

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу

Пацьори Данила Івановича

на тему «Створення інноваційних конструкцій траншейних екскаваторів з безківшевими роторними робочими органами»

подану на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування», галузь знань 13 «Механічна інженерія»

Актуальність теми дослідження та її зв'язок з науковими програмами, планами і темами

Дисертаційна робота Пацьори Данила Івановича присвячена вирішенню актуального науково-прикладного завдання підвищення продуктивності траншейних екскаваторів поздовжнього копання шляхом використання безківшевих роторних робочих органів з примусовим розвантаженням розробленого ґрунту.

Траншейні екскаватори безперервної дії є важливою складовою механізації земляних робіт під час будівництва, реконструкції та відновлення трубопроводних, інженерних, транспортних і оборонних об'єктів. Ефективність їх застосування значною мірою визначається узгодженням продуктивності копання ґрунту в забої з виносною здатністю робочого органа та можливістю його повного розвантаження. Для традиційних ківшевих роторних робочих органів саме умови розвантаження обмежують допустиму швидкість різання і, відповідно, робочу швидкість переміщення машини.

Обраний здобувачем напрям ґрунтується на використанні безківшевого ротора, який транспортує розроблений ґрунт у внутрішніх кільцевих порожнинах безперервним потоком та розвантажується пасивними ґрунтознімачами. Такий принцип створює передумови для підвищення виносної здатності робочого органа, кращого використання встановленої потужності та розширення діапазону робочих режимів траншейної машини. Тому дослідження фізичних закономірностей переміщення ґрунту у внутрішніх кільцевих



порожнинах ротора, визначення силового навантаження, енергоємності та раціональних режимів роботи є актуальними як у науковому, так і в прикладному аспектах.

Дисертаційну роботу виконано відповідно до науково-дослідної теми кафедри інженерії машин транспортного будівництва Національного транспортного університету «Визначення та дослідження шляхів підвищення ефективності роботи інноваційних машин транспортного будівництва», номер державної реєстрації 0121U001855. Тема, мета, завдання, об'єкт і предмет дослідження взаємопов'язані та загалом формують логічну структуру роботи.

Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій та достовірність отриманих результатів

Дисертаційна робота складається з анотацій, вступу, п'яти розділів, загальних висновків, списку використаних джерел та п'яти додатків. Загальний обсяг роботи становить 219 сторінок, з яких 154 сторінки основного тексту. Робота містить 91 рисунок, 13 таблиць та список із 130 використаних джерел.

У вступі обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету і завдання дослідження, визначено об'єкт, предмет та методи дослідження, наведено положення наукової новизни, практичне значення, відомості про апробацію та публікації, а також особистий внесок здобувача.

У першому розділі «Напрями і тенденції створення інноваційних землерийних машин поздовжнього копання. Мета та задачі дослідження» проаналізовано конструкції та робочі процеси ланцюгових, ківшевих роторних і безківшевих роторних траншейних екскаваторів. Розглянуто причини обмеження продуктивності традиційних робочих органів, зокрема залежність виносної здатності від способу розвантаження. На підставі огляду сформульовано напрям дослідження, пов'язаний з використанням сили напору потоку ґрунту та сил тертя для транспортування й розвантаження безківшевого ротора.

У другому розділі «Теоретичні дослідження взаємодії безківшевих роторних робочих органів з ґрунтами» робочий процес поділено на

взаємопов'язані зони: забою, захисного кожуха та розвантажувального вузла. Для кожної зони розглянуто дію сил тяжіння, відцентрових сил, сил напору стружки, бокового тиску та тертя. Сформовано систему залежностей, що описує силову взаємодію транспортованого ґрунту з робочими поверхнями ротора, та побудовано математичну модель визначення силового навантаження робочого органа.

У третьому розділі «Розрахунково-експериментальна оцінка роботи безківшевого роторного робочого органа» виконано оцінку продуктивності, товщини стружки, крутного моменту, потужності привода ротора та питомої енергоємності. Встановлено вплив швидкості подачі та швидкості різання на навантаження робочого органа. Порівняння розрахункових і експериментальних значень крутного моменту дало розбіжність 6,8 %, що свідчить про прийнятну для інженерних розрахунків відповідність моделі експериментальним даним у межах досліджених режимів.

У четвертому розділі «Методика проведення експериментальних досліджень» наведено конструкцію фізичної моделі робочого органа, опис стенда фізико-математичного моделювання, тензометричної підвіски, датчиків тиску, швидкості та переміщення, а також вимірювально-реєструючого комплексу. Обґрунтовано кількість повторювань дослідів, порядок тарування каналів і допустиму відносну похибку вимірювань.

У п'ятому розділі «Результати експериментальних досліджень фізичної моделі роторного робочого органа» досліджено процес виносу ґрунту з забою, силове навантаження та роботу вихідної і модернізованої конструкцій розвантажувального вузла. Експериментально встановлено вплив режимних параметрів на крутний момент, силу тяги, продуктивність і повноту розвантаження, а також отримано дані для оцінки проковзування ґрунту відносно транспортуючих поверхонь ротора.

Достовірність результатів забезпечується поєднанням аналітичного та математичного моделювання, фізичного експерименту, застосуванням тензометричних і гідравлічних засобів вимірювання, попереднім таруванням

обладнання, повторюваністю дослідів і порівнянням розрахункових та експериментальних даних. Висновки дисертації загалом відповідають поставленим завданням і ґрунтуються на результатах, наведених у розділах роботи.

Наукова новизна та практичне значення отриманих результатів

Наукова новизна роботи пов'язана насамперед з розробленням математичної моделі робочого процесу безківшевого роторного робочого органа, встановленням закономірностей силової взаємодії потоку ґрунту з поверхнями внутрішніх кільцевих порожнин, визначенням ролі проковзування у формуванні фактичної виносної здатності та обґрунтуванням раціональних режимів копання і розвантаження.

За результатами дослідження визначено раціональний кут установлення скребка-ґрунтознімача 45° для дослідженої конструкції одноступеневого розвантаження; встановлено, що відхилення розрахункових і експериментальних значень крутного моменту становить 6,8 %; для сталого режиму копання ґрунту II категорії траншеї шириною 0,6 м і глибиною 1,5 м отримано розрахункові значення крутного моменту 49,38 кН·м, сили тяги 137,59 кН, загальної потужності приводів 140,55 кВт та питомої енергоємності 0,256 кВт·год/м³. Обґрунтовано співвідношення швидкості різання та швидкості подачі на рівні 17-18 як раціональне в межах досліджених параметрів.

Практичне значення результатів полягає у створенні фізичної моделі змінної конструкції, удосконаленні експериментального стенда, застосуванні універсальної тензометричної підвіски та вимірювально-реєструючого комплексу, а також у розробленні рекомендацій щодо вибору режимів роботи та параметрів розвантажувального вузла. Результати використовуються у навчальному процесі Національного транспортного університету та в діяльності ПрАТ ПВІ ЗІТ «Нафтогазбудізоляція».

Повнота викладу основних положень дисертації в опублікованих працях

Основні положення дисертації висвітлено у наукових статтях, матеріалах науково-технічних конференцій та патенті України на винахід. Публікації охоплюють питання підвищення продуктивності траншейних екскаваторів, фізичного та математичного моделювання процесів безківшевого ротора, вибору параметрів розвантажувальних вузлів, енергоємності копання і засобів вимірювання просторового силового навантаження. Зміст опублікованих праць загалом відповідає основним результатам, винесеним на захист.

Відсутність порушень академічної доброчесності

За результатами ознайомлення з текстом дисертації явних ознак академічного плагіату, фабрикації або фальсифікації результатів не виявлено. Використані положення, відомості та результати інших авторів супроводжуються посиланнями на відповідні джерела. Остаточний висновок щодо текстових запозичень має ґрунтуватися також на офіційному звіті перевірки дисертації засобами, прийнятими в Національному транспортному університеті.

Позитивні аспекти дисертаційної роботи

До позитивних аспектів роботи слід віднести комплексний розгляд процесу копання, транспортування і розвантаження ґрунту; спробу перейти від опису конструкції до фізико-математичного пояснення робочого процесу; поєднання розрахункових та експериментальних методів; створення спеціального дослідницького обладнання; отримання кількісних оцінок крутного моменту, сили тяги, потужності та енергоємності; а також практичну спрямованість рекомендацій щодо режимів роботи і конструкції розвантажувального вузла.

Особливої уваги заслуговує розгляд проковзування ґрунту відносно робочих поверхонь ротора як чинника, що пов'язує геометрично можливу та фактичну виносну здатність. Така постановка створює основу для подальшого уточнення моделей продуктивності безківшевих роторних робочих органів.

Зауваження та дискусійні положення щодо змісту дисертації

1. У дисертації наукову новизну сформульовано як створення «нового типу та принципу дії» безківшевого роторного робочого органа. Водночас у першому розділі наведено відомі конструкції машин ЕТР-134А, ЕТР-140, ТМК-3 та БТМ-4 з безківшевими роторами. Тому доцільно чіткіше локалізувати новизну роботи не у створенні самого типу робочого органа, а в математичній моделі його робочого процесу, встановлених закономірностях транспортування, визначенні проковзування та обґрунтуванні параметрів розвантажувального вузла.
2. Формулювання про можливість роботи безківшевого ротора з «практично необмеженими швидкостями різання» є надто категоричним. Примусове розвантаження усуває обмеження, характерні для гравітаційного спорожнення ківшів, але швидкість різання надалі обмежується потужністю привода, тяговими можливостями базової машини, міцністю елементів, динамічними навантаженнями, зносом різців та фізико-механічними властивостями ґрунту. Це положення потребує уточнення у вступі, анотації та висновках.
3. Твердження про підвищення продуктивності у 2–3 рази при незмінних енергозатратах потребує чіткішого визначення бази порівняння. Доцільно вказати конкретні типи або типорозміри ланцюгових і ківшевих роторних робочих органів, прийняті однакові умови порівняння, категорію ґрунту, геометрію траншеї, встановлену потужність і діапазон швидкостей.
4. Положення про проковзування потребує термінологічного та фізичного уточнення. У висновках зазначено, що його величина «становить 22 % від теоретичної продуктивності», через що не цілком зрозуміло, йдеться про коефіцієнт проковзування, відносне зниження продуктивності чи відношення фактичної швидкості потоку до колової швидкості ротора. Крім того, отримане значення слід подавати як результат для конкретних ґрунтових, геометричних і режимних умов, а не як універсальну характеристику БРРО.
5. Розроблена модель ґрунтується на припущеннях про безперервність і рівномірність потоку, усереднений характер ущільнення та усталені режими роботи. Межі застосовності цих припущень потребують чіткішого визначення,

особливо для липких, перезвожених, неоднорідних ґрунтів і режимів з вираженими пульсаціями навантаження. Перехід до нестационарної моделі може бути предметом подальших досліджень.

6. Експериментальні дослідження виконано на фізичній моделі масштабу 1:5. У роботі доцільно детальніше обґрунтувати критерії геометричної, кінематичної та силової подібності, а також межі перенесення отриманих значень проковзування, силового навантаження та енергоємності на натурну машину. Окремого пояснення потребує масштабування властивостей ґрунту, для яких одночасне забезпечення всіх критеріїв подібності є складним.

7. Перевірку адекватності математичної моделі переважно представлено за крутним моментом на валу ротора, для якого наведено розбіжність 6,8 %. Було б доцільно ширше показати статистику розбіжностей у всьому дослідженому діапазоні режимів, а також окремо верифікувати силу тяги, потужність і показники виносної здатності.

8. У вступі зазначено, що за матеріалами дисертації опубліковано 20 наукових праць: 5 статей, 1 патент та 13 праць апробаційного характеру. Наведені складові у сумі становлять 19 публікацій, тому кількісні відомості про публікації необхідно узгодити зі списком опублікованих праць.

9. У тексті трапляються окремі редакційні, термінологічні та технічні неточності, зокрема надмірно категоричні твердження, повтори, неузгоджені формулювання та поодинокі похибки у поданні одиниць і числових значень. Робота потребує завершального літературного та технічного редагування.

Наведені зауваження мають переважно уточнювальний і рекомендаційний характер, окреслюють напрями подальшого розвитку дослідження та не ставлять під сумнів загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Загальний висновок

Дисертаційна робота Пацьори Данила Івановича на тему «Створення інноваційних конструкцій траншейних екскаваторів з безківшевими роторними робочими органами» є завершеним самостійним науковим дослідженням, у якому отримано нові науково обґрунтовані результати щодо математичного моделювання, розрахунково-експериментальної оцінки та вибору параметрів роботи безківшевих роторних робочих органів траншейних екскаваторів.

За актуальністю, змістом, структурою, обсягом виконаних теоретичних і експериментальних досліджень, науковою новизною, практичним значенням і повнотою висвітлення результатів дисертація відповідає вимогам наказу Міністерства освіти і науки України від 12.01.2017 № 40 «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації» зі змінами, а також Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12.01.2022 № 44 зі змінами.

Вважаю, що Пацьора Данило Іванович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування».

Рецензент,
доцент кафедри інженерії машин
транспортного будівництва
Національного транспортного університету,
кандидат технічних наук, доцент


Володимир
НІКОЛАЄНКО

