

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: Розробка технологічних процесів забезпечення працездатності зчеплення автомобіля в умовах АТП з дослідженням використання композитних матеріалів

Виконав: студент 6 курсу, групи МАм-61  
спеціальності 274

«Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

Дерлиця М.П.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Гудь В.З.  
(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 Дерлиці Максиму Павловичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка технологічних процесів забезпечення працездатності зчеплення автомобіля в умовах АТП з дослідженням використання композитних матеріалів

Керівник роботи Гудь Віктор Зіновійович., д.т.н., проф.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «20» листопада 2023 року № 4/7-1071

2. Термін подання студентом завершеної роботи 20 грудня 2023

3. Вихідні дані до роботи \_\_\_\_\_

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)

Механізм зчеплення автомобіля – 1А1.

Вилка виключення зчеплення – 2А2.

Пристосування для закріплення муфти вимкнення зчеплення автомобіля – 1А1.

Стенд для клепаання накладок диску зчеплення – 1А1.

Загальна схема збирання механізму зчеплення автомобілів – 1А1.

Приспосіблення для контролю зчеплення автомобіля – 1А1.

Результати наукових досліджень – 1А1.

Зона текучого ремонту – 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)

Дерлиця М.П.

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_ (підпис)

Гудь В.З.

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційної роботи магістра на тему: «Розробка технологічних процесів забезпечення працездатності зчеплення автомобіля в умовах АТП з дослідженням використання композитних матеріалів».

Робота виконана на кафедрі автомобілів ТНТУ ім. І. Пулюя. Керівник кваліфікаційної роботи магістра д.т.н., професор Гудь В.З.

Пояснювальна записка складається з п'яти розділів і 60 сторінка формату А4 та 8 аркушів формату А1 графічної частини 2 сторінки додатків.

Ключові слова: поліпшення експлуатаційних характеристик, довговічність зчеплення, композитні фрикційні матеріали, технічне обслуговування автомобілів, аналіз зносостійкості

## ЗМІСТ

<b>Вступ</b> .....	6
<b>1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ</b> .....	7
1.1 Характеристика та функції механізму зчеплення.....	7
1.2 Технічне обслуговування механізму зчеплення.....	10
<b>2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ</b> .....	11
2.1 Огляд ремонту системи зчеплення транспортного засобу.....	11
2.2 Встановлення щорічного плану ремонту та виду виробництва.....	12
2.3 Необхідні кроки для демонтажу обладнання та його подальше розбирання.....	12
2.4 Вимоги до інспекції деталей.....	13
2.5 Створення методики відновлення елемента, що роз'єднує зчеплення	15
2.6 Процедура складання зчеплення.....	21
<b>3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ</b> .....	26
3.1 Проведення аналізу зчеплення.....	26
3.2 Компоненти однодискового фрикційного зчеплення.....	28
3.3 Робота зчеплення.....	30
3.4 Конструювання диска зчеплення.....	32
3.5 Випробування та аналіз.....	34
<b>4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ</b> .....	40
4.1 Проведення дослідження.....	40
<b>5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ</b> .....	48
5.1 Дослідження та профілактика виробничого травматизму.....	48
5.2 Організація дослідження і методика оцінки стійкості роботи об'єкта промисловості.....	52
<b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ</b> .....	57
<b>БІБЛІОГРАФІЯ</b> .....	58
<b>ДОДАТКИ</b>	

## ВСТУП

У сучасному світі автомобільний транспорт є невід'ємною частиною повсякденного життя. Ефективна робота автотранспортних підприємств (АТП) вимагає надійності та довговічності автомобільних систем. Однією з ключових систем, що впливають на безперебійність та ефективність автомобільної експлуатації, є механізм зчеплення. Від його стану та функціональності залежить безпека та комфорт водіння, а також ресурс автомобіля.

Ця магістерська робота зосереджена на розробці технологічних процесів, спрямованих на підтримання працездатності системи зчеплення автомобілів, що використовуються в умовах АТП. Особливу увагу приділено впровадженню та дослідженню композитних матеріалів, які можуть значно покращити характеристики зносостійкості та ефективності зчеплення. Використання композитних матеріалів не лише забезпечує довговічність, але й відкриває нові можливості для оптимізації робочих характеристик та екологічності автомобільних компонентів.

У роботі будуть використані сучасні методи аналізу, моделювання та експериментальні перевірки, щоб забезпечити науково обґрунтований підхід до вибору та застосування композитних матеріалів у зчепленнях автомобілів. Таким чином, ця робота покликана не лише вирішити актуальні задачі сучасного автотранспортного сервісу, але й внести вклад у розвиток автомобільної промисловості в цілому.

# 1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

## 1.1 Характеристика та функції механізму зчеплення

У транспортному засобі імплементовано сухе фрикційне зчеплення із двома дисками та периферійним уміщенням пружин за моделлю КамАЗ.

Основні властивості механізму зчеплення цієї модифікації включають:

наявність механізму для автоматичного розташування центрального ведучого диска у нейтральне положення, коли зчеплення вимкнене, що уникає необхідності в регулюванні в процесі використання;

конструкція оболонки гарантує стабілізацію натискних пружин;

ведений диск оснащений термостійкою фрикційною обшивкою, яка має тривалий період служби.

Конструкція зчеплення (зображена на ілюстрації 1.1) включає корпус 6, компресійний диск 12 із захисним кожухом 7, компресійні пружини 18 та тягові рукоятки 14, а також два ведомих диска 2 із фрикційними елементами 23 та демпферами крутильних коливань 5; центральний ведучий диск 20.

Компресійний диск на виробництві вирівнюється разом з колінчастим валом і маховиком мотору, тому під час заміни ведомого диска важливо під час монтажу відповідати маркуванню на маховику і кожусі компресійного диска.

Пресований кожух 7 механізму зчеплення монтований на маховику за допомогою двох монтажних втулок 22 і фіксується десятьма гвинтами М10 та двома М8.

Активні диски компресійного 12 і середнього 20 обладнані чотирма шипами на зовнішній стороні, які вступають у спеціальні канавки маховика та передають обертовий момент двигуна на тертя ведомих дисків, чиї ступиці розміщені на зубцях ведучого вала коробки передач та роздільника.

У проміжку між оболонкою 7 зчеплення та компресійним диском 12 встановлені компресійні пружини 18, які викликають стиснення як ведених, так і центрального ведучого дисків між компресійним диском та маховиком.

Сила стискання цих пружин сприяє утворенню потрібного тертя та переносу обертового моменту від маховика через оболонку та компресійний диск до веденого диска зчеплення.

Центральний ведучий диск 20 обладнаний ліварним механізмом 10, який автоматично позиціонує диск 20 у центральне положення при неактивному зчепленні.

Пристрій для відключення зчеплення охоплює тягові рукоятки на компресійному диску 12 із опорним кільцем 21, муфтою деактивації зчеплення 11 з опорним підшипником 29, яка монтується на кришці підшипника приводного валу коробки передач або ділителя, та ричагом відключення 3, що розташований на валу в корпусі зчеплення.

Опорними точками для важелів на захисному кожусі є спеціалізовані гайки. Рівномірне прикладання тиску на всі важелі за допомогою підшипника регулюється цими гайками, які потім фіксуються заклепками. Під час використання авто ці важелі, як правило, не потребують регулювання.

Коли активується педаль, вал обертається, активуючи важелі та трос, який впливає на вилку деактивації зчеплення 3, а вона, у свою чергу, впливає на муфту деактивації зчеплення 11 з витискним підшипником 29. Муфта 11 з підшипником 29 рухається, тиснучи на внутрішні краї важеля 14, котрі своїми зовнішніми краями відсувають компресійний диск 12 від веденого диска 2.

Необхідно мати зазор між кінцями важелів компресійного диска та підшипником деактивації зчеплення, що становить 4 мм. Цей зазор досягається вільним рухом зовнішнього краю вилки в рамках 4-5 мм та відповідає вільному руху педалі 50-60 мм при вимкненому двигуні. Наявність цього зазору запобігає швидкому зношуванню важелів, поломці підшипника і ризику спалення фрикційних накладок.

Змащення підшипника деактивації зчеплення виконується за допомогою ковпачкової масленки, розташованої на верхній частині картера зчеплення. Масленка та муфта деактивації зчеплення з'єднані еластичним шлангом. При монтажі нового шланга важливо забезпечити його змащенням. Для цього слід двічі наповнити його масленкою, повністю заповненою маслом. Тільки третє наповнення масленки забезпечуватиме подачу змащення до підшипника.



Коли компресійні пружини 18 знаходяться в стиснутому стані, зчеплення не активне, тому обертальний момент від мотора не передається до трансмісії. З відпущеною педаллю, муфта деактивації зчеплення 11 разом з підшипником 29 знову займає початкове положення завдяки дії пружин 18. Під впливом цих же пружин, компресійний диск 12 притискається до маховика 9, активуючи зчеплення та передаючи обертовий момент від двигуна до коробки передач. Для забезпечення плавності передачі обертового моменту при активації зчеплення використовуються демпфуючі пружини 17, які вбудовані в ведений диск. Конструкцію механізму зчеплення можна побачити на ілюстрації 1.1.

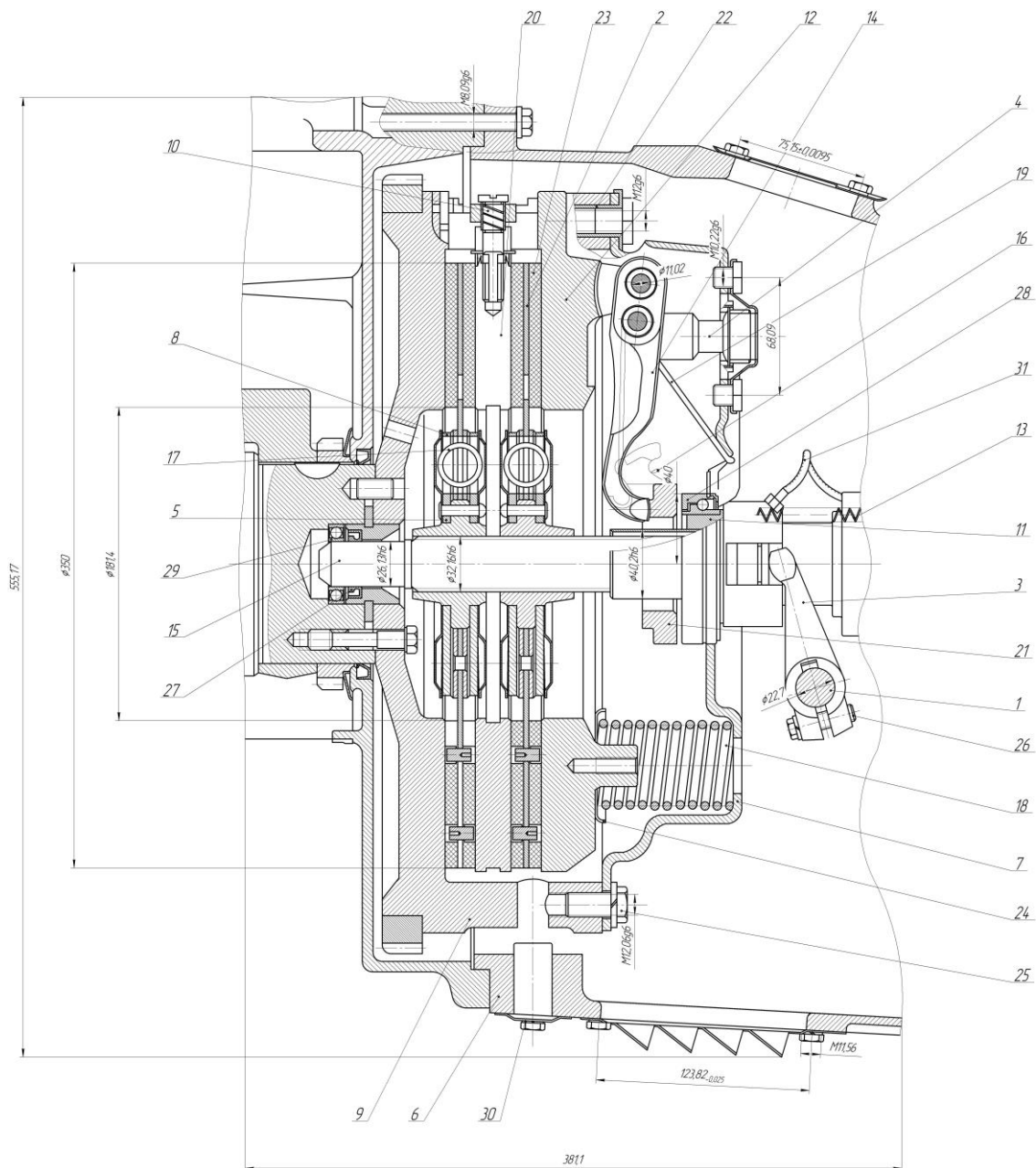


Рис. 1.1. Механізм зчеплення автомобіля.

## 1.2 Технічне обслуговування механізму зчеплення

Таблиця 1.1. - Роботи, що виконуються при ЩО, ТО-1, ТО-2.

Впливи	Проведення робіт
Щоденне обслуговування	Оцінка стану зчеплення шляхом візуального перегляду. Зчеплення має бути без відхилень і пошкоджень. Контроль трубопроводів та гідравлічних циліндрів на наявність витоків.
Перше технічне обслуговування	<p style="text-align: center;">Процедури ЩО.</p> <p>Здійснити змазування підшипника деактивації зчеплення використовуючи ковпачкову масленку, яка знаходиться на верхній частині корпусу зчеплення.</p> <p>Настроїти максимальний та незайманий хід педалі.</p>
Друге технічне обслуговування	<p style="text-align: center;">Виконати роботи ТО-1.</p> <p style="text-align: center;">Перевірити:</p> <p>а) Герметичність приводу вимикання зчеплення; дію відтяжних пружин педалі зчеплення та важеля валу вилки вимикання зчеплення.</p> <p style="text-align: center;">б) Усунути несправності.</p> <p>в) Відрегулювати вільний хід штовхача поршня головного циліндра приводу та вільний хід важеля валу вилки вимикання зчеплення.</p>

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Огляд ремонту системи зчеплення транспортного засобу

Система зчеплення виступає частиною трансмісії транспортного засобу та використовується для тимчасового від'єднання мотора та трансмісії, забезпечуючи плавне переходження між передачами або плавне стартування з місця, а також захищає компоненти трансмісії від динамічних впливів.

Конструкція приводу зчеплення (див. рис. 2.1) включає педаль 1 зчеплення з пружиною зворотної дії 11, основний циліндр 2, компенсаційний резервуар 5 з технічною рідиною, пневмогідравлічний бустер 18, а також трубки та шланги для подавання технічної рідини від основного циліндра до бустера зчеплення та проведення повітря від пневматичної системи до бустера зчеплення.

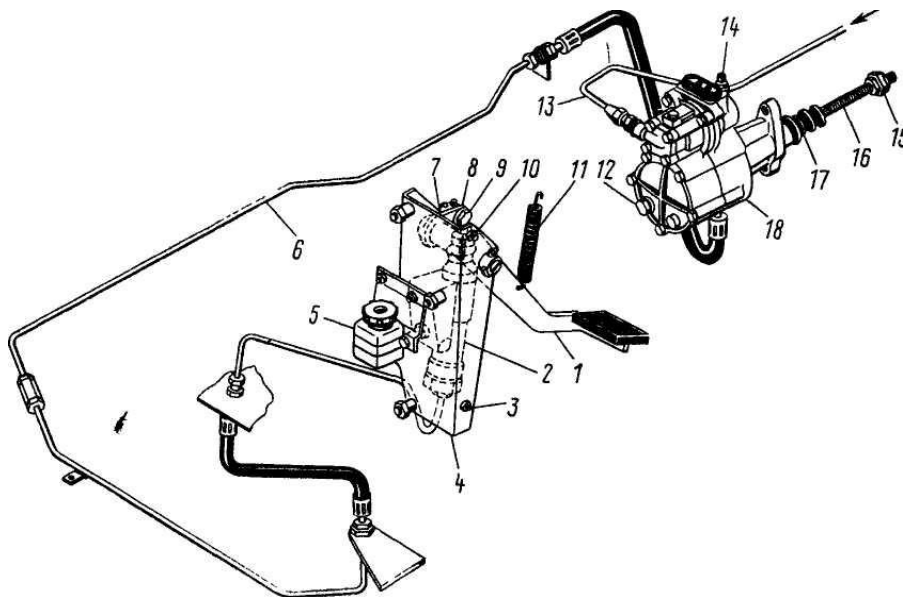


Рис. 2.1. Привід механізму зчеплення

Пневмогідравлічний бустер приводу призначений для полегшення натиску на педаль зчеплення. Його монтаж здійснено за допомогою двох болтів на фланець корпусу зчеплення (роздільника) з правої сторони моторного вузла. Під час активації педалі зчеплення тиск рідини з основного циліндра розподіляється через трубки та шланги в пневмогідравлічний підсилювач

зчеплення до гідравлічного поршня та поршня відстежувального механізму, який автоматично регулює тиск повітря у робочому пневмоциліндрі підсилювача відповідно до витраченої сили на педаль зчеплення.

## 2.2 Встановлення щорічного плану ремонту та виду виробництва

Щорічний план основних ремонтів визначається виходячи з переліку складу АТП та режимів використання.

Для АТП здійснюється колективний обчислення обсягу основних ремонтних робіт за допомогою наступної формули:

$$N_{кр} = \sum_{i=1}^n \frac{L_{Гі}}{L_{КРi}} \cdot k_{Гі} \quad (3.1)$$

$$n = 30. L_{Гі} = 1398,6 \text{ (тис.км)}. L_{КР} = 235,62 \text{ (тис.км)}. k_{Гі} = 1.$$

$$N_{кр} = \left( \frac{1398,6}{235,62} \cdot 30 \right) \cdot 1 = 178,074 \approx 178$$

Таким чином, ремонт механізму зчеплення в рамках зазначеного АТП класифікується як малосерійне виробництво.

## 2.3 Необхідні кроки для демонтажу обладнання та його подальше розбирання

Для зняття механізму зчеплення потрібно роз'єднати коробку передач і вкрутити до кінця в натискний диск чотири технологічні стягувальні болти М10х1,25х62, а також відігнути краї стопорних шайб. Далі потрібно відкрутити болти кріплення кожуху зчеплення до маховика і зняти кожух разом з натискним диском, середнім та веденими дисками зчеплення. Для цих дій знадобляться ключі на 17 та 13 (мм), долото, молоток.

## 2.4 Вимоги до інспекції деталей

Щоб провести інспекцію та ремонт механізму зчеплення, його необхідно демонтувати з автомобіля і розбрати. Для демонтажу зчеплення автомобіль слід розмістити на пості поточного ремонту з оглядовою ямою або підйомником. Розбирання виконується вручну.

Розглянемо потенційні проблеми механізму зчеплення та способи їх вирішення. Інформацію викладемо у формі таблиці 2.1.

Таблиця 2.1. Перелік потенційних несправностей та пошкоджень.

Можливі відмови або пошкодження	Ознаки можливих відмов або пошкоджень	Методи усунення
Відсутність вільного ходу муфти вимикання зчеплення	Зчеплення пробуксовує	Відрегулюйте вільний хід муфти
Потрапляння змазки на поверхні тертя		Зніміть зчеплення з двигуна і промийте бензином або замініть фрикційні накладки або ведені диски в зборі
Знос або руйнування фрикційних накладок		Замініть фрикційні накладки або ведені диски в зборі, відрегулюйте привід зчеплення
Зменшення зусилля натискних пружин		Замініть натискні пружини разом з паронітовими прокладками
Привід зчеплення не забезпечує необхідного ходу важеля валу вилки вимикання зчеплення	Зчеплення "веде"	
Короблення ведених дисків		

Можливі відмови або пошкодження	Ознаки можливих відмов або пошкоджень	Методи усунення
Розбухання ущільнювальних манжет гідроприводу зчеплення та втрата їх герметичності	Заклинювання приводу зчеплення	Перевірте справність приводу зчеплення (можливе потрапляння повітря в гідросистему, витік робочої рідини, збільшений вільний хід тощо). Усуньте виявлені несправності.
Застивання робочої рідини в гідросистемі	Затримка включення зчеплення при троганні з місця та перемиканні передач	Ведені диски виправте або замініть.
Заклинювання слідкуючого поршня пневмогідропідсилювача		Замініть ущільнювальні манжети, промийте і заповніть гідросистему приводу вимикання зчеплення чистою гальмівною рідиною Дот.
Задири в з'єднаннях ведучих дисків з маховиком		Промийте і заповніть гідросистему приводу гальмівною рідиною Дот.
Не надходить стиснене повітря через розбухання впускного клапана пневмогідропідсилювача	Збільшення зусилля на педалі зчеплення (відсутнє підсилення)	Замініть манжету слідкуючого поршня. Відшліфуйте та змастіть робочі поверхні.
Заклинювання слідкуючого поршня пневмогідропідсилювача через розбухання		

Можливі відмови або пошкодження	Ознаки можливих відмов або пошкоджень	Методи усунення
ущільнювальної манжети або гумового кільця		Клапан замініть. Замініть манжету або кільце слідкуючого поршня.
Знос або деформація манжети пневмопоршня підсилювача	Збільшення зусилля на педалі зчеплення (відсутність підсилення)	Манжету замініть
Руйнування підшипника вимикання зчеплення	Шум у механізмі зчеплення при його вимиканні	Підшипник замініть
Підвищене биття п'яти відтяжних важелів		Механізм зчеплення відрегулюйте в пристосуванні

## 2.5 Створення методики відновлення елемента, що роз'єднує зчеплення

Огляд будови та функціонального призначення компоненту. Елемент, що роз'єднує зчеплення, є частиною системи рукояток та вил і активізує механізм зчеплення. Ця частина функціонує у режимі нестабільних навантажень та зазнає інтенсивного зношування у місцях кріплення та вушках. Крутні моменти передаються через ось.

Основними точними елементами є отвір для кріплення та поверхні вушок. Існують вимоги до точності паралельності та розмірних відхилень цих поверхонь.

Компонент зроблений зі сталі 45л за допомогою ливарного процесу і входить у категорію складних компонентів, що мають форму «нестандартних стрижнів».

Виріб у формі вилки створюється з металу марки 45 згідно з ГОСТ 1050-74. Рівень твердості металу після процедури нормалізації коливається в межах 207...255 НВ. Застосовується процес високочастотного загартування лапок до твердості 56...63 HRC на глибині від 2 до 8 мм.

Міцність нормалізованого металу становить 610 МПа, а після процесу загартування - до 900 МПа.

Методи визначення основ технологічного процесу. Виходячи з дизайну виробу та характеру монтажних робіт, можуть бути розглянуті різні методики встановлення основ.

Основна частина продукції фіксується на непідготовленій поверхні, дозволяючи провести повний монтаж за один раз (такий метод часто використовується при ручному монтажі нескладних предметів у спеціальних утримувачах для їх стабілізації).

Основна частина продукції встановлюється на поверхню після обробки. Цей метод базування використовується для точного зіставлення елементів під час ручного монтажу в спеціальних пристроях, а також під час механізованого та автоматизованого монтажу.

Ключовий компонент продукту розміщують на багатьох базах, які змінюють одна за одною.

На малюнку 2.2 представлені варіанти розміщення для процесів ремонту.

Для компоненту, що від'єднує зчеплення, визначимо техніки, які використовуються для реконструкції поверхонь елемента. Підбір методик ліквідації недоліків здійснюється виходячи з оцінок їхньої придатності, довготривалості, техніко-економічної та економічної ефективності.

Оцінка придатності дозволяє серед наявних технік ліквідації недоліків обрати ті, які оптимально підходять конкретному елементу, і відхилити ті, що не придатні для застосування.

Оглянемо ключові методи реконструкції компонентів, які ми будемо використовувати для виправлення потенційних недоліків.

Зношення опорних зон лапок, визначуване за допомогою штангенциркуля, є усувним недоліком і рекомендується виправляти шляхом наплавлення. Наплавлення - це вид зварювання, який полягає у додаванні на



поверхню компоненту шару розплавленого металу для відновлення його розмірів чи підвищення зносостійкості.

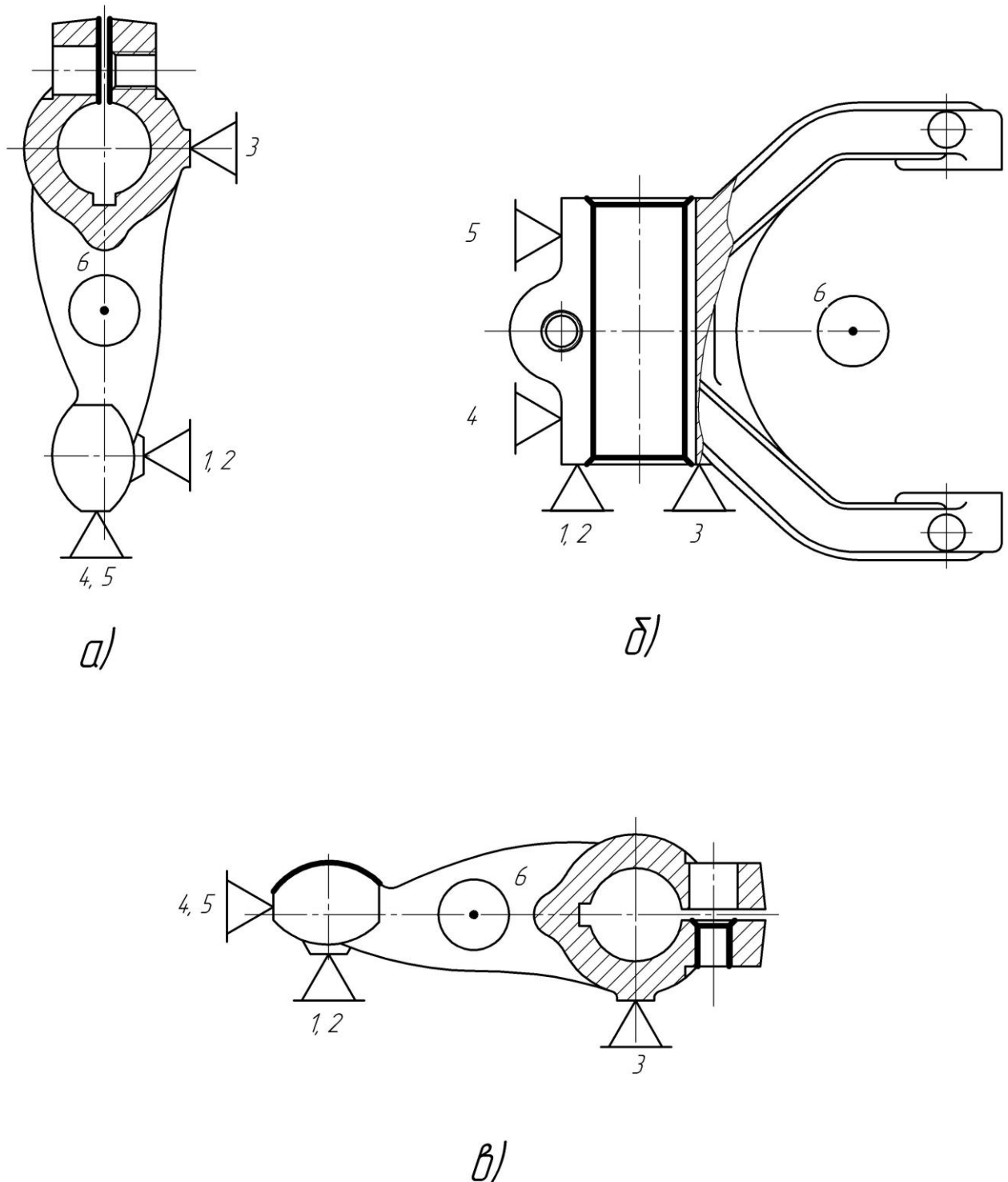


Рис. 2.2. Методи встановлення:

а) розміщення на горизонтальному фрезерувальному станку для формування пазів; б) розміщення на вертикальному свердлильному станку для виготовлення отворів; в) розміщення під час наплавки та фінішної обробки підтримуючих вушок, а також під час свердління та створення різьблення.

Зношення різьблення ремонтують шляхом монтажу додаткового елемента - різьбової спіральної вставки.

Головні недоліки вилки, що від'єднує зчеплення, зазначені у карті дефектів.

Маршрутний технологічний процес зображений у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2. Маршрутний технологічний процес.

№	Зміст операції	Обладнання
005	Миття та очищення деталі	Ванна для миття деталей
010	Дефектація	Штангенциркуль
015	Наплавлення робочих поверхонь	Обладнання для наплавлення в захисних газах
020	Механічна обробка наплавлених поверхонь	Плоскошліфувальний верстат
025	Фрезерування пазу	Горизонтально-фрезерний верстат
030	Свердління отвору, нарізання різьби під установку різьбової спіральної вставки. Обробка отвору	Вертикально-свердлильний верстат
025	Установка різьбової спіральної вставки	
030	Контрольна операція.	

Реалізуємо оброблення отвору для формування різьблення з метою монтажу спірального елемента. Різьблення М10х1,25 перетворюється на М12х1,25.

Розмір діаметра отвору становить  $D=10,8$  мм. Глибина обрізання

$$t = \frac{(D_1 - D)}{2}, \quad (2.2)$$

$$t = (10 - 10,8) / 2 = 0,4 \text{ (мм)}.$$

Глибина перфорації становить 12 (мм). Використовується інструмент - спіралевидне свердло, виготовлене з Р6М5, з діаметром  $D=10,8$  (мм).

Регулювання подачі проводиться з огляду на фактори корекції, що стосуються глибини перфорації та стану поверхні.

$$S = 0,2 \cdot 0,8 \cdot 0,5 = 0,08 (\text{мм} / \text{об}).$$

Швидкість різання м/хв розраховується за формулою:

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S^y} K_v. \quad (2.3)$$

Таблиця 2.3. Коефіцієнт і показники ступеня у формулі швидкості.

$C_v$	$q$	$y$	$m$	$x$
16,2	0,4	0,5	0,2	0,2

Стійкість інструменту  $T=25$  (хв).

$$K_{Mv} = K_o \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^{n_v} = 1 \left( \frac{610}{750} \right)^{-0,9} = 1,44;$$

$K_{Lv}=0,85$ .  $K_{iv} = 1$ .

Швидкість різання за формулою 3.3 дорівнює:

$$v = \frac{16,2 \cdot 10,8^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 0,4^{0,2} \cdot 0,08^{0,5}} \cdot 1,44 \cdot 0,85 \cdot 1 = 190 (\text{м} / \text{хв}).$$

Тоді частота обертання шпинделя дорівнює:

$$n = \frac{1000v}{\pi D}, \quad (2.4)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 190}{\pi \cdot 10,8} = 5602,74 (\text{об} / \text{хв}).$$

Визначаємо обертову швидкість згідно з даними паспорта станка  $n=1400$  обертів на хвилину. Отже, фактична швидкість різання становить.

$$v = \frac{\pi D n}{1000}, \quad (2.5)$$

$$v = \frac{\pi \cdot 10,8 \cdot 1400}{1000} = 40,69 \text{ (м/хв)}.$$

Застосовуємо метод розширення для фінішної обробки отворів за допомогою машинних розширювачів. Використовуємо розширювач типу 25Н7.

Толеранція для оброблення становить 0,04 мм.

Інструмент – машинний розширювач, Р6М5, D=25 мм, z = 8.

Регулювання подачі:

$$S = 2,4 * 0,7 = 1,7 \text{ (мм / об)}.$$

Приймаємо за характеристикою станка 1,6 мм/об.

Таблиця 2.4. Коефіцієнт і показники ступеня у формулі швидкості.

$C_v$	$q$	$x$	$y$	$m$
10,5	0,3	0,2	0,65	0,4

Стійкість інструменту  $T=80$  хв.

$$K_{Mv} = K_d \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^{n_v}, \quad (2.6)$$

$$K_{Mv} = 1 \left( \frac{610}{750} \right)^{-0,9} = 1,44.$$

$K_{Lv}=1$ .  $K_{iv} = 1$ .

Швидкість різання дорівнює:

$$v = \frac{10,5 \cdot 25^{0,3}}{80^{0,4} \cdot 0,2^{0,2} \cdot 1,6^{0,65}} \cdot 1,44 \cdot 1 \cdot 1 = 7 \text{ (м/хв)}.$$

Тоді частота обертання шпинделя за формулою 2.4 дорівнює:

$$n = \frac{1000 \cdot 7}{\pi \cdot 25} = 89,17 \text{ (об/хв)}.$$

Згідно з даними технічного паспорта станка, визначаємо швидкість обертів  $n=100$  об/хв. Відповідно, реальна швидкість різання, розрахована за формулою становить:

$$v = \frac{\pi \cdot 25 \cdot 100}{1000} = 7,85 \text{ (м/хв)}.$$

## 2.6 Процедура складання зчеплення

При заміні індивідуальних компонентів зчеплення, необхідно виконати перевірку їх розташування відносно двигуна, зокрема, положення опорного кільця тягових ричагів. Для цього збірку нажимного диска помістіть та зафіксуйте на контрольній стійці (див. рис. 2.3) або на маховику з елементом, що дозволяє забезпечити монтажний розмір  $A=(29+0,1)$  мм, після чого розгвинтіть кріпильні болти.

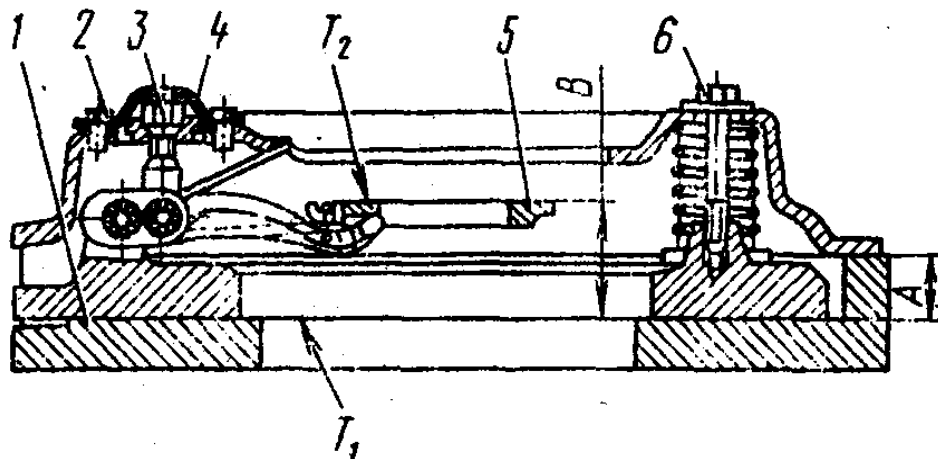


Рис. 2.3. Нажимний диск з кожухом у зборі на контрольній підставці:

- 1 - підставка контрольна; 2 - болт; 3 - гайка регулювальна; 4 - пластина стопорна;  
5 - кільце упорне; 6 - болт стяжний : А - розмір установчий; В - розмір  
монтажний; Тд - биття торцеве.

Коректне розташування упорного кільця вимірюється за монтажним параметром  $V=(54\pm 0,3)$  мм, а максимальне відхилення кінцевої поверхні Т від вісі Т має становити не більше 0,2 мм.

У разі відхилення розташування упорного кільця, налаштуйте його місцезнаходження на пристрої, користуючись гайками номер 3, щоб відновити розмір В. При цьому, необхідно забезпечити, щоб опорні зони всіх чотирьох відтяжних ричагів одночасно контактували з упорним кільцем. Уникайте регулювання розташування упорного кільця за допомогою цих гайок безпосередньо на двигуні.

Перед монтажем зчеплення на двигун внесіть 15 г змащувального матеріалу 158 у внутрішнє простір переднього підшипника привідного валу, розміщеного в колінчастому валу.

Монтуйте зчеплення використовуючи шліцеву оправку, яка гарантує вирівнювання осей ведомих дисків у відповідності до осі колінчастого валу. Приділяйте увагу коректному розміщенню центрів ведомих дисків - з короткими виступами назустріч одне одному. Середній приводний диск в комплекті повинен без зусиль рухатися по канавках маховика під впливом відтяжних ричагів. Нажимний диск разом з кожухом розміщуйте на маховику двигуна, також не вимагаючи додаткових корекцій, та уникайте будь-яких скосів, забезпечуючи це однаковою затягуванням монтажних болтів з моментом кручення 54... 61,8 Нм (5,5... 6,3 кгсм). Після закріплення болтів кожуха на маховику, вийміть з нажимного диска стягувальні болти.

Відхилення опорного кільця відтяжних ричагів від осі колінчастого валу має становити не більше 0,5 мм.

Обчислення режимів складальних процесів. Максимальна сила затяжки болтових сполучень за критерієм міцності становить:

$$M_K \approx d^3 \cdot \sigma_B \cdot 10^{-4}$$

Параметри:

Для сталі 35Х межа міцності дорівнює 650 МПа.

$$M_K \approx 8^3 \cdot 650 \cdot 10^{-4} = 33 \text{ (Нм)};$$

$$M_K \approx 10^3 \cdot 650 \cdot 10^{-4} = 65 \text{ (Нм)};$$

$$M_K \approx 12^3 \cdot 650 \cdot 10^{-4} = 112 \text{ (Нм)};$$

$$M_K \approx 16^3 \cdot 650 \cdot 10^{-4} = 266 \text{ (Нм)};$$

Для формування заголовка під час холодної заклепки потрібно застосовувати певну силу, яка складає:

$$P_{XKt} = k \cdot d_3^{1,75} \cdot \sigma_B^{0,75}$$

- коефіцієнт форми закриваючої головки: для сферичних головок, для трубчастих - 4,33;

- діаметр стержня заклепки, мм;

- межа міцності матеріалу заклепки при розтягненні, МПа. Для латуні = 220 (МПа).

$$P_{XKt} = 4,33 \cdot 5^{1,75} \cdot 220^{0,75} = 4135 \text{ (Н)}.$$

Сила пресування визначається за виразом:

$$P = \pi \cdot f \cdot d \cdot l \cdot p \cdot g ,$$

$f = 0,1 \dots 0,2$ .

$$p = \frac{7 \cdot 10^{-4} \delta_{\max}}{d \left( \frac{C_1}{E_1} + \frac{C_2}{E_2} \right)}$$

$$C_1 = \frac{d^2 + d_1^2}{d^2 - d_1^2} - \mu_1$$

$d_1 = 0$ ;

Для вуглецевої сталі:  $E = (2 \dots 2,1) \cdot 10^6 \text{ кгс/см}^2$ ,  $= 0,24-0,28$ .

Для легованої сталі:  $E = 2,1 \cdot 10^6 \text{ кгс/см}^2$ ,  $= 0,25-0,30$ .

Проведемо розрахунок сили натиску підшипників.

Таблиця 2.5. Сили натиску.

d, мм	$\delta_{\max}$ , мм	l, мм	d <sub>1</sub> , мм	d <sub>2</sub> , мм	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	$\mu_1$	$\mu_2$	P, Н
52 $_{L0} \begin{pmatrix} 0 \\ -0,015 \end{pmatrix}$	0,04	22	50	100	2050000	2100000	0,27	0,3	285
52 $_{k6} \begin{pmatrix} +0,025 \\ -0,003 \end{pmatrix}$									
70 $_{L0} \begin{pmatrix} 0 \\ -0,015 \end{pmatrix}$	0,04	15	100	200	2050000	2100000	0,27	0,3	285

Регулювання монтажу. При регулюванні операцій у технологічному процесі масового виробництва визначається час виготовлення, розрахований шляхом обчислення в залежності від наступних факторів:

$$T_{\text{ш.к.}} = T_{\text{пз}} / n + T_{\text{штм}},$$

У зв'язку з відсутністю даних про основний технологічний процес, ми проводимо розрахунок витратних операцій на збірку за допомогою експериментальних формул.

Таблиця 2.6. Нормування монтажу механізму зчеплення.

№ переходу	Зміст переходу	Формула	$\ddot{x}$ , мм	$m'$	T <sub>о</sub> , хв
005	Встановити голки підшипників у важіль.	$T_o = 0,017\bar{x}m'$	5	152	12,92
010	Встановити важіль на вилки.	$T_o = (0,016\bar{x} + 0,317)m'$	30	4	0,32
015	Вставити штир.	$T_o = (0,003\bar{x} + 0,061)m'$	10	4	0,2
020	Встановити важіль в натискний диск.	$T_o = (0,016\bar{x} + 0,317)m'$	60	4	0,64
025	Встановити пружини важілів.	$T_o = 0,005\bar{x}m'$	50	4	0,4
030	Вставити штир.	$T_o = (0,003\bar{x} + 0,061)m'$	10	4	0,2
035	Встановити теплоізоляційні шайби.	$T_o = 0,005\bar{x}m'$	20	16	0,8
040	Встановити пружини.	$T_o = 0,005\bar{x}m'$	20	16	1,2
045	Встановити кожух.	$T_o = 0,005\bar{x}m'$	100	1	0,5



№ переходу	Зміст переходу	Формула	$\ddot{x}$ , мм	$m'$	$T_o$ , хв
050	Завернути регулювальні гайки.	$T_o = (0,011\bar{x} + 0,306)m'$	10	4	0,4
055	Встановити пружинні пластини.	$T_o = 0,005\bar{x}m'$	25	4	0,25
060	Затягнути болти.	$T_o = (0,006\bar{x} + 0,144)m'$	30	8	1,8
065	Встановити фіксуючі пластини.	$T_o = 0,005\bar{x}m'$	20	4	0,2
070	Затягнути болти.	$T_o = (0,006\bar{x} + 0,144)m'$	15	8	0,9
075	Встановити упорне кільце.	$T_o = 0,005\bar{x}m'$	30	1	0,15
080	Встановити на вал розжимного важіля гільзу, важіль, пружину, шайбу.	$T_o = 0,005\bar{x}m'$	30	8	1,2
085	Ввідкрутити вал розжимного важіля в середній ведучий диск.	$T_o = (0,006\bar{x} + 0,144)m'$	30	4	0,9
					22,98

Час, необхідний для виконання операції, розраховується як сума основних часів окремих етапів. Вторинний час, відповідно до отриманих даних, складає від 15% до 60% від основного часу.

$$T_{on} = (0,15 \dots 0,6)T_o + T_o ,$$

$$T_{всп} = 0,4 * 22,98 = 9,19(\text{хв}),$$

$$T_{on} = 9,19 + 22,98 = 32,17(\text{хв}).$$

Час, додатковий для проведення монтажних процесів, становить приблизно 6-10% від основного часу, тоді як час, необхідний для підготовки та завершення, становить 3-6% від загального часу:

$$T_{ум.к} = (0,06 \dots 0,10)T_{on} + (0,03 \dots 0,06)T_{on} / N + T_{on} .$$

$$T_{ум.к} = 0,08 \cdot 32,17 + 0,04 \cdot 32,17 / 1 + 32,17 = 35,99 (\text{хв})$$

## 3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

### 3.1 Проведення аналізу зчеплення

Зосереджений на розробці та оцінці фрикційного диска зчеплення. Розробка була здійснена за допомогою програми SolidWorks, а для статичного аналізу конструкції використовувався ANSYS. В результаті були отримані діаграми, що демонструють еквівалентні напруження та загальні деформації за різними фрикційними матеріалами диска зчеплення, використовуючи теорію однорідного зносу. Зчеплення є механічним пристроєм, призначеним для під'єднання або від'єднання джерела енергії від системи передачі потужності на вимогу оператора. Зчеплення розроблені для передачі максимального крутного моменту з мінімальним виробленням тепла. Ковзання між двома дисками зчеплення є частиною процесу з'єднання та роз'єднання.

У дослідженні розглядається проектування та аналіз однодискового фрикційного зчеплення. Під час аналізу модель оцінюється з використанням різних матеріалів через структурний аналіз для визначення рівнів напружень. Результати цього аналізу дозволяють визначити найбільш ефективний матеріал для моделі однодискового фрикційного зчеплення.



Рис. 3.1. Схема однодискового зчеплення.

На основі аналізу літератури встановлено, що необхідно провести структурний аналіз однодискового фрикційного зчеплення. Враховувались такі фактори, як:

Матеріал, який має низький рівень деформації, високу фрикційну здатність та стійкість до зношування на облицьованні фрикційної пластини через тертя між фрикційною пластинною та сполучною поверхнею.

Вирішили провести аналіз, вибравши матеріали, такі як кераміка, сплав чавуну, азбест, спечені метали, кевлар і кермет, для визначення загальної деформації, максимального напруження та порівняння результатів, аби вибрати найкращий доступний матеріал для фрикційної облицювання.

В автомобілях є один або кілька фрикційних дисків, які з'єднані разом або притискаються до маховика за допомогою пружин. Диски зчеплення в вантажівках і швидкісних автомобілях зроблені з кераміки. При натисканні педалі зчеплення тиск пружини знімається, що веде до відпущення або переміщення діафрагми тискової пластини. Таким чином, фрикційна пластина звільняється і може вільно обертатися. Диск зчеплення використовується для регулювання швидкості автомобіля. Проте, надмірне збільшення швидкості двигуна активує зчеплення, що призводить до зносу диска зчеплення через навантаження, тиск на контактних поверхнях, що виникає внаслідок осьової сили, прикладеної пружиною діафрагми.

Матеріал покриття повинен поєднувати в собі такі властивості, щоб витримати робочі умови:

Відносно високий коефіцієнт тертя за всіх робочих умов.

Збереження фрикційних властивостей протягом всього терміну служби.

Здатність поглинати високу енергію протягом коротких періодів.

Стійкість до високих компресійних навантажень тискової пластини.

Витривалість до високих центробіжних сил під час перемикання передач.

Достатня міцність на зсув для передачі крутного моменту двигуна.

Висока витривалість при циклічній роботі без впливу на фрикційні властивості.

Гарна сумісність з чавунними облицюваннями у всьому діапазоні робочих температур.

Висока стійкість до забруднення інтерфейсу без впливу на його фрикційні характеристики.

Під час проектування фрикційного зчеплення слід враховувати наступні аспекти:

Потрібно вибрати підходящий матеріал для контактних поверхонь.

Рухомі частини зчеплення повинні бути легкими, щоб знизити інерційне навантаження, особливо при високій швидкості.

Зчеплення не має потребувати зовнішньої сили для підтримання контакту фрикційних поверхонь.

Повинна бути можливість компенсації зносу контактних поверхонь.

Зчеплення має бути ремонтпридатним.

Має бути передбачено відведення тепла, що виникає на контактних поверхнях.

Виступаючі частини зчеплення повинні бути закриті захисним кожухом.

### 3.2 Компоненти однодискового фрикційного зчеплення

Однодискове зчеплення для передачі потужності складається з наступних основних елементів:

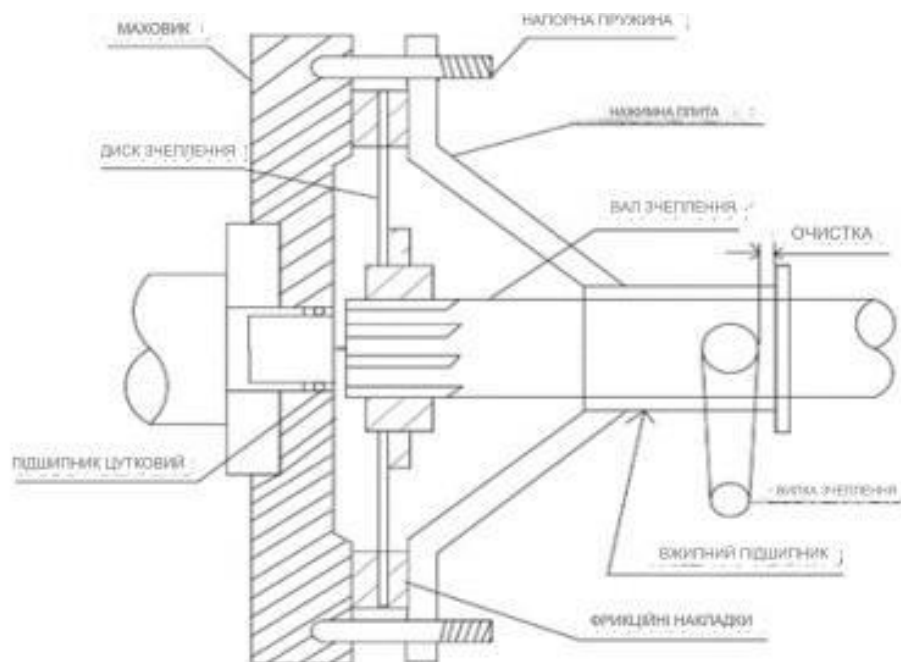


Рис. 3.2. Частини однодискового зчеплення.

Маховик є інтегральною частиною двигуна, який також використовується як частина зчеплення. Він є ведучим елементом і з'єднаний з тиском пластиною валу зчеплення, яка розміщена у маховику на підшипниках. Маховик обертається синхронно з колінчастим валом двигуна.

Направляючий підшипник або втулка вставляється у кінець колінчастого вала для підтримки кінця вхідного вала трансмісії. Направляючий підшипник запобігає коливанням вала трансмісії та диска зчеплення, коли зчеплення звільняється, а також допомагає центрувати вхідний вал диска на маховику.

Це ведений елемент однодискового зчеплення, облицьований фрикційним матеріалом з обох боків. Він має центральну втулку з внутрішніми шліцами, які обмежують осьовий рух по шліцьованому ведучому валу коробки передач.

Цей диск допомагає зменшити крутильні коливання та варіації крутного моменту між двигуном та трансмісією. Фрикційний диск є середньою пластиною між маховиком та тиском або фрикційною пластиною. Він має облицювання з обох сторін для збільшення фрикції. Ці облицювання зчеплення, зазвичай, виготовляються з азбестового матеріалу та відрізняються стійкістю до зносу та високих температур.

Тискова пластина виготовлена зі спеціального чавуну і є найважчою частиною зчеплення. Основна функція тискової пластини - забезпечувати рівномірний контакт з фрикційним облицюванням диска, через яке пружини тиску можуть передавати достатньо сили для передачі повного крутного моменту двигуна.

Тискова пластина притискає диск зчеплення до маховика своєю обробленою поверхнею. Між тисковою пластиною та кришкою зчеплення розміщені пружини тиску. Тиск буде знятий з маховика, коли важелі звільнення будуть натиснуті рукояткою або відповідно повернуті важелі звільнення.

Кришка зчеплення кріпиться болтами до маховика. Вона включає в себе тиском пластину, механізм випускних важелів, саму кришку зчеплення та пружини тиску. Зазвичай, диск зчеплення обертається в унісон з маховиком. Однак, коли зчеплення від'єднане, маховик та тиском пластини можуть обертатися незалежно від веденого диска і приводного валу.

Випускні обертаються на штифтах у кришці зчеплення, зовнішні кінці яких розташовуються на ніжках тиском пластини, а внутрішні спрямовані в бік валу зчеплення. Точне та обережне налаштування механізму випуску є ключовим фактором, який впливає на ефективність зчеплення.

Це елемент трансмісії. Він являє собою шліцьований вал, який з'єднується з втулкою фрикційного диска, що ковзає по ньому. Один кінець валу зчеплення з'єднаний з колінчастим валом або маховиком, а інший кінець з'єднується з коробкою передач або є її частиною.

### 3.3 Робота зчеплення

У конструкції зчеплення потрібні три основні елементи: маховик двигуна, фрикційний диск або пластина зчеплення та тиском пластина.

Кілька пружин забезпечують осьову силу для утримання зчеплення у зачепленому стані. Коли двигун працює і маховик обертається, тиском пластина також обертається, оскільки вона прикріплена до маховика. Фрикційний диск розташований між маховиком та тиском пластиною.

При натисканні водієм педалі зчеплення воно вимикається. Це призводить до переміщення тискової пластини подалі від фрикційного диска, незважаючи на опір пружин тиску. У результаті цього переміщення тискова пластина звільняє фрикційний диск, що призводить до роз'єднання зчеплення.

Коли педаль зчеплення не натиснута, пружини притискують тискову пластину до фрикційного диска, який, в свою чергу, прилягає до маховика. Це синхронізує обертання двигуна з вхідним валом трансмісії, дозволяючи їм обертатися одночасно та з однаковою швидкістю.

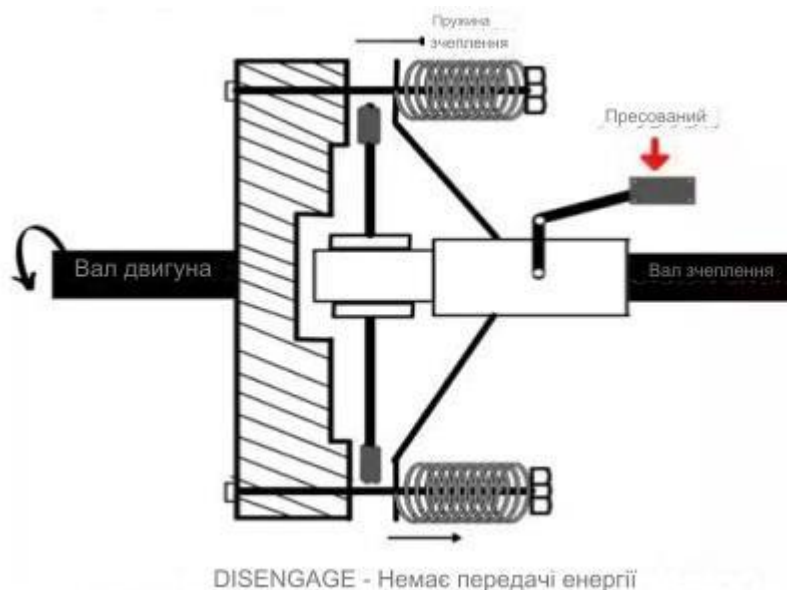


Рис. 3.3. Робота зчеплення.

Сила, яку може передати зчеплення, залежить від ступеня фрикції між фрикційним диском і маховиком, а також від того, наскільки інтенсивно пружини притискають тискову пластину.

При натисканні зчеплення поршень діє на вижимний важіль, що змушує вижимний підшипник впливати на центр діафрагмової пружини. Коли центр діафрагмової пружини здавлюється, набір штирів біля зовнішньої поверхні пружини відтягує тискову пластину від фрикційного диска. Це вимикає зчеплення від обертового двигуна.

Структурний аналіз охоплює комплекс фізичних принципів та математичних методів, які потрібні для дослідження та прогнозування поведінки конструктивних елементів. Він застосовується до інженерних об'єктів, стійкість яких переважно оцінюється з урахуванням їхньої здатності витримувати різноманітні навантаження; серед них часто зустрічаються такі елементи, як будинки, мости, літаки та кораблі. Структурний аналіз інтегрує знання з механіки, динаміки та різних теорій відмов. Головною метою структурного аналізу з теоретичного боку є визначення деформацій, внутрішніх навантажень та рівня напружень. У практичному плані структурний аналіз можна розглядати як спосіб направлення процесу інженерного проектування або як спосіб демонстрації надійності проекту без необхідності його безпосереднього випробування.

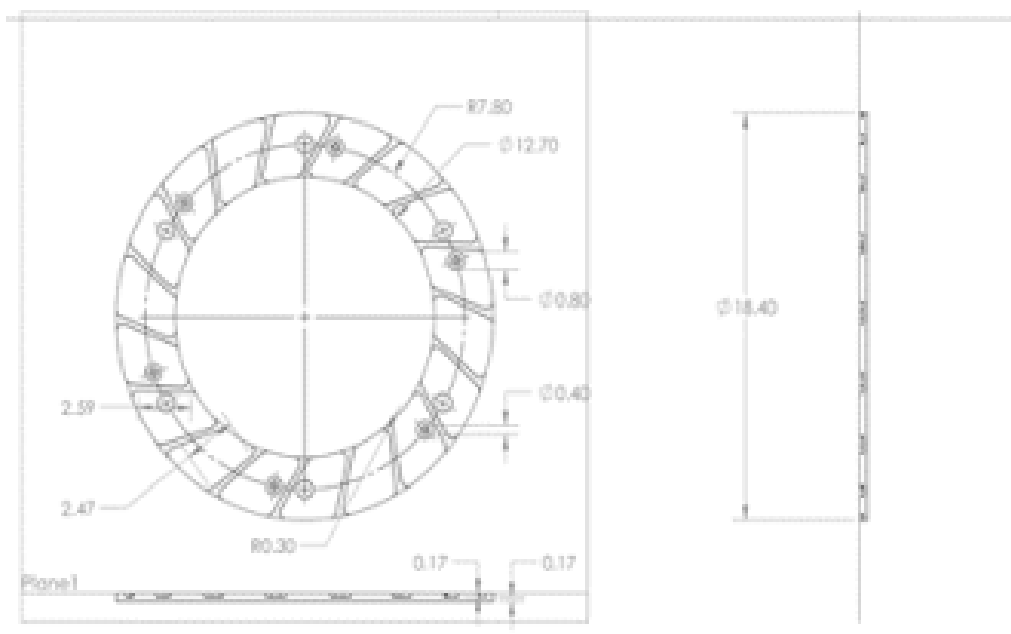


Рис. 4.4. Проектування облицювання диска зчеплення

Структурний аналіз включає лінійні та нелінійні моделі. Лінійні моделі базуються на простих параметрах і виходять з того, що матеріал не піддається пластичним деформаціям. Нелінійні моделі припускають навантаження на матеріал понад його еластичний ліміт. При цьому напруження в матеріалі змінюються залежно від рівня деформації.

### 3.4 Конструювання диска зчеплення

Збірка однопластинчастого зчеплення складається з чотирьох частин:

Коричневий колір - це тертя облицьовування диска зчеплення (2 штуки - одна спереду і одна ззаду).

Центральна пластина - це з'єднувальна деталь, яка об'єднує два тертяні диски та всю збірку пружин.

Сіра частина - це передня диск, в якому вбудовані пружини і який також підтримує збірку, щоб вона могла рухатися вперед і назад відповідно до наданого введення (2 штуки - одна спереду і одна ззаду).

В цьому перекладі ми використали технічну термінологію та старалися зберегти структуру оригінального тексту. Зверніть увагу на важливість дотримання послідовності та лаконічності при перекладі технічних описів.

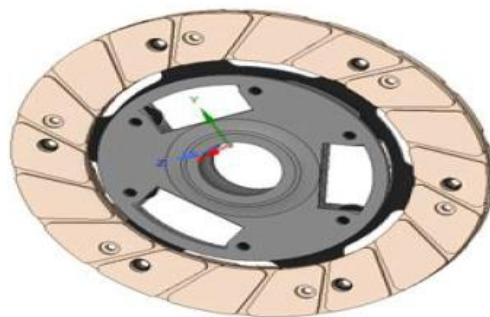


Рис. 4.5. Збірка диска зчеплення, створена в SolidWorks.

Кроки, які виконуються під час аналізу:

Моделювання.



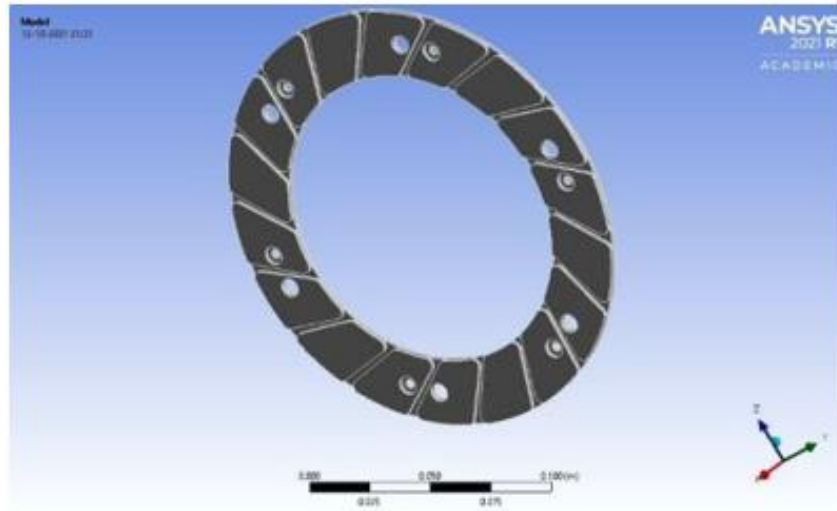


Рис. 4.6. Моделювання тертя облицьовування диска зчеплення.  
2. Утворення сітки.

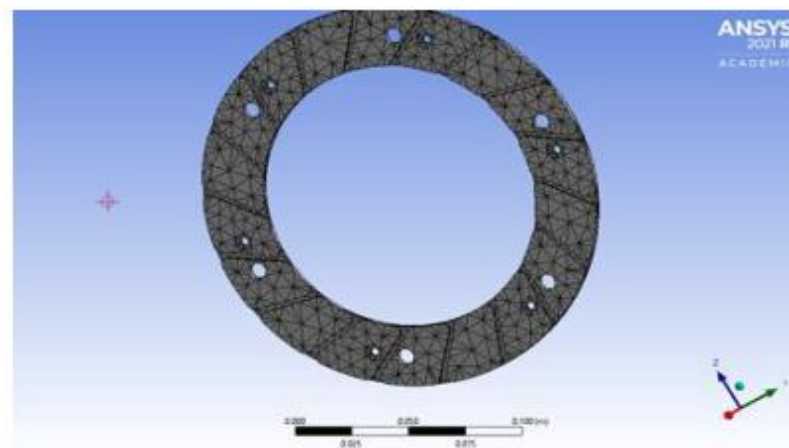


Рис. 4.7. Утворення сітки тертя облицьовування диска зчеплення.

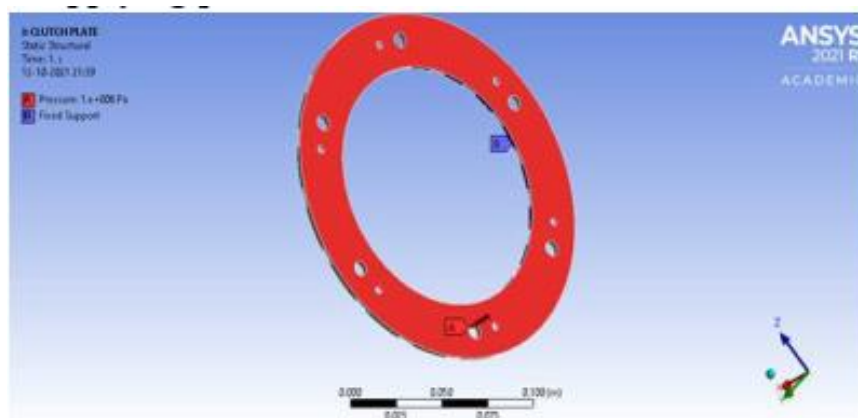


Рис. 4.8. Застосування тиску на облицьовування диска зчеплення.  
Накладання тиску.

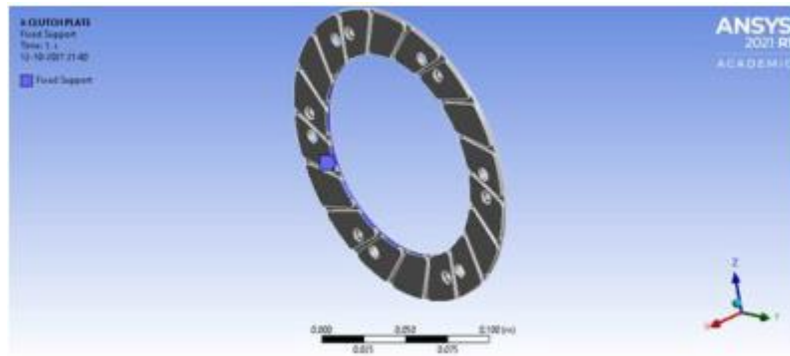


Рис. 4.9. Застосування підтримки на облицьовування диска зчеплення.

### Застосування підтримки

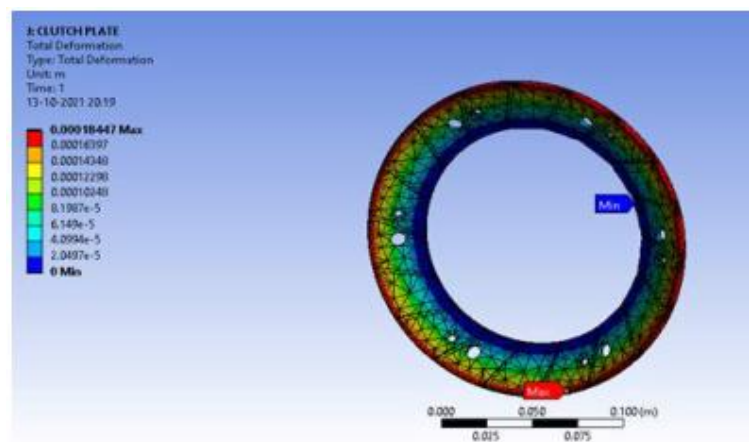


Рис. 4.10. Загальне деформування  $1,8447\text{e-}004 \text{ м} = 0,018447 \text{ см}$ .

### 3.5 Випробування та аналіз

Матеріал 1 – Асбест.

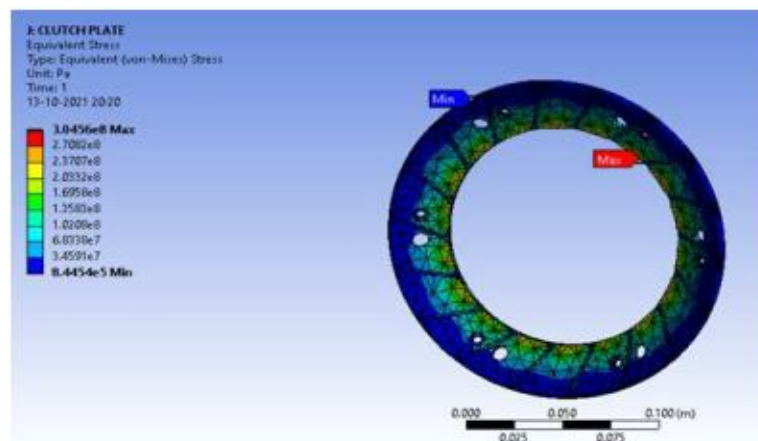


Рис. 4.11. Еквівалентний напружений стан  $3,0456\text{e}+008 \text{ Па} = 304,56 \text{ МПа}$ .

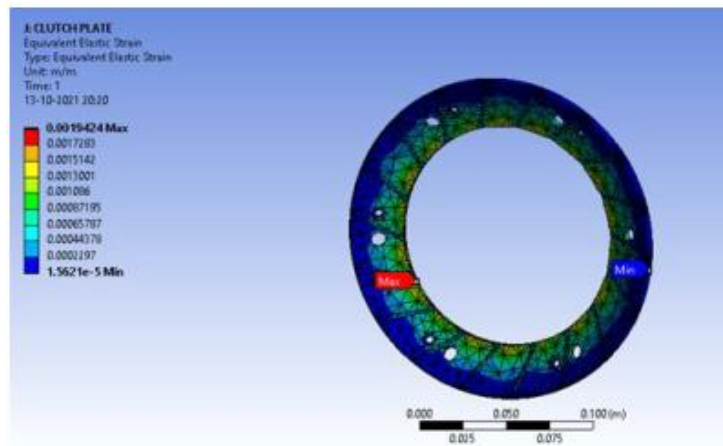


Рис. 4.12. Еквівалентне деформування  $1,9424 \times 10^{-3}$  м/м.

## Матеріал 2 - Порошкова металургія

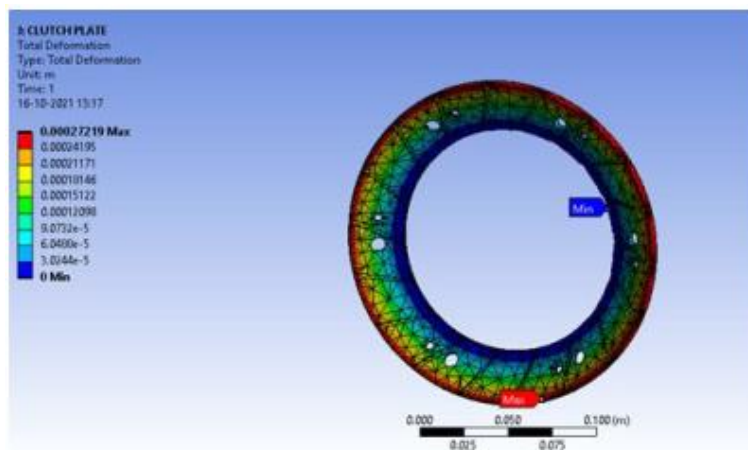


Рис. 4.13. Загальне деформування  $2,7219 \times 10^{-4} = 0,027219$  см.

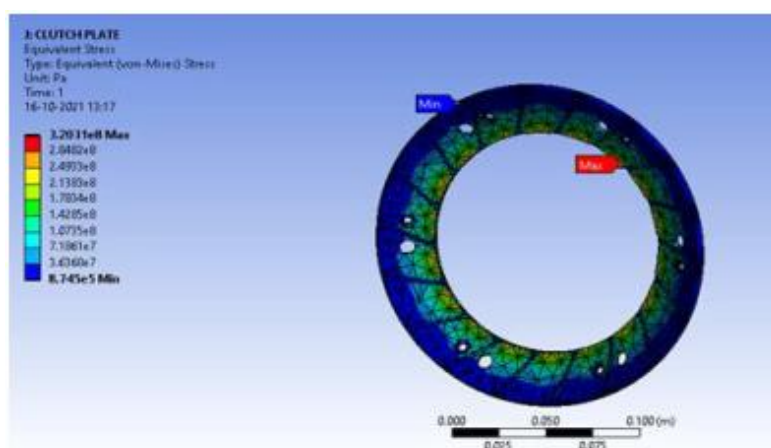


Рис. 4.14. Еквівалентний напружений стан  $3,2031 \times 10^8$  Па = 320,31 МПа.

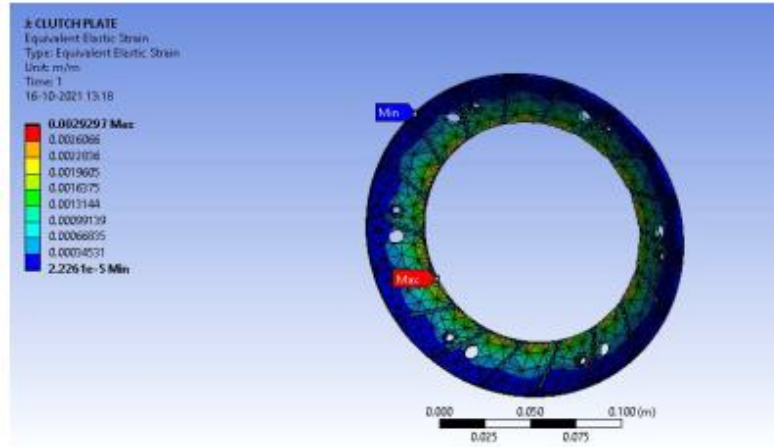


Рис. 4.15. Еквівалентне деформування  $2,9297\text{e-}003$  м/м.

Матеріал 3 – Цермет.

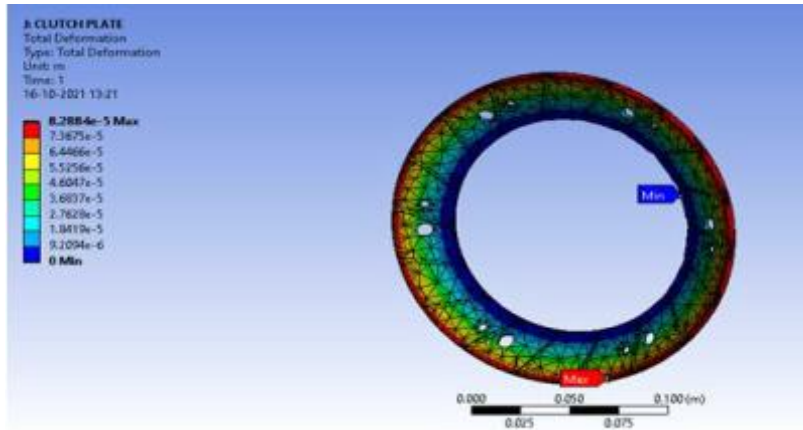


Рис. 4.16. Загальне деформування  $8,2884\text{e-}005$  м =  $0,0082884$  см.

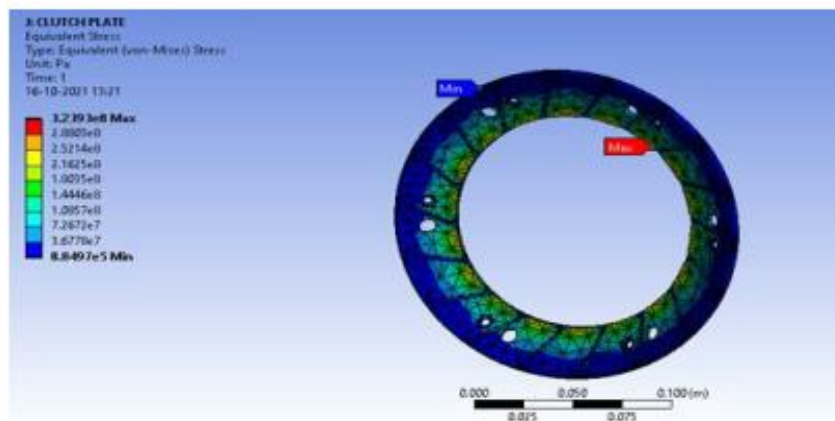


Рис. 4.17. Еквівалентний напружений стан  $3,2393\text{e+}008$  Па =  $323,93$  МПа.

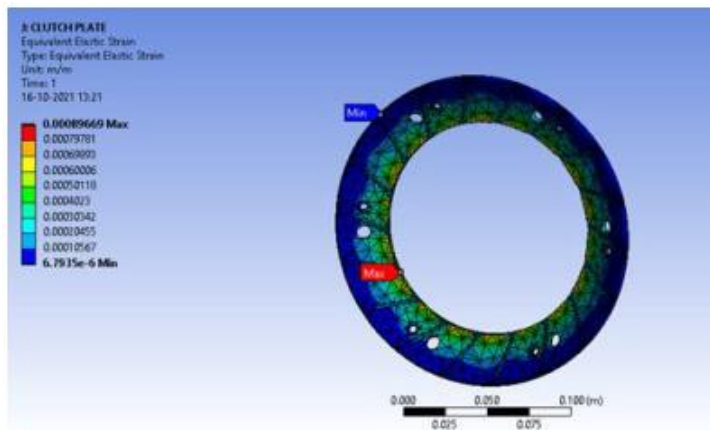


Рис. 4.18. Еквівалентне деформування  $8,9669\text{e-}004$  м/м.

Матеріал 4 – Кераміка.

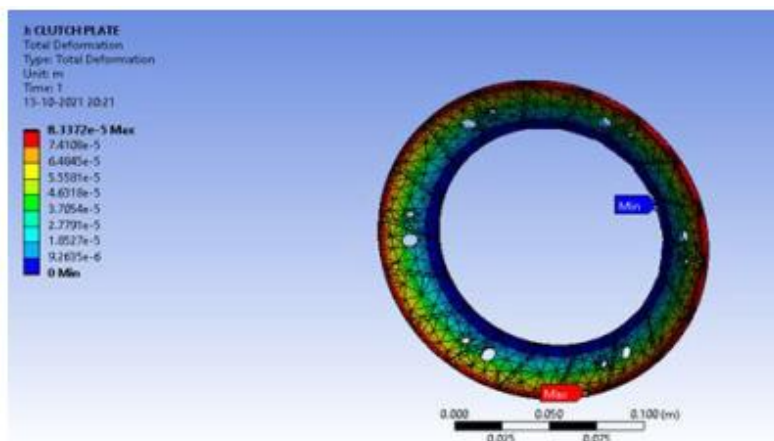


Рис. 4.19. Загальне деформування  $8,3372\text{e-}005$  м =  $0,0083372$  см.

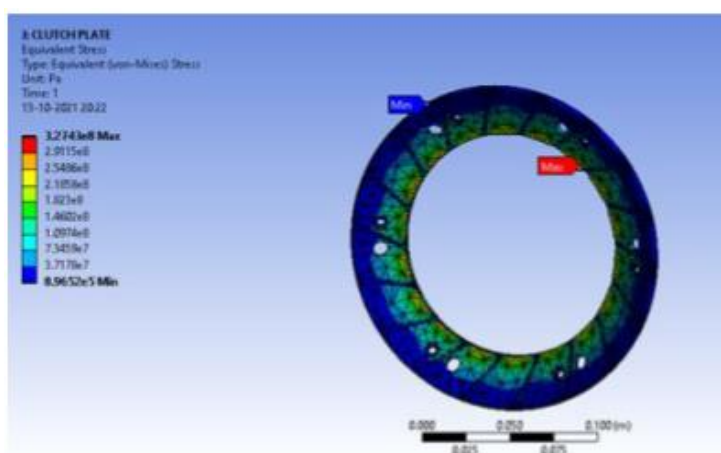


Рис. 4.20. Еквівалентний напружений стан  $3,2743\text{e+}008$  Па =  $327,43$  МПа.

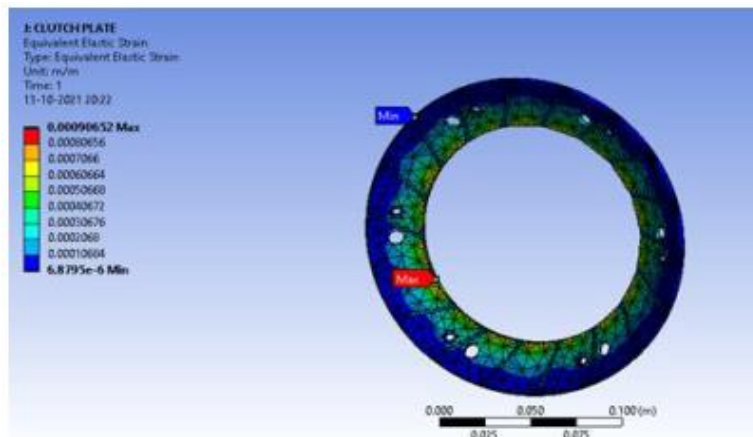


Рис. 4.21. Еквівалентне деформування  $9,0652e-004$  м/м.

Матеріал 5 – Кевлар.

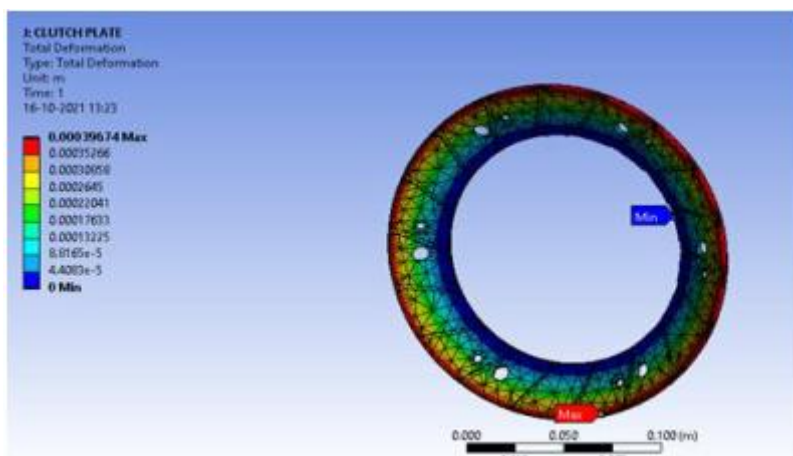


Рис. 4.22. Загальне деформування  $3,9674e-004$  м =  $0,039674$  см.

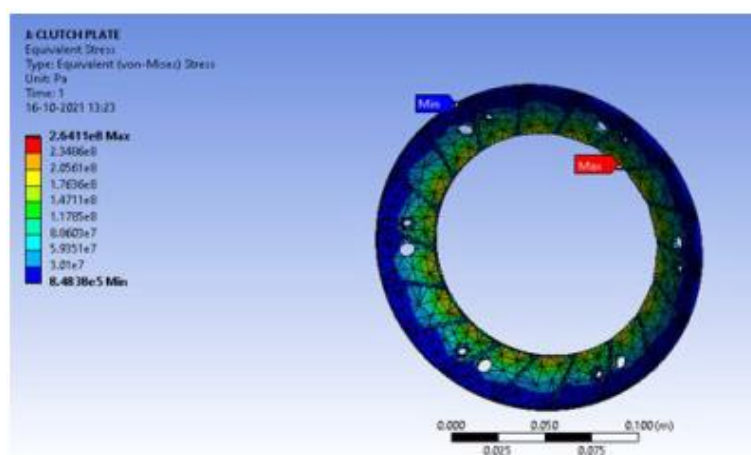


Рис. 4.23. Еквівалентний напружений стан  $2,6411e+008$  Па =  $264,11$  МПа.

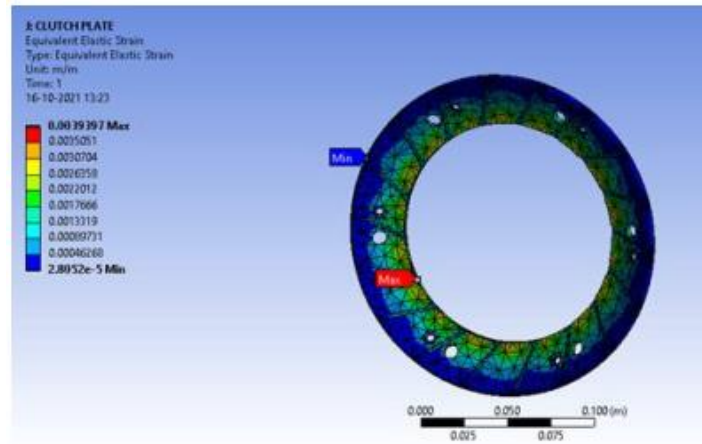


Рис. 4.24. Еквівалентне деформування  $3,9397 \times 10^{-3}$  м/м.

У даному дослідженні здійснено конструювання елемента автозчеплення, використовуючи різноманітні матеріали, з подальшим виконанням комп'ютерного аналізу через програму ANSYS для оцінки. З усіх випробуваних матеріалів для фрикційного покриття було обрано кермет як оптимальний варіант у порівнянні з п'ятьма іншими варіантами. Виявлено, що при однаковому навантаженні у 1 МПа на різні матеріали, зношування зчеплення можна знизити, вибравши найбільш підходящий матеріал. Ефективний тиск контакту також сприяє зменшенню зношування в час ковзання. Ця інформація є корисною для дослідників у визначенні відповідного матеріалу для зниження зношування та подовження терміну служби зчеплення.

## 4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

### 4.1 Проведення дослідження

Прогрес у галузі порошкової металургії сприяв створенню нових типів фрикційних матеріалів, які відповідають зазначеним вимогам і вирізняються високим рівнем теплової стійкості та триботехнічними характеристиками в широкому спектрі умов експлуатації.

Теплопровідність композитних порошкових фрикційних матеріалів (20–30 Вт/м·К) значно переважає теплопровідність полімерних матеріалів, що забезпечує більш рівномірний розподіл теплових потоків між фрикційною поверхнею та контактним у процесі тертя матеріалом, як правило, чавуном. Це знижує ризик термічних деформацій на поверхні диска та запобігає його зношуванню під час використання.

Фрикційні елементи з покриттям із ФМ-15 розроблені для монтажу у центральну муфту зчеплення. Для оцінки ефективності цих дисків у центральній муфті зчеплення були проведені лабораторні тести муфти з цими дисками.

Тести виконувалися на інерційному випробувальному стенді С-149.00.000, схему якого можна побачити на рисунку 4.1.

В якості двигуна (1) для стенду була використана балансувальна машина 1DS 1036 з потужністю 250 кВт, а в якості навантаження - інерційна вага (10) з моментом інерції 7,8...8,2 кг·м<sup>2</sup>. Випробувана система навантажувалася за допомогою інерційних ваг (10) при активації муфти. Зупинка інерційних ваг здійснювалася за допомогою гальмівного механізму (11) для інерційних мас. Робота гальмівного механізму була синхронізована з роботою муфти зчеплення: активація гальмівної системи інерційних мас відбувалася при вимкненому двигуні, а активація двигуна - при вимкненій гальмівній системі. Для управління муфтою зчеплення була використана автономна насосна установка з продуктивністю 22–24 л/хв і стендовий клапан-регулятор з фільтром-розподільником.



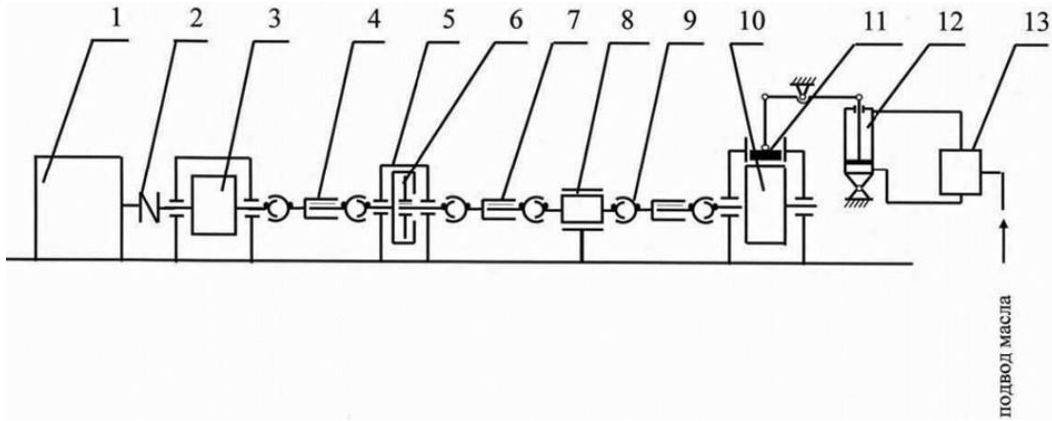


Рис. 4.1. Конструкція інерційного стенду С-149.00.000:

1 - електродвигун приводний потужністю 250 кВт; 2 - муфта пружна;  
 3 - акумулятор кінетичної енергії; 4, 7, 9 - карданні передачі; 5 - корпус зчеплення;  
 6 - МС випробувана; 8 - вимірювач крутного моменту (діапазон 0...2000 Н×м);  
 10 - маси інерційні з моментом інерції 7,8...8,2 кгм<sup>2</sup>; 11 - гальмо зупинне інерційних мас;  
 12 - циліндр механізму керування гальмом зупинним інерційних мас; 13 - розподільник.

Корпус зчеплення під час тестування був заповнений маслом М10Г2 за ГОСТ 8581-78. Під час тестів в зону тертя подавалось масло для змащення та охолодження дисків об'ємом 10–11 л/хв. Муфта зчеплення з тестовими дисками працювала протягом 20 000 циклів включення/виключення. На рисунку 4.2 представлено графік процесів включення/виключення під час тестування.

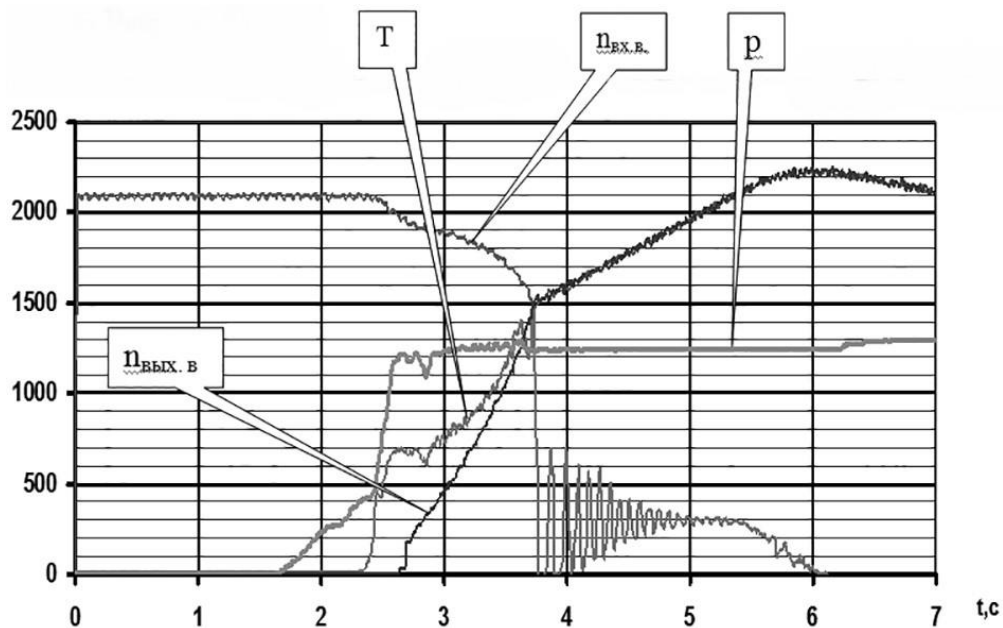


Рис. 4.2. Діаграма варіації швидкості обертання осі балансувального апарату та кінцевого валу ( $n_{вх}$ ,  $n_{вих}$ ), рівня тиску у системі управління ( $p$ ), крутного навантаження на кінцевому валу ( $T$ )

За результатами аналізу графіків включення було встановлено залежність зміни в часі циклічної роботи та сили тертя (рисунок 4.3).

Дані про динамічні моменти тертя муфти зчеплення в процесі тестування наведені в таблиці 4.1.

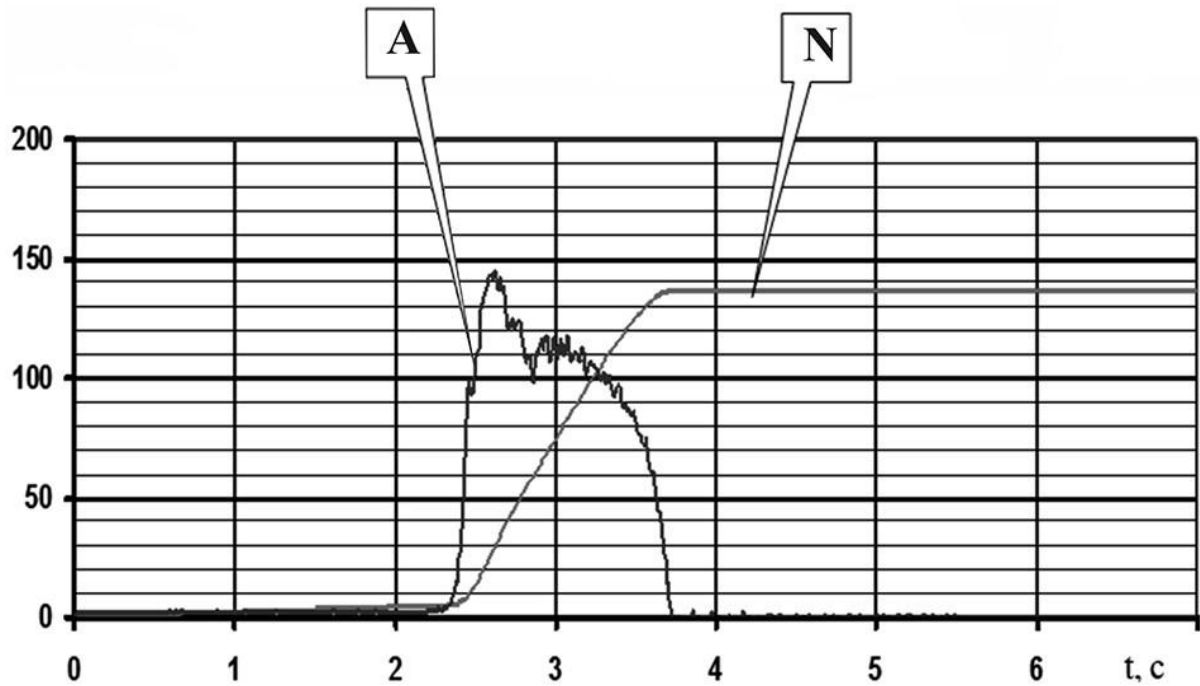


Рис. 4.3. Діаграма варіювання активності (A) та енергетики (N) тертя в залежності від тривалості гальмівного процесу (t)

Таблиця 4.1. Дані про динамічні моменти тертя у муфті зчеплення під час проведення тестів.

Напрацювання, цикли	Температура масла, °С	Тиск масла в каналі управління, МПа	Діапазон зміни динамічного моменту тертя муфти зчеплення, Н·м
180.0	76.0	1,0	1300.0–1600.0
182.0	20.0	1,0	1000.0–1500.0
11980.0	80.0	1,25	80.00–1500.0
19720.0	78.0	1,2	700.0–1450.0
19722.0	25.0	1,15	700.0–1400.0

Дані про статичні моменти відпущення дисків зчеплювальної муфти під час тестування представлені у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2. Показники статичних моментів відпущення дисків зчеплювальної муфти в процесі тестувань.

Напрацювання, цикли	Температура масла, °С	Тиск масла в каналі управ- ління, МПа	Діапазон зміни динамічного моменту тертя муфти зчеплення, Н·м
180	70-75	1,0±0,02	1850.0–1870.0
		1,1±0,02	1990.0–2010.0
		1,2±0,02	2180.0–2200.0
		1,3±0,02	2340.0–2380.0
		1,4±0,02	2500.0–2540.0
		1,5±0,02	2700.0–2740.0
	20-25	1,0±0,02	1950.0–1970.0
		1,1±0,02	2050.0–2080.0
		1,2±0,02	2200.0–2240.0
		1,3±0,02	2380.0–2400.0
		1,4±0,02	2500.0–2540.0
		1,5±0,02	2600.0–2650.0
19 940	20-25	1,0±0,02	1850.0–1870.0
		1,1±0,02	2000.0–2030.0
		1,2±0,02	2130.0–2160.0
		1,3±0,02	2300.0–2340.0
		1,4±0,02	2480.0–2520.0
		1,5±0,02	2600.0–2670.0

Результати лабораторних тестів фрикційних дисків муфти зчеплення виявили наступне: - ступінь зносу фрикційних дисків був наступним: перший диск (контактував з поршнем) мав знос від 0,04 до 0,06 мм, другий - від 0,18 до 0,20 мм, третій - від 0,30 до 0,35 мм, четвертий - від 0,16 до 0,17 мм; на фрикційних поверхнях усіх дисків спостерігалось знос матеріалу в канавках; - кількість робочих циклів матеріалу досягла 20 000 включень/виключень.

На ілюстрації 4.4 зображено вигляд фрикційних дисків зчеплювальної муфти після здійснення тестів.



Рис. 4.4. Вигляд фрикційних дисків зчеплювальної муфти з обкладинками з ФМ-15 матеріалу після 20 тисяч циклів активацій/деактивацій.

Створений спечений фрикційний порошковий матеріал ФМ-15, що являє собою олов'яну бронзу з додаванням антифрикційних та фрикційних добавок (графіт, сталевий порошок ПХ-30). Мікроструктура цього спеченого фрикційного порошкового матеріалу складається з однорідного  $\alpha$ -твердого розчину олова в міді з рівномірно розподіленими частинками графіту та порошку ПХ-30 (ілюстрація 4.5).

Оптичне мікроскопічне дослідження поверхні тертя спеченого фрикційного порошкового матеріалу на мідній основі ФМ-15 після припрацювання виявило наявність частинок олов'яної бронзи, графіту,

сталевому порошку ПХ-30 та пор. У структурі матеріалу видно чітко виражену пористу структуру, яка в процесі функціонування заповнюється змазувальною речовиною, стаючи її джерелом. Цікаво, що фактична площа контакту спеченого фрикційного порошкового матеріалу МК-5 (олов'яна бронза) значно менша від прийнятої для «площі тертя». Фактична контактна площа становить 60–70% від загальної площі тертя фрикційного матеріалу (ілюстрація 4.6).

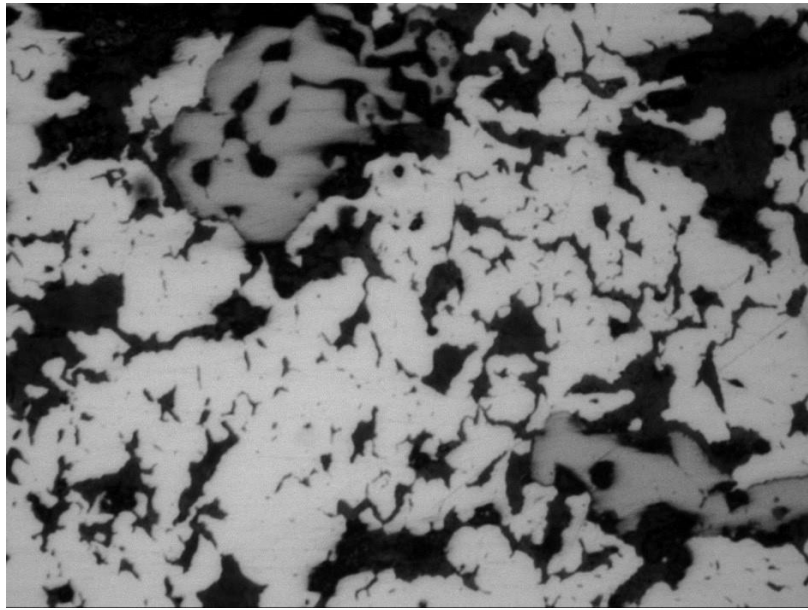
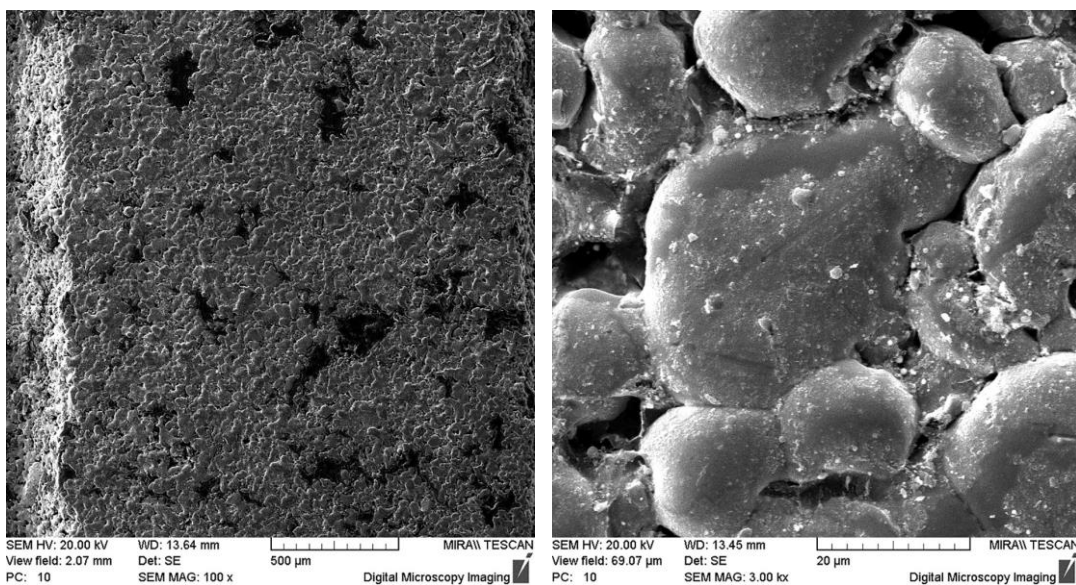


Рис. 4.5. Мікроскопічна структура виготовленого порошкового фрикційного матеріалу ФМ-15 (збільшення  $\times 200$ ).



а

б

Рис. 4.6. Зовнішній вигляд поверхні виготовленого порошкового фрикційного матеріалу ФМ-15.

Отримані результати стали підґрунтям для наступних досліджень щодо визначення реальної площі контакту та поведінки матеріалу при зміні умов тертя, а також стали базою для розробки та уточнення моделі спеченого фрикційного порошкового матеріалу і теплового навантаження в зоні тертя.

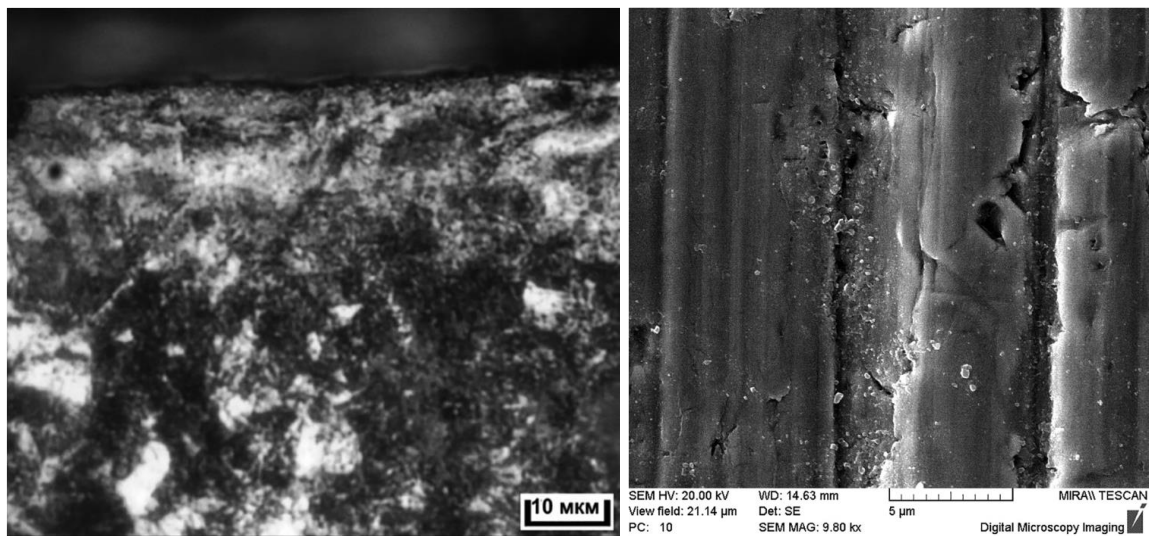
Завдяки аналізу одержаних даних продовжено розробку та проведення польових тестів фрикційних дисків із застосуванням спеченого порошкового фрикційного матеріалу ФМ-15 з мідною основою в зчепленні трактора.

З наукової перспективи, результати, отримані під час дослідження, мають значний вплив на процес розробки та оцінки ефективності спечених порошкових фрикційних матеріалів на мідній основі в мастильних умовах для специфічних режимів використання. Ці результати доповнили наявні до цього часу розробки формул спечених порошкових фрикційних матеріалів на мідній основі Інституту порошкової металургії. Було здійснено як теоретичну, так і експериментальну оцінку застосування матеріалу, зокрема дослідження впливу сталевого порошку на триботехнічні характеристики. Заплановано подальше вивчення в цьому напрямку для оцінки впливу добавок порошків на теплопровідні властивості фрикційного матеріалу. Розроблений спечений порошковий фрикційний матеріал проходить тестування.

У процесі досліджень поверхні контртіла було виявлено шар перенесеного фрикційного матеріалу (олов'яна бронза). Даний шар не однорідний за товщиною на поверхні тертя, має явно виражену направленість (малюнок 4.7 а). Дослідження зрізу фрикційного матеріалу на оптичному мікроскопі показало, що його товщина становить 0,5–1,5 мкм (малюнок 4.7 б). Даний шар виявився обедненим оловом, але на відміну від результатів, отриманих І.В. Крагельским, він представляв собою олов'яну бронзу, при цьому незначна кількість кисню вказує на те, що перенесення матеріалу відбувається без окислення, і в процесі роботи окислення не відбувається.

Порівняльний рентгенівський аналіз поверхневих шарів контртіла до і після припрацювання показав, що параметри кристалічної решітки, на поверхні, що не працювала, становили 2.8664.0, тоді як для поверхні після проведення випробувань склали 2.857.0. Дане відхилення обумовлене пластичною

деформацією приповерхневого шару, що також відмічається для антифрикційних матеріалів, що працюють у умовах змащення.



а

б

Рис. 4.7. Нанесений на поверхню контактного елемента шар фрикційного матеріалу з мідною основою: а - нанесений шар зовні; б - нанесений шар у перерізі.

## 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 5.1 Дослідження та профілактика виробничого травматизму

Для дослідження динаміки травматизму і професійних захворювань, а також своєчасної розробки заходів профілактики використовуються методи прогнозу.

Прогнозування здійснюється на основі аналізу усіх облікових і звітних матеріалів щодо травматизму і різних захворювань, даних санітарно-технічних паспортів галузевих об'єктів, матеріалів контролю стану охорони праці, обстежень будівель, споруд та інше.

Окрім того, передбачаються організаційні та технічні заходи захисту.

До організаційних заходів належать:

раціональна організація праці;

проведення навчання, інструктажів, планування заходів з охорони праці;

пропаганда безпеки праці;

організація планово-попереджувального ремонту небезпечного устаткування;

висвітлення проблем охорони праці, причин травматизму та аварій у засобах масової інформації.

Технічно заходи захисту поділяються на колективні та індивідуальні.

До засобів колективного захисту належать:

технічні засоби безпеки, призначені для захисту людей від дії механічних факторів (огороджуючі, гальмівні та блокувальні пристрої, прибори дистанційного керування, автоматичного контролю і сигналізації, запобіжні засоби та знаки безпеки);

засоби нормалізації повітряного середовища приміщень і робочих місць (вентиляція, кондиціонування, опалення);

засоби нормалізації освітлення приміщень і робочих місць (джерела світла, освітлювальні прилади);

засоби захисту від різних видів випромінювань (огородження, герметизація, автоматичний контроль);



засоби захисту від шуму і вібрації (звукоізоляція, віброізоляція, огороження);

засоби захисту від ураження електричним струмом (захисні заземлення та занулення);

Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) застосовуються в тому випадку, якщо безпеку праці неможна забезпечити конструкцією та розміщенням устаткування, організацією робочого процесу, архітектурно-планувальними рішеннями, засобами колективного захисту та інші.

У статі 8 Закону України “Про охорону праці” зазначено, що “на роботах зі шкідливими і небезпечними умовами праці, в особливих температурних умовах, у забрудненому середовищі працівникам і службовцям безкоштовно видається спецодяг, спецвзуття та інші засоби індивідуального захисту”.

ЗІЗ поділяються на основні та допоміжні. До основних ЗІЗ належать:

засоби захисту від шуму (навушники та заглушки);

засоби захисту органів дихання (протигази, респіратори);

засоби захисту очей (окуляри, щитки, маски, напівмаски);

засоби захисту голови та обличчя (маски, щитки, капелюхи, каски, калоші);

засоби захисту шкірного покриву (рукавиці, комбінезони, фартухи, халати, костюми, куртки, плащі);

засоби захисту ніг (чоботи, черевики, напівчоботи, боти, бахіли);

засоби захист рук від механічних ушкоджень, опіків, холоду (рукавиці, креми, мило, мазі);

засоби захисту від електричного струму (діелектричні рукавички, боти, чоботи, калоші).

Допоміжні захисні засоби призначені для захисту персоналу від падіння з висоти (запобіжні пояси та страхові канати), для безпечного піднімання на висоту (драбини, кігті).

Власник підприємства на основі актів форми Н-1 організує складання звіту про постраждалих згідно форми, затвердженої міністром, і направляє його у встановленому порядку у відповідні організації.

Якщо нещасний випадок стався у минулому звітному періоді, а постраждалий помер у наступному звітному періоді, то у зв іті за минулий період цей випадок враховується у загальній кількості постраждалих, а у звіті за наступний період - тільки у графі постраждалих із смертельними наслідками.

Власник підприємства зобов'язаний аналізувати причини нещасних випадків, розробляти і здійснювати заходи з попередженням виробничого травматизму та професійних захворювань.

Санепідемстанції у випадку гострого професійного отруєння (захворювання) на основі акту за формою Н-1 заповнюють “картку обліку професійного отруєння (захворювання)” згідно форми, затвердженої Мінздравом для обліку та аналізу цих випадків із застосуванням ЕОМ.

Міністерство, до сфери управління якого належить підприємство, основане на загальнодержавній власності, зобов'язане аналізувати причини виробничого травматизму і гострих професійних отруєнь (захворювань), доводити результати аналізу до відома підлеглих підприємств, використовувати заходи з попередження подібних випадків у подальшому.

Вказані органи через засоби масової інформації повідомляють населенню відповідного району, працівникам галузі про причини нещасних випадків, розроблені заходи з їх попередження, а також про виконання територіальної або галузевої програми з охорони праці.

Органи державного нагляду за охороною праці систематично перевіряють ефективність профілактики виробничого травматизму, гострих отруєнь (захворювань), приймають заходи з виявлення та усунення порушень даного Положення, використовують права, надані їм діючим законодавством.

Уповноважені трудових колективів і представники професійних спілок здійснюють громадський контроль за дотриманням законодавства з охорони праці, правильним розслідуванням і веденням обліку виробничих травм, гострих отруєнь (захворювань) і своєчасним виконанням заходів з попередження подібних випадків.

Підприємства, місцеві органи державної виконавчої влади, Держатомнагляд, Головне управління пожежної охорони, МНС, санітарно-

епідеміологічна служба МОЗ України здійснюють оперативний облік групових нещасних випадків із смертельними наслідками.

Облік виробничого травматизму в цілому ведеться згідно форм державної статистичної звітності по підсумкам року, а гострих професійних труень (захворювань) - по підсумкам першого півріччя та року.

Збір і розробку державної статистичної звітності з питань виробничого травматизму здійснюють органи державної статистики.

Основні причини виробничих травм та професійних захворювань. Вони поділяються на такі основні групи: організаційні, технічні, санітарно-гігієнічні, психофізіологічні, економічні.

До організаційних причин відносяться: відсутність або неякісне проведення навчання та інструктажів з охорони праці; порушення правил, стандартів, норм, вимог інструкцій, технологічних регламентів, правил експлуатації устаткування, транспортних засобів, інструменту; недостатній технічний нагляд та контроль (або його відсутність) за небезпечними роботами; невиконання заходів з охорони праці.

Технічні причини: неспрацьованість виробничого устаткування; недосконалість виробничих процесів; конструктивні недоліки устаткування; відсутність або недосконалість технічних засобів безпеки та інше.

Санітарно-гігієнічні причини: підвищений (вище гранично допустимої концентрації) вміст у повітрі робочої зони шкідливих речовин; підвищені рівні шуму та вібрації; недостатнє освітлення робочих місць; несприятливі параметри мікроклімату; наявність шкідливих та небезпечних випромінювань; порушення правил особистої гігієни.

Психофізіологічні причини: монотонність праці; помилкові дії оператора внаслідок втоми через надмірну важкість виконуваної роботи; напруженість праці; необережність; невідповідність антропометричних або психофізіологічних параметрів оператора використовуваній техніці; незадоволення працею; несприятливий психофізіологічний клімат у колективі.

Економічні: низький заробіток; порушення економічних методів стимулювання праці.

## 5.2 Організація дослідження і методика оцінки стійкості роботи об'єкта промисловості

Дослідження стійкості роботи об'єкта - це всебічне вивчення обстановки, яка може скластися під час НС та визначення її впливу на виробничу діяльність підприємства. Мета дослідження полягає в тому, щоб виявити слабкі місця в роботі об'єкта та виробити найбільш ефективні пропозиції, спрямовані на підвищення його стійкості.

Проводиться воно силами інженерно-технічного персоналу із залученням спеціалістів науково-дослідних та проектних організацій. Організатором та керівником досліджень є керівник підприємства.

Увесь процес планування і проведення досліджень поділяється на три етапи:

I етап - підготовчий;

II етап - оцінка стійкості роботи об'єкта господарювання;

III етап - розроблення заходів, які підвищують стійкість роботи об'єкта в умовах НС.

На першому етапі розробляються керівні документи, які визначають склад учасників досліджень, та організовується їх підготовка.

Основними документами для організації досліджень є:

наказ керівника підприємства, щодо проведення дослідження;

календарний план основних заходів з підготовки до проведення досліджень;

план проведення досліджень.

Наказ керівника підприємства розробляється на підставі вказівок старшого керівника з урахуванням умов, пов'язаних з виробничою діяльністю об'єкта. В наказі вказується:

мета і завдання дослідження;

терміни проведення робіт;

склад учасників досліджень;

склад і завдання дослідницьких груп;

строки підготовки облікової документації.

Календарний план основних заходів з підготовки до проведення досліджень визначає:

- основні заходи;
- терміни їх виконання;
- відповідальних виконавців;
- сили та засоби, які залучаються для виконання завдань.

План проведення досліджень є основним документом, який визначає зміст роботи керівника дослідження і груп головних спеціалістів.

В плані вказується:

- тема дослідження;
- мета дослідження;
- тривалість дослідження (1,5/3 міс.);
- склад дослідницьких груп та зміст їх роботи;
- порядок проведення дослідження.

Термін дослідження встановлюється залежно від обсягу роботи та підготовки учасників і може тривати 2 - 3 місяці. Залежно від складу основних виробничо-технічних служб на об'єкті створюються дослідницькі групи. Їх кількість і чисельність залежить від обсягу завдань, що вирішуються, специфіки виробництва.

На підготовчому етапі з керівниками груп проводиться спеціальне заняття, на якому керівник підприємства доводить до виконавців план роботи, завдання кожної групи та визначає терміни дослідження.

На другому етапі проводиться безпосереднє дослідження стійкості роботи об'єкта. В ході дослідження визначаються умови захисту робітників та службовців від уражаючих факторів, проводиться оцінка уразливості виробничого комплексу від різних уражаючих факторів, оцінюється характер можливих пошкоджень від вторинних уражаючих факторів, вивчається стійкість роботи системи постачання та кооперативних зв'язків з іншими об'єктами, з'ясовуються вразливі місця в системі управління виробництвом.

Кожна група оцінює стійкість відповідних елементів виробничого комплексу та робить необхідні розрахунки.

Група комплексних досліджень (керівник - головний інженер) входять керівники всіх груп. Робить загальну оцінку стійкості роботи об'єкту.

Група досліджень стійкості будівель та споруд (керівник - начальник відділу капітального будівництва) на основі аналізу характеристик і стану виробничих будинків та споруд:

визначає ступінь їх стійкості до дії уражаючих факторів;  
оцінює розміри можливої шкоди від дії вторинних уражаючих факторів;  
проводить розрахунки сил і засобів, необхідних для відновлення виробничих споруд при різних ступенях руйнування.

Крім того, група досліджує та оцінює захисні властивості захисних споруд, визначає необхідну їх кількість на території об'єкта та в замиській зоні. Група досліджень стійкості виробничого обладнання (керівник - головний механік) оцінює стійкість технологічних ліній, верстатів та механізмів і

визначає:  
можливі втрати верстатів, приладів і систем автоматичного управління при різних ступенях пошкодження;  
способи збереження і захисту особливо цінного обладнання;  
потребу в силах і засобах, терміни та обсяги відновних робіт;  
можливості створення резерву обладнання та порядок його використання.

Група дослідження стійкості технологічного процесу (керівник - головний технолог) оцінює стійкість технологічного процесу для чого:

уточнює заходи переведення об'єкту на режим роботи в умовах НС;  
визначає найбільш вразливі ділянки технологічної лінії;  
розробляє варіанти зміни технологічного процесу при нестачі сировини;  
оцінює можливості і терміни безаварійної зупинки виробництва за сигналом "Повітряна тривога" або при раптовому припиненні подачі електроенергії.

Група досліджень стійкості систем енергозабезпечення (керівник - головний енергетик) оцінює:

Стійкість системи електро-, газо- та водопостачання, каналізації та можливість переведення котелень на інші види палива;  
нормативно-необхідні та мінімальні потреби з кожного виду енергії;

основні та додаткові джерела енергопостачання, можливості внутрішніх та зовнішніх джерел;  
стійкість заводських комунікацій;  
наявність та можливості автономних джерел енергопостачання;  
характер можливих аварій і можливість виникнення вторинних факторів ураження та їх наслідки;  
можливі варіанти підвищення стійкості роботи систем енергопостачання;  
варіанти відновлення систем енергопостачання при різних ступенях ураження об'єкта;  
можливість підключення до сусідніх трансформаторних підстанцій.

Група досліджень стійкості матеріально-технічного постачання і транспорту (керівник - начальник відділу матеріально-технічного постачання):  
аналізує систему забезпечення виробничого процесу всім необхідним для випуску продукції в умовах НС;  
оцінює умови відправки продукції і стійкості роботи транспорту;  
обґрунтовує необхідність і створює додаткові запаси сировини, обладнання, комплектуючих виробів, а також визначає місця їх зберігання;  
вивчає стійкість існуючих зв'язків з постачальниками та користувачами;  
складає розрахунки на потрібну кількість будівельних та інших матеріалів для відновлення виробництва і будівництва сховищ на об'єкті та ПРУ в заміській зоні (на підставі заявок інших груп).

Структурний підрозділ з ЦЗ об'єкта господарювання в цей період оцінює загальний стан ЦЗ і визначає заходи для забезпечення захисту робітників і службовців. Для цієї роботи залучається ряд начальників служб, які виконують відповідні функції:

Служба оповіщення і зв'язку вивчає та оцінює стійкість зв'язку з органами ЦЗ, виробничими підрозділами і формуваннями ЦЗ. Оцінює надійність системи зв'язку і оповіщення, повноту обладнання пунктів управління.

Служба сховищ і укрить оцінює інженерний захист робітників і службовців, правильність експлуатації сховищ і укрить, готовність їх до

використання за прямим призначенням. Розраховує час на оповіщення робітників і службовців, збір та укриття їх в захисних спорудах.

Служба радіаційного та хімічного захисту оцінює можливості роботи об'єкта в умовах погіршення радіаційної обстановки і дає пропозиції щодо захисту робітників і службовців від радіоактивного забруднення, визначає типові режими радіаційного захисту людей, розробляє графік працюючих змін для проведення РІНР. Аналізує забезпеченість робітників і службовців засобами індивідуального захисту, умови зберігання та порядок їх видачі. Готує пропозиції щодо організації та ведення радіаційної і хімічної розвідки, організації санітарної обробки людей, знезараження одягу, транспорту, техніки і споруд.

Медична служба розробляє заходи щодо організації медичного обслуговування робітників та службовців на об'єкті і в заміській зоні, а також при проведенні РІНР. Визначає сили і засоби для надання першої медичної допомоги потерпілим. Розробляє рекомендації з організації дозиметричного контролю у разі перебуванні людей у зоні радіоактивного забруднення та рекомендації щодо захисту продуктів харчування і джерел водопостачання.

Служба охорони громадського порядку розробляє заходи з підсилення пропускного режиму, охорони матеріальних цінностей, забезпечення громадського порядку.



## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Ця магістерська робота представляє важливий внесок у вдосконалення систем зчеплення автомобілів, особливо в контексті Автотранспортних підприємств (АТП). Вона зосереджується на розробці та впровадженні новітніх технологічних процесів, які використовують композитні матеріали для підвищення працездатності та надійності систем зчеплення.

Основні аспекти роботи включають:

Глибокий технічний аналіз. Детальний огляд існуючих систем зчеплення, виявлення їх слабких місць та потенційних напрямків для удосконалення.

Інноваційні матеріали. Дослідження композитних матеріалів як ключового елемента для покращення характеристик зчеплення. Розглядається вплив цих матеріалів на довговічність, зносостійкість, а також загальну ефективність системи.

Розробка нових технологічних процесів. Визначення та оптимізація виробничих процесів для виготовлення композитних компонентів зчеплення. Особлива увага приділяється адаптації цих процесів під реальні умови експлуатації в АТП.

Експериментальна перевірка та аналіз. Виконання ряду тестів та експериментів для оцінки ефективності нових розробок, зокрема випробування на зносостійкість, термічну стійкість та інші ключові параметри.

Практична значущість: Аналіз впливу використання нових матеріалів і технологій на загальну ефективність та надійність автомобільних транспортних засобів у умовах АТП.

В цілому, робота є важливим кроком у напрямку підвищення ефективності та надійності автомобільних систем зчеплення, з огляду на постійно зростаючі вимоги до транспортних засобів, що експлуатуються в сучасних АТП.

**БІБЛІОГРАФІЯ**

1. 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.
2. 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.
3. Канарчук В. Є. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. Книга 1 :теоретичні основи. Технологія: підручник / В. Є. Канарчук, О. А. Лудченко, А. Д. Чигиринець – К. : "Вища школа", 1994. – 342 с.
4. Канарчук В. Є. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. Книга 2: організація, планування і управління : підручник / В. Є. Канарчук, О. А. Лудченко, А. Д. Чигиринець – К.: "Вища школа", 1994. – 383 с.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. 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.

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

10. 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.

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

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

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

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

15. 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>.

16. 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.

17. 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.

18. 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.

19. 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.

20. Навчальний посібник «Техноекологія та цивільна безпека.  
частина «Цивільна безпека»» / автор-укладач В.С. Стручок– Тернопіль: ФОП  
Паляниця В. А., – 156 с.