

ВІДГУК

офіційного опонента Кожушка Андрія Павловича
на дисертаційну роботу **Колєсник Юліани Ігорівни**
за темою «Підвищення технологічних показників транспортного агрегату в
умовах експлуатації», що подана на здобуття ступеня доктора філософії
з галузі знань 13 – Механічна інженерія за спеціальністю
133 – Галузеве машинобудування

Актуальність обраної теми дисертаційного дослідження. Дисертація присвячена розв'язанню науково-практичної задачі підвищення експлуатаційних показників колісного трактора у складі транспортно-технологічного агрегату шляхом обґрунтування динаміки розгону з урахуванням кутового інкременту остова енергетичного засобу.

Актуальність дисертаційного дослідження пов'язана з підвищенням ефективності функціонування тракторно-транспортних агрегатів, які нині є основними засобами внутрішньогосподарських перевезень. Більшість таких агрегатів базується на іноземних енергонасичених тракторах загального призначення. Їх експлуатація відбувається в складних динамічних умовах: на нерівних дорогах, змінних ґрунтах і при взаємодії з багатомасовими причепами, що призводить до коливань і нестабільності руху. Незважаючи на наявність широкої наукової бази відносно динаміки колісних машин, перехідні режими, зокрема розгін і гальмування системи «трактор – причеп», вивчені недостатньо. Урахування цих аспектів є вкрай важливим для удосконалення конструкцій та підвищення надійності агрегатів, оскільки навіть використання сучасних демпфуючих пристроїв не нівелює негативного впливу гачових навантажень, що змінюють динаміку агрегату, особливо в перехідних режимах руху.

Актуальність теми також підтверджується актами впровадження та виконаним комплексом науково-дослідних робіт у межах цільових проблем та

концепцій: «Інноваційні засади створення вимірювальної системи динаміки мобільних машин шляхом урахування режимів роботи, динамічних навантажень та конструкцій» (№ держреєстрації 0122U000747) та «Адаптація трактора до умов функціонування у рослинництві» (№ держреєстрації 0118U003321).

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

1) **Вперше** визначені нові залежності зміни силових показників тракторно-транспортного агрегату при розгоні на базі трактора загального призначення, які дозволяють уточнити значення перерозподілу силового навантаження по мостах та кут диференту остова трактора в залежності від гакового навантаження;

2) **Вперше** встановлені залежності зміни амплітудно-частотних характеристик трактора у складі тракторно-транспортного агрегату, які дозволяють обґрунтувати за ергономічними показниками раціональні жорсткості елементів підвіски кабіни.

3) **Отримала подальший розвиток** теорія розгону трактора у складі тракторно-транспортного агрегату, що враховує особливість його функціонування при великих гакових навантаженнях.

Структура і склад дисертаційної роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків. Загальний обсяг дисертації становить 132 сторінки.

Вступ присвячений актуальності теми дисертаційної роботи, показаний зв'язок з науковими програмами, планами, темами, сформульовані мета, завдання, об'єкт та предмет дослідження, наведені дані про методи досліджень, наукову новизну і практичне значення одержаних результатів, відзначений особистий внесок здобувача та представлена інформація про апробацію результатів дисертації та публікації.

У першому розділі проаналізовано напрями покращення динамічних

показників транспортно-технологічного агрегату при виконанні транспортної операції в виробництві продукції рослинництва. Встановлено, що усі розглянуті методики покращення коливальних характеристик кабін не враховують перехідних процесів і, як показує аналіз існуючої інформації, призначені для збільшення ергономічності трактора тільки при усталеному русі.

Враховуючи те, що особливо гостро стоїть питання виникнення кутових коливань трактора при розгоні з великими гаковими зусиллями, тема дисертаційної роботи є актуальною науковою задачею.

У **другому розділі** розглянуто загальний випадок руху трактора в агрегаті з причіпною машиною. В розрахунку враховувався максимальний ведучий момент при рушанні та момент зчеплення з опорною поверхнею. В результаті розв'язування отриманих рівнянь на прикладі трактору John Deere 8310R встановлено, що при збільшенні гакового навантаження відбувається динамічний перерозподіл вертикальних реакцій на колесах трактора, що поступово призводить до розвантаження його переднього мосту. Встановлено, що збільшення гакового зусилля понад 60 кН призводить до початку втрати поздовжньої стійкості трактора та вивішування передніх коліс.

Удосконалено теорію формування вертикальних навантажень, що дозволило обґрунтувати раціональний інтервал гакового навантаження, за якого забезпечується збереження зчеплення переднього моста з опорною поверхнею та поздовжня стійкість агрегату. Досліджено вплив гакового навантаження на зміну вертикальних реакцій на колесах. Зокрема, виявлено критичне зниження навантаження на передню вісь, що вказує на загрозу втрати стійкості при перевищенні порогу в 110 кН.

Окрему увагу приділено аналізу явища недостатньої миттєвої потужності двигуна в перехідному режимі, що спричиняє різке зростання сил тертя та вертикальних прискорень. Зокрема, встановлено, що при розгоні кут повороту трактора відносно поперечної осі зростає на 25%, а вертикальне прискорення перевищує допустимі норми більш ніж удвічі. Встановлені закономірності зміни

вертикальних навантажень та диферента остова враховують граничні значення гакового навантаження, що є новим підходом до оцінювання розгінних характеристик агрегату.

У **третьому розділі** представлено коливальну схему колісного трактора. При формуванні рівнянь руху, які представлені у вигляді ланцюгової структури, використано принцип Даламбера. У результаті дослідження було розроблено динамічну коливальну модель підвіски кабіни трактора John Deere, яка враховує вплив диферента остову під час розгону з навантаженим причепом. На основі цієї моделі визначено амплітудно-частотні характеристики підвіски, що показали підвищення рівня вертикальних прискорень у кабіні при розблокованій підвісці до $0,42 \text{ м/с}^2$, що перевищує допустимі ергономічні межі. Водночас блокування підвіски кабіни під час розгону агрегату дозволяє знизити рівень вертикальних прискорень до $0,12 \text{ м/с}^2$, що забезпечує комфортні умови для оператора та відповідає нормам ергономічності. Отримані результати мають практичне значення для вдосконалення конструкцій тракторів та підвищення їх експлуатаційних показників.

У **четвертому розділі**, для підтвердження отриманих теоретичних результатів, проведені експериментальні дослідження на тракторі John Deere 8310R у складі тракторно-транспортного агрегату з сільськогосподарською машиною МЖТ-16. Результати експериментальних досліджень та аналіз записаних коливань підлоги трактора свідчать про виникнення при розгоні агрегату з машиною МЖТ-16 з мінеральними добривами Nanovit Super (густина $1,42 \text{ кг/м}^3$) вертикальних прискорень. Зокрема, встановлено, що при розблокованій підвісці кабіни рівень вертикальних прискорень підлоги зростає до $0,43\text{--}0,44 \text{ м/с}^2$, залежно від типу опорної поверхні, що перевищує допустимі межі. Водночас блокування підвіски під час розгону агрегату дозволяє ефективно знизити вертикальні прискорення до рівня $0,12 \text{ м/с}^2$, що повністю узгоджується з результатами аналітичного моделювання. Проведені в польових умовах експериментальні дослідження, що виконані за розробленими

методиками, підтвердили адекватність математичної моделі формування вертикальних реакцій на колесах трактора та моделі амплітудно-частотних коливань його елементів. Розбіжності між розрахунковими та експериментальними даними не перевищують 10%, що свідчить про високу точність та надійність застосованих моделей.

У **висновках** представлені основні результати дослідження. Загалом, положення та висновки автора, після опрацювання значної кількості теоретичного матеріалу і проведення практичної апробації, є достовірними та обґрунтованими.

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

Повнота викладу в наукових публікаціях, зарахованих на тему дисертації. Наукові положення дисертації опубліковано у 16 наукових працях, серед них: 9 статей у наукових фахових виданнях України категорії Б (з них 2 – у закордонному періодичному фаховому виданні, що включено до наукометричної бази Scopus, квартиль Q4), 7 – у матеріалах апробаційного характеру.

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:

- в аналізі літературних джерел бракує систематизації сучасних підходів до оцінювання динаміки тракторно-транспортних поїздів у вітчизняних і закордонних дослідженнях;
- у підрозділі 1.4 недостатньо глибоко розкрито вплив різних типів підвісок на динаміку тракторно-транспортного поїзда;
- в огляді літератури згадано багато авторів, однак не завжди чітко вказано, які саме положення запозичено або використано у подальших дослідженнях;

– наявне припущення про відсутність демпфування в шинах у 2.3 суперечить реальним умовам експлуатації

– розрахункова схема на рисунку 2.5 є дещо спрощеною та не охоплює всі деталі конструкції трактора;

– у рівняннях (2.43) не вказано, як саме враховуються експериментальні параметри коливань;

– у підрозділі 3.1 (стор. 80) не конкретизовано джерела прийнятих статистичних характеристик мікропрофілю дороги;

– формули (3.9)–(3.10) на стор. 82 викладено без проміжних перетворень, що ускладнює розуміння;

– у підрозділі 3.2 (стор. 84–86) не згадано, який саме тип демпфера використовується в системі сидіння;

– на стор. 90 містить твердження про відповідність частот 4,5–5 Гц власним коливанням, але не наведено аналітичного або табличного підтвердження;

– на стор. 95 відсутні дані про частоту дискретизації акселерометрів, що впливає на точність вимірювання;

– формула (4.18) стор. 101 не містить пояснення щодо розрахунку коефіцієнтів АС та ВС;

– в описі методики відсутній пункт про перевірку вологості ґрунту, що може вплинути на результати;

– не вказано, як проводилась валідація моделей з урахуванням результатів експерименту;

Висновок. Вважаю, що за актуальністю обраної теми, обсягом і рівнем виконаних теоретичних та експериментальних досліджень, обґрунтованістю висновків і їх достовірністю, науковою новизною дослідження та значенням отриманих результатів для науки і техніки 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 авторка, Колеснік Юліана Ігорівна, заслуговує присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 13 – Механічна інженерія за спеціальністю 133 – Галузеве машинобудування.

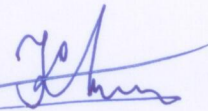
Офіційний опонент

доктор технічних наук, доцент,

доцент кафедри «Автомобіле- і тракторобудування»,

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут»



Андрій КОЖУШКО

