

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Куцого Петра Вікторовича на тему "Поліпшення експлуатаційних показників транспортних засобів в неусталених режимах оптимізацію способу регулювання дизелів", представлена на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.20 – «Експлуатація та ремонт засобів транспорту»

Актуальність теми дисертації.

Підвищення паливної економічності двигунів колісних транспортних засобів при виконанні технологічних сільськогосподарських операцій є одним з шляхів зниження собівартості сільськогосподарської продукції.

Для розширення можливостей ефективного використання КТЗ, підвищення їх економічних та екологічних показників при роботі за неусталених режимів з врахуванням специфіки виконання технологічних сільськогосподарських операцій проведення досліджень в цьому напрямку є перспективним напрямом.

У дисертаційній роботі (стор. 12-44) здобувач, ґрунтуючись на оцінці матеріалів літературних джерел, проводить аналіз експлуатаційних режимів роботи колісних транспортних засобів та переконливо показує, що основними експлуатаційними режимами роботи є неусталені режими роботи, при неповному використанні потужності двигуна КТЗ, що приводить до виникнення коливань в трасмісії автомобіля та приводить до розсіювання частини енергії. Тому Куций П.В. справедливо стверджує, що одним з шляхів зменшення споживання дизельного палива і зниження викидів шкідливих речовин (ШР) з відпрацьованими газами (ВГ) в неусталених режимах роботи є зниження амплітуди коливань рейки паливного насосу. Тому робота, яка спрямована, насамперед, на зниження шкідливого впливу на оточуюче середовище та поліпшення паливної економічності за неусталених режимів в умовах експлуатації є своєчасною і актуальною.

Зв'язок роботи з науковими програмами.

Дисертаційна робота виконана в Національному транспортному університеті (НТУ) Міністерства освіти і науки України згідно плану наукових робіт «Поліпшення паливної економічності та екологічних показників транспортних засобів удосконаленням систем регулювання та використання альтернативних палив» №0110U000128 та «Використання альтернативних палив та удосконалення систем регулювання та живлення двигунів колісних транспортних засобів. Розробка та дослідження систем живлення двигунів колісних транспортних засобів» №0112U008409, які виконуються кафедрою «Двигуни і теплотехніка» НТУ.

Канцелярія
Вх. № 01/1468
23. 10. 2015

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, їх достовірність і новизна.

Наукову новизну отриманих результатів роботи складають:

- уточнена математична модель руху КТЗ в умовах неусталених режимів, що враховує розсіювання частини енергії в коливальному процесі. В моделі вперше запропоновано метод розрахунку сумарного коефіцієнта розсіювання енергії в коливальному процесі при коливаннях крутного моменту двигуна.

- визначено, що обмеження коливань рейки паливного насосу високого тиску (ПНВТ) в сторону збільшення подачі палива покращує паливну економічність і знижує викиди шкідливих речовин з відпрацьованими газами при роботі КТЗ за умов неусталених режимів руху.

- розроблена методика оцінювання економічних і екологічних показників двигуна при імітації руху КТЗ за неусталених режимів.

Практичне значення отриманих результатів роботи становлять:

- розроблений та виготовлений макетний зразок універсального регулятора на базі всережимного регулятора ПНВТ 4УТН-М;

- показники витрати палива дизелем Д-241 трактора МТЗ-80 під час руху дорогою з різними ступенями нерівностей її мікропрофіля при русі трактора з всережимним і гранично-всережимним регуляторами.

- отримані числові значення коефіцієнтів розсіювання енергії, що враховують величину втраченої енергії при русі КТЗ, який обладнаний всережимним та гранично-всережимним регуляторами.

Достовірність виконаних автором досліджень підтверджена результатами експериментальних досліджень на імітаційній та фізичній моделях і адекватністю використаних та удосконалених у роботі математичних моделей.

Результати роботи прийняті для використання в ПАТ «АвтоКрАЗ» та ДП «ДЕРЖАВТОTRANСНДІПРОЕКТ».

Структура, зміст, методологія та оформлення дисертації.

Робота має пошукову, теоретичну, експериментальну і практичну складові, які є достатньо повними і збалансованими між собою. Методологія дисертації включає в себе використання різних математичних методів, експериментальну перевірку основних положень.

Дисертаційна робота Куцого П.В. складається зі вступу, п'яти розділів, загальних висновків, додатків і списку використаних джерел. Загальний обсяг дисертації становить 206 сторінок, включаючи 165 сторінок основного

тексту, 22 таблиці, 78 рисунків, 5 додатків та список використаних джерел з 152 найменувань.

У вступі дисертаційної роботи обґрунтовано актуальність теми, визначено мету і задачі досліджень, викладено наукову новизну і практичне значення одержаних результатів, особистий вклад здобувача, апробацію та публікації матеріалів роботи.

У першому розділі розглянуті виконано аналіз основних експлуатаційних режимів роботи та підтверджено, що неусталені режими руху є основними при роботі КТЗ. Під час роботи на неусталених режимах погіршується паливна економічність двигуна, через розсіювання частини енергії: на подолання додаткових динамічних тисків в кінематичних парах трансмісії; на опір пружним коливанням в двигуні та трансмісії; на поглинання в матеріалах механічної енергії в значній кількості; на гістерезис в шинах.

Проведено аналіз, який показав переваги та недоліки всіх існуючих типів регуляторів. Тому під час вибору методу регулювання необхідно виходити з специфіки умов експлуатації, в яких буде застосовуватися дизель. Також в результаті аналізу попередніх досліджень встановлено, що при використанні всережимного регулятора має місце збільшення коливань крутного моменту в умовах неусталених режимів руху через великий коефіцієнт підсилення, а це, в свою чергу, спричиняє збільшення експлуатаційної витрати палива.

В другому розділі визначено, що одним з методів зменшення витрати палива в умовах неусталених режимів роботи є обмеження амплітуди коливань регулюючого органу подачі палива. Цього можна досягти застосуванням універсального регулятора, що дозволяє, залежно від виду виконуваних робіт, забезпечити: всережимне; однорежимне; комбіноване; гранично-всережимне регулювання. Також для проведення досліджень уточнено математичну модель САРЧ дизеля з врахуванням коливального руху КТЗ, яка дає повну картину розподілу потенційної енергії, що отримується при згоранні палива в двигуні і перетворення її в кінетичну енергію поступального, обертального і коливального руху КТЗ. Розроблено математичну модель, для визначення питомих викидів ШР з ВГ, яка дає змогу врахувати величину розсіювання енергії. Було проведено дослідження на математичній моделі САРЧ дизеля по впливу типу регулятора на амплітуду коливань крутного моменту при задані закону зміни опору руху у вигляді прямокутної функції.

У третьому розділі наведено мету і задачі безмоторних та моторних досліджень, описана методика обробки отриманих результатів випробувань.

При проведенні експериментальних досліджень визначені навантажувальні характеристики за результатами яких можна описати двигун, як джерело енергії, ШВ та споживача палива та повітря, отриманні дані для перевірки адекватності уточненої математичної моделі та вихідні дані для розрахункових досліджень.

У розділі наведено схеми, описано прилади й обладнання, наведені їх технічні характеристики.

Четвертий розділ наведено мету і задачі дорожніх випробовувань трактора МТЗ-80 з різними типами регуляторів частоти обертання колінчастого вала дизеля.

Метою дорожніх випробовувань було визначення оптимального способу регулювання потужності дизеля, в умовах неусталених режимів руху трактора МТЗ-80, який забезпечує зниження нецільових втрат енергії.

В п'ятому розділі наведені результати розрахункових досліджень на математичних моделях коефіцієнта розсіювання енергії, витрати палива і викидів ШР з ВГ. Коефіцієнт розсіювання енергії визначимо з результатів дорожніх випробувань КТЗ на порівняльну паливну економічність при його русі в умовах неусталених навантажень ґрунтовою дорогою з різними значеннями нерівностей її мікропрофіля з всережимним та гранично-всережимним регуляторами за запропонованою методикою.

Підтверджено адекватність уточненої математичної моделі САРЧ дизеля з врахуванням коливального руху КТЗ. Витрата дизельного палива при роботі під час випробувань незначно відрізняється від розрахованого за математичною моделлю.

На математичній моделі з використанням поліноміальних залежностей, що описують дизель Д-241, як джерело енергії та шкідливих викидів, споживач палива і повітря, внішні параметри трактора МТЗ-80 проведено розрахунки витрати палива G_n , витрати повітря $G_{\text{пов}}$ та масових викидів ШР G_{CO} , G_{CmHn} , G_{NOx} , G_C з ВГ дизеля Д-241 за роботи в режимах 8-ми ступеневого випробувального циклу за Правилами ЄЕК ООН №96. Для врахування зміни витрати палива, викидів ШР та оцінки впливу конструктивних особливостей двигуна, наприклад, типу регулятора дизеля, на вище вказані показники, при русі КТЗ в умовах неусталених режимів руху дорогами з різними значеннями нерівностей їх мікропрофіля, враховували шляхом математичного моделювання неусталені режими роботи, використовуючи квазістатичні

характеристики, отримані при випробуваннях дизеля Д-241 на моторному стенді.

Розрахунки питомих викидів ШР на статичній математичній моделі при врахуванні неусталених режимів роботи двигуна показують, що питомі викиди всіх ШР на неусталених режимах для прикладів, що розглядаються при русі КТЗ з всережимним регулятором, збільшуються пропорційно збільшенню моменту розсіювання енергії. Результати розрахунків питомих викидів ШР показали, що зниження сумарної токсичності при використанні гранично-всережимного регулятора в порівнянні з всережимним складає: при $0,05M_e$ - 5%, при $0,1M_e$ - 10,9%, а при $0,15M_e$ - 17,9%. Отже, використання гранично-всережимного регулятора за неусталених режимів роботи забезпечує зниження сумарної токсичності відпрацьованих газів дизеля.

Повнота викладення результатів в опублікованих працях, ідентичність автореферату і основних положень дисертації

Основний зміст дисертаційної роботи Куцого П.В. викладено у 23 роботах, в тому числі 12 у фахових виданнях України, 1 – у іноземному виданні 8 – у матеріалах апробаційного характеру, отримано 1 патент на корисну модель, та 1 свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір. Одну роботу виконано без співавторів. Усі зазначені роботи оформлені із урахуванням діючих вимог.

Основні положення та результати дисертаційної роботи доповідались та обговорювались та були схвалені на науково-практичних конференціях: 9-12 Міжнародній науково-технічній конференції «НАУКА – освіті, виробництву, економіці» Білоруського національного технічного університету в 2011-2014 pp. (м. Мінськ), 68-70 науково-технічних конференціях професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів НТУ 2012-2014 р.р. (м. Київ), 1-їй Міжнародній науково-технічній конференції «Комп'ютерно-інтегровані технології у виробництві та освіті», в Луцькому національному технічному університеті 2012 р. (м. Луцьк), 7 Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту» в Житомирському державному технологічному університеті 2014 р. (м. Житомир).

Особистий внесок здобувача. Всі основні результати, що подані до захисту, отримані здобувачем самостійно та опубліковані в 23 наукових працях. Робота [5] виконана одноосібно. У роботах, виконаних у співавторстві, здобувачу належить: проведення досліджень по впливу типу

регулятора на витрату палива дизелем за неусталених режимів руху [2, 3, 16, 17, 21, 22]; уточнення методики визначення коефіцієнта в'язкого тертя [4]; проведення випробувань на безмоторному та моторному стендах універсального регулятора ПНВТ та дорожніх випробувань трактора МТЗ-80 з різними типами САРЧ [1, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 15, 18, 19, 20, 23]; розробка математичної моделі по визначеню впливу типу регулятора на сумарну токсичність дизеля за методикою Правил ЄЕК ООН №96 [12]; розробка схеми універсального регулятора частоти обертання двигуна внутрішнього згоряння, на яку в співавторстві отримано патент України на корисну модель №58405 [14].

Зміст дисертаційної роботи та автореферату ідентичні. У авторефераті викладено основні положення дисертаційної роботи: вибір теми, її актуальність та новизна, проведено аналіз, щодо впливу способу регулювання дизеля за неусталених режимів роботи на паливну економічність та викиди шкідливих речовин з відпрацьованими газами, уточнено математичну модель САРЧ дизеля, що дає повну картину розподілу потенційної енергії, яка отримується при згоранні палива в двигуні і перетворення її в кінетичну енергію поступального, обертового і коливального руху КТЗ, а також вперше розроблена методика визначення сумарного коефіцієнта розсіювання енергії в умовах неусталених режимів руху КТЗ, яка дала змогу провести оцінку впливу типу регулятора та стану мікропрофіля дороги на величину розсіювання енергії, приведені результати експериментальних досліджень, виконано розрахунки, які показують вплив типу регулятора та стану мікропрофіля дороги на величину розсіювання енергії, а також вплив величин розсіювання енергії на сумарні викиди ШР з ВГ, висновки.

Зауваження щодо змісту дисертації.

1. В роботі дещо неузгоджені завдання дослідження і наукова новизна та практична цінність отриманих результатів, наприклад, автором заплановано розробити методику визначення коефіцієнта розсіювання енергії, а в науковій новизні відмічена методика оцінювання економічних і екологічних показників двигуна при імітації руху КТЗ за неусталених режимів, яка також не описана у рукопису дисертації;

2. В роботі рисунки оформлені з порушенням існуючих вимог до оформлення ілюстративного матеріалу дисертаційних робіт (рис. 1.5 не позначена вісь ординат, рис. 1.6 на однієї кривій два позначення, 1.12, 2.13 не позначено вісі, на рис. 1.15 пояснення зроблено російською мовою);

3. Не зрозуміло чим обумовлено різний час перемикання між способами регулювання майже 20 с (рис. 4.15) і 6 с (рис. 4.16);

4. За швидкісною характеристикою холостого ходу двигуна Д-241 рис. 3.15, 3.16 не відображені момент ввімкнення регулятора для зменшення подачі палива при перевищенні частоти обертання колінчастого валу дизеля після досягнення номінальної частоти обертання колінчастого валу 2100 об/хв;

5. Потребує пояснення, чому витрата палива двигуном зменшується на 7-10%, а крутний момент майже на 40% (рис. 4.15, рис. 4.16);

6. Автор відмічає, що на рис. 4.11, 4.17, 4.18 приведені осцилограми зміни координати рейки з ділянками биття та гістограми витрати палива при русі КТЗ на третій передачі по ґрутовій дорозі з незначним нерівностями (рис. 4.17 а), по ґрутовій дорозі з значними нерівностями (рис. 4.17 б), по ґрутовій дорозі з незначними нерівностями на третій передачі з причепом (рис. 4.17 в), а також приведені значення миттєвої витрати палива на цих ділянках, при цьому на графіках наведено зміну крутного моменту та усереднено значення витрати палива, крім того не зрозуміло, чим обумовлено биття рейки при русі трактора на 3 передачі з причепом рис. 4.17 і відсутність биття при тих же умовах рис. 4.13, також в роботі відмічається, що проведено дослідження зміни координати рейки та наведено гістограми витрати палива при переїзді перешкоди з граничним значенням опору (рис. 4.18), аналіз проводиться за умов руху КТЗ з всережимним регулятором при подоланні порогових нерівностей, при цьому не пояснюється, як визначено граничне значення опору та чим характеризуються порогові нерівності;

7. На мій погляд, потребують пояснення, як враховується в дослідженнях розсіювання енергії при русі КТЗ по ґрутовій дорозі інерційність регулятора, ПНВТ та елементів ходової частини та трансмісії КТЗ;

8. Для оцінки паливо-економічних і екологічних показників КТЗ розрахунковим методом автор пропонує враховувати неусталені режими роботи використовуючи квазістатичні характеристики дизеля, які отримані на моторному стенді, але не розкрито, як це впливає на достовірність результатів досліджень;

9. На мій погляд, підсумовуючи результати досліджень автору доцільно було розробити рекомендації по застосуванню гранично-всережимних

регуляторів на колісних транспортних засобах та провести техніко-економічне обґрунтування наданих рекомендацій.

Відповідність дисертаційної роботи встановленим вимогам Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника.

Матеріал, який викладений у дисертаційної роботі свідчить про достатній рівень розробки теми. Порядок та стиль викладення матеріалу відповідає вимогам, які пред'являються до дисертаційних робіт. Результати досліджень і висновки, які отримані при дослідженнях в попередніх розділах, є основою для продовження досліджень та викладення матеріалу у наступних розділах. Це обумовлює внутрішню єдність дисертаційної роботи, при цьому всі етапи роботи спрямовані на досягнення мети, яка поставлена в роботі, зміст якої відповідає спеціальності 05.22.20 – «Експлуатація та ремонт засобів транспорту».

Автор виносить на захист науково обґрунтований підхід для вирішення технічної задачі – економія дизельного палива та зменшення шкідливих викидів автомобілів з дизелями в неусталених режимах оптимізацією способу регулювання.

Імовірність отриманих результатів не викликає сумніву і підтверджується відповідністю експериментальних даних теоретичним передумовам; широким використанням сучасних приладів для визначення паливно-економічних та екологічних показників роботи.

Теоретичні дослідження є послідовними, логічними, обґрунтованими. Усі отримані автором результати не суперечать результатам попередніх дослідників, а є їх логічним розвитком.

Основні висновки дисертації обумовлені результатами проведених теоретичних і експериментальних досліджень і обґрунтовані ними.

Дисертаційна робота показує, що її автор сформувався як науковець, який може самостійно ставити і вирішувати наукові та дослідницькі завдання, аналізувати отримані результати та обґрунтовувати висновки та рекомендації щодо підвищення паливної економічності і зменшення викидів шкідливих речовин з відпрацьованими газами дизелів за неусталених режимів роботи КТЗ зменшенням нецільових втрат вибором оптимального способу регулювання частоти обертання колінчастого вала

Дисертація написана чіткою, зрозумілою мовою, з використанням загальноприйнятої термінології та добре ілюстрована. Оформлення дисертації відповідає вимогам.

Автореферат відображає всі аспекти дослідження, яке виконано, та дає можливість повністю оцінити його основні результати.

Розглянута дисертаційна робота є самостійною завершеною науково-дослідною працею автора. Її обсяг і структура як за змістом, так і за формою, у цілому, відповідають вимогам Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24.07.2013 р. та рекомендаціям МОН України, які пред'являються до дисертацій на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. Дисертаційна робота відповідає паспорту спеціальності 05.22.20 – «Експлуатація та ремонт засобів транспорту».

Загальний висновок.

1. Дисертація Куцого П.В. є закінченою науковою роботою, в якій на підставі комплексно виконаних автором досліджень отримані нові науково обґрунтовані експериментальні результати, які у сукупності є суттєвими для розвитку конкретного напряму певної галузі науки – експлуатації та ремонті засобів автомобільного транспорту.

2. Найменування дисертації відповідає об'єкту і предмету дослідження та паспорту спеціальності 05.22.20 – «Експлуатація та ремонт засобів транспорту».

3. Наведені зауваження не мають принципового характеру, що знижують позитивну в цілому оцінку дисертації і можуть бути враховані здобувачем у подальшій роботі.

4. Дисертаційна робота Куцого Петра Вікторовича є закінченим науковим дослідженням, яке виконано на актуальну тему, та містить нові рішення актуальної науково-практичної задачі, має теоретичну та практичну значимість та відповідає паспорту спеціальності 05.22.20 – «Експлуатація та ремонт засобів транспорту» та вимогам Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24.07.2013 р. та вимогам МОН України.

5. На основі викладеного вважаю, що представлена дисертаційна робота "Поліпшення експлуатаційних показників транспортних засобів в неусталених режимах оптимізацією способу регулювання дизелів" за своєю:

- актуальністю, яка полягає в необхідності поліпшення паливної економічності та зменшенні забруднення навколишнього середовища неусталених режимів руху КТЗ зменшенням нецільових втрат вибором

оптимального способу регулювання частоти обертання колінчастого вала дизелів;

- за науковою новизною, що яка полягає в:
 - уточнені математичної моделі руху КТЗ в умовах неусталених режимів, що враховує розсіювання частини енергії в коливальному процесі. В моделі вперше запропоновано метод розрахунку сумарного коефіцієнта розсіювання енергії в коливальному процесі при коливаннях крутного моменту двигуна;
 - визначені, що обмеження коливань рейки ПНВТ в сторону збільшення подачі палива покращує паливну економічність і знижує викиди шкідливих речовин з відпрацьованими газами при роботі КТЗ за умов неусталених режимів руху;
 - розроблені методика оцінювання економічних і екологічних показників двигуна при імітації руху КТЗ за неусталених режимів,
 - за достовірністю результатів дослідження і практичним значенням роботи, що полягає в:
 - розроблені та виготовлені макетного зразка універсального регулятора на базі всережимного регулятора ПНВТ 4УТН-М;
 - показниках витрати палива дизелем Д-241 трактора МТЗ-80 під час руху дорогою з різними ступенями нерівностей її мікропрофіля при русі трактора з всережимним і гранично-всережимним регуляторами;
 - отримані числові значення коефіцієнтів розсіювання енергії, що враховують величину втраченої енергії при русі КТЗ, який обладнаний всережимним та гранично-всережимним регуляторами, обсягом та глибиною досліджень, наявності реальних впроваджень відповідає вимогам МОН України до дисертацій на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук, а її автор Куций Петро Вікторович, заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.20 – «Експлуатація та ремонт засобів транспорту».

Офіційний опонент –

доктор технічних наук, професор,
професор кафедри “Автомобілі
та транспортний менеджмент”
Вінницького національного
технічного університету



А. П. Поляков

Підпис Годзюк 11
020706
ПОСВІДЧЮ
Зав. канцелярією Годзюк