Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Механіко-машинобудівний
(факультет)
Кафедра конструювання, технічної естетики і дизайну
(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеня бакалавра
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

Студента Гузенка Дмитра Івановича
(ПІБ)

академічної групи 132-19-2 ММФ
(шифр)

спеціальності 132 Матеріалознавство
(код і назва спеціальності)

спеціалізації _____
(за наявності)

за освітньо-професійною програмою _____
(офіційна назва)

«Промислова естетика і сертифікація матеріалів та виробів»

на тему Вибір раціональних параметрів тримача ковша фронтального телескопічного навантажувача із застосуванням топологічної оптимізації
(назва за наказом ректора)

Керівники	**Прізвище, ініціали**	**Оцінка за шкалою**		**Підпис**
		рейтинговою	**інституційною**	
кваліфікаційної роботи	Твердохліб О.М.			
розділів:				
Аналіз стану питання та постановка задач роботи	Твердохліб О.М.			
Функціональний аналіз та моделювання об’єкта розробки	Твердохліб О.М.			
Інженерно-технологічний	Ротт Н.О.			
Експлуатаційний	Федоряченко С.О.			
Рецензент	Богданов О.О.			
Нормоконтролер	Вернер І.В.			

Дніпро
2023

ЗАТВЕРДЖЕНО:
завідувач кафедри
конструювання, технічної
естетики і дизайну
(повна назва)
_____ Федоряченко С.О.
(підпис) (прізвище, ініціали)

«_____»_____2023 року

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
ступеню бакалавра
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студенту Гузенку Дмитру Івановичу **академічної групи** 132-19-2 ММФ
(прізвище та ініціали) (шифр)
спеціальності 132 Матеріалознавство
спеціалізації _____
за освітньо-професійною програмою «Промислова естетика і сертифікація матеріалів та виробів»
на тему Вибір раціональних параметрів тримача ковша фронтального телескопічного навантажувача із застосуванням топологічної оптимізації
затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 01.05.2023р. №310-с.

Розділ	Зміст	Термін виконання
Аналіз стану питання та постановка задач роботи	Аналіз стану питання та постановка задач роботи	01.05.2023
Функціональний аналіз та моделювання об'єкта розробки	Проведення функціонально-вартісного аналізу елементів стріли телескопічного навантажувача стрічки. Інженерний розрахунок. Моделювання та аналіз НДС за допомогою МСЕ з використання топологічної оптимізації.	15.05.2023
Інженерно-технологічний	Обґрунтування технології термічної обробки та дослідження мікроструктури	30.05.2023
Експлуатаційний	Визначення видів та методів контролю якості тримача ковша навантажувача	06.06.2023

Завдання видано _____ Твердохліб О.М.
(підпис керівника) (прізвище, ініціали)
Дата видачі 01.05.2022
Дата подання до екзаменаційної комісії .06.2022
Прийнято до виконання _____ Гузенко Д.І.

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 76 с., 52 рис., 12 табл., 18 джерел.

ФРОНТАЛЬНИЙ ТЕЛЕСКОПІЧНИЙ НАВАНТАЖУВАЧ, НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН, ТОПОЛОГІЧНА ОПТИМІЗАЦІЯ, РЕЖИМИ НАВАНТАЖЕННЯ, ТЕХНОЛОГІЯ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ, МЕТОДИ КОНТРОЛЮ.

Об’єкт розроблення – проектування та виготовлення тримача ковша фронтального телескопічного навантажувача зменшеної ваги.

Мета роботи – розробка тримача ковша фронтального телескопічного навантажувача зменшеної ваги із застосуванням топологічної оптимізації.

У вступі описано призначення фронтального телескопічного навантажувача, його конструкцію та принцип роботи його підйомного механізму. Обґрунтовано перелік завдань для досягнення мети дипломного проекту.

У розділі функціонального аналізу та моделювання об’єкта розробки, виконано функціонально-вартісний аналіз стріли фронтального телескопічного навантажувача. По результатам аналізу було обрано тримач ковша для модернізації. Створено 3д-модель тримача ковша за допомогою програмного забезпечення Autodesk Fusion 360, були виконані розрахунки на міцність та топологічна оптимізація форми. За допомогою силового розрахунку знайдено вхідні навантаження на деталь.

У технологічному розділі досліджено матеріали, які використовуються в телескопічних фронтальних навантажувачах та знайдено український аналог. Проведено аналіз мікроструктури сталі після різних видів термічної обробки та обрано й описано найбільш раціональний метод обробки для матеріалу.

Сфера застосування розробки – експлуатація ланок підйомних механізмів в умовах значного навантаження в важких режимах роботи.

Практична значимість кваліфікаційної роботи – пошук шляхів зменшення кількості металу, що споживається машинобудуванням.

ЗМІСТ

ВСТУП 6
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ РОБОТИ 7
1.1 Види навантажувачів 7
1.1.1 Вилочний навантажувач 7
1.1.2 Контейнерні навантажувачі, річстакери 8
1.1.3 Телескопічний фронтальний навантажувач 9
1.2. Сфера експлуатації телескопічного фронтального навантажувача 10
1.2.1 Сільське господарство 10
1.2.2 Будівництво 12
1.2.3 Кар'єри та гірничодобувні майданчики 14
1.2.4 Цивільний захист та пожежна служба 15
1.3 Ринок телескопічних навантажувачів в Україні 16
1.3.1 Виробництво навантажувачів в Україні 16
1.3.2 Імпортна техніка 19
1.4 Конструкція телескопічного навантажувача 21
1.5 Переваги телескопічних навантажувачів 22
1.6 Постановка задачі 24
РОЗДІЛ 2. ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ОБ'ЄКТА РОЗРОБКИ 26
2.1 Функціонально-вартісний аналіз 26
2.2 Моделювання об'єкта розробки 28
2.3 Аналіз навантаження існуючої розробки і обґрунтування вихідних параметрів для аналізу напружено-деформованого стану 32
2.4 Розрахунок МСЕ (метод скінчених елементів) об'єкта розробки 40
2.5 Удосконалення об'єкта розробки та аналіз напружено-деформованого стану за допомогою МСЕ 42
2.6 Висновки з 2 розділу 47
РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ 48
3.1 Загальна характеристика високоміцних сталей 48

3.2 Сталь Strenx 700 E/F 48
3.3 Сталь 16ХГМФТР 50
3.4 Мікроструктура та термічна обробка сталі 16ХГМФТР 52
3.4.1 Низьковуглецевий мартенсит 52
3.4.2 Відпуск низьковуглецевого мартенситу 54
3.4.3 Високотемпературна термомеханічна обробка сталей 55
3.4.4 Нормалізація 56
3.5 Висновки з 3 розділу 59
4 РОЗДІЛ. ЕКСПЛУАТАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ 60
4.1 Сертифікація виробу за допомогою твердоміра 60
4.1.1 Твердомір NOVOTEST Т-УД2 62
4.2 Контроль якості зварювальних швів за допомогою ультразвукового дефектоскопа 66
4.2.1 Ультразвуковий дефектоскоп NOVOTEST УД3701 67
4.3 Висновки з 4 розділу 73
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ 74
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 75

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Mehr als nur Gabelstapler – Die Staplerarten im Überblick – [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.staplerberater.de/staplerarten (Дата звернення 01.05.2023)

2. Dieci; Sectors of use of telescopic loaders – [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.dieci.com/en/ (Дата звернення 01.05.2023)

3. Які навантажувачі виробляють в Україні – [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://specmachinery.com.ua/news/build/4529-yaku-navantazhuvachi-vyrobliaiut-v-ukraini (Дата звернення 01.05.2023)

4. Телескопічні навантажувачі: хто серед кращих в Україні – [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://traktorist.ua/articles/311-teleskopichni-navantajuvachi-hto-sered-kraschih-v-ukrayini (Дата звернення 01.05.2023)

5. What's The Difference Between A Forklift And A Telehandler? – [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://sbskills.co.uk/whats-the-difference-between-a-forklift-and-a-telehandler/ (Дата звернення 01.05.2023)

6. Pros and cons of using telehandlers – [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://telehandlercanada.blogspot.com/2010/12/pros-and-cons-of-using-telehandlers.html (Дата звернення 01.05.2023)

7. Funktionskosten-Analyse – [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://meport.net/index.php?content=./lo_met_mngt/method_body_short_info.php&methodId=a8decbfbfdeb007ed552d5143c947dcd&versionId=ae196ca4f4a36406db9f3beb2c852ba7&displayMode=show (Дата звернення 15.05.2023)

8. Мацюк І.М. Аналіз плоского важільного механізму. Методичні вказівки до виконання домашнього завдання з ТММ для студентів, що навчаються за освітньою програмою «Промислова естетика і сертифікація виробничого обладнання» спеціальності 132 «Матеріалознавство» / І.М. Мацюк, Е.М. Шляхов; Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Д. : НТУ «ДП», 2019. – 40 с.

9. Claas: Телескопічні навантажувачі: Claas scorpion 1033 – 635: Експлуатаційна довідка – [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.ats.in.ua/products/claas-scorpion-1033-635/1132 (Дата звернення 15.05.2023)

10. Fusion 360: Tutorial: Shape optimization analysis – [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://help.autodesk.com/view/fusion360/ENU/?guid=SIM-SHAPE-OPTIMIZATION (Дата звернення 15.05.2023)

11. Гарнець В. М. Конструкційне матеріалознавство / В. М. Гарнець, В. М. Коваленко. – К.: Либідь, 2007. – 384 с

12. Strenx 700 E/F high-strength structural steel – [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.ssab.com/en/brands-and-products/strenx/product-offer/700/e-f (Дата звернення 30.05.2023)

13. Сталь 16ХГМФТР – [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://metinvest-smc.com/ua/steel/stal-16khgmftr/ (Дата звернення 30.05.2023)

14. Большаков В.І. Субструктурне зміцнення конструкційних сталей. - Канада: Базиліан Прес, 1998-316 с.

15. What is hardness testing? – [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.metalinspeclabs.com/post/what-is-hardness-testing (Дата звернення 06.06.2023)

16. Твердомір комбінований Т-УД2 – [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://novotest.ua/ua/katalog-priborov/tverdomer-kombinirovannyj-t-ud2.html (Дата звернення 06.06.2023)

17. Сусліков Л. М., Студеняк І. П. Неруйнівні методи контролю : навч. посіб. / рец. : П. П. Пуга, І. І. Небола – Ужгород : Говерла, 2016. – 192 с.

18. Ультразвуковий дефектоскоп NOVOTEST УД3701 – [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://novotest.ua/ua/ultrazvukovye-tolshinomery/ultrazvukovoi-defektoskop-ud3701.html (Дата звернення 06.06.2023)