

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інженерії машин, споруд та технологій

(назва факультету)

Автомобілів

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Проект ділянки ремонтного цеху для технологічного процесу
технічного обслуговування та ремонту заднього мосту 631705-210 з
дослідженням працездатності деталей заднього моста

Виконали студенти 6 курсу, групи МАм-62
спеціальності 274

«Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

Огар А.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Музика М.О.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Навроцька Т.Д.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Левкович М.Г.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Зав. кафедри

Цьонь О.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)

Кафедра Кафедра автомобілів
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Цьонь О.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«20» листопада 2023 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт»
(шифр і назва спеціальності)

студенту Огару Антону Володимировичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект ділянки ремонтного цеху для технологічного процесу технічного обслуговування та ремонту заднього мосту 631705-210 з дослідженням працездатності деталей заднього моста

Керівник роботи Навроцька Тетяна Дем'янівна., к.т.н.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «20» листопада 2023 року № 4/7-1072

2. Термін подання студентом завершеної роботи 20 грудня 2023

3. Вихідні дані до роботи Характеристика ремонту заднього мосту 631705-210

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1 Загально-технічний розділ. 2 Технологічний розділ. 3 Конструкторський розділ.

4 Науково-дослідний розділ. 5 Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

Таблиця несправностей заднього моста автомобіля і методи їх усунення – 1А1.

Гідравлічний двох плунжерний підйомник – 1А1.

Знімач тормозного барабана – 1А1.

Стенд для ремонту заднього моста – 1А1.

Стенд для розбирання редуктора заднього моста – 1А1.

Стенд для ремонту ведучих мостів – 1А1.

Стенд для випробування заднього моста моделі НР-7103/1 – 1А1.

Стенд для випробування на герметичність редукторів тягових мостів – 1А1.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	к.т.н. доц. Ткаченко І.Г.		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	ст. викл. Стручок В.С.		

7. Дата видачі завдання 20.11.2023р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально-технічний розділ	23.11.2023	
2	Технологічний розділ	29.11.2023	
3	Конструкторський розділ	04.12.2023	
4	Науково-дослідний розділ	06.12.2023	
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	13.12.2023	
6	Оформлення графічної частини	20.12.2023	
7	Захист кваліфікаційної роботи магістра	25.12.2023	

Студент

(підпис)

Огар А.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Навроцька Т.Д.

(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)

Кафедра Кафедра автомобілів
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Цьонь О.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«20» листопада 2023 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт»
(шифр і назва спеціальності)

студенту Музиці Максиму Олеговичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект дільниці ремонтного цеху для технологічного процесу технічного обслуговування та ремонту заднього мосту 631705-210 з дослідженням працездатності деталей заднього моста

Керівник роботи Навроцька Тетяна Дем'янівна., к.т.н.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «20» листопада 2023 року № 4/7-1072

2. Термін подання студентом завершеної роботи 20 грудня 2023

3. Вихідні дані до роботи Характеристика заднього мосту 631705-210

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1 Загально-технічний розділ. 2 Технологічний розділ. 3 Конструкторський розділ.

4 Науково-дослідний розділ. 5 Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

Стенд для обкатування тягових мостів автомобіля – 1А1.

Результати дослідження вал-шестерні – 2А1.

Результати дослідження зубчастого конічного колеса – 2А1.

Результати дослідження фланця заднього моста – 2А1.

Дільниця для ремонту заднього моста – 1А1.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	к.т.н. доц. Ткаченко І.Г.		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	ст. викл. Стручок В.С.		

7. Дата видачі завдання 20.11.2023р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально-технічний розділ	23.11.2023	
2	Технологічний розділ	29.11.2023	
3	Конструкторський розділ	04.12.2023	
4	Науково-дослідний розділ	06.12.2023	
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	13.12.2023	
6	Оформлення графічної частини	20.12.2023	
7	Захист кваліфікаційної роботи магістра	25.12.2023	

Студент

_____ (підпис)

Музика М.О.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Навроцька Т.Д.

_____ (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційної роботи магістра на тему: «Проект ділянки ремонтного цеху для технологічного процесу технічного обслуговування та ремонту заднього мосту 631705-210 з дослідженням працездатності деталей заднього моста».

Робота виконана на кафедрі автомобілів ТНТУ ім. І. Пулюя. Керівник кваліфікаційної роботи магістра Навроцька Тетяна Дем'янівна.

Пояснювальна записка складається з п'яти розділів і 120 сторінок формату А4 та 8 аркушів формату А1 графічної частини 13 сторінок додатків.

Ключові слова: працездатність, контроль, аналіз, оптимізація, довговічність.

ЗМІСТ

Вступ	9
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ	11
1.1 Конструкція та компоненти заднього моста.....	11
1.2 Редуктор заднього моста.....	12
1.3 Дані щодо матеріалів аналізованих компонентів.....	15
1.3.1 Сталь 20ХГНМ.....	15
1.3.2 Сталь 15ХГН2ТА.....	16
1.3.3 Сталь 45Х.....	18
1.3.4 Сталь 20.....	18
1.4 Цементация сталі 20.....	19
1.4.1 Методи цементации.....	20
1.4.2 Характеристики металу після процесу цементування.....	24
1.4.3 Теплова обробка цементованих виробів.....	25
1.5 Апаратура для цементування сталі 20.....	27
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	30
2.1 Відновлення та технічне обслуговування заднього моста.....	30
2.2 Розрахунок кількості зубців у шестерні основної передачі.....	39
2.3 Початкова інформація для обчислень.....	40
2.4 Втома від контактного впливу.....	43
2.4.1 Навантаження на зуби пари зубчастих коліс.....	43
2.4.2 Обертальний крутний момент в осі колеса.....	44
2.4.3 Прийнятний рівень при тривалому кордоні контактної стійкості.....	46
2.5 Оцінка втоми зубців від згинання.....	46
2.6 Оцінка міцності зубчастих шестерень.....	47
2.7 Оцінка статичної міцності головного ведучого валу.....	48
2.8 Визначення підшипників.....	55
2.9 Обчислення площі об'єкта, що проектується.....	59
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	60
3.1 Моделювання та аналіз диференціалу.....	60
3.2 Розробка диференціальної передачі.....	61

	8
3.3 Аналіз диференціальної коробки передач.....	63
3.4 Отримані результати.....	68
3.5. Висновки і аналіз.....	70
4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ.....	73
4.1 Використання комп'ютерних технологій для симуляції стану під впливом навантаження осі та зубчатого колеса основного приводу задньої мосту.....	73
4.2 Аналіз міцності зубчастого конічного колеса в приводній системі.....	78
4.3 Аналіз міцності фланця заднього моста.....	84
4.4 Аналіз стійкості до зношування різних сталей.....	90
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	97
5.1 Законодавство та нормативно-правове забезпечення охорони праці.....	97
5.2 Організаційна структура сил ЦЗ України.....	107
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	116
БІБЛІОГРАФІЯ.....	118
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Розвиток технічного сектору, особливо у галузі автомобільного виробництва, постійно змінюється та еволюціонує, викликаючи потребу в нових, більш ефективних підходах до технічного обслуговування та ремонту автомобільних компонентів. Це стосується не лише методів ремонту, але й організації робочих процесів, використання обладнання, а також підходів до контролю якості та безпеки праці.

У цьому контексті, задній міст моделі 631705-210 відіграє ключову роль у багатьох типах транспортних засобів, включаючи вантажні автомобілі, спеціальні транспортні засоби, і навіть деякі типи легкових автомобілів. Оптимальне функціонування цієї важливої компоненти визначається її надійністю, довговічністю, а також можливістю швидкого та якісного ремонту при необхідності.

Ця магістерська робота фокусується на проектуванні ділянки ремонтного цеху, яка спеціалізуватиметься на технічному обслуговуванні та ремонті заднього моста 631705-210. Проектування такої ділянки включає розробку детальних технологічних карт, вибір відповідного обладнання та інструментів, а також розробку ефективних процедур для діагностики та усунення несправностей.

У центрі уваги дослідження - вивчення працездатності та зносостійкості деталей заднього моста, визначення основних причин їх виходу з ладу та розробка оптимальних методів їх відновлення. Робота включає аналіз існуючих технологій та обладнання, використовуваних у ремонтних цехах, а також пропонує інноваційні рішення для підвищення ефективності та якості ремонтних робіт.

Проект ремонтної ділянки враховує сучасні вимоги до безпеки праці, ергономіки робочих місць та екологічних стандартів. Розроблення такого проекту має важливе значення для подальшого вдосконалення процесів технічного обслуговування та ремонту автомобільних компонентів, а також забезпечення їх довговічності та надійності.

Ця робота має на меті не лише розробити проект ділянки, але й надати цінні рекомендації щодо покращення технічного обслуговування та ремонтних процедур, враховуючи специфіку заднього мосту 631705-210. Дослідження орієнтоване на інтеграцію теоретичних знань та практичних навичок, що є важливим для формування компетентності фахівців у галузі технічного обслуговування та ремонту автомобільної техніки.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Конструкція та компоненти заднього моста

Задня частина ходової системи автомобіля, представлена на малюнку 1.1, транслює обертальний рух від валу двигуна до приводних шин через механізм зчеплення, трансмісію та привідний вал. Цей процес включає використання диференціала, який надає можливість приводним шинам обертатися з відмінною обертовою швидкістю.

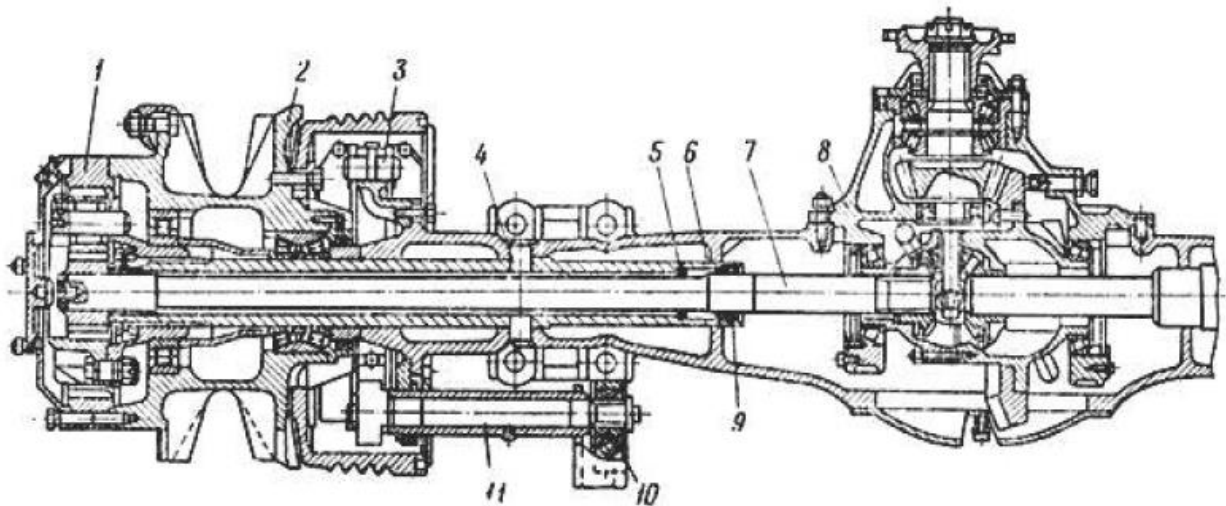


Рис. 1.1. Міст задній:

1 - колісна передача; 2 - маточина заднього колеса; 3 - гальма задніх коліс;
 4 - стопорний штифт кожуха півосі; 5 - напрямне кільце півосі; 6 - кожух півосі;
 7 - піввісь; 8 - центральний редуктор; 9 - спарений сальник півосі; 10 - регулювальний
 важіль; 11 - розтискний кулак гальм.

Затверджені проектні та рухові макети для передачі обертового ефекту дозволяють розділяти цей ефект у центральному механізмі зменшення, направляючи його до механізмів колеса, що сприяє зниженню навантаження на диференціал та напівосі від збільшеного обертового ефекту при двохступеневій конфігурації основної передачі заднього моста.

Використання механізмів колеса додатково дозволяє отримувати різні коефіцієнти передачі шляхом зміни кількості зубців на циліндричних зубчастих

колесах колісного механізму зменшення, зберігаючи при цьому однакову відстань між центрами у зубчастих передачах коліс, що робить задню вісь ефективною для використання в різних варіантах автомобілів.

1.2 Редуктор заднього моста

Механізм зменшення заднього, зображений на малюнку 1.2, є одностадійним та включає в себе пару конусоподібних зубчастих коліс з криволінійними зубцями та диференціал між колесами. Компоненти цього механізму встановлюються у корпусі 21, який виготовлений з литого чавуну. Розташування корпусу відносно балки встановлюється за допомогою центрального обідка на з'єднувальному фланці корпусу механізму зменшення та додатково фіксується монтажними штифтами.

Провідне конусне зубчасте колесо 20, яке є інтегрованим з валом, закріплене не на консолі, але має два передні конусні роликотідшипники 8, а також додаткову задню опору у вигляді циліндричного роликотідшипника 7.

Редуктор із застосуванням трьох підшипників видається більш компактним, що веде до істотного зниження максимального радіального навантаження на підшипники у порівнянні з кріпленням на консолі, покращується вантажопідйомність підшипників та точність налаштування взаємодії конусних зубчастих коліс, відтак розширюючи їхній термін служби.

У даному випадку зближення конусних роликотідшипників до зубчастої частини провідного конусного зубчастого колеса скорочує довжину її виступаючої частини, що дозволяє збільшити проміжок між фланцем механізму зменшення та фланцем коробки перемикачів передач. Це особливо значуще для автомобілів з короткою базою для оптимального розміщення карданного вала.

Зовнішні обідки конусних роликотідшипників розміщені в корпусі 9 і впресовані до зупинки у виступ, створений у корпусі. Фланець корпусу підшипників зафіксований на корпусі механізму зменшення задньої осі за допомогою болтів.

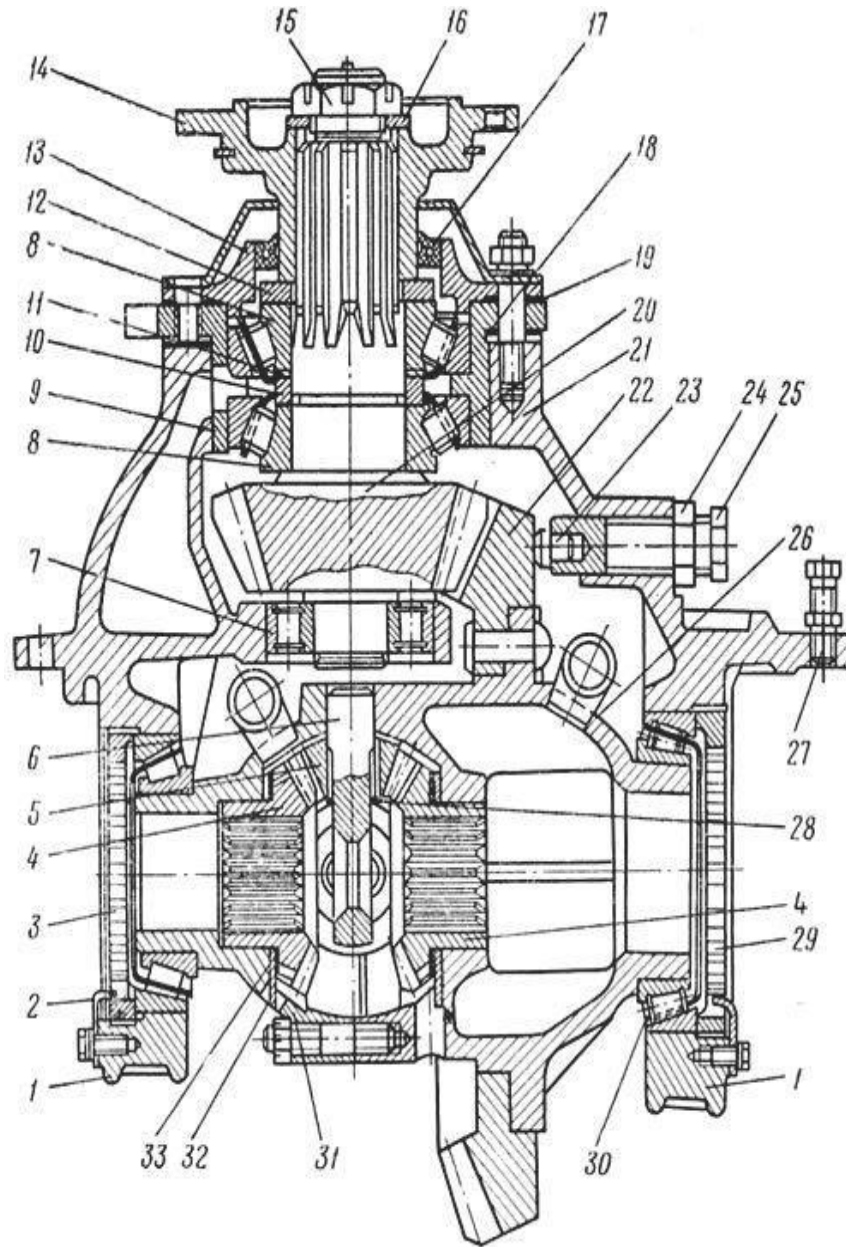


Рис. 1.2. Редуктор заднього моста:

- 1 - кришка підшипника; 2 - стопор гайки підшипника; 3 - ліва гайка підшипника -
 4 - шестірня півосі; 5 - сателіт диференціала; 6 - хрестовина диференціала;
 7 - циліндричний підшипник ведучої шестірні; 8 - конічний підшипник ведучої шестірні; 9 - картер підшипника ведучої шестірні; 10 - розпірне кільце;
 11 - регулювальна шайба; 12 - мастиловідбивач; 13 - кришка сальника; 14 - фланець;
 15 - гайка фланця; 16 - шайба; 17 - сальник; 18 - регулювальні прокладки;
 19 - прокладка; 20 - ведуча вал - шестірня; 21 - картер редуктора; 22 - ведене колесо;
 23 - сухар; 24 - контргайка; 25 - обмежник веденої шестірні; 26 - права чашка диференціала;
 27 - демонтажний болт картера редуктора; 28 - упорне кільце втулки;
 29 - права гайка підшипника; 30 - конічний підшипник; 31 - ліва чашка диференціала;
 32 - сталевашайба; 33 - бронзовашайба

Ці підшипники витримують як радіальні, так і осьові навантаження, що виникають при взаємодії пари конусних зубчастих коліс під час передачі обертового ефекту.

Внутрішній підшипник має туге прилягання на валу, тоді як зовнішній має плавне, що дозволяє налаштувати натяг у цих підшипниках.

Між внутрішніми обідками конусних роликотідшипників встановлені розширювальне кільце 10 та налаштувальна прокладка 11.

Вибір товщини налаштувальної прокладки визначає потрібний початковий натяг у конусних роликотідшипниках.

Циліндричний роликотідшипник 7 провідного конусного зубчастого колеса розташований у вирізі виступу корпусу механізму зменшення заднього моста, закріплений за допомогою пасування і утримується від зсуву уздовж осі фіксуючим кільцем, яке вставлено у паз на циліндричній частині кінця провідної шестірні.

Цей підшипник витримує виключно радіальні навантаження, які виникають під час передачі обертового ефекту конусними зубчастими колесами, та знижує спотворення провідної шестірні, яке виникає внаслідок цього процесу.

На передньому кінці валу провідного конусного зубчастого колеса, на ділянці з меншим діаметром, виконано різьблення, а на ділянці з більшим діаметром - шпонкові пази, на які монтовані відбивач мастила 12 та фланець 14 карданного валу.

Усі компоненти, що розміщені на валу провідного колеса, затягнуті за допомогою корончатої гайки 15.

Для спрощення демонтажу корпусу підшипників у його фланці зроблено два отвори з різьбою, куди можна вкрутити витяжні болти; коли болти закручуються, вони опираються об основний корпус механізму зменшення заднього моста, що призводить до вивільнення корпусу підшипників із корпусу механізму зменшення. Як витяжні болти можна застосувати ті ж болти, які вже вкручені у фланець корпусу механізму зменшення.

Провідне конусне зубчасте колесо 22 прикріплене клепаанням до правої половини корпусу диференціалу.

Через обмежений простір між зубчастим колесом та виступом у корпусі механізму зменшення, додатково підтримуване провідне зубчасте колесо задньої осі, клепки, які з'єднують провідне зубчасте колесо з корпусом диференціалу з внутрішнього боку, мають плоску голівку. Провідне зубчасте колесо центрується по зовнішньому ободу фланця корпусу диференціалу.

Під час експлуатації провідне конусне зубчасте колесо через деформацію може бути відсунуте від провідного колеса, що призводить до порушення взаємодії між зубчастими колесами. Для запобігання такій деформації та забезпечення коректного зчеплення між конусними зубчастими колесами, у корпусі механізму зменшення встановлено обмежувач 25 провідного зубчастого колеса, який виготовлено у формі болта з латунним вкладишем на кінці.

Обмежувач вкручують у корпус механізму редуктора до моменту, коли його вставка доторкнеться до кінця провідного конусного зубчастого колеса, після чого його відкручують для забезпечення потрібного проміжку та фіксують за допомогою гайок.

Регулювання зчеплення конусних зубчастих коліс основної передачі виконується шляхом заміни набору налаштувальних шайб 18 з різною товщиною, виконаних з м'якої сталі та розміщених між корпусом підшипників і корпусом механізму зменшення заднього моста.

Під час виробничого збирання, конусний набір зубчастих коліс піддається попередньому відбору за критеріями контакту та звуку. Таким чином, у разі необхідності заміни одного колеса, потрібно також замінити й друге зубчасте колесо.

1.3 Дані щодо матеріалів аналізованих компонентів

1.3.1 Сталь 20ХГНМ

Сталь 20ХГНМ з якої виготовлений комбінований вал-зубчасте колесо основної передачі.

Сталь 20ХГНМ є високоякісним легованим конструкційним матеріалом, використовуваним у важливих інженерних застосуваннях, зокрема у виготовленні вал-шестерні головної передачі. Ось детальний опис цієї сталі:

Хімічний склад. Ця сталь містить вуглець (С), хром (Cr), нікель (Ni), марганець (Mn), кремній (Si), та молібден (Mo). Вуглець надає твердість, хром забезпечує корозійну стійкість, нікель підвищує міцність, а молібден забезпечує високу міцність при високих температурах.

Механічні властивості. Сталь 20ХГНМ відома своєю високою міцністю, в'язкістю та зносостійкістю. Вона може витримувати значні навантаження без деформації, що робить її ідеальною для використання у валах і зубчастих передачах.

Термічна обробка. Ця сталь піддається різним видам термічної обробки, таким як гартування та відпуск, що дозволяє оптимізувати її властивості під конкретні умови використання.

Застосування. Основне застосування сталі 20ХГНМ знаходиться у виготовленні важливих деталей машин, таких як вали, шестерні, особливо там, де необхідні висока міцність і стійкість до зносу.

Обробка. Сталь має хороші показники зварюваності, оброблюваності і може бути ефективно оброблена більшістю стандартних методів металообробки.

Корозійна стійкість. Хоча сталь 20ХГНМ не є нержавіючою, вона має певний рівень корозійної стійкості, зокрема при належній поверхневій обробці та застосуванні захисних покриттів.

Сталь 20ХГНМ є відмінним вибором для деталей, які вимагають високої міцності, в'язкості та зносостійкості, таких як вал-шестерня головної передачі, завдяки своїм унікальним властивостям і можливостям термічної обробки.

1.3.2 Сталь 15ХГН2ТА

Сталь 15ХГН2ТА з якої виготовлено провідне конусне зубчасте колесо основної передачі.

Сталь 15ХГН2ТА є хром-марганцево-нікелевим сплавом з додаванням титану. Цей вид прокату віднесений до категорії легованих металів. Певні елементи в її складі забезпечують специфічні фізичні характеристики цієї сталі. Насамперед, вона відзначається високою міцністю, що робить її незамінною у сферах промисловості та виробництва, де критично важливе використання компонентів з високою стійкістю до зносу. Така сталь застосовується для виробництва різноманітних вінців, шатунів та зубчастих коліс, що функціонують у умовах високих і інтенсивних навантажень.

Хімічний склад. Сталь 15ХГН2ТА містить хром, марганець, нікель і титан. Ці елементи надають сталі особливі властивості, такі як підвищена міцність і корозійна стійкість. Хром забезпечує покращену стійкість до окислення, марганець підвищує міцність та в'язкість, нікель забезпечує міцність і титан сприяє стабілізації структури.

Механічні властивості. Сталь 15ХГН2ТА вирізняється високою міцністю, в'язкістю та зносостійкістю. Ці властивості роблять її підходящою для виробництва деталей, що вимагають високої стійкості до механічних навантажень.

Термічна обробка. Сталь 15ХГН2ТА піддається різноманітним видам термічної обробки для досягнення оптимальних механічних властивостей. Гартування та відпуск є стандартними методами, які використовуються для підвищення міцності та в'язкості матеріалу.

Застосування. Ця сталь застосовується у виробництві деталей, що піддаються інтенсивним навантаженням, таких як зубчасті колеса, шатуни, вінці та інші критичні компоненти в машинах і обладнанні.

Обробка. Сталь 15ХГН2ТА має хорошу зварюваність і оброблюваність, що робить її придатною для виробництва складних деталей.

Стійкість до зносу та корозії. Наявність хрому та інших легуючих елементів забезпечує підвищену стійкість до зносу та корозії.

У підсумку, сталь 15ХГН2ТА є надійним вибором для виробництва деталей, які піддаються високим механічним навантаженням та вимагають високої міцності, в'язкості та зносостійкості.

1.3.3 Сталь 45X

Сталь 45X з якої виготовлено фланець головної передачі. Сталь 45X є одним з широко використовуваних видів легованої конструкційної сталі. Вона має наступні характеристики, які роблять її ідеальною для виготовлення таких компонентів, як фланець головної передачі:

Хімічний склад. Основними компонентами сталі 45X є вуглець (C) та хром (Cr). Вуглець забезпечує міцність та твердість, в той час як хром покращує зносостійкість і корозійну стійкість. Це робить сталь 45X відмінною для використання в умовах високого навантаження та агресивних середовищ.

Механічні властивості. Сталь 45X відома своєю високою міцністю, твердістю та зносостійкістю. Це дозволяє їй витримувати високі навантаження без значних деформацій, що є ключовим для компонентів таких, як фланці головних передач.

Термічна обробка. Сталь 45X піддається гартуванню та відпуску для підвищення її механічних властивостей. Це покращує її стійкість до зносу та здатність витримувати високі навантаження.

Застосування. Завдяки своїм властивостям, сталь 45X часто використовується для виготовлення важливих машинних деталей, таких як зубчасті колеса, вали, фланці та інші компоненти, які потребують високої міцності і зносостійкості.

Обробка. Ця сталь має добру оброблюваність і зварюваність, що дозволяє виготовляти з неї складні конструкції.

Корозійна стійкість. Хоча сталь 45X не є нержавіючою, вона має певний рівень корозійної стійкості, особливо після відповідної поверхневої обробки та застосування захисних покриттів.

1.3.4 Сталь 20

Сталь 20 - рекомендована альтернатива для загартованих сталей 20ХГНМ, 15ХГН2ТА, 45Х.

Сталь 20 є одним з найбільш часто використовуваних видів вуглецевої сталі. Вона має наступні ключові характеристики:

Хімічний склад. Основним компонентом сталі 20 є вуглець (C), з невеликими домішками марганцю, силіцію, фосфору та сірки. Вміст вуглецю в цій сталі забезпечує хорошу міцність та пластичність.

Механічні властивості. Сталь 20 відома своєю відносною міцністю та хорошою в'язкістю. Вона має здатність витримувати певне механічне навантаження, не втрачаючи при цьому гнучкості.

Термічна обробка. Ця сталь добре піддається термічній обробці, включаючи гартування та відпуск, що дозволяє покращити її механічні властивості.

Застосування. Сталь 20 широко використовується у машинобудуванні та в інших галузях промисловості для виготовлення різних конструкційних елементів, в тому числі валів, болтів, кріплень, а також в якості заготовки для кованих деталей.

Обробка. Сталь 20 добре піддається механічній обробці, такій як токарна, фрезерна, свердління тощо.

Корозійна стійкість. Хоча ця сталь не має високого рівня корозійної стійкості, належна обробка та покриття можуть значно підвищити її стійкість до корозії.

1.4 Цементация сталі 20

Цементация сталі базується на хіміко-термічному методі обробки. Цей процес включає дифузійне збагачення поверхневого шару матеріалу вуглецем під час теплової обробки в специфічному середовищі.

Головною метою вказаного процесу є збагачення зовнішнього шару компонентів достатньою кількістю вуглецю, який у цьому випадку може досягати 0,8-1,1% від загального об'єму. Після проведення такої операції та наступного загартування матеріал набуває високої твердості, в той час як його гнучке ядро зберігається. Це ключові характеристики цього процесу.

Переважно цементация сталі вживається для створення високої твердості на поверхні компонентів та підвищення їх зносостійкості, що досягається через термічну обробку, здійснену після зазначеного процесу. Процес цементації застосовується для таких виробів, як зубчасті колеса, штифти, вали, осі, важелі, черв'яки, елементи підшипників (великорозмірні кільця та ролики) тощо.

1.4.1 Методи цементації

Різні типи цього матеріалу вимагають індивідуального підходу до процесу цементації. Цементована сталь може формуватися в різноманітних умовах і атмосферах, зокрема при температурному діапазоні 850 до 950 градусів Цельсія. Існує кілька підходів до цього процесу:

Цементация за допомогою твердих карбюраторів.

У цій ситуації можна застосувати органічні матеріали такі як тваринні кістки, дерево тощо та неорганічні наприклад, кокс)у поєднанні з різними каталізаторами. Процес насичення вуглецем відбувається через хімічну реакцію окислення вуглецю. Використання каталізаторів у цьому контексті сприяє більш ефективному та швидкому перебігу реакції. Цей спосіб є дуже ефективним для досягнення глибокого насичення вуглецем і підходить для виробництва сталевих деталей. Однак, цей метод є досить складним та вимагає значних зусиль, часу та енергії.

Для створення карбюруючої суміші використовують два методи. Перший полягає у ретельному змішуванні сухої солі з вугіллям. Другий метод включає приготування розчину з солі, який отримують шляхом її розчинення у воді, після чого цей розчин використовують для зволоження деревного вугілля. Перед поміщенням вугілля у піч його необхідно висушити до вологості не більше 7%. Виготовлення карбюратора за другим методом вважається більш якісним.

Суміш висипають у контейнери, де розміщують деталі. Щоб уникнути виходу газу, який утворюється при нагріванні, контейнери герметизують. Щільно закриту кришку зверху обмазують вогнетривкою глиною.

Контейнери вибирають відповідно до розміру, форми деталей, їхньої кількості та об'єму заповненої суміші. Зазвичай їх форма буває прямокутною або круглою. Для виготовлення контейнерів використовують сталь, яка може бути як жаростійкою, так і низьковуглецевою (див. рис. 1.3).

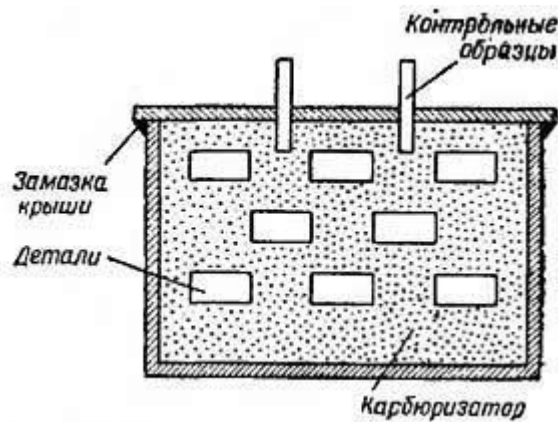


Рис. 1.3. Конструкція контейнера для процесу цементування з компонентами.

Процедура цементування металу включає наступні етапи:

Компоненти, що мають пройти цементування, розміщують у сталевих контейнерах, заповнюючи їх однорідно вугільною сумішшю.

Контейнери пломбуються та відправляються у попередньо прогріту печ.

Спершу відбувається підвищення теплоти до рівня температур приблизно 700-800°C.

Моніторинг розігріву здійснюється очевидно; уніформність кольору контейнерів та основи печі перевіряється на відсутність темних ділянок;

Після цього теплоту в печі посилюють до 850-950°C; в цьому температурному регіоні відбувається процес розсіювання атомів вуглецю у структурі;

Час утримання компонентів у печі визначається бажаною товщиною обробленого шару.

Цементування, здійснюване через дію газів.

В цій методиці переважно використовуються насичені гази такі як метан, трубопровідний та інші або клас неактивних елементів таких як азот, в залежності від специфічних вимог. Далі, сталь, оброблена за допомогою газу, формується із зниженим вмістом насичених ланцюгових вуглеводнів, як от пропан чи алкани. Ця процедура зазвичай використовується у

великомасштабному виробництві, але вона вимагає значних фінансових затрат. Аналогічний метод вживається в тепловій обробці. При цьому у високотемпературну ротаційну піч вводять суміші органічних полімерних речовин наприклад, терпентину, етанолу тощо, які здатні розкладатися під впливом каталітичних агентів таких як нікель.

Процедура цементування металу та її технічні етапи розгортаються таким чином:

Компоненти, що підлягають цементуванню, розміщують у печі;

Тепловий режим збільшується до 910-950°C;

Здійснюється введення газу в печ і підтримка в газовій атмосфері протягом заданого періоду.

Загальна тривалість теплового оброблення складає 15 годин при температурі 920°C, з утворенням шару товщиною 1,2 мм.

Щоб прискорити процес виробництва, температуру збільшують. За 8 годин можна досягти аналогічного зміцненого шару при температурі 1000°C.

Нещодавно набув популярності метод виконання процесу в умовах ендотермічного середовища. Під час інтенсивного вуглецевого насичення в газовій атмосфері забезпечується високий рівень вуглецю завдяки додаванню природного газу пропану, бутану чи метану. На цій стадії концентрація газу з нафтопродуктів підтримується на рівні 1%.

Методика розчинного цементування.

Цей метод реалізується в ваннах з ціанідними та неціанідними складами. Кожен тип розчину має свої унікальні властивості, переваги та недоліки. Наприклад, ванни на основі ціанідів не є безпечними. Їх зазвичай вважають шкідливими для довкілля та людського здоров'я. Тому, працюючи з такими речовинами, критично важливо дотримуватися запропонованих правил безпеки для уникнення негативних наслідків. Натомість техніка, що базується на неціанідних ваннах, не рекомендується через її здатність до необоротного засмічення довкілля, завдаючи значної шкоди. Згадані методи, як правило, застосовуються обмежено, лише для досягнення невеликих глибин насичення вуглецем.

Цементування в рідинному середовищі характеризується тонким насиченим шаром, глибина якого не перевищує 0,5 мм, та вимагає до 3 годин для завершення. Серед переваг цього методу варто відзначити: мінімальну деформацію оброблених компонентів та можливість проведення закалювання без необхідності проміжних процедур.

Цементування у вакуумному середовищі.

Знижений атмосферний тиск усередині печі ефективно зменшує час необхідний для обробки.

Процедура та технологічні кроки цементування металу в вакуумі включають:

У цьому підході компоненти спочатку розміщуються в неопалену піч;

Після щільного закриття камери печі в ній створюється вакуум;

Далі проводиться поступове підігрівання до потрібної температури;

Триває процес витримки, який триває до однієї години. Протягом цього часу відбувається стабілізація температури та очищення поверхні нагрітих деталей від забруднень, які можуть перешкоджати процесу цементування.

Надалі в камеру впускають карбон (IV) оксид під високим тиском, що сприяє інтенсивному насиченню зовнішнього шару;

Під час наступного кроку відбувається проникнення атомів вуглецю у матеріал. На цій стадії в камері знову створюється умова зниженого тиску.

Протягом короткого часу не формується бажаний шар, тому процедуру повторюють, аж поки не досягнуть потрібної товщини формування відбувається протягом трьох фаз;

Зниження температури до рівня зовнішнього середовища здійснюється всередині печі за допомогою неактивних газів, які подаються під різними тисками.

Процедура є повністю автоматизованою. Комп'ютерна програма контролює подачу газу, температуру та тиск, керуючи всім виробничим процесом. Переваги включають:

Контроль рівня вуглецю;

Відсутність кисню запобігає формуванню оксидів;

Газ ефективно проникає навіть у дрібні отвори;

Рівномірне чергування етапів обробки;

Повне автоматизування процесу; зменшення часу виробництва.

Методика цементування за допомогою паст.

Для виконання одноразових завдань більш ефективно використовувати цементувальні пасту. Склад пасту включає в себе: вугільний пил та сажу. Щоб отримати потрібну глибину насиченого шару, необхідно збільшити товщину нанесеної пасту в вісім разів.

Після нанесення, суміш висушують. Для процедури цементування використовують індукційні печі високої частоти. Процес ведеться при температурі до 1050°C.

Цементування у електролітному середовищі.

Цей метод має багато спільного з процесом електролітичного покриття. Деталь поміщається в підігрітий електролітний розчин. Прикладена електрична енергія ініціює вивільнення активного вуглецю, що сприяє його дифузії в поверхню сталевих деталей.

Ця техніка застосовується для обробки невеликих деталей. Характеристики процесу цементування: електрична напруга в межах 150-300 Вольт, температура від 450 до 1050°C.

1.4.2 Характеристики металу після процесу цементування

Після цементування, твердість вуглецевого шару становить: 58-61 HRC для легированих сталей і 60-64 HRC для сталей із низьким вмістом вуглецю. Перебування сталі протягом тривалого часу під високими температурами спричиняє модифікацію її структури.

Внаслідок цементування досягається оптимальний розподіл вуглецю у перерізі деталі. Ключові характеристики цементованої деталі остаточно формуються під час подальшої термічної обробки. Всі вироби піддаються закалюванню з м'яким відпусканням. Після закалювання, цементований виріб набуває високої твердості (50-58 HRC) та зносостійкості, збільшується межа контактної міцності та межа міцності при вигині, одночасно зберігаючи гнучку основу.

1.4.3 Теплова обробка цементованих виробів

Цей етап також є критичним у обробці компонентів. Оскільки цементовані вироби не досягають високого рівня зносостійкості та міцності лише після цементації, кінцевим етапом є процеси закалювання та відпускання. Закалювання вирізняється своїми унікальними характеристиками та властивостями. Процедура цементування включає зростання зерна із різною інтенсивністю в різних частинах перерізу. Таким чином, процес закалювання розбивається на декілька фаз, кожна з яких виконується при певному діапазоні температур.

Процес цементування компонентів є часозатратним. Швидкість проникнення вуглецю в матеріал складає 0,1 мм на годину. З цього легко визначити, що для отримання необхідного 1 мм шару для тривалого використання потрібно близько 10 годин (див. рисунок 1.4). На графіку чітко видно, як тривалість обробки залежить від глибини насиченого вуглецем шару та температури нагріву.

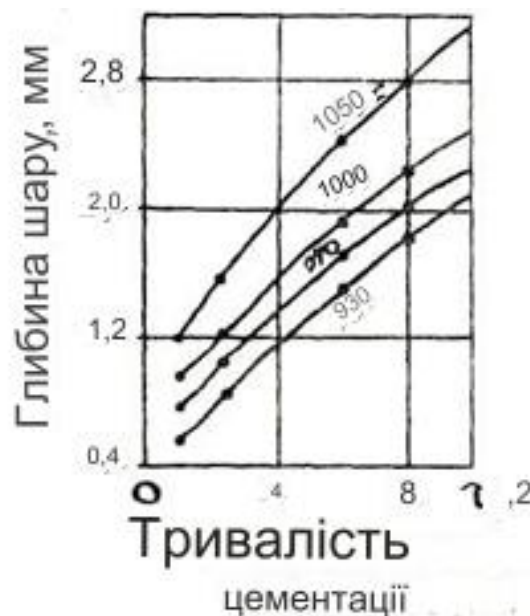


Рис. 1.4. Вплив тривалості процесу цементування на товщину шару.

Показано на рисунку 1.5, шар, що формується в результаті цементування. Щоб коригувати великозернисту структуру металу, деталь після цементування

піддається повторному опаленню, за яким слідує закалювання з подальшим відпуском або проведенням процесу нормалізації.



Рис. 1.5. Шар, формований через процес цементування.

Процедура закалювання виконується при температурі, яка не перебільшує 900°C . У металевому матеріалі спостерігається утоншення зерен через утворення перліту та фериту.

Замість процесу закалювання для легованих сталей здійснюється нормалізація. В результаті рівномірного прогріву всередині компонента формується мартенситна структура. Температура опалення елемента залежить від типу використаної сталі. Структура сталі після процедури цементування представлена на рисунку 1.6.

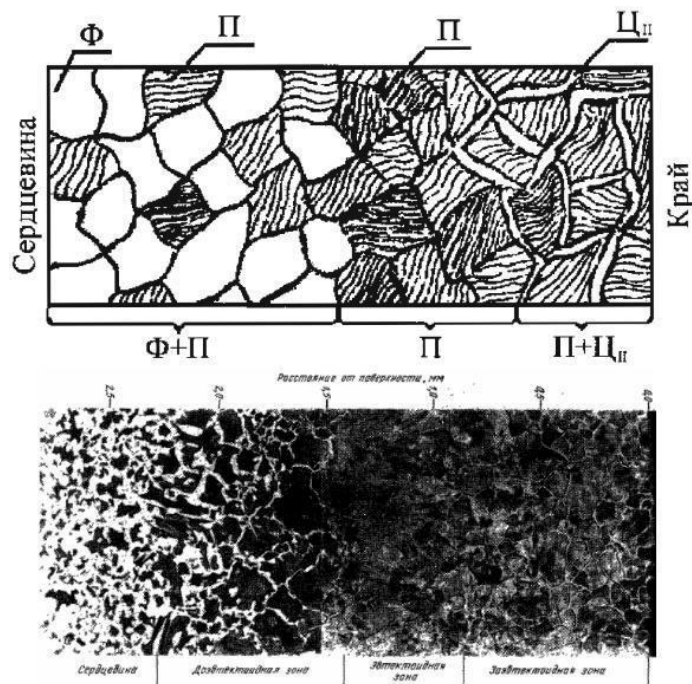


Рис. 1.6. Конфігурація сталі після процедури цементування.

На рисунку 1.7 зображені параметри теплової обробки сталі після процесу цементування.



Рис. 1.7. Параметри теплової обробки сталі після цементування.

1.5 Апаратура для цементування сталі 20

Для процедур цементування, закалювання та м'якого відпускання малих серій шестерень, осей, кілець тощо в умовах захисної газової атмосфери використовують універсальні камерні печі, інтегровані в єдиний механізм.

Універсальна камерна електрична піч СНЦ 5.10. 3,2/10 представлена на рис. 1.8.

Специфікації печі включають:

Потужність обладнання – 80 кіловат;

Вага матеріалу для одного завантаження – 400 кілограмів;

Чиста вага вантажу – 300 кілограмів;

Споживання газу – 12-15 кубометрів на годину;

Розміри вантажу – 500x1000x320 мм; Вага установки – 13 тонн;

Процес завантаження печі та проведення цементування.

Електрична піч включає опалювальну камеру, тамбур з інтегрованим масляним баком для закалювання всередині єдиної рами, панелі управління, а також системи для вантаження та розвантаження. У тамбурі та опалювальній

камері печі вмонтовані вентилятори для забезпечення руху повітря в атмосфері печі.

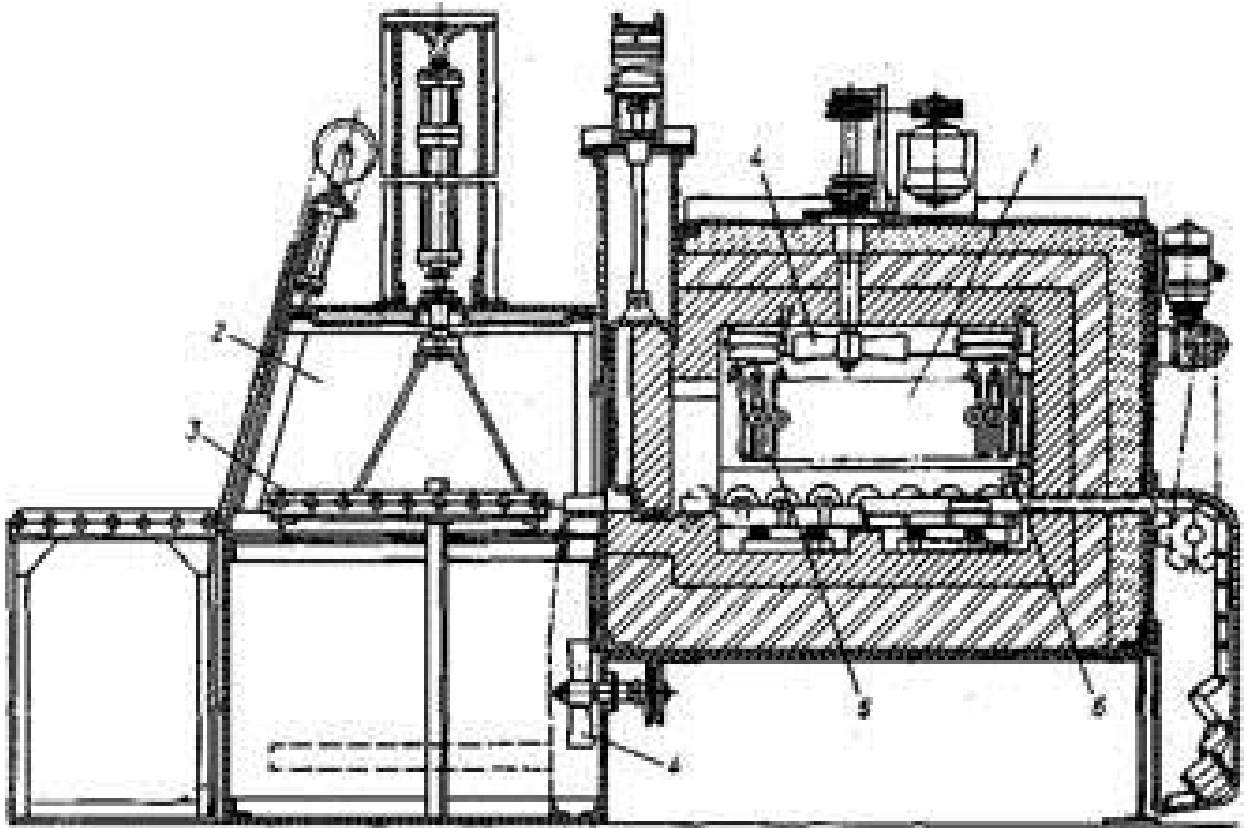


Рис. 1.8. Універсальна камерна електрична піч СНЦ 5.10. 3,2/10:

1 – нагрівальна камера; 2 – гартівна камера; 3 – піднімальний столик; 4 – вентилятор;
5 – нагрівачі; 6 – ланцюговий механізм для пересування піддона з деталями.

Опалювальна та гартівна камери можуть бути наповнені захисним середовищем, яке захищає загартовувані компоненти від окислення та втрати вуглецю. За допомогою ланцюгового пристрою 6 кошик з деталями через напрямні ролики транспортують до опалювальної камери 1. Після процесу нагріву та витримки той же ланцюговий пристрій пересуває кошик до гартівної камери 2, де разом із піддоном 3 вони занурюються у гартівну рідину (масло). Після процедури охолодження піддон піднімається за допомогою пневматичного механізму, і кошик видаляється з печі. Нагрів деталей відбувається завдяки випромінюванню від електричних нагрівачів 5 та конвективному теплообміну. Вентилятори 4, розташовані в опалювальній камері та в гартівному баку, призначені для підсилення теплообміну та забезпечення рівномірного нагріву та охолодження компонентів.

У цій автоматизованій електричній печі виконують повний спектр теплової обробки компонентів – від цементування до закалювання та відпускання.

Фінальним етапом теплової обробки цементованих виробів із сталі 20 є м'яке відпускання при температурі 160-180°C, яке перетворює загартований мартенсит у поверхневому шарі на відпущений мартенсит, зменшуючи внутрішні напруження.

Отже, процес зміцнення сталі 20 був здійснений за такими умовами:

Газове цементування при температурі 930°C в якості вуглецювального агента застосовували природний газ;

Закалювання при температурі 810°C (використовуючи воду);

Відпускання при температурі 180°C (в атмосфері повітря).

Тривалість процесу цементування становить 12 годин;

Глибина насичення вуглецем складає 1,2 мм;

Вміст вуглецю в зовнішньому шарі становить 1,0 %;

Твердість поверхні досягає 63 HRC.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Відновлення та технічне обслуговування заднього моста

Відновлювальні процедури для задньої осі транспортного засобу включають заміну зношених чи пошкоджених компонентів. Структура задньої осі дозволяє проводити більшість ремонтних робіт без демонтажу з автомобіля.

Для встановлення нового ущільнювача на ведучу шестерню редуктора задньої осі потрібно:

від'єднати карданний вал від фланця 14 (див. ілюстрацію 1.2) механізму редуктора;

вийняти шплінт та відвернути гайку 15, зняти фланець 14 і шайбу 16;

розкрутити гайки на шпильках, які тримають кришку 13 ущільнювача, використовуючи болти для демонтажу, зняти кришку з ущільнювачем;

замінити ущільнювач, наповнивши його порожнини мастилом 1-13, та зібрати елементи в зворотному порядку розбирання ущільнювач встановлюється разом з зовнішнім торцем кришки.

При потребі заміни ущільнювача 9 (згідно з ілюстрацією 1.1) на півосі заднього моста слід:

спустити олію з корпусу осі, відкрутивши зливну та наповнювальну пробки;

від'єднати карданний вал від механізму;

демонтувати невеликі кришки зубчастих коліс;

відкрутити один болт 15 кріплення великої кришки, вкручуючи його у різьблені отвори на кінцях півосей 22, акуратно витягнути її разом із сонячними шестернями 11 передач;

відвернути гайки на шпильках, які фіксують центральний редуктор до корпусу осі крім двох верхніх.

Надалі, використовуючи візок з лебідкою, слід витягнути редуктор заднього моста, вкручуючи два болти для демонтажу в фланець кріплення редуктора до корпусу осі. Після зняття двох залишених верхніх гайок, провести

заміну ущільнювача півосі за допомогою інструменту для зняття, заповнивши внутрішні порожнини ущільнювача консистентним мастилом.

Складання задньої осі відбувається у зворотньому порядку, при цьому монтаж півосей має відбуватися акуратно, обертанням їх для запобігання пошкодження краю робочої частини ущільнювача.

Роботи з ремонту заднього мосту включають демонтаж і розбір центрального редуктора або механізму зубчастих передач.

Перед демонтажем центрального редуктора потрібно зливати олію з корпусу мосту, від'єднати карданний вал і демонтувати стоянковий гальмівний механізм.

Далі необхідно демонтувати невеликі кришки механізму зубчастих коліс, відвернути болт великої кришки зубчатого колеса, і, вкручуючи його по чергово в різьблене на кінцях півосей, вийняти півосі з диференційного механізму.

Відкрутити гайки на шпильках, які фіксують центральний редуктор до корпусу осі, і витягнути редуктор за допомогою транспортувального візка.

Демонтаж центрального редуктора заднього моста краще виконувати на обертовому пристрої. У разі недоступності такого обладнання, можна застосовувати невеликий робочий стіл або верстат з висотою від 500 до 600 мм.

Етапи розбору редуктора осі МАЗ-5551 включають:

демонтаж ведучої шестерні 20 (див. ілюстрацію 1.3) разом з підшипниками;

відвертання гайок 29 і зняття 3 кришок підшипників диференціалу;

зняття кришок 1 підшипників диференціалу;

розкручування гайок на шпильках, які тримають чашки диференціалу, та розбирання диференціалу (витягнути сателіти, осьові шестірні, упорні шайби).

Демонтовані компоненти редуктора заднього моста слід очистити та уважно перевірити.

Оцінити стан підшипників, на робочих поверхнях яких не повинно бути слідів розколу, тріщин, вм'ятин, луцення, а також руйнування або пошкодження роликів і сепараторів.

Під час перевірки шестерень переконатися в тому, що немає відколів та відламаних частин на зубцях, тріщин, а також відшарування цементованого шару на поверхні зубів.

Якщо шестерні редуктора заднього моста видають підвищений шум під час експлуатації, то значення бічного зазору в 0,8 мм може бути причиною для заміни кінчного набору шестерень.

При необхідності ведучу та ведену кінчні шестерні замінювати разом, оскільки на виробництві вони підбираються в парах за контактом та бічним зазором та маркуються однаковими номерами.

Під час огляду компонентів диференціалу мосту важливо перевірити стан поверхонь шийок хрестовин, отворів та сферичних ділянок сателітів, підтримувальних поверхонь осьових шестерень, опорних шайб та кінцевих поверхонь чашок диференціалу, на яких не повинно бути подряпин або зносу.

У випадку істотного зносу або ослаблення фіксації слід замінити втулку сателіта. Після її вставлення у сателіт, нову втулку механічно обробляють до розміру $26+0,045$ мм.

У разі суттєвого зносу бронзових опорних шайб осьових шестерень, їх потрібно замінити. Товщина нових бронзових шайб має становити 1,5 мм.

Після збірки диференціалу заднього моста рекомендовано виміряти проміжок між осью шестернею та опорною бронзовою шайбою, який має бути від 0,5 до 1,3 мм.

Цей зазор визначають за допомогою щупа через отвір у чашках диференціалу, коли сателіти переміщені до крайнього положення біля опорних шайб, а осьова шестерня щільно прилягає до сателітів, знаходячись у зачепленні з ними. Чашки диференціалів замінюють в комплекті.

Технічне обслуговування заднього моста автомобілів включає контроль та підтримку адекватного рівня мастила у центральному редукторі та зубчастих колесах, своєчасну заміну мастила, очистку вентиляційних отворів від бруду, перевірку та затягування фіксуючих елементів, а також моніторинг шумів при роботі та температури нагріву задньої осі.

Під час технічного сервісу задньої осі особлива увага має бути зосереджена на налагодженні центрального редуктора. Це проводять із

демонтованим редуктором, починаючи з настройки конічних підшипників ведучої конічної шестерні та підшипників диференціалу, а далі - налаштування зачеплення конічних шестерень за допомогою візуального контролю контактної плями.

Для налаштування підшипників ведучої конічної шестерні редуктора заднього моста потрібно:

Демонтувати ручник та зняти гальмівний супорт з кожуха диференціалу номер 9 (дивись ілюстрацію 1.2);

Випустити моторне масло;

Відгвинтити гвинти, які утримують кожух заднього мосту на підшипниках головної передачі, та застосувати спеціальні болти номер 27 для витягування кожуха номер 9 разом з основною конічною передачею;

Утримуючи кожух номер 9 у тисках, виміряти індикатором осьовий зазор підшипників;

Знявши кожух номер 9, зафіксувати головну конічну передачу у тисках.

Видалити шплінт та відгвинтити гайку номер 15 з фланця, після чого зняти прокладку та сам фланець.

Зніміть ковпак за допомогою спеціальних болтів для демонтажу. Зніміть захисник мастила номер 12, внутрішнє кільце переднього підшипника та регулювальну прокладку номер 11;

Проаналізуйте товщину регулювальної прокладки і визначте, наскільки її потрібно витончити для ліквідації осьового зазору та забезпечення первинного натягу зменшення товщини прокладки має відповідати загальній сумі осьового зазору вала, виміряного індикатором, і значення 0,03-0,05 мм для первинного натягу.

Відшліфуйте регулювальну прокладку до потрібної товщини, встановіть її та інші компоненти, але не монтуйте ковпак номер 13 з ущільнювачем, оскільки тертя ущільнювача об шийку фланця перешкоджатиме точному визначенню опору обертання шестерні в підшипниках.

При затягуванні гайки фланця редуктора необхідно обертати корпус підшипників для правильного розташування роликів усередині підшипникових обойм;

Перевірте первинний натяг підшипників за допомогою вимірювання моменту, потрібного для обертання головної шестерні, який має становити 0,1-0,3 кГм.

Цей момент можна визначити за допомогою торсіонного ключа на гайці номер 15 або шляхом визначення величини сили, застосованої до відкриття в фланці для кріплення карданного валу.

Сила, застосована в напрямку, що перетинається з радіусом розміщення відкриттів у фланці, має бути в межах 1,3-3,9 кГ.

Необхідно враховувати, що надмірний натяг у конусоподібних підшипниках може спричинити інтенсивне нагрівання та прискорене стирання.

За умови належного первинного натягу підшипників, демонтуйте гайку з валу головної передачі, зафіксувавши її розташування, та фланець, а потім знову встановіть ковпак номер 13 (дивіться ілюстрацію 1.2) з ущільнювачем та завершіть складання вузла.

Перед налаштуванням підшипників диференціала та зачеплення конусних передач основної передачі необхідно розгвинтити обмежувач номер 25 веденої передачі.

Регулювання затягування підшипників диференціала здійснюється за допомогою використання гайок номери 3 і 29, які потрібно загвинчувати до однакової відстані, аби зберегти розташування передачі до досягнення потрібного первинного натягу в підшипниках.

Первинний натяг підшипників визначається за розміром моменту, потрібного для обертання диференціала, який має бути в діапазоні 0,2-0,3 кГм при від'єднаній головній конусній передачі.

Цей момент визначається за допомогою торсіонного ключа або шляхом вимірювання сили, застосованої до радіусу відкриттів чашок диференціала, яка становить 2,3-3,5 кГ.

Секвенція перевірки та налаштування зубцевого зачеплення конусних передач редуктора є такою:

Перед монтажем корпусу номер 9 підшипників з головною передачею в корпус редуктора слід ретельно очистити зубці конусних передач і нанести

тонкий шар фарби на три або чотири зубці головної передачі по їх повній поверхні.

Монтують у корпус редуктора корпус номер 9 з головною передачею; затягують гайки на чотирьох діагонально розташованих шпильках і обертають головну передачу за фланець номер 14 в обидва боки;

За слідами відмітинами контакту, що утворилися на зубцях веденої передачі, визначають коректність зачеплення передач і потрібний характер налаштування зачеплення.

Налаштовують зачеплення передач шляхом коригування кількості ущільнювачів номер 18 під фланець корпусу підшипників головної передачі, використовуючи гайки номери 3 і 29, при цьому не порушуючи налаштування підшипників диференціала.

Щоб віддалити головну передачу від веденої, потрібно додати додаткові регульовальні ущільнювачі під фланець корпусу, а для наближення передач - вилучити ущільнювачі.

Для зсуву веденої передачі заднього мостового редуктора використовують гайки номери 3 і 29. Щоб уникнути зміни налаштувань підшипників номер 30 диференціала, потрібно обертати або відвертати гайки номери 3 і 29 на однаковий кут.

Під час налаштування зачеплення за відбитками контакту на зубцях передач необхідно зберігати бічний проміжок між зубцями, який для нового набору передач має бути в діапазоні 0,2-0,5 мм.

Звуження бічного проміжку між зубцями передач шляхом зміщення відбитків контакту з рекомендованого положення є неприпустимим, оскільки це може призвести до неправильного зачеплення передач та їх прискореного зносу.

Завершивши налаштування зачеплення передач заднього мостового редуктора, затягніть усі гайки кріплення корпусу підшипників до корпусу редуктора, встановіть фіксатори на гайки підшипників, закрутіть обмежувач номер 25 для створення мінімальної відстані 0,15-0,2 мм між штифтом та веденою передачею мінімальний відступ визначається після обертання веденої

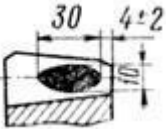


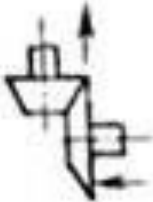
передачі на один повний оборот. Потім зафіксуйте обмежувач номер 25 веденої передачі за допомогою контргайки.











Завершивши настроювання зубчастих з'єднань заднього мостового редуктора, затягніть усі гайки кріплення корпусу підшипників до корпусу редуктора, встановіть засувки гайок підшипників, затягніть стопор номер 25, щоб досягти найменшого проміжку 0,15-0,2 мм між штифтом та веденою передачею (найменший проміжок встановлюється при обертанні веденої передачі на один повний круг). На завершення, заблокуйте стопор номер 25 веденої передачі за допомогою контр-гайки.

Використовують спеціальний інструмент для вимірювання зазору через отвори у корпусах диференціала. Це роблять у момент, коли сателіти підтиснуті до упорних шайб до крайнього положення, а осьова шестерня щільно прилягає до сателітів, забезпечуючи зачеплення з ними.

У таблиці 1.1 представлені різні проблеми, які можуть виникнути в задньому мості, та методи для їх виправлення.

Таблиця 1.1. Проблеми, які можуть виникнути в задньому мості, та методи їх виправлення

Розташування точки контакту на шестерні, що отримує обертання	Метод забезпечення коректного взаємодії між шестернями.	
Рух вперед/Задній хід		
	Коректне сполучення зубців конусоподібних шестерень.	
	Зблизьте шестерню-реципієнт до шестерні-ініціатора. У випадку, коли ця дія призводить до надто вузького простору між зубцями обох шестерень, віддаліть	

	шестерню-ініціатор від шестерні-реципієнта.	
	Віддаліть шестерню-реципієнт від шестерні-ініціатора. Якщо в результаті утвориться надмірний проміжок між зубцями шестерень, наблизьте шестерню-ініціатор до шестерні-реципієнта.	
	Наблизьте шестерню, яка приймає обертання, до тієї, що передає обертання. В разі потреби коригування простору між зубцями при зачепленні, зсуньте шестерню, що передає обертання, ближче до тієї, яка її приймає.	
	Віддаліть шестерню, яка отримує обертання, від тієї, що її передає. У випадку потреби корекції проміжку між зубцями при зачепленні, зсуньте шестерню, що передає обертання, далі від тієї, яка отримує обертання.	
	Присунути ведучу шестірню до веденої. Якщо бічний зазор у зачепленні буде занадто малий, відсунути ведену шестірню від ведучої	
	Віддаліть шестерню, що передає обертання, від тієї, яка її приймає. У разі, коли проміжок між зубцями стане надмірним, наблизьте	

	шестерню, яка приймає обертання, до тієї, що передає обертання	
Причина несправності		Спосіб усунення
Підвищений нагрів мосту		
Зайва або недостатня кількість масла в картері	Перевірити і довести до нормального рівень масла в картері	
Неправильне регулювання зачеплення шестірень	Відрегулювати зачеплення шестірень	
Збільшений натяг підшипників	Відрегулювати натяг підшипників	
Підвищений шум мосту		
Порушення регулювання і зачеплення конічних шестірень	Відрегулювати зачеплення конічних шестірень	
Знос конічних підшипників або порушення їх регулювання	Перевірити стан підшипників, якщо необхідно замінити і відрегулювати їх затягування	
Великий знос шестірень	Замінити зношені шестірні і відрегулювати їх зачеплення	
Підвищений шум мосту автомобіля на повороті		
Несправності диференціала	Розібрати диференціал та усунути несправність	
Шум в колісному редукторі		
Неправильне зачеплення шестірень	Замінити шестірні або чашки водила	
Застосування масла, непридатного для колісної передачі	Замінити мастило з промивкою картера редуктора	
Недостатній рівень масла	Долити мастило в картер колісної передачі	
Теча мастила через ущільнення		
Знос або пошкодження сальників	Замінити сальники	

2.2 Розрахунок кількості зубців у шестерні основної передачі

Шестерня-вал з конічними зубцями, яка відповідає за передачу обертання, виготовлена зі сталі марки 20ХГНМ. Шестерня з конічними зубцями, що приймає обертання, виготовлена зі сталі типу 15ХГН2ТА.

При використанні редуктора, що не є планетарним типом:

$$U_{\text{HP}} = Z_{\text{K}}/Z_{\text{Ц}} \quad (2.1)$$

$$U_0 = U'_0 U_{\text{HP}} = \frac{Z_2}{Z_1} \frac{Z_{\text{K}}}{Z_{\text{Ц}}}$$

$$Z_{\text{Ц}} = 22 ;$$

$$Z_1 = 12;$$

$$Z_2 = 32;$$

$$U'_0 = 2,6;$$

$$U_{\text{HP}} = 2,596;$$

$$Z_{\text{K}} = Z_{\text{Ц}} U_{\text{HP}}$$

$$Z_{\text{K}} = 22 \cdot 2,596 = 57$$

$$U_0 = 2,6 \cdot 2,596 = 6,75$$

Обчислювальний крутний момент на осі основної передачі M_P (Нм) .:

Після двигуна:

$$M_P^D = M_{e \max} U_{\text{K1}} U_{\text{Д}}^H \quad (2.2)$$

Після зчеплення:

$$M_P^{\varphi} = G_{\text{СЦ}} \varphi_{\max} r_{\text{K}} / U_0 \quad (2.3)$$

$$M_{e\max} = 696,20 \text{ Нм};$$

$$U_{K1} = 7,98;$$

$$U_{Д}^H = 1,56;$$

$$G_{CЦ} = 98623,2 \text{ Н};$$

$$r_K = 0,507.$$

Після двигуна:

$$M_P^D = 696,20 \cdot 7,98 \cdot 1,56 = 8666,85 \text{ (Н} \cdot \text{м)}$$

Після зчеплення:

$$M_P^{\varphi} = 98623,2 \cdot 0,8 \cdot 0,507 / 6,75 = 5926,16 \text{ (Н} \cdot \text{м)}$$

Обчислення міцності з урахуванням найбільшого динамічного крутного моменту.

$$M_{j\max} = K_{jM} M_{e\max} U_{K1} U_{Д}^H \quad (2.4)$$

$$K_{jM} = 1,6 - 3,2.$$

$$M_{j\max} = 2,5 \cdot 696,20 \cdot 7,98 \cdot 1,56 = 21667,14 \text{ (Н} \cdot \text{м)}$$

2.3 Початкова інформація для обчислень

Зовнішня конусна відстань R_e , в міліметрах:

$$R_e \approx 10^3 \sqrt[3]{M_{e\max} U_0} \quad (2.5)$$

$$R_e \approx 10^3 \sqrt[3]{696,20 \cdot 6,75} = 167,5$$

Зовнішній діаметральний модуль, в міліметрах:

$$m_{te} = 2 R_e / \sqrt{Z_1^2 + Z_2^2} \quad (2.6)$$

$$m_{te} = 2 \cdot 167,5 / \sqrt{12^2 + 32^2} = 9,8 \text{ мм}$$

Товщина зубчастого обода, в міліметрах:

$$e = 0,3 R_e \quad (2.7)$$

$$e = 0,3 \cdot 167,5 = 50,25 \text{ мм}$$

Вибираємо значення ширини $b = 55$ мм, згідно з ДЕСТ.

Середнє значення конусної відстані, у міліметрах:

$$R_m = R_e - 0,5e \quad (2.8)$$

$$R_m = 167,5 - 0,5 \cdot 55,0 = 140,0 \text{ мм}$$

Кут схилу середньої лінії зубця, у градусах:

$$\beta_m = 25 + 5\sqrt{U_0} \quad (2.9)$$

$$\beta_m = 25 + 5\sqrt{6,75} = 38$$

Середній нормальний модуль, у міліметрах:

$$m_n = m_{te} (R_m / R_e) \cos \beta_m \quad (2.10)$$

$$m_n = 9,8 \cdot (140,0 / 167,5) \cos 38 = 6,45 \text{ мм}$$

Характеристиками первинного контуру:

$$\alpha = 20 ; h_a^* = 1 ; \rho_f^* = 0,25 ; c^* = 0,25$$

$$x_2 = -x_1$$

$$x_{r2} = -x_{r1}$$

$$\sum = 90^\circ \quad \operatorname{tg} \delta_1 = \frac{Z_1}{Z_2} \quad \delta_2 = 90^\circ - \delta_1 \quad (2.11)$$

$$\operatorname{tg} \delta_1 = \frac{12}{32} = 0,375 \quad \delta_1 = 21^\circ \quad \delta_2 = 90^\circ - 21^\circ = 69^\circ$$

Початкові розміри, які мають середні величини:

$$d_{w1} = d_1 = m_n \frac{Z_1}{\cos \beta_m} \quad (2.12)$$

$$d_{w2} = d_2 = m_n \frac{Z_2}{\cos \beta_m} \quad (2.13)$$

$$d_{w1} = d_1 = 6,45 \cdot \frac{12}{\cos 38} = 98,22 \text{ мм}$$

$$d_{w2} = d_2 = 6,45 \cdot \frac{32}{\cos 38} = 262 \text{ мм}$$

Пропорційні розміри зубчастого з'єднання:

$$\varphi_{sd} = \frac{e}{d_{w1}} \quad (2.14)$$

$$\varphi_{sd} = \frac{55,0}{98,22} = 0,56$$

Кількість зубців у відповідному зубчастому механізмі:

$$Z_{v1} = \frac{Z_1}{(\cos \delta_1 \cos^3 \beta_m)} \quad (2.15)$$

$$Z_{v2} = \frac{Z_2}{(\cos \delta_2 \cos^3 \beta_m)} \quad (2.16)$$

$$Z_{v1} = \frac{12}{(\cos 21 \cdot \cos^3 38)} = 26,27$$

$$Z_{v1} = \frac{32}{(\cos 69 \cdot \cos^3 38)} = 182,5$$

Фактор поздовжнього перетинання:

$$E_\beta = e \sin \beta_m / (\pi m_n) \quad (2.17)$$

$$E_\beta = 55,0 \cdot \sin 38 / (3,14 \cdot 6,56) = 1,64$$

Додаткові вимірювання зубчастих частин та механізмів кутового передавання визначають відповідно до стандартів ДЕСТ.

2.4 Втома від контактного впливу

2.4.1 Навантаження на зуби пари зубчастих коліс:

$$\sigma_H = \sqrt{\frac{M_P k_H (1 + U_0^2)^{3/2}}{2 \cdot 0,85 R_e^3 (1 - 0,5 \psi_{R_e}) U_0 \psi_{R_e}}} \leq [\sigma_H] \quad (2.18)$$

$$\mu = 0,3$$

$$\psi_{R_e} = e / R_e$$

$$\psi_R = 0,25 \dots 0,33;$$

$$\psi_{R_e} = \frac{50,25}{167,5} = 0,3$$

Коефіцієнт навантажень k_H :

$$k_H = k_{H\alpha} k_{H\beta} k_{H\nu}$$

$$k_{H\alpha} = 1,33, \quad k_{H\beta} = 1,05, \quad k_{H\nu} = 1,15$$

$$k_H = 1,33 \cdot 1,05 \cdot 1,15 = 1,6$$

2.4.2 Обертальний крутний момент в осі колеса

Обертальний крутний момент в осі колеса, виміряний у Ньютон-метрах:

$$M_P = \sqrt{M_I^{m_r} \left(\frac{N_I}{N_0}\right) + M_{II}^{m_r} \left(\frac{N_{II}}{N_0}\right) + M_{III}^{m_r} \left(\frac{N_{III}}{N_0}\right) + \dots} \quad (2.19)$$

$$M_i = M_{\varepsilon_{\max}} \cdot U_d \cdot U_k^i \cdot \eta;$$

$$m_r = 6,0.$$

$$N_i = 60T_s n_P k_{III};$$

Тривалість функціонування у заданому режимі передачі, вимірювана в годинах:

$$T_s = S_0 / V_{CPi} \gamma;$$

$$V_{CPi} = V_{CP} / U_i;$$

$$V_{CP} = 60 \text{ км};$$

$$k_{III} = 4;$$

$$N_0 = 12 \cdot 10^7$$

Зібрані інформації упорядкуємо в таблиці 2.1.

Таблиця. 2.1. Згруповані результати.

Номер передачі	$U_0^g = 1,30$				$U_0^g = 1,56$				γ
	$M_i,$ H_m	$V_{cpi},$ $км / год.$	$Ts, год.$	N_i	$M_i,$ H_m	$V_{cpi},$ $км / год.$	$Ts, год.$	N_i	
I	5778	4,21	1425,18	2821856	6934	3,51	1709,4	3384612	0,03
II	2889	8,41	2853,75	5650425	3467	7,01	3423,68	6778886	0,12
III	1448	16,81	3569,3	7067214	1738	14,01	4282,66	8479667	0,30
IV	724	33,60	2381	4714380	869	28,00	2857,14	565714	0,40
V	579	42,00	714,29	1414294	695	35,00	857,14	1697137	0,15

При $U_0^g = 1,30$:

$$M_p = \sqrt[6]{5778^6 \left(\frac{2821856}{12 \cdot 10^7} \right) + 2889^6 \left(\frac{5650425}{12 \cdot 10^7} \right) + 1448^6 \left(\frac{7067214}{12 \cdot 10^7} \right) + 724^6 \left(\frac{4714380}{12 \cdot 10^7} \right) + 579^6 \left(\frac{1697137}{12 \cdot 10^7} \right)} =$$

$$= 2895 H \cdot м$$

При $U_0^g = 1,56$:

$$M_p = \sqrt[6]{6934^6 \left(\frac{3384612}{12 \cdot 10^7} \right) + 3467^6 \left(\frac{6778886}{12 \cdot 10^7} \right) + 1738^6 \left(\frac{8479667}{12 \cdot 10^7} \right) + 869^6 \left(\frac{565714}{12 \cdot 10^7} \right) + 695^6 \left(\frac{1697137}{12 \cdot 10^7} \right)} =$$

$$= 3647 H \cdot м$$

2.4.3 Прийнятний рівень при тривалому кордоні контактної стійкості

Прийнятний рівень при тривалому кордоні контактної стійкості:

$$[\sigma_H] = (\sigma_{HO} / S_M) z_R z_V k_{\alpha n}, \quad (2.20)$$

$$\sigma_{HO} = 23 = H_{HRC};$$

$$HRC = 55 - 63;$$

$$S_M = 1,2;$$

$$z_R, z_V, k_{\alpha n} = 1.$$

$$[\sigma_i] = (23 \cdot 60 / 1,2) \cdot 1 = 1150 \text{ МПа.}$$

2.5 Оцінка втоми зубців від згинання

Обчислюване навантаження на згин, виміряне в мегапаскалях:

$$\sigma_F = \frac{F_t}{m_n b} k_F Y_F Y_\beta \leq [\sigma]_F, \quad (2.21)$$

$$F_t = 2M_p / d_{w1}; \quad (2.22)$$

$$k_F = k_H = 0,1.$$

$$Y_F = Y_F^0 k_n k_n k_\rho k_\tau$$

$$Y_F^0 = 2,1$$

У випадку кутової передачі:

$$k_n = k_\alpha = k_\rho = k_\tau = 1.$$

$$\sigma_F = \frac{2 \cdot 3271 \cdot 10^3}{6,45 \cdot 55 \cdot 98,22} \cdot 1 \cdot 2,1 = 394 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (2.23)$$

Припустимий рівень навантаження, виражений у мегапаскалях:

$$[\sigma]_F = \sigma_0 / S_F, \quad (2.24)$$

$$\sigma_0 = 820 \dots 920;$$

$$S_F = 1,55.$$

$$[\sigma]_F = 850/1,55 = 548 \text{ МПа.}$$

2.6 Оцінка міцності зубчастих шестерень

Фактор максимального динамічного впливу:

$$k_{jM} = M_{jM} / M_p, \quad (2.25)$$

$$M_p = 5926,16 \text{ Нм.}$$

$$k_{jM} = 21667,14 / 5926,16 = 3,66.$$

Встановлюємо значення k_{jM} рівним 3,0.

Найбільше навантаження на контактних поверхнях активних зубців, виміряне в мегапаскалях:

$$\sigma_{Hmax} = 275 \sqrt{k_{jM} \cdot \sigma_H}, \quad (2.26)$$

$$\sigma_{Hmax} = 275 \sqrt{3,0 \cdot 468} = 10267 \text{ МПа.}$$

Найвищий рівень напруги від згину, виражений у мегапаскалях:

$$\sigma_{Fmax} = k_{jM} \cdot \sigma_F, \quad (2.27)$$

$$\sigma_{Fmax} = 3,0 \cdot 394 = 1182 \text{ МПа.}$$

Критерій залишкової міцності контактної площини активних зубців:

$$\sigma_{Hmax} = 0,95 \cdot \sigma_{HlimM}, \quad (2.28)$$

2.7 Оцінка статичної міцності головного ведучого валу

Початковий розмір діаметра ведучого валу в критичному перетині, виміряний у міліметрах:

$$d = 0,8 \dots 1,2 \cdot \sqrt{M_{e \max} \cdot U_I}, \quad (2.29)$$

$$d = 1,0 \cdot \sqrt{696,20 \cdot 7,98 \cdot 1,56} = 93 \text{ мм.}$$

Сила в дії в кутовій передачі, вимірювана в ньютонках:

Колова:

$$F_t = M_{j \max} / r_K \text{ Н}; \quad (2.30)$$

Радіальне:

$$F_r = F_t \operatorname{tg} \alpha / \cos \beta_w; \quad (2.31)$$

Осьове:

$$F_a = F_t \operatorname{tg} \beta_w, \quad (2.32)$$

$$F_t = 21667,14 / 0,507 = 42736 \text{ Н,}$$

$$F_r = 42736 \operatorname{tg} 20^\circ / \cos 25^\circ = 17163 \text{ Н,}$$

$$F_a = 42736 \operatorname{tg} 25^\circ = 19928 \text{ Н.}$$

Сила, що діє радіально і перпендикулярно вісі колеса, виміряна в ньютонках:

$$F_{r1} = (F_t / \cos \beta_w) (\operatorname{tg} \alpha \cos \delta_1 \mp \sin \beta_w \sin \delta_1), \quad (2.33)$$

$$F_{r1} = (42736 / \cos 25^\circ) (\operatorname{tg} 20^\circ \cos 27^\circ + \sin 25^\circ \sin 27^\circ) = 25547 \text{ Н.}$$

Сила у напрямку осі, що діє паралельно до вісі колеса, виражена в ньютонках:

$$F_{a1} = (F_t / \cos \beta_w) (\operatorname{tg} \alpha \sin \delta_1 + \sin \beta_w \cos \delta_1), \quad (2.34)$$

$$F_{a1} = (42736 / \cos 25^\circ) (\operatorname{tg} 20^\circ \sin 27^\circ + \sin 25^\circ \cos 27^\circ) = 25549 \text{ Н.}$$

Радіальні та осьові сили, що впливають на ведене колесо, виміряні в ньютонках:

$$F_{a1} = F_{r2} = 25549 \text{ Н}; F_{a2} = F_{r1} = 25547 \text{ Н.}$$

Щоб визначити радіальні та осьові відповіді на підшипниках вала, створюють аксонометричні діаграми валів з зубчастими колесами та вказівки на сили F_t , F_r , F_a , локації їх застосування, а також вертикальні, горизонтальні та загальні відповіді.

Обчислення ведучого валу основної передачі

У площині, розташованій вертикально (див. рисунок 2.1):

$$\sum M_A = 0: \quad -R_B \cdot 0,2 + F_t \cdot 0,35 = 0$$

$$R_B = \frac{0,35}{0,2} F_t = \frac{0,35}{0,2} 42736 = 74788 \text{ Н,}$$

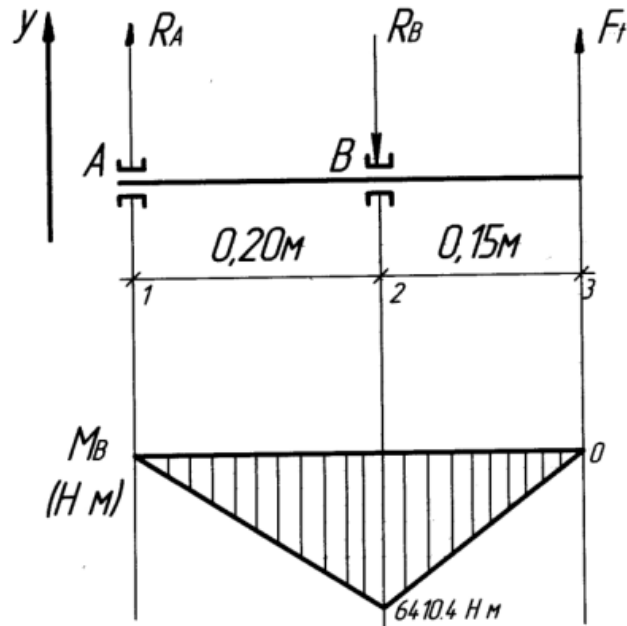


Рис. 2.1. Сили в роботі та діаграма вигинальних моментів, що виникають від сил, що діють у вертикальній площині.

$$\sum M_B = 0: -R_A \cdot 0,2 + F_t \cdot 0,15 = 0$$

$$R_A = \frac{0,15}{0,2} F_t = \frac{0,15}{0,2} 42736 = 32052 \text{ H},$$

Перевірка:

$$R_A - R_B + F_t = 0$$

$$32052 - 74788 + 42736 = 0.$$

Конструюємо діаграму моментів вигину від сил, що працюють у вертикальному напрямку:

$$M_{1B}^H = 0$$

$$M_{3B}^H = 0$$

$$M_{\rightarrow 2B}^H = R_A \cdot 0,20 = 32052 \cdot 0,20 = 6410,4 \text{ H} \cdot \text{м}$$

$$M_{\leftarrow 2B}^H = F_t \cdot 0,15 = 42736 \cdot 0,15 = 6410,4 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

У площині, розташованій горизонтально (див. рисунок 2.2):

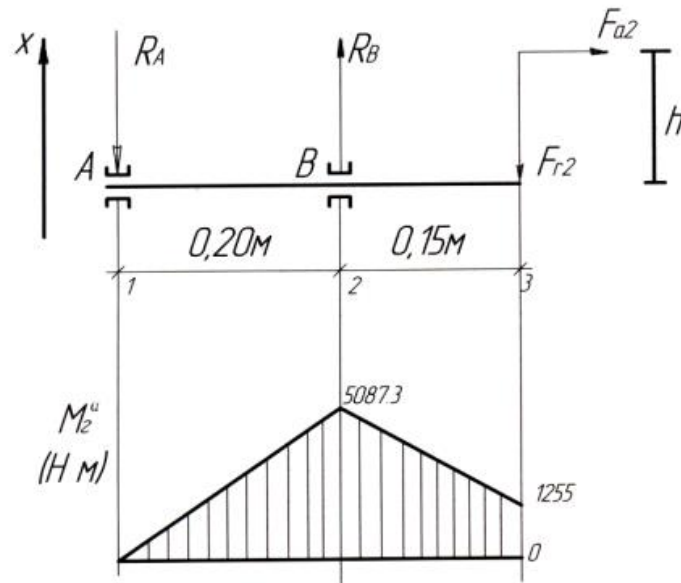


Рис. 2.2. Сили в дії та діаграма вигинальних моментів, які виникають від сил, що діють у горизонтальній площині.

$$h = \frac{d_{w1}}{2} = \frac{98,25}{2} = 0,049125 \text{ м}$$

$$\sum M_A = 0: \quad R_B \cdot 0,2 - F_{r2} \cdot 0,35 - F_{a2} \cdot 0,049125 = 0$$

$$R_B = \frac{F_{r2} \cdot 0,35 + F_{a2} \cdot 0,049125}{0,2} = 50985,7 \text{ Н},$$

$$\sum M_B = 0: \quad R_A \cdot 0,2 - F_{r2} \cdot 0,15 - F_{a2} \cdot 0,06432 = 0$$

$$R_A = \frac{F_{r2} \cdot 0,15 + F_{a2} \cdot 0,049125}{0,2} = 25436,7 \text{ Н},$$

Контроль:

$$-R_A + R_B - F_{r2} = 0$$

$$-25436,7 + 50985,7 - 25549 = 0.$$

Створюємо діаграму моментів вигину, викликаних силами, що працюють у горизонтальній площині:

$$M_{1\Gamma}^n = 0$$

$$M_{\leftarrow 3\Gamma}^n = F_{a2} \cdot 0,049125 = 1255 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{\rightarrow 2\Gamma}^n = R_A \cdot 0,20 = 25436,7 \cdot 0,20 = 5087,3 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{\leftarrow 2\Gamma}^n = M_{\leftarrow 3\Gamma}^n + F_{r2} \cdot 0,15 = 5087,35 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Момент вигину в критичному перетині вала, виражений у ньютон-міліметрах:

$$M_n = \sqrt{M_B^2 + M_T^2}, \quad (2.35)$$

$$M_n = \sqrt{6410400^2 + 5087350^2} = 8183786 \text{ Н} \cdot \text{мм}.$$

Крутний момент:

$$M_{\text{кр}} = F_t \cdot h, \quad (2.36)$$

$$M_{\text{кр}} = 42736 \cdot 0,049125 = 2099,41 \text{ Нм}.$$

Розмір діаметра основного вала, виміряний у міліметрах:

$$d_1 = \sqrt[3]{M_{\text{кр}} / 0,1 \cdot [\sigma]_n}, \quad (2.37)$$

$$\sigma_i = \frac{\sigma_{-1}}{[n] \cdot k_\sigma}$$

$$[n] = 2,0;$$

$$k_\sigma = 2,0.$$

$$\sigma_{-1} = 500 \text{ МПа}.$$

$$\sigma_n = \frac{500}{2,0 \cdot 2,0} = 125 \text{ МПа},$$

$$d_1 = \sqrt[3]{2099410 / 0,1 \cdot 125} = 55 \text{ мм},$$

Заключно встановлюємо діаметр головного ведучого валу відповідно до стандарту, який становить 55 мм.

Напруга від кручення, виражена у мегапаскалях:

$$\tau = \frac{M_{\text{emax}}}{W_K}, \quad (2.38)$$

$$W_K = 0,2 \cdot d^3;$$

$$\tau = \frac{696200}{0,2 \cdot 55^3} = 20,92 \text{ МПа}$$

Фактор границі міцності на межі плинності:

– в контексті напружень від згину:

$$n_{\sigma T} = K_{\sigma T} \cdot \sigma_T / \sigma,$$

$$K_{\sigma T} = 0,78$$

$$n_{\sigma T} = 0,78 \cdot 950 / 125 = 5,9$$

відносно напруг від кручення:

$$n_{\tau} = K_{\varepsilon T} \cdot \tau_T / \tau$$

$$n_{\tau} = 0,78 \cdot 660 / 20,92 = 24,6$$

Фактор безпеки міцності на межі витривалості:

– у випадку напружень згину:

$$n_{\sigma \dot{A}} = K_{\varepsilon \dot{A}} \cdot \sigma_{\dot{A}} / \sigma ,$$

$$K_{\varepsilon \dot{A}} = 0,92$$

$$n_{\sigma T} = 0,92 \cdot 1150 / 125 = 8,5$$

відносно напруг від крутіння:

$$n_{\tau} = K_{\varepsilon T} \cdot \tau_T / \tau$$

$$n_{\tau} = 0,92 \cdot 115 / 20,92 = 5,06$$

Загальний фактор маржі міцності:

на межі плинності:

$$n_T = n_{\sigma T} \cdot n_{\tau} / \sqrt{n_{\sigma T}^2 + n_{\tau}^2} , \quad (2.39)$$

$$n_T = 5,9 \cdot 24,6 / \sqrt{5,9^2 + 24,6^2} = 5,7 ,$$

понад межу витривалості:

$$n_B = n_{\sigma B} \cdot n_{\tau} / \sqrt{n_{\sigma B}^2 + n_{\tau}^2} , \quad (2.40)$$

$$n_B = 8,5 \cdot 5,06 / \sqrt{8,5^2 + 5,06^2} = 4,3.$$

Критерії адекватної міцності вала:

$$n_T \geq 1,2 \dots 1,5, \text{ відповідно приймаємо } n_T = 5,7.$$

$$n_B \geq 1,5 \dots 1,8, \text{ відповідно приймаємо } n_T = 4,3.$$

Іншими словами, відповідають критеріям адекватної міцності.

2.8 Визначення підшипників

Потрібна динамічна навантажувальна здатність підшипника, виражена в ньютонках:

$$C = P_3 \cdot L^{\frac{1}{P}}, \quad (2.41)$$

Шарикові підшипники $P = 3$.

Роликові підшипники $P = 3,3$.

Рівнозначне динамічне навантаження на підшипник, враховуючи частку функціонування основної передачі на різних ступенях у трансмісійній коробці:

$$P_3 = \sqrt[p]{\frac{\sum_1^n P_i^p N_i'}{\sum_1^n N_i}}, \quad (2.42)$$

$$P_i = (xvF_r + yF_a)k_\delta k_T ;$$

$$x = 0,75; y = 0,8.$$

Кільце внутрішнє $v = 1,0$.

Кільце зовнішнє $v = 1,2$.

$$k_\delta = 1,3 \dots 1,5.$$

$$k_{\delta} = 1,0.$$

$$P = (0,75 \cdot 1,0 \cdot 118867,44 + 0,8 \cdot 41368) \cdot 1,3 \cdot 1,0 = 158918,47 \text{ Н},$$

Рівноцінна кількість навантажувальних циклів для підшипника:

$$N_i = \frac{60 L_h \gamma_i k_{\text{нн}}}{10^6}; \quad (2.43)$$

$$L_h = S / V_{\text{cp.a}}.$$

$$V_{\text{cp.a}} = 0,6 V_{\text{amax}}$$

$$N_1 = \frac{60 \cdot 6061 \cdot 0,005 \cdot 0,1}{10^6} = 0,00018,$$

$$N_2 = \frac{60 \cdot 6061 \cdot 0,01 \cdot 0,1}{10^6} = 0,00036,$$

$$N_3 = \frac{60 \cdot 6061 \cdot 0,03 \cdot 0,1}{10^6} = 0,00109,$$

$$N_4 = \frac{60 \cdot 6061 \cdot 0,055 \cdot 0,1}{10^6} = 0,00200,$$

$$N_5 = \frac{60 \cdot 6061 \cdot 0,1 \cdot 0,1}{10^6} = 0,00364,$$

$$N_6 = \frac{60 \cdot 6061 \cdot 0,15 \cdot 0,1}{10^6} = 0,00545,$$

$$N_7 = \frac{60 \cdot 6061 \cdot 0,45 \cdot 0,1}{10^6} = 0,01636,$$

$$N_8 = \frac{60 \cdot 6061 \cdot 0,20 \cdot 0,1}{10^6} = 0,00727,$$

$$P_{\dot{Y}} = \sqrt[3,3]{\frac{158918,47^{3,3} \cdot 0,03635}{0,03635}} = 158918,47 \text{ Н.}$$

Реальна кількість циклів навантаження:

$$L_i = \frac{60 L_h \gamma_i n_i}{10^6}; \quad (2.44)$$

$$n_i = n_M / U_i;$$

$$n_M = \frac{1}{0,377};$$

$$L_1 = \frac{60 \cdot 6061 \cdot 0,005 \cdot 287}{10^6} = 0,522,$$

$$L_2 = \frac{60 \cdot 6061 \cdot 0,01 \cdot 287}{10^6} = 1,044,$$

$$L_3 = \frac{60 \cdot 6061 \cdot 0,03 \cdot 287}{10^6} = 3,131,$$

$$L_4 = \frac{60 \cdot 6061 \cdot 0,055 \cdot 287}{10^6} = 5,740,$$

$$L_5 = \frac{60 \cdot 6061 \cdot 0,1 \cdot 287}{10^6} = 10,437,$$

$$L_6 = \frac{60 \cdot 6061 \cdot 0,15 \cdot 287}{10^6} = 15,655,$$

$$L_7 = \frac{60 \cdot 6061 \cdot 0,45 \cdot 287}{10^6} = 46,966,$$

$$L_8 = \frac{60 \cdot 6061 \cdot 0,20 \cdot 287}{10^6} = 20,874,$$

$$\Sigma L_i = 104,4,$$

$$C = 158918,47 \cdot 104,4^{\frac{1}{3,3}} = 746916,8 \text{ Н.}$$

Реальна кількість навантажувальних циклів підшипника протягом усього періоду експлуатації:

$$N = \Sigma N_i,$$

$$N = 0,03635.$$

Обчисливши за рівнянням (2.45) потрібну динамічну навантажувальну здатність, вибираємо підшипник з каталогу. У головних передачах автотранспортних засобів зазвичай використовуються роликові підшипники.

Для вузла з двома ідентичними підшипниками, обчислення динамічної навантажувальної здатності здійснюється відповідно до наступних формул:

$$\text{для кулькових підшипників } C = 1,62C_1;$$

$$\text{для роликових підшипників } C = 1,72C_1$$

$$C = 1,72 \cdot 746916,8 = 1284697.$$

Для головного ведучого валу обираємо роликовий підшипник моделі 7218НМ.

Для головного веденого валу вибираємо радіально-упорний кульковий підшипник моделі 36216К6.

2.9 Обчислення площі об'єкта, що проектується

$$F = F_{OB} \cdot K_{ПЛ},$$

$$F_{OB} = 15,59 \text{ м}^2.$$

$$K_{ПЛ} = 4,5.$$

$$F = 15,59 \cdot 4,5 = 70,15 \text{ м}^2;$$

Площа об'єкта, що розробляється у виробничій сфері, становить 72 квадратних метрів.

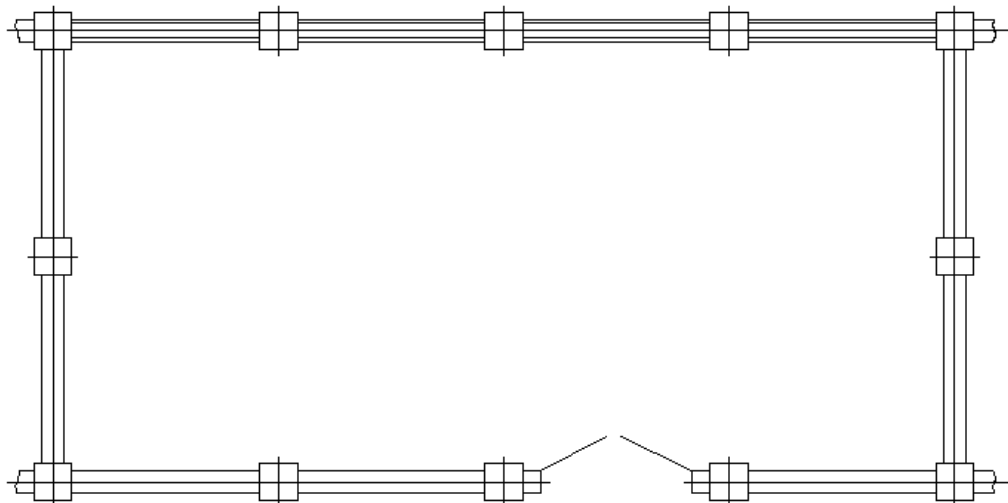


Рис. 2.3. Площа ділянки.

$$h = 4,5 \text{ м, сітка колон } 12 \times 6, F_{уч} = 72 \text{ м}^2, V_{уч} = 324 \text{ м}^3.$$

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Моделювання та аналіз диференціалу

Диференціал - це механізм з трьома валами, який має особливість: кутова швидкість одного вала є середньою кутовою швидкістю інших валів або її кратним. Коробка передач забезпечує перетворення швидкості та крутного моменту від одного джерела енергії до іншого за допомогою передаточних чисел. У автомобілях та інших транспортних засобах з колесами диференціал дозволяє зовнішньому ведучому колесу обертатися швидше, ніж внутрішньому під час повороту. Це необхідно, коли транспортний засіб повертається, і зовнішнє колесо рухається подалі і швидше від внутрішнього. Середнє значення швидкості обертання двох ведучих коліс дорівнює швидкості обертання карданного вала.

Збільшення швидкості одного колеса компенсується зменшенням швидкості іншого. Коли диференціал використовується таким чином, він з'єднує вхідний вал (або карданний вал) з шестернею головною, яка обертається на кільцевій шестерні диференціала і виконує функцію редуктора. У автомобілях із заднім приводом диференціал може бути підключений до напіввалів всередині осі або до ведучих валів, які з'єднуються з задніми ведучими колесами. У автомобілях з переднім приводом, як правило, є шестерня головна на кінці основного вала коробки передач, а диференціал знаходиться в тому ж корпусі, що і коробка передач. Іноді встановлюються індивідуальні ведучі вали до кожного колеса.

Для проведення структурного аналізу диференціальної коробки передач необхідно спочатку створити модель цієї коробки в програмному засобі для моделювання. У нас є зібрана модель диференціальної коробки передач у програмі SOLIDWORKS.

Потім треба створити тривимірне представлення конічних шестерень в SOLIDWORKS. Збірка включає 2 бічних шестерні, 2 кільцеві шестерні і одну сонячну шестерню. Після завершення збирання в SOLIDWORKS, збережіть файл у форматі .IGES для подальшої роботи в ANSYS Mechanical.

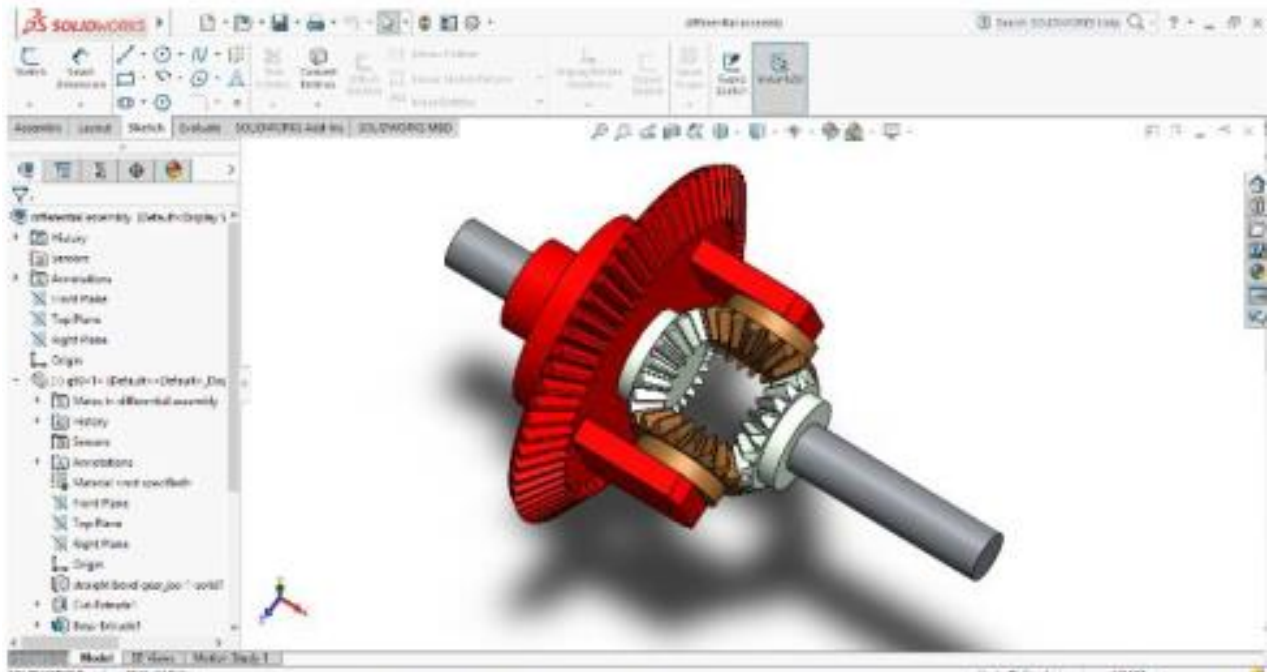


Рис. 3.1. Завершена збірка диференціалу

3.2 Розробка диференціальної передачі

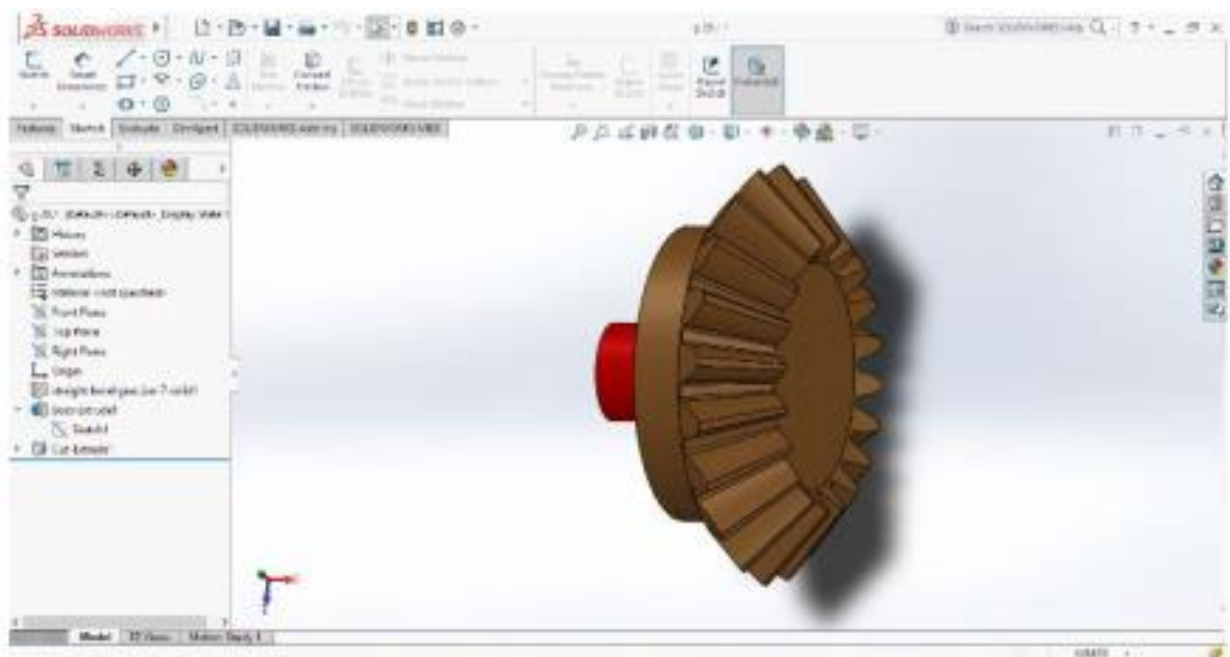


Рис. 3.2. моделювання першої бічної шестерні у програмі SOLIDWORKS.

Для її створення використовувався профіль конічної шестерні на основі вихідних даних, а потім були видалені частини зубів конічної шестерні на 45 градусів для правильного з'єднання з іншими шестернями під час збирання. Також були додані витягнуті стержні як частина цієї моделі.

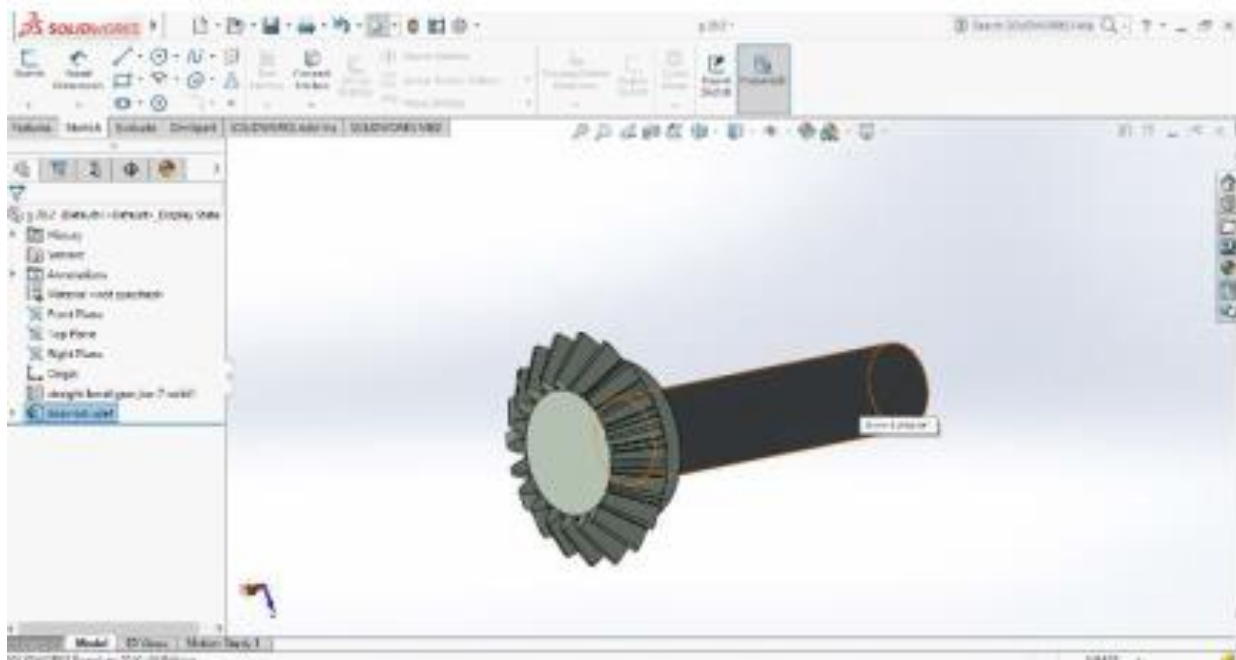


Рис. 3.3. Друга бічна конічна шестерня.

На цьому малюнку представлена модель другої бічної шестерні у SOLIDWORKS. Її створено, намалювавши профіль конічної шестерні на основі початкових даних і видаливши частини зубів конічної шестерні на 45 градусів для правильного з'єднання з іншими шестернями під час збирання, а також додавши витягнуті стержні для створення кріплення.

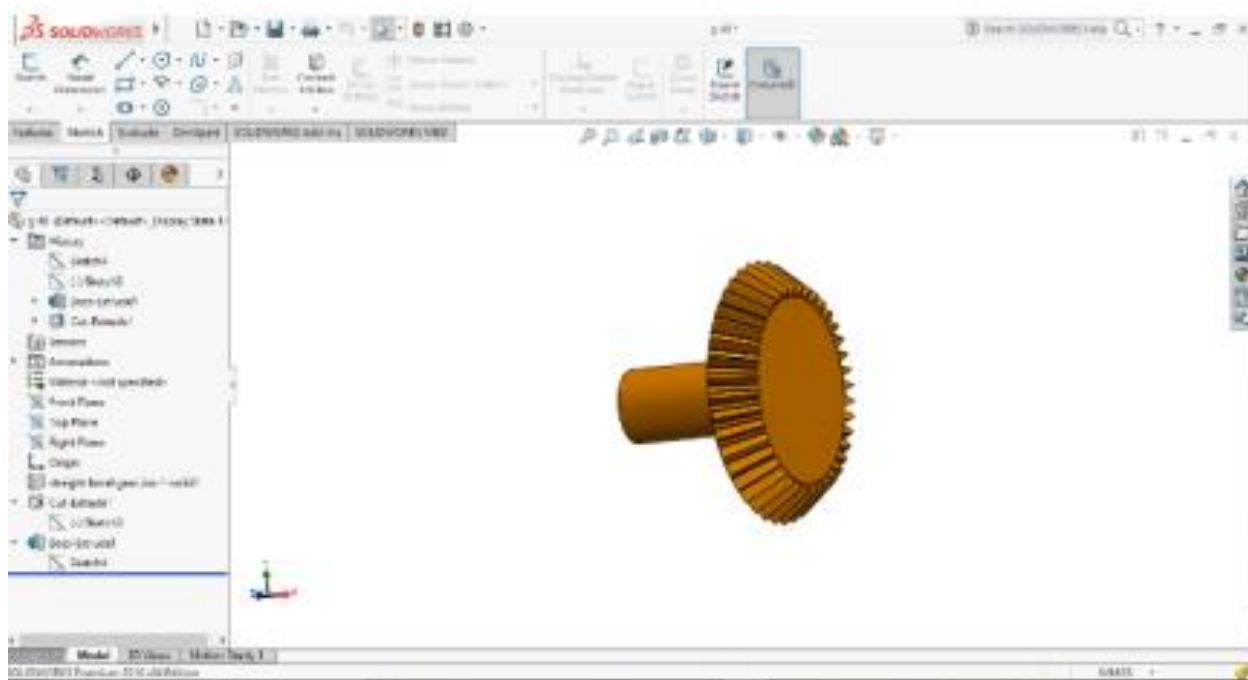


Рис. 3.4. Ця ілюстрація відображає процес моделювання кільцевої шестерні в програмі SOLIDWORKS.

Для її створення використовувався профіль конічної шестерні, взятий з вихідних даних. Під час збирання було видалено частини зубів конічної шестерні на 45 градусів для правильного з'єднання з іншими шестернями, а також додано витягнуті стержні для кріплення. Кільцева шестерня обертається під час руху автомобіля під час поворотів і обертається навколо своєї власної осі.

Проектування та аналіз диференціальної передачі.

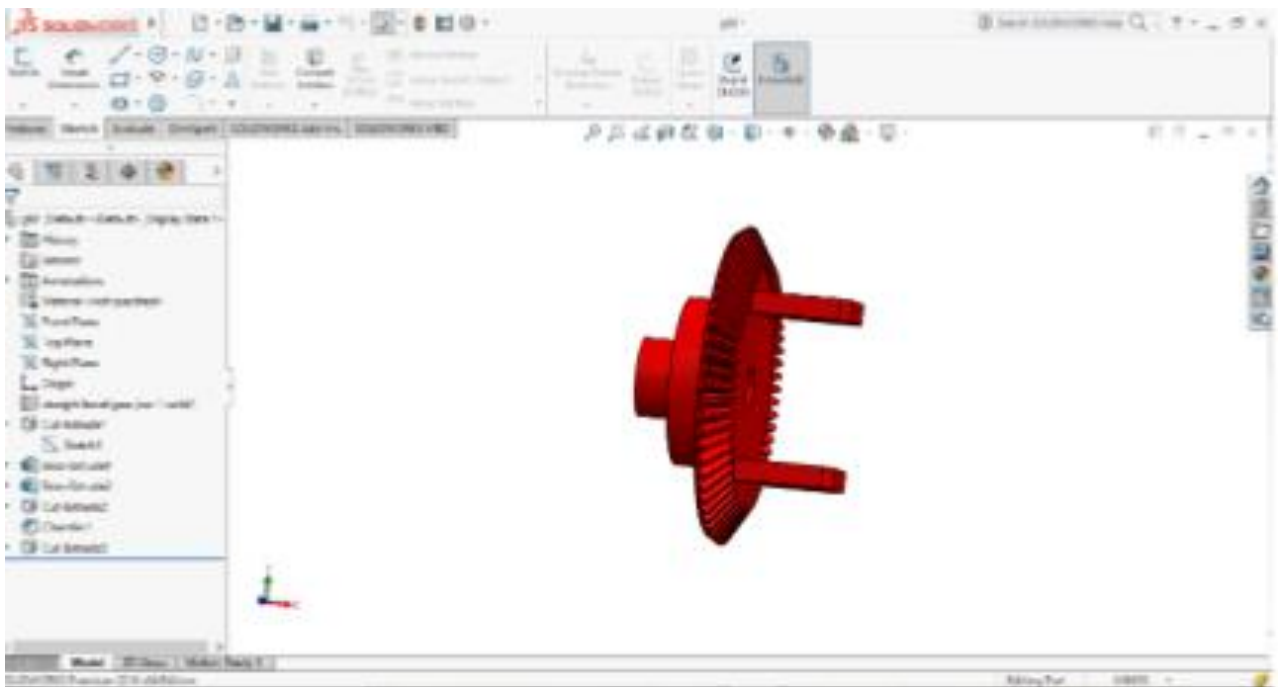


Рис. 3.5. відображає процес моделювання сонячної шестерні в SOLIDWORKS.

Для її створення був використаний профіль конічної шестерні, побудований на основі вихідних даних, та видалені деякі частини зубів конічної шестерні на 45 градусів для правильного з'єднання з іншими шестернями під час збирання. Крім того, були додані витягнуті пластини для кріплення двох бічних і двох кільцевих шестерень. Шестерні несуть обертовий момент, який поступає від двигуна.

3.3 Аналіз диференціальної коробки передач

Для проведення аналізу цього виробу ми використовували два різних матеріали: сіре чавунне залізо та алюмінієвий сплав.

Таблиці 3.1. Властивості матеріалу сірого чавунного заліза.

Плотність	7200 кгм ⁻³
Коефіцієнт теплового розширення	1.1e-005 C ⁻¹
Коефіцієнт теплоємності, теплоємність або специфічна теплоємність	447 J кг ⁻¹ C ⁻¹
Теплопровідність	52 W м ⁻¹ C ⁻¹
Електричний опір	9.6e-008-ohm m
Модуль Юнга Па	1.1e+011
Коефіцієнт Пуассона	0.28
Межа міцності при розтягу або межа міцності при руйнуванні при розтягу	2.4e+008
Межа міцності при стиску або межа міцності при руйнуванні при стиску	8.2e+008

Таблиця 3.2. Показані властивості матеріалу - алюмінієвого сплаву.

Густина	2770 кгм ⁻³
Коефіцієнт термічного розширення	2.3e-005 C ⁻¹
Специфічна теплоємність або коефіцієнт специфічної теплоємності	875 J кг ⁻¹ C ⁻¹
Модуль Юнга Па	7.1e+010
Коефіцієнт Пуассона	0.33
Електричний опір або опірність	3.63e-008-ohm m
Теплопровідність	114 W м ⁻¹ C ⁻¹
Межа міцності при розтягу до зміни форми	2.8e+008
Межа міцності при розтягу до руйнування	3.1e+008

Такти що труться.

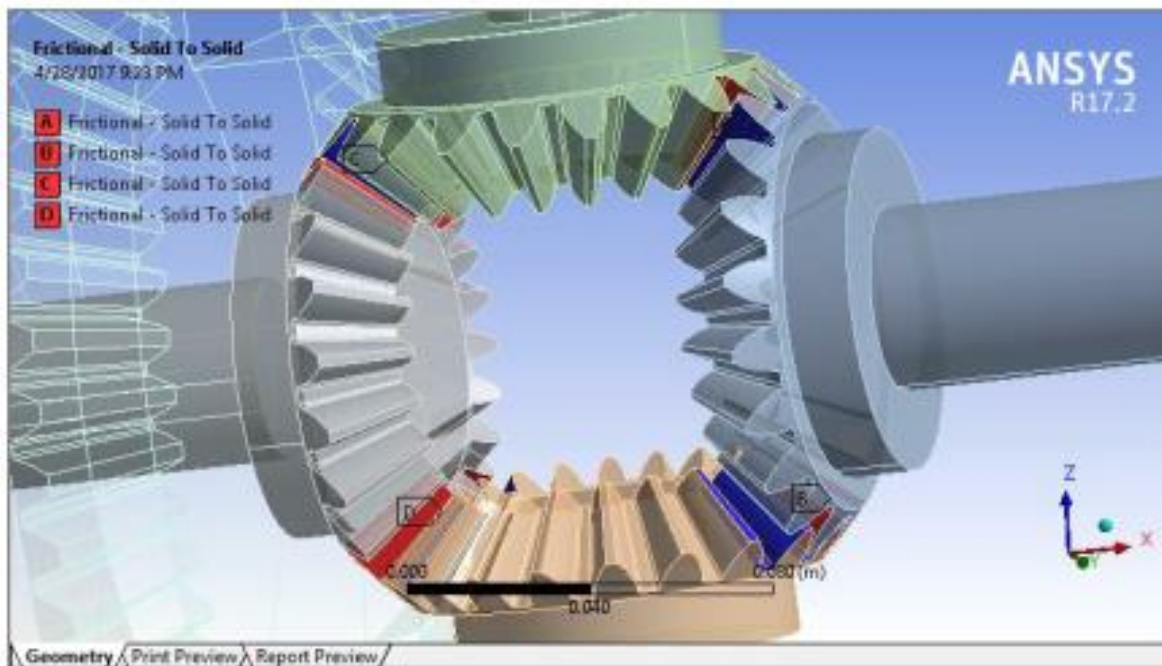


Рис. 3.6. У цьому випадку наводиться значення коефіцієнта тертя між взаємодіючими шестернями, яке дорівнює 0,2.

Це необхідно для оцінки тертя або тертевого контакту під час аналізу теплових умов.

Взаємодія в диференціальній передачі.

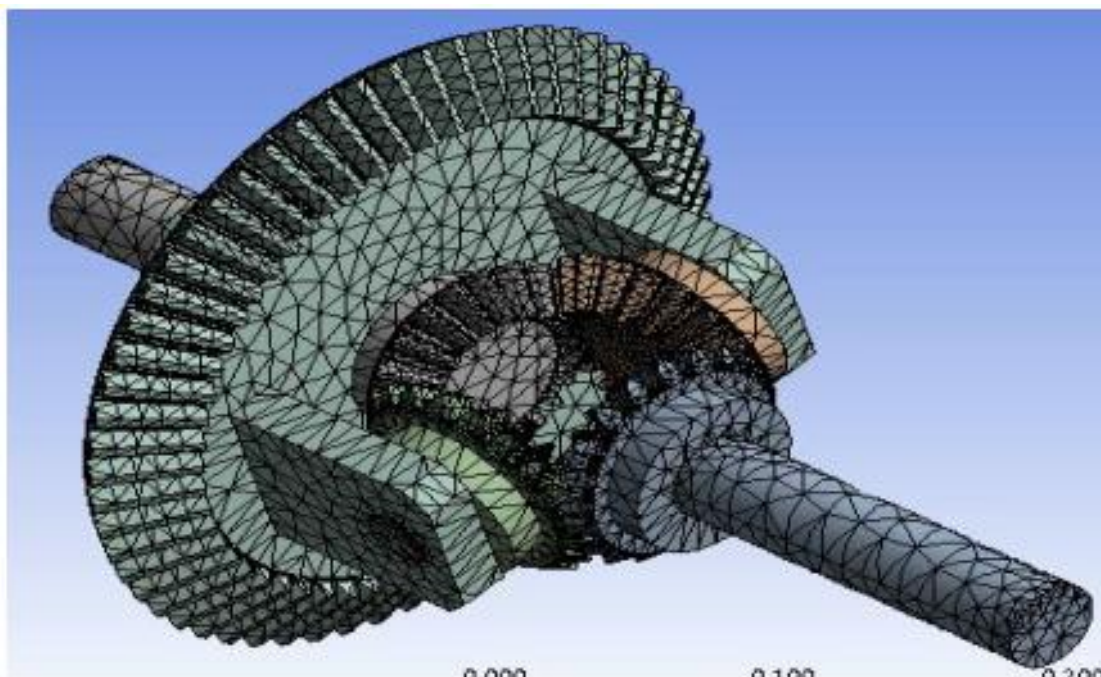


Рис. 3.7. У цьому зображенні я показую деталізовану мережу на сірому чавунному матеріалі з розміром елемента 0,6 та точну мережу для центрального кутового діапазону.

За допомогою такої мережі ми можемо провести аналіз з правильністю та точністю, щоб визначити навантаження на диференціальну коробку передач.

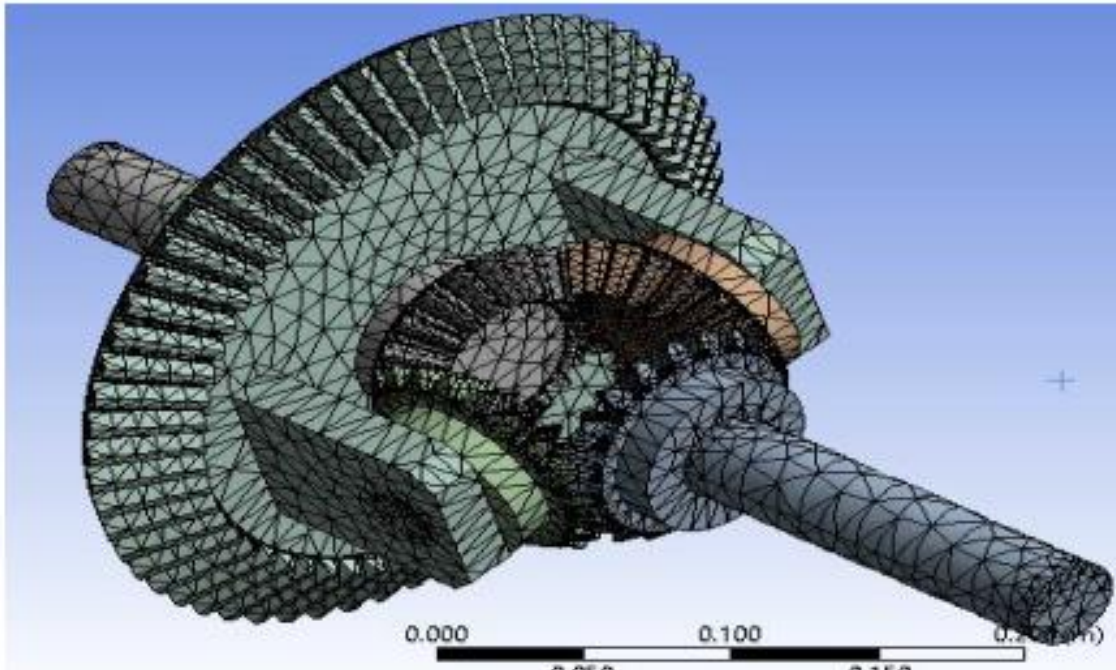
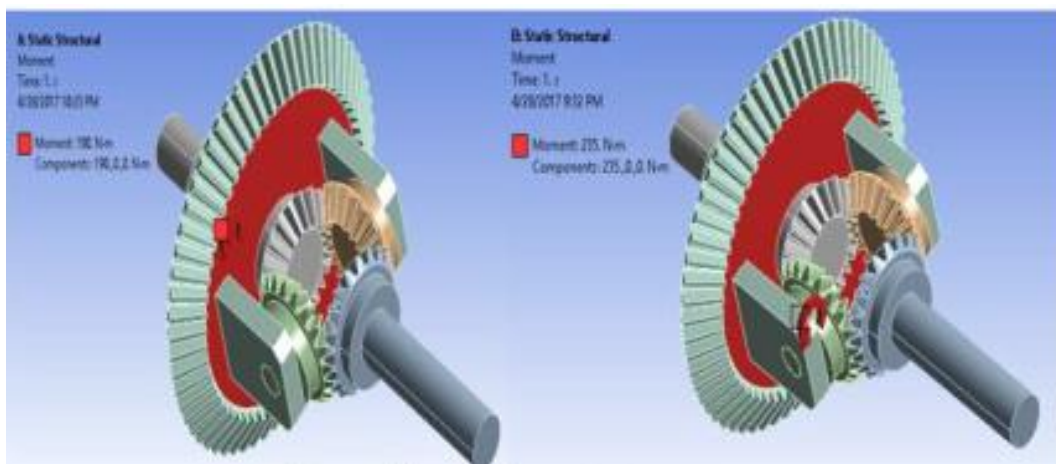


Рис. 3.8. У цьому малюнку я відображаю деталізовану мережу на алюмінієвому сплаві з розміром елемента 0,6 та точну мережу для центрального кутового діапазону.

За допомогою такої мережі ми можемо провести аналіз з правильністю та точністю, щоб визначити навантаження на диференціальну коробку передач.

Момент сили, який діє на диференціальну передачу.



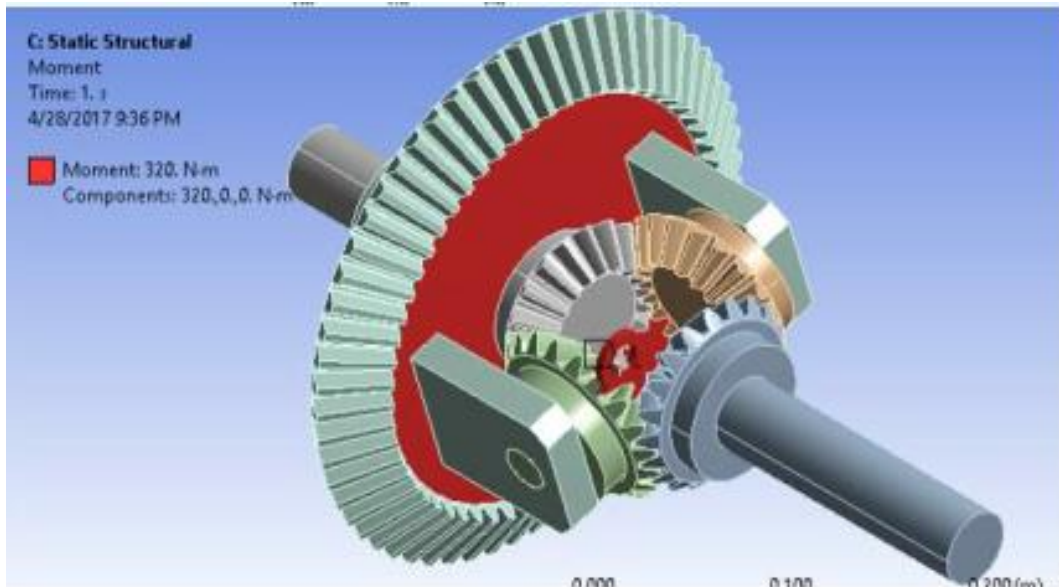


Рис. 3.9. У цьому зображенні представлено загальний вигляд всіх прикладених моментів сил на диференціальну коробку передач.

Ці моменти становлять 190, 235 і 320 (Н·м).

Фіксована опора для диференціальної передачі.

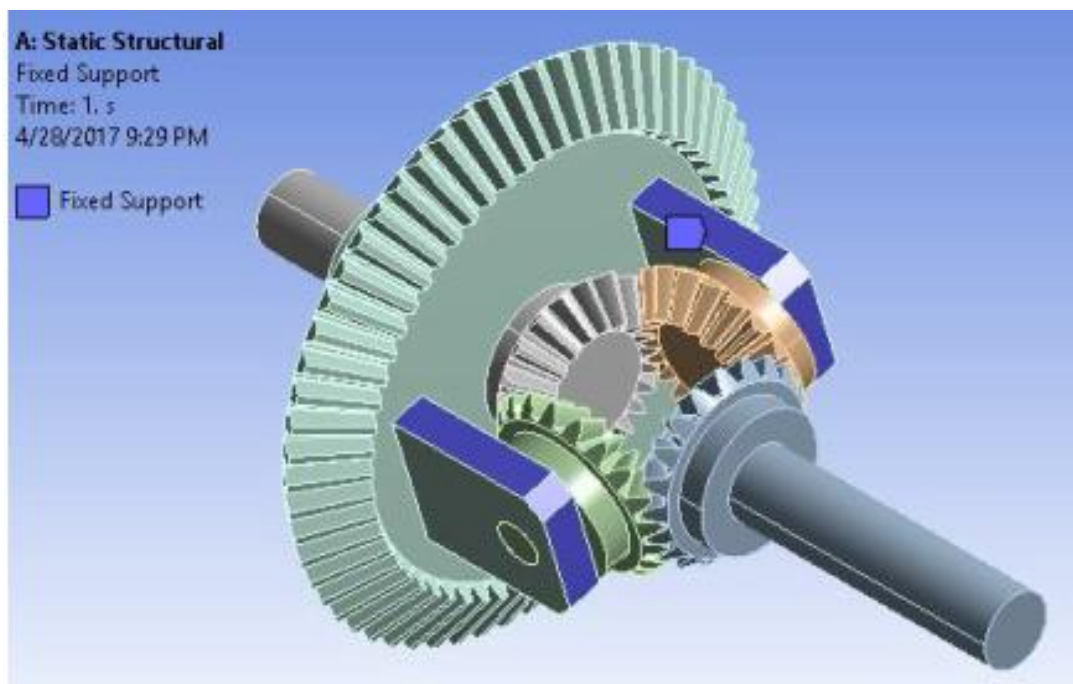


Рис. 3.10. У цьому зображенні ми демонструємо встановлення жорстких опор, оскільки вони є необхідними для проведення структурного аналізу.

Таким чином, ми встановили жорсткі опори для сонячної шестерні, оскільки вона не має впливу на силовий аналіз у роботі.

3.4 Отримані результати

Загальне викривлення сірого чавунного заліза.

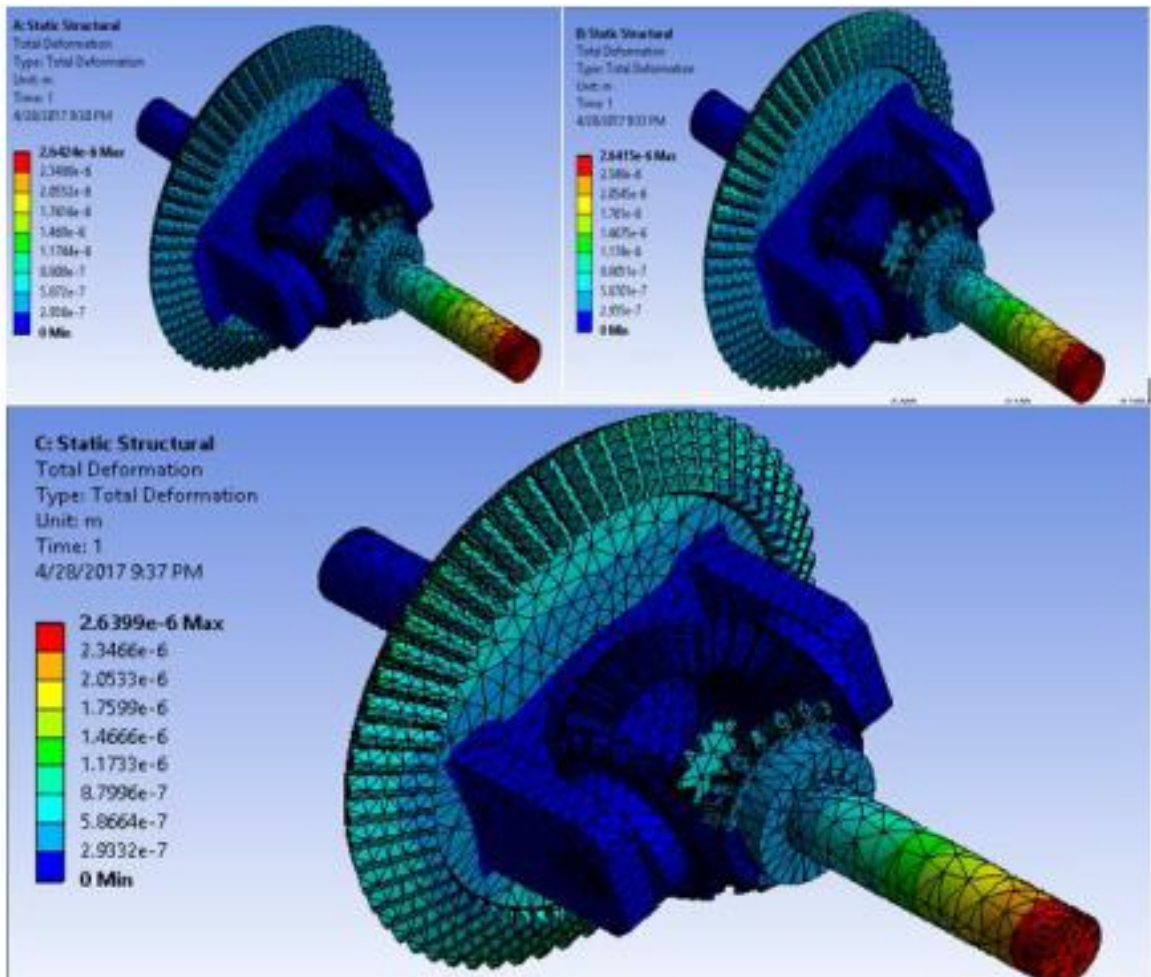
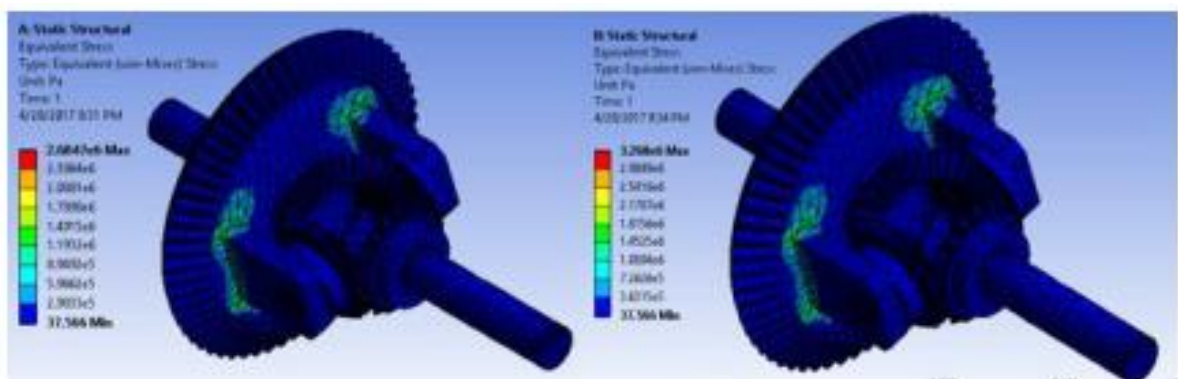


Рис. 3.11. внаслідок загального деформування при різних крутних моментах (190, 235, 320 Н•м), застосованих до сірого чавуну.

Дані про напруження, що виникають у диференціальній передачі.



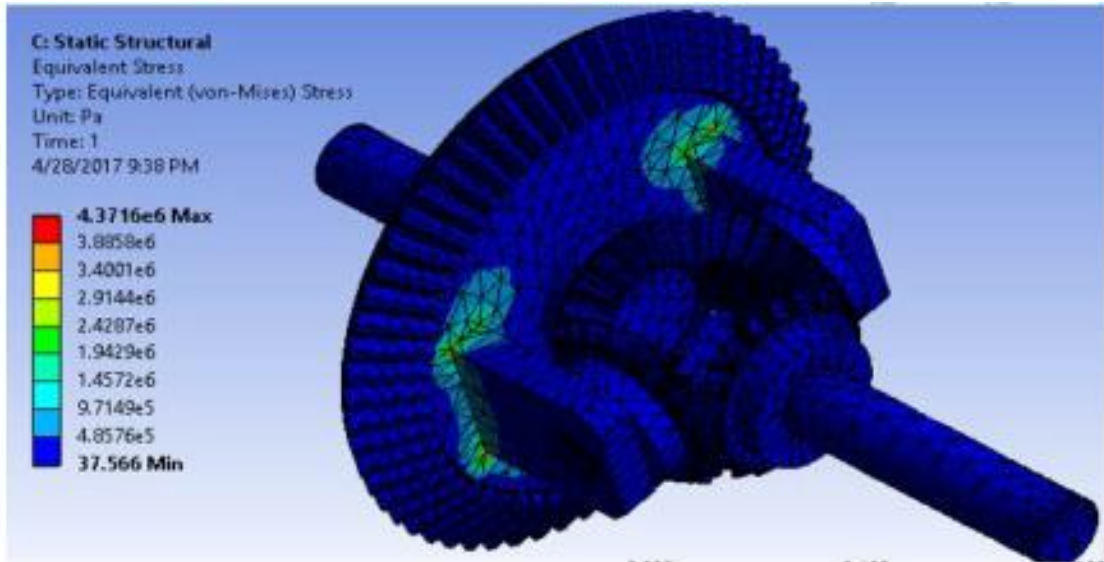


Рис. 3.12. Цей малюнок демонструє рівні напруження Вон Мізеса в диференціальній коробці передач при крутних моментах 190, 235, 320 Ньютон-метрів, застосованих до сірого чавуну.

Загальна деформація алюмінієвого сплаву.

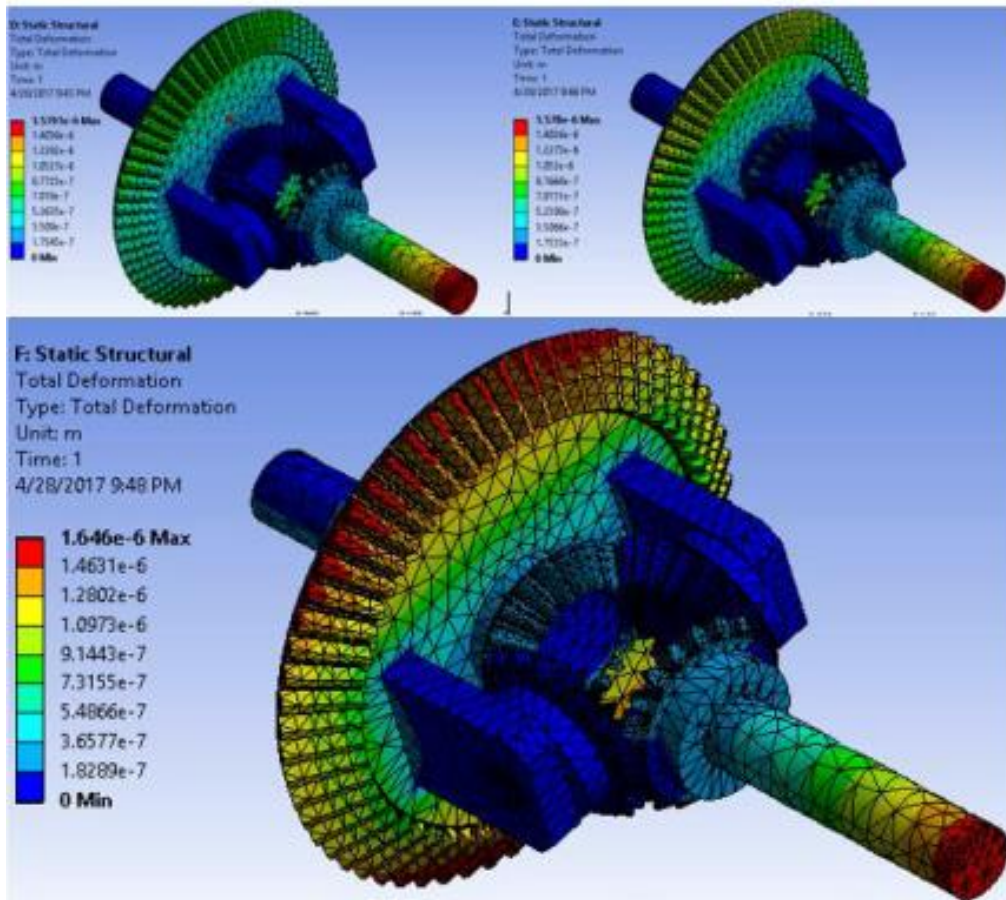


Рис. 3.13. відображено показники напруження, спричинені загальною деформацією диференціальної коробки передач при варіаціях крутних моментів 190, 235, 320 Ньютон-метрів, застосованих до алюмінієвого сплаву.

Також зображено рівень напруження за методом Вон Мізеса для цієї коробки передач.

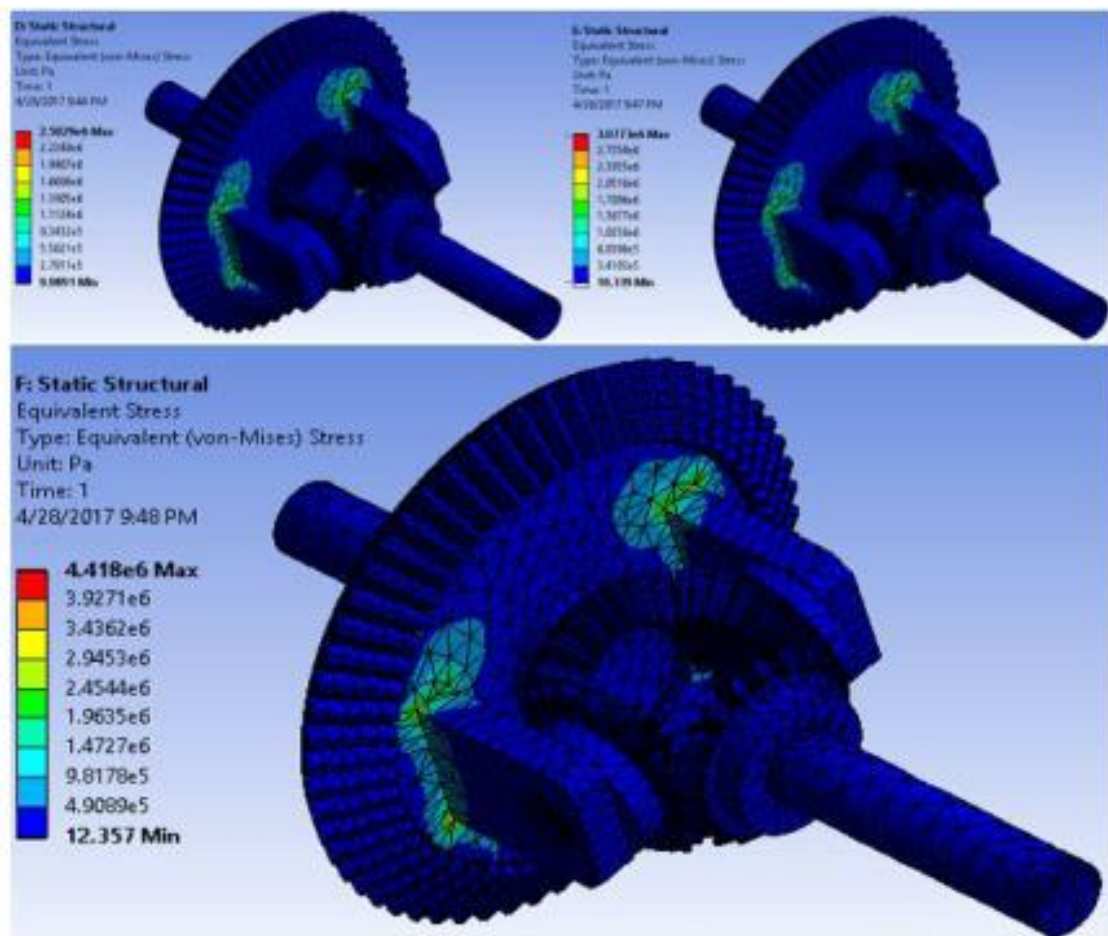


Рис. 3.14. Демонструє рівні напружень Вон Мізеса у диференціальній коробці передач за різних крутних навантажень: 190, 235, 320 Ньютон-метрів, на алюмінієвому сплаві.

3.5 Висновки і аналіз

Таблиця 3.3. Огляд загальної деформації та напружень Вон Мізеса в сірому чавуні.

S_{no}	Момент сили (Н·м)	Загальне відхилення (мм)	Напруження фон Мізеса (МПа)
1	190	$2.6424 \cdot e^{-3}$	20.6847
2	235	$2.6415 \cdot e^{-3}$	32.681
3	320	$2.6399 \cdot e^{-3}$	43.716

Таблиця 3.4. Загальна деформація та напруження за Вон Мізесом алюмінієвого сплаву.

S _{по}	Момент сили (Н·м)	Загальне відхилення (мм)	Напруження фон Мізеса (МПа)
1	190	$1.5791 \cdot 10^{-3}$	25.029
2	235	$1.578 \cdot 10^{-3}$	30.773
3	320	$1.646 \cdot 10^{-3}$	44.18



Рис. 3.15. Графіки для сірого чавуну.



Рис. 3.16. Для алюмінієвого сплаву.

В рамках даного проекту було обрано значення коефіцієнта тертя 0.2 між взаємодіючими шестернями, аби з'ясувати його вплив на навантаження. З аналізу отриманих результатів та графіків випливає, що і сірий чавун, і алюмінієвий сплав виявилися ефективними матеріалами для застосування в диференціальних коробках передач у автомобілях. Проте для легкових комерційних автомобілів, де критичною є вага, перевагу віддають алюмінієвому сплаву.

4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Використання комп'ютерних технологій для симуляції стану під впливом навантаження осі та зубчатого колеса основного приводу задньої мосту

Ця робота зосереджена на аналізі вала та шестерні основної передачі заднього моста транспортного засобу МАЗ-5551, виготовлених із сталі 20ХГНМ (див. ілюстрацію 4.1). Головною ціллю є вивчення цих компонентів з перспективою їх виготовлення з альтернативного, менш вартісного матеріалу, а саме сталі 20.

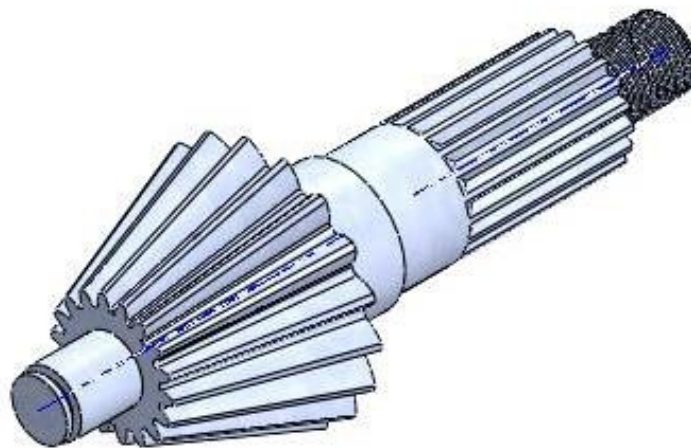


Рис. 4.1. Зображення моделі валу-шестерні.

Застосовуючи програмне забезпечення SolidWorks Simulation, було виконано дослідження цієї моделі, метою якого було визначення розподілу напружень та деформацій у ній.

Дослідницька робота розпочинається з розробки геометричного прототипу в програмі SolidWorks (див. ілюстрацію 4.1). Наступний крок включає вибір матеріалів: сталі 20ХГНМ (представленої на рис. 4.2 як DIN 1,6523) та сталі 20 (зображеної на рис. 4.3 як AISI- 1020), використовуючи ресурси бібліотеки SolidWorks.

Щоб виконати статичний аналіз, здійснено фіксацію моделі (див. зображення 4.4) та застосовано навантаження у вигляді крутного моменту розміром 3647 Нм ілюстрація 4.5.

Свойства Таблицы и кривые Внешний вид Штриховка Настройка Данные программы

Свойства материала
 Материалы в библиотеке по умолчанию не могут редактироваться.
 Необходимо скопировать материал в настроенную пользователем библиотеку
 и затем его отредактировать.

Тип модели: Сохранить тип в библиотеке

Единицы измерения:

Категория:

Имя:

Критерий разрушения по умолчанию:

Описание:

Источник:

Sustainability:

Свойство	Значение	Единицы измерения
Модуль упругости	2.050000031e+11	Н/м ²
Кoeffициент Пуассона	0.29	Не применимо
Модуль сдвига	8e+10	Н/м ²
Массовая плотность	7850	кг/м ³
Предел прочности при растяжении	820000000	Н/м ²
Предел прочности при сжатии		Н/м ²
Предел текучести	590593984	Н/м ²
Кoeffициент теплового расширения	1.1e-05	/К

Рис. 4.2. Дані про замітник сталі 20ХГНМ первинний матеріал для виготовлення вала та шестерні.

Свойства Таблицы и кривые Внешний вид Штриховка Настройка Данные программы

Свойства материала
 Материалы в библиотеке по умолчанию не могут редактироваться.
 Необходимо скопировать материал в настроенную пользователем библиотеку
 и затем его отредактировать.

Тип модели: Сохранить тип в библиотеке

Единицы измерения:

Категория:

Имя:

Критерий разрушения по умолчанию:

Описание:

Источник:

Sustainability:

Свойство	Значение	Единицы измерения
Модуль упругости	2e+11	Н/м ²
Кoeffициент Пуассона	0.29	Не применимо
Модуль сдвига	7.7e+10	Н/м ²
Массовая плотность	7900	кг/м ³
Предел прочности при растяжении	420507000	Н/м ²
Предел прочности при сжатии		Н/м ²
Предел текучести	351571000	Н/м ²
Кoeffициент теплового расширения	1.5e-05	/К

Рис. 4.3. Альтернатива первинного матеріалу для виготовлення вала та шестерні.

Далі процес передбачає розбивку моделі на компоненти, що з'єднуються в точках з'єднання: програмне забезпечення для аналізу методом скінченних

елементів перетворює модель у мережу. Цей метод дозволяє передбачити поведінку моделі шляхом кореляції даних, зібраних з кожного компонента.

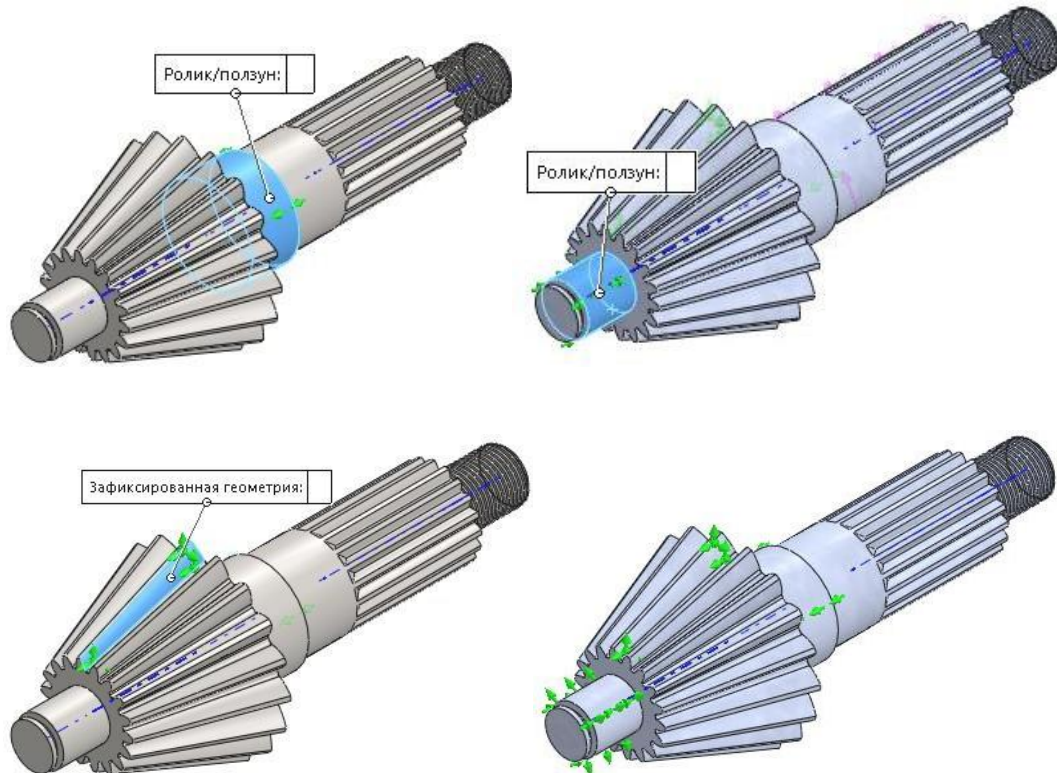


Рис. 4.4. Фіксація конструкції валу та шестерні.

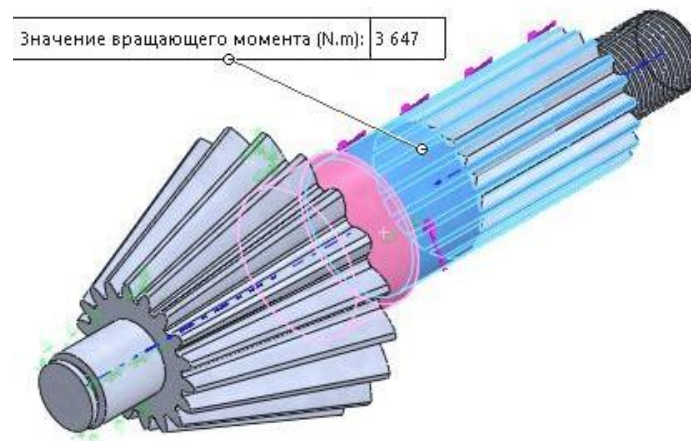


Рис. 4.5. Застосування навантаження на вал-шестерню.

Розміри формованої мережі кількість точок з'єднань та компонентів визначаються точністю мережі, налаштуваннями її конфігурації та атрибутами контактної взаємодії, а також геометричними параметрами та обсягами моделі (див. ілюстрацію 4.6).

Вихідними даними статичного дослідження є графіки розподілу напружень (зображення 4.7), зміщень (ілюстрація 4.8), деформацій (рисунок 4.9) та міцності (графік 4.10).

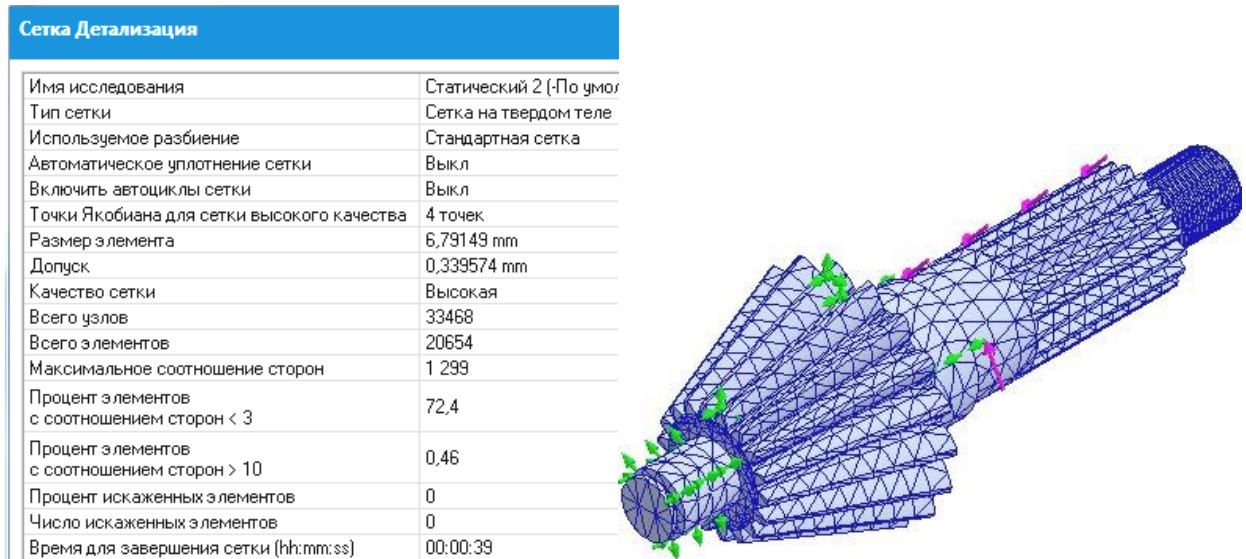


Рис. 4.6. Характеристики та мережа скінченних елементів валу та шестерні.

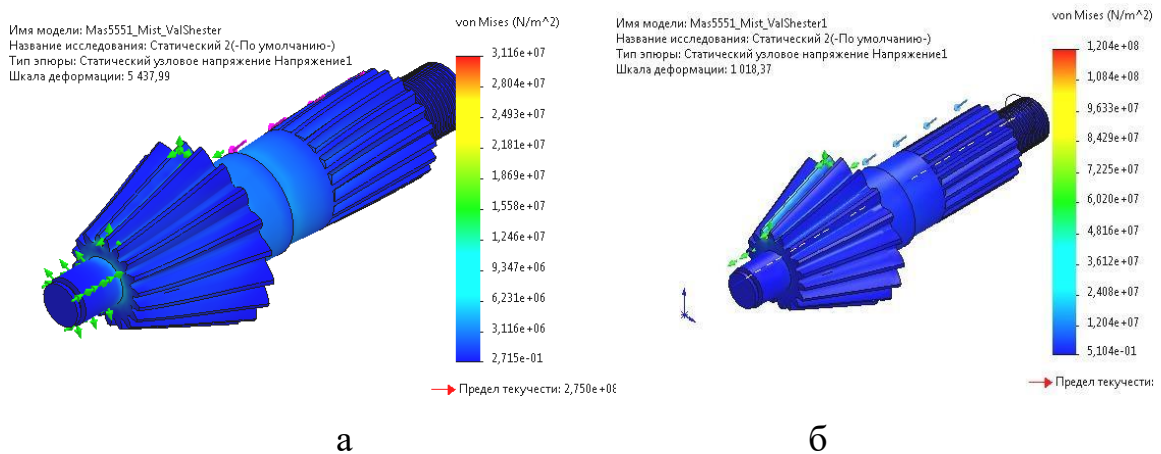


Рис. 4.7. Навантаження валу з використанням сталі 20ХГНМ (а) проти сталі 20 (б).

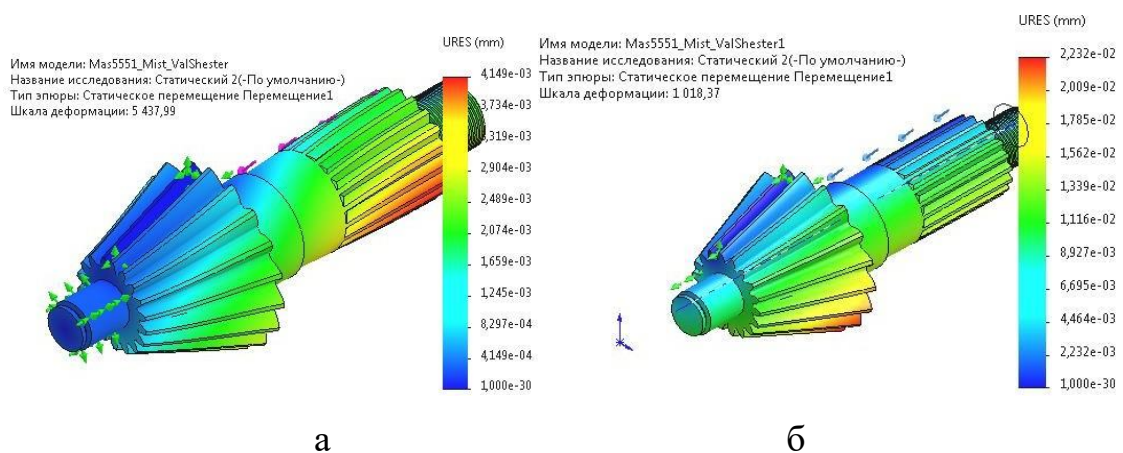


Рис. 4.8. Зміщення валу, виготовлений із сталі 20ХГНМ (а), у порівнянні зі сталлю 20 (б).

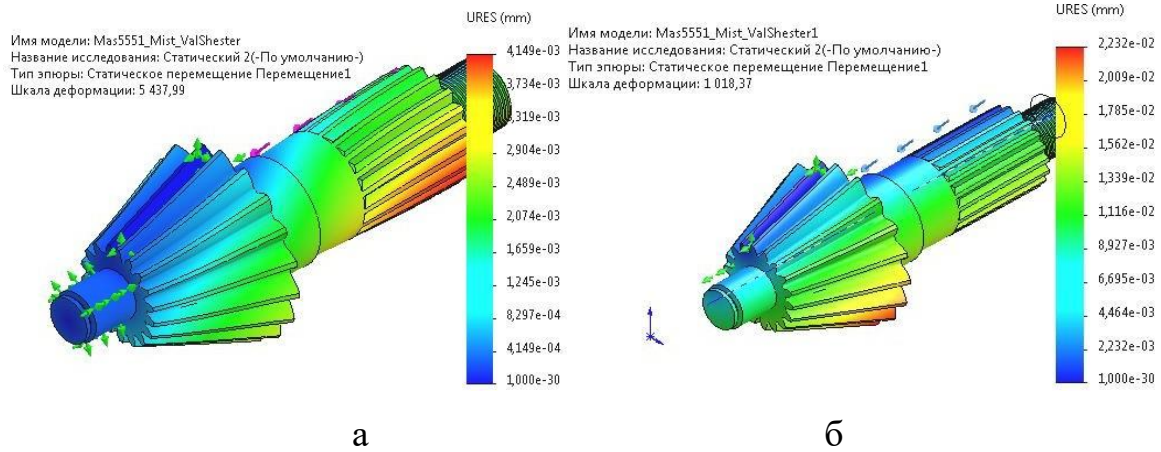


Рис. 4.9. Деформування валу, вироблений зі сталі 20ХГНМ (а), проти варіанту зі сталі 20 (б).

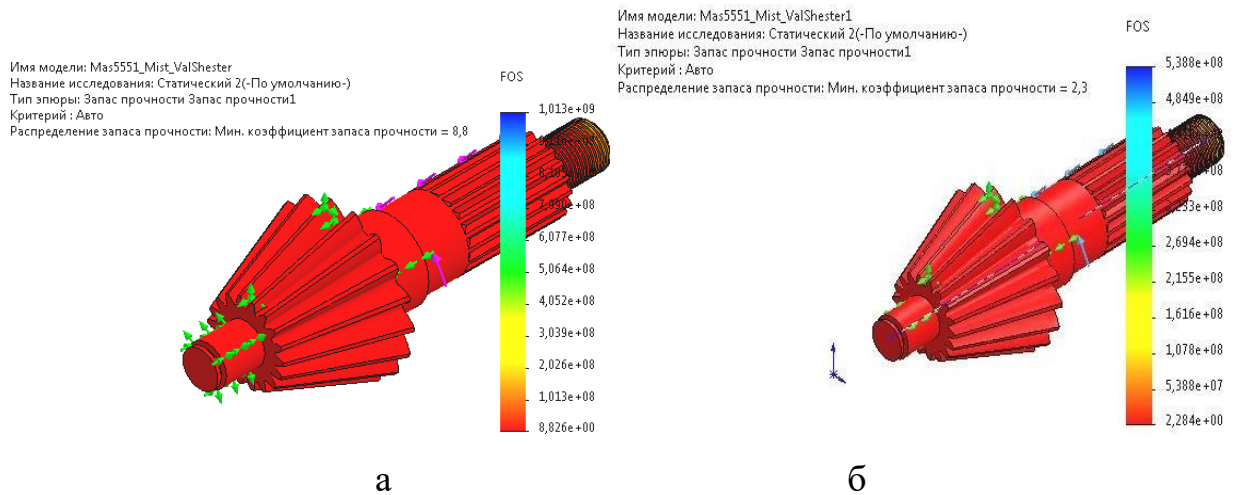


Рис. 4.10. Графіки резерву міцності для вала зі сталі 20ХГНМ (а) та зі сталі 20 (б).

Найменший показник маржі міцності для валу-шестерні, виготовленого зі сталі 20ХГНМ, дорівнює 8,8, тоді як для вала зі сталі 20 цей показник складає 2,3 (див. рис. 4.10). В результаті, при заміні матеріалу для виготовлення валу-шестерні, рівень міцності залишається задовільним.

Отже, аналіз напружено-деформованого стану основного валу-шестерні задньої передачі, здійснений методом скінченних елементів, пропонує свіжий погляд на визначення його ключових характеристик.

4.2 Аналіз міцності зубчастого конічного колеса в приводній системі

В цьому аналізі, за допомогою програми SolidWorks Simulation, було оцінено функціональність зубчастого конічного колеса в заднього моста. Для його виготовлення обрано сталь 15ХГН2ТА, а як еквівалент з бібліотеки SolidWorks використано сталь DIN 1.5714 (див. зображення 4.11).

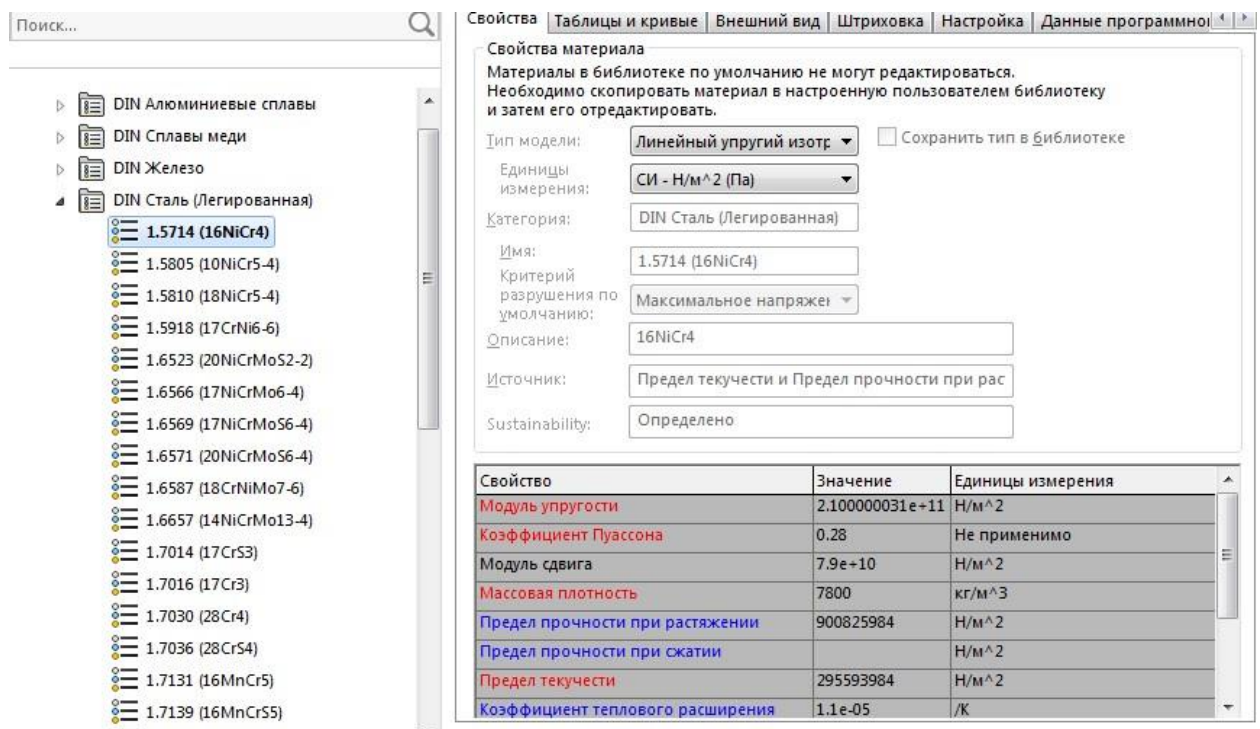


Рис. 4.11. Призначення матеріалу для зубчастого конічного колеса.

На ілюстрації 4.12 зображено розташування точок підтримки зубчастого конічного колеса, де моделюється міцне кріплення лише одного отвору колеса:

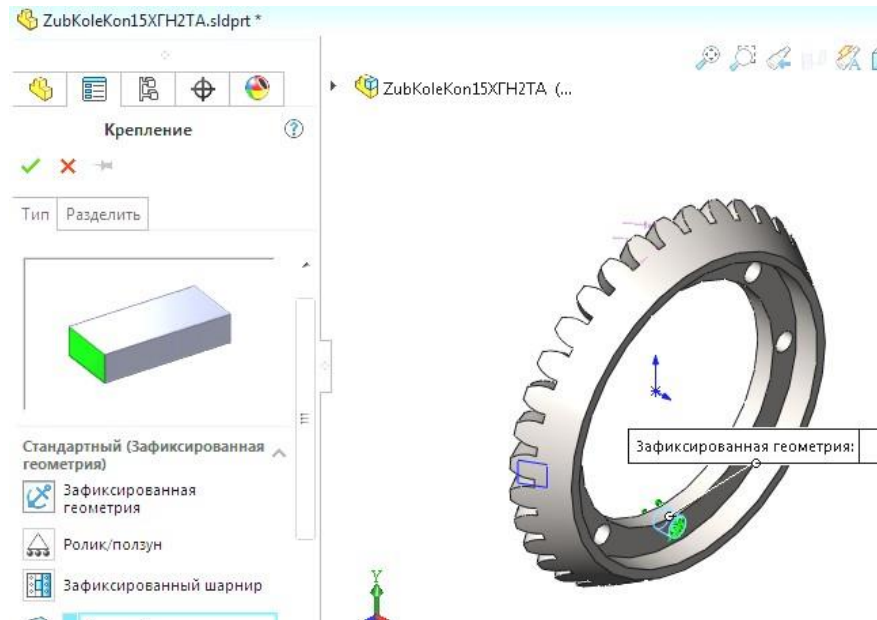


Рис. 4.12. Визначення точок підтримки для зубчастого конічного колеса.
Застосування навантажень див. на малюнку 4.13.

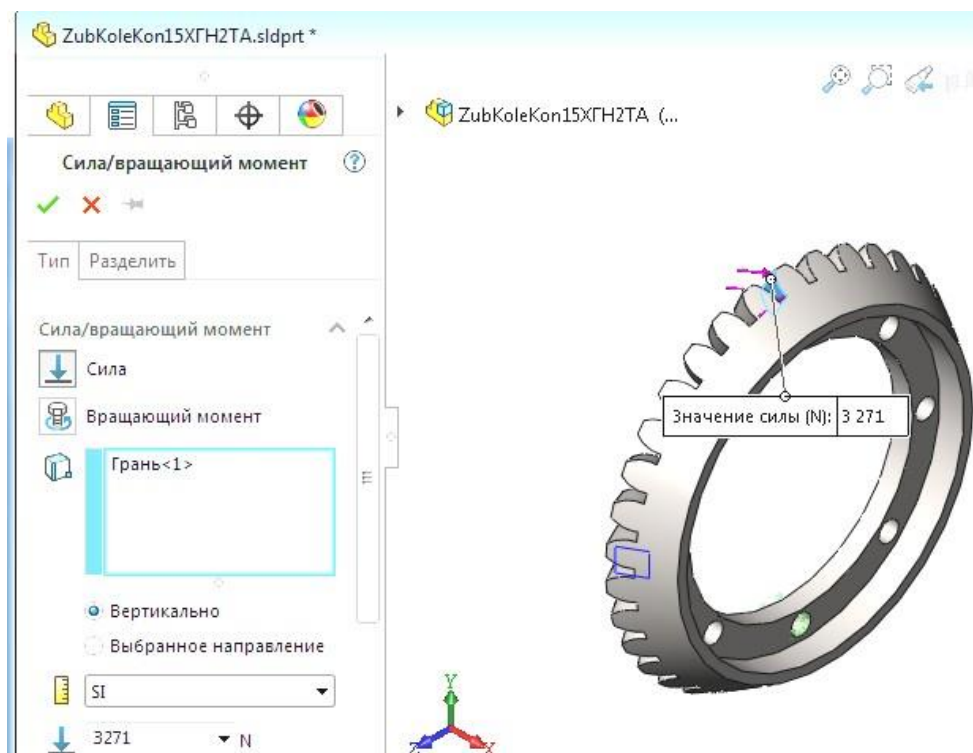


Рис. 4.13. Застосування сили до конічного зубчастого колеса.

Формування мережі для моделі твердого тіла зубчастого конічного колеса - ілюстрація 4.14.

Висновки обчислень - див. на малюнку 4.5.

З'ясовано, що мінімальна межа міцності k дорівнює 8.438, що перевищує дозволене значення $[k] = 1,5$. Однак сталь 15ХГН2ТА часто бракує у ремонтних

цехах. Таким чином, основна мета дослідження полягала у вивченні можливості заміни цього матеріалу на більш доступний – сталь 20 (AISI 1020). Для цього у комп'ютерних моделях напружень, переміщень, деформацій та міцності веденого конічного колеса, зробленого зі сталі 15ХГН2ТА, було здійснено заміну матеріалу з подальшими повторюваними обчисленнями. Отримані в ході цього процесу дані представлені на рис. 4.16.

При заміні сталі 15ХГН2ТА на сталь 20 у процесі виробництва зубчастого конічного колеса, рівень міцності виявився адекватним дозволений коефіцієнт міцності перевищує припустиме значення.

Сетка Детализация	
Имя исследования	Статический анализ 1 (-П)
Тип сетки	Сетка на твердом теле
Используемое разбиение	Стандартная сетка
Автоматическое уплотнение сетки	Выкл
Включить автоциклы сетки	Выкл
Точки Якобиана для сетки высокого качества	4 точек
Размер элемента	9,00045 mm
Допуск	0,450022 mm
Качество сетки	Высокая
Всего узлов	17160
Всего элементов	9377
Максимальное соотношение сторон	5,6195
Процент элементов с соотношением сторон < 3	97,7
Процент элементов с соотношением сторон > 10	0
Процент искаженных элементов	0
Число искаженных элементов	0
Время для завершения сетки (hh:mm:ss)	00:00:11

Имя модели: ZubKoleKon15XГН2ТА
 Название исследования: Статический анализ 1
 Тип сетки: Сетка на тверде теле

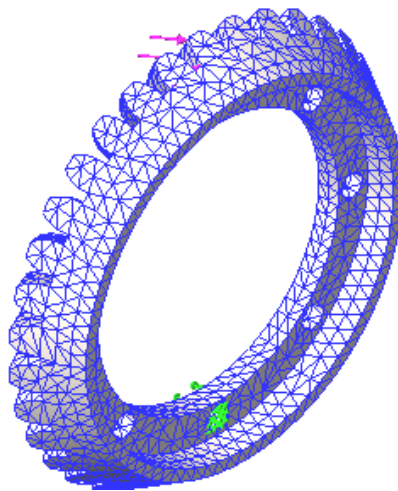
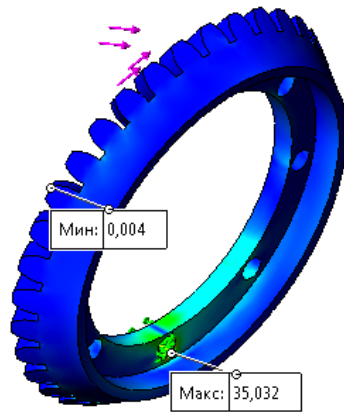
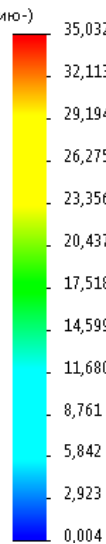


Рис. 4.14. Характеристики мережі для моделі зубчастого конічного колеса та її проєкція на тверде тіло

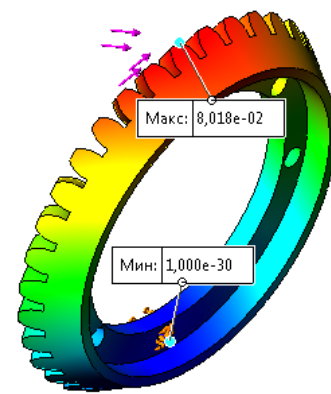
Имя модели: ZubKoleKon15XГН2ТА
 Название исследования: Статический анализ 1(-По умолчанию-)
 Тип эпоры: Статический узловое напряжение Напряжение1
 Шкала деформации: 467,789



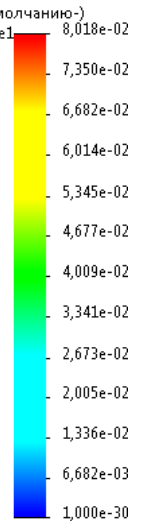
von Mises (N/mm² (MPa))



Имя модели: ZubKoleKon15XГН2ТА
 Название исследования: Статический анализ 1(-По умолчанию-)
 Тип эпоры: Статическое перемещение Перемещение1
 Шкала деформации: 467,789



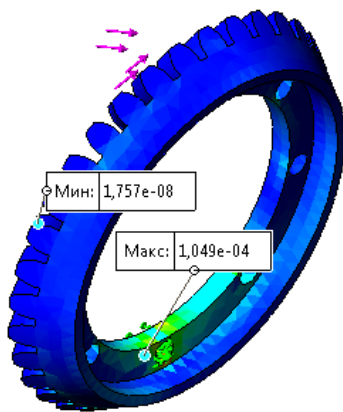
URES (mm)



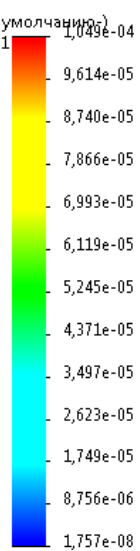
а – вузлові напруження Von Mises

б – розподіл переміщень URES

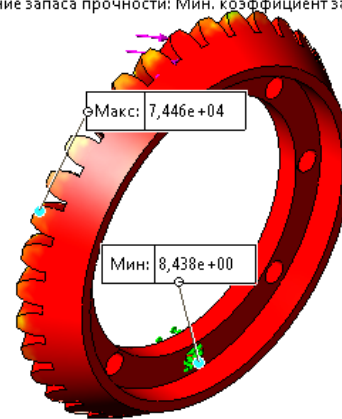
Имя модели: ZubKoleKon15XГН2ТА
 Название исследования: Статический анализ 1(-По умолчанию-)
 Тип эпоры: Статическая деформация Деформация1
 Шкала деформации: 467,789



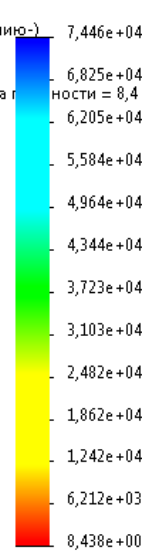
ESTRN



Имя модели: ZubKoleKon15XГН2ТА
 Название исследования: Статический анализ 1(-По умолчанию-)
 Тип эпоры: Запас прочности Запас прочности1
 Критерий: Авто
 Распределение запаса прочности: Мин. коэффициент запаса прочности = 8,4



FOS




в – деформація ESTRN

д – запас міцності

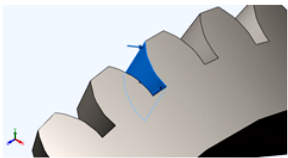
Рис. 4.15. Висновки обчислень для зубчастого конічного колеса, виробленого зі сталі 15XГН2ТА.

Свойства материала

Ссылка на модель	Свойства
	Имя: AISI 1020
	Тип модели: Линейный Упругий Изотропный
	Критерий прочности по умолчанию: Максимальное напряжение von Mises
	Предел текучести: 3,51571e+08 N/m ²
	Предел прочности при растяжении: 4,20507e+08 N/m ²
	Модуль упругости: 2e+11 N/m ²
	Коэффициент Пуассона: 0,29
	Массовая плотность: 7 900 kg/m ³
	Модуль сдвига: 7,7e+10 N/m ²
	Коэффициент теплового расширения: 1,5e-05 /Kelvin

Нагрузки и крепления

Имя крепления	Изображение крепления	Данные крепления		
Зафиксированный-1		Объекты: 1 грани Тип: Зафиксированная геометрия		
Результирующие силы				
Компоненты	X	Y	Z	Результирующая
Сила реакции(N)	-358,128	85,8653	1 309,44	1 360,25
Реактивный момент(N.m)	0	0	0	0

Имя нагрузки	Загрузить изображение	Загрузить данные
Сила-1		Объекты: 1 грани Тип: Приложить нормальную силу Значение: 3271 N

Информация о сетке - Детализация

Всего узлов	17160
Всего элементов	9377
Максимальное соотношение сторон	5,6195
% элементов с соотношением сторон < 3	97,7
Процент элементов с соотношением сторон > 10	0
Процент искаженных элементов	0
Время для завершения сетки (hh:mm:ss):	00:00:08

Результирующие силы

Силы реакции

Выбранный набор	Единицы	Сумма X	Сумма Y	Сумма Z	Результирующая
всей модели	N	-358,128	85,8653	1 309,44	1 360,25

Моменты реакции

Выбранный набор	Единицы	Сумма X	Сумма Y	Сумма Z	Результирующая
всей модели	N.m	0	0	0	0

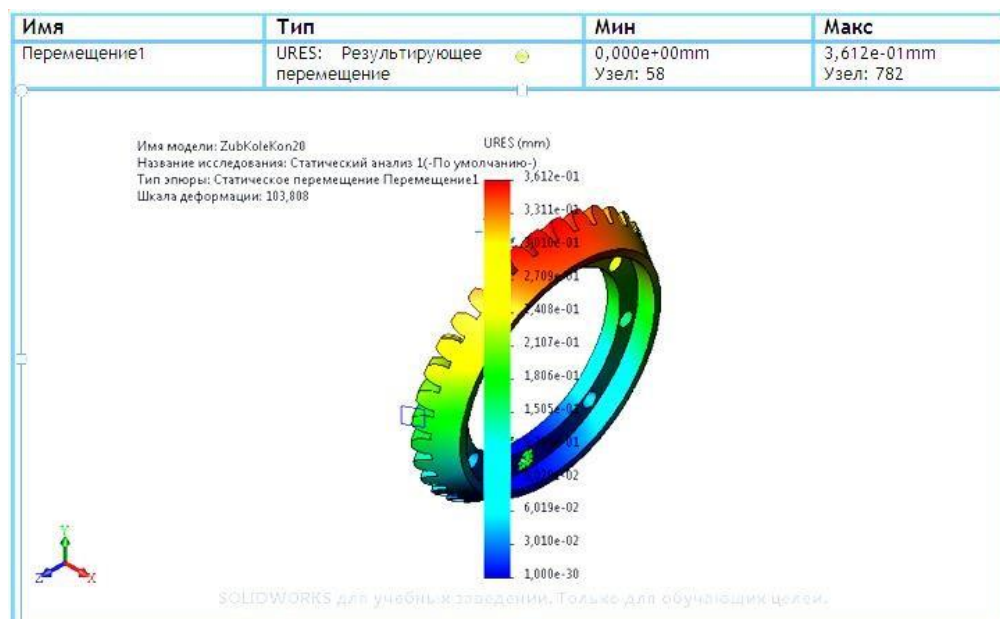
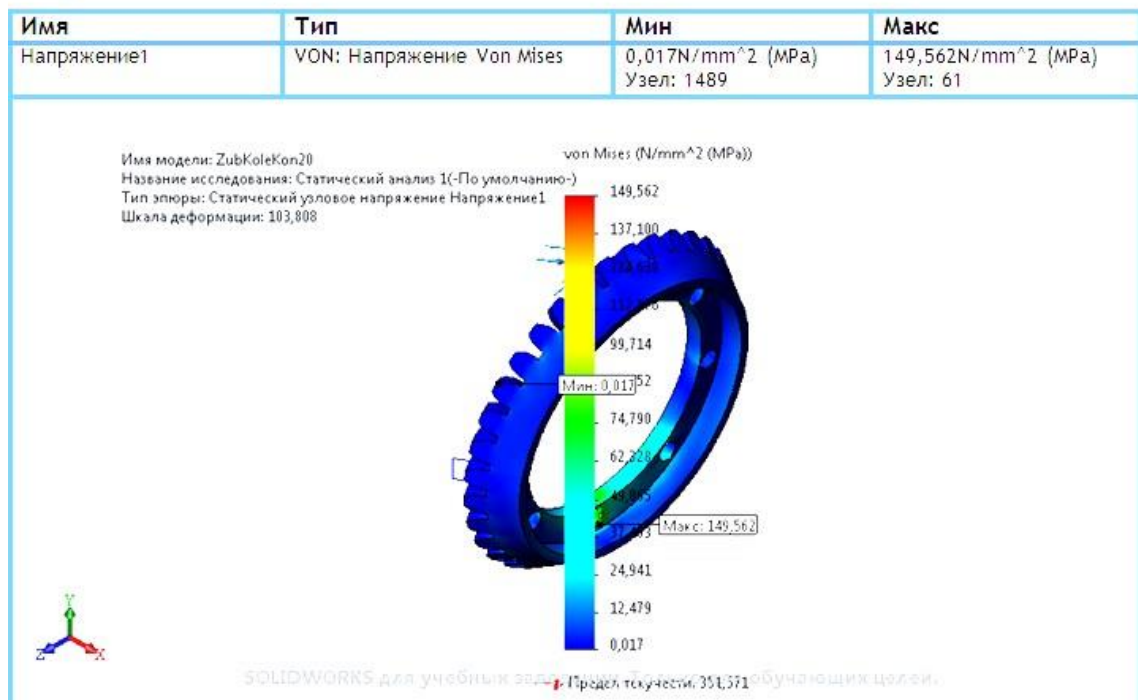
Силы свободных тел

Выбранный набор	Единицы	Сумма X	Сумма Y	Сумма Z	Результирующая
всей модели	N	-0,858207	-0,594173	-0,356615	1,10306

Моменты свободных тел

Выбранный набор	Единицы	Сумма X	Сумма Y	Сумма Z	Результирующая
всей модели	N.m	0	0	0	1e-33

Результаты исследования



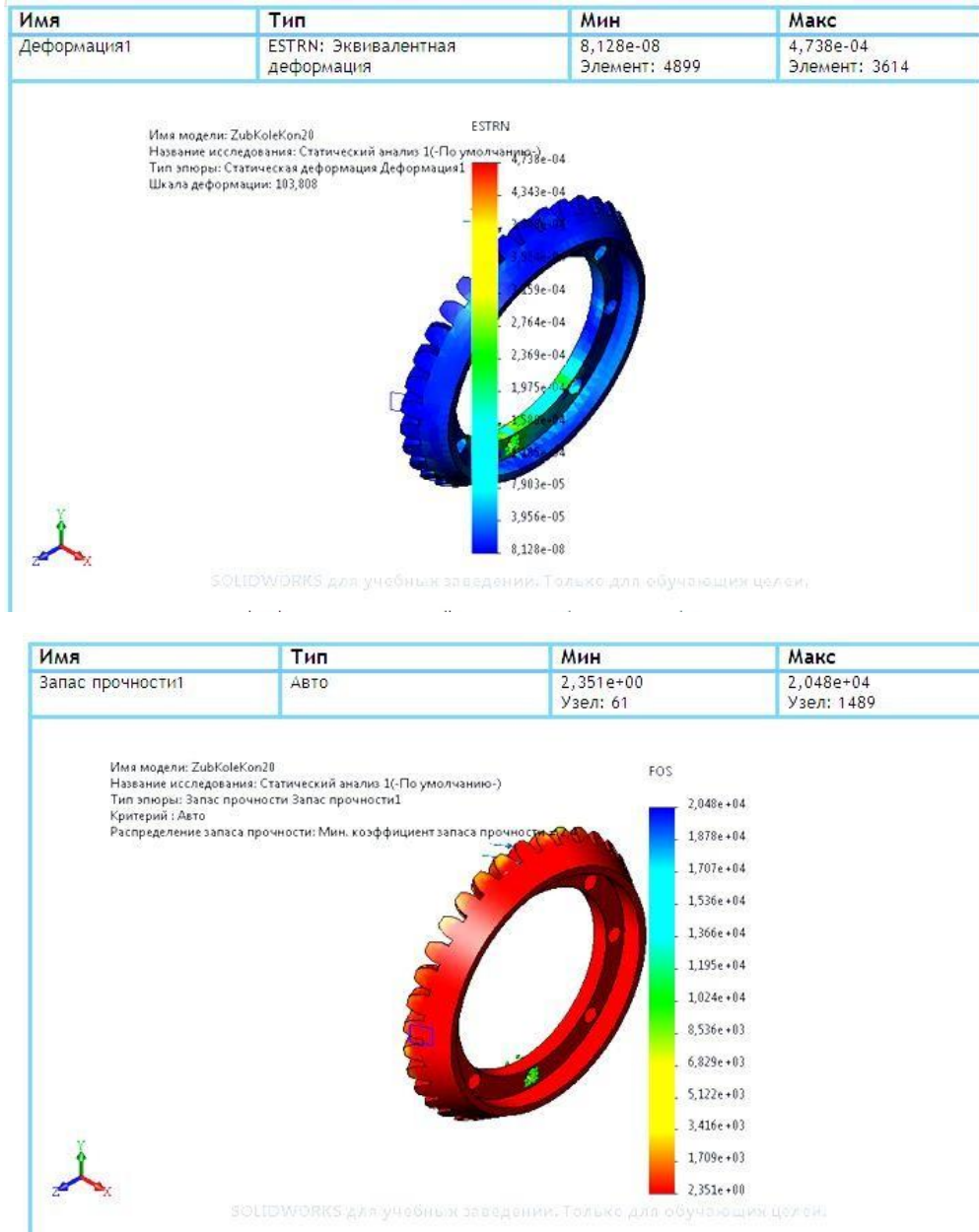


Рис. 4.16. Висновки обчислень для зубчастого конічного колеса, виробленого зі сталі 20.

Отже, отримані дані підкреслюють важливість виконаного аналізу за допомогою SolidWorks Simulation: з огляду на міцність, заміна матеріалу при виробництві зубчастого конічного колеса є виконуваною. Однак, з урахуванням умов експлуатації цієї деталі, для збільшення її стійкості до зношування рекомендується провести хіміко-термічну (або іншу) обробку.

4.3 Аналіз міцності фланця заднього моста

В цьому аналізі, використовуючи SolidWorks Simulation, оцінювалася ефективність фланця задньої осі автомобіля МАЗ-5551. Для його виробництва

використовувалася сталь 45X, при цьому в бібліотеці SolidWorks як еквівалент обрано сталь DIN 1.7006 (див. рисунок 4.17).

Свойства Таблицы и кривые Внешний вид Штриховка Настройка Данные программы

Свойства материала
Материалы в библиотеке по умолчанию не могут редактироваться.
Необходимо скопировать материал в настроенную пользователем библиотеку и затем его отредактировать.

Тип модели: Сохранить тип в библиотеке

Единицы измерения:

Категория:

Имя:

Критерий разрушения по умолчанию:

Описание:

Источник:

Sustainability:

Свойство	Значение	Единицы измерения
Модуль упругости	2.100000031e+11	Н/м ²
Коэффициент Пуассона	0.28	Не применимо
Модуль сдвига	7.9e+10	Н/м ²
Массовая плотность	7800	кг/м ³
Предел прочности при растяжении	900000000	Н/м ²
Предел прочности при сжатии		Н/м ²
Предел текучести	650000000	Н/м ²
Коэффициент теплового расширения	11e-05	1/К

Рис. 4.17. Визначення матеріалу для фланця.

Розміщення точок підтримки фланця показано на рис. 4.18, де зображено міцне кріплення лише одного отвору фланця:

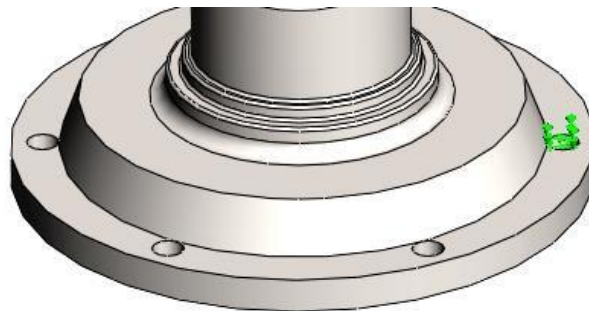


Рис. 4.18. Встановлення точок підтримки для фланця.

Застосування сил (крутний момент $M=3647$ Нм) - див. на ілюстрації рис. 4.19.

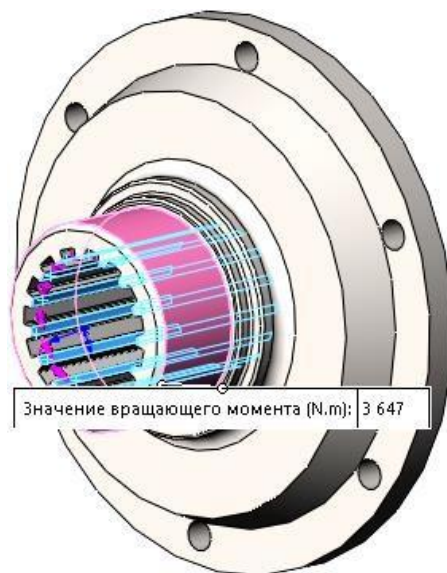


Рис. 4.19. Застосування сили до фланця.

Формування мережі для моделі твердого тіла фланця - зображено на рис. 4.20.

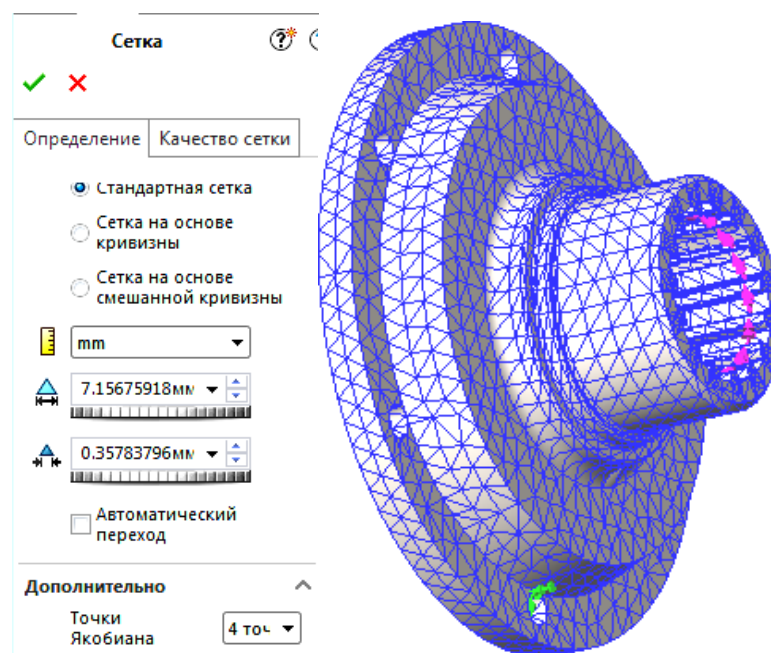


Рис. 4.20. Характеристики мережі моделі фланця та її проекція на твердий об'єкт.

Висновки обчислень - див. на ілюстрації 4.21.

З'ясовано, що найнижчий показник міцності k становить 6.91, що перевищує дозволений рівень $[k] = 1,5$.

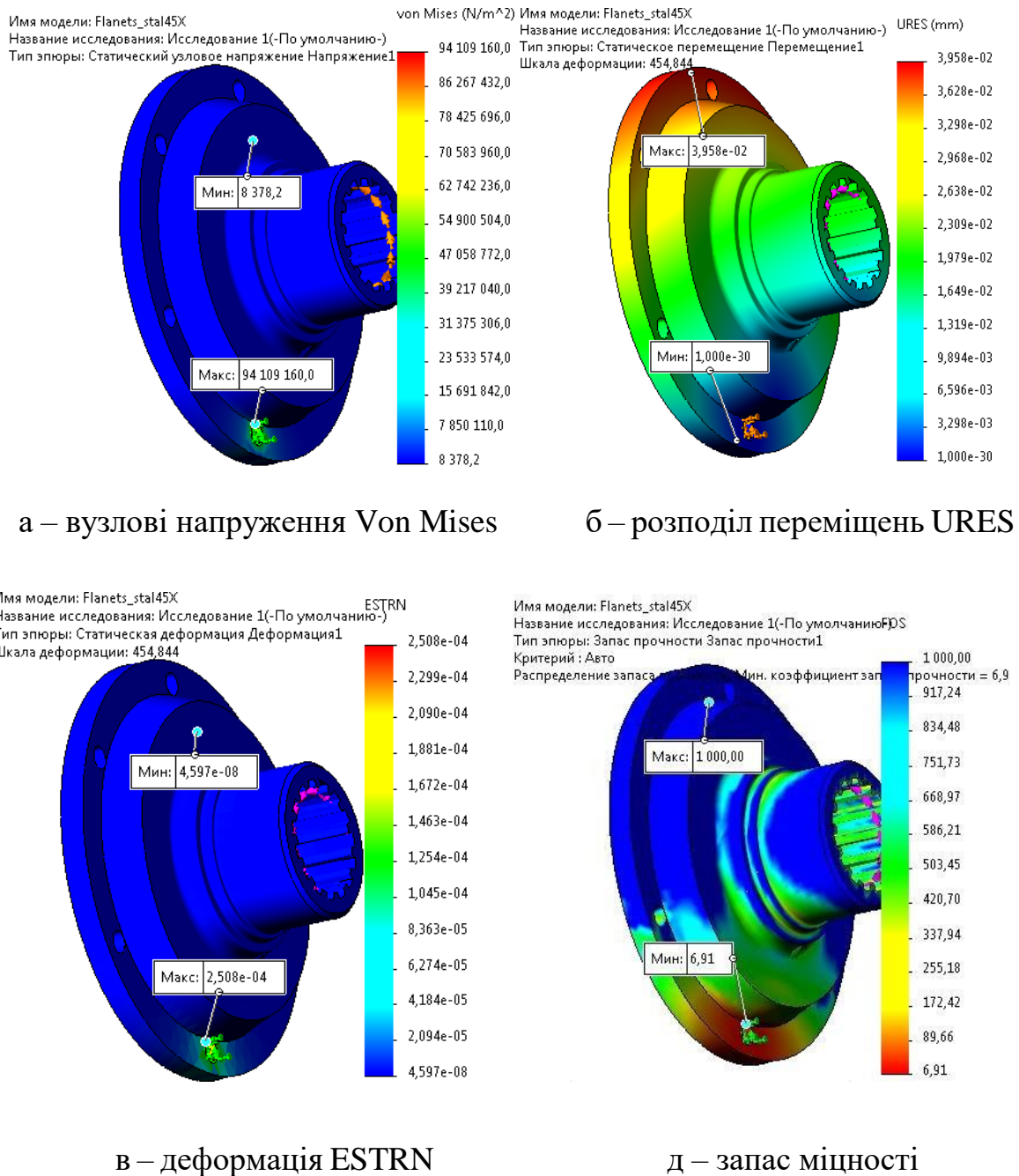
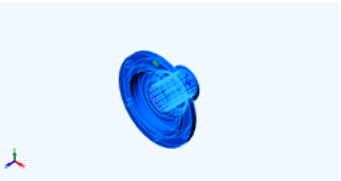


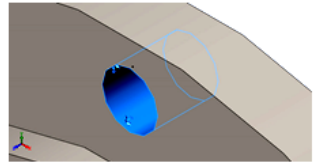
Рис. 4.21. Висновки обчислень фланця (графічні зображення), створеного зі сталі 45Х.

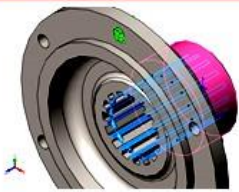
Ціллю дослідження було дослідити можливість використання більш доступного матеріалу - сталі 20 (AISI 1020), замість використовуваної сталі 45Х. У цьому контексті, в рамках комп'ютерної симуляції для оцінки напружень, зсувів, деформацій та маржі міцності фланця зі сталі 45Х, було здійснено заміну матеріалу з подальшими повторними обчисленнями. Результати, отримані внаслідок цього, представлені на рис. 4.22.

Свойства материала

Ссылка на модель	Свойства	Компоненты	
	Имя: AISI 1020	Твердое тело 1(Круговой массив2)(лавренюк 1)	
	Тип модели: Линейный Упругий Изотропный		
	Критерий прочности по умолчанию: Максимальное напряжение von Mises		
	Предел текучести: 3,51571e+08 N/m ²		
	Предел прочности при растяжении: 4,20507e+08 N/m ²		
	Модуль упругости: 2e+11 N/m ²		
	Коэффициент Пуассона: 0,29		
	Массовая плотность: 7 900 kg/m ³		
	Модуль сдвига: 7,7e+10 N/m ²		
	Коэффициент теплового расширения: 1,5e-05 /Kelvin		
	Данные кривой: N/A		

Нагрузки и крепления

Имя крепления	Изображение крепления	Данные крепления				
Зафиксированный-1		<table border="1"> <tr> <td>Объекты:</td> <td>1 грани</td> </tr> <tr> <td>Тип:</td> <td>Зафиксированная геометрия</td> </tr> </table>	Объекты:	1 грани	Тип:	Зафиксированная геометрия
Объекты:	1 грани					
Тип:	Зафиксированная геометрия					
Результирующие силы						
Компоненты	X	Y	Z	Результирующая		
Сила реакции(N)	-0,0289459	-0,111134	-0,00203133	0,114859		
Реактивный момент(N.m)	0	0	0	0		

Имя нагрузки	Загрузить изображение	Загрузить данные								
Сила-1		<table border="1"> <tr> <td>Объекты:</td> <td>15 грани</td> </tr> <tr> <td>Справочный:</td> <td>Грань< 1 ></td> </tr> <tr> <td>Тип:</td> <td>Приложить вращающий момент</td> </tr> <tr> <td>Значение:</td> <td>3647 N.m</td> </tr> </table>	Объекты:	15 грани	Справочный:	Грань< 1 >	Тип:	Приложить вращающий момент	Значение:	3647 N.m
Объекты:	15 грани									
Справочный:	Грань< 1 >									
Тип:	Приложить вращающий момент									
Значение:	3647 N.m									

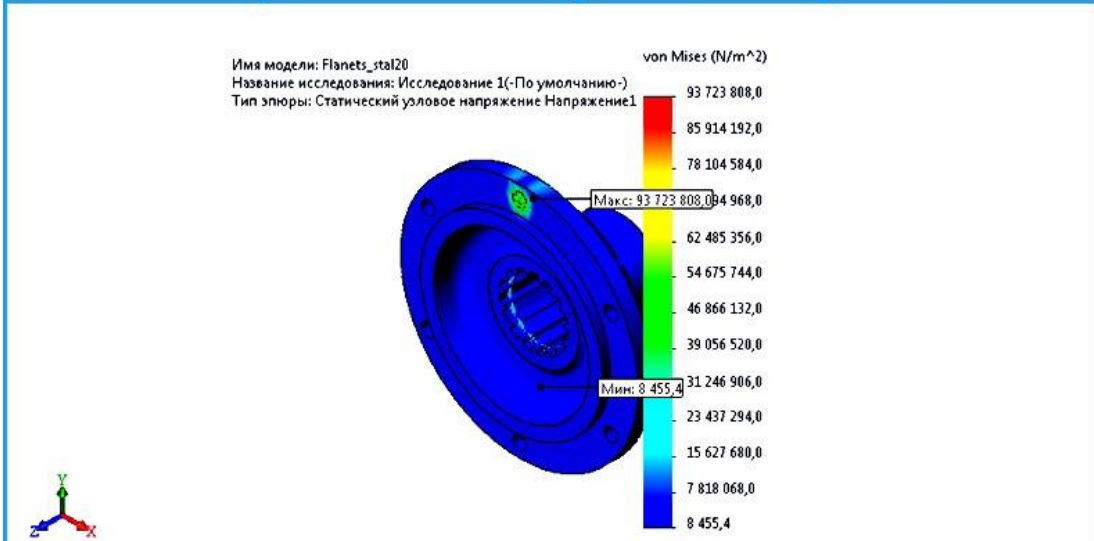
Результирующие силы

Силы реакции

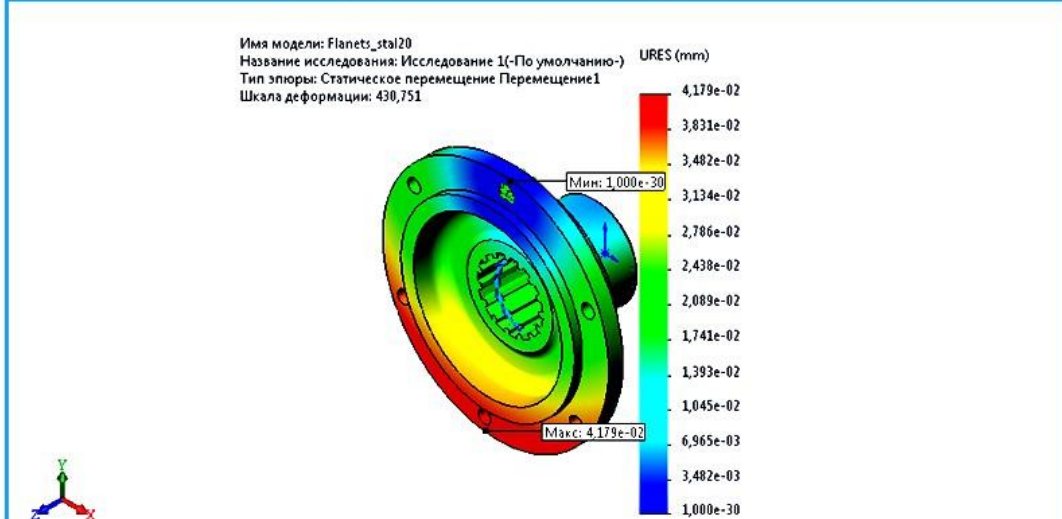
Выбранный набор	Единицы	Сумма X	Сумма Y	Сумма Z	Результирующая
всей модели	N	-0,0289459	-0,111134	-0,00203133	0,114859

Результаты исследования

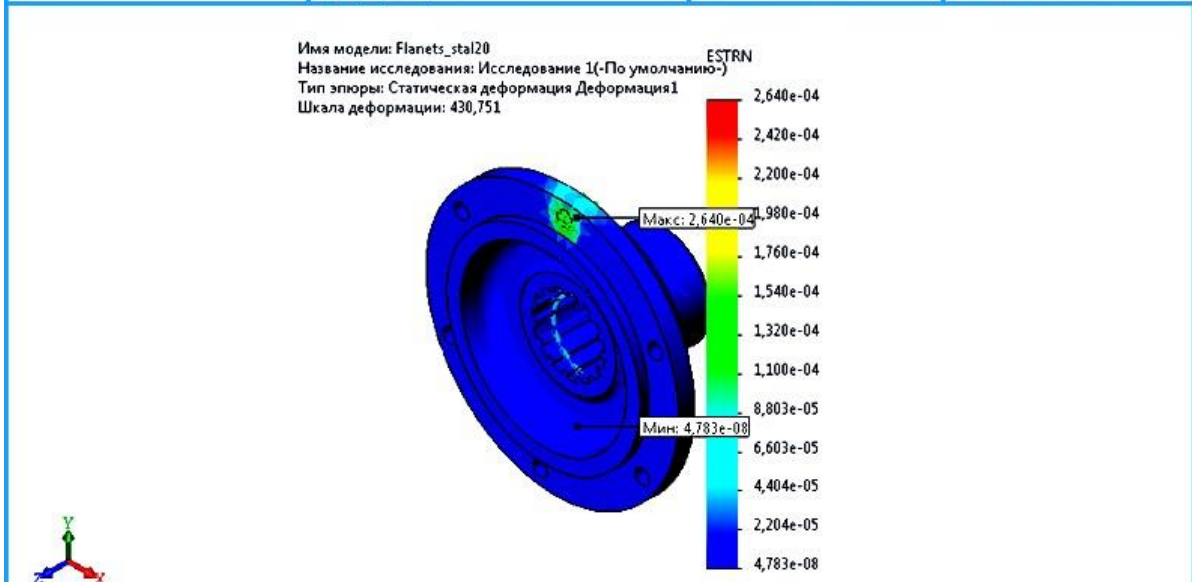
Имя	Тип	Мин	Макс
Напряжение1	VON: Напряжение Von Mises	8 455,4N/m ² Узел: 9693	93 723 808,0N/m ² Узел: 31428



Имя	Тип	Мин	Макс
Перемещение1	URES: Результирующее перемещение	0,000e+00mm Узел: 546	4,179e-02mm Узел: 21426



Имя	Тип	Мин	Макс
Деформация1	ESTRN: Эквивалентная деформация	4,783e-08 Элемент: 10221	2,640e-04 Элемент: 13641



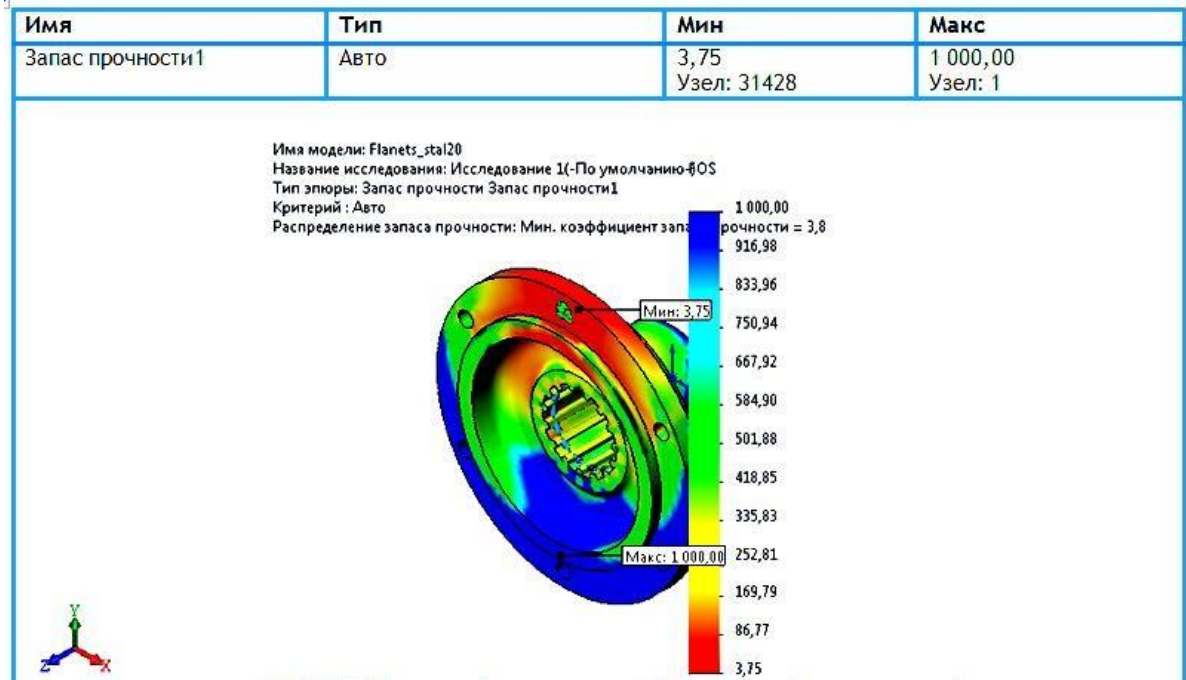


Рис. 4.22. Висновки обчислень для фланця, створеного зі сталі 20.

Заключення: при заміні сталі 45Х на сталь 20 у процесі виробництва фланця, рівень міцності вважається адекватним (зафіксований коефіцієнт міцності перевищує припустимий ліміт).

4.4 Аналіз стійкості до зношування різних сталей

Оцінка порівняльної зносостійкості обраних сталей можлива при умові знання параметрів k_w , m для моделі стабільного зношування:

$$\frac{du_w}{dS} = k_w \sigma^m \quad (4.1)$$

Порівняльний аналіз здійснюється за умови сталого навантаження σ_c . Відповідний знос під цим навантаженням:

$$u_w = k_w \sigma_c^m S_c. \quad (4.2)$$

Аналіз ведеться при стандартній довжині тертя $S = S_c$.

Для порівняння матеріалів з характеристиками моделей k_{w1} , m_1 , k_{w2} , m_2 , k_{w3} , m_3 , k_{w4} , m_4 .

Визначення зносу для кожного матеріалу:

$$\begin{aligned} u_{w1} &= k_{w1} \sigma_C^{m_1} s_C, \\ u_{w2} &= k_{w2} \sigma_C^{m_2} s_C. \end{aligned}$$

У разі розрахунку співвідношення цих значень, можна отримати критерій для порівняльного аналізу зношування:

$$\frac{u_{w1}}{u_{w2}} = \frac{\sigma_C^{m_1}}{\sigma_C^{m_2}} \quad (4.3)$$

На основі цього критерію роблять висновки щодо стійкості матеріалу до зношування.

План та рівняння для обчислень

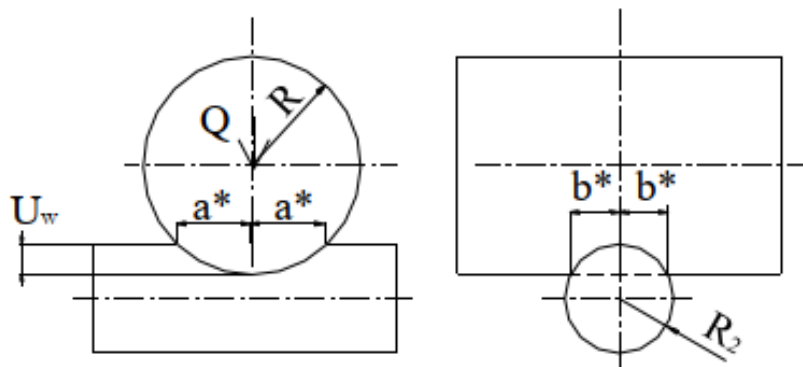


Рис. 4.23. Методика обчислення випробування згідно з методом перехресних циліндрів.

Рівняння для обчислення значень k_w , m .

Коефіцієнти апроксимації, β , C .

$$a = (a^* b^*)^{\frac{1}{2}};$$

$$R = \frac{r_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$a = CS^\beta$$

$$\beta = \frac{\lg a_1 / a_2}{\lg S_1 / S_2}$$

$$C = \frac{a_1}{S_1^\beta}$$

$$\Delta a = C \Delta S^\beta$$

$$C = \frac{\Delta a_1}{\Delta S_1^\beta}$$

$$\beta = \frac{\lg \Delta a_1 / \Delta a_2}{\lg \Delta S_1 / \Delta S_2}$$

Коефіцієнт моделі, m :

$$m = \frac{1 - 2\beta}{2\beta}$$

$$m = (\beta - 1) \frac{\lg \Delta S_2 / \Delta S_1}{2 \lg a_1 / a_2} - \frac{1}{2}$$

Коефіцієнт моделі, k_w :

$$k_w = \frac{C^{2m+2}}{(2m+2)(Q/\pi)^m R}$$

$$k_w = \frac{a_1^{2m+1} C \beta (\Delta S_1)^{\beta-1}}{(2m+1)(Q/2\pi)^m R}$$

Для визначення взаємозв'язку між розмірами контактної поверхні а та довжиною тертя S , було виконано випробування зносу чотирьох пар тертя на токарному верстаті з особливим обладнанням (див. рис. 4.24).

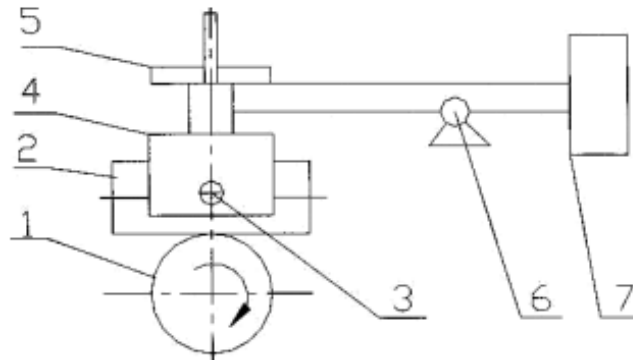


Рис. 4.24. Обладнання для випробування зносу за методом перехресних циліндрів складається з.

В шпинделі верстата інтегрований осьовий вал 1 виготовлений зі сталі 45, твердість HRC 54, виступає як контр-елемент. На ньому монтують циліндричний зразок 2, який прикладається з силою Q завдяки вантажу 5. Зразок фіксують у тримачі 4 за допомогою болта 3. Для балансування ваги пристосування на протилежному кінці тримача встановлюють противагу 7.

Для тестування зі змащенням на верстаті розміщують контейнер з мастилом це означає, що обидва циліндри занурені в синтетичне трансмісійне масло класу API GL-5.

Тестування здійснюється за такою процедурою:

- розміщуємо зразок у тримач 4;
- натискаємо на зразок 2 за допомогою болта 3;
- використовуємо противагу 7 для балансування ваги зразка;
- на ось тримача монтуємо вагу;
- активуємо верстат і фіксуємо час;
- через визначений період виймаємо зразок та вимірюємо розміри контактної поверхні;
- розміщуємо зразок назад у тримач так, щоб контактна пляма була на тому ж місці.

повторення вищезазначених кроків до завершення експерименту.

Результати тестувань та визначення параметрів моделі зношування.

Тести проводились відповідно до таких параметрів:

швидкість обертання активного валу (контр-елемента – зразка зі сталі 45)

$n = 600$ обертів за хвилину;

діаметр активного валу $d_v = 30$ мм;

швидкість руху валу по втулці $V = 0,8$ м/с;

діаметр тестового зразка (зі сталей 20ХГНМ, 15ХГН2ГА, 45Х, цементованої та загартованої сталі 20) $d = 28$ мм;

загальне навантаження на контакт $Q = 0,8$ кг;

синтетичне трансмісійне мастило класу API GL-5.

Протягом тестувань кожну годину проводили вимірювання розмірів вісей еліптичної контактної площі $2a^*$ та $2b^*$ (див. рисунок 4.22). Еквівалентний радіус кола:

$$a = (a^*b^*)^{1/2}. \quad (4.4)$$

Дані тестувань зносу зразків представлені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2. Дані тестів зносу зразків.

Час. Т, год.	Сталь 20, Цементация, гартування	Сталь 20ХГНМ, гартування	Сталь 15ХГН2ГА, гартування	Сталь 45Х, гартування
0	0	0	0	0
1	0.6	1	2.5	5.5
2	1.3	1.5	3.1	7
3	1.7	2.2	3.6	8.3
4	2.3	2.8	4.5	9.5
5	3	3.4	5	11
6	3.3	3.8	5.7	12.5
7	3.6	4.2	6.5	14.5
8	3.8	4.6	7.5	16.5

Відношення еквівалентних радіусів коліс до часу тертя зразків зображене на ілюстрації 4.25.

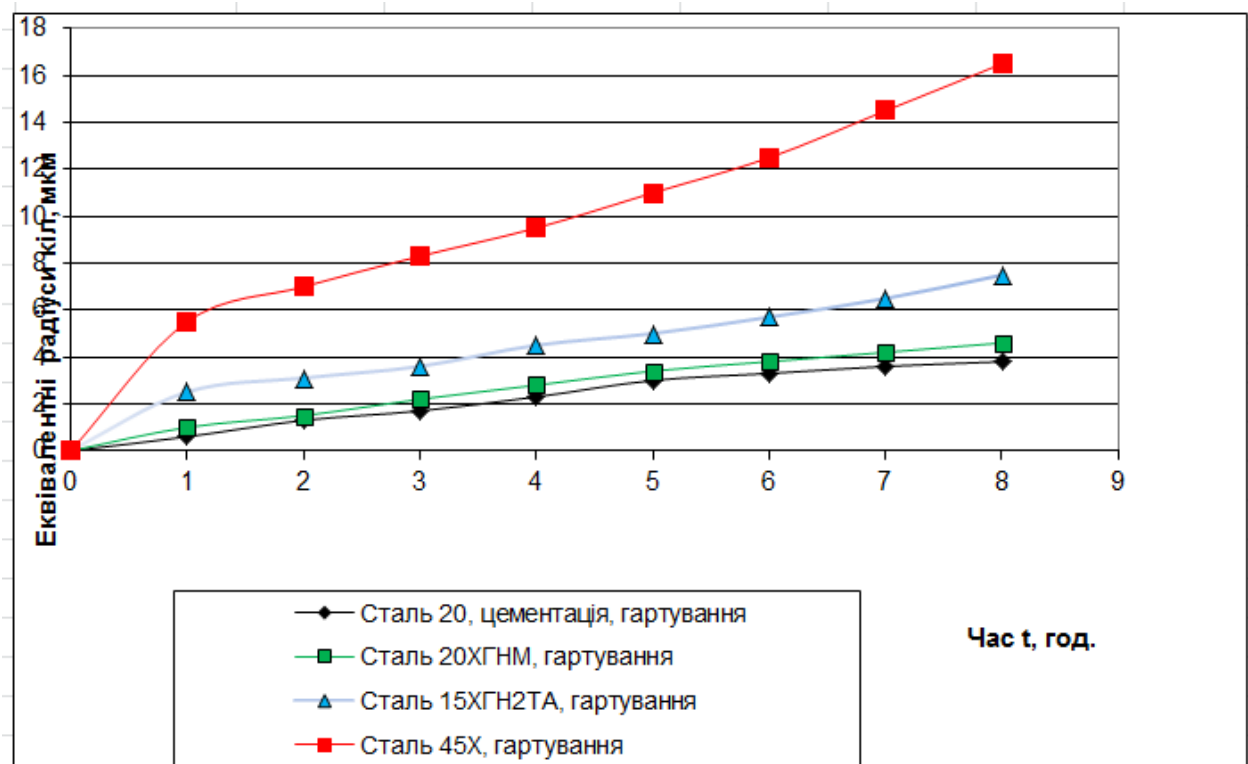


Рис. 4.25. Співставлення взаємозв'язків між розмірами еквівалентних радіусів коліс та тривалістю тертя.

Оцінка ступеня зносу для сталевих виробів 20XГНМ, 15XГН2ТА, 45X включає вимірювання:

$$I_{20XГНМ} = (a_8 - a_3) / (t_8 - t_3) = (4,6 - 2,2) / (8 - 3) = 0,48 \text{ мм / год.}$$

$$I_{15XГН2ТА} = (a_8 - a_3) / (t_8 - t_3) = (7,5 - 3,6) / (8 - 3) = 0,78 \text{ мм / год.}$$

$$I_{45X} = (a_8 - a_3) / (t_8 - t_3) = (16,5 - 8,3) / (8 - 3) = 1,64 \text{ мм / год.}$$

Вимірювання ступеня зношення для зразка цементованої та загартованої сталі 20 вказує на:

$$I_{20} = (a_8 - a_3) / (t_8 - t_3) = (3,8 - 1,7) / (8 - 3) = 0,42 \text{ мм / год.}$$

Отже, зростання стійкості до зносу складає:

$$I_{20XГНМ} / I_{20} = 0,48 / 0,42 = 1,14р.$$

$$I_{15XГН2ГА} / I_{20} = 0,78 / 0,24 = 3,25р.$$

$$I_{45X} / I_{20} = 1,64 / 0,24 = 6,83р.$$

Для процесів загартування та відпускання обраних марок сталі застосували автоматизовану електричну піч СНЦ_5.10. 3,2/10. Зібрані дані представлені у таблиці 4.3.

Марка сталі	$t, ^\circ C$	Середовище гартування	$t, ^\circ C$	Середовище відпустки	<i>HRC</i>
20XГНМ	860	масло	160	повітря	60
15XГН2ГА	900	масло	180	повітря	59
45X	840	масло	520	вода	58

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Законодавство та нормативно-правове забезпечення охорони праці

Законодавство України з охорони праці складається з конституційних гарантій прав громадян у цій сфері, спеціального Закону України «Про охорону праці», Кодексу законів про працю України, низки інших законів, пов'язаних з охороною життя і здоров'я громадян в процесі їх трудової діяльності, державних міжгалузевих, галузевих та інших нормативних актів, яким надано чинність правових норм, обов'язкових для виконання.

У Конституції України, прийнятій на сесії Верховної Ради 28 червня 1995 р. у ст. 3 стверджується: «Людина, її життя і здоров'я, честь і гідність, недоторканність і безпека визнаються в Україні найвищою соціальною цінністю». В інших статтях проголошені права громадян на:

належні, безпечні і здорові умови праці (ст. 43);

соціальний захист, забезпечення їх у разі повної, часткової або тимчасової втрати годувальника (ст. 46);

на охорону здоров'я, медичну допомогу та медичне страхування (ст.49);

на безпечне для життя і здоров'я довкілля та відшкодування завданої порушенням цього права шкоди (ст. 50).

Одним із основних законів України, що встановлює вимоги до охорони праці в процесі трудової діяльності, регулює відносини між роботодавцем підприємства і працівником з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, а також встановлює єдиний порядок організації охорони праці в державі є Закон України «Про охорону праці».

У цьому Законі визначені основні принципи державної політики в галузі охорони праці, серед яких зазначимо:

пріоритет життя і здоров'я працівників;

повна відповідальність роботодавця за створення безпечних і нешкідливих умов праці;

соціальний захист працівників, які потерпіли від нещасних випадків на виробництві і професійних захворювань;

встановлення єдиних нормативів з охорони праці для всіх форм власності і видів їх діяльності;

здійснення навчання населення, професійної підготовки і підвищення кваліфікації працівників з питань охорони праці;

використання економічних методів управління охороною праці тощо.

забезпечення координації діяльності державних органів, установ, організацій та об'єднань громадян, що вирішують різні проблеми охорони здоров'я, гігієни та безпеки праці;

Закон визначає:

гарантії прав громадян на охорону праці при укладенні трудового договору, під час роботи, права на пільги і компенсації за важкі та шкідливі умови праці;

порядок відшкодування шкоди працівникам, у разі ушкодження їх здоров'я, пов'язаного з виконанням трудових обов'язків;

особливості застосування праці жінок, неповнолітніх та інвалідів.

Згідно із Законом, зокрема, умови трудового договору не можуть містити положень, які не відповідають законодавчим та іншим нормативним актам про охорону праці, що діють в Україні.

При укладенні трудового договору громадянин має бути проінформований роботодавцем під розписку про умови праці на підприємстві, наявність на робочому місці, де він буде працювати, небезпечних і шкідливих виробничих чинників, можливі наслідки їх впливу на здоров'я та його права на пільги і компенсації за роботу в таких умовах відповідно до законодавства і колективного договору.

Працівник має право відмовитися від дорученої роботи, якщо створилася виробнича ситуація, небезпечна для його життя чи здоров'я або для людей, які його оточують, і навколишнього природного середовища.

Працівник має право розірвати трудовий договір за власним бажанням, якщо роботодавець не виконує законодавство про охорону праці, умови колективного договору з цих питань. У цьому випадку працівникові

виплачується вихідна допомога у розмірі, передбаченому колективним договором, але не менше тримісячного заробітку.

Закон «Про охорону праці» визначає також організацію та стимулювання охорони праці на виробництві, нормотворчу діяльність у сфері охорони праці, компетенцію, повноваження і права органів державного управління, нагляду і громадського контролю за охороною праці, відповідальність працівників за порушення законодавства про охорону праці.

Складовою частиною законодавства про охорону праці є Кодекс законів про працю України (КЗпПУ), який регулює трудові відносини в цілому. У Кодексі питання охорони праці відображені в низці статей і в главі XI «Охорона праці».

Зокрема, згідно зі ст. 29 Кодексу до початку роботи за укладеним трудовим договором роботодавець або уповноважений ним орган зобов'язаний:

- роз'яснити працівникові його права і обов'язки та проінформувати під розписку про умови праці;

- ознайомити працівника з правилами внутрішнього трудового розпорядку та колективним договором;

- визначити працівнику робоче місце, забезпечити його необхідними для роботи засобами;

- проінструктувати працівника з техніки безпеки, виробничої санітарії, гігієни праці і протипожежної охорони.

Що стосується нормування праці, то в ст. 88 Кодексу визначені нормальні умови праці, за яких повинні розроблятися норми виробітку (норми часу) та норми обслуговування. Нормальними умовами праці вважаються:

- справний стан машин, верстатів і пристроїв;

- належна якість матеріалів та інструментів, необхідних для виконання роботи, і їх вчасне подання;

- вчасне постачання виробництва електроенергією, газом та іншими джерелами енергоживлення;

- своєчасне забезпечення технічною документацією;

- здорові та безпечні умови праці (додержання правил і норм з техніки безпеки, необхідне освітлення, опалення, вентиляція, усунення шкідливих

наслідків шуму, випромінювань, вібрації та інших чинників, які негативно впливають на здоров'я робітників та ін.).

У КЗпПУ (ст. 13) та в Законі України «Про колективні договори і угоди» (ст. 7) визначається, що в змісті колективного договору повинні бути зобов'язання сторін щодо:

встановлення гарантій, компенсацій, пільг;
режиму роботи, тривалості робочого часу і відпочинку;
умов і охорони праці.

До законів, які регулюють суспільні відносини у сфері безпеки людини і, зокрема, в процесі її трудової діяльності належать: Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення», Кодекс цивільного захисту України, Закон України «Про дорожній рух».

Закон України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності».

Закон «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» визначає обов'язки підприємств:

розробляти і здійснювати санітарні та протиепідемічні заходи;
надавати безоплатно зразки сировини і матеріалів, що використовуються, а також продукції, що випускається чи реалізується, для проведення державної санітарно-гігієнічної експертизи;

усувати від роботи осіб, які є носіями збудників інфекційних захворювань, а також осіб, які ухиляються від обов'язкового медичного огляду або обов'язкових профілактичних щеплень проти інфекцій;

негайно інформувати органи, установи і заклади санітарноепідеміологічної служби про надзвичайні події, що становлять загрозу здоров'ю працівників, санітарному та епідемічному благополуччю населення.

Законом передбачені:

гігієнічна регламентація будь-якого небезпечного чинника, створення та ведення Державного реєстру цих чинників;

державна санітарно-гігієнічна експертиза проектів, технічних регламентів, документації на техніку, технології, устаткування, продукції тощо на відповідність вимогам санітарних норм;

ліцензування видів діяльності, пов'язаних з потенційною небезпекою для здоров'я людей.

У Законі визначені основні положення щодо проведення медичних оглядів, профілактичних щеплень, госпіталізації та лікування інфекційних хворих. Закон встановлює порядок організації державної санітарно-епідеміологічної служби і здійснення санітарно-епідеміологічного нагляду, а також відповідальність юридичних і фізичних осіб за порушення санітарного законодавства.

Кодекс цивільного захисту України визначає загальні правові, економічні і соціальні основи створення і діяльності аварійно-рятувальних служб і формувань в Україні, регулює відносини в цій галузі, установлює права, обов'язки і відповідальність рятувальників, гарантії їх соціального захисту, а також визначає засади міжнародного співробітництва під час ліквідації надзвичайних ситуацій. В ньому задекларовані основні принципи державної політики щодо діяльності аварійно-рятувальних служб, серед яких: пріоритетність завдань, спрямованих на рятування життя та збереження здоров'я громадян; максимально можливого, економічна обґрунтованість зменшення ризику виникнення аварій; централізація управління, єдиноначальність, підпорядкованість, статутна дисципліна аварійно-рятувальних служб; виправданість ризику та відповідальність керівників за забезпечення безпеки під час проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт; добровільність - у разі залучення громадян до проведення аварійно-рятувальних робіт, пов'язаних з ризиком для їхнього життя і здоров'я.

Згідно Кодексу цивільного захисту в Україні ведеться єдиний облік надзвичайних ситуацій. Він здійснюється у порядку, визначеному Кабінетом Міністрів України. Облік надзвичайних ситуацій, в тому числі аварій на виробничих об'єктах, здійснюють підприємства, на яких виникали такі ситуації, а також Державна служба України з питань праці.

Закон України «Про дорожній рух» регулює суспільні відносини у сфері дорожнього руху, визначає права, обов'язки і відповідальність суб'єктів – учасників дорожнього руху (водія, пасажирів, пішоходів), власників автомобільних доріг, вулиць та залізничних переїздів, повноваження центральних та місцевих органів державної виконавчої влади, підприємств, власників транспортних засобів.

Закон України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності» визначає правову основу, економічний механізм та організаційну структуру загальнообов'язкового державного соціального страхування працівників від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання.

Соціальна діяльність підприємства і, зокрема, в галузі охорони праці відображена також в Господарському кодексі України. Згідно з цим Законом питання соціального розвитку, включаючи поліпшення умов праці, життя і здоров'я, гарантії обов'язкового медичного страхування членів трудового колективу та їх сімей, вирішуються трудовим колективом за участю власника чи уповноваженого ним органу відповідно до статуту підприємства, колективного договору та законодавчих актів України.

Підприємство зобов'язане забезпечити для всіх працюючих безпечні та нешкідливі умови праці і несе відповідальність за шкоду, заподіяну їх здоров'ю та працездатності, постійно поліпшувати умови праці та побуту жінок, підлітків, забезпечувати їх роботою переважно в денний час та зі скороченим робочим днем. Підприємство зі шкідливими умовами праці створює окремі цехи, ділянки для надання жінкам, підліткам та окремим категоріям працюючих більш легкої роботи.

Підприємство має право самостійно встановлювати для своїх працівників додаткові відпустки, скорочений робочий день та інші пільги, а також заохочувати працівників підприємств та установ, які обслуговують трудовий колектив, але не входять до його складу.

Нормативно-правові акти з охорони праці. Правова основа охорони праці складається із вищенаведених і інших законів та нормативно-правових актів,

що видаються відповідно до цих законів. Нормативно-правові акти за сферою їх дії підрозділяються на міждержавні, державні, галузеві, регіональні та локальні. Останні – це акти підприємств.

В Україні створено Державний реєстр нормативно-правових актів з охорони праці (Реєстр НПАОП), а також Державний реєстр нормативних актів з питань пожежної безпеки.

Нормативно-правові акти кодуються в реєстрі НПАОП відповідно до такої структурної схеми:

Якщо нормативно-правовий акт поширюється на всі або декілька видів економічної діяльності, зазначається код 0.00, а для решти нормативноправових актів встановлюється згідно з чинним Класифікатором видів економічної діяльності КВЕД.

Види нормативно-правових актів з охорони праці мають такі цифрові позначення.

Правила	1
Переліки	2
Норми	3
Положення	4
Інструкції	5
Порядки	6
Інші	7

Наприклад, НПАОП 0.00-4.03-04 Положення про Державний реєстр нормативно-правових актів з охорони праці, НПАОП 10.0-1.01-10 Правила безпеки у вугільних шахтах.

До нормативно-правових актів, яким надана чинність правових норм, обов'язкових для виконання, належать:

Правила безпеки (техніки безпеки, будови і безпечної експлуатації, пожежної безпеки, тощо), санітарні правила містять конкретні вимоги щодо умов (критеріїв) безпеки для працівників, чинників виробничого і життєвого середовища, поведінки людей, заходів попередження нещасних випадків, захворювань і аварій.

Є правила, які діють: в тих чи інших галузях промисловості, на окремих виробництвах, при виконанні низки небезпечних робіт, при застосуванні деяких видів обладнання та споруд, при виробництві, зберіганні, транспортуванні металів, матеріалів, вибухонебезпечних, токсичних та інших речовин, при наданні певних пільг (наприклад, НПАОП 0.00-1.55-77 Правила безплатної видачі лікувально-профілактичного харчування).

Переліки можуть бути окремим документом (наприклад НПАОП 0.002.01-05 Перелік робіт з підвищеною безпекою) або додатком до нормативно-правового акту, який містить інформацію, що доповнює нормативний акт. Існують переліки: професій, працівники яких підлягають медичному огляду; важких робіт і робіт зі шкідливими і небезпечними умовами праці, на яких забороняється застосування праці неповнолітніх, праці жінок; робіт, де є потреба у професійному доборі; посадових осіб, які зобов'язані проходити попередню і періодичну перевірку знань з охорони праці тощо.

Серед чинних списків зазначимо:

Список №1 і №2 виробництв, робіт, професій, посад і показників, які дають право на пенсії за віком на пільгових умовах (Затверджений постановою Кабінету міністрів України 16.01.2003 р. № 36);

Список виробництв, цехів, професій і посад зі шкідливими умовами праці, робота на яких дає право на додаткову відпустку та скорочений робочий день (Затверджений постановою Кабінету міністрів України 21.02.2001 р. № 163);

Список професійних захворювань (Затверджений постановою Кабінету міністрів України 08.11.2000 р. № 1662)

З такою назвою пов'язана низка нормативних документів, які визначають рівень, критерії безпеки, міру споживання та інші правові відносини працівників у різних сферах їх виробничої діяльності.

Норми регулюють також видачу працівникам санітарного, спеціального одягу, взуття та інших засобів індивідуального захисту, молока або рівноцінних продуктів, лікувально-профілактичного харчування.

Норми можуть бути самостійним правовим актом, або складовою частиною інтеграційного документу (правил, стандартів тощо).

Це такий вид нормативних актів, що регулюють суспільні відносини, містять регламенти, кодифікацію з того чи іншого питання охорони праці.

Серед цих нормативно-правових актів є такі, які визначають порядок створення, структуру, компетенцію, функції, права, обов'язки і організацію роботи системи центральних органів управління, нагляду і контролю в галузі охорони праці та їх структурних підрозділів, служб охорони праці підприємств, порядок розслідування нещасних випадків, професійних захворювань і аварій, навчання, інструктажу і перевірки знань працівників з питань охорони праці, накладання штрафів, медичного огляду, регламентують порядок прийняття в експлуатацію і видачу дозволів на початок роботи підприємств та об'єктів виробничого призначення, авторський нагляд за будівництвом об'єктів тощо.

Цей вид правового акту регулює організаційні, науково - технічні, технологічні, фінансові, соціальні та інші спеціальні сторони діяльності підприємств, їх підрозділів і служб, посадових осіб і громадян. Вони містять вказівки, попередження, правила поведінки, визначають порядок або способи безпечного ведення робіт.

Є інструкції з охорони праці для працюючих за професіями або на тому чи іншому виробництві, для деяких видів робіт (вогневих, земляних, монтажних тощо), із складання планів ліквідації аварій, з технічного нагляду і експлуатації об'єктів, щодо надання першої допомоги потерпілим, безпечного застосування засобів виробництва, приладів та інструментів.

Статути в сфері охорони праці містять зведення правил, що регулюють організаційні засади, трудовий розпорядок, дії і взаємодії, поведінку, права і обов'язки деяких служб і категорій працівників у галузях підвищеної небезпеки, де порушення дисципліни або взаємодії може спричинити тяжкі наслідки. Це стосується перед усім пожежної охорони, професійних воєнізованих аварійнорятувальних формувань, залізничних доріг.

Це різновид нормативно-правових актів комплексного або цільового призначення, які містять часто вихідні дані, методики розрахунків, способи та організаційні засади безпечного виконання деяких робіт, роз'яснення щодо порядку розроблення, проектування, експлуатації об'єктів, технологічних процесів, дій в тих чи інших ситуаціях, оцінки та контролю безпеки

устаткування і виробничого середовища, боротьби з небезпечними та шкідливими чинниками.

У галузі стандартизації охорони праці розроблена система взаємопов'язаних стандартів, які встановлюють типові, кількісні або якісні вимоги щодо показників і характеристик безпеки засобів виробництва і виробничого середовища. Є стандарти міждержавні, державні, галузеві і стандарти підприємств.

Це акти Президента України, постанови Верховної Ради України, накази, директивні листи, розпорядження міністерств, державних комітетів та інших центральних і місцевих органів державної виконавчої влади, уповноважених чинним законодавством. Ці акти видаються в межах компетенції тих чи інших органів на основі й у виконання законів.

Ці акти діють у межах підприємства і спрямовані на побудову чіткої системи управління охороною праці та забезпечення в кожному структурному підрозділі і на робочому місці безпечних і нешкідливих умов праці. Вони встановлюють правила виконання робіт і поведінки працівників на території підприємства, у виробничих приміщеннях, на будівельних майданчиках, робочих місцях відповідно до законів, державних, міжгалузевих і галузевих актів про охорону праці.

Нормативні акти підприємства включають:

положення: про систему управління охороною праці на підприємстві; про службу охорони праці;

положення про комісію з питань охорони праці;

положення про навчання, інструктаж і перевірку знань працівників з питань охорони праці (пожежної безпеки);

положення про організацію медичних оглядів працівників;

інструкції з охорони праці для працюючих за професіями і видами роботи;

посадові інструкції;

інструкції про порядок організації та проведення зварювальних та інших вогневих робіт на підприємстві, загальнооб'єктові та цехові інструкції з пожежної безпеки;

накази: про порядок атестації робочих місць, про порядок організації видачі безкоштовно працівникам певних категорій лікувально-профілактичного харчування, молока або інших рівноцінних продуктів; про порядок забезпечення працівників підприємства спецодягом, спецвзуттям та іншими засобами індивідуального захисту;

правила внутрішнього трудового розпорядку;

перелік посадових осіб підприємства, які зобов'язані проходити попередню і періодичну перевірку знань з охорони праці;

перелік робіт з підвищеною небезпекою, для проведення яких потрібне попереднє спеціальне навчання і щорічна перевірка знань з охорони праці;

колективний договір на підприємстві або в його структурних підрозділах (угода, трудовий договір) в частині, що стосується охорони праці тощо.

5.2 Організаційна структура сил ЦЗ України

До сил цивільного захисту входять:

оперативно-рятувальна служба цивільного захисту; аварійно-рятувальні служби;

формування цивільного захисту; спеціалізовані служби цивільного захисту; пожежно-рятувальні підрозділи (частини); добровільні формування цивільного захисту.

Оперативно-рятувальна служба цивільного захисту функціонує в системі центрального органу виконавчої влади, яка реалізує державну політику у сфері цивільного захисту, і складається з органів управління, аварійно-рятувальних формувань центрального підпорядкування, аварійно-рятувальних формувань спеціального призначення, спеціальних авіаційних, морських та інших формувань, державних пожежно-рятувальних підрозділів (частин), навчальних центрів, формувань та підрозділів забезпечення.

Основними завданнями є: проведення робіт та вжиття заходів щодо запобігання надзвичайним ситуаціям, захисту населення і територій від них, проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт, гасіння пожеж, ліквідація наслідків НС в умовах екстремальних температур, задимленості,

загазованості, загрози вибухів, обвалів, зсувів, затоплень, радіоактивного, хімічного забруднення та біологічного зараження, інших небезпечних проявів, проведення піротехнічних робіт, проведення вибухових робіт для запобігання виникненню НС та ліквідації їх наслідків, проведення робіт щодо життєзабезпечення постраждалих, надання екстреної медичної допомоги постраждалим у районі ЦЗ і транспортування їх до закладів охорони здоров'я, надання гуманітарної допомоги постраждалим внаслідок таких ситуацій, надання допомоги іноземним державам щодо проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт, ліквідації наслідків НС, а також проведення аварійно-рятувального обслуговування суб'єктів господарювання та окремих територій, на яких існує небезпека виникнення НС.

Структура оперативно-рятувальної служби цивільного захисту України та зони відповідальності вказані на рисунку 5.1.

Аварійно-рятувальні служби

Аварійно-рятувальні служби поділяються на:

державні, регіональні, комунальні, об'єктові та громадські організації; спеціалізовані та неспеціалізовані;

професійні та непрофесійні.

Аварійно-рятувальні служби утворюються:

державні – центральними органами виконавчої влади, які реалізують державну політику у сфері ЦЗ іншими центральними органами виконавчої влади;

регіональні – Радою міністрів Автономної Республіки Крим, місцевими державними адміністраціями в Автономній Республіці Крим, області, містах Києві та Севастополі відповідно;

комунальні – органами місцевого самоврядування у місті, районі міста, селищі, селі;

об'єктові – керівником суб'єкта господарювання, що експлуатує об'єкти підвищеної небезпеки;

громадські організації – громадською організацією відповідно до закону. Державні, регіональні, комунальні аварійно-рятувальні служби і аварійно-

рятувальні- служби громадських організацій, створені на професійній основі, є юридичними особами.

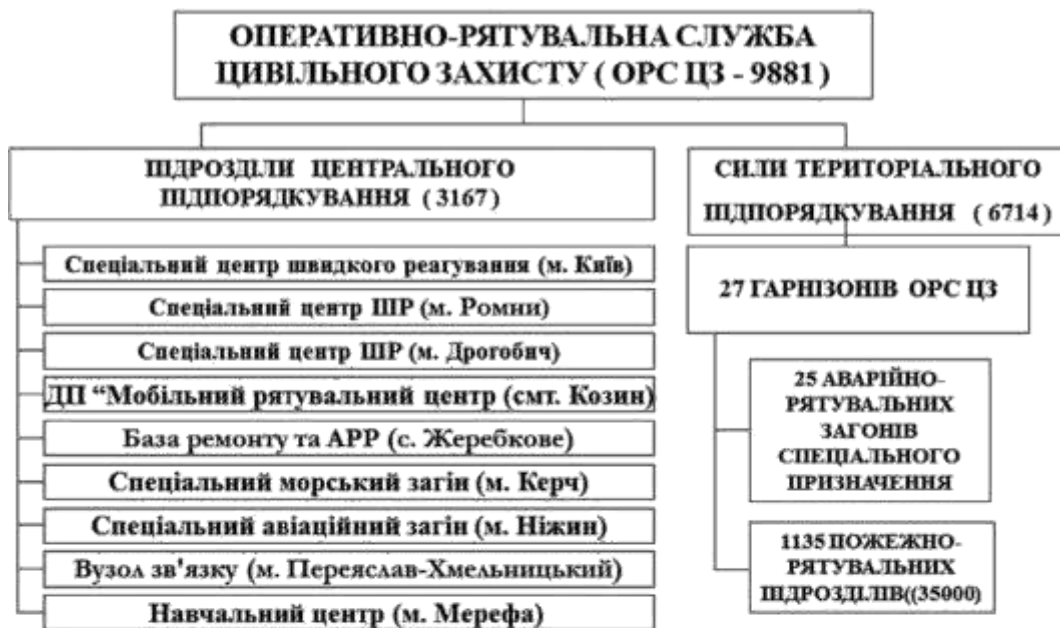


Рис. 5.1. Структура оперативно-рятувальної служби цивільного захисту України та зони відповідальності

Спеціалізовані професійні аварійно-рятувальні служби, діяльність яких пов'язана з організацією та проведенням гірничорятувальних робіт, є воєнізованими.

Непрофесійні об'єктові аварійно-рятувальні служби створюються з числа інженерно-технічних та інших досвідчених працівників суб'єктів господарювання, які мають необхідні знання та навички у проведенні аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт і здатні за станом здоров'я виконувати роботи в екстремальних умовах.

Працівники аварійно-рятувальної служби поділяються на основних та допоміжних.

До основних працівників аварійно-рятувальної служби належать працівники, які організують і виконують аварійно-рятувальні та інші невідкладні роботи та забезпечують готовність аварійно-рятувальних служб до проведення таких робіт. Основні працівники професійної аварійно-рятувальної служби поділяються на керівних та рядових.

До допоміжних працівників професійної аварійно-рятувальної служби належать працівники, які забезпечують її повсякденну діяльність.

Організація служби швидкої допомоги. Державна служба медицини катастроф:

Науково-практичний центр екстреної медицини і медицини катастроф; 27 (у кожному регіоні) центрів екстреної медичної допомоги і медицини катастроф.

У кожному районі, місті:

Оперативно диспетчерські служби;

Станції екстреної (швидкої) медичної допомоги; Відділення екстреної (швидкої) медичної допомоги на базі лікарень та шпиталів.

Типове положення про центр екстреної медичної допомоги та медицини катастроф затверджується Кабінетом Міністрів України.

Статут аварійно-рятувальної служби або положення про аварійно-рятувальну службу розробляється на підставі типового статуту (положення) аварійно-рятувальної служби та затверджується органом виконавчої влади, органом місцевого самоврядування, суб'єктом господарювання, які утворили таку службу.

Державні, комунальні аварійно-рятувальні служби та аварійно-рятувальні служби громадських організацій набувають статусу юридичної особи з дня їх

державної реєстрації у порядку, встановленому законом для державної реєстрації юридичних осіб. Статути державних, комунальних аварійно-рятувальних служб та аварійно-рятувальних служб громадських організацій, які подаються державному реєстратору, мають бути погоджені з центральним органом виконавчої влади, який забезпечує реалізацію державної політики у сфері ЦЗ.

На аварійно-рятувальні служби покладається виконання таких завдань: проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт, з ліквідації наслідків НС у разі їх виникнення;

пошук і рятування людей на уражених об'єктах і територіях, надання у можливих межах невідкладної, у тому числі медичної допомоги особам, які перебувають у небезпечному для життя й здоров'я стані, на місці події та під час евакуації до лікувальних закладів;

ліквідація особливо небезпечних проявів НС в умовах екстремальних температур, задимленості, загазованості, загрози вибухів, обвалів, зсувів, затоплень, радіаційного та бактеріального зараження, інших небезпечних проявів;

виконання робіт із запобігання виникненню та мінімізації наслідків НС і щодо захисту від них населення і територій;

захист навколишнього природного середовища та локалізація зони впливу шкідливих і небезпечних факторів, що виникають під час аварій та катастроф;

аварійно-рятувальне обслуговування на договірній основі суб'єктів господарювання та окремих територій, на яких існує небезпека виникнення НС;

подання місцевим державним адміністраціям, органам місцевого самоврядування та суб'єктам господарювання пропозицій щодо поліпшення протиаварійного стану суб'єктів господарювання і територій та усунення виявлених порушень та вимог щодо дотримання техногенної безпеки;

невідкладне інформування керівників суб'єктів господарювання, які експлуатують об'єкти підвищеної небезпеки, про виявлення порушень та вимог пожежної та техногенної безпеки на таких суб'єктах господарювання;

забезпечення готовності своїх органів управління, сил і засобів до дій за призначенням;

контроль за готовністю об'єктів і територій, що ними обслуговуються, до проведення робіт з ліквідації наслідків НС;

участь у розробленні та погодженні планів локалізації і ліквідації аварій на об'єктах, що ними обслуговуються;

організація ремонту та технічного обслуговування аварійно-рятувальних засобів, розроблення та виробництво їх окремих зразків;

участь у підготовці працівників підприємств, установ та організацій і населення до дій в умовах НС.

Аварійно-рятувальні служби мають право на:

отримання від місцевих державних адміністрацій, органів місцевого самоврядування та суб'єктів господарювання інформації, необхідної для виконання покладених на службу завдань;

безперешкодний доступ на об'єкти суб'єктів господарювання та їх територію для виконання аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт, з ліквідації наслідків НС;

встановлення вимог щодо додержання заходів безпеки для всіх осіб, які перебувають у зоні ЦЗ;

проведення під час ліквідації наслідків НС документування, кіно- і відеозйомки, фотографування та звукозапису;

тимчасову заборону або обмеження руху транспортних засобів і пішоходів поблизу та в межах зони ЦЗ.

Завдання і функції конкретних аварійно-рятувальних служб визначаються їх статутами чи положеннями, які погоджуються з центральним органом виконавчої влади, який забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері ЦЗ, та затверджуються згідно із законодавством.

Матеріально-технічне та фінансове забезпечення діяльності аварійно-рятувальних служб здійснюється за рахунок коштів державного та місцевого бюджетів, підприємств, установ, організацій, що створюють аварійно-рятувальні служби, коштів від надання додаткових платних послуг, а також

добровільних пожертвувань юридичних і фізичних осіб, інших не заборонених законодавством джерел.

Оперативно-рятувальна служба ЦЗ функціонує в системі центрального органу виконавчої влади, який забезпечує реалізацію державної політики у сфері ЦЗ, складається з органів управління, аварійно-рятувальних формувань центрального підпорядкування, аварійно-рятувальних формувань спеціального призначення, спеціальних авіаційних, морських та інших формувань, державних пожежно-рятувальних підрозділів (частин), навчальних центрів, формувань та підрозділів забезпечення.

Організація та порядок повсякденної діяльності оперативно-рятувальної служби ЦЗ та функціонування її під час виконання завдань за призначенням визначаються Положенням про оперативно-рятувальну службу ЦЗ, що затверджується центральним органом виконавчої влади, який забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері ЦЗ.

Для аварійно-рятувальних формувань центрального підпорядкування оперативно-рятувальної служби ЦЗ рішенням керівника центрального органу виконавчої влади, який забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері ЦЗ, встановлюються зони відповідальності щодо реагування на НС.

Критерії утворення державних пожежно-рятувальних підрозділів (частини) оперативно-рятувальної служби ЦЗ в адміністративно-територіальних одиницях та перелік суб'єктів господарювання, де утворюються такі підрозділи (частини), визначаються Кабінетом Міністрів України.

До повноважень оперативно-рятувальної служби ЦЗ належить:

аварійно-рятувальне обслуговування на договірній основі об'єктів підвищеної небезпеки та окремих територій, що перебувають у власності, володінні або користуванні суб'єктів господарювання, на яких існує небезпека виникнення НС, перелік яких визначається Кабінетом Міністрів України;

подання місцевим державним адміністраціям, органам місцевого самоврядування та суб'єктам господарювання пропозицій щодо поліпшення протиаварійного стану об'єктів підвищеної небезпеки та окремих територій, що перебувають

власності, володінні або користуванні суб'єктів господарювання та усунення виявлених порушень та вимог щодо дотримання техногенної безпеки; невідкладне інформування керівників суб'єктів господарювання, що експлуатують об'єкти підвищеної небезпеки, про виявлення порушень та вимог техногенної безпеки;

отримання від місцевих державних адміністрацій, органів місцевого самоврядування та суб'єктів господарювання інформації, необхідної для виконання покладених на службу завдань;

безперешкодний доступ на об'єкти суб'єктів господарювання та їх територію для виконання аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт, із ліквідації наслідків НС, гасіння пожеж;

право вимагати від усіх осіб, які перебувають у зоні ЦЗ, додержання встановлених заходів безпеки;

проведення під час ліквідації наслідків НС документування, кіно- і відеозйомки, фотографування та звукозапису;

участь у роботі комісій з розслідування причин виникнення НС у суб'єктів господарювання і на територіях, що нею обслуговуються;

тимчасова заборона або обмеження руху транспортних засобів і пішоходів поблизу та в межах зони ЦЗ, місці гасіння пожежі, а також доступу громадян на окремі об'єкти і території;

здійснення аварійно-рятувального забезпечення туристичних груп та окремих туристів.

Повноваження Оперативно-рятувальної служби ЦЗ та інших професійних аварійно-рятувальних служб можуть бути обмежені на територіях та у суб'єктів господарювання, у яких відповідно до Закону України «Про державну таємницю» встановлено спеціальні перепускні та внутрішньо об'єктові режими.

Для здійснення заходів з ліквідації наслідків НС органи управління і формування Оперативно-рятувальної служби ЦЗ використовують спеціальні транспортні засоби. Перевага таких засобів у дорожньому русі, а також правила встановлення спеціальних світлових і звукових сигнальних пристроїв та нанесення кольорово графічних позначень на них визначаються актами законодавства.

Зазначається, що для ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій відповідно до закону можуть залучатися Збройні Сили України, інші військові формування та правоохоронні органи спеціального призначення, утворені відповідно до законів України. Умови залучення Збройних Сил України, інших військових формувань та правоохоронних органів спеціального призначення, утворених відповідно до законів України, для ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій визначаються відповідно до Конституції України, законів України «Про правовий режим надзвичайного стану», «Про Збройні Сили України» та інших законів.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Ця магістерська робота є комплексним дослідженням, яке зосереджується на розробці проекту ділянки ремонтного цеху, призначеного для обслуговування та ремонту заднього моста моделі 631705-210. Головна мета проекту – створення ефективної, безпечної та економічно вигідної робочої зони, яка б дозволяла здійснювати якісне технічне обслуговування та ремонт деталей заднього моста.

Основні аспекти проекту включають:

При детальному розгляді асортименту обладнання, інструментів та матеріалів, необхідних для ефективного виконання робіт з технічного обслуговування та ремонту, важливо звернути увагу на наступні аспекти:

Електроінструменти. Дрилі, шліфувальні машини, паяльні лампи, які використовуються для складних та точних робіт. Ці інструменти повинні бути надійними та безпечними у використанні.

Діагностичне обладнання. Спеціалізоване обладнання, як наприклад стенди для перевірки гальмівної системи, обладнання для діагностики електронних систем моста, що дозволяє виявляти проблеми на ранніх стадіях.

Пневматичні інструменти. Пневмогайковерти, пневматичні молотки тощо, які забезпечують високу продуктивність і ефективність при роботі з твердими матеріалами.

Проектування робочого простору. Забезпечення оптимального розміщення обладнання та робочих місць для зручності роботи персоналу та підвищення ефективності виробничого процесу.

Дослідження працездатності деталей заднього моста. Аналіз зносу та дефектів деталей заднього моста, їхній вплив на роботу автомобіля, а також методи їх відновлення та підвищення терміну служби.

Стандарти безпеки праці. Розробка заходів щодо забезпечення безпеки працівників у процесі роботи, включно з використанням захисного обладнання та дотриманням норм охорони праці.

Результати роботи показують, що впровадження запропонованого проекту здатне значно покращити якість та ефективність ремонту заднього

моста, забезпечити безпеку працівників та знизити витрати на обслуговування автомобільної техніки. Рекомендації, наведені у цій магістерській роботі, можуть бути використані як для наукових досліджень, так і для практичного втілення в автомобільній промисловості.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Кузьмінський Р.Д., Шарибура А.О. Технічний сервіс. Ремонт електрообладнання тракторів і автомобілів Львів 2017 – 376 с.
2. Сукач М.К. Технічний сервіс машин. Навч. пос.. Гриф МОНМСУ - Ліра-К, 2017 – 288 с.
3. Форнальчик Є. Ю., Качмар Р. Я. Основи технічного сервісу транспортних засобів - Львівська політехніка 2017, - 324 с.
4. Dominique Paret (Author), Hassina Rebaine(Author), Autonomous and Connected Vehicles: Network Architectures from Legacy Networks to Automotive Ethernet 1st Edition Wiley; 1st edition (March 15, 2022) - 416 pages
5. The Car Book: The Definite Visual Guide Dorling Kindersley 2022 рік,- 368 pages.
6. Per Enge (Author), Nick Enge (Author), Stephen Zoepf Electric Vehicle Engineering 1st Edition, Kindle Editio McGraw Hill; 1st edition (January 24, 2021) - 209 pages.
7. Ляшук О.Л., Гудь В.З., Пиндус Ю.І., Левкович М.Г., Хорошун Р.В. Методичний посібник до виконання кваліфікаційної роботи магістра за освітньо-кваліфікаційним рівнем «магістр» галузі знань 27 «Транспорт» спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2020. – 66 с.
8. Коробочка О.М. Основи розрахунків, проектування і експлуатації технологічного обладнання для автомобільного транспорту: Навч. посібник / Коробочка О.М., Скорняков Е.С., Сасов О.О. – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2007 – 252 с.
9. Кукурудзяк, Ю. Ю. Технічна експлуатація автомобілів. Організація технологічних процесів ТО і ПР навчальний посібник / Ю. Ю. Кукурудзяк, В. В. Біліченко. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 198 с.
10. Андрусенко С.І. Технологічне проектування автотранспортних підприємств: навч. посіб. / Андрусенко С. І., Білецький В. О., Бортницький П. І.; за ред. проф. С. І. Андрусенка. – К. : Каравела, 2009. – 368 с.

11. Гевко І.Б Техніко-економічне обґрунтування процесу механічної обробки з використанням комбінованого свердла-мітчика / І.Б.Гевко, Р.Я., Лещук, І.І.Стойко, Н.М.Марчук, М.Д.Сіправська // Сільськогосподарські машини: Зб. наук. ст.–Вип. 40.–Луцьк, 2018. С.21-31.

12. Техніко-економічне обґрунтування інженерних рішень на СТО та АТП : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Ляшук О.Л., Луциків І.В., Плекан У.М., Клендій В.М. - Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 276 с.

13. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Гудь В.З., Левкович М.Г., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. - Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 544 с.

14. Конспект лекцій з курсу «Технології обслуговування автотранспортних засобів». / Р.В. Хорошун, О.Л. Ляшук, Н.Т. Навроцька. – Тернопіль: Вид-во ТНТУ, 2021. – 194 с.

15. Ляшук О.Л. Конспект лекцій з дисципліни«Технічна експлуатація автомобілів» для студентів спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» / О.Л. Ляшук, В.М.Клендій, Р.В.Хорошун. – Тернопіль: Вид. ТНТУ – 2018. – С. 302.

16. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: Підручник – К.: Знання. 2003. – 511 с.

17. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: організація і управління: Підручник – К.: Знання. 2004. – 478 с.

18. Лудченко О.А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів. Технологія [Текст]: Підручник. / О.А. Лудченко. - Київ: Знання-Прес, 2007. - 527с.

19. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Левкович М.Г., Гудь В.З., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. – Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 544 с.

20. Lyashuk, O., Levkovych, M., Vovk, Y., Gevko, I., Stashkiv, M., Slobodian, L., Pyndus, Y. The study of stress-strain state elements of the truck semi-

trailer body bottom. Scientific Journal of Silesian University of Technology.
Series Transport. 2023, 118, 161-172. ISSN: 0209-3324. DOI:
<https://doi.org/10.20858/sjsutst.2023.118.11>.

21. Sokil, B., Lyashuk, O., Sokil, M., Vovk, Y., Lebid, I., Nevko, I., Khoroshun R Matviyishyn, A. (2022). Methodology of Force Parameters Justification of the Controlled Steering Wheel Suspension. Communications, 24(3), B247-B258.

22. Охорона праці в галузі та цивільний захист: навчальний посібник / Ю. А. Гасило, О. А. Крюковська. К. О. Левчук, Р. Я. Романюк. — Кам'янське : ДДТУ, 2017. — 369 с.

23. Безпека в надзвичайних ситуаціях : навч. посібник для студентів ЗВО України : у 2 ч. Ч. 1: Надзвичайні ситуації / М. Л. Лисиченко, В. В. Вамболь, С. О. Вамболь, М. М. Кірієнко, І. А. Черепньов, В. М. Власовець ; за ред. М. Л. Лисиченка ; ХНТУСГ. – Харків : ТОВ “ПромАрт”, 2021. – 202 с.

24. Охорона праці на автомобільному транспорті : навчальний посібник / Пістун І. П., Хом'як Й. В., Хом'як В. В. - 2-ге вид., стер. - Суми : Університетська книга, 2015. - 374 с.