

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертацію Молодана Андрія Олександровича «Наукові основи забезпечення надійності і функціональної стабільності колісних машин в режимі відключення частини циліндрів», подану на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту

Актуальність обраного напрямку дослідження

Робота спрямована на вирішення актуальної науково-практичної проблеми забезпечення надійності та функціональної стабільності колісних машин в режимі відключення частини циліндрів.

У зв'язку з цим великий інтерес представляє вдосконалення режимів роботи існуючих систем паливоподачі, які добре доведені конструктивно й технологічно але не враховують зміни динамічних властивостей колісних машин під час роботи в зазначеному режимі.

Тому тема дисертаційної роботи, що спрямована на розвиток наукових основ забезпечення надійності та функціональної стабільності колісних машин в умовах режиму відключення частини циліндрів двигуна та діагностування з використанням штучної нейронної мережі є актуальною.

Ступінь обґрунтованості наукових положень дисертації

Обґрунтованість основних положень дисертаційної роботи визначається аргументованою постановкою мети та задач досліджень, визначенням об'єкту та предмету дослідження. В теоретичних дослідженнях використані методи системного аналізу, класичні та фундаментальні методи транспортної механіки, теорія надійності, теорія ймовірності і математичної статистики, комп'ютерного моделювання, а також теорії термодинаміки, газодинаміки і теплообміну.

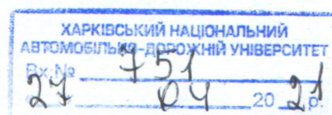
Застосовано методи натурних випробувань, парціальних прискорень, метод електричного вимірювання неелектричних величин. Адекватність розроблених моделей оцінювалася із застосуванням теорії похибок та кореляційного аналізу.

Наукова новизна одержаних результатів дослідження

Наукова новизна отриманих результатів полягає в узагальненні відомих та розробці нових методів діагностування та забезпечення надійності і функціональної стабільності засобів транспорту в режимі відключення частини циліндрів двигуна, що дозволило визначити шляхи їх покращення.

Розроблено метод визначення додаткових втрат енергії двигуна, що обумовлено накладенням вимушених та власних коливань моторно-трансмісійних установок колісних машин за допомогою функції Меандру у напрямі використання гармонійного моменту, який відрізняється від відомих використанням рядів Фур'є;

Розроблено метод оцінювання технічного стану двигуна колісної



машини, який на відміну від відомих методів, дозволяє визначити можливість відключення частини циліндрів з використанням штучної нейронної мережі.

Практична цінність і можливі напрямки використання отриманих результатів

Результати теоретичних і експериментальних досліджень у вигляді рекомендацій надані для забезпечення надійності і функціональної стабільності динамічних властивостей колісних машин в експлуатації з одночасним підвищенням паливної економічності за рахунок відключення частини циліндрів автотракторного двигуна, при проведенні дослідно-конструкторських і науково-дослідних робіт.

Основні положення дисертаційної роботи прийняті до впровадження на наступних підприємствах та в організаціях: ДП «ХЗСМ», «Харківському автомобільному заводу», ПАТ «АвтоКрАЗ», АТ «Харківському тракторному заводу», ТОВ «Спецбудмаш», ННЦ «Інституті механізації та електрифікації сільського господарства».

Оцінка змісту дисертаційної роботи та її оформлення

За структурою дисертація складається з анотації, вступу, шести розділів, загальних висновків, переліку використаних джерел та п'яти додатків. Повний обсяг дисертації складає 387 сторінок, у тому числі обсяг основного тексту – 271 сторінки. Перелік використаних джерел містить 312 найменувань на 38 сторінках, додатки розміщені на 42 сторінках.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету й задачі дослідження, наукову новизну дисертаційної роботи. Наведено відомості щодо апробації результатів дисертаційного дослідження. Вказано дані щодо публікацій автора та зазначено особистий внесок здобувача у роботах опублікованих у співавторстві. Показано практичне значення отриманих результатів.

У першому розділі проведено аналіз літературних джерел, що стосуються досліджуваної в дисертаційній роботі проблеми. Виконано огляд існуючих досліджень з функціональної стабільності, її зв'язок з експлуатаційними властивостями колісних машин та впливу відключення циліндрів на енергоефективність експлуатації автотракторних двигунів колісних машин.

Проаналізовано існуючі методи визначення корисної потужності автотракторного двигуна колісної машини, вплив факторів на її використання та методи оцінювання падіння потужності на ведучих колесах колісної машини в процесі експлуатації. Розглянуто існуючі методи покращення функціональної стабільності експлуатаційних властивостей колісних машин в процесі експлуатації.

На підставі проведеного аналізу сформульована мета та задачі дисертаційної роботи.

Зауваження по розділу 1

Необхідно було зробити аналіз не тільки функціональної стабільності але й надійності колісних машин, яка відображена в цілі досліджень.

У другому розділі наведено основні теоретичні дослідження впливу відключення частини циліндрів на характеристики потужності автотракторного двигуна, обґрунтовано, що необхідність підвищення енергоефективності роботи двигуна в широкому діапазоні швидкісних і навантажувальних режимів сприяє як пошуку нових технічних рішень, так і розвитку раніше відомих.

Автором запропоновано розрахунок відносної додаткової витрати палива при відключенні частини циліндрів двигуна шляхом урахування нерівномірності тягової сили на ведучих колесах колісної машини при усталеному русі.

У другому розділі також запропоновано загальний підхід до розв'язання задачі вибору кількості відключених циліндрів в залежності від використання ефективної потужності.

Шляхом обробки записів бортового реєстратора параметрів руху отримана залежність ККД колісної машини від миттєвої реалізованої потужності. Таким чином, при визначенні коефіцієнта використання потужності запропоновано метод оцінки значення ККД автотракторного двигуна.

Зауваження по розділу 2

1. Підрозділ 2.7 сторінка 101-102 наведені дані носять оглядовий характер, їх слід було перенести в розділ 1.

2. Вимагає пояснення як використовувати отриману потужність при діагностуванні для оцінки технічного стану двигуна і машини в цілому.

У третьому розділі виконані експериментальні дослідження визначення зміни потужності на колесах машини при відключенні одного або декількох циліндрів двигуна. Експериментальні дослідження складались з двох етапів. На першому етапі об'єктом дослідження обрано легковий автомобіль Daewoo Lanos 1.5i. На другому етапі об'єктом дослідження обрано вантажна колісна машина КрАЗ-255Б

Відключення циліндрів здійснювалося у відповідності до послідовності їх роботи через один.

На вантажному автомобілі КрАЗ-255Б відключення циліндрів здійснювалося шляхом припинення подачі палива до паливної форсунки та зливання палива у ємність з під'єднаної паливної трубки високого тиску.

Отримані дані підтверджують доцільність усунення механічних (насосних) втрат у відключених циліндрах, відключення яких може відбуватися з метою економії палива при роботі двигуна вантажного автомобіля з невеликим навантаженням та на холостому ході. Причому доцільність усунення механічних (насосних) втрат у відключених циліндрах вантажного автомобіля суттєво більша ніж для легкового автомобіля.

Зауваження по розділу 3

Не ясно яке смислове навантаження несуть відомі графіки автомобілів Daewoo Lanos і КрАЗ-255Б на рисунках 3.2 і 3.3 відповідно.

У четвертому розділі виконано прогнозування та оцінювання надійності автотракторного двигуна при відключенні частини циліндрів.

Обґрунтовано критерій і розроблено метод визначення ймовірності відмови двигуна за коефіцієнтом запасу міцності при відключенні частини циліндрів. Виконано оцінювання залишкового напрацювання до відмови деталі з тріщиною в автотракторному двигуні при відключенні частини циліндрів.

У дисертації досліджено можливість виконання прогнозу та оцінювання ризику стосовно до випадків, коли під дією навантажень тріщина продовжує розвиватися і визначається залишкове напрацювання до відмови цієї деталі та, коли тріщина не розвивається і можна експлуатувати двигун навіть з відключеними циліндрами до наступного огляду без усунення тріщини в деталі.

Запропонований метод прогнозування і оцінювання ризику дозволяє перейти від детермінованого прогнозу залишкового ресурсу до ймовірнісної його оцінки, що є вихідною інформацією для прийняття мотивованих рішень для управління ризиками експлуатації автотракторного двигуна при відключенні частини циліндрів.

Визначена максимально допустима кількість відключених циліндрів, яка може приводити не тільки до зниження потужності двигуна, але і зниження надійності роботи складових його вузлів і агрегатів

Зауваження по розділу 4

1. Підрозділ 4.1 сторінка 151-158 наведені дані носять оглядово-аналітичний характер, їх слід було перенести в розділ 1.

2. Не обґрунтовано вибраний критерій зносу для оцінки ресурсу (сторінка 158).

У п'ятому розділі наведено результати теоретичних та експериментальних досліджень впливу робочих процесів автотракторного двигуна на динамічні властивості колісних машин при відключенні частини циліндрів.

Автором встановлено, що робота автотракторного двигуна на режимах малих навантажень і холостого ходу, як правило, характеризується погіршенням його основних показників. Зі збільшенням частоти обертання валу автотракторного двигуна часова витрата палива підвищується при всіх варіантах випробувань, що пов'язано зі збільшенням циклової подачі й зі збільшенням кількості циклів в одиницю часу, температура відпрацьованих газів зростає при всіх варіантах так як збільшується кількість введенного за цикл тепла збільшенням циклової подачі, зменшуються втрати тепла із зменшенням часу циклу, догорання продовжується на такті випуску за рахунок зменшення часу процесу згорання.

З врахуванням отриманих результатів, автором запропоновано метод розрахунку механічних втрат, якій дозволяє з точністю близько 10% визначати вплив кількості відключених циліндрів на ефективну потужність двигуна, потужність механічних втрат і механічний ККД. Встановлено, що при відключенні половини циліндрів, номінальна потужність двигуна становить 35-40 % від початкової, розбіжність експериментальних і розрахункових результатів коефіцієнта зміни потужності механічних втрат не більше 8 %;

розбіжність розрахункових і експериментальних результатів коефіцієнта навантаження по потужності не більше 5 %; механічний ККД при завантаженні двигуна до 48 % підвищується на 7 %.

Зауваження по розділу 5

Доцільно було б узагальнити отримані результати дослідження і дати оцінку зміни надійності і функціональної стабільності розглянутих техніко-економічних параметрів машини.

У шостому розділі виконана розробка методів діагностування для забезпечення надійності і функціональної стабільності тягових властивостей колісних машин з використанням штучної нейронної мережі.

В основі запропонованої методології розв'язання задач контролю та діагностики технічного стану автотракторного двигуна використовується метод FDI (Fault Detection and Identification), заснований на порівнянні результатів вимірювань газодинамічних параметрів реального автотракторного двигуна з розрахунковими параметрами, обчисленими за його математичною моделлю.

Особливістю запропонованого методу контролю технічного стану ЦПГ є можливість діагностування автотракторних двигунів за допомогою нейронних предикторів. Нейронний предиктор, математична модель якого розроблена на базі штучної нейронної мережі і здійснює передбачення вихідного вектора стану виробу за його передісторією на один крок вперед. Для використання нейронного предиктора запропоновано навчання на даних, отриманих від справного автотракторного двигуна при його роботі в різних динамічних режимах, в тому числі і при відключенні частини циліндрів.

Зауваження по розділу 6

1. Тиск картерних газів не є діагностичним параметром, а температура охолоджуючої рідини і тиску масла постійно контролюються і виведені на арматурне табло. (таблиця 6.6 сторінка 170).

2. Дана система оцінює справний стан ЦПГ. Є дефекти не пов'язані з її зносом (злам поршневого кільця, прогорання поршня та ін.), які при діагностуванні покажуть граничне значення контрольованого параметра (таблиця 6.7 сторінка 171).

Достовірність і новизна висновків дисертації

Результати виконаного дослідження викладені у висновках по кожному розділу і у одинадцяти загальних висновках по дисертації. Висновки достовірні, мають наукову і практичну спрямованість. По висновках необхідно зробити наступне зауваження:

- У висновках не знайшло відображення результати дослідження при розгоні і дослідження впливу власних коливань моторно-трансмісійної установки, які є в дисертаційній роботі і відображені в науковій новизні.

Повнота викладу результатів дослідження в опублікованих роботах

Дисертаційна робота є завершеним науковим дослідженням. Основні наукові результати, які отримані у дисертаційній роботі, в належній мірі опубліковано у 47 наукових працях, у тому числі: 1 монографії; 23 статтях у наукових фахових виданнях України, у тому числі 4 статтях у виданнях, що

входять до міжнародних науково-метричних баз (2 статті до бази Web of Science Core Collection та 2 статті до бази Scopus) та 22 тезах у збірниках доповідей на наукових конференціях; отримано 1 патент України.

Це задовольняє вимогам МОН України до публікацій результатів дисертації на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук.

ВИСНОВОК

1. Виконана дисертаційна робота є самостійним закінченим науковим дослідженням, у якому вирішена актуальна науково-прикладна проблема забезпечення надійності та функціональної стабільності колісних машин в умовах режиму відключення частини циліндрів двигуна та діагностування з використанням штучної нейронної мережі.

2. Відзначені зауваження при розгляді розділів дисертації й висновків, в основному методичного характеру й істотно не впливають на наукову й практичну значимість проведених досліджень.

3. Основні результати дисертації досить повно відбиті в наукових виданнях за фахом.

4. Зміст автореферату відповідає основним положенням дисертації.

На підставі викладеного можна зробити висновок, що дисертаційна робота виконана на високому науковому рівні й має велике практичне значення. За обсягом й змістом вона відповідає вимогам пунктів 9, 10, 12, 13, 14 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 567 (із змінами, внесеними згідно з постановами КМУ № 656 від 19.08.2015 р., № 1159 від 30.12.2015 р., № 567 від 27.07.2016 р.), а її автор Молодан Андрій Олександрович заслуговує присудження вченого ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту.

Офіційний опонент,
завідувач кафедри зварювання,
Національний технічний університет,
«Харківський політехнічний інститут»,
доктор технічних наук, професор

