ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Ломакіна Володимира Олександровича

«Зменшення нерівномірності ходу двигуна внутрішнього згоряння удосконаленням конструкції маховика», представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

зі спеціальності 05.05.03 – двигуни та енергетичні установки

Актуальність теми дисертації

Актуальність дисертаційного дослідження обумовлена тим, що для підвищення надійності і комфортності транспортного засобу необхідно зменшувати вібраційні навантаження від двигуна внутрішнього згоряння на агрегати трансмісії.

Сьогодні для вирішення цієї проблеми використовують двомасові маховики, інтегровані стартер-генератора та гасії крутильних коливань.

Детальне дослідження нерівномірності обертання колінчастого вала дозволило вивчити ще одну причину цього явища. Зміна приведеного моменту інерції кривошипно-шатунного механізму, наряду з іншими причинами, також збільшує ступінь нерівномірності.

В дисертаційній роботі поставлена науково-практична задача зниження нерівномірності обертання колінчастого вала за рахунок спеціальної конструкції маховика. Тому тема дисертаційної роботи є актуальною.

Зв'язок роботи з науковими програмами, темами, планами

Дисертаційна робота виконувалась згідно плану науково-дослідних робіт Житомирського державного технологічного університету відповідно до «Транспортної стратегії України на період до 2020 року», схваленої розпорядженням Кабінету Міністрів України від 20 жовтня 2010 р. № 2174-р, «Концепція розвитку транспортно-дорожнього комплексу України на середньостроковий період і до 2020 року» та наукового напрямку кафедри

КАНЦЕЛЯРІЯ НТУ
Вх. № 01/649
«24» 05 2018 р.

«Автомобілів і транспортних технологій» і пов'язані з науково-дослідною роботою № 430 «Удосконалення маховика одноциліндрового двигуна внутрішнього згоряння» (номер держреєстрації 0116U005301).

Обгрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій

Наукові положення і висновки сформульовані автором дисертаційної роботи в цілому відображають її зміст і постановку задач дослідження. Обгрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і розроблених рекомендацій забезпечується коректним використанням методів фізичного та математичного моделювання, підтвердженням окремих теоретичних положень експериментальними дослідженнями.

У першому загальному висновку констатується, що в дисертаційній роботі розроблені математичні моделі зміни положення центра мас та приведеного моменту інерції кривошипно-шатунного механізму двигуна внутрішнього згоряння в залежності від конструкції і маси деталей.

У другому висновку вводяться поняття коефіцієнта зміни положення центра мас та поняття коефіцієнта зміни приведеного моменту інерції кривошипно-шатунного механізму двигуна внутрішнього згоряння, як критеріїв для дослідження динамічних процесів.

Третій висновок представляє рекомендації щодо мінімізації зміни приведеного моменту інерції кривошипно-шатунного механізму за рахунок конструктивних розмірів і мас.

У четвертому висновку стверджується в роботі обгрунтована необхідність враховувати зміну приведеного моменту інерції та положення мас кривошипо-шатунного механізму двигуна внутрішнього згоряння з числом циліндрів $z \leq 4$.

П'ятий висновок констатує, що в роботі запропоновано спосіб експериментальної реєстрації сумарного моменту двигуна внутрішнього згоряння, враховуючи зміну його приведеного моменту.

У шостому висновку стверджується, що для забезпечення легкого пуску, зменшення нерівномірності обертання колінчастого вала та покращення параметрів прийомистості двигуна внутрішнього згоряння запропонована оригінальна конструкція маховика.

Сьомий висновок представляє результати експериментальних досліджень двигуна МеМЗ-2457,щодо ступеня нерівномірності обертання колінчатого вала.

У сьомому висновку на основі експериментального дослідження двигуна FP10C з використанням розробленого маховика змінного приведеного моменту інерції одержано зменшення ступеня нерівномірності обертання колінчастого вала на 35-37 %.

Дев'ятий висновок констатує, що застосування маховика зі змінним моментом інерції на двигуні FP10C дозволяє забезпечити економію палива від 6 % до 9,6 %.

У десятому висновку стверджується, що використання маховика зі змінним моментом інерції на двигуні FP10C зменшує енергію, що приймає участь в коливальних процесах колінчастого вала, в 2…10,8 раз.

Одинадцятий висновок дає перелік організацій, в яких робота прийнята до впровадження.

Оцінка змісту дисертаційної роботи, її завершеність в цілому

Дисертаційна робота містить у собі вступ, п'ять розділів, висновки, список використаних джерел, що нараховує 128 найменувань та п'ять додатків.

У вступі обґрунтовується актуальність теми дослідження, сформульовані мета та задачі дослідження, приведені методи дослідження, сформульовані наукова новизна та практичне значення одержаних результатів.

Перший розділ присвячений аналізу робіт, в яких розглянуті проблеми дослідження коливань, що передаються трансмісії. Ці коливання мають широкий частотний діапазон і носять не тільки періодичний, але й випадковий характер.

При дослідженні коливань застосовують, як чисельні, так і аналітичні методи вирішення систем диференційних рівнянь. Для спрощення математичних моделей не враховуються рухомі маси кривошипно-шатунного механізму.

Розвиток експериментальної бази для реєстрації коливань дозволяє якісно на новому рівні проводити дослідження нерівномірності обертання колінчастого вала.

На основі аналізу опублікованих джерел дисертант робить висновок про необхідність розробити математичну модель динаміки кривошипно-шатунного механізму з врахуванням зміни моменту інерції за рахунок прямолінійно-рухомих мас.

У другому розділі приведена математична модель зміни положення центра мас і математична модель зміни приведеного моменту інерції кривошипно-шатунного механізму одноциліндрового двигуна. Даються рекомендації щодо вибору параметрів кривошипно-шатунного механізму з метою мінімізації зміни приведеного моменту інерції.

Третій розділ присвячений розробці методу експериментального дослідження зміни моменту інерції кривошипно-шатунного механізму та результатам експериментального дослідження зміни моменту інерції кривошипно-шатунного механізму двигуна Д-3. За допомогою створеного програмно-апаратного комплексу проведені дослідження нерівномірності обертання колінчастого вала МеМЗ-2457. В залежності від режиму роботи ступінь нерівномірності обертання колінчастого вала змінюється в межах від 0,08 до 0,236.

У четвертому розділі наведений аналіз результатів експериментального дослідження нерівномірності обертання колінчастого вала двигуна МеМЗ-2457. Побудова регресійної моделі нерівномірності обертання колінчастого вала дозволила визначити ступінь нерівномірності з врахуванням зміни приведеного моменту інерції і при його постійному значенні. Встановлено, що врахування зміни приведеного моменту інерції суттєво змінює кінетичну енергію обертальних мас.

П'ятий розділ присвячений програмно-апаратному комплексу, що дозволив провести експериментальні дослідження нерівномірності обертання колінчастого вала двигуна FP10C , а також визначити зменшення витрати палива при використанні маховика змінного приведеного моменту інерції.

В цьому розділі дається опис конструкції маховика зі змінним приведенним моментом інерції, що дозволяє зменшити ступінь нерівномірності обертання колінчастого вала.

Наукова новизна і практична цінність дисертаційної роботи

Можна погодитись з вказаною в дисертаційній роботі науковою новизною в п.1 і п.2. Вона полягає в тому, що введення понять коефіцієнта зміни положення центра мас та коефіцієнта зміни приведеного моменту інерції кривошипно-шатунного механізму ДВЗ дозволяє використовувати їх як критеріїв в дослідженні динамічних процесів.

В роботі, також, встановлено, що за допомогою удосконаленої конструкції маховика можна зменшити нерівномірність обертання колінчатого вала.

Практичну цінність складають:

- математична модель зміни положення центра мас і математична модель зміни приведеного моменту інерції КШМ ДВЗ в залежності від його геометричних розмірів і маси;
- рекомендації щодо вибору мас і геометричних параметрів при конструюванні КШМ ДВЗ;
- конструкція маховика змінного приведеного моменту інерції протягом одного оберту (патент України № 94321 С2 від 26.04.2011 р., Бюл. №8);
- спосіб експериментальної реєстрації сумарного моменту поршневого ДВЗ з урахуванням зміни приведеного моменту інерції КШМ ДВЗ (патент України № 85252 С2 від 24.01.2007 р., Бюл.№1).
- результати впровадження дисертаційної роботи на підприємствах ДП «Житомирський бронетанковий завод», ПІІ ТОВ «Даніко» та у

навчальний процес Житомирського державного технологічного університету.

Зміст та оформлення дисертаційної роботи

Зміст дисертаційної роботи засвідчує, що поставлена мета досягнута, а дисертація є завершеним науковим дослідженням. Робота оформлена якісно, відповідно до встановлених вимог.

Повнота викладених наукових положень та висновків в опублікованих працях

Публікації Ломакіна Володимира Олександровича повною мірою відображають основні результати дисертаційної роботи.

Результати досліджень доповідались на наукових конференціях і отримали позитивну оцінку.

Зміст автореферату відповідає структурі і висновкам дисертаційної роботи, автореферат ідентичний до основних положень дисертації.

Зауваження за дисертаційною роботою

1. У російському перекладі анотації зроблена помилка, «науковий ступінь» перекладається як «научная степень».
2. В англійському перекладі анотації, розділ ключові слова: «маховик змінного моменту» перекладається як “flywheel of a variable moment of inertia”.
3. Результати дисертаційної роботи доповідались тільки на конференціях присвячених проблемам автомобільного транспорту і ні одного разу не доповідались на «Конгресі двигунобудівників» де роботи повністю присвячені спеціальності 05.05.03 – двигуни та енергетичні установки.
4. У четвертому висновку до розділу 2 і в третьому загальному висновку дається рекомендація приймати максимально можливі значення:

   - діаметра циліндра D;

- кінематичного параметру λ;
- діаметра шатунної шийки $d_ш$;
- ширини щоки $в$, та інш,

та мінімально можливі значення:

- радіуса кривошипа R;
- площі перерізу стержня шатуна;
- маси поршня $m_П$.

Як відомо з основ проектування ДВЗ всі параметри вибираються в першу чергу з точки зору організації робочого процесу, вимог конструкції та динаміки двигуна.

5. У п'ятому розділі, підрозділ 5.2, приведена конструкція маховика змінного моменту інерції. В його конструкції є планетарний механізм, електрична муфта, нерухомий еліптичного поперечного перерізу циліндр, по якому рухається повзун. Роботою маховика керує блок управління. Враховуючи складність конструкції, складність виготовлення та експлуатації можна констатувати, що такий пристрій буде мати низькі показники надійності.
6. У підрозділі 5.5 п'ятого розділу приведений кривошипно-кулісний механізм з повним обертом куліси. Виникає питання, який зв'язок має цей розділ з дисертаційною роботою? Тим більше, що в ньому рис. 5.16 має загадкову назву «Відношення $\frac{\omega_2^{max}}{\omega_2^{min}}$».

Загальні висновки

1. Розглянута дисертаційна робота є завершеним науковим дослідженням зменшення нерівномірності обертання колінчатого вала та поліпшення динаміки двигуна внутрішнього згоряння за рахунок удосконалення конструкції маховика.

2. За результатами проведених досліджень можна стверджувати, що здобувач має достатні теоретичні знання в обраному напрямі і володіє сучасними методиками експериментального дослідження двигунів.
3. Робота має наукову новизну і практичне значення. Її результати можуть бути застосовані для зменшення нерівномірності обертання колінчастого вала та покращення параметрів динаміки двигуна.
4. Публікації повною мірою розкривають зміст дисертаційної роботи.
5. Дисертаційна робота «Зменшення нерівномірності ходу двигуна внутрішнього згоряння удосконаленням конструкції маховика», по актуальності, науковій новизні і практичній цінності обсягу та глибині досліджень, наявності впровадження, відповідає пунктам 9, 11-14 положення «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24.07.2013 р., а також задовольняє вимогам департаменту атестації кадрів МОН України до дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук, а її автор Ломакін Володимир Олександрович заслуговує присвоєння наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.03 – двигуни та енергетичні установки.

Офіційний опонент,
доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри двигунів
внутрішнього згоряння
Харківського національного
автомобільно-дорожнього університету Ф.І.Абрамчук

ПІДПИС Абрамчука
ЗАСВІДЧУЮ ВЧЕНИЙ
СЕКРЕТАР ХНАДУ Грузова А.А.