

Голові спеціалізованої вченої ради
ДФ 64.050.192 Національного технічного
університету «Харківський політехнічний
інститут» вул. Кирпичова, 2, м. Харків, 61002

ВІДГУК

на дисертаційну роботу **Ткачова Вячеслава Юрійовича**

за темою «Вплив конструктивних параметрів колісних електротракторів на формування їх тягово-енергетичних показників», що подана на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 13 – Механічна інженерія за спеціальністю 133 – Галузеве машинобудування

Актуальність обраної теми дисертаційного дослідження. Дисертаційна робота присвячена вирішенню науково-практичної задачі підвищення ефективності та продуктивності малопотужних електричних тракторів шляхом багатокритеріальної оптимізації їх тягово-енергетичних показників.

Актуальність теми визначається зростаючою роллю електрифікації у транспортному та сільськогосподарському машинобудуванні, а також нагальною необхідністю підвищення енергоефективності техніки на фоні екологічних викликів і обмеженості викопних енергоресурсів. У роботі порушено важливе питання – недооцінка впливу розподілу ваги та навантажень при переобладнанні малопотужних тракторів з двигунів внутрішнього згоряння на електричні силові установки. Дисертант аргументовано доводить, що збереження тягово-енергетичних характеристик електротракторів, які працюють у складі з широким спектром сільськогосподарських знарядь, можливе лише за умови комплексного врахування вагових і енергетичних параметрів.

Актуальність дослідження підтверджується його практичною спрямованістю та відповідністю сучасним тенденціям у розвитку сільськогосподарської техніки. Зв'язок з науковими дослідженнями

Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» за темою «Науково-технічне обґрунтування вибору самохідного шасі для польової генераторної установки» (замовник ПрАТ «Київський радіозавод» «Спеціальне конструкторське бюро», 2024 р.), засвідчує практичну значущість дослідження та його інтеграцію в актуальні наукові програми.

Ступінь новизни, обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій. У дисертаційній роботі Ткачова В.Ю. отримано наступні нові наукові результати:

1) **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;

2) **Вперше** 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;

3) **Удосконалено** метод оптимального навантаження ваги на вісі електротрактора з колісною формулою 4К2 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.

4) **Успішно пройшли апробацію** методика визначення вибору розподілу ваги спеціалізованого колісного засобу при виконанні технологічних робіт, а також методика імітаційного моделювання роботи спеціалізованого колісного засобу на електричній тязі при виконанні технологічних робіт.

Структура і склад дисертаційної роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків. Загальний обсяг роботи складає 142 сторінки.

У вступі обґрунтовано актуальність обраної теми, що зумовлена сучасними екологічними викликами та глобальною тенденцією переходу до електричного транспорту. Визначено переваги малопотужних електротракторів над традиційними дизельними аналогами та обґрунтовано необхідність раціоналізації їх конструктивних параметрів. Висвітлено зв'язок роботи з науковими темами кафедри, окреслено мету, завдання, об'єкт і предмет дослідження, зазначено методи досліджень, наукову новизну та практичну цінність отриманих результатів. Відзначено особистий внесок здобувача, апробацію матеріалів дисертації, а також інформацію про публікації та структуру роботи.

В першому розділі наведено аналітичний огляд розвитку електричних тракторів, класифіковано існуючі моделі за класами тяги та акцентуючи увагу на їх ключових характеристиках. Детально проаналізовано складові частини електричного приводу тракторів. Розглянуто перспективи використання електротракторів в аграрному секторі. Окрему увагу приділено схемам конструкційної побудови електротрактора та їх можливостям при виконанні польових і транспортних робіт. Сформульовано напрями та визначено завдання досліджень.

У другому розділі ідентифіковано об'єкт наукових досліджень, а саме малопотужний колісний електротрактор класу 0,6, розроблений на базі ХТЗ-2511. Проведено ідентифікацію вихідних даних, характеристик силової установки, трансмісії, геометричних параметрів тощо. Наведено математичні моделі, що описують взаємозв'язок між окремими підсистемами електротрактора. Окремо сформульовано підхід до врахування фізико-геометричних властивостей шин при їх деформації в контакті з ґрунтом. Представлено алгоритм розрахунку тягових характеристик та метод

встановлення балансу потужності при виконанні сільськогосподарських робіт.

Третій розділ присвячений імітаційному моделюванню функціонування електротрактора під час виконання сільськогосподарських операцій згідно з міжнародними стандартами випробувальних циклів DLG-PowerMix. Детально проаналізовано зміну фізико-геометричних характеристик шин при різних тисках, а також ефективність реалізації тягових зусиль. Розроблено та вдосконалено математичну модель в середовищі MATLAB, яка дозволяє моделювати роботу електротрактора з урахуванням взаємодії приводу, трансмісії. Отримані результати дозволили оцінити вплив конструктивних і експлуатаційних факторів на ефективність роботи електричного трактора.

У **четвертому розділі** представлено результати багатокритеріальної оптимізації параметрів електротрактора за результатами імітаційних випробувань DLG-PowerMix. Визначено оптимальний розподіл маси між осями, тиск у шинах, а також встановлено вплив цих факторів на ККД, швидкість руху та рівень буксування. На основі результатів визначено пріоритетні параметри для подальшої оптимізації конструктивних параметрів електротрактора.

У **висновках** наведено основні результати дослідження, які свідчать про досягнення поставленої мети.

У **додатках** автор наводить повний перелік наукових публікацій, в яких викладений зміст роботи; акти впровадження результатів дисертаційної роботи.

Повнота викладу в наукових публікаціях, зарахованих на тему дисертації. Наукові положення дисертації опубліковано у 14 наукових працях, серед них: 7 статей у наукових фахових виданнях України (з них 2 – у закордонному періодичному фаховому виданні, що включено до наукометричної бази Scopus, 7 – у матеріалах конференцій.

Виконання положень академічної доброчесності. Наведені в дисертації результати є новими, робота не містить запозичень наукових результатів інших авторів без відповідних посилань на їх дослідження, що відповідає вимогам академічної доброчесності.

Недоліки та зауваження.

- З висновків до першого розділу не зовсім зрозуміло яким чином електричний привід у сільськогосподарських тракторів надасть змогу оптимізувати аграрні процеси.

- В дисертаційній роботі з розділу 2 не зовсім зрозуміло чи враховує здобувач характеристику мікропрофілю поверхні, адже при збільшенні відносної та абсолютної вологості ґрунту характеристики різняться.

- У висновках за розділом 3, пункт 2. У вислові «при максимальному тиску 0,012 ÷ 0,026 м» використано метр як одиницю вимірювання тиску, що є помилковим. Слід однозначно вказати, про яку фізичну величину йдеться, та використовувати відповідні одиниці виміру (наприклад, тиск – у Па, деформація – у м).

- Термін «розподіл ваги на вісі» бажано замінити на «розподіл навантаження між осями трактора», що є коректнішим з технічної точки зору.

- В розділ 3 вважаю доречним додати конкретні сільськогосподарські агрегати, за рахунок технічних характеристик можна було б конкретніше обчислити зміну тягово-енергетичних показників.

- В розділі 3 дисертаційної роботи при описі випробувальних циклів DLG-PowerMix бажано навести методику проведення польових досліджень.

- З розділу 3 дисертаційної роботи не зрозуміло на підставі чого здобувач обрав конкретну модель синхронного двигуна з постійними магнітами.

- В розділі 3 бажано врахувати процес розрядження акумуляторних батарей, адже цей показник також впливає на продуктивність та ефективність електричного трактора.

- У підписах до рисунків 4.1 – 4.7 зазначено, що вони є «не унормованими», однак у тексті відсутнє пояснення, що саме мається на увазі. Рекомендується надати коротке пояснення в тексті або у підписі до рисунків: що мається на увазі під «не унормованими» (наприклад, відсутність масштабування, різні шкали).

Висновок. З огляду на актуальність обраної теми, значний обсяг та належний рівень виконаних теоретичних і експериментальних досліджень, обґрунтованістю висновків і їх достовірністю, науковою новизною дослідження та значенням отриманих результатів для науки і техніки, вважаю, що дисертаційна робота задовольняє вимогам «Тимчасового порядку присудження ступеня доктора філософії» затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України № 167 від 6 березня 2019 р. та наказу Міністерства освіти і науки України від 12.07.2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертацій», а її автор, Ткачов Вячеслав Юрійович, заслуговує присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 13 – Механічна інженерія за спеціальністю 133 – Галузеве машинобудування.

Офіційний опонент

кандидат технічних наук, доцент,
завідувач кафедри
тракторів і автомобілів ДБТУ



Ігор ШЕВЧЕНКО

Підпис *Ігор Шевченко*
ЗАСВІДЧУЮ
Керівник відділу діловодства ДБТУ
Олена Мельник