

РЕЦЕНЗІЯ

рецензента, к.т.н., доцента **Пелипенка Євгена Сергійовича**
на дисертаційну роботу **Ткачова Вячеслава Юрійовича**
«Вплив конструктивних параметрів колісних електротракторів на
формування їх тягово-енергетичних показників», подану на здобуття
наукового ступеня доктора філософії
за спеціальністю 133 – Галузеве машинобудування

1. Актуальність теми та зв'язок з науковими планами і програмами

У всьому світі активізуються процеси електрифікації транспортних засобів, у тому числі сільськогосподарської техніки, що зумовлено необхідністю зниження рівня шкідливих викидів в атмосферу та зменшенням залежності від викопних енергоресурсів. У цьому контексті виробники тракторної техніки все частіше звертаються до впровадження електроприводів, зокрема в сегменті малопотужних тракторів, які широко використовуються у фермерських господарствах.

Актуальність дисертаційного дослідження зумовлена потребою в удосконаленні конструкцій малопотужних електротракторів з урахуванням особливостей їх експлуатації в агрегаті зі змінними сільськогосподарськими знаряддями. Особливої уваги потребують питання забезпечення раціонального розподілу ваги трактора, що безпосередньо впливає на його тягово-енергетичні показники та ефективність роботи з різними типами навісного, напівнавісного та причіпного обладнання.

На основі зазначеного вважаю, що тема дисертації та наукові завдання, які поставлені та вирішені в роботі Ткачова В.Ю. є актуальними.

2. Наукова новизна одержаних результатів

Наукова новизна отриманих результатів, в роботі Ткачова В.Ю., полягає в удосконаленні теоретичних положень та визначенні закономірностей взаємозв'язку між конструктивними параметрами малопотужного електротрактора з колісною формулою 4К2 та його тяговими характеристиками під час виконання сільськогосподарських робіт, що сприяє підвищенню ефективності та продуктивності машинно-тракторного агрегату.

При цьому, в дисертаційній роботі вперше:

– розроблено метод формування балансу потужності сільськогосподарського електротрактора, який на відміну від існуючих враховує механічний ККД електричного мотора, ККД акумуляторної батареї та ККД інвертора при виконанні тягових та тягово-приводних робіт, що дає можливість враховувати енергетичні втрати силової установки;

– визначено закономірності між ефективністю електричного двигуна синхронного типу з постійними магнітами, як силової установки трактора, та режимами навантаження машинно-тракторного агрегату при реалізації випробувальних циклів DLG-PowerMix, що дозволило встановити межі зміни ККД силової установки електротрактора при виконанні тягових та тягово-приводних робіт.

Удосконалено:

– метод оптимального навантаження ваги на вісі електротрактора з колісною формулою 4K2 при реалізації випробувальних циклів DLG-PowerMix, яка відрізняється від існуючих застосуванням багатокритеріальної оптимізації показників продуктивності і ефективності, що надає можливість підвищити тягово-енергетичні показники порівняно з серійною моделлю.

Вважаю, що подані в дисертаційній роботі теоретичні та практичні результати, зокрема розробка методу формування балансу потужності електротрактора та удосконалення розподілу навантаження на вісі, є вагомим внеском у розвиток енергоефективних технологій у сфері сучасного тракторобудування.

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

Практична цінність одержаних результатів підтверджується відповідними актами впровадження на ПрАТ «Київський радіозавод» «Спеціальне конструкторське бюро», Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» (в навчальному процесі при підготовці здобувачів першого та другого рівнів вищої освіти), які наведені у додатку Б дисертаційної роботи на стор. 141-142.

4. Повнота викладення матеріалів дисертації в наукових працях, які опубліковані автором.

Результати дисертаційного дослідження Ткачова В.Ю. опубліковані у 14 наукових працях. З них 2 статті у виданні, що входить до наукометричної бази Scopus, 5 статей у виданнях, що входять до переліку фахових видань України (категорії Б), 7 праць апробаційного характеру.

Вважаю, що результати дисертаційної роботи є достатньо оприлюдненими та апробованими.

5. Аналіз змісту дисертації. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертації

Дисертація Ткачова В.Ю. є завершеною науковою роботою, яка складається з анотації, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків.

Вступ присвячений обґрунтуванню актуальності теми дисертаційного дослідження, зумовленої екологічними викликами та світовими тенденціями електрифікації транспортних засобів. Показано зв'язок роботи з науковими темами кафедри, сформульовано мету, завдання, об'єкт та предмет дослідження. Наведено використані методи дослідження, визначено наукову новизну та практичну цінність отриманих результатів, зазначено особистий внесок здобувача, а також представлено інформацію щодо публікацій і апробації матеріалів дисертації.

Розділ перший оглядовий. У ньому наведено аналіз розвитку електричних тракторів з класифікацією існуючих моделей за класами тяги та основними технічними характеристиками. Проаналізовано складові частини електричного приводу тракторів і їхні функціональні особливості. Окрема увага приділена перспективам застосування електротракторів у сільському господарстві. Розглянуті конструктивні схеми електротракторів та їх

можливості при виконанні польових і транспортних робіт. Сформульовані основні напрями та завдання подальших досліджень.

Другий розділ ідентифікує об'єкт дослідження – малопотужний колісний електротрактор класу 0,6 на базі ХТЗ-2511, та наведено вихідні характеристики силової установки, трансмісії і геометричні параметри. Представлено математичні моделі, що описують взаємодію підсистем електротрактора, зокрема врахування фізико-геометричних властивостей шин при деформації у контакті з ґрунтом. Окреслено алгоритм розрахунку тягових характеристик і метод формування балансу потужності під час виконання сільськогосподарських робіт.

У третьому розділі наведено методику імітаційного моделювання роботи електротрактора під час виконання сільськогосподарських операцій згідно з міжнародними стандартами випробувальних циклів DLG-PowerMix. Детально розглянуто зміну фізико-геометричних характеристик шин при різних тисках та оцінено ефективність реалізації тягових зусиль. Наведено результати розробки та вдосконалення математичної моделі в середовищі MATLAB, яка забезпечує моделювання взаємодії приводу та трансмісії електротрактора.

Четвертий розділ містить результати багатокритеріальної оптимізації параметрів електротрактора за підсумками імітаційних випробувальних циклів DLG-PowerMix, зокрема оптимальний розподіл маси між осями та тиск у шинах. Наведено оцінку впливу цих параметрів на ККД, швидкість руху та рівень буксування. В розділі визначено пріоритетні конструктивні параметри для подальшої оптимізації електротрактора.

У висновках висвітлені результати дослідження. Висновки відповідають поставленим завданням дослідження.

Список літератури охоплює предметне поле дослідження, повною мірою відображає опрацювання автором значної кількості вітчизняних та іноземних джерел.

У додатках наведено інформацію про результати розрахунків та акти впровадження результатів дисертації.

6. Достовірність отриманих результатів та висновків

Обґрунтованість теоретичних положень, результатів та висновків викладених у дисертаційній роботі Ткачова В.Ю. підтверджується їх практичним значенням, оскільки отримані результати дають змогу на стадії проектування та оптимізації малопотужних електротракторів підвищити їхню ефективність і продуктивність, а також сприяють покращенню експлуатаційних характеристик під час застосування в аграрному виробництві. Результати досліджень викладено у висновках до кожного розділу, а також у загальних чотирьох висновках.

Висновок перший інформує про сучасний стан та перспективи розвитку електричних тракторів. Визначено потенціал електротракторів класу 0,6 для використання в малих та середніх господарствах, охарактеризовано переваги електроприводу та чинники, що сприяють його впровадженню в агросекторі. Зауважень немає.

Висновок другий відображає результати математичної ідентифікації параметрів електротрактора на базі серійного колісного трактора ХТЗ-2511. У розділі наведено характеристики силового агрегату, трансмісії, геометричні параметри, а також математичні моделі, що враховують змінне тягове зусилля, опір руху, навантаження на осі та особливості взаємодії шин з ґрунтом. Представлено алгоритм розрахунку балансу потужності електротрактора з урахуванням втрат у складових електроприводу. Розділ демонструє системний підхід до аналізу силової взаємодії агрегатів електричного трактора в умовах польової експлуатації.

Зауваження:

– бажано було б додати кількісні оцінки або статистичні дані для посилення аргументації висновків.

Висновок третій стосується імітаційного моделювання роботи електричного трактора під час виконання типових тягових сільськогосподарських операцій згідно з випробувальними циклами DLG-PowerMix. Представлено вдосконалену математичну модель електротрактора на базі синхронного електродвигуна з постійними магнітами в середовищі MATLAB/Simulink. Встановлено змінність ККД складових електричного приводу, що дозволяє проводити енергетичну оцінку ефективності функціонування електротрактора при різних режимах роботи.

Зауваження:

– у підпунктах 2 і 3 спостерігається дублювання формулювань («при максимальному тиску... при мінімальному тиску...»), що ускладнює сприйняття — бажано стисло узагальнити цифрові діапазони в таблиці або в графічному вигляді.

Висновок четвертий стосується результатів імітаційного моделювання тягово-енергетичних характеристик електричного трактора класу 0,6 на основі реалізації випробувальних циклів DLG-PowerMix. Висновок вагомий. Зауважень немає.

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

Дисертація виконана з дотриманням вимог академічної доброчесності, отримані результати вказують на оригінальність роботи. У тексті містяться авторські ідеї, і не виявлено використання ідей інших науковців без посилання на їх роботи.

Основні ідеї автора та результати дослідження висвітлено в п'яти фахових статтях, у двох закордонних статтях, а на конференціях була проведена апробація ідей автора.

8. Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи

- твердження на стр. 37 «З технологічним прогресом, екологічними перевагами та економічною вигодою, електротрактори мають потенціал суттєво змінити аграрний сектор» викладає сумніви, адже питання утилізації акумуляторних батарей доволі суттєво впливає на екологічність навколишнього середовища;

- не зрозуміло, яким чином обґрунтовано вибір саме моделі електротрактора з колісною формулою 4К2, а не інших конфігурацій, які також застосовуються у сільськогосподарському виробництві;
- не надано достатнього порівняння результатів імітаційного моделювання з існуючими експериментальними або нормативними даними для підтвердження вірогідності отриманих висновків;
- в розділі 4 було б доречно додати конструктивні технічні рішення щодо реалізації наданих значень розподілу ваги

9. Висновки

Дисертаційна робота Ткачова В.Ю. є завершеною науково-дослідною роботою, яка містить науково-обґрунтовані результати, має наукову новизну та практичний інтерес. Тема дослідження відповідає галузі знань 13 «Механічна інженерія» та спеціальності 133 – «Галузеве машинобудування».

Отже, вважаю, що дисертаційна робота Ткачова Вячеслава Юрійовича «Вплив конструктивних параметрів колісних електротракторів на формування їх тягово-енергетичних показників», відповідає вимогам 6, 7, 8, 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради Закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» від 12.01.2022 р. № 44 та вимогам до оформлення дисертацій МОН України від 12.01.2017 р № 40, а сам автор, Ткачов Вячеслав Юрійович, заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування».

Рецензент

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри «Автомобіле- і тракторобудування»
Національного технічного університету
«Харківський політехнічний інститут»

