

ВІДГУК

офіційного опонента доктора технічних наук, професора, завідувача кафедри механіки Національного університету біоресурсів і природокористування України **Булгакова Володимира Михайловича** на дисертаційну роботу **Череватенко Галини Ігорівни** «Підвищення ефективності функціонування орного агрегату покращенням тягово-зчіпних властивостей», яка подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 13 «Механічна інженерія» за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування»

Актуальність теми дисертаційної роботи. В останні роки для підвищення ефективності використання засобів механізації в агропромисловому комплексі, однією з основних складових яких є колісні трактори, все частіше застосовуються енергоємні сільськогосподарські агрегати, що мають високу продуктивність. Це дозволяє підвищити ефективність використання та знизити техногенний вплив на ґрунт за рахунок зниження кількості проходів. В агропромисловому виробництві все частіше застосовуються або енергоємні або багатоопераційні (комбіновані агрегати), що мають високу продуктивність. Використання таких машинно-тракторних агрегатів (МТА) передбачає застосування тракторів із високими тягово-зчіпними властивостями. Колісні повнопривідні трактори мають високу прохідність та їх можна віднести у окрему групу засобів через специфіку їх конструктивного виконання та умов застосування. Колісні повнопривідні трактори високої прохідності переважно використовують на ґрунтах з низькою несучою здатністю, при експлуатації по бездоріжжю або ґрунтових дорогах низької якості, де вони можуть рухатися з високими середніми швидкостями. Удосконалення конструкцій та створення нових тракторів підвищеної енергоефективності та енергонасиченості потребує поглиблених

досліджень динаміки трансмісії особливо повнопривідних машин у складі МТА. Залишається недостатньо дослідженим проблема оцінки впливу конструктивних параметрів трактора на тягово-динамічні показники у складі орного МТА з урахуванням конструкції і режимів роботи трансмісії. Тому дослідження, присвячені підвищенню ефективності функціонування орного агрегату покращенням тягових властивостей, є актуальними та перспективними для сільськогосподарського виробництва України.

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

Дисертаційне дослідження проведено відповідно до науково-дослідних робіт Державного біотехнологічного університету: «Інноваційні засади створення вимірювальної системи динаміки мобільних машин шляхом урахування режимів роботи, динамічних навантажень та конструкцій» (ДР № 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» (ДР № 0123U101678, 2023-2025 рр.).

Наукова новизна одержаних результатів і їх значення для науки полягає у: встановленому взаємозв'язку тягово-енергетичних показників повнопривідного колісного трактора з геометричними параметрами рами; визначеній залежності тягово-енергетичних показників функціонування повнопривідного колісного трактора у складі орного МТА з урахуванням режимів блокування диференціалів; удосконаленому розрахунку теоретичної тягової характеристики трактора, що враховує геометричні параметри рами та конструкції трансмісії.

Практичне значення результатів, що отримані дисертантом полягає При проведенні дослідно-конструкторських і науково-дослідних робіт з удосконалення колісних тракторів серії ХТЗ-240К прийняті до впровадження у виробництво на ПАТ «ХТЗ» та Харківською філією Державної наукової

установи «Український науково-дослідний інститут прогнозування та випробування техніки і технологій для сільськогосподарського виробництва ім. Леоніда Погорілого»: метод оцінки впливу геометричних параметрів рами трактора на тягово-енергетичні показники машинно-тракторного агрегату; метод оцінки тягово-енергетичних показників функціонування повнопривідного колісного трактора у складі орного машинно-тракторного агрегату з урахуванням конструкції трансмісії. Розроблені методи оцінки ефективності функціонування орного МТА у ПП Агро-Глянь та ПСП «Лілія» дозволили підвищити ефективність функціонування орного агрегату у складі повнопривідного колісного трактора.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації. Представлена дисертаційна робота здобувача являє собою завершене наукове дослідження, у якому висвітлені основні ідеї та результати, висновки та рекомендації достовірні та достатньо обґрунтовані. В рамках дисертаційної роботи, здобувач приділив увагу аналізу сучасних наукових робіт та публікацій, технічній літературі, щодо підвищення ефективності функціонування тракторів та орних МТА. В роботі в достатній кількості представлено методології математичного моделювання динаміки трактора та МТА. Графічний матеріал, таблиці, описи є достатнім пояснювальним доповненням до розкриття суті роботи. Для розв'язання математичної моделі динаміки МТА застосовано чисельні методи. Експериментальні дослідження проведено з застосуванням фізичного моделювання та випробувань, які виконані в господарствах та лабораторних умовах. Математичне моделювання, теоретичні дослідження та обробка результатів дослідження виконані з використанням програмного забезпечення MatLab, Microsoft Office та DASys PC Suite. Результати досліджень, проведених здобувачем, в рамках дисертаційної роботи викладені у висновках після кожного розділу, та у загальних висновках до всієї роботи.

Повнота викладення результатів дисертації в опублікованих роботах. Основні результати дисертаційної роботи опубліковано в 12

наукових працях, у тому числі: 2 монографії; 2 статті, що включено до міжнародної наукометричної БД Scopus; 5 статей, що включено до переліку фахових видань України (категорії Б); 3 тези у збірниках доповідей міжнародних науково-практичних конференцій. Результати досліджень представлені на наукових конференціях в якості доповідей та обговорень на робочих секціях та отримали позитивні відгуки. В рамках дисертаційної роботи одержані результати та зроблені висновки опубліковані у співавторстві, не мають повторювань, дублювань та конфліктів з іншими співавторами.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність у цілому. Дисертація складається зі вступу, 5 розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Повний обсяг дисертації складає 185 сторінок, у тому числі 3 додатки на 15 сторінках. Обсяг основного тексту дисертації становить 134 сторінок, 59 рисунків та 5 таблиць. Список використаних джерел нараховує 132 найменування на 18 сторінках.

У **вступі** приведено обґрунтування обраної теми, визначена актуальність дисертаційної роботи здобувачем, наведено зв'язок роботи з науково-дослідницькими програмами та планами Державного біотехнологічного університету. Сформульовано мету, завдання, об'єкт, предмет дослідження, наукову новизну та практичне значення одержаних результатів. Приведено інформацію стосовно апробації отриманих результатів, які було представлено в публікаціях та обговорено на міжнародних науково-технічних конференціях, приведена загальна характеристика роботи.

У **першому розділі** проаналізовано стан проблеми дослідження ефективності функціонування орного МТА. Виконано аналіз методів забезпечення ефективного функціонування орних МТА. Наведено результати аналізу досліджень впливу геометричних параметрів рами трактора на

показники орного МТА. Проаналізовано вплив конструкції трансмісії трактора на показники орного МТА.

У **другому розділі** наведено методи покращення ефективності функціонування орного МТА поліпшенням тягово-зчіпних властивостей трактора. Приведено результати оцінки впливу геометричних параметрів рами трактора на тягово-енергетичні показники. Встановлено вплив геометричних параметрів рами трактора на тягово-енергетичні показники. Визначено, що збільшення відстані від шарніру трактора до передньої осі 2,09 м приводить до підвищення тягової потужності на передніх колесах трактора до 41,11 кВт. Зменшення відстані від шарніру трактора до задньої осі до 0,77 м приводить до підвищення тягової потужності на передніх колесах трактора до 42,96 кВт. Наведено результати оцінки впливу параметрів трансмісії на тягово-енергетичні показники повнопривідного колісного трактора у складі МТА. Досліджено вплив блокування диференціалу трактора на тягові та енергетичні показники МТА. Визначено, що траєкторії руху піврам трактора при блокованому диференціалі являються прямолінійними. Кути повороту піврам трактора $\gamma_1 = \gamma_2 = 0 \text{ rad}$ (при $\psi = 5^\circ$ та $\psi = 10^\circ$). При розблокованому диференціалі траєкторії руху піврам трактора являються нелінійними. Кути повороту піврам трактора збільшуються від $\gamma_1 = 0 \text{ rad}$, $\gamma_2 = 0,05 \text{ rad}$ до $\gamma_1 = 0,89 \text{ rad}$; $\gamma_2 = 0,71 \text{ rad}$ (при $\psi = 5^\circ$); від $\gamma_1 = 0 \text{ rad}$, $\gamma_2 = 0,01 \text{ rad}$ до $\gamma_1 = 1,78 \text{ rad}$; $\gamma_2 = 1,434 \text{ rad}$ (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. Виконано обґрунтування застосування диференціалів підвищеного тертя на повнопривідному колісному тракторі та синтез системи курсової стабілізації орного машинно-тракторного агрегату.

У **третьому розділі** наведено програму та методику проведення експериментальних досліджень орного МТА. Обґрунтовано мету, предмет,

об'єкт та задачі лабораторно-польових досліджень орного МТА. Наведено опис вимірювальної системи динаміки та енергетики мобільних машин. Обґрунтовано розташування датчиків вимірювальної системи на МТА під час експериментальних досліджень. Наголошено, що для досягнення поставленої мети лабораторно-експериментальних досліджень необхідно вирішити наступні задавання: 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. Обґрунтовано методику проведення експериментальних досліджень та зняття тягової характеристики трактора з використанням вимірювальної системи.

У **четвертому розділі** дисертаційної роботи наведено результати експериментальних досліджень орних МТА у складі трактора ХТЗ-17221 та плугу ПЛН-5-35, а також трактору ХТЗ-243КС та плугу ПЛН-6-35 під час оранки. Порівняно тягово-енергетичні характеристики тракторів ХТЗ-17221 та ХТЗ-243КС. Адекватність методу оцінки динаміки трансмісії повнопривідного колісного трактора у складі орного агрегату виконано порівнянням кутів повороту піврам трактора, кутових швидкостей обертання коліс та дотичних сил тяги, що визначені експериментально та розраховані теоретично. Визначено, що розбіжність між експериментальними значеннями динамічних та енергетичних параметрів МТА та теоретичними не перевищує 11 %. Польовими дослідженнями встановлено, що орний МТА у складі ХТЗ-243КС+ПЛН-6-35 має більшу продуктивність 2,30 га/год, меншу витрату палива 14,5 кг/год та вищу робочу швидкість 2,9 м/с за орний агрегат у складі ХТЗ-17221+ПЛН-5-35.

У **п'ятому розділі** виконано економічне обґрунтування результатів дисертаційної роботи. Наведено метод оцінки економічної ефективності

розроблених методів підвищення ефективності орного МТА та результати оцінки економічної ефективності. Визначено, що підвищення ефективності функціонування орного агрегату покращенням тягово-зчіпних властивостей забезпечує річний економічний ефект на оранці 173 189,48 грн з терміном окупності додаткових капіталовкладень 0,55 р.

Загальні висновки містять узагальнені отримані наукові та практичні результати дисертаційного дослідження.

Додатки, до дисертаційної роботи здобувача, стосуються впровадження наукових досліджень у виробництво та технічних характеристик досліджуваного трактора та плуга.

Ідентичність змісту анотацій та основних положень дисертації. Зміст анотацій українською та англійською мовами відображає зміст дисертації та в цілому обсязі висвітлює її основні результати та висновки.

Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності. На підставі ретельного аналізу тексту дисертаційної роботи, вивчення опублікованих наукових праць здобувача, а також розгляду звіту з перевірки рукопису за допомогою електронного сервісу перевірки на антиплагіат, не встановлено фактів порушення академічної доброчесності. Всі викладення автором в рамках дисертаційної роботи, ідеї, цитати, результати інших науковців супроводжуються відповідними бібліографічними посиланнями, що дозволяє зробити висновки про дотримання норм наукової етики.

Дискусійні положення та зауваження до дисертації:

1. При формуванні методу оцінки впливу геометричних параметрів рами трактора на тягово-енергетичні показники не враховувались перехідні процеси, що відбуваються в трансмісії трактора.

2. Немає пояснень чому оцінку впливу геометричних параметрів рами трактора на тягово-енергетичні показники агрегату розраховано для відстаней від шарніру трактора до осей відповідних коліс $l_1 = 1,89 \pm 0,2$ м, $l_2 = 0,97 \pm 0,2$ м.

3.3 математичної моделі динаміки трансмісії повнопривідного колісного трактора форм. (2.6) незрозуміло, як враховано процеси, що відбуваються в міжосьовому та міжколісними диференціалами.

4. В розід. 2.5 «Вплив параметрів трансмісії на тягово-енергетичні показники повнопривідного колісного трактора у складі машинно-тракторного агрегату» немає детальних пояснень перехідних процесів, що відбуваються в трансмісії трактора.

5. Не проведено аналіз та узагальнення умов функціонування колісного трактора у складі орного МТА (наприклад, за профілем опорної поверхні), що мають визначальний вплив на динаміку агрегату та показники енергоефективності.

6. Обґрунтування застосування диференціалів підвищеного тертя на повнопривідному колісному тракторі потребує додаткових досліджень динаміки у складі орного МТА.

7. Незрозуміло, як при синтезі системи курсової стабілізації трактора, враховувався вплив динаміки плуга на трактор.

8. Немає пояснень, чому адекватність методу оцінки динаміки трансмісії повнопривідного колісного трактора у складі орного агрегату виконано порівнянням кутів повороту піврам трактора, кутових швидкостей обертання коліс та дотичних сил тяги.

Вказані зауваження не є суттєвими і не знижують наукову та практичну цінність дисертаційної роботи.

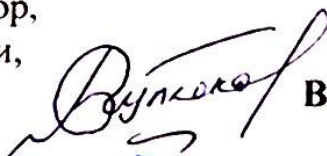
ЗАГАЛЬНИЙ ВИСНОВОК

Дисертаційна робота **Череватенко Галини Ігорівни** на тему **«Підвищення ефективності функціонування орного агрегату покращенням тягово-зчіпних властивостей»**, подана до спеціалізованої вченої ради для захисту на здобуття наукового ступеня доктора філософії за

спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування» галузі знань 13 «Механічна інженерія», за рівнем актуальності, наукової новизни, обґрунтованості положень, достовірності отриманих результатів, практичної значущості, а також за повнотою їх апробації та оприлюднення у фахових наукових виданнях, 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 КМУ від 12 січня 2022 р. № 44 (із змінами, внесеними постановою КМУ № 507 від 03 травня 2024 р.). З огляду на викладене, вважаю, що **Череватенко Галина Ігорівна** – заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування» з галузі знань 13 «Механічна інженерія».

Офіційний опонент:

завідувач кафедри механіки
Національного університету біоресурсів і
природокористування України
доктор технічних наук, професор,
заслужений винахідник України,
академік НААН України



Володимир БУЛГАКОВ

