

ВІДГУК

офіційного опонента професора кафедри будівельних і дорожніх машин
Придніпровської державної академії будівництва і архітектури
д-ра техн. наук, професора Хмари Леоніда Андрійовича
на дисертаційну роботу

Лазарука Юрія Володимировича

на тему “Підвищення ефективності універсальних землерийних машин
удосконаленням конструктивних та кінематичних параметрів”,
яка представлена на здобуття наукового ступеня доктора філософії за
спеціальністю 133 “Галузеве машинобудування”, галузь знань 13 “Механічна
інженерія”

Актуальність теми дисертаційної роботи.

Дисертаційна робота пов'язана з вирішенням науково-технічної задачі
підвищення ефективності універсальних землерийних машин безперервної дії,
здатних відкопувати в ґрунтах протяжні виїмки різних лінійних розмірів та
технологічного призначення.

Спорудження об'єктів транспортної інфраструктури, фортифікаційне
обладнання місцевості та об'єктів пов'язано з розробкою значних обсягів
земляних робіт і можливо лише з використанням високопродуктивних
універсальних землерийних машин, насамперед, екскаваторів безперервної дії.

Перспективним напрямом підвищення темпів виконання земляних робіт є
створення принципово нових конструкцій землерийних машин безперервної дії
здатних одним і тим самим робочим органом, без його конструктивних змін,
здійснювати відкопування протяжних виїмок різних лінійних розмірів у різних
ґрунтових умовах. є сьогодення.

Вирішення цього актуального завдання дає можливість розширення сфери
застосування землерийних машин безперервної дії поздовжнього копання та
забезпечить підвищення ефективності виробництва універсальних землерийних
машин безперервної дії завдяки збільшенню обсягів серійного виготовлення
однотипових машин та їх подвійного використання.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Тема дисертації відповідає “Основним напрямкам розвитку озброєння та
військової техніки на довгостроковий період”, схвалених розпорядженням
Кабінету Міністрів України від 14.06.2017 р. № 398-р, має безпосередній зв'язок
з програмами наукових досліджень кафедри інженерії машин транспортного
будівництва Національного транспортного університету: “Проведення
тензометричних випробувань машини ПЗМ-3-01” (№ держреєстрації
0117U001719); “Удосконалення експлуатаційних показників дорожніх,
землерийних машин та транспортних засобів” (№ держреєстрації 0118U001087);
“Поліпшення експлуатаційних показників технологічних машин та транспортних
засобів в транспортному будівництві” (№ держреєстрації 0121U107519).



Обґрунтованість і достовірність наукових результатів дисертації, висновків, рекомендацій.

Мета роботи і задачі дослідження достатньо обґрунтовані на підставі аналізу літературних джерел, в тому числі закордонних, результатів наукових досліджень та патентних матеріалів по темі дисертації.

Важливість результатів виконаних досліджень для науки полягає в тому, що в них вперше обґрунтовано підхід до створення робочого обладнання універсальних землерийних машини безперервної дії з роторним робочим органом, що працює в режимі віяльно-поступальної подачі при спорудженні широких виїмок в ґрунті.

Наукові положення дисертації, що винесені на захист обґрунтовані результатами теоретичних і експериментальних досліджень.

Достовірність результатів теоретичних досліджень ґрунтується на основних положеннях теорії різання і механіки ґрунтів, процесів взаємодії робочих органів землерийних машин з ґрунтовим середовищем, використанні математичного апарату і спеціалізованого програмного забезпечення.

Теоретичні висновки по темі дисертаційного дослідження підтверджені результатами експериментальних досліджень фізичної моделі робочого обладнання універсальної землерийної машини безперервної дії достовірність яких підтверджується достатньою повторністю експериментів, надійністю отриманих результатів, використанням сучасних засобів фіксації та обробки експериментальних даних. Розбіжність між ними не перевищує 10 %.

Основні положення, що визначають наукову новизну дисертаційної роботи

Наукова новизна отриманих результатів полягає у вирішенні важливої науково-технічної задачі – створення нового типу роторного робочого обладнання універсальної землерийної машини безперервної дії здатного без переналаштування відкопувати в ґрунті широкі виїмки змінної ширини. Це досягається завдяки переміщенню робочого органу в забої по траєкторії, яка описується рівнянням лемніскати Бернуллі, що обумовлює підвищення продуктивності робочого органу по виносній здатності майже у 2 рази, вирівнювання і зниження зовнішніх навантажень на робочому органі завдяки розробленню ґрунту стружками рівномірної товщини.

В дисертаційній роботі:

- вперше розроблено алгоритм та механізм переміщення дволанкового, двошарнірного ґрунторозробного роторного робочого органу універсальної землерийної машини в забої, що забезпечує розроблення ґрунту стружками рівномірної товщини не залежно від ширини виїмки;

- створено математичну модель функціонування універсальної землерийної машини безперервної дії відповідно до розробленого алгоритму переміщення робочого органу в процесі віяльно-поступальної подачі робочого обладнання на забій;

- встановлено функціональну залежність тривалості довертання проміжної рами роторного робочого органу в кінці кожного напівциклу копання широких виїмок в ґрунті, залежно від швидкості подачі робочого органу;

- удосконалено схему та механізм реалізації адаптивного переміщення роторного робочого органу універсальної землерийної машини в забої залежно від швидкості подачі машини;

- отримали подальшого розвитку методологія фізичного і фізико-математичного моделювання в процесі проведення тензометричних випробувань моделі робочого органу універсальної землерийної машини.

Значення отриманих результатів для теорії і практики

Результати виконаних досліджень використовуються при розробленні технічної документації на створення універсальної землерийної машини безперервної дії з дволанковою, двошарнірною навіскою роторного ґрунторозробного робочого органу на шасі, а також в навчальному процесі при підготовці фахівців спеціальності 133 – “Галузеве машинобудування” в Національному транспортному університеті, про що свідчать відповідні акти.

Повнота викладення наукових положень та отриманих результатів в опублікованих працях.

Основний зміст дисертаційної роботи викладено в 2-х фахових виданнях, 2-х закордонних виданнях (Scopus), 11 опублікованих матеріалах наукових конференцій та 1 патенті України на винахід.

Основні положення дисертації були представлені та отримали позитивну оцінку під час участі у конференціях різного рівня, у т.ч. в 3-х міжнародних, 1-й всеукраїнській, 2-х науково-практичних, 1-й науково-технічній конференціях та LXXIII – LXXVIII наукових конференціях професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників Національного транспортного університету.

Структура та обсяг дисертації.

Дисертаційна робота, складається з переліку умовних позначень, вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел із 100 найменувань та 8 додатків. Повний обсяг роботи становить 230 сторінок, в тому числі 174 сторінки основного тексту, 10 таблиць та 93 рисунки, що в цілому відповідає вимогам до дисертацій технічного профілю.

У вступі представлено актуальність теми; зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами; сформована мета, поставлені задачі дослідження. Чітко сформовані: наукова новизна, практичне значення отриманих результатів та особистий внесок здобувача. Наведено дані про апробацію результатів дисертації, публікації, структуру і обсяг дисертаційної роботи.

У першому розділі проаналізовано проблемні питання та сучасні тенденції створення землерийних машин безперервної дії. Проведено аналіз результатів наукових досліджень, технічних рішень конструкцій робочого обладнання універсальних землерийних машин безперервної дії за патентними

матеріалами, технологічними можливостями та напрямками використання. За результатами виконаного аналізу обґрунтовано раціональну конструкцію ґрунторозробного робочого органу універсальної землерийної машини безперервної дії та шляхи підвищення її ефективності.

У другому розділі викладено теоретичну базу обґрунтування та оптимізації вибору конструктивних і кінематичних параметрів робочого обладнання універсальної землерийної машини, що працює в режимі віяльно-поступальної подачі робочого органу на забій.

Встановлено, що для розроблення забою стружками ґрунту рівномірної товщини в плані, траєкторія руху ріжучих периметрів ківшів роторного робочого органу відносно вісі базового шасі має бути наближеною до лемніскати Бернуллі, при цьому величина випереджаючої подачі є функцією від швидкості переміщення шасі і ширини виїмки, що розробляється.

Обґрунтовано структурну та компоновальну схему механізму віяльно-поступальної подачі робочого органу на забій. Доведено, що для переміщення робочого органу універсальної землерийної машини за заданою траєкторією руху, механізм бічного переміщення повинен бути дволанковим, двошарнірним плоским механізмом з незамкнутим кінематичним ланцюгом.

Визначено алгоритм керування ланками механізму бічного переміщення робочого органу в режимі віяльно-поступальної подачі на забій, що забезпечує його переміщення в забої по заданій траєкторії руху.

Розроблено математичну модель механізму бічного переміщення робочого органу універсальної землерийної машини в режимі віяльно-поступальної подачі на забій, що забезпечує вирівнювання товщини стружки і як результат мінімізацію та вирівнювання зовнішніх навантажень на робочому органі в процесі копання ґрунту.

Виконано синтез алгоритму функціонування механізму віяльно-поступального переміщення робочого органу універсальної землерийної машини в забої.

У третьому розділі визначено задачі експериментальних досліджень, викладено програму, методику та експериментальну базу досліджень.

Перевірку результатів теоретичних досліджень проведено шляхом їх порівняння з результатами експериментальних досліджень фізичної моделі робочого обладнання універсальної землерийної машини з роторним робочим органом виготовленої в масштабі 1:5. Випробування проведено на самохідному стенді фізико-математичного моделювання робочих процесів землерийних машин безперервної дії, який обладнано необхідними пристроями, вимірювальним обладнанням та контрольно-вимірювальною апаратурою.

Автором визначено перелік чинників, що визначають характеристики зовнішніх навантажень робочого обладнання універсальної землерийної машини, діапазони їх варіювання та розроблено методику проведення

експериментальних досліджень робочих процесів на фізичній моделі робочого обладнання.

У четвертому розділі викладено результати експериментальних досліджень фізичної моделі робочого обладнання універсальної землерийної машини.

Експериментальними дослідженнями підтверджено, що запропонована навіска роторного робочого органу на базовому шасі та механізм бічного переміщення ланок робочого обладнання забезпечують переміщення ротора по заданій траєкторії руху, а розробка ґрунту здійснюється стружками рівномірної товщини завдяки довороту проміжної рами ротора в кінці кожного напівциклу робочого процесу. Величина випереджаючої подачі робочого органу на забій в кінці кожного напівциклу функціонально пов'язана зі швидкістю подачі машини на забій. Експериментально визначено закономірність зміни тривалості довертання проміжної рами робочого органу, що забезпечує розроблення ґрунту стружками постійної товщини в залежності від швидкості подачі машини.

На підставі аналізу визначених силових навантажень доведено, що застосування механізму віяльно-поступального переміщення робочого органу в забої, з адаптивним до швидкості руху машини керуванням, дозволяє зменшити силові навантаження на робочому обладнанні машини, а саме: крутний момент на роторі – на 34 %; силу тяги на робочому обладнанні – на 20 %; бічну силу на робочому органі – на 47 %; розвертаючий момент в плані – на 36 %; момент в площині корми машини – на 37 %.

Вирівнювання товщини стружки за напівцикл робочого процесу дозволяє в 2 рази збільшити продуктивність робочого органу по виносній здатності.

Результати експериментальних досліджень отримано з величиною відносної похибки 10 % за довірчої вірогідності 0,95 і повторюваністю дослідів 5.

Підтверджено адекватність розробленої математичної моделі функціонування робочого обладнання універсальної землерийної машини на фізичній моделі при розробленні в ґрунтах I – IV категорій виїмок шириною 3 – 4,5 м в режимі максимальної продуктивності машини.

У п'ятому розділі викладено принципове технічне рішення робочого обладнання універсальної землерийної машини, інженерну методику розрахунку конструктивних і кінематичних параметрів механізму поперечного переміщення робочого органу та технічні пропозиції для розроблення локальної САУ механізму приводу бічного переміщення робочого органу.

Викладено розрахунок економічної ефективності застосування універсальної землерийної машини.

Висновки результатів дисертаційного роботи сформульовані логічно і послідовно, відповідають структурі дослідження, містять основні результати

дисертаційних досліджень, викладені достатньо повно та відображають реалізацію поставлених завдань.

Дисертаційна робота має логічну структуру, виконана в достатньо високому науковому стилі. Методологія дисертації сучасна: використані математичні методи, імітаційне моделювання, виконано експериментальну перевірку основних наукових положень роботи. Робота написана чіткою технічною мовою, в повній мірі відповідає вимогам до дисертаційних робіт, встановлених Міністерством освіти і науки України. Дисертаційна робота Лазарука Ю.В. є завершеною наукою роботою, достатньо повно відображає основні наукові здобутки, висновки та рекомендації автора.

У додатках наведено: список публікацій здобувача за темою дисертації та відомості про апробацію результатів дисертації; програму розрахунку функціонування механізму подачі робочого органу універсальної землерийної машини; результати експериментальних досліджень; розрахунок економічної ефективності використання універсальної землерийної машини; патент на винахід та акти про впровадження і використання результатів дисертаційного дослідження.

Дискусійні положення та зауваження до дисертації

1. Доцільно було б провести аналіз використання землерийних машин безперервної дії у дорожньому будівництві.

2. Має місце не коректність у зазначенні позицій (рис. 2.17, б) з описом до нього.

3. Твердження автора про те, що ланцюгові, безківшеві робочі органи землерийних машин безперервної дії мають переваги над ківшевими потребує уточнення та конкретизації (стор. 42).

4. Які конструктивні міркування приймалися до уваги при виборі величини числа n в рівнянні 2.3 рівним 16 (стор. 79)?

5. З тексту роботи не зрозуміло, яким чином забезпечувалось стабільність роботи гідроприводів робочого обладнання на стенді з точністю до 3...5 % (стор. 120).

6. Не ясно, що являє собою задатчик тривалості часу затримки t_z повороту рами ротора робочого органа, (стор. 135).

7. Побудову траєкторії фактичного переміщення робочого органа в забої автором виконано з точністю 3,7 % (стор. 146). Звідки така точність?

8. Стверджувати, що траншейні екскаватори з роторними робочими органами здатні розробляти ґрунти зі швидкостями різання ґрунту до 5,5 м/с не вірно. Вказане характерно тільки для роторних робочих органів з відцентрованим розвантаженням ґрунту (стор. 46).

Разом з цим, наведені дискусійні положення та зауваження не впливають на загальне позитивне сприйняття та високу оцінку дисертаційної роботи.

Загальні висновки до дисертаційної роботи

На підставі викладеного вважаю, що дисертаційна робота Лазарука Юрія Володимировича на тему “Підвищення ефективності універсальних землерийних машин удосконаленням конструктивних та кінематичних параметрів”:

– є самостійно виконаним, завершеним науковим дослідженням в якому отримано науково обґрунтовані нові результати, що в сукупності вирішують конкретну наукову-технічну задачу підвищення ефективності універсальних землерийних машин безперервної дії;

– за змістом та якістю теоретичних і методичних розробок робота відповідає рівню дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 133 “Галузеве машинобудування”;

– зважаючи на актуальність вирішених завдань, отриманих наукових висновків, теоретично обґрунтованих принципових наукових положень, використаних сучасних методів наукових досліджень та підтвердженої значимості їх результатів, дисертаційна робота відповідає вимогам щодо оформлення дисертаційних робіт згідно Наказу Міністерства освіти і науки України № 40 від 12.01.2017.

– представлені до розгляду дисертаційна робота публікації, задовольняють вимогам п. 6-9 Постанови Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 “Порядок присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктор філософії”, а її автор, Лазарук Юрій Володимирович, заслуговує присвоєння наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 133 “Галузеве машинобудування” у галузі знань 13 “Механічна інженерія”.

Офіційний опонент

Професор кафедри будівельних та дорожніх машин

Придніпровської державної академії будівництва та архітектури

доктор технічних наук, професор

Леонід ХМАРА



Хмара

Леонід Хмара

Відділ кадрів ПДАБА