

## РЕЦЕНЗІЯ

рецензента, к.т.н., доцента Шевцова Вадима Михайловича

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

Детальний аналіз дисертаційної роботи Ткачова Вячеслава Юрійовича на тему «Вплив конструктивних параметрів колісних електротракторів на формування їх тягово-енергетичних показників», що представлена для захисту на здобуття наукового ступеня доктора філософії у Національному технічному університеті «Харківський політехнічний інститут», дає змогу зробити комплексний висновок щодо її актуальності, ступеня обґрунтованості наукових положень, висновків, рекомендацій, достовірності та значущості отриманих результатів, наукової новизни, теоретичної та практичної цінності, надати загальну оцінку дисертації.

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

На сьогодні спостерігається глобальна тенденція до електрифікації транспортних засобів, включаючи аграрну техніку, що пов'язано як із необхідністю зменшення викидів шкідливих речовин в атмосферу, так і з актуальними викликами енергетичної безпеки, пов'язаними зі скороченням використання викопного пального. У цьому контексті особливу увагу з боку виробників сільськогосподарської техніки привертають малопотужні трактори з електроприводом, які активно впроваджуються в малих і середніх фермерських господарствах.

Визначальна актуальність дисертаційного дослідження полягає у потребі вдосконалення конструктивних рішень малопотужних електротракторів з урахуванням специфіки їх експлуатації у складі різноманітного сільськогосподарського обладнання. Значну увагу приділено

питанням оптимального розподілу маси трактора, що має суттєвий вплив на його тягово-енергетичні характеристики та продуктивність при роботі з навісними, напівнавісними та причіпними агрегатами.

Враховуючи наведене, вважаю, що тематика дисертаційної роботи Ткачова В.Ю., а також поставлені та розв'язані у ній наукові завдання, є актуальними та важливими, а також сформульовані в дослідженні наукові завдання відповідають сучасним викликам розвитку сільськогосподарського машинобудування.

## **2. Наукова новизна одержаних результатів.**

Дисертація містить наукову новизну, серед найбільш суттєвих доробок роботи слід виділити:

- розробку методу формування балансу потужності сільськогосподарського електротрактора з колісною формулою 4К2, 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 змогу більш точно враховувати енергетичні втрати силової установки;

- встановлення закономірностей між ефективністю синхронного електродвигуна з постійними магнітами, який застосовується як силова установка трактора, та режимами навантаження машинно-тракторного агрегату в ході реалізації випробувальних циклів DLG-PowerMix, що дозволило визначити межі зміни ККД силової установки під час виконання тягових робіт;

- удосконалення методу оптимального навантаження ваги на вісі електротрактора з колісною формулою 4К2 при застосуванні випробувальних циклів DLG-PowerMix, який відрізняється від існуючих використанням багатокритеріальної оптимізації показників продуктивності та ефективності, що сприяє підвищенню тягово-енергетичних показників порівняно із серійною моделлю.

Вважаю, що теоретичні та практичні здобутки дисертації, зокрема методика формування балансу потужності електротрактора та покращення

розподілу навантаження на вісі, роблять вагомий внесок у підвищення енергоефективності сучасних тракторних технологій.

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

Практична цінність роботи полягає в можливості використання отриманих результатів для підвищення ефективності малопотужних електротракторів під час їх проектування, модернізації та експлуатації в сільському господарстві. Практична цінність одержаних результатів підтверджується відповідними актами впровадження на ПрАТ «Київський радіозавод» «Спеціальне конструкторське бюро», Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» (підготовки бакалаврів та магістрів за спеціальністю 133 – «Галузеве машинобудування»).

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

За результатами дослідження опубліковано 14 наукових праць, з них у фахових наукових виданнях, рекомендованих ДАК Міністерства освіти і науки України – 5, у реферативній базі Scopus – 2, наукових праць, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації – 7. Зазначене вище дозволяє стверджувати, що результати дисертаційної роботи є самостійним і завершеним науковим дослідженням, яке має практичне значення та сприяє розвитку вітчизняного тракторобудування.

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

Робота Ткачова В.Ю. є завершеною науковою роботою, містить анотацію – українською та англійською мовами, вступ, чотири розділи, висновки, список використаних джерел і додатки.

Дисертаційна робота присвячена підвищенню продуктивності та ефективності роботи малопотужного електричного трактора з колісною формулою 4К2 під час виконання тягових і тягово-приводних сільськогосподарських операцій. За допомогою математичного моделювання проаналізовано вплив наступних чинників – розподіл ваги, внутрішній тиск в

шинах і особливість взаємодії з ґрунтом – на ефективність роботи електротрактора. Об'єкт дослідження – процес розподілу загальної ваги та взаємодії тракторних шин малопотужного електротрактора з ґрунтовим середовищем при реалізації тягових та тягово-приводних операцій.

У вступі висвітлено актуальність теми дослідження, що обумовлена сучасними глобальними тенденціями переходу до електрифікованих засобів сільськогосподарської техніки з метою зниження екологічного навантаження та зменшення залежності від викопних джерел енергії. Акцентовано увагу на перевагах використання електроприводу в малопотужних тракторах і обґрунтовано доцільність удосконалення їх конструктивних рішень для підвищення тягово-енергетичної ефективності та забезпечення універсальності в аграрному виробництві. Зазначено зв'язок роботи з науковими темами та напрямками досліджень кафедри. Крім того, окреслений особистий внесок здобувача у дослідження, а також наводиться інформація про апробацію результатів та публікацію матеріалів дисертації.

У першому розділі проаналізовано сучасний стан та тенденції розвитку електротракторів, акцентуючи увагу на їх ключових технічних характеристиках, перевагах і недоліках у порівнянні з традиційними зразками техніки. Детально розглянуто складові електроприводу, перспективи його застосування в аграрному секторі, а також принципи конструкційної побудови електротракторів. Сформульовано основні напрями та завдання дослідження.

У другому розділі об'єктом дослідження визначено малопотужний електротрактор колісної формули 4К2 класу 0,6 на базі ХТЗ-2511. Проведено ідентифікацію початкових параметрів силового агрегату, трансмісії та їх впливу на тягово-енергетичні показники. Побудовано математичну модель взаємодії силового агрегату, трансмісії та рушія. Описано алгоритм ідентифікації характеристик тракторних шин при їх деформації на ґрунті, а також побудовано баланс потужності під час виконання тягових і тягово-привідних операцій.

У третьому розділі представлено результати імітаційного моделювання роботи електротрактора під час виконання сільськогосподарських операцій,

зокрема згідно з випробувальними циклами DLG-PowerMix: оранки, культивації, фрезерування, мульчування, розкидання гною та тюкування. Досліджено зміни фізико-геометричних параметрів передніх шин TR-101 Rosava та задніх шин PETLAS TA-120 при різних тисках у процесі взаємодії з ґрунтом. Проведено аналіз ефективності електропривода під час виконання випробувальних циклів, що дозволило оцінити вплив конструктивних та експлуатаційних факторів на загальну ефективність роботи машини.

У четвертому розділі виконано багатокритеріальну оптимізацію конструктивних параметрів електротрактора з урахуванням результатів імітаційних циклів DLG-PowerMix. Проведено розрахунок оптимального розподілу ваги між осями для досягнення максимальної швидкості руху, ККД та мінімального буксування задніх коліс при різних типах агрегування. Досліджено вплив розподілу маси та тиску в шинах на тягово-енергетичні показники. Визначено оптимальні параметри, що можуть бути використані як орієнтири для подальшої модернізації та вдосконалення конструкції малопотужного електротрактора.

*Висновки*, сформульовані у роботі, висвітлюють результати дослідження як вирішення висунутих в дисертації завдань. В цілому висновки відповідають вимогам, які висуваються до результатів дисертаційного дослідження на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

*Список літератури* досить широко охоплює предметне поле дослідження, певною мірою відображає опрацювання автором значної кількості вітчизняних джерел, наукових робіт, а також іноземних джерел.

*Додатки* містять інформацію про список публікацій здобувача та впровадження результатів дисертації.

## **6. Достовірність отриманих результатів та висновків**

Достовірність отриманих результатів забезпечується відповідністю між метою дослідження, поставленими завданнями та обраною науковою методологією. Обґрунтованість положень дисертаційної роботи підтверджується комплексним вивченням об'єкта дослідження із

застосуванням релевантних методів, що забезпечили повноту та системність аналізу.

У дисертаційній роботі сформульовано низку теоретичних і прикладних висновків, що узагальнюють результати дослідження конструктивних і експлуатаційних параметрів малопотужного електричного трактора. Висновки систематизовано відповідно до змісту розділів роботи.

Основні висновки відображають:

- сучасні тенденції розвитку електротракторів та їх перспективи для застосування в аграрному виробництві;
- результати математичного моделювання тягово-енергетичних характеристик електротрактора, з урахуванням взаємодії шин з ґрунтовим середовищем;
- особливості імітаційного моделювання функціонування електропривода при виконанні типових сільськогосподарських операцій відповідно до циклів DLG-PowerMix;
- оптимізаційні рішення щодо розподілу маси, внутрішнього тиску в шинах і вибору шин, що сприяють підвищенню ефективності роботи електротрактора.

Висновки мають завершений характер, підтверджують досягнення поставленої мети та вирішення сформульованих завдань, а також мають практичну цінність для подальшого вдосконалення малопотужних електротракторів.

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

Дисертація виконана з дотримання вимог академічної доброчесності, отримані результати дають підстави говорити про 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 викладено у п'яти фахових статтях, також у двох закордонних статтях. Дисертант активно

приймав участь у конференціях, де була проведена апробація ідей, що викладено у дисертаційному дослідженні.

### **8. Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи**

У дисертаційній роботі наявні окремі недоліки та зауваження, які, однак, не знижують її наукової цінності та не впливають на загальний позитивний висновок щодо її змісту. До таких можна віднести:

1. Рекомендується більш чітко і однозначно визначати основні технічні поняття, які використовуються у роботі, зокрема ключові терміни, пов'язані з конструктивними параметрами електротракторів і їх тягово-енергетичними показниками.

2. Доцільно було би врахувати вплив різних типів ґрунтів (песчаних, глинистих, суглинкових) на тягово-енергетичні показники, що може знизити універсальність моделей.

3. Варто було виконати економічний розрахунок вартості впровадження запропонованих конструктивних рішень і порівняння їх з традиційними тракторами.

4. Не зрозуміло які прилади та обладнання використовувались для фіксації польових (експериментальних) циклів. Чи враховується технічний стан як машинно-тракторного агрегату, так і сільськогосподарських знарядь під час проведення польових випробувань.

### **9. Висновки**

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

Отже, враховуючи актуальність теми, отримані результати та певну практичну значущість 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 спеціальної вченої ради Закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» від 12.01.2022 р. № 44 та вимогам до оформлення дисертації МОН України від 12.01.2017 № 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»

