

Український державний університет залізничного транспорту

Кафедра машинобудування та технічного сервісу машин

РОЗРОБКА ЗМІННОГО РОБОЧОГО УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ РОБІТ НА БАЗІ ГІДРАВЛІЧНОГО ЕКСКАВАТОРА

Пояснювальна записка та розрахунки
до дипломної роботи магістра

МТСМ 4321.00.00.00.000 ПЗ

Розробив студент групи 215-БКМ-323
спеціальності 133 – Галузеве машинобудування
(роботу виконано самостійно, відповідно до
принципів академічної доброчесності)
Сергій БЄЛЯЄВ

Керівник: к-т техн. наук, доцент
Вікторія СЕМЕНОВА-КУЛІШ

Рецензент: к-т техн. наук, доцент
Олег КАЛІНІН

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 Беляєву Сергію Олексійовичу

1. Тема роботи «Розробка змінного робочого устаткування для відновлювальних робіт на базі гідравлічного екскаватора» та керівник роботи Семенова-Куліш Вікторія Володимирівна, к-т техн. наук, доцент

затверджені розпорядженням по будівельному факультету від «30» вересня 2024 р. № 11.

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

3. Вихідні дані: Екскаватор ЕО 4321

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





- 1 Техніко-економічне обґрунтування доцільності розробки
- 2 Опис конструкції машини і технології проведення робіт
- 3 Розрахунок екскаватора ЕО-4321 з робочим устаткуванням затискач
- 4 Об'ємний гідропривод екскаватора
- 5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях
- 6 Техніко-економічний розрахунок

5. Перелік графічного матеріалу

- 1 Патентний пошук (А1)
- 2 Загальний вигляд екскаватора ЕО 4321 (А1)
- 3 Затискач (2 шт. А1)
- 4 Втулка (2 шт А4)

- 5 Кришка (А4)
- 6 Наконечник (А4)
- 7 Ніж рухомий (А2)
- 8 Вісь рухомого ножа (А3)
- 9 Схема гідравлічна (А1)
- 10 Вісь гідроциліндра (2 шт. А4)
11. Стійкість (А3)
12. Технологія виконання робіт (А1)
13. Техніко-економічні розрахунки (А1)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали, посада та науковий ступінь консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розрахунок економічного ефекту	Токмакова І.В., професор, д-р екон. наук		
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Козар Л.М., доцент, канд. техн. наук		

7. Дата видачі завдання «30» вересня 2024 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів	Строк виконання етапів	Примітка
1 Техніко-економічне обґрунтування доцільності розробки	10.10.2024	
2 Розрахунок екскаватора ЕО-4321 з робочим устаткуванням затискач	27.10.2024	
3 Об'ємний гідропривод екскаватора	10.11.2024	
4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	20.11.2024	
5 Розрахунок економічного ефекту	1.12.2024	
6 Графічна частина	12.12.2024	
7 Рецензування. Попередній захист	20.12.2024	

Студент



Сергій БЕЛЯЄВ

Керівник роботи



Вікторія СЕМЕНОВА-КУЛИШ

АНОТАЦІЯ

Дана кваліфікаційна робота включає в себе 13 слайдів презентації, 101 аркуш пояснювальної записки формату А4, що включає 26 рисунків, 9 таблиць, 27 літературних джерел.

Ключові слова: ЗАХОПЛЮВАЧ, ГІДРАВЛІЧНИЙ ЕКСКАВАТОР, ГІДРАВЛІЧНИЙ ПРИВОД, ВІДНОВЛЮВАЛЬНІ РОБОТИ.

Об'єктом дослідження є гідравлічний екскаватор з змінним навісним робочим устаткуванням з гідравлічним приводом.

Метою дослідження є розширення можливостей роботи екскаватора та підвищення продуктивності та маневреності при виконанні завдань з ліквідації наслідків лих воєнного, техногенного чи природнього характеру.

У кваліфікаційній роботі проведенні розрахунки додаткового навісного обладнання «затискач». Зокрема розрахунок металоконструкції, гідравлічного приводу керування, а також розрахунки на стійкість екскаватора з новим робочим обладнанням.

Розроблено додаткове навісне обладнання для виконання специфічного роду робіт

Визначено, що розроблене навісне обладнання дає можливість без додаткових робіт та обладнання розбирати завали та руйнування, руйнувати залишки споруд та одразу вантажити їх на транспортний засіб.

ABSTRACT

This qualification work includes 13 presentation slides, 101 sheets of explanatory notes in A4 format, including 26 figures, 9 tables, 27 literary sources.

Keywords: GRABBER, HYDRAULIC EXCAVATOR, HYDRAULIC DRIVE, RECOVERY WORKS,

The object of the study is a hydraulic excavator with replaceable mounted working equipment with a hydraulic drive.

The purpose of the study is to expand the capabilities of the excavator and increase productivity and maneuverability when performing tasks to eliminate the consequences of disasters of a military, man-made or natural nature.

The qualification work includes calculations of additional mounted equipment "clamp". In particular, the calculation of the metal structure, hydraulic control drive, as well as calculations for the stability of the excavator with new working equipment.

Additional attachments have been developed to perform a specific type of work.

It has been determined that the developed attachments make it possible to dismantle rubble and debris, destroy the remains of structures and immediately load them onto a vehicle without additional work and equipment.

Зміст

	Вступ	7
1	Техніко-економічне обґрунтування доцільності розробки	9
1.1	Огляд патентних рішень	9
1.1.1	Робоче обладнання екскаватора з гідравлічним приводом	9
1.1.2	Будівельний маніпулятор	22
1.1.3	Пристрої для виконання земляних і навантажувально-розвантажувальних робіт	23
1.2	Аналіз патентних рішень	30
1.3	Удосконалення, що пропонується	30
2	Опис конструкції машини і технології проведення робіт	32
3	Розрахунок екскаватора ЕО-4321 з робочим устаткуванням затискач	34
3.1	Механізм підйому стріли	34
3.2	Механізм повороту затискача	38
3.3	Розрахунок зусиль в робочому устаткуванні	40
3.3.1	Розрахунок зусиль в гідроциліндрі робочого устаткування	40
3.3.2	Визначення зусиль в поворотному механізмі	42
3.4	Розрахунок елементів робочого устаткування на міцність	43
3.4.1	Розрахунок осі повороту рухомого ножа	43
4.	Об'ємний гідропривод екскаватора	44
4.1	Опис гідросистеми екскаватора	44
4.2	Розрахунок гідроциліндра ножа	47
4.3	Розрахунок шиберного поворотного гідродвигуна	49
4.4	Розрахунок стійкості екскаватора з новим робочим обладнанням	52

					ДП 4321.00.00.00. 000-ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розробка змінного робочого устаткування для відновлювальних робіт на базі гідравлічного екскаватора			Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				5	101	
Перевір.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				УкрДУЗТ		
Н. Контр.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Затверд.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	56
5.1	Коротка характеристика об'єкту проектування	56
5.2	Аналіз умов праці	56
5.3	Заходи з охорони праці	58
5.4	Надзвичайні ситуації та подолання їх наслідків	59
5.4.1	Надзвичайні ситуації, причини їх виникнення та наслідки	59
5.4.2	Пожежна безпека	61
5.5	Визначення ступеня руйнувань будівель в умовах надзвичайної ситуації, пов'язаної з землетрусом	62
6	Розрахунок економічного ефекту від застосування модернізованого екскаватора ЕО-4321	66
6.1	Мета роботи	66
6.2	Визначення витрат на придбання машини та її модернізацію	66
6.3	Розрахунок продуктивності машин	70
6.4	Розрахунок вартості машино - години роботи машин	72
6.5	Розрахунок економічного ефекту	76
	Висновки	81
	Список використаних джерел	82
	Додаток А Ілюстративний матеріал	85

					<i>ДП 4321.00.00.00. 000-ПЗ</i>	Арк.
						6
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Висновки

В дипломній роботі розроблений захоплювач, який є змінним робочим обладнанням для гідравлічного екскаватора EO-4321.

Підсумовуючи можна сказати, що на даний час є актуальним наявність робочих органів яке б дало змогу виконувати роботи виключно за допомогою робочого обладнання, тобто без циклу перебезування чи то повороту машини (поворотна платформа екскаватора).

Простота конструкції дає змогу значно розширити можливості застосування екскаватора.

За допомогою захоплювача екскаватор може виконувати такі роботи:

- розбирати завали та руйнування;
- руйнувати залишки цеглянобетонних споруд та навантаження їх шматків (уламків) на транспортний засіб;
- проводити маніпуляційні дії з вантажем.

Виконання завдань з ліквідації наслідків обстрілів чи інших ситуацій передбачає велику кількість різних робіт, які можуть часто періодично повторюватись. Це потребує постійного переналадження або ж заміну начіпного робочого обладнання. Екскаватори з змінним робочим обладнанням типу захоплювача при виконанні такого роду робіт мають значні переваги в порівнянні з традиційними машинами за рахунок швидкого пристосування до різнотипових робіт в умовах обмеженого простору.

У дипломній роботі виконані розрахунки гідравлічного приводу, металоконструкцій робочого обладнання та річного економічного ефекту, а також розглянуті питання охорони праці.

					<i>ДП 4321.00.00.00. 000-ПЗ</i>	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаних джерел

1. Машины для земляних робіт : навч. посіб. / Л. А. Хмара, С. В. Кравець, В. В. Нічке [та ін.] ; під заг. ред. проф. Л. А. Хмари та проф. С. В. Кравця. - Рівне ; Дніпропетровськ ; Харків, 2010. - 575 с.

2. Вибір машин і механізмів для земляних робіт : навч. посіб. / М. М. Ткачук, В. П. Кизима, А. Г. Куковськийза [та ін.] ; за ред. В. П. Кизими. – Рівне : НУВГП, 2013. – 240 с.

3. Вибір машин і механізмів для земляних робіт : навч. посіб. / М. М. Ткачук, В. П. Кизима, А. Г. Куковськийза [та ін.] ; за ред. В. П. Кизими. – Рівне: НУВГП, 2013. – 240 с.

4. Мобіло Л.В. Будівельна техніка: електронний навчальний посібник. – Рівне: НУВГП, 2013. – 185 с. URL: [Microsoft Word - Pidr BUD](#) (дата звернення: 12.10.2024).

5. Проектування машин для земляних робіт. Машины для розпушення міцних і мерзлих ґрунтів: Методичні вказівки до виконання курсового і дипломного проєктів. / С.О. Карпушин С.Л. Хачатурян – Кіровоград. Кіровоградський національний технічний університет, 2006. – 46 с.

6. Машины для земляних робіт/ Баладінський В., Гаркавенко О., Кравець С., Русан І., Фомін А.- Рівне, 2000. – 124 с.

7. Приводи машин : навч. посібник. / Стоцько З.А., Бурек Я. Львів : Львівська політехніка, 2018, 152 с.

8. Сукач М.К. Раціональні параметри землерийно-дорожніх машин [Текст]: Навчальний посібник / М.К. Сукач, Є.В. Горбатюк. – К.:КНУБА., 2009. – 139с.

9. Сукач М.К. Ефективність застосування землерийно-дорожніх машин: Навчальний посібник / М.К. Сукач. – К.:КНУБА., 2010. – 84с.

10. Сукач М.К. Розрахунок конструкцій землерийно-дорожніх машин: Навчальний посібник / М.К. Сукач, О.А. Марченко. – К.:КНУБА., 2008. – 142с.

11. Холодов А.М., Землерийно транспортні машини [Текст]: Довідник / А.М Холодов, В.В. Нічке, Л.В. Назаров. - Харків: Вища школа. Видавництво при Харківському університеті, 1982

					ДП 4321.00.00.00. 000-ПЗ	Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

12. Баловнев В.И. Підвищення продуктивності машин для земляних робіт / В.И. Баловнев, Л.А. Хмара. – К.: Будівельник, 1988. – 152 с.

13. Проектування машин для земляних робіт [Текст] / під ред. А.М. Холодова. – Х.: Вища школа. 1986. - 272 с.

14. Хмара, Л. А. Модернізація і підвищення продуктивності будівельних машин / Л. А. Хмара, Н. П. Колесник, В. П. Станевский. – К.: Будівельник, 1992. – 152 с.

15 Ворожбіян М. І., Шапка О. В., Козодой Д. С. Методичні вказівки до розроблення розділу «Охорона праці» в дипломних проектах. Харків: УкрДАЗТ, 2010. 17 с.

16 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку : ДСН 3.3.6.037-99 : затв. МОЗ України 01.12.1999 // База даних «Нормативно-директивні документи МОЗ України». URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1789> (дата звернення: 15.11.2021).

17 Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації : ДСН 3.3.6.039-99 : затв. МОЗ України 01.12.1999 // База даних «Нормативно-директивні документи МОЗ України». URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1862> (дата звернення: 15.11.2021).

18 Порядок проведення медичних оглядів працівників певних категорій : затв. МОЗ України 21.05.2007. // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0846-07> (дата звернення: 15.11.2024).

19 Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці : НПАОП 0.00-4.12-05 : затв. Держнаглядохоронпраці 26.01.2005 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0231-05> (дата звернення: 15.11.2024).

20 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–

										ДП 4321.00.00.00. 000-ПЗ	Арк.
											83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

01–01. URL: http://ksv.do.am/GOST/DSTY_ALL/DSTY3/dsty_en_626-1-2003.pdf (дата звернення: 15.11.2024).

21 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень: ДСН 3.3.6.042-99 : затв. МОЗ України 01.12.1999 // База даних «Нормативно-директивні документи МОЗ України». URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972> (дата звернення: 15.11.2024).

22 Правила охорони електричних мереж : затв. Кабінетом Міністрів України 04.03.1997 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/209-97-%D0%BF> (дата звернення: 07.09.2024).

23 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: 07.09.2024).

24 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: 15.11.2024).

25 Національний класифікатор України. Класифікатор надзвичайних ситуацій: ДК 019:2010: чинний від 2011–01–01 // Інформ.-правова система «ЛІГА–ЗАКОН». URL: http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/ST001982.html (дата звернення: 15.11.2024).

26 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_O-0023.pdf (дата звернення: 15.11.2024).

27. Боровик Ю. Т. Методичні вказівки до виконання економічної частини дипломного проекту для студентів спеціальності 7.090214 «Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні, меліоративні машини і обладнання» усіх форм навчання [Текст] / Ю. Т. Боровик, І. Л. Плетникова, О. І. Яковлев. – Х. : УкрДАЗТ, 2008. – 31 с.

					ДП 4321.00.00.00. 000-ПЗ	Арк.
						84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		