

ХЕРСОНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТРАНСПОРТУ

КАФЕДРА АВТОМАТИЗАЦІЇ, РОБОТОТЕХНІКИ І МЕХАТРОНІКИ

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи магістра

на тему: «Дослідження систем керування мехатронними системами з
гідравлічними приводами»

«Research of control systems for mechatronic systems with hydraulic drives»

Виконав: студент 6 курсу, групи 6А
спеціальності 151 – «Автоматизація та
комп'ютерно-інтегровані технології»
освітньо-професійної програми –
«Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані
технології»

Шакалов І.О.

Керівник: к.т.н., доцент Поливода О.В.

Рецензент _____

(прізвище та ініціали)

Херсон – 2021 рік

Херсонський національний технічний університет

Факультет	Інженерії та транспорту
Кафедра	Автоматизації, робототехніки і мехатроніки
Освітньо-кваліфікаційний рівень	магістр
Спеціальність	151 - "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології"
Освітньо-професійна програма	«Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри автоматизації,
робототехніки і мехатроніки
Дмитрієв Д.О.

«___» _____ 2021 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломну роботу студенту

Шакалову Івану Олексійовичу

1. Тема проекту: Дослідження систем керування мехатронними системами з гідравлічними приводами

Research of control systems for mechatronic systems with hydraulic drives

керівник проекту: к.т.н., доцент Поливода О.В.

затверджена наказом вищого навчального закладу від 13.09.2021 р. № 418-с

2. Строк подання студентом проекту «10» грудня 2021 р.

3. Вихідні дані до проекту: Дослідити методи керування мехатронними системами з гідравлічними приводами за допомогою систем комп'ютерної математики

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки 1) Мехатронні системи з гідравлічними приводами як об'єкт дослідження; 2) Аналіз систем керування мехатронними системами з гідравлічними приводами; 3) Комп'ютерне моделювання гідропривода мехатронної системи; 4) Економічна частина; 5) Охорона праці.

5. Перелік графічного матеріалу 1) Класифікація гідравлічних приводів; 2) Гідравлічні схеми підсистем вантажного крана; 3) Схема електрична функціональна; 4) Схема електрична принципальна; 5) Спеціалізований контролер MacGREGOR CC3000; 6) Блок-схема алгоритму роботи; 7) Комп'ютерне моделювання гідроприводу підйому-опускання стріли вантажного крана; 8) Комп'ютерне моделювання гідроприводу підйому-опускання вантажної лебідки вантажного крана

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Основна частина	Поливода О.В., к.т.н., доцент		
Економічна частина	Власенко Н.А. к.т.н., доцент		
Охорона праці	Малєєв В.О. к.с-г.н., доцент		

7. Дата видачі завдання _____ « 5 » жовтня 2021 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Аналіз гідравлічних приводів мехатронних систем	15.10.21	
2	Аналітичний огляд методів дослідження гідравлічних приводів мехатронних систем	20.10.21	
3	Розробка схем та алгоритмів керування	25.10.21	
4	Комп'ютерне моделювання підсистем гідроприводу вантажного крана як мехатронної системи	10.11.21	
5	Виконання економічного розділу	15.11.21	
6	Виконання розділу з охорони праці	20.11.21	
7	Оформлення ПЗ і креслень	05.12.21	

Студент

Шакалов І.О.

_____ (підпис)

Керівник проекту

Поливода О.В.

_____ (підпис)

Номер рядка	Формат	Позначення	Найменування	Кількість	Шифр документа	Примітка
1	A4		Завдання на проектування	2		
2	A4	ХНТУ151.КРМ.21.037.РФ	Реферат	3	РФ	
3	A4	ХНТУ151.КРМ.21.037.ПЗ	Пояснювальна записка	101	ПЗ	
4	A1	Демонстраційне креслення	Класифікація гідравлічних приводів	1		
5	A1	Демонстраційне креслення	Гідравлічні схеми підсистем вантажного крана	1		
6	A1	ХНТУ151.КРМ.21.037.Е2	Вантажний кран. Система керування. Схема електрична функціональна	1	Е2	
7	A1	ХНТУ151.КРМ.21.037.Е3	Вантажний кран. Система керування. Схема електрична принципіальна	1	Е3	
8	A1	Демонстраційне креслення	Спеціалізований контролер MacGREGOR СС3000	1		
9	A1	ХНТУ151.КРМ.21.037.БС	Вантажний кран. Система керування. Блок-схема алгоритму роботи	1	БС	
10	A1	Демонстраційне креслення	Комп'ютерне моделювання гідроприводу підйому-опускання стріли вантажного крана	1		
11	A1	Демонстраційне креслення	Комп'ютерне моделювання гідроприводу підйому-опускання вантажної ледідки вантажного крана	1		

ХНТУ151.КРМ.21.037 ВП

Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата	Літ.	Лист	Аркушів
Розроб.		Шакалов І.О.					
Перевір.		Полівода О.В.				1	1
Реценз.					ХНТУ, зр. 6А		
Н. Контр.		Поліщук В.М.					
Затверд.		Дмитрієв Д.О.					

Відомість об'єму роботи

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра: 101 сторінка, 19 рисунків, 6 таблиць, 1 додаток. Графічна частина – 8 аркушів формату А1.

Кваліфікаційна робота магістра присвячена питанням пов'язаними з дослідженням мехатронних систем з гідравлічними приводами шляхом комп'ютерного моделювання з метою визначення оптимальних параметрів налаштувань регулюючої апаратури.

У роботі розглянуто класифікацію і особливості експлуатації гідравлічних приводів, визначено вимоги до приводів вантажного обладнання. Докладно розглянуто методи побудови систем керування вантажним обладнанням з гідравлічними приводами на основі сучасної елементної бази

Розроблено моделі та виконано моделювання гідравлічних систем у середовищі MATLAB. Докладно описано процедуру створення моделей за допомогою елементів бібліотеки пакету SimHydraulics на прикладі моделювання гідроприводу вантажного крана. Результати кваліфікаційної роботи можуть бути корисним при налаштуванні гідравлічних систем та проведенні наукових досліджень.

Виконано економічний аналіз, розглянуто комплекс питань з охорони праці.

МЕХАТРОНІКА; ГІДРАВЛІЧНИЙ ПРИВОД; ПРОГРАМОВАНИЙ
ЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЕР; АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ;
ЕКСПЛУАТАЦІЯ; КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

					ХНТУ151.КРМ.21.037 РФ			
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата				
Розроб.		Шакалов І.О.			Реферат	Лит.	Лист	Аркушів
Перевір.		Полівода О.В.					1	3
Реценз.								
Н. Кантр.		Поліщук В.М.						
Затверд.		Дмитрієв Д.О.						
						ХНТУ, зр. 6А		

THE ABSTRACT

Qualification master's work: 101 pages, 19 figures, 6 tables, 1 appendix. A graphic part – 8 sheets of a format A1.

The master's thesis is devoted to issues related to the study of mechatronic systems with hydraulic drives by computer simulation to determine the optimal parameters of the settings of the control equipment.

The classification and features of operation of hydraulic drives are considered in the work, requirements to drives of the cargo equipment are defined. Methods of construction of control systems of cargo equipment with hydraulic drives on the basis of modern element base are considered in detail

Models have been developed and modeling of hydraulic systems in MATLAB environment has been performed. The procedure of creating models using the elements of the SimHydraulics package library is described in detail on the example of modeling the hydraulic drive of a truck crane. The results of the qualification work can be useful in setting up hydraulic systems and conducting research.

The economic analysis is executed, the complex of questions on labor protection is considered.

MECHATRONICS; HYDRAULIC DRIVE; PROGRAMMED LOGICAL
CONTROLLER; AUTOMATED CONTROL SYSTEM; OPERATION;
COMPUTER MODELING

Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата

ХНТ9151.КРМ.21.037 РФ

Лист

2

РЕФЕРАТ

Квалификационная работа магистра: 101 страница, 19 рисунков, 6 таблиц, 1 приложение. Графическая часть – 8 листов формата А1.

Квалификационная работа магистра посвящена вопросам связанным с исследованием мехатронных систем с гидравлическими приводами путем компьютерного моделирования с целью определения оптимальных параметров настроек регулирующей аппаратуры.

В работе рассмотрена классификация и особенности эксплуатации гидравлических приводов, определены требования к приводам грузового оборудования. Подробно рассмотрены методы построения систем управления грузовым оборудованием с гидравлическими приводами на основе современной элементной базы.

Разработаны модели и выполнено моделирование гидравлических систем в среде MATLAB. Подробно описана процедура создания моделей с помощью элементов библиотеки пакета SimHydraulics на примере моделирования гидропривода грузового крана. Результаты квалификационной работы могут быть полезны при настройке гидравлических систем и проведении научных исследований.

Выполнен экономический анализ, рассмотрен комплекс вопросов по охране труда.

**МЕХАТРОНИКА; ГИДРАВЛИЧНЫЙ ПРИВОД; ПРОГРАММИРОВАННЫЙ
ЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЕР; АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА
УПРАВЛЕНИЯ; ЭКСПЛУАТАЦИЯ; КОМПЬЮТЕРНОЕ
МОДЕЛИРОВАНИЕ**

Эм.	Лист	№ докум	Подпис	Дата

ХНТУ151.КРМ.21.037 РФ

Лист

3

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧОК І СКОРОЧЕНЬ.....	10
ВСТУП.....	11
1 МЕХАТРОННІ СИСТЕМИ З ГІДРАВЛІЧНИМИ ПРИВОДАМИ ЯК ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ	13
1.1 Загальні відомості про мехатронні системи з гідравлічними приводами	13
1.2 Принцип роботи об'ємного гідроприводу.....	14
1.3 Гідравлічний привід вантажних пристроїв.....	23
1.3.1 Гідропривід підйому-опускання стріли вантажного крана	26
1.3.2 Гідропривід підйому-опускання вантажної лебідки вантажного крана.....	27
2 АНАЛІЗ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ МЕХАТРОННИМИ СИСТЕМАМИ 3 ГІДРАВЛІЧНИМИ ПРИВОДАМИ	29
2.1 Структура системи оптимального керування краном з гідравлічним приводом	29
2.2 Обґрунтування схеми електроживлення приводу	32
2.3 Опис схеми управління.....	35
2.4 Налаштування системи керування вантажного крана.....	38
3 КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ГІДРОПРИВОДА МЕХАТРОННОЇ СИСТЕМИ	41
3.1 Програмні засоби моделювання гідравлічних систем.....	41
3.2 Моделювання гідроприводу підйому-опускання стріли вантажного крана.....	44
3.3 Моделювання гідроприводу підйому-опускання вантажної лебідки вантажного крана.....	55
4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	62

Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата

4.1 Основні економічні показники та показники ефективності діяльності підприємства	62
4.1.1 Собівартість промислової продукції	62
4.1.2 Планування собівартості продукції	63
4.1.3 Аналіз собівартості продукції	64
4.1.4 Шляхи зниження собівартості продукції	65
4.1.5 Показники рентабельності	67
4.1.6 Ціноутворення продукції	68
4.2 Розрахунок собівартості розробки програмного продукту	69
4.2.1 Розрахунок часу на створення програмного продукту	70
4.2.2 Розрахунок заробітної плати виконавця робіт	75
4.2.3 Розрахунок нарахувань на заробітну плату (єдиного соціального податку)	76
4.2.4 Розрахунок витрат на утримання і експлуатацію 1-єї ПЕОМ	77
5 ОХОРОНА ПРАЦІ	83
5.1 Загальна характеристика робочого місця	83
5.2 Розрахунок захисного заземлення	84
5.3 Опис порядку атестації робочих місць	89
5.4 Вимоги пожежної безпеки для забезпечення шляхів до евакуації	93
ВИСНОВКИ	99
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	101
ДОДАТОК А МОЖЛИВІ НЕСПРАВНОСТІ В НАСОСІ, ОЗНАКИ, ПРИЧИНИ Й СПОСОБИ ЇХ УСУНЕННЯ	105

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧОК І СКОРОЧЕНЬ

- АСУ – автоматизована система управління;
- ГП – гідропривод;
- ГЩК – головний щит керування;
- ККД – коефіцієнт корисної дії;
- МКП – мікропроцесорний керуючий прилад;
- ПЕОМ – персональна електронна обчислювальна машина;
- ПІ – пропорційно-інтегральний;
- ПІД – пропорційно-інтегрально-диференціальний;
- ПЛК – програмований логічний контролер;
- ТП – трансформаторна підстанція,

Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата

ХНТУ151.КРМ.21.037 РФ

Лист

10

ВСТУП

Автоматизація - це процес, при якому функції управління технологічним обладнанням, що раніше виконувалися людиною, передаються приладам і технічним пристроям. При автоматизації енергетичних установок, електростанцій підвищується надійність і економічність роботи обладнання, збільшується продуктивність і поліпшуються умови праці персоналу, скорочується його чисельність. Автоматизація вантажних операцій, наприклад, забезпечує безпеку. Першочерговими завданнями на сучасному етапі розвитку автоматизації є: підвищення надійності елементної бази; організація технічного обслуговування систем автоматизації; підготовка кадрів, здатних технічно грамотно експлуатувати системи автоматизації і виконувати необхідні профілактичні заходи.

Одним із перспективних напрямків є автоматизація приводів вантажного устаткування, зокрема гідроприводів вантажного обладнання. Застосування сучасних систем управління, побудованих на новітній елементній базі із можливістю інтеграції у загальносуднову промислову мережу управління, дозволяє значно підвищити ефективність проведення вантажних операцій при покращенні умов роботи персоналу.

Основні напрямки розвитку гідроприводу полягають в поліпшенні енергетичних і експлуатаційних характеристик гідрообладнання, підвищенні його швидкодії, застосуванні слідкуючого і пропорційного дистанційного керування, забезпеченні зв'язку сучасних електронних систем управління, забезпеченні зв'язку сучасних електронних систем з пристроями гідроприводів.

Гідроприводи широко застосовуються в сучасному промисловому обладнанні. Вони дозволяють істотно спростити кінематику механізмів,

Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата

знизити їх металоємність, підвищити точність і надійність роботи, а також рівень автоматизації.

Гідравлічні приводи забезпечують плавність руху і широкі діапазони безступінчастого регулювання швидкості виконавчих двигунів, можливість їх роботи в динамічних режимах при частих включеннях, зупинках, реверсах руху або зміни швидкості. При цьому якість перехідних процесів може контролюватися і змінюватися в потрібному напрямку.

Гідропривід дозволяє надійно захистити систему від перевантажень і забезпечує можливість механізмам працювати за жорсткими упорів, з точним контролем діючих зусиль шляхом регулювання тиску. Використання гідроприводу відкриває широкі можливості для автоматизації робочих процесів, застосування копіювальних, адаптивних або програмних систем управління.

До переваг гідроприводів слід віднести також досить високе значення ККД, підвищену жорсткість, можливість самостійно змащуватись. Проте надійна робота верстатних гідроприводів може бути гарантована тільки при належній фільтрації робочої рідини і її охолодженні для виключення впливу температурних коливань в процесі роботи, а це підвищує вартість гідроприводів і ускладнює їх технічне обслуговування.

При конструюванні гідроприводів з уніфікованих централізовано випускаються виробів і правильної експлуатації їх недоліки можуть бути зведені до мінімуму.

Метою даної роботи є побудова комп'ютерних моделей гідравлічних приводів вантажного обладнання, які можуть бути використані для визначення оптимальних параметрів налаштувань регулюючого обладнання.

Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата