

ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ «ПОДІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
Інженерно-технічний факультет
Кафедра тракторів, автомобілів та енергетичних засобів

ДИПЛОМНА РОБОТА

НА ТЕМУ:

**«Дослідження експлуатаційних показників роботи двигуна
внутрішнього згоряння за температурним параметром»**

Виконав:

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

МАЦЮК Вячеслав Юрійович

Керівник:

д-р. пед. наук, професор

ДУГАНЕЦЬ Віктор Іванович

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

м. Кам'янець-Подільський, 2024

ЗМІСТ

ЗАВДАННЯ.....	4
АНОТАЦІЯ.....	5
РЕФЕРАТ.....	6
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	7
ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1. СТАН ПИТАННЯ ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕНЬ	10
1.1. Аналіз параметрів діагностування циліндро-поршневої групи	10
1.2. Аналіз засобів та методів діагностування	18
1.3. Висновки та завдання дослідження	29
РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВДОСКОНАЛЕННЯ ДІАГНОСТУВАННЯ ЦИЛІНДРОПОРШНЕВОЇ ГРУПИ АВТОМОБІЛЬНИХ ДВИГУНІВ	31
2.1. Аналітичне дослідження залежності температури камери згоряння від зношування сполучень циліндро-поршневої групи	31
2.2 Висновки	36
РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ	38
3.1. Схема загальної методики дослідження	38
3.2 Оцінка впливу герметичності камери згоряння на температурний режим ДВЗ	42
3.3. Висновки	50
РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА ЗАСОБУ ДІАГНОСТУВАННЯ ДВЗ	51
4.1 Розроблення пристрою діагностики циліндропоршневої групи ДВЗ.....	51
4.2 Обґрунтування залежності діагностичного параметра– температури в камері згоряння від структурного– зносу гільзи циліндрів у поясі зупинки верхнього компресійного кільця	54
4.2. Висновки	56
РОЗДІЛ 5. АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	57

5.1 Удосконалення алгоритму і технологічного процесу діагностування ДВЗ ЯМЗ-238.11-240	57
5.2 Розрахунок періодичності діагностування автотракторних ДВЗ та її вплив на ресурс	62
5.3. Висновок	65
6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	66
6.1. Система управління охороною праці у АТП -11263	66
6.2. Аналіз травматизму на виробничому об'єкті	68
6.3. Захист у надзвичайних та аварійних ситуаціях	71
6.3.1. Вибір найімовірнішого сценарію аварійної ситуації	71
6.3.2. Забезпечення пожежної безпеки на території та у виробничих приміщеннях АТП	71
6.3.3. Евакуація людей та автомобілів під час пожежі	72
6.4. Висновок	73
7. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ	74
7.1. Розрахунок економічних показників	74
7.2. Висновок	78
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	79
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	80
ДОДАТКИ	84

ВСТУП

У сільському господарстві намітилося старіння рухомого складу автотранспортної техніки та сільськогосподарських машин, що пояснюється загальним станом економіки країни. Витрати фермерських господарств і сільгоспвиробників на підтримання працездатності парку сільськогосподарської техніки та встановлених на неї двигунів у деяких випадках перевищують вартість закупівлі нових агрегатів, досягаючи при цьому 12...15 % собівартості сільськогосподарської продукції. Із цих витрат до 23 % припадають на їхні технічні обслуговування (ТО) і ремонти. При цьому ремонтні підприємства стикаються з фактами потрапляння агрегатів і двигунів до капітального ремонту (КР) з невикористаним на 28...35 % ресурсом, що зумовлено ігноруванням своєчасного виявлення несправностей діагностуванням технічного стану та недоліками планово-попереджувальної системи ТО і ремонту [1, 2].

Розробці питання забезпечення працездатності сільськогосподарських машин та їхніх агрегатів, обслуговуючої автотракторної техніки з використанням діагностування присвячено багато робіт [3, 4, 5, 6].

Тягово-економічні показники ДВЗ визначаються ефективним функціонуванням механізмів і систем: кривошипно-шатунного механізму (КШМ), циліндропоршневої групи (ЦПГ), систем змащення, живлення, газорозподілу. Високий коефіцієнт варіації несправностей і невідповідність показників технічного стану цих систем і механізмів [7] необхідним значенням нормативів передбачає індивідуальний підхід до діагностування технічного стану автотракторних ДВЗ з обґрунтованою періодичністю. Методологія профілактичних, контрольних, регулювальних, ремонтних і відновлювальних робіт, що діє в планово-попереджувальній системі, передбачає відповідність структурних і діагностичних параметрів ДВЗ і прив'язку до регламентованих нормативів, що призводить до втрати потенційних можливостей як за умови індивідуального підходу до відновлення ресурсу агрегату і, зокрема, двигуна сільгоспмашини, автотракторної техніки.

Закономірність повторюваних відмов передбачає можливість планування технічних впливів ТР за результатами комплексної оцінки ДВЗ - діагностування механізмів і систем з обґрунтованою періодичністю. Тому підвищення ефективності технічної експлуатації ДВЗ, що полягає в комплексній оцінці механізмів і систем ДВЗ за результатами діагностування з обґрунтованою періодичністю дасть змогу знизити витрати на ТР і загальні витрати за весь термін служби ДВЗ.

Мета роботи - забезпечення працездатності дизельного двигуна за результатами діагностування. Завдання дослідження:

1. Теоретично обґрунтувати спосіб діагностування ЦПГ за температурою в камері згоряння ДВЗ.
2. Розробити пристрій для діагностування ЦПГ за температурою в камері згоряння.
3. Провести експериментальні дослідження діагностичного пристрою з обґрунтуванням періодичності його використання.
4. Визначити економічний ефект пропонованих розробок.

Об'єкт дослідження – циліндро-поршнева група двигунів внутрішнього згоряння.

Предмет дослідження - зміни температури в камері згоряння двигуна внутрішнього згоряння в процесі експлуатації.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Теоретично обґрунтовано спосіб діагностування циліндропоршневої групи за новим діагностичним параметром – температурою в камері згоряння без займання. Запропоновано математичну модель теплового розрахунку процесу зміни температури (14) за відсутності займання в камері згоряння, адаптовану для обчислення на ЕОМ.

2. Розроблено пристрій для визначення зносу циліндропоршневої групи, що вирізняється блоком реєстрації температури в герметичній камері згоряння термopарою, який представляє собою корпус форсунки; вдосконалено алгоритм діагностування, що підвищує точність діагностування на 5,5% порівняно з наявними способами діагностування компресометром. Встановлено, що граничний стан циліндропоршневої групи настає за температури в камері згоряння 210°C, що відповідає зносу гільзи циліндрів у поясі зупинки верхнього компресійного кільця 160 мкм.

3. Запропоновано й обґрунтовано періодичність діагностування циліндропоршневої групи ДВЗ (через ТО-2 або 24 тис. км.), застосування якої, як показали експлуатаційні випробування, збільшує ресурс двигунів на 12...13% й дає змогу обійтися без капітального ремонту за весь термін служби ДВЗ.

4. Проведений розрахунок економічного ефекту показав, що усунення несправностей за результатами діагностування з обґрунтованою періодичністю дасть змогу отримати економічний ефект у розмірі 19329 грн на один двигун на рік.

Рекомендації виробництву

Під час проведення ТО-2 алгоритм діагностування необхідно доповнити вимірюванням через одне ТО-2 температури в камері згоряння пропонуванім пристроєм.

Під час діагностування ЦПГ ДВЗ слід використовувати рекомендації щодо періодичності та обсягу робіт, а також враховувати табличні значення інших діагностичних параметрів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЖДЕРЕЛ

1. Мельянцов П. Т. Організація використання техніки за умов дефіциту матеріально - технічних ресурсів / П. Т. Мельянцов, Є. В. Калганков. // Zbiór raportów naukowych. „Inżynieria i technologia. Teoria. Praktyk Sp. z o. o. «Diamond trading tou. 2010. С. 84–87.
2. Черній О. Деякі проблеми технічної надійності сільськогосподарських тракторів JOHN DEERE. *The 7th International scientific and practical Conference “InNOVations and proSpects of world science”*(March 2-4, 2022) Perfect Publishing, Vancouver, Canada. 2022. 13–19с.
3. Ремонт машин та обладнання. Підручник для вищих нав- чальних закладів / . В. І. Дирда та ін. Днівськ, : Журофонд, 2015. 292 с.
4. Калганков, Є.В. Обґрунтування інформативних діагностичних параметрів технічного стану об’ємного гідроприводу трансмісії ГСТ-90 / Є.В. Калганков // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. 2009. № 2. С. 71-74
5. Калганков, Є.В. Технічне діагностування об’ємних гідроприводів трансмісії як об’єктивна необхідність / Є.В. Калганков // Сучасна наука: теорія і практика. Запоріжжя, 2012. Т. 2. С. 88-90.
6. Дорошенко О. В. Обґрунтування методів та параметрів діагностування паливних систем мобільних сільськогосподарських машин / О. В. Дорошенко, Є. В. Калганков. // Zbiór artykułów naukowych z Konferencji Międzynarodowej Naukowo-Praktycznej «Nowy sposób rozwoju Inżynieria i Technologia» Sp. Z o.o. «Diamond trading tour» Warszawa. – 2017. С. 44–50
7. Волошин Р.В. Обґрунтування ефективних методів діагностування агрегатів мобільних сільськогосподарських машин / Р.В. Волошин, Є.В. Калганков // Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції "Інтеграція світових наукових процесів як основа суспільного прогресу": ГО «Ін-

ститут інноваційної освіти»; Науково-учбовий центр прикладної інформатики НАН України. Київ. 2018. С. 200-205.

8. Іванишин В. В., Рудь А. В., Грушецький С. М. Технічне обслуговування машин і обладнання : підручник. Кам'янець-Подільський : ЗВО «ПДУ» : ТОВ «Друкарня «Рута»., 2023. 360 с.

9. Які бувають пошкодження в циліндропоршневої групи [Електронний ресурс] / Режим доступу до ресурсу: <https://optima-prom.com/ua/a379573-kakie-byvayut-povrezhdeniya.html>.

10. A. Golovan, S. Rudenko, I. Gritsuk, A. Shakhov, et al., “Improving the Process of Vehicle Units Diagnosis by Applying Harmonic Analysis to the Processing of Discrete Signals,” SAE Technical Paper 2018-01-1774, 2018, doi:10.4271/2018-01-1774.

11. Діагностика автомобіля [Електронний ресурс]. – 21. – Режим доступу до ресурсу: <http://komitet.kiev.ua/diagnostyka-avtomobilya-3/>.

12. Ніколаєв, Е.В. Фактори, які впливають на параметр витрати картерних газів як основний показник технічного стану ЦПГ / А.В. Ніколаєв, Н.С. Ністратова. // Трактори и сільхозмашини. 2011. №10. С 45-46.

13. Двигуни внутрішнього згоряння. Теорія : підручник / В.Г. Дяченко; За ред. А.П.Марченка. Харків: НТУ “ХПІ”, 2008. 488 с

14. Надійність сільськогосподарської техніки: навчальний посібник / Ю.В. Армашов, та ін. Дніпропетровськ : РВВ ДДАУ, 2008. 208 с.

15. Картошкін, О.П. Методологічні аспекти наукових досліджень зі створення способу дистанційного теплового контролю потужних показників мобільного сільськогосподарського агрегату. Геотехнічна механіка. 2015. - №39. С. 309-314.

16. Інтелектуальні системи діагностики теплового стану електродвигуна / Д. Ю. Зубенко та ін. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2022. 203 с.

17. Трибологія : підручник / М.В.Кіндрачук та ін. Київ : НАУ, 2009 392 с.

18. Калганков Е.В. Розрахунок довговічності резинових з'єднань / Калганков Е.В. //Геотехнічна механіка: Міжвід. зб . наук . Праць , Ін- т геотехнічної механіки ім. М .С. Полякова НАН України. Дніпропетровськ, 2013. № 113. С. 181– 202.

19. Калганков Є. В. Особливості фрактального аналізу поверхні руйнування гумових футерівок, що працюють в умовах абразивно-втомного зносу /Є. В. Калганков. // Геотехнічна механіка: Міжвід. зб. наук. праць. Дніпропетровськ: ІГТМ НАНУ. 2017. №133. С. 66–74

20. Нижняк Д.В. Визначення показників надійності колінчатих валів автотракторних двигунів / Нижняк Д.В., Калганков Є.В., Дирда В.І. // Inżynieria i technologia. 2014. osiągnięć, projekty hipotezę. (29.12.2014 - 30.12.2014) – Warszawa: – 2014. – С. 8-13.

21. Надійність сільськогосподарської техніки: підручник / М. І. Черно- вол, В. Ю. Черкун. – 2-ге вид., переробл. і допов. іровоград : КОД, 2010. 320 с.

22. Наноматеріали в механіці деформівного твердого тіла на прикладі гумових футеровок барабанних кульових млинів / В. Дирда та ін. Геотехнічна механіка. 2021. № 157. С. 120–129.

23. Черній О. Дослідження безвідказності тракторів John Deere серії 8R в експлуатаційних умовах України. Теоретичні та практичні питання агро- рної науки : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. 2022. С. 117–120.

24. Пат. № 144310 Україна, G01N 3/56 (2006.01) Машина тертя / Калганков Євген Васильович (UA); Грачова Вікторія Миколаївна (UA); Косенко Анна Вадимівна (UA) - u202001408; заявл. 20.03.2020; опубл. 25.09.2020, бюл. № 18; 4 с.

25. ДСТУ ISO 45001:2019 (ISO 45001:2018, IDT). Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці. Вимоги та настанови щодо застосування. На заміну ДСТУ OHSAS 18001:2010 ; чинний від 2021-01-01. Вид. офіц. Київ, 2021. 5 с.

26. Основи охорони праці: / К. Н. Ткачук, М. О. Халімовський, В. В. Зацарний. – Київ : Основа, 2006 448 с

27. ДСТУ EN ISO 7010:2019. Графічні символи. Кольори та знаки без- пеки. На заміну ДСТУ ISO 7010:2009; ДСТУ ISO 6309:2007 ; чинний від 2020-07-01. Вид. офіц. Київ, 2020. 136 с.

28. Вініченко І.І. Методичні рекомендації з економічного обґрунтуван- ня дипломних робіт для студентів факультету механізації сільського госпо- дарства Дніпропетровськ: ДДАЕУ, 2016. 27с.

29. Методичні рекомендації до виконання та оформлення дипломної роботи для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 208 «Агроінженерія» / Ю. І. Панцир, А. В. Рудь, В. І. Дуганець, В. І. Дуганець, С. П. Комарніцький. За ред. В.І. Дуганця. Кам'янець-Подільський: ЗВО «ПДУ», 2023. 51 с

30. ДСТУ 3008:2015 Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання