

Український державний університет залізничного транспорту

Кафедра машинобудування та технічного сервісу машин

## УДОСКОНАЛЕННЯ ПАЛИВНОЇ СИСТЕМИ ЕКСКАВАТОРА НІТАСНІ 330

Пояснювальна записка та розрахунки  
до дипломної роботи магістра

ПДП 250.00.00.000 ПЗ

Розробив:

студент групи 211-БКМ-Д23

спеціальності 133 – галузеве машинобудування  
(роботу виконано самостійно, відповідно до  
принципів академічної доброчесності)

Єгор БОЙЧЕНКО

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**  
Бойченку Єгору Павловичу

1. Тема роботи «УДОСКОНАЛЕННЯ ПАЛИВНОЇ СИСТЕМИ ЕКСКАВАТОРА НІТАСНІ 330» та керівник Воронін Сергій Володимирович, д.т.н., професор затверджені розпорядженням по будівельному факультету від «30» вересня 2024 р. № 10.
2. Строк подання студентом закінченої роботи «30» грудня 2024 року.
3. Вихідні дані:
  - 3.1 Базова машина: екскаватор Hitachi 330 з дизельним двигуном ISUZU6HK1;
  - 3.2 Дизельне паливо: стандарт EN 590, Євро 2...5 на вибір;
  - 3.3 Вхідна та вихідна температура:  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):
  - 4.1 Аналіз літератури по низькотемпературним властивостям та засобам підігріву дизельних палив. Формулювання мети та задач роботи.
  - 4.2 Дослідження параметрів та розробка конструкції проточного нагрівача дизельного палива екскаватора Hitachi-330
  - 4.3 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях
  - 4.4 Техніко-економічний розрахунок
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
  - 5.1 Аналіз конструкції екскаватора Hitachi-330 – 1 лист А1
  - 5.2 Низькотемпературні властивості дизельних палив – 1 лист А1
  - 5.3 Аналіз існуючих конструкцій підігрівачів ДП – 2 листа А1

5.4 Обґрунтування місця встановлення підігрівача в паливну систему дизеля екскаватора – 1 лист А1

5.5 Розробка конструкції підігрівача – 1 лист А1





5.6 Складальне креслення підігрівача – 1 лист А1

5.7. Відомість матеріалів та комплектуючих – 1 лист А1

5.8. Загальний вигляд та технічна характеристика підігрівача – 1 лист А1

5.9 Техніко-економічні показники – 1 лист А1

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Дата, підпис	
		завдання видав	завдання прийняв
Техніко-економічний розрахунок	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

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз літератури по низькотемпературним властивостям та засобам підігріву дизельних палив. Формулювання мети та задач роботи.	01.10.24 – 31.10.24	
2	Дослідження параметрів та розробка конструкції проточного нагрівача дизельного палива екскаватора Hitachi-330	01.11.24 – 30.11.24	
3	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	01.12.24 – 15.12.24	
4	Техніко-економічний розрахунок	16.12.24 – 30.12.24	
5	Розробка графічного (ілюстративного) матеріалу	01.11.24 – 30.12.24	

Студент



Є.П. Бойченко

Керівник роботи



С.В. Воронін

## АНОТАЦІЯ

Дипломна робота складається з пояснювальної записки на 93 аркушах формату А4, що містить 16 табл., 26 рис., список джерел з 21 найм., додатки на 11 стор, а також 10 слайдів презентації.

Ключові слова: ЕКСКАВАТОР, ДИЗЕЛЬНИЙ ДВИГУН, ПАЛИВО, ПАРАФІН, ФІЛЬТРУВАЛЬНА ЗДАТНІСТЬ, ПІДІГРІВАЧ.

Об'єктом дослідження є покращення фільтрувальної здатності дизельного палива при його підігріві в системі подачі палива.

Метою дослідження є забезпечення стабільної безперервної роботи екскаватора Hitachi 330 на об'єкті в зимовий період шляхом встановлення в систему подачі палива проточного підігрівача.

Основним завданням роботи є розробка та дослідження параметрів проточного підігрівача палива, обґрунтування місця його встановлення в систему подачі палива двигуна екскаватора.

## ABSTRACT

The thesis consists of an explanatory note on 93 sheets of A4 format, containing 16 tables, 26 figures, a list of sources with 21 entries, appendices on 11 pages, as well as 10 presentation slides.

Keywords: EXCAVATOR, DIESEL ENGINE, FUEL, PARAFFIN, FILTERING CAPACITY, HEATER.





The object of the research is to improve the filtering ability of diesel fuel when it is heated in the fuel supply system.

The purpose of the research is to ensure stable continuous operation of the Hitachi 330 excavator at the facility in the winter by installing a flow heater in the fuel supply system.

The main task of the work is to develop and study the parameters of the flow heater, justify the location of its installation in the fuel supply system of the excavator engine.

## Зміст

Вступ	7
1 Аналіз літератури по низькотемпературним властивостям та засобам підігріву дизельних палив	8
1.1 Особливості експлуатації дизелів мобільних машин в зимовий період	8
1.2 Процес кристалізації н-парафинів і методи поліпшення низькотемпературних властивостей дизельного палива	10
1.3 Аналіз конструкцій підігрівачів дизельного палива	30
Висновки по розділу 1. Мета та задачі роботи	42
2 Дослідження параметрів та розробка конструкції проточного нагрівача дизельного палива екскаватора Hitachi-330	43
2.1 Визначення потужності нагрівача	43
2.2 Визначення гідравлічних втрат в нагрівачі	45
2.3 Конструкція та технічні характеристики розробленого нагрівача	48
3 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	52
3.1 Коротка характеристика об'єкту проектування	52
3.2 Аналіз умов праці	53
3.3 Заходи з охорони праці	55
3.4 Надзвичайні ситуації та подолання їх наслідків	57
3.4.1 Надзвичайні ситуації, причини їх виникнення та наслідки	57
3.4.2 Пожежна безпека	59
3.5 Визначення ступеня руйнувань будівель в умовах надзвичайної ситуації, пов'язаної з землетрусом	59

					ПДП 250.00.00.000 ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Удосконалення паливної системи екскаватора Hitachi 330			Літ.	Арк.	Акрушіє	
Розроб.	Бойченко									5	93
Перевір.	Воронін										
Н. Контр.	Козар										
Затверд.	Воронін										
					УкрДУЗТ Кафедра МТСМ						

4 Розрахунок економічного ефекту від застосування модернізованого екскаватора Hitachi 330	64
4.1 Мета роботи	64
4.2 Визначення витрат на придбання машини та її модернізацію	64
4.3 Розрахунок продуктивності машин	67
4.3.1 Розрахунок продуктивності екскаватора до модернізації	67
4.3.2 Розрахунок продуктивності модернізованого екскаватора	68
4.4 Розрахунок вартості машино – години	69
4.4.1 Розрахунок вартості машино – години роботи екскаватора до модернізації	69
4.4.2 Розрахунок вартості машино – години роботи екскаватора після модернізації	72
4.5 Розрахунок економічного ефекту	75
Висновки по роботі	80
Список використаних джерел	81
Додаток А. Ілюстративний матеріал	85

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

## Висновки по роботі

1. В роботі обґрунтована необхідність впровадження додаткового обладнання для зимового підігріву дизельного палива екскаваторів та іншої землерийної техніки.

2. Запропонована конструкція проточного підігрівача дизельного палива для екскаватора Hitachi – 330, оснащеного дизелем IsuzuБНК1. Підігрівач складається з корпусу, ізоляційної вставки (кожуху), теплоелектричного нагрівача, електричного реле 24 В та теплового реле як елемента запобігання перегріву.

3. Розроблений підігрівач монтується в паливний трубопровід перед фільтрами тонкого очищення та в зимовий період експлуатації підвищує температуру палива на 20 °С при максимальній потужності, що призводить до розігріву палива вище точки помутніння.

4. Використання розробленого підігрівача дозволяє зменшити простой техніки внаслідок зупинок при засорінні фільтрів кристалами парафінів, що збільшує їх продуктивність на 7,15 %. Техніко-економічний розрахунок показав приріст економічного ефекту в сфері експлуатації екскаватора на 3 261 660 грн., що підтверджує доцільність впровадження запропонованого підігрівача.

5. Розроблені заходи з охорони праці при роботі екскаватора, а також безпеки в умовах надзвичайної ситуації, пов'язаної з землетрусом.

						Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Список використаних джерел

1 Правила експлуатації колісних транспортних засобів. Наказ Міністерства інфраструктури України від 26.07.2013 № 550. (Чинний з 07.10.2013).

2 Фізико-хімія паливно-мастильних матеріалів: [монографічний підручник (спеціальний курс лекцій)] [за ред. Г. О. Сіренка] / Г. О. Сіренко, В. І. Кириченко, І. В. Сулима. – Івано-Франківськ : Супрун В. П., 2017 – 508 с.

3 Волков В.П. Системи прогріву двигунів внутрішнього згорання: основи функціонування: монографія / В.П. Волков, І.В. Грицук, Ю.Ф. Гутаревич, та інші. – Донецьк: Вид-во «Ноулідж», 2015.- 314с.

4 ДСТУ 2293:2014. Охорона праці. Терміни та визначення основних понять. Чинний від 2015–05–01. Київ : Мінекономрозвитку, 2015. 18 с. Також доступний у PDF: URL: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id\\_doc=61781](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=61781) (дата звернення: 31.10.2024).

5 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку : ДСН 3.3.6.037-99 : затв. МОЗ України 01.12.1999 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va037282-99#Text> (дата звернення: 31.10.2024).

6 Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації : ДСН 3.3.6.039-99 : затв. МОЗ України 01.12.1999 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va039282-99#Text> (дата звернення: 31.10.2024).

7 ДСТУ ГОСТ 12.4.041:2006. Засоби індивідуального захисту органів дихання фільтрувальні. Загальні технічні вимоги. Чинний від 2007–01–01. Київ : Держспоживстандарт України, 2007. 10 с. Також доступний у PDF: URL: [https://dnaop.com/html/1728/doc-%D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3\\_%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2\\_12.4.041\\_2006](https://dnaop.com/html/1728/doc-%D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3_%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2_12.4.041_2006) (дата звернення: 31.10.2024).

						Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



8 ДСТУ EN 626-1:2014. Безпечність машин. Зниження ризику для здоров'я, спричинюваного небезпечними речовинами, що їх виділяють машини. Частина 1. Принципи і технічні вимоги для виробників машин. Чинний від 2016–01–01. URL: [http://ksv.do.am/GOST/DSTY\\_ALL/DSTY3/dsty\\_en\\_626-1-2003.pdf](http://ksv.do.am/GOST/DSTY_ALL/DSTY3/dsty_en_626-1-2003.pdf) (дата звернення: 31.10.2024).

9 Гігієнічні регламенти хімічних речовин у повітрі робочої зони : затв. МОЗ України 04.07.2020 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0741-20#Text> (дата звернення: 31.10.2024).

10 ДСТУ EN 953:2014. Безпечність машин. Огорожі. Загальні вимоги до проектування і конструювання нерухомих та рухомих огорож ; (EN 953:1997+A1:2009, IDT). Чинний від 2016–01–01. URL: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id\\_doc=89715](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=89715) (дата звернення: 31.10.2024).

11 Правила охорони електричних мереж : затв. Кабінетом Міністрів України 27.12.2023 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1455-2022-%D0%BF#n11> (дата звернення: 31.10.2024).

12 Правила охорони ліній електрозв'язку : затв. Кабінетом Міністрів України 29.01.1996 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/135-96-%D0%BF> (дата звернення: 31.10.2024).

13 Кодекс цивільного захисту України : затв. Верховною Радою України 02.10.2012 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17#Text> (дата звернення: 26.11.2023).

14 Національний класифікатор України. Класифікатор надзвичайних ситуацій : ДК 019:2010 : чинний від 2011–01–01 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL:

						Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

<https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va457609-10#Text> (дата звернення: 31.10.2024).

15 Класифікаційні ознаки надзвичайних ситуацій : затв. МВС України 06.08.2018 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0969-18#Text> (дата звернення: 31.10.2024).

16 Правила пожежної безпеки в Україні : НАПБ А.01.001-2014 : затв. МВС України 30.12.2014 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0252-15#Text> (дата звернення: 31.10.2024).

17 Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок: НПАОП 40.1-1.32-01 : затв. Мінпраці України 21.06.2001 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0272203-01#Text> (дата звернення: 31.10.2024).

18 Інженерний захист територій, будівель і споруд від зсувів та обвалів. Основні положення : ДБН В.1.1-46:2017 : затв. Мінрегіонбудом України 25.04.2017. URL: <http://surl.li/dvojl> (дата звернення: 31.10.2024).

19 Норми оснащення об'єктів і рухомого складу залізничного транспорту пожежною технікою та інвентарем : ЦУО-0023 НАПБ 03.004-2002 : затв. Мінтрансом України 09.07.2002. URL: [http://wmzdoroga.at.ua/\\_ld/1/122\\_0-0023.pdf](http://wmzdoroga.at.ua/_ld/1/122_0-0023.pdf) (дата звернення: 31.10.2024).

20 Васійчук В. О., Гончарук В. Є., Качан С. І., Мохняк С. М. Основи цивільного захисту : навч. посіб. Львів : Вид-во Нац. ун-ту «Львівська політехніка», 2010. 417 с. Також доступний у PDF: URL: [https://dut.edu.ua/uploads/1\\_1672\\_87262937.pdf](https://dut.edu.ua/uploads/1_1672_87262937.pdf) (дата звернення: 31.10.2024).

21 Боровик Ю. Т., Назаренко І. Л. Методичні вказівки до виконання економічної частини дипломного проекту для студентів спеціальності 7.090214 «Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні, меліоративні машини та обладнання». Харків: УкрДАЗТ, 2012. 46 с. Також доступний у PDF: URL : <http://lib.kart.edu.ua/handle/123456789/5842> (дата звернення: 05.11.2023).

						Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		