

ВІДГУК

офіційного опонента д.т.н., професора Кузьмінця М. П. на дисертаційну роботу **Чаплигіної Олександри Михайлівні** на тему **«Підвищення показників курсової стійкості автогрейдера»** на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.04 – машини для земляних, дорожніх і лісотехнічних робіт, галузі знань 13 – механічна інженерія

На рецензію подано дисертацію та автореферат.

Дисертаційна робота складається зі вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних джерел із 138 найменувань та 2-х додатків. Повний обсяг роботи складає 169 сторінок, з яких 143 сторінки основного тексту, що в цілому **відповідає вимогам** до кандидатських дисертацій технічного профілю.

Актуальність роботи. Підвищення ефективності та продуктивності роботи автогрейдера, як однієї з основних дорожніх машин, забезпечує підвищення темпів та якості виконання дорожніх і земляних робіт в цілому. Однією з особливостей роботи автогрейдера є асиметричне навантаження основного відвалу відносно поздовжньої осі машини, що призводить до відхилення від запланованої траєкторії руху машини. Втрата курсової стійкості автогрейдера викликає зниження продуктивності та підвищення собівартості одиниці продукції за рахунок збільшення часу на виконання додаткових проходів.

Матеріали та результати дисертаційної роботи присвячені підвищенню ефективності автогрейдера та покращенню точності виконання робочих процесів за рахунок підвищення показників курсової стійкості автогрейдера. Це досягається за рахунок використання науково-обґрунтованих рекомендацій, які базуються на дослідженні математичної моделі руху автогрейдера та результатах експериментального дослідження на реальній машині.

Таким чином створення нових підходів до оцінки показників курсової стійкості автогрейдера та розробка комплексу заходів по їх впровадженню, що розглядається в роботі є актуальною науково-прикладною задачею.

Автореферат за формою та змістом є послідовним скороченим викладом тексту дисертації, який розкриває основні положення дисертаційної роботи.

Основні положення автореферату та дисертації – ідентичні.

Наукова новизна отриманих результатів. Здобувачем вперше експериментально виявлено особливий процес формування траєкторії руху автогрейдера під час виконання технологічних операцій, що складається з

прямолінійних ділянок і ділянок обертів на місці навколо точки блокування відвала.

Автором отримано наукові результати на основі аналізу динамічної моделі руху автогрейдера, що складається з двох систем диференціальних рівнянь і залежності, яка визначає перехід від одного режиму руху (плоского переміщення) до іншого (оберт навколо точки блокування). За рахунок цього було вперше визначено залежності показників курсової стійкості від експлуатаційних показників виконуваної технологічної операції.

Автором вперше на підставі експериментальних досліджень, отримано регресійну залежність показників курсової стійкості від: коефіцієнтів зчеплення ведучих коліс з опорною поверхнею по правому і лівому бортах машини, поперечного ухилу опорної поверхні, кута повороту передніх коліс у горизонтальній площині, кута нахилу передніх коліс у вертикальній площині та їх спільного впливу, яка дозволила сформулювати рекомендації, які запобігають відхиленню автогрейдера від запланованої траєкторії руху.

Оцінка обґрунтованості наукових положень дисертації, їх достовірності та новизни. Мета роботи і задачі дослідження достатньо обґрунтовані на основі аналізу літературних джерел по темі дисертації. Наукові положення обґрунтовані методологією проведення і результатами теоретичних і експериментальних досліджень динамічної моделі автогрейдера.

Теоретична база досліджень базується на основних положеннях системного аналізу, методах аналітичної і теоретичної механіки моделювання руху тіл та методах комп'ютерного моделювання.

Достовірність теоретичних положень підтверджена шляхом проведення натурних польових експериментальних досліджень на автогрейдері ДЗк-251 у кількості повторень дослідів, достатніх для підтвердження адекватності результатів. При цьому використовувалися методи планування експерименту та статистичної обробки отриманих даних.

Апробація роботи. Результати дисертаційних досліджень у повному обсязі обговорювались на розширеному засіданні кафедри будівельних та дорожніх машин ХНАДУ.

Основні результати теоретичних і експериментальних досліджень доповідались на щорічних науково-практичних конференціях ХНАДУ (2014-2021 рр.). Окремі положення дисертаційної роботи обговорювались на міжнародних конференціях: «The eighth international triennial conference heavy machinery» University of kragujevac kraljevo (Serbia, 2014), «Transport techniques. Investigation of elements. Reliability. Vehicle engines. Application of fuels types. Efficiency» Scientific technical union of mechanical engineering (Sofia, Bulgaria, 2016), «XXVI International scientific conference trans &

motauto 2018» (Burgas, Bulgaria, 2015, 2017, 2018), 15th International conference Problems of the railway transport mechanics: Safety of motion, dynamics, strength of rolling stock and energy saving (Дніпро, 2020 р.), а також на 54 засіданні Науково-методичної Ради зі спеціалізації «Підйомно-транспортні, дорожні, будівельні, меліоративні машини і обладнання» при МОН України (ХНАДУ, м. Харків, 2019 р.).

Практичне значення. По результатах дисертаційної роботи було визначено раціональні параметри факторів, які підвищують показники курсової стійкості, розроблено інженерну методику визначення показників курсової стійкості, запропоновано спосіб визначення показників курсової стійкості для ЗТМ.

Результати дисертаційної роботи впроваджено на ТОВ «Харківспецбуд-1», ТОВ «Перша слобожанська будівельна компанія», проектно-монтажній фірмі ДП «Спеціалізоване управління механізованих робіт», а також у навчальному процесі з підготовки бакалаврів за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування» у Харківському національному автомобільно-дорожньому університеті при викладанні курсу «Машини для земляних робіт».

Аналіз змісту дисертації

У **вступі** представлено: актуальність теми; зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами; сформована мета та поставлені завдання дослідження. Також встановлено об'єкт, предмет та методи дослідження. Сформовані: наукова новизна, практична цінність одержаних результатів та особистий внесок здобувача. Наведені: апробація результатів дисертації, публікації автора, структура і обсяг дисертаційної роботи.

Зміст та обсяг вступної частини дисертації та автореферату – **ідентичні**.

Зауваження до вступної частини

1. Якщо об'єктом дослідження є процес формування траєкторії руху автогрейдера, то предметом дослідження, очевидно, має бути не взаємозв'язок параметрів траєкторії руху автогрейдера з експлуатаційними показниками робочого процесу, а вдосконалення системи його керування.

У **першому розділі** автором вивчено та систематизовано інформацію надану в науково-технічній літературі. Зокрема, проаналізовано види і типи рекомендованих критеріїв курсової стійкості машин. Встановлено, що доцільно було б розробити математичну модель руху автогрейдера. Крім того вивчені математичні моделі процесу формування траєкторії руху різних типів машин, на підставі чого виявлено основні підходи і принципи до розробки математичної моделі руху автогрейдера. На основі аналізу

технічних рішень, присвячених стабілізації траєкторії руху, виконана їх класифікація та розглянуті переваги та недоліки.

По результатах проведеного системного аналізу наукових досліджень була визначена необхідність додаткового вивчення і уточнення закономірностей формування траєкторії руху автогрейдерів, що дозволяє розробити науково-обґрунтовані рекомендації щодо підвищення показників їх курсової стійкості в процесі виконання технологічних операцій.

Зауваження по першому розділу

1. Відсутній аналіз теоретичних розробок іноземних авторів, присвячених проблемам курсової стійкості.

2. Доцільно було б розглянути динамічні моделі руху машин обладнаних системами автоматизованого керування.

У другому розділі запропоновано і обґрунтовано критерій курсової стійкості, який доцільно використовувати для технологічних процесів виконуваних автогрейдером.

На основі аналізу результатів пошукових експериментів розроблена динамічна модель руху автогрейдера особливістю, якої є двохетапний режим руху. Математична модель включає в себе дві системи диференціальних рівнянь і рівняння зв'язку, яке визначає перехід від одного етапу руху до другого.

Аналіз математичної моделі довів, що на етапі прямолінійного руху найбільший вплив на показники курсової стійкості здійснюють закономірності формування горизонтальної і бокової складових сил опору копанню ґрунту, в залежності від площі поперечного перерізу зрізуваної стружки, і кута захоплення. На етапі оберту навколо точки блокування відвалу найбільший вплив на траєкторію руху мають коефіцієнт зчеплення рушіїв з опорною поверхнею, координата прикладання головного вектора зовнішніх опорів та типу виконуваної технологічної операції.

Зауваження по другому розділу

1. При розкритті питання проглядається розбіжне тлумачення понять етапів руху автогрейдера та поняття випадків, які розглядаються в математичних моделях. Поняття етапи передбачає послідовність дії, як на мою думку розглядаються випадки.

2. Запропонована плоска модель руху автогрейдера, доречніше було б розглядати просторову тривимірну.

3. Автором розглянуті технологічні операції розробки ґрунту, доцільно було б розглянути також операції пов'язані з розробкою інших будівельних матеріалів, снігу тощо.

4. Не розглянута операція розробки відкосів та кюветів, які розташовані вище або нижче опорної поверхні, хоча саме під час виконання таких технологічних операцій у зазначених умовах, можна найбільш вірогідно очікувати втрату курсової стійкості автогрейдера.

У **третьому розділі** наведено методику та результати експериментальних випробувань. Випробування були проведені у два етапи. Перший етап випробувань дозволив визначити процес формування траєкторії руху на натурному зразку реальної машини, зафіксувати факт бокового зміщення та оберту навколо точки блокування відвалу. Другий етап випробувань характеризувався визначенням ступеню впливу експлуатаційних факторів та геометричних параметрів робочого обладнання автогрейдера на формування траєкторії руху.

В результаті другого етапу випробувань отримані регресійні рівняння, що дозволяють у графічному та чисельному вигляді визначити вплив одночасної зміни декількох факторів на показники курсової стійкості, зокрема на відхилення автогрейдера від планованої траєкторії руху

Зауваження по третьому розділу

1. В розділі не визначена методика розрахунку похибок вимірюваних показників. Між тим ці значення використовуються під час розрахунку рівнянь регресії.
2. При проведенні дослідів окрім ґрунтів II категорії доцільно було б розглянути роботу автогрейдера на сипких матеріалах.
3. Не обґрунтовано вибір змінних факторів для другого етапу експериментальних досліджень.

У **четвертому розділі** наведені практичні рекомендації щодо підвищення показників курсової стійкості автогрейдера та виконано розрахунок економічної ефективності за рахунок збільшення його продуктивності. Крім цього запропоновані технічні способи забезпечення курсової стійкості на рівні патентних рішень.

Зауваження по четвертому розділу

1. Не вказано для яких типорозмірів автогрейдерів можуть бути використані рекомендації з встановлення кутів нахилу та повороту коліс передньої вісі.

Роботу завершують загальні висновки з десяти пунктів, які відображають основні результати, отримані в роботі.

Зауваження по загальним висновкам

1. В основному висновку варто було б зазначити ступінь виконання мети роботи відносно підвищення показників курсової стійкості автогрейдера, як це звучить у темі роботи.

2. Висновки до роботи варто було б викласти більш логічно з додаванням конкретних результатів, а переліку виконаного уникнути.

3. В п.10 висновків не вказується для якого типу автогрейдера наводяться розрахунки економічної ефективності, та не вказується на скільки відсотків було знижено собівартість робіт, або підвищена продуктивність автогрейдера.

Повнота викладу основних результатів досліджень у наукових фахових виданнях

Всі основні наукові положення, результати, висновки та рекомендації дисертаційної роботи отримані автором самостійно та опубліковані в 28 роботах. Самостійно дисертантом опубліковано 4 наукових роботи.

Багато уваги приділено розробці засобів автоматизації керування робочим обладнанням при вирішенні науково-практичної задачі. Отримано 8 патентів на корисну модель. Опубліковано 5 тез доповідей на конференціях.

Висновки

1. Дисертація Чаплигіної Олександри Михайлівні на тему «Підвищення показників курсової стійкості автогрейдера» є завершеною науково-дослідною роботою, за актуальністю, науковою новизною, практичною значимістю, повнотою видання, достовірністю відповідає вимогам пп. 9, 10, 12-14 Постанови Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 р. № 567 «Порядок присудження наукових ступенів», містить нові обґрунтовані результати та вирішує важливу науково-технічну задачу в галузі механічної інженерії.

2. Вказані у відгуку зауваження відносяться до окремих положень дисертації та в цілому не знижують її наукової та практичної цінності.

3. Висновки по роботі обґрунтовані та достовірні. Опубліковані роботи і автореферат повністю відображають основні результати досліджень.

4. Здобувачка Чаплигіна Олександра Михайлівна заслуговує присудження їй наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.04 – машини для земляних, дорожніх і лісотехнічних робіт, галузі знань 13 – механічна інженерія.

Офіційний опонент:

доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри комп'ютерної,
інженерної графіки та дизайну
Національного транспортного
університету

М. П. Кузьмінець

Підпис д.т.н. М.П. Кузьмінця засвідчую:
начальник відділу кадрів НТУ



Н. І. Васянова