

ВІДГУК

офіційного опонента доктора технічних наук, професора Кувачова Володимира Петровича на дисертаційну роботу **Худавердяна Георгія Ашотовича** на тему **«Обґрунтування параметрів силового приводу універсальних тягово-транспортних засобів в АПК»**, подану на здобуття освітньо-наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» (галузь знань 13 «Механічна інженерія»).

Дисертаційна робота складається зі вступу, п'яти розділів, загальних висновків, списку використаних джерел обсягом 202 найменування. Повний обсяг роботи становить 161 сторінку. Основна частина дисертації викладена на 101 сторінці тексту та містить 15 таблиць, 71 рисунок і 5 додатків.

Актуальність обраної теми. У структурі аграрного сектору економіки України значна частка припадає на малі фермерські господарства, що зумовлює потребу в мобільних енергетичних засобах, здатних ефективно виконувати як агротехнічні, так і транспортні операції. Водночас, використання тракторів тягового класу 1,4–2 у таких господарствах обмежене їх низькими транспортними швидкостями, що знижує продуктивність роботи та підвищує експлуатаційні витрати. Тому актуальним завданням стає створення універсальних колісних тягово-транспортних засобів, які поєднують високу мобільність, багатофункціональність і здатність працювати з різними технологічними модулями. Серед актуальних питань в цьому напрямку є обґрунтування технологічних можливостей, загальної компоновки, параметрів і характеристик тягового приводу універсального колісного тягово-транспортного засобу, як мобільного енергетичного засобу, в агропромисловій сфері застосування. Наукова проблема полягає у відсутності теоретично обґрунтованих підходів до визначення параметрів і характеристик тягового приводу універсальних колісних тягово-транспортних засобів, які б забезпечували оптимальне поєднання високих транспортних швидкостей і необхідних тягово-зчіпних властивостей для ефективного виконання комплексу агротехнічних та транспортних операцій.

Таким чином, актуальність теми обумовлена необхідністю підвищення ефективності використання тягово-транспортних засобів у малих аграрних підприємствах, зниженням собівартості виконання транспортних та технологічних сільськогосподарських операцій, а також забезпеченням універсальності цих засобів шляхом науково обґрунтованого поєднання їх транспортних і технологічних функцій.

Дисертаційна робота виконана згідно з планом науково-дослідної тематики факультету механіки, енергетики та інформаційних технологій Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Ґжицького «Розробка інноваційно-інформаційних, проектнокерованих, ресурсощадних систем, технологій і технічних засобів для агропромислового виробництва та його енергозабезпечення» (номер державної реєстрації УкрІНТЕІ 0121U109289), затверджений на засіданні вченої ради

факультету механіки, енергетики та інформаційних технологій 18.02.2021 р., протокол №4.

Ступінь обґрунтованості наукових положень.

Наведені в дисертації наукові положення, висновки та рекомендації демонструють достатній рівень опрацювання теоретичних і практичних аспектів досліджуваної проблеми та відображають комплексний підхід автора до вивчення універсальних колісних тягово-транспортних засобів (УКТТЗ) типу «Автотрак/Unimog». Водночас результати теоретичних та експериментальних досліджень потребують подальшого уточнення та розвитку, оскільки деякі положення мають незавершений або частковий характер.

Разом із цим дисертаційна робота демонструє наукову обґрунтованість шляхом всебічного аналізу літературних джерел, розробки методики комп'ютерного моделювання динаміки колісної машини на деформованих ґрунтових поверхнях, формування теоретичних основ вибору та розрахунку трансмісії УКТТЗ, моделювання взаємодії коліс із ґрунтом і оцінки впливу технологічного обладнання на тягово-швидкісні характеристики руху досліджуваного засобу.

Дисертація містить розрахункові схеми, графічний матеріал, таблиці та опис методик досліджень із використанням Mathcad, Excel та MATLAB Simulink, що підтверджує наявність науково-методичного апарату для аналізу руху та обробітку ґрунту. Висновки роботи логічно узгоджуються з поставленою метою та завданнями дослідження, демонструють послідовність аргументації та інтеграцію теоретичних і практичних аспектів.

Водночас для підвищення наукової достовірності та практичної релевантності результатів доцільним є проведення додаткових досліджень із розширеним аналізом закономірностей, уточненням параметрів моделювання та формалізованою процедурою оцінки адекватності отриманих результатів у різних умовах експлуатації.

Достовірність отриманих результатів підтверджується частковим застосуванням математичних методів аналітичного та фізичного моделювання. Водночас у деяких випадках автор міг би більш повно використовувати положення теоретичної механіки, методи класичної механіки, інтегрального та диференціального числення, а також підходи математичного моделювання. Частково достовірність підтверджується плануванням багатофакторних експериментів, проте залишається не до кінця зрозумілою збіжність окремих результатів теоретичних і експериментальних досліджень. Використання сучасних вимірювальних комплексів та апробованих методик значно підвищує надійність отриманих даних, хоча остаточне підтвердження їх достовірності потребує додаткового уточнення.

Завдання дисертаційної роботи сформульовані обґрунтовано, проте окремі прийняті припущення та вихідні положення могли б бути аргументовані більш детально. Анотаційний характер деяких висновків, рекомендацій та пропозицій пов'язаний із обмеженим експериментальним підтвердженням та частковою теоретичною обґрунтованістю, що свідчить про необхідність їх подальшого уточнення для підвищення достовірності.

Наукова новизна дисертаційної роботи полягає у наступному.

У дисертації вперше:

- розроблено методику імітаційного комп'ютерного моделювання динаміки колісної машини типу «Унімог/Автотрак» на деформованих ґрунтових агрофонах у середовищі MATLAB Simulink, що дозволяє оцінювати рух і виконання ним технологічних операцій за різних умов експлуатації;
- сформульовано теоретичні основи вибору та розрахунку 2-діапазонної трансмісії УКТТЗ для поєднання функцій механічного обробітку ґрунту та автотранспортних перевезень, з урахуванням умов бездоріжжя та твердого дорожнього покриття.

Подальшого розвитку набуло:

- моделювання взаємодії пневматичної шини з опорною поверхнею на основі емпіричних залежностей із показником твердості ґрунту (CI) та WES-методології;
- оцінка впливу роботи колісного та причіпного технологічного обладнання на тягово-швидкісні характеристики руху УКТТЗ;
- наукові засади формування тягового приводу колісних машин нового типу для аграрної галузі.

Водночас слід зазначити, що окремі результати мають попередній характер, оскільки повна перевірка моделей у різних умовах експлуатації потребує додаткових досліджень. Наукова новизна полягає у комплексному поєднанні методів комп'ютерного моделювання, емпіричних даних та теоретичних розрахунків для оптимізації конструктивних параметрів УКТТЗ, що створює основу для подальших наукових досліджень та практичного застосування в аграрній техніці.

Повнота викладу наукових положень в опублікованих працях. За результатами дисертаційних досліджень загалом автором опубліковано 11 наукових праць, із яких 4 статті у періодичних наукових фахових виданнях України, 1 робота у закордонному виданні, взято участь у 6 наукових конференціях з публікаціями тез доповідей. Опубліковані праці у достатньому обсязі охоплюють розділи дисертації, досить повно відображають наукові положення та результати, що виносяться на захист. Щодо кожної роботи, опублікованої у співавторстві, окремо зазначений особистий внесок здобувача.

Практична цінність роботи. Практичне значення очікуваних результатів дослідження полягає у створенні науково обґрунтованих методик конструктивного синтезу компоновки, визначення параметрів та вибору характеристик тягового приводу універсальних колісних тягово-транспортних засобів (УКТТЗ), орієнтованих на специфічні умови аграрної галузі. Отримані результати можуть бути використані для підвищення ефективності проектування та адаптації УКТТЗ до виконання широкого спектра технологічних і транспортних операцій на ґрунтових дорогах і агрофонах з різними фізико-механічними властивостями ґрунту.

Розроблені методики сприятимуть оптимізації параметрів трансмісії, вибору типорозмірів коліс і шин, удосконаленню енергетичних характеристик та забезпеченню раціонального використання палива при збереженні високих

показників тягово-швидкісних властивостей вказаних засобів. Це дозволяє забезпечити технологічну універсальність та економічну доцільність застосування УКТТЗ в агропідприємствах.

Практична цінність отриманих результатів дослідження підтверджується й тим, що вони впроваджуються у рамках дослідно-конструкторських робіт у співпраці з АТ «Укравтобуспром» (м. Львів) у 2021–2025 рр., що свідчить про їхню прикладну значущість та орієнтацію на реальні потреби машинобудівної галузі.

Аналіз змісту дисертаційної роботи.

У вступі обґрунтовано актуальність обраної теми дослідження, визначено мету, об'єкт, предмет та основні завдання роботи. Сформульовано наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, окреслено особистий внесок здобувача в їх досягненні. Показано взаємозв'язок теми роботи з державними та галузевими науковими програмами й планами, наведено відомості про апробацію основних положень дослідження, публікації автора, а також подано характеристику структури та обсягів дисертаційної роботи.

У першому розділі проведено аналіз стану та тенденцій розвитку універсальних колісних тягово-транспортних засобів (УКТТЗ) типу «Автотрак/Унімог» у світовій та вітчизняній практиці. Розглянуто історію становлення цих машин, їхнє місце серед автомобілів підвищеної прохідності та колісними тракторами, визначено основні сфери застосування в аграрному виробництві та суміжних галузях. Проаналізовано підходи до параметричної оптимізації силового приводу автомобілів і тракторів, результати досліджень процесів їхнього руху та оцінки тягових характеристик. Узагальнено наукові праці провідних вчених у галузі автомобіле- та тракторобудування (Волонцевича Д.О., Грубеля М.Г., Крайника Л.В., Подригала М.А., Кальченка Б.І., Євтенка В.Г., Погорілого С.П. та ін.).

Окрему увагу приділено аналізу досліджень, присвячених безпосередньо компоновальним схемам УКТТЗ, а також використанню їх у малих фермерських господарствах. Наведено огляд наукових публікацій, нормативних документів і статистичних даних, що характеризують сучасні тенденції розвитку та застосування таких машин.

На основі проведеного аналізу сформульовано постановку проблеми, обґрунтовано актуальність дослідження, визначено мету та основні завдання роботи. Встановлено, що питання параметричного синтезу силового приводу та імітаційного моделювання динаміки руху УКТТЗ у транспортних і технологічних режимах залишаються недостатньо дослідженими, що визначило напрям і структуру подальших наукових розвідок.

У другому розділі представлено комплексний аналіз сфер застосування універсальних колісно-тракторних технологічних засобів (УКТТЗ), характеристик умов їх руху та розроблено математичну модель їхнього переміщення у поєднанні з виконанням типових технологічних задач. Також сформовано структуру моделювання динаміки УКТТЗ у середовищі MATLAB Simulink.

Систематизовано дані щодо використання УКТТЗ у сільському господарстві та лісівництві, комунальній сфері, гірничій промисловості, енергетиці, у діяльності служб надзвичайних ситуацій та рятувальних операцій, а також у військовій сфері.

Розроблена математична модель руху УКТТЗ охоплює двовимірний простір із врахуванням як транспортних режимів, так і технологічних операцій обробітку ґрунту. Модель УКТТЗ представлена як еквівалентна динамічна система з урахуванням додаткового навантаження на зчепний пристрій від навісного або причіпного технологічного обладнання. Для останнього застосовані відповідні моделі: еквівалентна модель одновісного причепа (наприклад колісної сівалки) або модель с.-г. знаряддя з жорсткими металевими колесами без системи підресорювання.

У моделі передбачено ефект ущільнення ґрунту при проходженні колії передньої осі УКТТЗ наступними осями (задньою віссю тягача та осями причепного або навісного обладнання, у разі його наявності). Опір руху ґрунтообробного обладнання визначається на основі положень теорії різання ґрунту плугом, що є найбільш енергозатратним його механічним обробітком.

Фізико-механічні характеристики ґрунтів та взаємодія колеса з деформованою опорною поверхнею описані на основі методики WES (Waterways Experiment Station), що забезпечує вищу адекватність розрахунку порівняно з існуючими методиками оцінки прохідності колісних машин. Оцінка несучої здатності ґрунту та опору руху здійснюється через конусний індекс (CI), який дає комплексну оцінку вертикальної деформації та горизонтального зсуву ґрунту при взаємодії з колесом засобу. Для оперативної оцінки CI ґрунту використовуються спеціально адаптовані пенетрометри.

Структура моделювання динаміки УКТТЗ реалізована в MATLAB Simulink із використанням графічних блоків стандартної бібліотеки, кожен з яких відповідає за конкретну функцію у рамках заданого алгоритму динаміки та технологічних операцій.

Третій розділ присвячено розробці та реалізації методики визначення базових параметрів силового приводу універсального колісно-тракторного технологічного засобу (УКТТЗ). Методика представлена у вигляді шестиступеневої процедури, що дозволяє комплексно визначати основні технічні параметри приводу з урахуванням експлуатаційних вимог і технологічних режимів.

Перший етап процедури передбачає завдання масо-габаритних характеристик проектного УКТТЗ та визначення умов його руху у транспортному та технологічному режимах. Враховуються експлуатаційна маса, розподіл навантаження між осями, умови руху на різних типах поверхонь та технологічних операцій, що забезпечує базу для подальших розрахунків.

Другий етап включає вибір типорозміру автомобільних шин із протектором підвищеної прохідності та визначення їхніх індексів допустимого навантаження і швидкості відповідно до характеристик двигуна та сучасних екологічних вимог в Україні для технологічного засобу загального призначення. Паралельно проводиться оцінка потенційної сили зчеплення його

шин із типовими агрофонами, зокрема враховується твердість ґрунту, вологість та особливості весняно-польових робіт, що дозволяє прогнозувати ефективність руху в умовах реального поля.

На третьому етапі на основі заданої експлуатаційної маси та параметрів двигуна здійснюється розрахунок необхідного сумарного передавального числа трансмісії за умови забезпечення тягового зусилля на гаку засобу, відповідно до рекомендацій проф. Погорілого С.П. щодо типорозмірного ряду МЕЗ/УКТТЗ. При цьому враховується частка тяги, що передається на робочий орган, у діапазоні швидкості 7–12 км/год, що є характерним для технологічних операцій обробітку ґрунту.

Четвертий етап передбачає перевірку та коригування розрахованого сумарного передавального числа трансмісії за допомогою імітаційного моделювання руху УКТТЗ у середовищі MATLAB Simulink. Моделювання дозволяє врахувати потенційне пробуксовування шин до 15–20% та забезпечує оптимізацію передавальних чисел для реальних умов руху на ґрунтових і асфальтобетонних поверхнях.

На п'ятому етапі визначається передавальне число головної передачі з урахуванням максимальної швидкості руху на дорозі I категорії та індексу допустимої швидкості обраних шин із всюдихідним протектором. При цьому приймається допущення прямих передач у базовій та роздавальній коробках передач для забезпечення максимальної ефективності силового приводу УКТТЗ.

Шостий етап передбачає розрахунок добутку передавальних чисел 1-ї або 2-ї та понижуючої передач коробки, із врахуванням аналізу існуючих моделей агрегатів та їхніх експлуатаційних характеристик. Це дозволяє визначити оптимальні значення передавальних чисел, що забезпечують відповідність силового приводу проектним вимогам щодо тягових характеристик, швидкісних режимів та ефективності використання енергії двигуна УКТТЗ.

Наведено конкретні результати розрахунків і рекомендації щодо вибору типорозміру шин та передавальних чисел головної передачі коробки для УКТТЗ ТУР ВТ 04, які прийняті до реалізації ВАТ «Укравтобуспром». Використання запропонованої методики дозволяє забезпечити високий рівень відповідності силового приводу УКТТЗ технічним, експлуатаційним та технологічним вимогам, підвищити ефективність його роботи у різних умовах експлуатації та мінімізувати втрати енергії при виконанні транспортних і технологічних операцій.

У четвертому розділі представлені експериментальні дослідження та проведена оцінка адекватності теоретичних моделей, розроблених у попередніх розділах.

Методика польових експериментів включала визначення фізико-механічних властивостей ґрунту випробувальної ділянки, оцінку максимальної тягової сили УКТТЗ та контроль фактичного руху за параметрами швидкості, шляху та пробуксовування коліс.

Для визначення твердості ґрунту використовувався п'єзоелектричний твердомір ЛАН-М PRO із цифровим інтерфейсом та записом результатів на

ноутбук. Конусний наконечник твердоміра відповідав нормативним вимогам, а обчислювальний блок пенетрометра був скорегований для фіксації конусного індексу CI , який використовується як комплексний показник твердості ґрунту при взаємодії з колесами на ґрунтових та піщаних поверхнях. Крім того, використовувалися додаткові емпіричні залежності згідно з WES-методикою для оцінки несучої здатності ґрунту.

Для оцінки максимального тягового зусилля колісної машини на ґрунті із заданим значенням CI застосовувався динамометр ДПУ-2-2-У2, який дозволяє вимірювати зусилля до 20 кН із точністю до 200 Н. Фіксація фактичної швидкості, пройденого шляху та кількості обертів ведучих коліс здійснювалась за допомогою метрологічно повіреного комплексу ББК від ВАТ «Укравтобуспром», що використовує ефект Доплера відносно опорної поверхні (безконтактне п'яте колесо). Для підвищення достовірності результатів дослідні параметри додатково контролювалися GPS-навігатором.

Застосування зазначеного комплексу експериментальних вимірювань дозволяє забезпечити точну оцінку відповідності фізико-механічних характеристик ґрунту реальним умовам руху УКТТЗ та провести об'єктивну валідацію математичних моделей, розроблених у попередніх розділах дисертації.

У **п'ятому розділі** проведено оцінку економічної ефективності використання УКТТЗ ТУР ВТ-04 «Автотрак» при виконанні базових технологічних операцій у сільському господарстві з відповідним технологічним обладнанням. Додатково розглянуто можливість використання дослідного засобу для транспортних операцій.

Через воєнні дії та незавершені роботи у ВАТ «Укравтобуспром» щодо виготовлення дослідного зразка УКТТЗ ТУР ВТ-04 для перевірки адекватності опрацьованої методики імітаційного моделювання руху та визначення класу тяги були використані наявні аналоги. До експериментальної оцінки залучалися військові баггі – легкі ударні автомобілі ТУР КВ-02 «Мамай» з дизельним двигуном потужністю 110 к.с. і шинами 235/80R16 із всюдихідним протектором, а також колісний трактор Mahindra Feng Shou FS244 із класом тяги 0,5.

За результатами досліджень було встановлено, що сила тяги на гаку для трактора Mahindra перевищує задекларовану на 8%, а для ТУР КВ-02 «Мамай» – відстає на 6% порівняно з отриманими значеннями імітаційного моделювання у MATLAB Simulink при заданому значенні твердості ґрунту CI . Такі результати свідчать про достатню адекватність опрацьованого алгоритму імітаційного моделювання руху УКТТЗ. Невеликі відхилення пояснюються коливаннями значень CI на випробувальній ділянці (у комп'ютерну модель вводилося усереднені значення) та певними відмінностями характеристик двигунів.

Додатково для підтвердження адекватності комп'ютерного моделювання були відтворені умови експериментальної оцінки УКТТЗ/МЕЗ–330 на шасі КрАЗ 6233, проведені д.т.н. Погорілим С.П. Результати порівняння показали розбіжності між експериментальними та імітаційними даними в межах

допустимих значень, що підтверджує надійність розробленого алгоритму та можливість його використання для оцінки тягових характеристик та економічної ефективності проєктованих УКТТЗ.

Застосування описаної методики дозволяє не лише перевіряти адекватність комп'ютерного моделювання, але й приймати обґрунтовані рішення щодо вибору технічних параметрів та експлуатаційної доцільності УКТТЗ, що сприяє підвищенню ефективності сільськогосподарських операцій і скороченню витрат на придбання додаткової техніки.

Додатки до дисертаційної роботи містять інформацію щодо базових параметрів універсальних тягово-транспортних засобів, технічних характеристик агрегатів силового приводу, опису та експлуатаційних можливостей УКТТЗ ТУР ВТ-04 «Автотрак», акти впровадження результатів досліджень, а також список публікацій здобувача. Викладення цих даних у основному тексті дисертації було б обтяжливим для її змісту, проте вони забезпечують додаткову доказову базу та дозволяють детально ознайомитися з технічними, експлуатаційними та науковими аспектами проведеного дослідження.

Матеріали розділів дисертації подано у логічній послідовності відповідно до сформульованих задач досліджень.

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

Відсутність порушень академічної доброчесності. За результатами аналізу дисертаційної роботи та публікацій автора ознак академічного плагіату не виявлено. У тексті дисертації здобувачем наведено посилання на наукові публікації як власні, так і інших авторів. Елементів фальсифікації, фабрикації та запозичень фрагментів тексту, наукових результатів в роботі не виявлено. Це дає можливість зробити висновок про відсутність порушень академічної доброчесності в дисертаційній роботі.

Зауваження та пропозиції до дисертаційної роботи.

До вступу та анотації.

1. Народногосподарська проблема викладена недостатньо чітко. Якщо автор мав на увазі, що «виробництво колісної автотехніки такого типу в Україні відсутнє», це не повністю відображає суть проблеми. Необхідно вказати причини виникнення цієї проблеми та можливі наслідки її невирішення для національного господарства.

2. Науково-технічна проблема не визначена. Потрібно було конкретно визначити проблему, розв'язання якої неможливе без відповідного наукового супроводу. Актуальність дослідження полягає саме у розробці наукових основ такого супроводу.

3. Мета дослідження сформульована некоректно. Мета повинна чітко відображати кінцевий результат дослідження, бути однозначно зрозумілою та включати: що саме досліджується; для чого проводиться дослідження; очікувану науково-практичну користь від отриманих результатів; методи та підходи, якими планується досягти запланованого результату.

4. Об'єкт дослідження визначено некоректно. Об'єктом слід вважати процес, який породжує проблему і обраний для вивчення. Будь-який процес у цьому контексті розглядається як сукупність послідовних дій, спрямованих на досягнення певного результату.

5. Наукова гіпотеза у роботі відсутня. Для завершеності дослідження необхідно чітко сформулювати гіпотезу, яка обґрунтовує очікуваний науковий результат і підлягає перевірці у процесі дослідження.

6. Анотації за змістом сформовані не достатньо правильно. Вони не повинні містити декларацію того, що зроблено в дисертації. Анотація має стисло викладати: основні ідеї та результати дослідження; наукову новизну та практичне значення.

До першого розділу зауважень не має.

До другого розділу.

7. Пункт 2.1 присвячений аналізу і за змістом не має безпосереднього відношення до теоретичного розділу й логічно виглядав би більш доречним у першому розділі роботи, який має оглядово-аналітичний характер. Це потребує уточнення структури й узгодження змісту розділів між собою.

8. Схема, представлена на рис. 2.1, є недостатньо повною та коректною. Якщо розглядати рух системи «машина – причіп – с.-г. знаряддя» в просторі, то така система може мати 18 і більше ступенів вільності (щонайменше по 6 для кожної складової наведеного агрегату). Водночас у схемі наведено лише одна ступінь вільності системи, що є спрощенням без пояснення його обґрунтованості. Також відсутнє визначення самої координати, відносно якої описується рух системи «машина – причіп – с.-г. знаряддя» в просторі, а система координат на рисунку взагалі не наведена. Це ускладнює інтерпретацію схеми на рис. 2.1.

9. На схемі відсутні основні сили, які діють на систему «машина – причіп – с.-г. знаряддя»: сили ваги складових системи, сили опору руху, тягове зусилля, вертикальні реакції опорної поверхні. Крім того, сила F_x , що показана на рис. 2.1, не має чітко позначеної точки прикладання. Це значно знижує інформативність схеми та ускладнює розуміння досліджуваних процесів.

10. Якщо для опису контактної взаємодії шини з опорною поверхнею (грунтом або дорогою) на рис. 2.1 використовується «модель Герца», то в подальшому аналізі розділу повинні бути враховані параметри пружно-дисипативних властивостей цього контакту. У роботі такі параметри відсутні, що робить опис неповним.

11. У другому розділі роботи наведено низку диференціальних рівнянь, що, ймовірно, описують досліджуваний процес. Водночас результати їх розв'язання у розділі відсутні. Саме ці результати мали б містити визначальні закономірності руху досліджуваної системи, становити предмет дослідження та формувати елемент наукової новизни роботи.

12. Висновки до другого розділу мають відображати результати теоретичного моделювання руху УКТТЗ, як це задекларовано в назві розділу. Натомість наведені у пункті 2.4 висновки мають анотаційний характер і не містять аналізу отриманих результатів теоретичних досліджень.

До третього розділу.

13. У пункті 3.1 подано огляд теорії трактора й автомобіля, проте виклад має здебільшого характер суб'єктивних міркувань автора щодо оптимальності параметрів. Наведене фактично не відображає власних теоретичних здобутків здобувача, які логічно мали б бути представлені у другому розділі роботи. Це знижує чіткість структурної логіки та наукової новизни викладу.

14. Дослідження тягово-зчіпних властивостей (пункт 3.2). Представлені результати мають певні розбіжності із загальновідомими положеннями теорії трактора та автомобіля. Зокрема, загальновідомо, що максимальне тягове зусилля трактора досягається при певному рівні буксування його рушіїв. Для традиційних с.-г. тракторів, як правило, цей рівень перевищує межі, при яких починається неприйнятне руйнування ґрунтового середовища. Саме тому для УКТТЗ має бути визначений компромісний рівень буксування, що забезпечує достатнє зчеплення з поверхнею і водночас мінімізує руйнування ґрунту. У роботі ж ця проблема залишилася поза увагою, що ставить під сумнів повноту та правомочність наведеного параметричного синтезу трансмісії.

15. Поданий графік на рис. 3.5 з вибору передавального діапазону виглядає незрозумілим, відсутні пояснення, що саме і як на ньому вибирається. Після рисунку бракує аналізу, відсутній розгляд фізичної сутності процесів, які цей графік мав би ілюструвати.

16. Рекомендації, наведені у пункті 3.3, не мають достатньо чітко вираженої практичної складової. Якщо вони дійсно орієнтовані на фермерів малих господарств (як зазначалося у вступі), то залишається незрозумілим, наскільки реальною є конструктивна можливість вибору різних шин для УКТТЗ. До того ж у практичних умовах на роботу засобу суттєво впливають баластування, тип ґрунту (агрофон), тягове навантаження та його характер, тиск у шинах коліс тощо. У кожному випадку оптимальна швидкість руху УКТТЗ буде різною. У поданих рекомендаціях вказані аспекти не відображені, що знижує їх прикладну цінність.

17. Висновки до третього розділу мають переважно анотаційний характер. У них відсутній аналіз отриманих результатів і не відображено практичну користь від наукової новизни досліджень. Це робить підсумки розділу недостатньо інформативними та нечітко пов'язаними з заявленими завданнями.

До четвертого розділу.

18. У роботі відсутній чітко сформульований план (програма) експериментальних досліджень, що ускладнює розуміння їх мети, завдань та ролі у верифікації теоретичних моделей. Це створює враження фрагментарності експериментальної частини та знижує її методичну завершеність.

19. Подана методика оцінки адекватності теоретичних досліджень є надто спрощеною. Вона не забезпечує повної кількісно-якісної оцінки збіжності теоретичних і експериментальних результатів, зокрема у частині статичних перевірок. Це обмежує можливість робити узагальнені висновки щодо достовірності запропонованих моделей.

20. У роботі простежується нечіткість у трактуванні понять номінального та максимального тягового зусилля, що викликає плутанину у результатах. Нез'ясованим залишається рівень буксування коліс УКТТЗ, який визначає межу реалізованої дотичної сили тяги. Відсутній аналіз регуляторної характеристики двигуна, яка формує тяглову характеристику засобу. Не наведено також потенційну тягову характеристику, необхідну для визначення оптимального діапазону навантажень за критерієм максимального тягового ККД.

Перелічені недоліки свідчать про суттєві спрощення в дослідженнях, що знижує рівень обґрунтованості одержаних результатів і ускладнює їх практичне застосування.

До п'ятого розділу.

21. У розділі дисертаційної роботи автор декларує застосування «стандартної методики економічної оцінки», проте відсутні посилання на чинні нормативні документи, зокрема ДСТУ 4397:2005 «Методи економічного оцінювання техніки на етапі випробовування». Це ускладнює відтворюваність та верифікацію отриманих результатів.

22. Визначення питомих експлуатаційних витрат здійснюється переважно через показники продуктивності роботи, однак у розділі не наведено розрахункової процедури щодо визначення продуктивності роботи для кожного конкретного варіанта орного агрегату. Це знижує прозорість представлених економічних оцінок.

23. Традиційно цінність наукового результату досліджень пов'язується з обґрунтуванням можливостей економії ресурсів, насамперед пального. Проте за даними табл. 5.3 витрати пального для орного агрегату, побудованого на базі УКТТЗ, виявилися найбільшими серед наведених варіантів, що викликає питання щодо економічної ефективності використання пропонованого тягово-транспортного засобу.

24. Оцінка експлуатаційних властивостей техніки, які визначають її здатність виконувати технологічні операції у межах агротехнічних строків із необхідною якістю, оптимальною продуктивністю та мінімальними втратами часу, має ґрунтуватися на експлуатаційно-технологічній оцінці. Втім, у представленій роботі така оцінка не була проведена, що істотно обмежує повноту та практичну значущість отриманих результатів.

До висновків.

25. Пункти 2, 3, 4 та 6 висновків мають характер анотацій і не відображають аналіз отриманих результатів дослідження. У висновках відсутня інформація про те, в чому саме було обґрунтовано компоновку, які параметри та характеристики тягового приводу УКТТЗ були науково визначені, а також який практичний ефект і користь було отримано в результаті виконаних досліджень.

ВИСНОВОК

Дисертаційна робота Худавердяна Георгія Ашотовича на тему «Обґрунтування параметрів силового приводу універсальних тягово-

транспортних засобів в АПК», подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» (галузь знань 13 «Механічна інженерія»), є самостійним дослідженням, що пропонує розв'язання комплексної проблеми в царині галузевого машинобудування, результати якого мають наукову новизну, теоретичне та практичне значення. Дисертація не містить академічного плагіату, фальсифікації та фабрикації. Через це вона відповідає вимогам до дисертації на здобуття ступеня доктора філософії, згідно Стандарту вищої освіти третього (освітньо-наукового) рівня, ступінь доктора філософії) галузі знань механічна інженерія за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування, затвердженого та введенного в дію наказом Міністерства освіти і науки України від 30.05.2022 р. № 503.

Зміст дисертації в достатній мірі відображено в опублікованих матеріалах досліджень (статтях та тезах доповідей).

Недоліки, наведені у зауваженнях, не впливають на здатність дисертанта розв'язувати проблеми в галузі професійної та/або дослідницько-інноваційної діяльності у сфері механічної інженерії, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та/або професійної практики, згідно до інтегральної компетентності зазначеного Стандарту вищої освіти.

Дисертаційна робота **«Обґрунтування параметрів силового приводу універсальних тягово-транспортних засобів в АПК»** за актуальністю і новизною отриманих результатів, їх достовірністю і обґрунтованістю, науковою і практичною цінністю, повнотою викладення матеріалу в наукових публікаціях, структурою та обсягом в цілому відповідає вимогам Наказу Міністерства освіти і науки України № 40 від 12 січня 2017 року «Про затвердження вимог до оформлення дисертації» та «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради Закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 44 від 12 січня 2022 року, за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування» (13 «Механічна інженерія»).

На підставі проведеного аналізу змісту дисертаційної роботи та оцінки наукових результатів можна констатувати, що автор дисертації **Худавердян Георгій Ашотович** має підстави претендувати на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування».

Офіційний опонент,
декан механіко-технологічного факультету
Таврійського державного агротехнологічного
університету імені Дмитра Моторного
Міністерства освіти і науки України,
доктор технічних наук, професор

Володимир КУВАЧОВ