

ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ «ПОДІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра тракторів, автомобілів та енергетичних засобів

ДИПЛОМНА РОБОТА
НА ТЕМУ:
ВПЛИВ МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ НА
ДОВГОВІЧНІСТЬ ТРИБОСПРЯЖЕНЬ ДВИГУНІВ
ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ

Виконав:

здобувач освітнього ступеня «Магістр»
освітньо-професійної програми
«Агроінженерія» спеціальності 208
«Агроінженерія» денної форми навчання

_____ **КАДУЧАК Андрій Анатолійович**

Керівник: канд. техн. наук, доцент

_____ **ПУКАС Віталій Леонідович**

Оцінка захисту:

Національна шкала _____

Кількість балів _____

Шкала ECTS _____

«_____» _____ 2024 р.

Допускається до захисту:

«_____» _____ 2024 р.

Гарант освітньо-професійної програми «Агроінженерія»
спеціальності 208 «Агроінженерія»,

кандидат технічних наук, доцент

ДУГАНЕЦЬ Василь Іванович

ЗМІСТ

Завдання на виконання дипломної роботи.....	<u>5</u>
Анотація.....	<u>6</u>
Реферат.....	<u>7</u>
ВСТУП.....	<u>8</u>
1. АНАЛІЗ ШЛЯХІВ ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ТРИБОСПРЯЖЕНЬ	<u>10</u>
1.1 Огляд методів підвищення довговічності рухомих спряжень	<u>10</u>
1.2 Аналіз наукових досліджень щодо підвищення довговічності поверхонь тертя	<u>16</u>
1.3 Огляд характеристик та властивостей олив представлених на ринку України	<u>18</u>
1.4 Обґрунтування теми дипломної роботи.....	<u>30</u>
2. ПРОГРАМА, МЕТОДИКИ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	<u>32</u>
2.1 Завдання та програма досліджень	<u>32</u>
2.2 Методики та обладнання для дослідження трибологічних властивостей..	<u>33</u>
2.3 Методика та обладнання для визначення величини зносу трибоспрямижень	<u>37</u>
2.4 Дослідження температури в зоні тертя	<u>38</u>
2.5 Дослідження поверхонь тертя	<u>40</u>
3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	<u>41</u>
3.1 Результати дослідження трибологічних властивостей.....	<u>41</u>
3.2 Результати визначення величини зносу трибоспрямижень	<u>45</u>
3.3 Результати дослідження температури в зоні тертя	<u>46</u>
3.4 Результати досліджень поверхонь тертя трибоспрямижень	<u>48</u>

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	<u>53</u>
4.1 Загальні поняття та терміни	<u>53</u>
4.2 Основні небезпечні та шкідливі фактори при роботі на машині тертя	<u>53</u>
4.3 Розробка заходів щодо забезпечення захисту працівників від небезпечних та шкідливих факторів	<u>55</u>
4.4 Вимоги безпеки праці при виконанні робіт на машині СМТ-1	<u>56</u>
4.5 Техніка безпеки при використанні паливно-мастильних матеріалів.....	<u>58</u>
5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	<u>67</u>
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	<u>72</u>
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	<u>74</u>
ДОДАТКИ	<u>77</u>

АНОТАЦІЯ

В дипломній роботі проаналізовано методи підвищення довговічності трибосп'яжень. Проведений огляд результатів наукових досліджень в даному напрямку. Обґрунтовано програму та наведено обладнання і методики досліджень трибологічних властивостей мастильних матеріалів та величини зносу трибосп'яжень. Встановлено вплив моторного мастила різних марок на довговічність трибосп'яжень. Проаналізовано температурні режими роботи рухомих з'єднань. Розглянуто небезпечні та шкідливі фактори при роботі на машині для дослідження матеріалів на тертя та зношування. Розроблено заходи для захисту працівників від вказаних факторів. Наведено техніко-економічні показники роботи.

THE SUMMARY

The diploma work analyzed the methods of increasing the durability of tribosuspension. A review of the results of scientific research in this direction was carried out. The program is substantiated and the equipment and methods of research of tribological properties of lubricants and the amount of wear of tribocouplers are given. The effect of different brands of motor lubricant on the durability of tribo couplings has been established. The temperature modes of operation of movable connections are analyzed. Dangerous and harmful factors when working on a machine for the study of friction and wear materials are considered. Measures have been developed to protect employees from the specified factors. The technical and economic indicators of the work are given.

ВСТУП

Відомо, що дві третини відмов механізмів пов'язано саме із зносом деталей та механізмів. В свою чергу процес зношування повністю ліквідувати неможливо. Тому, основною задачею при створенні механізмів та машин є підвищення довговічності трибоспряжень. Для досягнення бажаного ефекту використовують такі основні методи підвищення довговічності: технологічні, конструкторські та експлуатаційні. Серед методів, що мають невелику собівартість значного розповсюдження набуло використання різноманітних мастильних середовищ, в тому числі спеціально оброблених та введення різноманітних модифікаторів тертя.

Сьогодні, кожен виробник моторних мастил використовує певний набір присадок, які повинні сприяти зменшенню сили тертя, захисту поверхонь від корозії, відведення продуктів зносу та інші властивості. Основними перевагами моторних мастил, зазвичай називають зменшення сил тертя при роботі ДВЗ, відсутність вигорання мастила, здатність до захисту поверхонь від пошкоджень та ін. Кожен виробник мастила для ДВЗ позиціонує свою продукцію, як еталон, що дозволяє найкраще захистити трибоспряження від інтенсивного зношування та підвищити їх довговічність. При цьому, вартість моторних мастил одного класу в'язкості може відрізнятись в декілька разів. Тому, для визначення реальної ефективності мастила необхідно виконувати дослідження його показників тільки за допомогою спеціального обладнання та устаткування.

Тому, метою дипломної роботи є встановлення впливу мастильного середовища на довговічність трибоспряжень.

Задачі дипломної роботи:

1. Проаналізувати основні методи підвищення довговічності трибоспряжень, їх переваги та недоліки. Розглянути стан наукових досліджень в обраному напрямку. Навести основні характеристики та властивості популярних моторних мастил в Україні.

2. Навести методики та обладнання для дослідження властивостей мастильних матеріалів.

3. Визначити вплив моторних мастил різних виробників на режими тертя та довговічність трибоспряжень.

4. Визначити потенційні небезпечні та шкідливі фактори при роботі із машинами для дослідження матеріалів на тертя та зношування. Розглянути правила безпеки виконання робіт при проведенні експериментальних досліджень.

5. Навести техніко-економічний аналіз результатів дипломної роботи.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Проаналізовано основні методи підвищення довговічності трибоспряжень, їх переваги та недоліки. Розглянуто стан наукових досліджень в обраному напрямку. Встановлено, що одним із перспективних шляхів підвищення довговічності трибоспряжень є використання мастильних матеріалів з різними властивостями та характеристиками. Відомо, що кожен виробник мастила для ДВЗ позиціонує свою продукцію, як еталон, що дозволяє найкраще захистити трибоспряження від інтенсивного зношування та підвищити їх довговічність. При цьому, вартість моторних мастил одного класу в'язкості може відрізнятися в декілька разів. Тому, для визначення реальної ефективності мастильних матеріалів, щодо підвищення довговічності трибоспряжень, необхідно виконувати експериментальні дослідження тільки за допомогою спеціального обладнання та устаткування.

2. Розроблено програму досліджень, наведені методики проведення експериментальних досліджень властивостей мастильних матеріалів на довговічність трибоспряжень

3. Встановлено, що момент тертя при використанні різних моторних мастил за прийнятих режимів тертя трибоспряження (тиск – 7 МПа, лінійна швидкість ковзання – 1,5 м/с) відрізняється незначно, 1,13 Н·м – для ZIC, та 1,15 Н·м – для Xado. При цьому, слід зазначити, що при мащенні моторним мастилом Xado зафіксовано кращу стабільність моменту тертя, у порівнянні з роботою з мастилом ZIC. Визначено, що інтенсивність лінійного зносу при використанні мастила Xado на 17,7 % менша. Зафіксована динаміка підвищення температури – поступова, максимальне значення температури в зоні тертя при мащенні мастилом ZIC становило – 84,5 °С. Встановлено, що максимальна температура в зоні тертя при використанні моторного мастила Xado склала 90,0 °С. Динаміка зростання температури – поступова. Металографічних досліджень поверхні диску при мащенні моторними мастилом Xado зафіксовано незначні накопичення частинок в борознах та на їх периферіях. Вказані накопичення, скоріше за все, це спеціальні модифікатори тертя, що призводять

до зменшення інтенсивності зношування поверхонь, і як результат до підвищення довговічності трибоспряжень.

4. Наведено потенційно небезпечні та шкідливі фактори при роботі із машинами для дослідження матеріалів на тертя та зношування. Розглянути правила безпеки виконання робіт при проведенні експериментальних досліджень.

5. Економічний ефект від використання запропонованого моторного мастила заснований на зменшенні експлуатаційних витрат на 0,28 грн/км. Річний економічний ефект, з врахуванням пробігу автомобіля за вказаний термін – 20000 км, складе 5600 грн. Крім цього, передбачається, що ресурс ДВЗ при експлуатації на вказаному мастилі збільшиться на 18 % за рахунок підвищення довговічності трибоспряжень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Абрамчук Ф.І., Гутаревич Ю.Ф., Долганов К.Є., Тимченко І.І. Автомобільні двигуни: Підручник. - 3-тє видання. – Арістей, 2007. - 476 с.
2. Абрамчук Ф.І., Гутаревич Ю.Ф., Долганов К.Є., Тимченко І.І. Автомобільні двигуни: Підруч. для студентів спец. “Автомобілі та автомобільне господарство” вищ. навч. закладів. – К.: Арістей, 2004. – 438 с.: іл. – Бібліогр.: с.432
3. Абрамчук Ф. І. Двигуни внутрішнього згоряння [Текст] : серія підручників у 6 т. Т. 6 : Надійність ДВЗ / Ф. І. Абрамчук, М. К. Рязанцев, А. Ф. Шеховцов ; за ред. А. П. Марченка, А.Ф.Шеховцова. - Харків : Прапор, 2004. - 324 с.
4. Автомобільні двигуни [Текст] : підручник для студ. вищ. навч. закладів/ Ф. І. Абрамчук Ю. Ф. Гутаревич К. Є. Долганов І. І. Тимченко. - 2-ге вид. - К. : Арістей, 2005. - 476 с.
5. Анісімов В.Ф., Савчинський І.Г. Конструкція і розрахунок автомобільних і тракторних двигунів. Навчальний посібник / МО і науки України. – Вінниця: ВДТУ, 2001, - 90 с.
6. Антощенко В.М., Бойко М.Ф., Лебедев А.Т. Трактори та автомобілі. Ч.4. Робоче, додаткове і допоміжне обладнання // Навчальний посібник / В.М. Антощенко, М.Ф. Бойко, А.Т. Лебедев та інш.; За ред. проф. А.Т. Лебедева. – Харків, 2006. – 164 с.
7. Білоконь Ю.А., Окоча А.І. Трактори та автомобілі. – К.: Вища освіта, 2003.
8. Білоконь Я.Ю., Окоча А. Трактори і автомобілі: Підручник.–К.: Урожай, 2002. – 318 с.
9. Бойко М.Ф. Трактори та автомобілі. Електрообладнання. Навчальний посібник. – К.: Вища освіта, 2001. –Ч.2. – 243 с.: іл.
10. Водяник І.І. Експлуатаційні властивості тракторів і автомобілів. – К.: Урожай, 1994. – 224 с.

11. Гавриш В.І., Бондаренко В.О. Основи теорії розрахунку мобільних енергетичних засобів: Навчальний посібник. – Миколаїв: МДАУ, 2011. – 284 с.

12. Головчук А.Ф. Експлуатація та ремонт сільськогосподарської техніки: Підручник: У 3 кн. / А.Ф. В.Ф. Орлов, О.П. Строков; За ред. А.Ф. Головчука – К.: Грамота, 2003 – Кн.1: Трактори. - 336 с.

13. Дяченко В.Г., Саловський В.С., Кропівний В.М. Розрахунок автомобільних двигунів // Навчальний посібник / В.Г. Дяченко, В.С. Саловський, В.М. Кропівний та інш.; За ред. к.т.н. В.Г. Дяченка, к.т.н. В.С. Саловського. – Кіровоград : КДТУ, 2003. – 266 с.: іл.

14. Кисликов В. Ф., Лущик В. В. Будова й експлуатація автомобілів: Підручник – 5-е вид.– К.: Либідь, 2005.–275 с.

15. Кисликов В.Ф., Лущик В.В. Будова й експлуатація автомобілів. – Київ: Либідь, 2000 - 399 с.

16. Лебедеєв А.Т., Антощенков В.М., Бойко М.Ф. Трактори та автомобілі. Ч.3. Шасі // Навчальний посібник / А.Т. Лебедеєв, В.М. Антощенков, М.Ф. Бойко та інш.; За ред. проф. А.Т. Лебедеєва. – К.: Вища школа, 2004. – 336 с.

17. Марченко А. П. Двигуни внутрішнього згоряння [Текст] : серія підручників у 6 т. Т. 1 : Розробка конструкцій форсованих двигунів наземних транспортних машин / А. П. Марченко, М. К. Рязанцев, А. Ф. Шеховцов ; за ред. А. П. Марченка А. Ф. Шеховцова. - Харків : Прапор, 2004. - 384 с.

18. Марченко А. П. Двигуни внутрішнього згоряння [Текст] : серія підручників у 6 т. Т. 2 : Доводка конструкцій форсованих двигунів наземних транспортних машин / А. П. Марченко, М. К. Рязанцев, А. Ф. Шеховцов ; за ред. А. П. Марченка, А. Ф. Шеховцова. - Харків : Прапор, 2004. - 288 с.

19. Марченко А. П. Двигуни внутрішнього згоряння [Текст] : серія підручників у 6 т. Т. 3 : Комп'ютерні системи керування ДВЗ / А. П. Марченко, М. К. Рязанцев, А. Ф. Шеховцов ; за ред. А. П. Марченка, А. Ф. Шеховцова. - Харків : Прапор, 2004. - 344 с.

20. Пильов В. О. Двигуни внутрішнього згоряння [Текст] : серія підручників у 6 т. Т. 4 : Основи САПР ДВЗ / В. О. Пильов, А. Ф. Шеховцов ; за ред. А. П. Марченка А. Ф. Шеховцова. - Харків : Прапор, 2004. - 336 с.

21. Стефановський Б.С., Білоконь Я.Ю., Бобильов Ю.А. Теоретичні основи використання автотракторних двигунів. – К.: Вища школа, 1998. – 280 с.

22. Тимченко І.І. Автомобільні двигуни / І. І. Тимченко, Ю. Ф. Гутаревич, К. Є. Долганов . – Харків: Основа, 1995.– 420 с.

23. Трактори і автомобілі. Автотракторні двигуни. Навчальний посібник. М.Г.Сандомирський, М.Ф.Бойко, А.Т.Лебедев та ін.; За ред. проф. А.Т.Лебедева. – К.: Вища шк., 2000. – Ч.1. – 357 с.

24. Трактори та автомобілі: Підручник / Я.Ю.Білоконь, А.І.Окоча, С.О.Войцехівський. – К.: Вища школа, 2003. – 560 с.: іл.

25. Форнальчик Є.Ю. Технічна експлуатація та надійність автомобілів / Є.Ю.Форнальчик, М.С. Оліскевич, О.Л. Мастикаш, Р.А. Пельо.–Львів: фіша, 2004.–492 с.