

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

ВІДГУК

офіційного опонента

**доктора технічних наук, професора кафедри геоінженерії Національного
технічного університету України «Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»**

ФРОЛОВА Олександра Олександровича

**на дисертаційну роботу МИКИТЕНКА Сергія Вікторовича на тему:
«Підвищення ефективності видобутку блочного каменю шляхом
оптимізації технологічних параметрів алмазно-канатного різання»,
подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань
18 – Виробництво та технології за спеціальністю 184 – Гірництво**

1. Актуальність теми дослідження

Видобуток блочного природного каменю є однією з важливих складових гірничодобувної промисловості України. В умовах зростання вимог до якості продукції, раціонального використання мінерально-сировинних ресурсів та підвищення конкурентоспроможності підприємств особливої актуальності набуває вдосконалення технологій видобутку блоків природного каменю.

Однією з найбільш ефективних сучасних технологій відокремлення монолітів є алмазно-канатне різання, яке забезпечує високу точність, мінімальні втрати корисної копалини, зниження рівня шуму та вібрації порівняно з вибуховими та високодинамічними методами. Разом з тим ефективність роботи алмазно-канатного обладнання значною мірою залежить від правильного вибору технологічних параметрів різання, зокрема швидкості руху каната, швидкості подачі, зусилля натягу, режимів охолодження,

характеристик алмазного інструменту та фізико-механічних властивостей гірської породи.

Недостатня адаптація режимів різання до конкретних гірничо-геологічних умов призводить до зниження продуктивності, прискореного зношування алмазного каната, збільшення енергоспоживання, погіршення якості поверхні різу та підвищення собівартості видобутку блочного каменю. Незважаючи на значну кількість досліджень, присвячених цій технології, питання комплексної оптимізації технологічних параметрів з урахуванням властивостей порід, конструктивних особливостей обладнання та критеріїв техніко-економічної ефективності залишаються недостатньо розробленими.

Особливої актуальності набуває розроблення науково обґрунтованих методів вибору оптимальних режимів різання, що забезпечують максимальну продуктивність процесу за одночасного зменшення питомих витрат енергії, інтенсивності зношування алмазного інструменту та втрат блочної продукції. Реалізація таких підходів сприятиме підвищенню ефективності використання мінерально-сировинної бази, збільшенню виходу кондиційних блоків, зниженню виробничих витрат і покращенню економічних показників роботи каменевидобувних підприємств.

Таким чином, дисертаційна робота Микитенка С.В., спрямована на підвищення ефективності видобутку блочного каменю шляхом оптимізації технологічних параметрів алмазно-канатного різання, є безумовно актуальною. Її результати можуть стати основою для вдосконалення технологічних процесів на кар'єрах природного каменю, підвищення ресурсу алмазного інструменту, зростання продуктивності праці та забезпечення сталого розвитку підприємств гірничодобувної галузі.

Дослідження виконано на межі гірничої технології та механіки деформованого твердого тіла, що зумовлює його міждисциплінарний характер і відповідає сучасним тенденціям розвитку прикладних досліджень у сфері відкритої розробки родовищ корисних копалин.

2. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації

Достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій дисертації забезпечується застосуванням визнаних методів дослідження, а саме: аналітичного розрахунку динамічних навантажень при перекиданні моноліту, чисельного моделювання контактної взаємодії алмазного каната з породою в середовищі Ansys Workbench, а також статистичної обробки результатів промислового експерименту на Лезниківському кар'єрі.

Слід відзначити коректність вибору Ansys Workbench для розв'язання задач контактної взаємодії каната з породою, рішення яких узгоджуються з практичними даними.

Поставлені у дисертаційній роботі завдання вирішено у логічній послідовності, а сформульовані висновки є обґрунтованими та ґрунтуються на результатах теоретичних і експериментальних досліджень. Автором визначено раціональні технологічні параметри алмазно-канатного різання, встановлено закономірності їх впливу на продуктивність процесу, якість різання, ресурс алмазного інструменту та вихід кондиційних блоків. Достовірність отриманих результатів підтверджується математичним моделюванням, виробничими дослідженнями та практичною апробацією.

Позитивною рисою дисертації є її цілісність і логічна узгодженість. Отримані результати формують науково обґрунтовані рекомендації щодо вибору раціональних параметрів алмазно-канатного різання з урахуванням гірничо-геологічних умов, що можуть бути використані для підвищення ефективності видобутку блочного каменю та вдосконалення технології.

Загалом наукові положення, висновки та рекомендації дисертаційної роботи є достатньо обґрунтованими. Дисертація виконана на високому науковому рівні, характеризується логічністю викладу, комплексним підходом до вирішення поставлених завдань і належною доказовою базою. Практична цінність одержаних результатів полягає у можливості їх використання для вдосконалення технології алмазно-канатного різання,

підвищення ефективності видобутку блочного природного каменю та більш раціонального використання мінерально-сировинних ресурсів.

3. Достовірність та наукова новизна одержаних результатів

Достовірність результатів, наведених у дисертаційній роботі, не викликає сумнівів і забезпечується комплексним використанням сучасних методів наукових досліджень. Під час виконання роботи автор застосував аналіз науково-технічних джерел, теоретичні та експериментальні дослідження процесу алмазно-канатного різання, математичне моделювання, виробничі випробування та статистичне опрацювання отриманих даних. Поєднання результатів теоретичних досліджень із їх перевіркою в реальних виробничих умовах дало змогу всебічно оцінити вплив технологічних параметрів алмазно-канатного різання, фізико-механічних властивостей гірських порід і характеристик алмазного інструменту на продуктивність процесу, якість різання та вихід кондиційних блоків. Такий комплексний підхід забезпечує високий рівень достовірності отриманих результатів і обґрунтованість сформульованих наукових положень та висновків.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому, що вперше:

- встановлено кількісну залежність між швидкістю руху алмазного каната та ефективністю різання каменю, яка показує, що перевищення порогового значення 30 м/с призводить до диспропорційного зростання інтенсивності зношування алмазних намистин (на 40 %) при незначному збільшенні продуктивності (на 10 %). На цій основі науково обґрунтовано верхню межу оптимального швидкісного діапазону 25-30 м/с та виявлено нелінійний характер залежності продуктивності від ресурсу інструменту;
- виявлено та кількісно охарактеризовано залежність інтенсивності зношування алмазних намистин від фізико-механічних властивостей гірської породи: встановлено, що для твердих порід показник зношування перевищує аналогічний для м'яких порід (вапняк, мармур) на 25 %, а режим навантаження 55 А є раціональним для монолітів площею понад 72 м². Це стало науковою

основою для розробки пороодо-специфічних режимів різання, що підвищують ефективність процесу на 20–30 %.

Удосконалено:

- підхід до вибору геометричних параметрів кам'яного моноліту, в якому на відміну від існуючих методів додатково враховано критичне значення висоти моноліту, перевищення якого спричиняє нерівномірний розподіл навантаження вздовж каната та скорочує його ресурс на 12 %, а також встановлено залежність об'єму технологічних втрат від геометрії моноліту.

Набуло подальшого розвитку:

- обґрунтування вибору форми розрізної траншеї в блочних кар'єрах природного каменю на основі порівняльних промислових випробувань на Лезниківському кар'єрі. Встановлено, що застосування трапецієподібної форми траншеї (*U*) забезпечує вихід товарних блоків 12,4 % проти 5,6 % для трикутної (*V*), тобто більш ніж удвічі вищий, а витрати часу на проведення траншеї скорочуються на 63,4 %, що підтверджує технологічну та економічну доцільність трапецієподібного методу.

Теоретичне значення роботи полягає передусім у розвитку теоретичних уявлень про динамічне навантаження кам'яного моноліту при його відокремленні перекиданням. Установлена автором залежність динамічного напруження від висоти моноліту (та доведена відсутність впливу ширини і довжини моноліту на величину цього напруження є теоретично значущим результатом, що уточнює механізм руйнування блочних елементів гірського масиву і може бути використаний у подальших дослідженнях стійкості елементів кар'єрних укосів та технологічних втрат при видобутку блочної сировини.

В ході проведення досліджень отримано результати, що мають **практичне значення**, зокрема:

- розроблено пороодо-специфічні режими алмазно-канатного різання для твердих порід (граніт, базальт) та м'яких порід (вапняк, мармур), апробовані в умовах Лезниківського кар'єру. Впровадження режиму 55 А для

монолітів площею понад 72 м² забезпечує продуктивність до 2,8 м²/год при одночасному подовженні ресурсу каната на 15–20 %;

- розроблено методику вибору геометричних параметрів кам'яного моноліту, яка дозволяє встановити раціональні розміри блоку для конкретних умов кар'єру, знизити контактні напруження на 10–15 % та зменшити технологічні втрати каменю до рівня 10–18 %;

- розроблено методику розрахунку динамічних навантажень на моноліт при перекиданні, яка на відміну від існуючих дозволяє прогнозувати момент утворення технологічних тріщин залежно від висоти уступу та фізико-механічних властивостей породи, що дає змогу обґрунтовано вибирати параметри амортизаційних підсипок;

- встановлено оптимальний швидкісний діапазон 25-30 м/с і розроблено практичні рекомендації щодо вибору класу алмазних намистин (SDA 85+/SDA 100+) для роботи в цьому діапазоні, що в комплексі знижує загальні експлуатаційні витрати на 15-20 % та витрати електроенергії на 10-15 %.

4. Повнота викладу результатів дисертації в опублікованих працях та відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності

Наукові і практичні результати дисертаційного дослідження відображено у наукових публікаціях автора та відповідають змісту виконаної роботи. Основні наукові результати роботи опубліковано у 9 наукових працях за темою дисертації, з яких 8 – у фахових виданнях України («Технічна інженерія», «Науковий вісник ДонНТУ») та 1 – у закордонному виданні Geoheritage (2024), яке індексується в наукометричній базі Scopus. Результати дослідження апробовано у 3 тезах доповідей на всеукраїнських науково-практичних конференціях (2023, 2024, 2025 рр., м. Житомир). Кількість, зміст і рівень видань, у яких опубліковано результати, відповідають вимогам, що висуваються до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії.

Ознайомлення з дисертаційною роботою та доданими до неї матеріалами дає підстави стверджувати, що дослідження виконано з

дотриманням принципів академічної доброчесності: використані джерела належним чином процитовано, результати досліджень інших авторів коректно розмежовано з власними результатами здобувача.

Автор відкрито розкрив характер застосування технологій штучного інтелекту (ChatGPT) – виключно для пошукових цілей, систематизації теоретичного матеріалу та перекладу закордонних наукових публікацій із баз Scopus і Web of Science, тоді як усі математичні розрахунки, статистична обробка експериментальних даних, регресійний і кореляційний аналіз та моделювання в середовищі Ansys Workbench виконано автором особисто. Оригінальність тексту роботи підтверджено звітом програми StrikePlagiarism. Особистий внесок здобувача в опублікованих у співавторстві працях чітко визначено із зазначенням обсягу, що особисто належить автору. Ознак порушення академічної доброчесності у дисертаційній роботі не виявлено.

5. Значення роботи для науки, практики та суспільства

Дисертаційна робота Микитенка С.В. має вагоме наукове та практичне значення для розвитку технологій видобування природного облицювального каменю із застосуванням алмазно-канатного різання. Наукова цінність дослідження полягає в обґрунтуванні раціональних технологічних параметрів процесу алмазно-канатного різання з урахуванням фізико-механічних властивостей гірських порід та особливостей будови гірського масиву. На основі теоретичних досліджень, виробничих експериментів і математичного моделювання автором встановлено закономірності впливу режимів різання на продуктивність процесу, якість поверхні різі, знос алмазного каната та ефективність формування блоків природного каменю. Отримані результати розширюють сучасні наукові уявлення про процес алмазно-канатного різання та створюють підґрунтя для його подальшого вдосконалення.

Запропоновані рішення забезпечують підвищення продуктивності різання, збільшення виходу кондиційної блочної продукції, зниження технологічних втрат і підвищення ефективності використання мінерально-

сировинних ресурсів. Практичне значення результатів підтверджується можливістю їх упровадження у виробничу діяльність каменевидобувних підприємств та використанням у підготовці фахівців за спеціальністю G16 «Гірництво та нафтогазові технології».

Запропоновані технологічні рішення сприяють більш раціональному використанню запасів природного каменю, скороченню виробничих втрат і підвищенню ефективності видобування. Це відповідає сучасним принципам сталого розвитку, ресурсозбереження та раціонального використання надр, що підкреслює актуальність і суспільну значущість виконаного дослідження.

6. Оцінка змісту дисертації, її завершеності та відповідності встановленим вимогам

Дисертація Микитенка Сергія Вікторовича є завершеним науковим дослідженням, що відзначається логічною структурою, послідовним викладом матеріалу та узгодженістю розділів. Її зміст повністю відповідає поставленій меті й завданням, а їх послідовне вирішення забезпечує цілісність і завершеність дослідження. Кожний розділ містить проміжні висновки, які узгоджуються із загальними висновками роботи та відображають основні результати проведених досліджень.

Структура дисертації відповідає поставленим науковим завданням. Теоретичні положення, результати експериментальних і виробничих досліджень, а також математичного моделювання викладені послідовно та взаємопов'язано. Наведений обсяг дослідного матеріалу є достатнім для обґрунтування сформульованих автором положень і висновків.

Дисертація оформлена відповідно до встановлених вимог до кваліфікаційних наукових праць. Текст викладено науковою мовою, грамотно та зрозуміло. Таблиці і рисунки є інформативними та належно оформленими, а список використаних джерел підтверджує достатній рівень опрацювання сучасної вітчизняної й зарубіжної наукової літератури.

Загалом дисертаційна робота за змістом, рівнем виконання, завершеністю дослідження та оформленням відповідає вимогам, що висуваються до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 184 «Гірництво». Робота є цілісним і завершеним науковим дослідженням, результати якого належно обґрунтовані, систематизовані та викладені відповідно до чинних нормативних вимог.

7. Дискусійні положення та зауваження щодо змісту дисертації

Позитивно оцінюючи дисертаційну роботу Микитенка С.В. в цілому, вважаю за необхідне висловити такі зауваження:

1. У третьому розділі аналітична залежність динамічного напруження отримана, судячи з тексту роботи, у припущенні пружного удару моноліту об жорсткий майданчик без урахування розсіювання енергії при контакті з реальним, здебільшого нерівним і частково податливим, робочим майданчиком кар'єру. Доцільно було б обговорити межі застосовності цього припущення.

2. Установлений у роботі критерій критичної висоти моноліту (6 м – за умовою міцності на розтяг при перекиданні) та критерій граничної висоти 10 м (за умовою рівномірності навантаження каната) стосуються різних фізичних явищ, проте в практичних рекомендаціях щодо вибору висоти уступу ці два критерії не зведено в єдину методику вибору раціональної висоти уступу.

3. Дисертація не містить оцінки впливу тріщинуватості та неоднорідності масиву гірської породи на стійкість траєкторії різку та ймовірність позаштатного руйнування моноліту при перекиданні, хоча ці чинники, за даними суміжних досліджень стійкості прибортових масивів, можуть суттєво впливати на розглянуті в роботі процеси.

4. Робота була б повнішою за наявності хоча б орієнтовної оцінки чутливості основних рекомендованих параметрів до зміни вологості чи сезонних коливань фізико-механічних властивостей породи на кар'єрі.

Наведені зауваження мають дискусійний характер, не є принциповими і не знижують загальної позитивної оцінки виконаної роботи; вони можуть бути враховані автором у подальшій науковій діяльності.

8. Загальний висновок та оцінка дисертації

Дисертаційна робота Микитенка Сергія Вікторовича на тему «Підвищення ефективності видобутку блочного каменю шляхом оптимізації технологічних параметрів алмазно-канатного різання» є завершеним, цілісним і самостійно виконаним науковим дослідженням, яке розв'язує актуальну науково-практичну задачу підвищення ефективності видобутку блочного каменю шляхом оптимізації технологічних параметрів алмазно-канатного різання. Одержані наукові результати мають достатній рівень новизни, теоретичної й практичної значущості, обґрунтовані застосуванням адекватних методів дослідження та підтверджені промисловою апробацією.

Таким чином, дисертаційна робота за своєю актуальністю, науковою новизною, теоретичним і практичним значенням, ступенем обґрунтованості й достовірності результатів, а також повнотою їх опублікування 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 12.01.2022 р. № 44, а її автор – Микитенко Сергій Вікторович заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 184 «Гірництво».

Офіційний опонент:

доктор технічних наук, доцент,
професор кафедри геотехніки
НТУУ «Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»



[Handwritten signature]

Олександр ФРОЛОВ

