ВІДГУК

офіційного опонента

на дисертаційну роботу

Дон Євгена Юрійовича

за темою «Удосконалення динамічних властивостей електропневматичного гальмового керування колісного транспортного засобу», подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.02 – автомобілі та трактори (27 – транспорт)

Для складання відгуку здобувачем надані дисертація, автореферат та копії опублікованих робіт.

1. Актуальність теми дисертаційної роботи.

Усі колісні транспортні засоби повинні задовольняти вимогам безпеки дорожнього руху, яка неможлива без виконання вимог стандартів стосовно ефективності їх гальмових систем, особливо їх приводів, які обладнані автоматизованими системами регулювання гальмового зусилля.

Основним недоліком існуючих принципів керування електропневматичними модуляторами тиску на сьогоднішній час є нераціональна витрата робочого тіла (повітря) під час виконання функції антиблокувальної системи (АБС) в електропневматичному гальмовому приводі сучасних колісних транспортних засобів, що негативно впливає на ефективність їх гальмування з такими приводами на довгих спусках і збільшує вартість транспортного засобу у зв'язку з необхідністю встановлення додаткових систем – уповільнювачів, які в експлуатації вимагають систематичного технічного обслуговування. Тому удосконалення динамічних властивостей електропневматичного гальмового керування колісного транспортного засобу за рахунок вибору принципу керування осьовими модуляторами тиску є актуальним дисертаційним дослідженням.

На основі зазначеного вважаю, що тема дисертації та наукове завдання і задачі дослідження, які сформульовані і вирішені в дисертаційній роботі Дон Є.Ю. є актуальними.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційна роботи виконана у відповідності до плану науково-дослідних робіт Харківського національного автомобільно-дорожнього університету, а саме, комплексною темою «Системне проектування та конструювання транспортних засобів, які забезпечують необхідну безпеку дорожнього руху», а також темою «Розробка та впровадження інтелектуальної системи керування гальмами транспортного засоби» (ГР № 0112*U*001239).

При виконанні вказаних науково-дослідних робіт автор приймав участь у теоретичних та експериментальних дослідженнях принципів керування електропневматичним гальмовим приводом з функцією АБС, що дозволило досягнути поставленої мети та реалізувати задачі дослідження.

3. Наукова та практична цінність дисертаційної роботи

Наукова цінність дисертаційної роботи полягає у вирішенні науково-практичного завдання з вибору раціонального закону зміни тиску в осьовому

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ УНІВЕРСИТЕТ
Вх.№ 556
«12» 03 2020

пропорційному електропневматичному модуляторі тиску та покращенню показників ефективності гальмування колісного транспортного засобу з електропневматичним гальмовим приводом шляхом вдосконалення принципу керування осьовими модуляторами тиску при осьовій схемі розміщення електропневматичних апаратів регулювання тиску.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у тому, що автором

вперше встановлено:

– взаємозв'язок між принципом керування осьовими модуляторами тиску та характером зміни тиску в модуляторі, який відрізняється від відомих тим, що в режимі екстреного або службового гальмування колісного транспортного засобу заповнення гальмових камер стиснутим повітрям відбувається за двома різними темпами: з більшим темпом на початку гальмування і з меншим у подальшому загальмовуванні коліс транспортного засобу;

– взаємозв'язок між уповільненням транспортного засобу та реалізованим зчепленням його одинарних або здвоєних коліс, який відрізняється від відомих тим, що враховує особливості зміни деформації пневматичних шин коліс транспортного засобу відносно поверхні дорожнього покриття в наслідок зміни вертикального навантаження на вісях останнього та реалізації двох різних темпів наповнення гальмових камер електропневматичного гальмового привода автомобіля;

удосконалено:

– метод розрахунку динаміки гальмування колісного транспортного засобу, який відрізняється від раніше відомого моделлю взаємодії автомобільних коліс з поверхнею дорожнього покриття;

набула подальшого розвитку:

– концепція формування тиску в електропневматичному гальмовому приводі шляхом примусового розтягування процесу наповнення гальмових камер під час роботи автоматизованих системам регулювання гальмового зусилля.

Одержані наукові результати є обґрунтованими, базуються на науковій методології, використанням сучасного математичного апарату, достатньою збіжністю теоретичних та експериментальних результатів досліджень.

Практична цінність роботи полягає у можливості використання теоретичних та експериментальних результатів дослідження, як при проектуванні нових так і модернізації існуючих зразків, при визначенні ефективності гальмування колісного транспортного засобу.

Основні положення дисертаційної роботи, які стосуються вибору принципу керування електропневматичними модуляторами тиску колісного транспортного засобу прийняті до впровадження у таких організаціях та підприємствах:

– у навчальному процесі підготовки бакалаврів і магістрів за спеціальностями: 133 «Галузеве машинобудування», 274 «Автомобільний транспорт» та 208 «Агроінженерія»;

– на підприємствах: ТОВ «*GRAND DVS*» та АТ «АТП-16365» під час визначення умов безпечної експлуатації транспортних засобів з пневматичним

або електропневматичним гальмовим приводом та оцінки ефективності дії гальмового привода під час діагностування, технічного обслуговування та після поточного ремонту рухомого складу для перевезення вантажів і пасажирів;

– на підприємстві ДП «ХАЗ» під час ремонтно-відновлювальних робіт гальмової системи військових та цивільних колісних транспортних засобів.

4. Ступінь обґрунтованості, достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій, що сформульовані у дисертаційній роботі.

Наукові положення та висновки, що одержані під час дисертаційної роботи, виходять з її змісту та мають достатню обґрунтованість. При вирішенні задач досліджень використовувався системний підхід, побудований на сучасних методах теоретичних та експериментальних дослідженнях, з використанням фундаментальних законів теоретичної механіки та теорії автомобіля.

Достовірність висновків і рекомендацій, що сформульовані в дисертаційному дослідженні, забезпечена коректністю постановки завдань та використанням математичного апарату, достатньою збіжністю результатів теоретичних та експериментальних досліджень. Отримані автором результати не суперечать результатам попередніх дослідників і є їхнім логічним продовженням. Результати досліджень наведено у 5 загальних висновках, які повністю відображають їх зміст та мають елементи наукової новизни.

Перший висновок інформує, про те, що теоретично встановлено та експериментально підтверджено, що у випадку осьового розміщення електропневматичних апаратів необхідно в алгоритмі керування ними враховувати зміщення в часі реалізацію фаз наповнення та спорожнення модуляторів електропневматичного гальмового приводу (ЕПГП) оскільки нехтування цим призводить до зниження ефективності гальмування до 30% внаслідок одночасного розгальмовування автомобільних коліс. Зауваження до висновку:

- у висновку не вказано за яким конкретно показником оцінюється зниження ефективності гальмування до 30%.

Другий висновок інформує стосовно вибору раціонального закону зміни тиску в електропневматичному гальмовому приводі при керуванні модуляторами тиску з урахуванням особливостей реалізації гальмових сил між шиною та поверхнею дорожнього покриття. Зауваження до висновку:

– відсутня інформація для яких колісних транспортних засобів характерне зниження на 20–30% кількості циклів спрацьовування автоматизованих систем регулювання гальмового зусилля без втрати ефективності їх гальмування.

Третій висновок інформує про результати експериментальних досліджень розробленого електропневматичного гальмового привода під час екстреного гальмування колісного транспортного засобу та реалізації функцій антиблокувальної системи. Висновок важливий та дає кількісну оцінку зміни тиску в приводі, що забезпечує ефективність екстреного гальмування в заданих умовах.

Четвертий висновок інформує про результати експериментальних досліджень розробленого електропневматичного гальмового привода під час службового гальмування колісного транспортного засобу. Висновок важливий та дає кількісну оцінку зміни тиску в приводі при реалізації слідкуючої дії.

Зауваження до висновку:

– відсутня інформація граничної межі тиску в приводі для різних колісних транспортних засобів з урахуванням зміни коефіцієнта зчеплення коліс з дорогою.

П'ятий висновок інформує щодо результатів експериментального дослідження електропневматичного гальмового привода в якому реалізовано два темпи наповнення гальмової камери (швидкий темп на початку процесу та повільний темп при подальшому загальмовуванні колеса). Висновок підтверджує адекватність прийнятої математичної моделі для дослідження показників ефективності гальмування колісного транспортного засобу з осьовими модуляторами тиску.

Загальна оцінка розділу «Висновки» – висновки достовірні, вагомі, мають теоретичну і практичну спрямованість, повністю відповідають завданням дослідження, відображають наукову новизну та охоплюють усі розділи дисертаційної роботи.

5. Оцінка змісту, завершеності та оформлення дисертації.

Представлена дисертаційна робота складається із вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних джерел (що нараховує 130 найменувань), 4 додатків. Повний обсяг дисертації становить 168 сторінки (з них 112 сторінок основного тексту, 64 рисунка, 10 таблиць).

У вступі розкрито актуальність обраної теми дисертаційної роботи, сформульовано мету, об'єкт, предмет та задачі дослідження, відображено наукову новизну та практичну цінність роботи.

По змісту вступу можна зробити наступні зауваження:

1. В об'єкті та предметі дослідження не зовсім коректно використовується словосполучення «електропневматична гальмова система», доцільно використовувати «електропневматичний привід» гальмівної системи.

2. Задачі дослідження сформульовано достатньо звужено, що не у повній мірі відображає зміст дисертаційної роботи, хоча вони виконані у ній.

У першому розділі розглянуто аспекти аналізу реалізації алгоритмів роботи автоматизованих систем регулювання гальмівного зусилля. Розглянуто закони та принципи керування осьовими модуляторами тиску електропневматичного гальмівного приводу колісного транспортного засобу. Також на основі аналізу динаміки гальмування КТЗ, зроблено висновок щодо раціонального принципу керування осьовими модуляторами тиску.

В розділі встановлено, що при виборі раціонального принципу керування модуляторами тиску гальмівної системи необхідно враховувати інтенсивність зростання тиску в гальмових камерах приводу у зв'язку з чим і виникає потреба щодо вдосконалення принципу керування осьовими пропорційними модуляторами електропневматичного гальмівного приводу системи КТЗ.

За змістом розділу можна зробити наступні зауваження:

1. Не коректно названі підрозділи 1.1 «Аналіз законів керування пневматичним гальмовим приводом…» та 1.2 «Аналіз принципів керування пневматичним гальмовим приводом…» бо їх зміст відповідає аналізу електропневматичного гальмівного приводу.

2. Бажано було б визначити межі дослідження транспортних засобів, а саме, чи це вантажні, пасажирські, спеціальні. Кожен з яких має свою специфічну сферу використання й різну конструкцію, технічні параметри й різні умови експлуатації (дорожні, транспортні). Це у сукупності впливає на гальмівні властивості цих транспортних засобів.

У другому розділі виконаний аналіз законів зміни тиску в гальмовому приводі автомобіля показав, що сучасні органи керування мають недоліки, які пропонується вирішувати шляхом вбору раціонального закону керування гальмовим приводом. Також в розділі відзначено, що під час проектування електропневматичного гальмового приводу для забезпечення високої ефективності гальмування КТЗ, слід раціонально підходити до вибору закону зміни тиску в електропневматичному гальмовому приводі. Проведені теоретичні дослідження дозволили підтвердити імітаційні моделі прийняті в роботі. Прийнята модель ДЄ-ланок гальмівного привода в достатній мірі описана диференційними рівняннями, які з достатньою точністю відображають перехідний процес, який характеризує особливості роботи привода у знакозмінному режимі.

Теоретичні дослідження виконані під час формування другого розділу роботи, дозволяють оцінити вплив принципів керування осьовими модуляторами тиску електропневматичного гальмового приводу на динаміку руху двовісного колісного транспортного засобу.

За змістом розділу можна зробити наступні зауваження:

1. Теоретичні дослідження динаміки гальмування колісного транспортного засобу слід розглядати не тільки у комплексі «автомобіль – гальмівний привід – гальмівний механізм – гальмуюче колесо» а ширше у комплексі «водій – автомобіль – дорога –середовище».

2. Не коректно наведено позначення *B*, так, на стор. 62 це база транспортного засобу, а на стор. 75 це коефіцієнт, який залежить від раціонального тиску в гальмівній камері.

У третьому розділі обґрунтовано характеристики системи керування осьовим модулятором тиску при синхронній та асинхронній їх роботі. Запропоновано алгоритм роботи ЕПГП з функцією антиблокувальної системи.

Використаний принцип керування осьовими пропорційними модуляторами тиску обґрунтовано з позицій вибору раціонального часу спрацьовування модулятора на впуск та випуск робочого тіла (повітря).

За змістом розділу можна зробити наступні зауваження:

1. На стор. 97 вказано, що аналіз результатів, отриманих під час моделювання, показав, що розтягування процесів наповнення гальмових камер під час роботи електропневматичного гальмового привода зменшує

навантаження на вестибулярний апарат водія, хоча жодних результатів які б на це вказували до цього в роботі не наведено.

2. На стор. 100 вказано, що під час одночасного спрацьовування обох контурів на випуск загальна ефективність гальмування транспортного засобу знижується за рахунок одночасного розгальмовування автомобільних коліс, хоча не вказано за якими саме показниками і як кількісно.

Четвертий розділ відображає проведені експериментальні дослідження, які виконано особисто автором. Наведено методику проведення експериментальних досліджень, описано розташування експериментального обладнання на колісному транспортному засобі, а також розкрито результати проведених досліджень у вигляді таблиць та графіків.

Експериментальні дослідження, підтверджують результати імітаційного моделювання, які виконано автором у третьому розділі роботи.

За змістом розділу можна зробити наступні зауваження:

1. Не коректно наводиться інформація, що економія робочого тіла в електропневматичному гальмовому приводі також дозволяє покращити умови експлуатації транспортного засобу з електропневматичною підвіскою. Не зрозуміло як і які саме умови експлуатації (дорожні, транспортні, природно-кліматичні) можуть бути покращені.

2. На стор. 134 вказано, що внаслідок синхронного розгальмовування коліс ефективність гальмування автомобіля знижується до 30%, не зрозуміло за яким саме показником (уповільненням, гальмівним шляхом, часом спрацьовування приводу) здійснюється це зниження.

Наведені додатки до дисертаційної роботи стосуються вихідних даних на основі яких було виконано імітаційне моделювання. В додатках також в повній мірі відображено апробацію дисертаційних досліджень в тому числі і за межами України. Список публікацій автора є достатнім і повністю відображає основні наукові положення які виносяться на захист.

Наведені зауваження та дискусійні положення не знижують загальну наукову та прикладну цінність виконаного дослідження, а також обґрунтованість і достовірність положень дисертації.

6. Повнота викладу результатів дисертації в опублікованих працях.

Основні положення дисертаційної роботи опубліковані у 12 наукових працях: 6 статей у наукових фахових виданнях України та інших держав (з них 1 – у науковому виданні, що проіндексовано в базі даних Scopus, віднесеного до третього квартиля (Q3)), 5 тез доповідей; 1 авторське свідоцтво на твір видане Державним департаментом інтелектуальної власності України.

Наприкінці кожного розділу наведено перелік публікацій, в яких були відображені матеріали відповідного розділу. Аналіз переліку публікацій кожного розділу надає підстави зробити висновок щодо повноти посилань на всі наукові праці здобувача, які наведені в анотації.

Основні результати дисертаційних досліджень доповідалися, обговорювалися та отримали позитивну оцінку на міжнародних науково-технічних конференціях та семінарах.

Об'єм публікацій та апробація результатів роботи відповідають вимогам, що пред'являються до дисертацій на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук.

7. Відповідність автореферату змісту дисертаційної роботи.

Автореферат ґрунтовно розкриває зміст дисертаційної роботи та повністю відображає ідентичність отриманих наукових та практичних результатів. Дисертаційна робота та автореферат написані з дотриманням наукового стилю та відповідають вимогам МОН України.

ЗАГАЛЬНИЙ ВИСНОВОК

Дисертаційна робота **Дон Євгена Юрійовича**, яка виноситься на захист за темою: "Удосконалення динамічних властивостей електропневматичного гальмового керування колісного транспортного засобу" є актуальною і завершеною роботою. Вона оформлена у відповідності до вимог МОН України та відповідає паспорту спеціальності 05.22.02 – автомобілі та трактори. Робота також відповідає пунктам 9, 11 – 14 «Порядку присудження наукових ступенів» затвердженого Постановою Кабінету міністрів України від 24.07.2013року №567.

Вважаю, що автор дисертаційної роботи **Дон Євген Юрійович**, заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.02 – автомобілі та трактори.

Відгук розглянуто та обговорено на засіданні кафедри бойового та логістичного забезпечення Національної академії Національної гвардії України протокол від 10.03.2020 року №19.

Офіційний опонент
Начальник кафедри бойового та логістичного забезпечення
доктор технічних наук доцент **Р.О. Кайдалов**

10. Березня 2020

Підпис Р.О. Кайдалова засвідчую.

Перший заступник начальника Національної академії Національної гвардії України з навчально-методичної та наукової роботи
доктор технічних наук професор **О.О. Морозов**

10. Березня 2020