

Голові спеціалізованої вченої ради із
розгляду та захисту дисертації на здобуття
ступеня доктора філософії доктору технічних
наук, професору, професору кафедри гірничих
технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т.
Державного університету «Житомирська
політехніка»

Темченку Анатолію Георгійовичу

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

***доктора технічних наук, доцента Закусила Романа Васильовича на
дисертацію Соколовського Володимира Олеговича «Технологічні рішення
мінімізації сейсмічного впливу вибухових робіт у гранітних кар'єрах з
геологічними порушеннями», подану на здобуття ступеня доктора
філософії з галузі знань 18 – Виробництво та технології за спеціальністю
184 – Гірництво***

Актуальність теми дисертаційної роботи. Дисертаційна робота Соколовського В.О. на тему «Технологічні рішення мінімізації сейсмічного впливу вибухових робіт у гранітних кар'єрах з геологічними порушеннями» є надзвичайно актуальною в сучасних умовах розвитку гірничодобувної галузі України. Буровибуховий метод підготовки гірської маси до виїмки залишається основним у гранітних кар'єрах, а зростання вимог до безпеки прилеглої інфраструктури, зокрема в умовах повоєнного відновлення, вимагає перегляду підходів до нормування сейсмічного впливу вибухів. Робота зосереджена на вирішенні ключової проблеми галузі - анізотропного посилення сейсмічних і сейсмоакустичних хвиль у масивах з тектонічними розломами, що є недостатньо врахованим у чинній нормативній базі України порівняно з провідними міжнародними стандартами. Запропонована автором методологія визначення сейсмобезпечних відстаней з урахуванням анізотропії масиву дозволяє суттєво підвищити безпеку ведення робіт і супутнього видобутку блочного каменю. Актуальність роботи посилюється її практичною спрямованістю: розроблений комплекс технологічних рішень може бути безпосередньо впроваджений на діючих гранітних кар'єрах, що сприятиме зниженню ризиків для інфраструктури та підвищенню якості кінцевої продукції. Таким чином, дослідження має значний науковий і

практичний потенціал, вирішуючи нагальні завдання підвищення сейсмічної безпеки гірничодобувного виробництва.

Ступінь обґрунтованості й достовірність основних наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації. Ступінь обґрунтованості та достовірність основних наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації Соколовського В.О., є високою, що підтверджується комплексним підходом до дослідження. Автор ґрунтовно проаналізував вплив конструктивних параметрів свердловинних зарядів (діаметр, маса заряду, тип вибухової речовини, схема ініціювання) та геологічної будови масиву на рівень сейсмічного впливу вибухових робіт. Достовірність результатів забезпечується проведенням натурних сейсмометричних експериментів на діючих Лезниківському та Ольшаницькому гранітних кар'єрах з використанням сучасної вимірювальної апаратури. Розроблена методологія визначення сейсмобезпечних відстаней базується на статистичній обробці експериментальних даних, порівнянні з класичними залежностями типу Садовського та узгоджується з результатами міжнародних досліджень у цій галузі. Практичні рекомендації щодо оптимальних параметрів буровибухових робіт підтверджені зниженням рівня коливань на 20–60 % при впровадженні на Ольшаницькому кар'єрі. Використання перевірки на плагіат додатково засвідчує наукову обґрунтованість і достовірність отриманих результатів.

Наукове значення дисертації, достовірність і новизна наукових положень. Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому, що:

- Вперше отримано кількісні закономірності анізотропного поширення сейсмічних та сейсмоакустичних хвиль у гранітних масивах з геологічними розломами на основі комплексних натурних сейсмометричних вимірювань у реальних умовах кар'єрів, зокрема встановлено коефіцієнти затухання ($\beta = -1,442$ вздовж розлому проти $-1,022$ поперек) та коефіцієнт посилення пікової швидкості частинок (PPV) на 50–200 % уздовж осей розломів.

- Вперше запропоновано та науково обґрунтовано нову методологію визначення сейсмобезпечних відстаней (захисних ціликів) між ділянками щебеневого та блочного видобутку з урахуванням анізотропії масиву, кута простягання основної системи тріщинуватості ($\varphi = 0^\circ\text{--}90^\circ$) та емпіричних коефіцієнтів K_{c1} , K_{c2} , p_1 , p_2 , що забезпечує запас міцності блочних уступів.

- Отримало подальшого розвитку емпіричне моделювання прогнозування пікової швидкості вібрацій (PPV) у тектонічно порушених гранітних масивах шляхом інтеграції ефекту інтерференції хвиль від розосереджених зарядів ($N = 3-5,35$), ефективної маси заряду Q_{ef} та масштабованої відстані, що забезпечує вищу точність прогнозу порівняно з класичними залежностями типу Садовського.

- Удосконалено та експериментально підтверджено комплекс технологічних рішень мінімізації сейсмічного впливу (зменшення інтервалів уповільнення до 10–15 мс, орієнтація фронту підризу паралельно розломам), що дозволяє знизити рівень вібрацій на 20–60 % без втрати ефективності фрагментації в умовах Ольшаницького гранітного кар'єру.

Наукова новизна свідчить про спроможність Соколовського В.О. здійснювати глибокі наукові дослідження та високу обізнаність у колі питань проведеного дослідження.

Повнота висвітлення результатів дослідження в опублікованих працях. Дисертаційна робота Соколовського В.О. отримала вичерпне висвітлення в опублікованих працях, що забезпечує повне розкриття результатів дослідження. Основні результати дисертаційної роботи опубліковано у 8 наукових працях, з них 6 - у фахових виданнях, включених до переліку міжнародних наукометричних баз даних, 2 - у збірниках матеріалів всеукраїнських науково-практичних конференцій.

Оцінка оформлення дисертації. Дисертація оформлена відповідно до чинних вимог. Зміст роботи логічний, матеріал викладено послідовно та достатньо розкрито. Аналіз дисертації підтверджує відповідність структури, логіки викладу матеріалу, а також основних положень і висновків у розділах вимогам до наукових кваліфікаційних праць.

Практичне значення дисертаційної роботи. В ході проведення досліджень отримано результати, що мають практичне значення:

1. Розроблені технологічні рішення мінімізації сейсмічного ризику (зменшення інтервалів уповільнення до 10–15 мс, орієнтація підризного фронту паралельно основній системі розломів, застосування емульсійних вибухових речовин зі швидкістю детонації 4500–5000 м/с, квадратна сітка свердловин з кроком 3–4 м) можуть бути впроваджені в паспортах буровибухових робіт на діючих кар'єрах. Це дозволяє знизити пікову швидкість вібрацій (PPV) на 20–60 % на відстанях 100–300 м без втрати об'єму фрагментації, що підвищує продуктивність вибухових робіт на 10–

15 %, скорочує витрати на додаткові заходи захисту (наприклад, захисні екрани, моніторинг) та зменшує кількість негабаритів.

2. Запропонована методологія розрахунку сейсмобезпечних відстаней і захисних ціликів ($rc_1 = 20,34$ м уздовж тріщин, $rc_2 = 25,77$ м поперек) з урахуванням анізотропії масиву та кута простягання тріщинуватості забезпечує безпечне супутнє ведення робіт на ділянках щебеневого та блочного видобутку. Це дозволяє уникнути утворення мікротріщин у блочних уступах, зберегти якість блочного каменю (марка М1200–М1400 без зниження) та запобігти втратам сировини, що особливо актуально для кар'єрів з паралельним видобутком.

3. Розроблена карта сейсмічного районування кар'єрного поля з ізолініями допустимих максимальних мас зарядів на одне сповільнення може бути інтегрована в плани гірничих робіт та системи оперативного управління вибухами. Її впровадження сприяє підвищенню безпеки для прилеглих об'єктів інфраструктури та населених пунктів (зниження PPV до значень нижче 2 мм/с за DIN 4150), зменшенню соціальної напруги (скарги громадськості), а також спрощенню проходження екологічної експертизи та отримання дозволів на вибухові роботи.

4. Запропоновані рішення мають економічний ефект за рахунок зниження собівартості видобутку (економія 5–12 % на ВР та бурових роботах завдяки оптимізованим параметрам), що підтверджується актом впровадження результатів дисертаційної роботи в ТОВ «Західукрвибухпром».

Академічна доброчесність. Дисертаційна робота Соколовського В.О. відповідає принципам академічної доброчесності, що підтверджується дотриманням етичних стандартів наукової діяльності. Автор чітко зазначає, що всі результати, представлені в дисертації, отримані ним особисто, про що свідчить звіт про перевірку на плагіат, доданий до роботи. Усі цитування та посилання на використані джерела оформлені коректно відповідно до чинних стандартів, із чітким зазначенням авторства ідей, даних і методик.

Дискусійні положення та зауваження щодо змісту дисертації. Незважаючи на численні позитивні аспекти, дисертаційна робота Соколовського В.О., як і будь-яке наукове дослідження цього напрямку, включає дискусійні положення, які потребують подальшого уточнення та доопрацювання, але не знижують загальної цінності проведеного дослідження, зокрема:

1. У роботі запропоновано зменшення інтервалів уповільнення до 10–15 мс для зниження сейсмічного впливу. Чи враховувався вплив цієї зміни на

ступінь подрібнення гірської маси та вихід негабариту порівняно з базовою схемою уповільнення?

2. Дослідження проведено на прикладі Лезниківського та Ольшаницького гранітних кар'єрів. Чи проводилася перевірка запропонованої методології визначення сейсмобезпечних відстаней на родовищах з іншим типом вибухової речовини (наприклад, тротилвмісні ВР замість емульсійних)?

3. У дисертації встановлено коефіцієнт інтерференції розосереджених зарядів ($N = 3-5,35$). Якою мірою цей коефіцієнт залежить від конструкції проміжного детонатора та відстані між секціями заряду в свердловині?

4. Запропонований перехід на емульсійні вибухові речовини обґрунтовано зниженням сейсмічного впливу. Чи проводився порівняльний техніко-економічний аналіз вартості емульсійних ВР порівняно з традиційними гранульованими сумішами в перерахунку на одиницю видобутої гірської маси?

5. У роботі не деталізовано вплив пори року та обводненості свердловин на стабільність параметрів детонації та, відповідно, на відтворюваність результатів вимірювання сейсмічного впливу. Чи враховувався цей фактор під час натурних експериментів?

Водночас варто підкреслити, що зазначені зауваження не применшують загальної наукової та практичної значущості дисертаційної роботи Соколовського В.О.

Загальний висновок. Дисертаційна робота Соколовського Володимира Олеговича на тему: «Технологічні рішення мінімізації сейсмічного впливу вибухових робіт у гранітних кар'єрах з геологічними порушеннями» є завершеним самостійним науковим дослідженням, містить нові науково обґрунтовані результати у сфері гірництва, відповідає вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року № 44, а її автор - Соколовський В.О., заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 184 «Гірництво» галузі знань 18 «Виробництво та технології».

**Офіційний опонент заступник директора
з наукової роботи Шосткинського інституту
Сумського державного університету,
Д.Т.Н., доц.**



Р.В. Закусило