

## **ВІДГУК**

офіційного опонента на дисертаційну роботу **Інюткіна Івана Володимировича**  
«Підвищення ефективності транспортно-технологічної системи рудника шляхом  
адаптації самохідного обладнання до змін умов експлуатації»,  
подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук  
за спеціальністю 05.22.12 – Промисловий транспорт

Дисертація складається з анотації, вступу, чотирьох розділів, основних наукових результатів, висновків та рекомендацій, списку використаних джерел із 135 найменувань на 14 сторінках та 4 додатків на 5 сторінках. Зміст дисертації викладено на 164 сторінках машинописного тексту, 47 рисунках, у 17 таблицях. Загальний обсяг роботи складає 183 сторінки.

### **1. Актуальність теми дисертаційної роботи**

Наукове обґрунтування експлуатаційних параметрів високоадаптивних схем шахтного транспорту на базі застосування самохідного обладнання нового покоління істотно підвищує енергозбереження та ефективність підземного видобутку корисних копалин, тому тему дисертаційної роботи слід вважати вельми актуальною.

### **2. Основні наукові результати, отримані в дисертаційній роботі**

У результаті теоретичного та експериментального досліджень, проведених у дисертаційній роботі, автором отримані наступні наукові результати.

Теоретично узагальнені, сформульовані, практично розв'язані науково-прикладні задачі підвищення ефективності транспортно-технологічної системи рудника шляхом адаптації самохідного обладнання до змін умов експлуатації.

Вперше розроблена математична модель, що дозволяє встановлювати взаємозв'язок між експлуатаційними показниками вантажно-доставних машин та параметрами траси підземних виробок.

Вперше обґрунтована доцільність введення в дію методу оцінки експлуатаційних параметрів вантажно-доставних машин коефіцієнта адаптації в підземних криволінійних виробках, проведених буропідричним способом.

Вперше науково обґрунтована і підтверджена новими технічними рішеннями енергозберігаюча транспортно-технологічна схема доставки руди з очисного блоку, що забезпечує підвищення терміну служби елементів ходової частини вантажно-доставних машин.

### **3. Ступінь обґрунтованості та достовірність наукових результатів**

У роботі застосовується комплексний метод наукового аналізу, який включає узагальнення досвіду, теоретичне та експериментальне дослідження з наступним порівнянням результатів.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій забезпечується проведенням необхідної кількості експериментів у лабораторних та промислових умовах з використанням стандартної апаратури, а також застосуванням перевірених методів математичної статистики. Розбіжність між результатами теоретичного та експериментального досліджень не перевищує 15%, що підтверджує адекватність розроблених математичних моделей.

### **4. Конкретні шляхи використання отриманих наукових та прикладних результатів роботи**

Встановлені адаптаційні показники вантажно-доставних машин нового покоління для розробки енергозберігаючих транспортно-технологічних схем поетапного освоєння уранових родовищ із застосуванням механізованих комплектів самохідного навантажувального і транспортного обладнання.

Розроблений спосіб формування транспортних виробок, який дозволяє за рахунок вирівнювання профілю траси і зміцнення колії бетонною сумішшю понижати коливальні процеси вантажно-доставних машин у вертикальній та горизонтальній площинах, підвищувати коефіцієнт зчеплення коліс з полотном дороги та тягове зусилля машин.

Розроблена методика оперативного виявлення дефектів і категорій складності їх усунення для формування нормативно-методичної бази щодо розробки експертної системи діагностування технічного стану вантажно-доставних машин імпортного виробництва.

Основні результати дисертації використовуються в наукових цілях кафедрою транспортних систем і технологій Національного технічного університету «Дніпровська політехніка», а також у навчальному процесі за спеціальністю 05.22.12 – Промисловий транспорт

### **5. Повнота викладення в опублікованих працях основних наукових та прикладних результатів дисертації**

По темі дисертації опубліковано 13 наукових праць, у тому числі 5 статей у фахових виданнях, затверджених МОН України, 1 стаття опублікована в журналі, що індексується в наукометричній базі даних Web of Science, 3 патенти України на

винаходи, 5 тез доповідей на міжнародних наукових конференціях, у яких в повній мірі викладено основні наукові та прикладні результати досліджень, проведених у поданій дисертації.

#### **6. Оцінка в цілому змісту дисертації, її завершеності; основні недоліки роботи, яка захищається**

Побудова дисертації та логіка викладення не викликають заперечень, розподіл матеріалу по розділах вдалий, по кожному розділу сформульовані висновки. Робота має основну ключову ідею – розробку досконалої конструкції, створення вантажно-доставних машин нового покоління з високими адаптаційними можливостями для підвищення пропускної спроможності транспортних виробок в умовах інтенсифікації гірничих робіт.

Разом з тим, дисертація не позбавлена недоліків, серед яких наступні:

1. При виведенні диференціальних рівнянь збуреного руху вантажно-доставних машин доцільно було б враховувати дисипацію енергії коливань.

2. При постановці та проведенні експериментів недостатньо уваги приділяється обґрунтуванню розмірів вибірок для проведення експериментального дослідження. При параметричних дослідженнях необхідно було б застосовувати положення теорії планування експерименту.

3. При обробці результатів фізичних експериментів доцільно було б навести кількісні оцінки статистичних характеристик отриманих залежностей.

4. Доцільно було б обґрунтувати кількість факторів, які досліджуються в ході експериментів та застосувати теорію оптимального багатфакторного експерименту.

5. Відсутність у дисертації окремого розділу, де була б наведена комплексна методика розробки та створення високоадаптивних схем внутрішньошахтного транспорту на базі застосування самохідного обладнання нового покоління.

#### **7. Ідентичність автореферату змісту дисертації**

Автореферат у повній мірі висвітлює зміст дисертації. Слід відзначити високу інформативність автореферату з точки зору ілюстративного матеріалу.

#### **8. Висновок про відповідність дисертації вимогам «Порядку присудження наукових ступенів»**

Дисертація Інюткіна І. В. є закінченою науково-дослідною роботою, яка спрямована на розв'язання актуальної науково-технічної задачі підвищення

ефективності транспортно-технологічної системи рудника шляхом адаптації самохідного обладнання до змін умов експлуатації.

За актуальністю розглянутої задачі, науковим рівнем, обсягом досліджень та практичною цінністю отриманих результатів дисертаційна робота повністю відповідає «Порядку присудження наукових ступенів», а її автор, **Інюткін Іван Володимирович**, заслуговує на присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.12 – Промисловий транспорт.

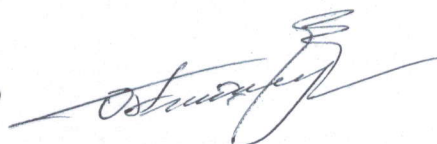
Офіційний опонент

завідувач кафедри машинобудування

Дніпровського державного

технічного університету,

доктор технічних наук, професор



О.О. Бейгул

Особистий підпис д-ра техн. наук, професора Бейгула О.О. засвідчую:

Учений секретар

Дніпровського державного

технічного університету,

кандидат соціологічних наук, доцент



Л.М. Сорокіна

## ВІДГУК

*на дисертацію Інюткіна Івана Володимировича «Підвищення ефективності транспортно-технологічної системи рудника шляхом адаптації самохідного обладнання до змін умов експлуатації», що подана на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.12 – промисловий транспорт.*

На відгук надано текст дисертації, що складається з анотації, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та чотирьох додатків. Повний обсяг дисертації складає 183 сторінок, у тому числі 164 сторінки основного тексту, список використаних джерел із 135 найменувань.

**Актуальність теми.** Однією з найбільш трудомістких операцій під час видобутку корисних копалин є переміщення гірничої маси в транспортно-технологічній системі рудника для забезпечення технічно можливих темпів відпрацювання очисних блоків. Традиційні транспортно-технологічні схеми доставки руди базуються на використанні імпортного самохідного обладнання, яке взаємодіє із засобами локомотивної відкатки. В той же час, у зв'язку з низькими показниками продуктивності самохідного обладнання, які в першу чергу визначають виробничу потужність рудника, підвищення ефективності транспортно-технологічних систем рудника можливо за рахунок визначення потенційних резервів та адаптації самохідного обладнання і забезпечення переходу від циклічної до циклічно-потоквої організації вантажно-транспортних робіт. Саме тому, дисертація Інюткіна І.В. присвячена вирішенню цих питань є актуальною та своєчасною.

Аналіз виробничої діяльності підприємств галузі показав, що у зв'язку з масштабним застосуванням на рудниках зарубіжних комплексів самохідного обладнання нового покоління намітилася диспропорція між реальними вантажопотоками і діючими схемами підземного транспорту. Обумовлено це тим, що при інтенсифікації гірничих робіт існуючі транспортно-технологічні схеми доставки руди (ТТСДР) по гірничим виробкам не відповідають сучасним технічним вимогам, відрізняються високою енергоємністю, низькою продуктивністю і потребують удосконалення та адаптації вантажно-доставних машин (ВДМ) до реальних умов шахтного середовища.

**Ступінь обґрунтованості і достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій.** Наведені в дисертаційній роботі наукові положення та висновки відображають отримані результати дослідження.

Ступінь обґрунтованості і достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій автора дисертації підтверджуються: правильністю вибору способів і

технічних засобів випробувань; коректністю складеної програми й методики проведення досліджень і методів обробки отриманих даних; використанням апробованих методів розв'язання диференціальних рівнянь, які описують взаємодію вантажної машини з підшовою гірничої виробки; проведенням хронометражних спостережень з використанням стандартної апаратури; задовільною збіжністю розрахункових і експериментальних даних.

**Наукова новизна роботи.** Наукове значення роботи полягає в обґрунтуванні пропускної здатності транспортно-технологічної системи рудника, яка залежить від адаптації самохідного транспортного обладнання та конструктивних параметрів транспортних виробок і визначається допустимою швидкістю руху вантажно-доставних машин нового покоління в криволінійних гірничих виробках із знакозмінним профілем шляху і обсягами перевезеної руди в реальних умовах експлуатації.

На основі проведених досліджень в дисертації отримані наступні наукові результати:

Встановлено залежність допустимої швидкості вантажно-доставної машини з пневмоколісним ходом від технологічних параметрів гірничих виробок, у якій було враховано нерівності профілю проїжджої частини, що дозволило розробити методи підвищення ефективності транспортно-технологічної системи рудника;

Розроблено моделі, що враховують взаємодію елементів транспортно-технологічної системи рудника, відокремлених у підсистему «вантажно-доставна машина – гірнична виробка», що дозволяє вирішити задачу вибору конструктивних параметрів складових елементів залежно від умов експлуатації очисного блоку;

Встановлено показники загальної ефективності застосування вантажно-доставних машин, що поряд з використанням наявних характеристик дозволяє врахувати технічні, технологічні та організаційні параметри транспортно-технологічної системи рудника на різних етапах освоєння запасів уранових родовищ;

Запропоновано новий метод визначення пропускної здатності гірничих виробок в транспортно-технологічній системі рудника під час доставки руди самохідним обладнанням, які дозволяють на відміну від існуючих, враховувати показники адаптації вантажно-доставних машин нового покоління до реальних умов експлуатації.

**Практична значення роботи.** Практична цінність роботи полягає

1. У розробці та науковому обґрунтуванні методики визначення пропускної здатності транспортно-технологічної системи рудника, що враховують на відміну від існуючих не тільки технічні характеристики самохідного обладнання, але і умови її експлуатації, а саме його взаємодію з підшовою гірничої виробки.

2. У розробці рекомендації з оперативного виявлення дефектів вузлів і агрегатів самохідного обладнання, та визначення категорій складності їх усунення для формування нормативно-методичної бази щодо удосконалення системи діагностування технічного стану самохідного обладнання нового покоління.

3. У розробці затвердженої НТУ «Дніпровська політехніка» «Програми і методики визначення режимів роботи вантажно-доставних машин нового покоління при транспортуванні руди в складних гірничотехнічних умовах розробки уранових родовищ», яка дозволяє підвищити темпи і знизити трудомісткість робіт.

#### **Оцінка змісту дисертації.**

Науковий рівень роботи відповідає вимогам, що висуваються до дисертації на здобуття наукового ступеню кандидата технічних наук. Структурно дисертація складається з чотирьох розділів, в кінці кожного наведені висновки.

**У вступі** обґрунтовано актуальність обраної теми дисертаційної роботи, сформульовано мету й завдання досліджень, відображено наукове та практичне значення отриманих результатів.

**У першому розділі** виконано аналіз функціонування технологічних схем транспорту на підприємствах галузі, описано особливості експлуатації самохідного обладнання нового покоління в процесі розробки уранових родовищ підземним способом. Керуючись сучасними принципами реалізації малодосліджених науково-технічних завдань, усі процеси та операції, пов'язані з переміщенням руди за допомогою ВДМ від очисних камер до пункту її вивантаження, були об'єднані в єдину транспортно-технологічну систему рудника. Для підвищення ефективності її функціонування було обґрунтовано завдання та розроблена структурно-логічна схема досліджень.

**У другому розділі** відображено результати досліджень потенційних резервів наявних транспортно-технологічних систем рудника з використанням самохідного обладнання.

За результатами оцінки показників, які впливають на процеси транспортування руди в підземних виробках, встановлено, що характерні для більшості шахт технології керування маневровими операціями і процесами доставки руди ВДМ в криволінійних виробках зі знакозмінним профілем підосви відносяться до категорії найбільш трудомістких.

Для обґрунтування експлуатаційних показників транспортно-технологічних систем рудника з використанням самохідного обладнання створено базу початкових даних для визначення умов його експлуатації, досліджено на ділянках роботи ВДМ реальні профілі підосви гірничих виробок та визначені їхні статистичні характеристики, а також проведено хронометраж режимів роботи самохідного обладнання в реальних умовах шахтного середовища. На основі

проведених досліджень визначені потенційні резерви діючих технологічних схем внутрішньошахтного транспорту із застосуванням самохідного обладнання, які склали основу досліджень щодо підвищення їх ефективності та надійності в конкретних умовах розробки уранових родовищ.

**У третьому розділі** подано результати теоретичних досліджень з обґрунтування показників динамічної напруженості пневмоколісних ВДМ в підземних виробках зі знакозмінним профілем шахтної дороги.

Мінливість напрямку й профілю підшви дільничних виробок, а також тип і якість їх дорожнього покриття, істотно впливають на швидкість пересування ВДМ, її технічний стан і продуктивність. У процесі руху ВДМ по шахтній дорозі зі знакозмінним профілем виникають вертикальні й горизонтальні коливання та різного роду відхилення машини від заданого напрямку. Застосування математичної моделі руху ВДМ дозволило визначити імовірні напрями підвищення адаптаційної їх здатності в підземних виробках зі знакозмінним профілем проїжджої частини та сформулювати технічні рішення щодо подальшої перспективи створення вітчизняних зразків самохідного обладнання високого технічного рівня. нового покоління, Встановлено також, що допустима швидкість ВДМ за умови збуреного руху в поперечній площині змінюється за степеневим законом і залежать від величини моменту інерції та характеристики проїжджої частини транспортних виробок.

**Четвертий розділ** включає результати досліджень, спрямованих на обґрунтування параметрів енергозберігаючих схем доставки руди транспортно-технологічними комплексами самохідного обладнання.

Для підвищення адаптаційної здатності пневмоколісних вантажно-доставних машин нового покоління під час визначення конструктивних параметрів підземних транспортних виробок додатково було враховано показник динамічного відхилення верхньої кромки кузова ВДМ в поперечній площині.

Удосконалення технологій спорудження транспортних гірничих виробок і підвищення адаптаційної здатності ВДМ, за рахунок інноваційних технічних рішень, дозволило в сукупності знизити питомі витрати часу на доставку руди ВДМ та збільшити продуктивність самохідного обладнання і пропускну здатність транспортно-технологічної системи рудника в цілому.

Розроблені схеми застосування комплексів самохідного обладнання з елементами інноваційних технічних рішень підтверджено патентами України і являють собою основу щодо проектування енергозберігаючої транспортно-технологічної системи для поетапного підвищення виробничої потужності рудників з розробки уранових родовищ підземним способом.



**Загальні висновки** в дисертаційній роботі відповідають поставленим задачам та в достатній мірі відображають отримані результати дослідження, які впливають з її змісту.

**Відповідність паспорту спеціальності.** Дисертація відповідає паспорту спеціальності 05.22.12 – промисловий транспорт, зокрема пункту №4 – «Оптимізація, планування, організація, управління роботою промислового транспорту підприємств, промвузлів; удосконалення технології, обробки та переміщення вантажів на промисловому транспорті».

**Апробація роботи.** Основні положення роботи в цілому та її окремі частини розглядалися на 5 науково-практичних конференціях, 3 з яких міжнародні.

Повністю результати дисертаційної роботи доповідались і були схвалені на засіданні розширеного наукового семінару навчально-наукового інституту природокористування НТУ «Дніпровська політехніка».

**Ідентичність змісту автореферату й основних положень дисертації.**

На основі аналізу текстів дисертації та автореферату можна зробити висновок, що вони в цілому ідентичні. Назва дисертації адекватно відображає її зміст.

**Недоліки та зауваження дисертаційної роботи можна зазначити такі:**

1. В розділі 1 на стор. 30 в таблиці 1.1 наведено області застосування самохідного обладнання, але не зазначено умови його експлуатації та виробнича потужність рудників;

2. Під час визначення мікропрофілю підошви виробки використовується прямий метод вимірювання, але на сьогодні існують сучасні безконтактні методи;

3. Не наведені результати дослідження відхилень вантажно-доставної машини під час руху в транспортній виробки;

4. Розроблені методи діагностування технічного стану самохідного обладнання базуються тільки на використанні статистичних даних відмов та складності їх усунення, і не застосовано математичні моделі визначення їх ступеня впливу на продуктивність обладнання;

5. В таблиці 2.4 наведено класифікацію сучасних моделей ВДМ провідних світових фірм за вантажопідйомністю, але скоріше це типізація, так як обладнання поділене тільки за однією ознакою і не передбачає подальшого ділення на підкласи.

6. Теоретичне моделювання взаємодії вантажно-доставної машини та поверхнею підошви гірничої виробки виконано з низкою припущень, які привели до зайвої ідеалізації моделі;

7. Використання величини моменту інерції під час розрахунку допустимої швидкості самохідного обладнання потребує додаткових досліджень по

визначенню самого моменту інерції, так як даний показник є не в кожному технічному паспорті, що приводить до складності методики розрахунків;

8. В таблиці 4.4 приведено порівняльні показники продуктивності ВДМ в традиційній та розробленій транспортно-технологічній системі рудника, але не зазначено для яких саме умов та для якої техніки виконувалися розрахунки;

9. В додатках А і Б крім титульних аркушів методики та “Вихідних вимог” доцільно було б навести їх зміст.

#### **Загальний висновок.**

Зазначені в роботі недоліки не знижують цінності роботи в цілому і принципового впливу на оцінку роботи не роблять. Заперечень проти основних положень дисертації, її висновків і рекомендацій у опонента немає.

За результатами відображених у роботі досліджень треба підкреслити, що дисертантом Інюткініми виконано значний обсяг робіт:

- виявлені й описані чинники, а саме пропускна здатність транспортної виробки та продуктивність самохідного обладнання нового покоління, які визначають потенційні резерви й можливості підвищення ефективності транспортно-технологічної системи рудника шляхом адаптації ВДМ;

- отримано залежність допустимої швидкості самохідного обладнання від конструктивних параметрів підземних транспортних виробок;

- розроблена розрахункова модель робочого процесу ВДМ основана на динамічному навантаженні машини в залежності від дії зовнішніх факторів шахтного середовища;

- в результаті моделювання процесів взаємодії елементів системи «ВДМ – ГВ» вирішена задача щодо встановлення адаптаційних показників ВДМ нового покоління в умовах інтенсифікації гірничих робіт;

- для підвищення пропускну здатності підземних транспортних виробок розроблено спосіб спорудження проїжджої їх частини шляхом синхронного формування БПР перетину виробок і колійних траншей с послідовним насиченням їх твердуючою сумішшю;

- встановлені критерії оцінювання складових показника загальної ефективності ТТСР та розроблені рекомендації щодо формування технічних, технологічних та організаційних заходів для удосконалення робочого процесу пневмоколісних ВДМ.

Дисертація Інюткіна І.В. є завершеною роботою, в сукупності вирішують важливу науково-прикладну задачу, яка полягає в підвищенні ефективності транспортно-технологічної системи рудника, шляхом збільшення пропускну здатності транспортних виробок та адаптацією самохідного обладнання до умов експлуатації, що має важливе народногосподарське значення для зниження

трудомісткості транспортних процесів та в цілому підвищення потужності уранових рудників.

Виходячи з вищенаведеного, дисертаційна робота «Підвищення ефективності транспортно-технологічної системи рудника шляхом адаптації самохідного обладнання до змін умов експлуатації» за своїм змістом, актуальністю теми, обґрунтованістю та достовірністю отриманих наукових результатів відповідає вимогам пп.9, 11, 12, 13, 14 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24.липня 2013 № 567, щодо дисертацій на здобуття наукового ступеня кандидата наук, а її автор Інюткін Іван Володимирович, заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.12 – промисловий транспорт.

Офіційний опонент, кандидат технічних наук, доцент

**Сістук Володимир Олександрович**

доцент кафедри автомобільного транспорту

Криворізького національного університету,

м. Кривий Ріг.

 /Сістук В.О./

