ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ «ПОДІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
Інженерно-технічний факультет

Кафедра технічного сервісу і загальнотехнічних дисциплін

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

НА ТЕМУ:

«Підвищення ефективності роботи дизельного двигуна з удосконаленням системи автоматичного регулювання температурного режиму»

Виконав:

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

Олександр МАЙСТРУК

Керівник:

доцент ***Юрій ПАНЦИР***

Оцінка захисту:

Національна шкала _____
Кількість балів _____
Шкала ECTS _____

«____» червня 2026 р.

Допускається до захисту:
«____» червня 2026 р.

Гарант освітньо-професійної програми «Агроінженерія» спеціальності 208 «Агроінженерія», доцент ***Сергій ГРУШЕЦЬКИЙ***

м. Кам’янець-Подільський, 2026

З М І С Т

ЗАВДАННЯ НА ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОГО ПРОЄКТУ .. 4
ВІДОМІСТЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОГО ПРОЄКТУ 5
АНОТАЦІЯ 6
РЕФЕРАТ 7
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ ТА ПОЗНАЧЕНЬ .. 8
ВСТУП …… 9
РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ РЕГУЛЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ ……..…….. 11
1.1 Особливості роботи дизельних двигунів 11
1.2 Аналіз існуючих систем регулювання температурного режиму дизельних двигунів …….. 15
1.3 Аналіз температурного режиму та його вплив на показники роботи двигуна Д-240 ……..... 18
Висновок до першого розділу …….. 21
РОЗДІЛ 2 МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ РЕГУЛЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ ДВИГУНА Д-240 …… 22
2.1 Аналіз штатної системи охолодження двигуна Д-240 ……. 22
2.2 Тепловий аналіз роботи двигуна Д-240 ……. 25
2.3 Визначення індикаторних показників робочого циклу двигуна 28
2.4 Побудова індикаторної діаграми двигуна ……. 31
Висновок до другого розділу …… 35
РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМУ ДВИГУНА …… 36
3.1 Розробка модернізованої системи автоматичного регулювання 36
3.2 Розрахунок системи автоматичного регулювання теплового режиму двигуна ….. 39
3.3 Розробка карти технічного обслуговування двигуна, обладнаного системою автоматичного регулювання теплового режиму …….. 44
Висновок до третього розділу …….. 47

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ ……..…….. 48
4.1 Аналіз умов праці під час технічного обслуговування та ремонту системи охолодження двигуна …….. 48
4.2 Заходи з охорони праці під час експлуатації та обслуговування модернізованої системи ……..... 50
4.3 Пожежна безпека та електробезпека при виконанні робіт …….. 52
4.4 Охорона довкілля та екологічна оцінка модернізації …….. 54
Висновок до четвертого розділу …….. 56
РОЗДІЛ 5 РОЗРАХУНОК ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПРОЄКТУ ……. 57
5.1 Визначення економічної ефективності модернізації системи охолодження двигуна Д-240 …….. 57
5.2 Розрахунок капітальних вкладень у модернізацію …….. 58
5.3 Визначення строку окупності проєкту ……..……. 60
5.4 Техніко-економічні показники проєкту …… 60
Висновок до п’ятого розділу …… 62
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ …… 63
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ……. 65
ДОДАТКИ…… 68

ПЕРЕЛІК АРКУШІВ ІЛЮСТРАТИВНО-ГРАФІЧНОЇ ЧАСТИНИ

1. Схема розподілу теплових потоків у дизельному двигуні.
2. Двигун Д-240 з гідравлічним приводом вентилятора системи охолодження. Загальний вигляд.
3. Гідромуфта вентилятора. Складальне креслення.
4. Робочі креслення деталей.
5. Техніко-економічні показники проєкту.

В С Т У П

Сучасний розвиток агропромислового комплексу України супроводжується постійним удосконаленням сільськогосподарської техніки та підвищенням вимог до її продуктивності, економічності й надійності. Значна частина мобільних енергетичних засобів аграрного сектору оснащена дизельними двигунами, які характеризуються високою паливною економічністю, значним моторесурсом та здатністю працювати в умовах змінних навантажень [1].

Ефективність роботи дизельного двигуна значною мірою залежить від підтримання оптимального температурного режиму. Температурний стан двигуна безпосередньо впливає на процес сумішоутворення, повноту згоряння палива, втрати на тертя та інтенсивність зношування деталей [2]. Порушення теплового режиму призводить до підвищення витрати палива, зниження потужності двигуна, збільшення токсичності відпрацьованих газів та скорочення ресурсу роботи основних вузлів і агрегатів [3].

Особливо негативним явищем для дизельних двигунів є перегрів та переохолодження. Перегрів викликає погіршення умов мащення, деформацію деталей циліндро-поршневої групи та прискорене старіння мастильних матеріалів. У свою чергу, переохолодження двигуна спричиняє підвищення в’язкості мастила, погіршення процесів випаровування та згоряння палива, що призводить до збільшення механічних втрат і витрати пального [4].

Для забезпечення стабільного температурного режиму дизельних двигунів застосовують системи охолодження з автоматичним регулюванням температури охолоджувальної рідини. Використання сучасних електронних засобів керування дозволяє більш точно підтримувати оптимальні параметри роботи двигуна залежно від режимів навантаження та умов експлуатації [5].

Удосконалення систем автоматичного регулювання температурного режиму є одним із перспективних напрямків підвищення ефективності роботи дизельних двигунів сільськогосподарської техніки.

Актуальність теми кваліфікаційного проєкту полягає у необхідності підвищення ефективності роботи дизельного двигуна шляхом удосконалення

системи автоматичного регулювання температурного режиму, що дозволить забезпечити стабільність теплових процесів, зменшити витрати палива, підвищити надійність роботи двигуна та знизити експлуатаційні витрати.

Метою кваліфікаційного проєкту є підвищення ефективності роботи дизельного двигуна шляхом удосконалення системи автоматичного регулювання температурного режиму.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- провести аналіз існуючих систем охолодження та автоматичного регулювання температурного режиму дизельних двигунів;
- дослідити вплив температурного режиму на техніко-економічні показники роботи двигуна;
- обґрунтувати напрямок удосконалення системи автоматичного регулювання;
- розробити конструктивне рішення модернізованої системи;
- виконати конструктивно-розрахункові розрахунки;
- оцінити економічну ефективність запропонованих проєктних рішень;
- розглянути питання охорони праці та довкілля під час експлуатації модернізованої системи.

Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості застосування удосконаленої системи автоматичного регулювання температурного режиму для підвищення паливної економічності, надійності та довговічності дизельних двигунів.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

У кваліфікаційному проєкті виконано модернізацію системи охолодження двигуна Д-240 шляхом застосування гідравлічного приводу вентилятора з автоматичним регулюванням теплового режиму двигуна.

У ході виконання проєкту було проведено аналіз конструкції та умов роботи системи охолодження двигуна Д-240, визначено основні недоліки штатного механічного приводу вентилятора та обґрунтовано необхідність його вдосконалення. Встановлено, що використання постійного механічного приводу призводить до додаткових втрат потужності двигуна та перевитрат пального.

Розроблено конструкцію системи автоматичного регулювання теплового режиму двигуна з використанням гідравлічного приводу вентилятора. Запропоноване технічне рішення забезпечує автоматичну зміну частоти обертання вентилятора залежно від температури охолоджувальної рідини, що дозволяє підтримувати оптимальний температурний режим роботи двигуна.

У результаті проведених розрахунків встановлено, що модернізація дозволяє:

- знизити витрати пального приблизно на 4 %;
- зменшити втрати потужності на привод вентилятора;
- скоротити тривалість прогрівання двигуна;
- підвищити стабільність теплового режиму;
- збільшити ресурс роботи двигуна та елементів системи охолодження.

Проведений розрахунок техніко-економічних показників підтвердив ефективність запропонованої модернізації. Річна економія коштів становить 46980 грн, а строк окупності проєкту – близько 0,56 року, що свідчить про економічну доцільність впровадження даної конструкції.

У розділі охорони праці та безпеки життєдіяльності розглянуто основні небезпечні та шкідливі фактори під час експлуатації системи охолодження та запропоновано заходи щодо забезпечення безпечних умов праці.

Запропоновану модернізацію доцільно рекомендувати для впровадження на тракторах та інших сільськогосподарських машинах, оснащених двигунами

типу Д-240, з метою підвищення їх економічності, надійності та ефективності експлуатації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Анілович В. Я., Лебедєв А. Т., Рибак В. А. Експлуатація машинно-тракторного парку. Київ : Урожай, 2008. 352 с.
2. Дідух В. Ф. Двигуни внутрішнього згоряння: теорія і розрахунок. Тернопіль : Підручники і посібники, 2004. 224 с.
3. Маслов Г. Г. Трактори і автомобілі. Київ : Вища школа, 2010. 368 с.
4. Клендій М. Б. Основи технічної експлуатації машин. Львів : Новий Світ-2000, 2012. 296 с.
5. Базаров Б. І. Теорія двигунів внутрішнього згоряння. Харків : Основа, 2005. 312 с.
6. Бойко В. С. Автоматизація технологічних процесів та системи автоматичного керування. Київ : Ліра-К, 2015. 344 с.
7. Калетнік Г. М. Паливна економічність дизельних двигунів. Вінниця : Нова Книга, 2011. 240 с.
8. Смирнов О. М. Системи охолодження двигунів внутрішнього згоряння. Харків : ХНАДУ, 2014. 198 с.
9. Роговський І. Л. Надійність машин та обладнання. Київ : ЦП «Компринт», 2018. 420 с.
10. Гутаревич Ю. Ф. Автомобільні двигуни. Київ : Арістей, 2010. 388 с.
11. Ловейкін В. С. Автоматизація мобільних енергетичних засобів. Київ : ЦП «Компринт», 2017. 276 с.
12. Савченко В. М. Системи охолодження двигунів внутрішнього згоряння. Харків : Фактор, 2015. 256 с.
13. Терещук М. Д. Трактори та автомобілі. Київ : Вища школа, 2011. 440 с.
14. Барановський В. М. Теплові режими дизельних двигунів. Львів : Сполом, 2014. 210 с.
15. Говорущенко М. Я. Технічна експлуатація автомобілів. Харків : ХНАДУ, 2013. 492 с.
16. Троян П. Д. Основи технічної експлуатації машинно-тракторного парку. Київ : Вища школа, 2015. 280 с.

17. Бажинов О. В. Теорія двигунів внутрішнього згоряння. Харків : ХНАДУ, 2016. 312 с.

18. Сокіл Я. М., Яцун С. В. Експлуатація машин і обладнання в агропромисловому виробництві. Львів : Новий Світ-2000, 2017. 356 с.

19. Дяченко М. В. Робочі процеси двигунів внутрішнього згоряння. Одеса : Астропринт, 2016. 274 с.

20. Руденко Н. М. Системи автоматичного керування транспортних машин. Харків : ХНАДУ, 2017. 301 с.

21. Методичні рекомендації для виконання та оформлення дипломного проєкту здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності Н7 (208) «Агроінженерія» / Ю.І. Панцир А.В. Рудь, С.М. Грушецький, Вік.І. Дуганець, Вас.І. Дуганець / за ред. А.В. Рудь. Кам'янець-Подільський : ЗВО «ПДУ», 2025. 68 с.

22. Жидецький В. Ц. Основи охорони праці. Львів : Афіша, 2014. 320 с.

23. НПАОП 0.00-1.62-12. Правила охорони праці на автомобільному транспорті.

24. Гандзюк М. П. Основи охорони праці. Київ : Каравела, 2011. 384 с.

25. ДСН 3.3.6.037-99. Державні санітарні норми виробничого шуму.

26. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування.

27. Кучерявий В. П. Екологія. Львів : Світ, 2010. 520 с.

28. Гутаревич Ю. Ф. Екологія та автомобільний транспорт. Київ : Арістей, 2008. 296 с.

29. Бабаченко О. І. Економіка підприємства : навч. посіб. Київ : Центр учбової літератури, 2018. 312 с.

30. Дяченко М. Д. Економіка аграрних підприємств : навч. посіб. Київ : НУБіП України, 2017. 390 с.

31. Цимбалюк С. М. Економічна ефективність технічних рішень : навч. посіб. Київ : Кондор, 2019. 240 с.

32. Шматков П. П. Основи інженерної економіки : навч. посіб. Дніпро : Акцент ПП, 2020. 300 с.

33. Мельник Л. Г. Економіка підприємства : навч. посіб. Суми : Університетська книга, 2018. 412 с.

34. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища». Київ : 2024.

35. Закон України «Про охорону праці». https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12

36. Бібліотека ЗВО «ПДУ» https://pdatu.edu.ua/naukova-biblioteka.html

37. Репозитарій університету: https://pdatu.edu.ua/repozytarii.html

38. https://technoaktyv.com.ua/

39. https://agrotehnic.com.ua/

40. https://agropostach.ua/