, систем ініціювання зарядів вибухових речовин з великим фізичним потенціалом, безпечних у поводженні та під час монтажу підривної мережі, тобто систем, які базуються на нових фізичних принципах.

Однією з таких систем, що мають високу стійкість до різноманітних електромагнітних дій, є оптична система ініціювання зарядів вибухових речовин, заснована на використанні лазерного випромінювання.

Лазерне ініціювання забезпечує найвищий рівень ізоляваності оптичного детонатора від псевдоімпульсів, що передаються по лінії зв'язку з імпульсним лазером тому, що в оптичному діапазоні відсутні випадкові джерела з потужністю, яка є достатньою для підривання детонаторів. Спрацьовування оптичного детонатора здійснюється шляхом підривання первинного світлочутливого вибухового композиту лазерним імпульсним випромінюванням, яке передається оптоволоконним кабелем. Вибух світлочутливого вибухового композиту (первинна ВР) надійно збуджує детонацію у вторинній ВР.

На цей час отримана достатня кількість світлочутливих ВР, проте для їх практичного використання потрібні експериментальні дослідження та розрахункові чисельні (комп'ютерні) моделі, що дозволять визначати і обґрунтувати параметри лазерного випромінювання та закономірності взаємодії випромінювання з світлочутливим вибуховим композитом.

Тому обґрунтування параметрів елементів лазерних систем ініціювання вибуху з використанням світлочутливих композитів при руйнуванні гірських порід, є **актуальною** науково-практичною задачею, яка має важливе значення для гірничовидобувної промисловості.

Подані у дисертації матеріали пов'язані з виконанням у ДВНЗ «Дніпровська

політехніка» робіт Науково-навчального центру фізики енергонасичених матеріалів і процесів, відповідно до одного з пріоритетних напрямів науково-дослідних робіт в області створення нових зразків первинних вибухових речовин, засобів підривання зарядів ВР та створення ефективних і більш безпечних у використанні буропідливних комплексів як технічних систем.

Ступінь обґрунтованості і достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій дисертаційної роботи

Ступінь обґрунтованості і достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій, викладених у дисертації, підтверджується коректною постановкою задач досліджень та системним підходом до вирішення експериментальних завдань; використанням відомих методів фізико-хімічних досліджень (калориметричний, оптоелектричний, колоїдної хімії) і апробованих методів випробувань високоенергетичних матеріалів; атестованого обладнання та засобів контролю; використанням при вирішенні завдань сучасних методів теоретичного аналізу, а саме: комп'ютерної симуляції для приблизного відтворення реальних явищ, зокрема, метод Монте-Карло; імовірнісні методи обробки результатів випробувань. Це забезпечило задовільну збіжність теоретичних результатів з експериментальними даними з погрішністю не більш 10-15 % при надійності 0,95. Оскільки результати теоретичних розрахунків наближаються за значеннями до даних експериментів, то наукова новизна, висновки і рекомендації, сформульовані у дисертації, є достатньо обґрунтованими і достовірними.

Наукова новизна отриманих результатів полягає у наступному:

– отримала подальший розвиток чисельна модель поширення лазерного випромінювання в об'ємі світлочутливого вибухового композиту на основі азиду свинцю, що дозволило вперше отримати вірогідні результати розподілу освітленості по глибині вибухового композиту та зробити висновки щодо осередкового механізму запалювання світлочутливого вибухового композиту (СВК) на основі азиду свинцю;

– уперше експериментально встановлено, що зменшення товщини зразків СВК на основі азиду свинцю від 1 мм (як і зменшення масової концентрації полімеру) знижує освітленість в об'ємі шару СВК за рахунок втрати фотонів на протилежній границі композиту, тобто частка фотонів стає не задіяною в загальному процесі формування осередків запалювання, що потребує збільшення енергії лазерного випромінювання;

– уперше встановлено, що затримка часу запалювання СВК на основі азиду свинцю в межах (4-50) мкс збільшується при зменшенні значень (25 ± 2) % масової концентрації полімеру ПМВТ-3М;

– уперше експериментально встановлено, що гарантований підрив первинного СВК на основі азиду свинцю в оптичних детонаторах лазерних систем здійснюється за умов обов'язкового подвійного перевищення порогової щільності енергії ініціювання до 170 мДж/см^2 при діаметрі пучка 0,5 мм, товщині шару СВК не менше 3 мм, та масової концентрації полімеру ПМВТ-3М 20 %.

Практичне значення роботи полягає у розробці експериментальної технології отримання первинного ініціюючого світлочутливого вибухового композиту на основі азиду свинцю для використання в засобах підривання зарядів вибухових речовин лазерними системами; створенні експериментальних зразків оптичних детонаторів миттєвої дії, проведенні випробування ініціюючої спроможності за методикою випробування штатного капсуля-детонатора.

Використання наукових і практичних результатів роботи і ступінь їхньої реалізації

Рекомендовано при використанні технології отримання світлочутливих вибухових композитів застосовувати вихідні мікрочастинки азиду свинцю з дефектами кристалічної будови і мікронеоднорідностями та мікрровключеннями різного походження, оскільки при цьому збільшується вірогідність ініціювання зарядів подібних вибухових речовин лазерним імпульсом із заданою енергією.

Результати роботи можуть бути використані у таких галузях як гірничовидобувна, космічна, машинобудівна, військова, будівельна, а також і там, де застосування традиційних систем ініціювання або принципово неможливе, або пов'язане з великими труднощами практичного характеру.

Ступінь повноти опублікованих наукових результатів

Суть дисертації розкрита і відома широкому загалу фахівців завдяки публікації 23 друкарських робіт, серед яких 3 – входять до міжнародної науково-метричної бази даних Scopus, 7 – статті у наукових фахових виданнях України, 13 – матеріали міжнародних конференцій і семінарів.

Аналіз матеріалів дисертації і публікацій показує, що її наукова новизна і рекомендації повністю розкриті у наукових працях.

Ідентичність змісту автореферату основним положенням дисертації

Зміст розширеної анотації цілком відповідає розділам дисертації і її основним положенням.

Недоліки і зауваження до дисертації

1. Немає переконливих аргументів на користь вибору первинного світлочутливого компонента на основі азиду свинцю.

2. Не зрозуміло чому вибрана конструкція оптичного детонатора, якій за своїми параметрами мало відрізняється від капсуля-детонатора № 8.

3. З тексту дисертації не зовсім зрозуміло які фактори впливають на затримку часу ініціювання.

4. Під час аналізу тексту підрозділу 2.2 – „Фізико-математична модель розсіювання фотонів у дифузійно-розсіючому середовищі” виникає питання про коректність використання методу Монте-Карло (ММК) для розрахунку освітленості подібного середовища. Справа в тому, що ММК ґрунтується на використанні генератора випадкових чисел. Важливо підкреслити, що практично всі комп'ютери укомплектовані генераторами псевдовипадкових чисел. При

зверненні до такого генератора він повертає одну й ту саму послідовність псевдовипадкових чисел, що повторюється при кожній ітерації. Недоліком даної обставини є той факт, що область, яка інтегрується, буде нерівномірно покрита точками, які використовуються для обчислення n -кратних інтегралів (2, 3-кратних і більше). В результаті розрахунки (в даному випадку освітленості дифузно-розсіюючого середовища) можуть бути помилковими. Для виключення можливості помилок при використанні ММК для різного роду обчислень до материнської плати комп'ютера як розширювач зазвичай підключають апаратний генератор справжніх випадкових чисел. Такий генератор також може бути підключений до комп'ютера (ноутбука, планшета) через USB-порт.

Якщо автор дисертації при використанні ММК використовував апаратний генератор справжніх випадкових чисел, щоб отримати коректні результати щодо освітленості дифузно-розсіюючого середовища, то цей факт, на мій погляд, необхідно було б відобразити в тексті підрозділу 2.2.

Структура, стиль і мова дисертаційної роботи

Структура побудови роботи, стиль викладання матеріалів досліджень – логічні, послідовні і пов'язані єдиною цільовою спрямованістю.

Відповідність дисертації спеціальності 184 – «Гірництво (18 – Виробництво та технології)»

Зміст дисертації, її суть, отримані висновки і рекомендації дають підставу стверджувати, що робота В.В. Кулівара, подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії, відповідає паспорту спеціальності 184 – «Гірництво (18 – Виробництво та технології)».

Висновки

Дисертація Кулівара Вячеслава Вячеславовича «Обґрунтування параметрів елементів лазерних систем ініціювання вибуху з використанням світлочутливих композитів при руйнуванні гірських порід» є **закінченою науково-дослідною роботою**, що виконана автором самостійно на актуальну тему, в якій на основі визначених за допомогою теоретичних розрахунків і експериментальних вимірювань шляхом застосування сучасної реєстраційно-вимірювальної апаратури вперше розроблено експериментальна технологія отримання первинного ініціюючого світлочутливого вибухового композиту на основі азиду свинцю для використання в засобах підривання зарядів вибухових речовин лазерними системами; створенні експериментальних зразків оптичних детонаторів миттєвої дії, проведені випробування ініціюючої спроможності за методикою випробування штатного капсуля-детонатора на основі розвинутої чисельної (комп'ютерної) моделі поширення лазерного випромінювання в об'ємі світлочутливого вибухового композиту.

Це дозволило автору дисертації розв'язати актуальну науково-практичну задачу, яка має важливе значення, зокрема, обґрунтувати параметри елементів лазерних систем ініціювання вибуху з використанням світлочутливих композитів при руйнуванні гірських порід.

Наведені у відзиві недоліки не носять принципового характеру. Основні положення, висновки і рекомендації дисертації, що рецензується, оцінюються позитивно.

Оцінюючи в цілому дисертацію Кулівара В.В. "Обґрунтування параметрів елементів лазерних систем ініціювання вибуху з використанням світлочутливих композитів при руйнуванні гірських порід", вважаю, що робота цілком відповідає вимогам п. 11, «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника» Міністерства освіти і науки України щодо кандидатських дисертацій, а її автор, Кулівар Вячеслав Вячеславович, заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 184 – "Гірництво (18 – Виробництво та технології)"

Офіційний опонент,
старший науковий співробітник
кандидат технічних наук, старший
науковий співробітник відділу геомеханічних
основ відкритої розробки родовищ,
Інституту геотехнічної механіки
ім. М.С. Полякова НАН України
Підпис кандидата технічних наук,
Кратковського І.Л. засвідчую



І.Л. Кратковський

Учений секретар інституту,
доктор технічних наук, професор




В.Г. Шевченко

Відзив отримано



*Григорівська секретарка
вченої ради, проф.*

Григорівська Р.І. Григорівська
21.10.2017