

Український державний університет залізничного транспорту

Кафедра машинобудування та технічного сервісу машин

**Підвищення ресурсу екскаватора Hitachi 330 шляхом
електричної обробки моторної оливи**

Пояснювальна записка і розрахунки
до дипломної роботи магістра

ПРЕ.330.00.00.000 ПЗ

Розробив: студент групи 211-БКМ-Д23
спеціальності 133 – галузеве машинобудування
(роботу виконано самостійно, відповідно до
принципів академічної доброчесності)
Андрій ДАНИЛОВ

Керівник: професор, докт. техн. наук
Сергій ВОРОНІН

Рецензент: професор, докт. техн. наук
Дмитро ПЛУГІН

Харків 2025

Український державний університет залізничного транспорту

Факультет «Будівельний»

Кафедра «Машинобудування та технічний сервіс машин»

Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»

Освітня програма «Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні, колійні машини та обладнання»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри,
професор, д-р техн. наук



Сергій ВОРОНІН

«01» жовтня 2024 р.

ЗАВДАННЯ

НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ

Данілову Андрію Володимировичу

1 Тема: «Підвищення ресурсу екскаватора Hitachi 330 шляхом електричної обробки моторної оливи»,

керівник: Воронін Сергій Володимирович докт. техн. наук, професор
затверджені розпорядженням по будівельному факультету від «30» вересня 2024 року № 10.

2 Строк подання студентом закінченої роботи: «30» грудня 2024 року.

3 Вихідні дані: 1 Базова машина – екскаватор Hitachi 330, двигун 6НК1

2 Характеристики моторних оливи екскаватора

3 Існуючі дослідження в галузі електричної обробки оливи

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

4.1 Аналіз існуючих досліджень за тематикою роботи

4.2 Фізичні передумови впливу електричної обробки оливи на зношування в трибологічних системах

4.3 Експериментальні дослідження впливу електричного поля на трибологічні характеристики моторної оливи

4.4 Техніко-економічний розрахунок

4.5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
 - 5.1 Аналіз існуючих досліджень за темою роботи - 2 листа презентації
 - 5.2 Мета та задачі дослідження - 1 лист презентації
 - 5.3 Будова та властивості граничної змащувальної плівки - 1 лист презентації
 - 5.4 Визначення товщини граничної плівки - 1 лист презентації
 - 5.5 Експериментальні дослідження - 6 листів презентації
 - 5.6 Експлуатаційні випробування ДВЗ- 1 лист презентації
 - 5.7 Промислові зразки пристроїв для електрообробки - 1 лист презентації
 - 5.8 Техніко-економічні показники - 1 лист презентації

6 Консультанти окремих розділів

Розділ	Прізвище, ініціали, посада та науковий ступінь консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Техніко-економічне обґрунтування	Токмакова І.В., професор, д.е.н.		
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Козар Л.М., доцент, к.т.н.		

7 Дата видачі завдання «30» вересня 2024 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів	Строк виконання етапів	Примітка
4.1 Аналіз існуючих досліджень за тематикою роботи	01.10.24 – 31.10.24	
4.2 Фізичні передумови впливу електричної обробки олив на зношування в трібологічних системах	15.10.24 – 31.10.24	
4.3 Експериментальні дослідження впливу електричного поля на трібологічні характеристики моторної оливи	01.11.24 – 15.12.24	
4.4 Техніко-економічний розрахунок	01.12.24 – 10.12.24	
4.5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	10.12.24 – 20.12.24	
4.6 Графічна частина	01.11.24 – 30.12.24	

Студент А.В. Данілов

Керівник С.В. Воронін

АНОТАЦІЯ

Дипломна робота складається з пояснювальної записки на 119 аркушах формату А4, що містить 18 табл., 30 рис., список джерел з 31 найм., додатки на 14 стор, а також 13 слайдів презентації.

Ключові слова: РЕСУРС, ЕКСКАВАТОР, ДИЗЕЛЬНИЙ ДВИГУН, МОТОРНА ОЛИВА, ЕЛЕКТРИЧНА ОБРОБКА, ЗНОС.

Об'єктом дослідження є процес впливу електричної обробки моторної оливи на знос деталей двигуна екскаватора Hitachi 330.

Метою дослідження є підвищення ресурсу двигуна екскаватора Hitachi 330 шляхом удосконалення системи змащування, а саме покращення мастильної здатності моторної оливи за рахунок її обробки електричним полем.

Підвищення ресурсу дизельного двигуна екскаватора Hitachi 330 досягається шляхом обґрунтування параметрів вбудованого пристрою для електричної обробки моторної оливи.

ABSTRACT

The thesis consists of an explanatory note on 119 sheets of A4 format, containing 18 tables, 30 figures, a list of sources with 31 entries, appendices on 14 pages, as well as 13 presentation slides.

Keywords: RESOURCE, EXCAVATOR, DIESEL ENGINE, MOTOR OIL, ELECTRICAL PROCESSING, WEAR.



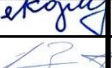
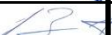
The object of the study is the process of the influence of electrical treatment of engine oil on the wear of parts of the Hitachi 330 excavator engine.

The purpose of the study is to increase the service life of the Hitachi 330 excavator engine by improving the lubrication system, namely, improving the lubricating ability of engine oil by treating it with an electric field.

Increasing the service life of the Hitachi 330 excavator diesel engine is achieved by substantiating the parameters of the built-in device for electrical treatment of engine oil.

Зміст

Вступ	7
1 Аналіз існуючих досліджень за тематикою роботи	8
1.1 Природа тертя та зношування та основні напрямки їх зменшення в трибологічних системах	8
1.2 Фазовий стан полярних присадок в базових оливах та його вплив на протизношувальну та антифрикційну дію	29
Висновки до розділу 1. Мета та задачі дослідження	42
2 Фізичні передумови впливу електричної обробки олив на зношування в трибологічних системах	44
3 Експериментальні дослідження впливу електричного поля на трибологічні характеристики моторної оливи	49
3.1 Дослідження товщини граничної плівки на поверхнях деталей ДВЗ	49
3.2 Дослідження процесу зношування деталей ДВЗ при електричній обробці моторної оливи	63
3.3 Рекомендації щодо застосування електричної обробки оливи в ДВЗ мобільних машин	67
4 Розрахунок економічного ефекту від застосування екскаватора із модернізованим двигуном	71
4.1 Мета роботи	71
4.2 Визначення витрат на придбання машини та її модернізацію	71
4.3 Розрахунок продуктивності машин	73
4.4 Розрахунок вартості машино - години роботи машин	75
4.5 Розрахунок економічного ефекту	82

					ПРЕ.330.00.00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Данілов			Літ.	Арк.	Акрушіє
Перевір.		Воронін				5	119
Реценз.					УкрДУЗТ		
Н. Контр.		Козар					
Затверд.		Воронін					
					<i>Підвищення ресурсу екскаватора Hitachi 330 шляхом електричної обробки моторної оливи</i>		

5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	87
5.1 Коротка характеристика машини	87
5.2 Аналіз умов праці при експлуатації машини	88
5.3 Заходи з охорони праці	90
5.4 Надзвичайні ситуації та подолання їх наслідків	92
5.5 Визначення уражальної дії повені в умовах надзвичайної ситуації, пов'язаної з високим рівнем води	97
Основні результати та висновки	100
Список використаних джерел	101
Додатки	105

						Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основні результати та висновки

1. Одним з перспективних напрямів підвищення ресурсу двигуна екскаватора Hitachi 330 є покращення мастильної здатності оливи, яке сьогодні реалізують додаванням присадок, однак присадки, за певних концентрацій не відповідають умові ефективного формування граничної мастильної плівки. Таким чином, стосовно моторних олів ДВЗ найбільш ефективним методом є електрична обробка олів із присадками в пристроях, вбудованих в систему змащування.

2. Зношування деталей ДВЗ залежить від товщини граничної плівки присадок, яка формується на поверхнях тертя та складається з декількох шарів кристалічної будови – від твердого до рідкого кристалу. Кожен такий шар має власну товщину та несучу здатність.

3. Встановлено, що із зростанням концентрації присадки в моторній оливі від 0 до 0,4 % інтенсивність зношування зменшується нелінійно, та її зменшення досягає до 2,8 рази за умови зміни фазового стану присадки під дією зовнішнього електричного поля. При застосуванні трикомпонентної присадки, зі зростанням концентрації від 0 до 0,2 %, інтенсивність зношування пар тертя зменшується приблизно до 3 разів. Таким чином, при використанні електричної обробки моторних олів можна досягти відповідного підвищення ресурсу двигуна екскаватора.

4. Економічні розрахунки вартості машино-години та економічного ефекту у сфері експлуатації модернізованого екскаватора Hitachi-330 у порівнянні з базовим варіантом, показали що, модернізована машина є економічно вигіднішою. Собівартість машино-години використання модернізованого варіанту склала 1978 грн., що на 120 грн. менше ніж у базового, а приріст економічного ефекту за 10 років склав 2 659 000 грн. Строк повернення одноразових витрат не змінився та для обох варіантів складає 2 роки.

Список використаних джерел

1. Ахматов А. С. Молекулярна фізика граничного тертя [Текст] / А. С. Ахматов. – : Фізматгіз, 1963. – 472 с.
2. Чичинадзе А. В. Довідник з триботехніки [Текст]. В 3 т. Т. 1. Теоретичні основи / А. В. Чичинадзе, М. Хебда. – Машинобудування, 1989. – 400 с.
3. ДСТУ 2823 – 94. Зносостійкість виробів тертя, зношування та мащення. Терміни та визначення [Текст] : видання офіційне. – Затв. і введ. 1994–31–10. – К. : Держстандарт України, 1995. – 31 с.
4. Фукс Г. И. Про фізико-хімію мастильної дії [Текст] / Г. И. Фукс // Фізико-хімічна механіка матеріалів. – 1967. – №3. – С.540 – 547.
5. Лисіков Є. М. Надмолекулярні структури рідких мастильних середовищ та їх вплив на знос технічних систем [Текст]: монографія / Є.М. Лисіков, В. Б. Косолапов, С. В. Воронін. – Харків : ЕДЕНА, 2009. – 274 с.
6. Нанотехнології на залізничному транспорті [Текст] : навч. посіб. / Є. М. Лисіков, С. В. Воронін, О. О. Скорик, Д. В. Онопрейчук. – Харків : ДІСА ПЛЮС, 2013. – 212 с.
7. Підвищення ресурсу технічних систем шляхом використання електричних та магнітних полів [Текст] / Є. Є. Александров, І. А. Кравець, Є. М. Лисіков [та інші]. – Харків : НТУ «ХП», 2006. – 544 с.
8. Палива, мастильні матеріали, технічні рідини. Асортимент і застосування [Текст]: довідник / И. Г. Анісімов, К. М. Бадиштова, С. А. Бнатов [та інші.] ; під ред. В. М. Школьников. – Хімія, 1989. – 432 с.
9. Ашуров А. В. Використання зовнішніх силових полів для покращення якості мастильних матеріалів [Текст] / А. В. Ашуров, З. И. Сюняєв, В. Е. Іванковський // Хімія і технологія палив і олив. – Хімія, 1988. – С. 34 – 41.

10. Яворський Б.М. Довідник з фізики. [Текст] /Яворський Б.М., Детлаф А.А. – Фізмат, 1971. – 940с.
11. ГОСТ 12.0.003-74. ССБТ. Небезпечні та шкідливі виробничі фактори. Класифікація [Текст]. – Увед. 1976–01–01. – Вид-во стандартів, 2004. – 4 с.
12. ДСТУ БА.3.2-15:2011. Норми освітлення будівельних майданчиків [Текст]. – На заміну ГОСТ 12.1.046–85 ; чинний з 2012–12–01. – К. : Мінрегіонбуд України, 2007. – 12 с.
13. ГОСТ 12.2.062-81 ССБТ Обладнання виробниче. Огорожі захисні. [Текст]. – Увед. 1983-07-01. – Вид-во стандартів, 1996. – 16 с.
14. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації [Електронний ресурс] : ДСН 3.3.6.039-99 : затв. М-вом охорони здоров'я України 01.12.1999. – Режим доступу: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1862>.
15. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони [Текст]. – Увед. 1989-01-01. – Вид-во стандартів, 2002. – 72 с.
16. ГОСТ 12.1.003-83. ССБТ. Шум. Загальні вимоги безпеки [Текст]. – Увед. 1984-07-01. – Вид-во стандартів, 2002. – 10 с.
17. ГОСТ 12.1.029-80 Засоби та методи захисту від шуму. Класифікація. [Текст]. – Увед. 1982-07-01. – Вид-во стандартів, 2001. – 10 с.
18. ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ Шкідливі речовини. Класифікація і загальні вимоги безпеки. [Текст]. – Увед. 1976–01–01. – Вид-во стандартів, 2004. – 4 с.
19. Кодекс цивільного захисту України [Електронний ресурс] : [затв. Верховною Радою України 2 жовт. 2012 р. : офіц. текст станом на 20 черв. 2013 р.]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/5403-17/page>.

20. Національний класифікатор України. Класифікатор надзвичайних ситуацій [Текст] : ДК 019:2010 : чинний від 2010–10–11. – К. : Держспоживстандарт України, 2010. – 19 с.

21. Класифікаційні ознаки надзвичайних ситуацій [Електронний ресурс] : затв. М-вом надзвичайних ситуацій України 12.12.2012. – Режим доступу : <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/z0040-13> .

22. Правила пожежної безпеки в Україні [Текст] : НАПБ А.01.001-2004 : затв. М-вом України з питань надзвичайних ситуацій 19.10.2004 // Офіційний вісник України. – 2004. – № 45. – С. 111.

23. Правила улаштування електроустановок [Електронний ресурс] : затв. Міненерговугілля України 21.07.2017. – Режим доступу : <https://ua.energy/wp-content/uploads/2018/06/%D0%9F%D0%A3%D0%95.pdf> (дата звернення: 26.10.2024).

24. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ [Текст] : ДБН В.1.2-14-2009 : затв. Мінрегіонбудом України 30.12.2008. – К. : Мінрегіонбуд України, 2009. – 43 с.

25. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі [Текст] : ДБН В. 1.1-12:2006. – На зміну СНІП П-7-81 ; затв. Мінбудом України 23.08.2006. – К. : Укрархбудінформ, 2006. – 80 с.

26. Про пожежну безпеку [Електронний ресурс] : закон України: [офіц. текст : станом на 12 берез. 2011 р.]. – Режим доступу : <http://zakon1.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=3745-12&c=1#Public> .

27. Інструкція про порядок створення та організацію діяльності добровільної пожежної дружини (команди) [Електронний ресурс] : затв. М-вом України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи 24.12.2009. – Режим доступу : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0171-10> .

28. Кодекс цивільного захисту України [Електронний ресурс] : [затв. Верховною Радою України 2 жовт. 2012 р. : офіц. текст станом на 20 черв. 2013 р.]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/5403-17/page>.

29. ГОСТ 12.1.004-91.ССБТ. Пожежна безпека. Загальні вимоги. – Увед. 1992–07–01. – Вид-во стандартів, 2006. – 78 с.

30. Норми оснащення об'єктів і рухомого складу залізничного транспорту пожежною технікою та інвентарем [Текст]: ЦУО-0023 НАПБ 03.004-2002: затв. М-вом трансп. України 09.07.2002. – К.: Пожінформтехніка, 2002. – 116 с.

31. Михайлюк В. О., Халмурадов Б. Д. Цивільна безпека : навч. посіб. для студентів вищ. навч. закл. Київ : Центр учбової літератури, 2008. 158 с.