

ВІДГУК
офіційного опонента на дисертацію
Череватенко Галини Ігорівни
на тему: «Підвищення ефективності функціонування орного агрегату
покращенням тягово-зчіпних властивостей»
подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії
з галузі знань 13 – Механічна інженерія
за спеціальністю 133 – Галузеве машинобудування

1. Актуальність теми.

У останні роки для підвищення ефективності агропромислового комплексу все частіше використовуються енергоємні машинно-тракторні агрегати (МТА) з високою продуктивністю. Це дозволяє знизити техногенний вплив на ґрунт завдяки зменшенню кількості проходів. МТА потребують тракторів з високими тягово-зчіпними властивостями, зокрема колісні повнопривідні трактори, які відрізняються високою прохідністю та використовуються на ґрунтах з низькою несучою здатністю. Удосконалення таких тракторів вимагає досліджень динаміки трансмісії і впливу конструктивних параметрів на тягово-динамічні показники та залишається недостатньо вивченим. Дослідження, спрямовані на підвищення ефективності орних агрегатів, є актуальними для аграрного сектору України.

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

Дисертаційне дослідження проведено у рамках науково-дослідних робіт «Інноваційні засади створення вимірjuвальної системи динаміки мобільних машин шляхом урахування режимів роботи, динамічних навантажень та конструкцій» (0122U000747, 2022-2024 рр.); «Розробка та удосконалення мехатронних машино-технологічних систем, що відповідають вимогам ергономіки, технічної естетики та охорони праці для механізованого виробництва сільськогосподарської продукції на основі енергозберігаючих та економічно безпечних технологій» (0123U101678, 2023-2025 рр.).

3. Оцінка змісту дисертації. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертації.

Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, яка містить анотацію, зміст, вступ, п'ять розділів, висновки, список використаних джерел та додатки.

У *вступі* наведена загальна характеристика роботи, обґрунтовано актуальність теми досліджень, розкритий зв'язок роботи з науковими програмами, планами та темами, сформульована мета, завдання, об'єкт та предмет дослідження, вказана наукова новизна та практичне значення одержаних результатів, визначений особистий внесок здобувача, наведені дані про апробацію, публікації, структуру та обсяг роботи.

Об'єктом дослідження є процес руху МТА, його зв'язок з динамічними

процесами, що відбуваються у трансмісії та геометричними параметрами рами трактора.

Предметом дослідження є закономірності впливу геометричних параметрів рами та режимів блокування диференціалів на динамічні та тягово-енергетичні показники повнопривідного колісного трактора у складі орного МТА.

У **першому розділі** дисертації наведено аналіз стану проблеми дослідження ефективності функціонування орного машинно-тракторного агрегату, який засвідчує актуальність даного напрямку розвитку їх конструкцій і вказує на наступні переваги таких орних знарядь.

У **другому розділі** наведено обґрунтування підвищення ефективності функціонування орного МТА покращенням тягово-зчіпних властивостей трактора. Встановлено вплив геометричних параметрів рами трактора на нормальні реакції коліс та тягово-енергетичні показники. Зменшення відстані l_1 до 1,69 м призводить до зниження нормальних реакцій на передніх колесах трактора до $2,67 \cdot 10^5$ Н та підвищення значень реакцій на задніх колесах трактора до $1,53 \cdot 10^5$ Н. Збільшення l_1 до 2,09 м призводить до підвищення нормальних реакцій на передніх колесах трактора до $2,87 \cdot 10^5$ Н та зниженню на задніх до $1,35 \cdot 10^5$ Н.

Оцінено вплив параметрів трансмісії на тягово-енергетичні показники повнопривідного колісного трактора у складі орного МТА. Крутні моменти передніх ведучих коліс трактора збільшуються до 6972 Н·м, а задніх до 4622 Н·м. Дотичні сили тяги на передніх колесах трактора збільшуються до 5478 Н після закінчення розгону. Встановлено, що при розблокованому диференціалі траєкторії руху піврам трактора являються нелінійними. Кути повороту піврам трактора збільшуються від $\gamma_1 = 0$ рад, $\gamma_2 = 0,05$ рад до $\gamma_1 = 0,89$ рад; $\gamma_2 = 0,71$ рад (при $\psi = 5^\circ$); від $\gamma_1 = 0$ рад, $\gamma_2 = 0,01$ рад до $\gamma_1 = 1,78$ рад; $\gamma_2 = 1,434$ рад (при $\psi = 20^\circ$). Встановлено, що дотичні сили тяги на передніх колесах повнопривідної трактора знаходиться в межах від 3550 Н (при $\psi = 5^\circ$) до 4250 Н ($\psi = 20^\circ$); для задніх – від 1325 Н (при $\psi = 5^\circ$) до 1855 Н ($\psi = 20^\circ$). Для режиму блокованих диференціалів сили тяги на передніх колесах трактора складають 3530 Н; задніх – 1870 Н.

Обґрунтовано метод визначення коефіцієнту блокування міжколісного та міжосьового диференціалу колісного трактора у складі орного МТА. Виконано синтез системи динамічної курсової стабілізації орного машинно-тракторного агрегату. Встановлено, що найбільш ефективною з точки зору стійкості та керованості трактора на схилі є повністю заблокована трансмісія, а також диференціальна трансмісія з розблокованим центральним і заблокованими бортовими колісними диференціалами.

У **третьому розділі** розроблено детальну програму та методику виконання експериментальних досліджень. Експериментальні дослідження ставлять за мету перевірку теоретичних передумов, спрямованих на оцінку впливу блокування диференціалу на динамічні та тягово-енергетичні

показники повнопривідного колісного трактора у складі орного МТА, а також підтвердження адекватності розроблених математичних моделей динаміки трактора та орного МТА. Предметом експериментальних досліджень є визначення тягово-енергетичних показників з урахуванням геометричних параметрів рами та режимів блокування диференціалів трактора. Для досягнення поставленої мети лабораторно-експериментальних досліджень необхідно вирішити наступні завдання: розробити методику експериментальних досліджень із використанням вимірювальної системи для оцінки впливу геометричних параметрів рами та режимів блокування диференціалів трактора на показники орного МТА; підтвердити адекватність розроблених математичних моделей динаміки трактора та орного МТА, що враховують геометричних параметрів рами та режимів блокування диференціалів трактора. Під час проведення експериментальних досліджень використано «Вимірювальну систему динаміки та енергетики мобільних машин». Розроблено методику проведення експериментальних досліджень та методику зняття тягової характеристики трактора з використанням вимірювальної системи.

У *четвертому розділі* наведено результати експериментальних досліджень. Визначено швидкості та тягові зусилля тракторів ХТЗ-17221 та ХТЗ-243КС. Встановлено робочі швидкості руху тракторів в залежності від тягового зусилля. Визначено максимальне тягове зусилля, яке обмежено зчепленням рушіїв і дорівнює 51,2 кН; питому гакову витрату палива трактору ХТЗ-17221 – 385 г/(кВт·год) та трактора ХТЗ-243КС – 397 г/(кВт·год). Польовими дослідженнями в ПСП «Лілія» встановлено, що орний МТА у складі ХТЗ-243КС+ПЛН-6-35 має більшу продуктивність 2,30 га/год, менші витрати палива 14,5 кг/год та вищу робочу швидкість 2,9 м/с (+5,5%) за орний агрегат у складі ХТЗ-17221+ПЛН-5-35.

У *п'ятому розділі* наведено економічне обґрунтування результатів дисертаційної роботи. Визначення техніко-економічної ефективності орного МТА виконували за диференціальною оцінкою – методом послідовного порівняння абсолютних значень показників базового і модернізованого варіантів. Визначено та порівняно економічну ефективність орних агрегатів у складі трактора ХТЗ-17221К та плугу ПЛН-5-35 і орного агрегату у складі трактора ХТЗ-243КС та плугу ПЛН-6-35. Визначено, що підвищення ефективності функціонування орного агрегату покращенням тягово-зчіпних властивостей забезпечує річний економічний ефект на оранці 173189,48 грн.

Висновки по роботі сформовані чітко, вони повністю висвітлюють отримані у роботі результати. За своїм рівнем висновки відповідають вимогам, які висуваються до результатів дисертації на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

Список літератури достатньо повно охоплює предметну галузь та відображає опрацювання автором значної кількості джерел.

Додатки до роботи містять матеріали досліджень, що не увійшли в основну частину роботи та акти впровадження результатів дисертаційної

роботи у виробництво, що підтверджує важливість одержаних результатів.

4. Наукова новизна одержаних результатів.

Наукову новизну отриманих результатів досліджень становлять:

- взаємозв'язок тягово-енергетичних показників повнопривідного колісного трактора з геометричними параметрами рами;
- залежності тягово-енергетичних показників функціонування повнопривідного колісного трактора у складі орного МТА з урахуванням режимів блокування диференціалів.

Удосконалений розрахунок теоретичної тягової характеристики трактора, що враховує геометричні параметри рами та конструкції трансмісії.

Вважаю, що наукові результати здобувача є вагомим внеском у розвиток створення, теоретичного обґрунтування та експериментального дослідження орного МТА.

5. Достовірність отриманих результатів і висновків.

Достовірність отриманих результатів забезпечується коректною постановкою задачі, мети та завдань дисертаційного дослідження, які розв'язуються послідовно та аргументовано. Достовірність наукових положень, висновків та рекомендацій підтверджується відповідністю методології дослідження поставленої науково-технічної задачі, повнотою розгляду на теоретичному та експериментальному рівнях об'єкта дослідження, застосуванням комплексу методів, адекватних предмету дослідження.

6. Практична цінність одержаних результатів та рекомендації щодо їх подальшого використання.

Практичне значення одержаних результатів полягає у обґрунтованому методу оцінки впливу геометричних параметрів рами трактора на тягово-енергетичні показники машинно-тракторного агрегату та методу оцінки тягово-енергетичних показників функціонування повнопривідного колісного трактора у складі орного МТА з урахуванням конструкції трансмісії, які впроваджено ПАТ «ХТЗ» та Харківською філією Державної наукової установи «Український науково-дослідний інститут прогнозування та випробування техніки і технологій для сільськогосподарського виробництва ім. Леоніда Погорілого». Розроблені методи оцінки ефективності функціонування орного МТА у ПП Агро-Глянь та ПСП «Лілія» дозволили підвищити ефективність функціонування орних МТА.

7. Оформлення дисертації, дотримання вимог академічної доброчесності та повнота викладу наукових положень та результатів в опублікованих працях.

Дисертаційна робота має логічну структуру. Основні висновки і

рекомендації логічно витікають із результатів, які наведено у розділах роботи.

Проведено перевірку дисертації на наявність академічного плагіату, отримані результати свідчать про високу індивідуальність роботи. По всьому тексту дисертації простежується авторський стиль. У дисертації не виявлено текстових запозичень і використання наукових результатів інших науковців без посилань на відповідні джерела.

Усі основні положення та найбільш важливі результати дисертації, подані до захисту, опубліковані в необхідному обсязі у фахових наукових виданнях України та пройшли відповідну апробацію на міжнародних науково-технічних конференціях. Основні положення дисертаційної роботи опубліковано у 12 наукових працях, у тому числі: 2 монографії; 2 статті, що включено до міжнародної наукометричної бази даних Scopus; 5 статей, що включено до переліку фахових видань України (категорії Б); 3 тези у збірниках доповідей міжнародних науково-практичних конференцій. Вимоги щодо кількості та якості публікацій виконано.

8. Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

До вступу не має зауважень.

До першого розділу.

1. Незважаючи на загальний опис дискусій навколо оранки, в розділі недостатньо чітко сформульовано конкретне невирішене наукове протиріччя чи невирішене питання в існуючій теорії орних агрегатів, яка є основою дисертаційного дослідження.

2. Підписи до рис. 1.3 необхідно навести українською мовою.

3. Деякі частини розділу, наприклад, опис проблеми кінематичної невідповідності рушіїв трактора, викладені занадто детально, що відволікає від основного фокусу на постановці задач дослідження та аналізі конкретної проблеми.

До другого розділу.

4. Дослідження динаміки трактору з шарнірно-з'єднаною рамою шляхом складання відповідних кінематичної та динамічної схем і математичної моделі досліджуваного процесу виконано виключно для трактора без урахування взаємодії з плугом.

5. Не наведено обмежень та спрощень при обґрунтуванні методу оцінки впливу геометричних параметрів рами трактора на тягово-енергетичні показники.

6. Не достатньо обґрунтовано мета застосування диференціалів підвищеного тертя на повнопривідному колісному тракторі.

7. В розд. 2.9 використано нестандартні позначення крутного моменту у формулах та рисунках.

До третього розділу.

До третього розділу зауважень немає.

До четвертого розділу.

8. Відсутнє чітке пояснення, чому для експериментів обрано саме

конкретні моделі МТА у складі трактора ХТЗ-17221 та плугу ПЛН-5-35, а також трактору ХТЗ-243КС та плугу ПЛН-6-35 підчас оранки.

До п'ятого розділу.

До п'ятого розділу зауважень немає.

До загальних висновків роботи.

9. Четвертий висновок не містить наукової новизни та має характер констатації факту виконаної роботи.

Зазначені зауваження не є принциповими, істотно не впливають на зміст дисертаційної роботи та не знижують її наукової і практичної цінності.

9. Висновки.

Представлена дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, яка містить нові науково-обґрунтовані результати. У дисертації розв'язано актуальну науково-прикладну задачу, яка має важливе значення для галузі знань 13 – Механічна інженерія. Тема і зміст дисертації відповідають спеціальності 133 – Галузеве машинобудування.

Отже, робота має інтерес для науковців і проєктантів, оформлена на досить високому рівні і її можна рекомендувати до захисту, з урахуванням зауважень. З огляду на актуальність теми, обґрунтованість наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих у дисертації, її новизну та практичну цінність, повноту викладу в наукових публікаціях, відсутність порушень академічної доброчесності, робота оформлена у відповідності наказу Міністерства освіти і науки України від 12 січня 2017 року № 40 «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації (зі змінами та доповненнями від 31.05.2019 р. № 759), дисертаційну роботу **Череватенко Галини Ігорівни** на тему «**Підвищення ефективності функціонування орного агрегату покращенням тягово-зчіпних властивостей**» можна рекомендувати для подання до розгляду та захисту у разовій спеціалізованій вченій раді на здобуття освітньо-наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 13 – Механічна інженерія за спеціальністю 133 – Галузеве машинобудування.

Офіційний опонент:

декан інженерно-технологічного
факультету Сумського
національного аграрного
університету
доктор технічних наук, професор

Владислав ЗУБКО