

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Проект ділянки ремонтного цеху для відновлення гальмівного
циліндра автомобіля DAF XF 105 з дослідженням зниження інтенсивності
водневого зношування фрикційних пар гальмівних механізмів автомобілів.

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи МАм-61
спеціальності 274

«Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

	<u>Валентин ДЕХТЯРЕНКО</u> (підпис) (прізвище та ініціали)
Керівник	<u>Андрій ГУПКА</u> (підпис) (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	<u>Михайло ЛЕВКОВИЧ</u> (підпис) (прізвище та ініціали)
Зав. кафедри	<u>Олег ЦЬОНЬ</u> (підпис) (прізвище та ініціали)
Рецензент	<u>Андрій БАБІЙ</u> (підпис) (прізвище та ініціали)

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

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

Кафедра Автомобілів
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Олег ЦЬОНЬ
(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 Дехтяренку Валентину Степановичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект дільниці ремонтного цеху для відновлення гальмівного циліндра автомобіля DAF XF 105 з дослідженням зниження інтенсивності водневого зношування фрикційних пар гальмівних механізмів автомобілів.

Керівник роботи Гупка А.Б., к.т.н., доцент
(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 18 грудня 2023 року

3. Вихідні дані до роботи Ремонтне креслення деталі. Базовий технологічний процес відновлення гальмівного циліндра

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)

Корпус гальмівного циліндра 2 листа – А2

Етапи ремонту та відновлення деталі 1 лист – А1

Карти дефектування 2 листа – А2

Карти технологічних наладок 2 листа – А1

Робоче креслення гальма переднього колеса 1 лист – А1

Карти ескізів механічної обробки 1 лист – А1

Графічні залежності зношування гальмівних колодок 1 лист – А1

Дільниця ремонту деталей гальмівної системи 1 лист – А1

РЕФЕРАТ

Магістерська робота на тему «Проект дільниці ремонтного цеху для відновлення гальмівного циліндра автомобіля DAF XF 105 з дослідженням зниження інтенсивності водневого зношування фрикційних пар гальмівних механізмів автомобілів» виконана на кафедрі Автомобілів Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Робота складається із 62 аркушів пояснювальної записки формату А4, 10 листів формату А1.

Магістерська робота, присвячена темі відновлення гальмівного циліндра автомобіля, ставить своєю метою глибокий аналіз процесів відновлення гальмівних циліндрів та розробку оптимальних підходів до їх ремонту. Це дослідження спрямоване на розв'язання практичних завдань, пов'язаних з ефективним відновленням цих ключових елементів гальмівної системи. Детальне вивчення факторів, що впливають на стан гальмівних циліндрів та викликають їх дефекти, дозволить розробити нові стратегії діагностики та оптимальні методи відновлення.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	1
ЗМІСТ	2
ВСТУП	4
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ	5
1.1 Характеристика робочого вузла, автомобіля який підлягає ремонту	5
1.2 Характеристика умов роботи і основних процесів зношування трибоспряжень робочого гальмівного циліндра	8
1.3 Аналіз умов роботи і причин зношування колісного гальмівного циліндра	9
1.4 Розробка технологічного процесу складання робочого гальма переднього колеса автомобіля	11
1.5 Етапи розробки ремонтного креслення відновлюваної деталі	13
1.6. Загальна інформація про характер та механізм зношування деталі	14
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	17
2.1 Технологічний процес дефектування відновлюваної деталі	17
2.2 Характеристика основних деталі дефектів. складання технологічних маршрутів відновлення деталі	19
2.3 Вибір раціонального способу відновлення зношеної поверхні деталі	20
2.4 Комплекс технічних вимог на відновлення зношеної поверхні деталі	23
2.5 Технологічний процес відновлення колісного гальмівного циліндра. Вибір технологічного обладнання, оснащення, різального та вимірювального інструментів	23
2.6 Розрахунок та вибір режимів виконання технологічних операцій і визначення норм часу.	28
3 КОНСТРУКТОРСЬКИ РОЗДІЛ	35
3.1 Розробка конструкцій спеціальних верстатних пристосувань і технологічного обладнання	35
3.1.1 Патрон повідковий. Призначення та принцип роботи	35
3.1.2 Похибки базування при встановленні деталей в центрах	35

3.1.3 Пристосування для свердління отворів. Призначення та принцип роботи	36
3.1.3 Пристосування для обкатки циліндричної поверхні штока	39
3.1.4 Пристосування для розвертування і зенкерування отвору вуха штока	44
4. НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ	47
4.1 Дослідження процесу водневого зношування	47
4.2 Дослідження гальмівних наклад з титановим напиленням	49
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	56
5.1 Організація роботи по охороні праці на підприємстві	56
5.2 Оцінка хімічної обстановки при аваріях на об'єктах, що мають сильнодіючі отруйні речовини	57
ВИСНОВКИ	62
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	63

ВСТУП

У сучасному автомобільному виробництві безпека та надійність гальмівної системи є критичними аспектами, що визначають якість та функціональність автотранспортних засобів. Гальмівний циліндр, як важлива складова цієї системи, відіграє ключову роль у забезпеченні ефективного гальмування та безпеки на дорозі. Проте, з течією часу та інтенсивним використанням, гальмівні циліндри піддаються зношуванню та пошкодженням, що може негативно впливати на їх функціональність та тривалість служби.

Враховуючи технічні вимоги та стандарти, магістранти вивчатимуть сучасні технології відновлення, включаючи використання нових матеріалів та інноваційних методів ремонту. Усвідомлення важливості та актуальності даної проблематики та розробка ефективних стратегій відновлення гальмівних циліндрів сприятиме не лише покращенню технічного стану автомобільних гальмівних систем, але й забезпечить високий рівень безпеки та надійності на автомобільних дорогах.

Вивчаючи технічні аспекти роботи гальмівних циліндрів, а також враховуючи сучасні матеріали та технології, робота спрямована на розробку оптимальних стратегій ремонту з метою підвищення ефективності гальмування та тривалості служби автомобільної гальмівної системи.

1. ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1. Коротка характеристика вузла, який ремонтується

Вантажні автомобілі DAF XF 105 та їх модифікації обладнані двома системами гальм: робочою, яка діє на всі колеса автомобіля, та стоянковою, що діє на трансмісію.

Робоча гальмівна система – є основною і призначена для гальмування автомобілю під час його руху. Вона має гідравлічний привід та обладнана гідровакуумним підсилювачем. Робоча гальмівна система складається з наступних вузлів: головний гальмівний циліндр, гідровакуумний підсилювач, гальма передніх і задніх коліс, які містять робочі гальмівні циліндри гальмівні колодки, гальмівні барабани, клапану керування, з'єднувальної арматури.

Стояночна гальмівна система – колодочна, барабанного типу, встановлена на коробці зміни передач – повинна загальмовувати автомобіль на стоянках, та утримувати його на уклонах. Крім застосування стояночної гальмової системи для гальмування автомобіля на стоянках, нею можна користуватись як аварійним гальмом для тих чи інших непередбачених неполадках гідравлічної системи, що випадково виникли під час руху автомобіля.

Гальма передніх коліс, складаються з ряду стандартних деталей та виробів, а також ряду складальних одиниць.

Базовою деталлю – є гальмовий щит, на який монтуються у визначеній послідовності окремі складальні одиниці та стандартні кріпильні деталі типу (болт, гайка, шайба, заклепка, шплінт и т.д.).

До складу робочого гальму переднього колеса відносяться такі складальні одиниці:

- щит переднього колеса гальма у зборі;
- циліндр колісний переднього гальма у зборі;
- гальмова колодка “ліва” у зборі;
- гальмова колодка “права” у зборі;

- масло відбивач переднього гальма у зборі.

Якщо розглядати гальмівну систему вантажного автомобіля DAF XF 105, то можна прийти до висновку що однією з найважливіших деталей, які можна відновлювати і від працездатності якої залежить робота гальм є гальмівний колісний циліндр. Беручи до уваги головний гальмівний циліндр, гідропідсилювач і колісні гальмівні циліндри можна констатувати той факт, що основними причинами порушення їх працездатності є зношування гумових манжет та зношування циліндричних поверхонь, по яких рухаються поршні, що приводить до втрат робочої рідини. Якщо гумові манжети можна замінити і відновити працездатність вузлів, то внутрішні циліндричні поверхні передбачають застосування обладнання для ремонту.

У випадку витікання робочої рідини з головного гальмівного циліндра та підсилювача є можливість забруднення прилеглих до них деталей кузова і навколишнього середовища. У випадку колісного гальмівного циліндра, в разі порушення цілісності захисного ковпачка, витікання робочої рідини здійснюється в зону сухого тертя гальмівної колодки і гальмівного барабана, що приводить до зниження коефіцієнта тертя внаслідок утворення мастильного шару. Наслідком цього може бути зниження гальмівного зусилля на даному колесі автомобіля і гальмівного балансу всіх коліс. Наявність такого явища може викликати непередбачене уведення автомобіля в бік під час гальмування, що негативно вплине на безпеку руху і може бути причиною ДТП.

Колісний циліндр гальма вантажних автомобілів DAF XF 105 зображено на рис.1.1.

Кожен колісний циліндр (рис.1.1) має два поршня 2, дві ущільнюючі манжети 3, дві розпірні чашки 4 та пружину 6. Розпірна чашка 4 постійно притискає кромку манжети 3 до дзеркала циліндра 5, що забезпечує надійне ущільнення. Для уникнення потрапляння в циліндр вологи, піску, продуктів зношування ззовні, з обох боків на торці циліндра встановлено захисні ковпачки 1.

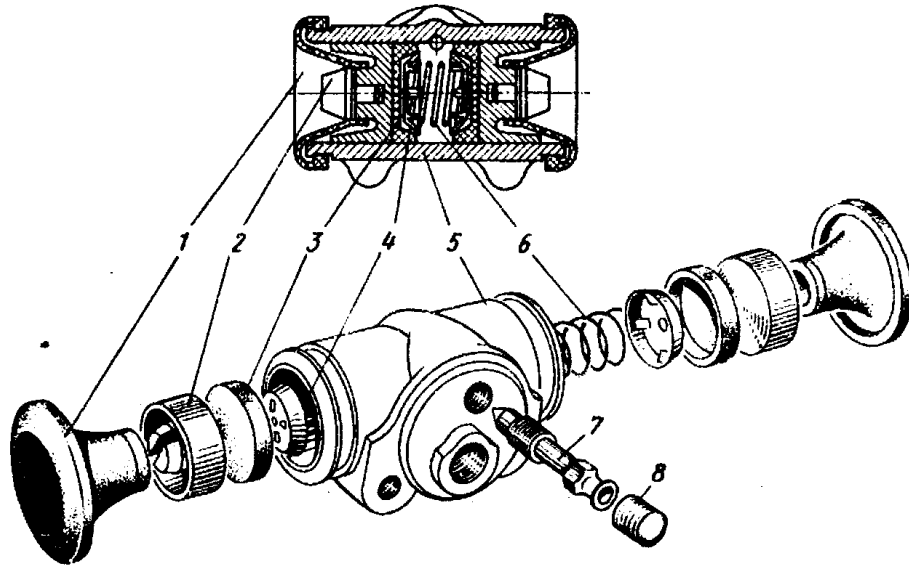


Рисунок 1.1. Колісний циліндр гальма:

1-захисний ковпачок циліндра, 2-поршень, 3 манжета, 4-розпорна чашка, 5-циліндр, 6-пружина, 7-клапан циліндра, 8 - ковпак клапана.

Колісний циліндр має два отвори: один (нижній) з'єднує порожнину циліндра з системою гідравлічного приводу, а другий (верхній) для випуску повітря з системи при заповненні її робочою рідиною. В отвір для випуску ввернуто перепускний клапан 7, який при повному закручуванні забезпечує герметичність циліндра конусним кінцем, а при відкручуванні на 1/2-3/4 оберту з'єднує порожнину циліндра з атмосферою. Запобігти забрудненню отвору клапана допомагає гумовий захисний ковпачок 8 з гофрованою зовнішньою поверхнею.

Геометричні розміри колісного циліндра переднього гальма зображено на рис. 1.2.

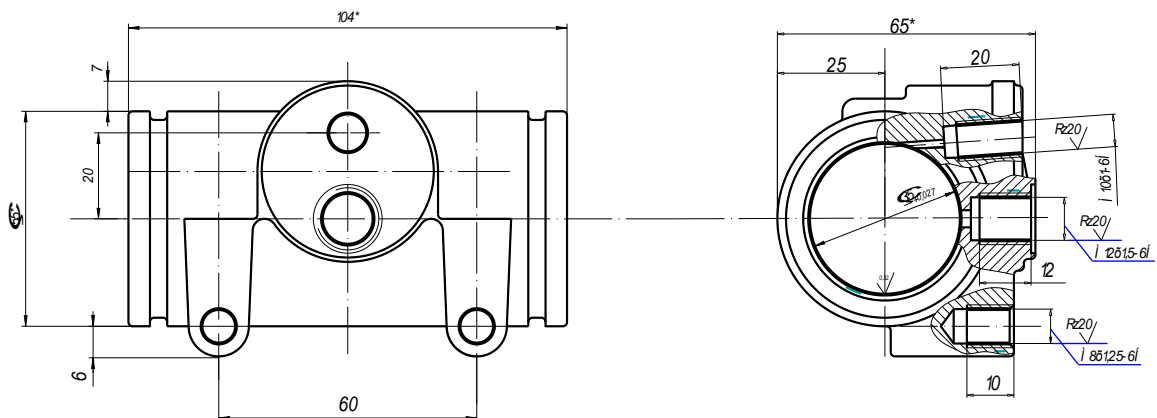


Рис. 1.2 Колісний циліндр переднього гальма.

1.2. Характеристика умов роботи і основних процесів зношування сполучень робочого гальмівного циліндра

В процесі руху автомобіля гальмівна система є однією з найважливіших систем, що забезпечують безпеку руху. При натисканні водієм педалі гальма тиск, що створюється в системі гальм передається через трубопроводи до колісних циліндрів через гідровакуумний підсилювач. Поршні колісних гальмівних циліндрів діють на гальмівні колодки, які в свою чергу притискаються до гальмівних барабанів, що жорстко з'єднані з колесами автомобіля. Таким чином відбувається гальмування автомобіля, або його повна зупинка.

Виходячи з вищевикладеного можна визначити основні шкідливі фактори, що присутні при роботі гальмівної системи. Це перш за все високий, до 150 кгс/см^2 тиск при різких гальмуваннях, наявність високих температур, в зонах тертя колодок з гальмівними барабанами, які передаються до всіх деталей колісних гальм, а також і робочій гальмівній рідині.

Існує ряд видів зношувань, які негативно впливають на працездатність гальм. До таких видів зношування відносяться:

- абразивне зношування, що полягає у проникненні в зону тертя деталей абразивних часток з високою, у порівнянні з матеріалом деталі твердістю;
- корозійне зношування – є наслідком контакту поверхонь деталей з агресивними середовищами в наслідок чого може відбутися відшарування поверхонь деталей, або їх руйнування;
- механічне зношування, виявляється у наслідок тертя поверхонь деталей.

Отже наявність шкідливих факторів і основних процесів зношування та їх інтенсивність визначають надійність гальмівної системи в цілому.

1.3. Аналіз умов роботи і причин зношування колісного гальмівного циліндра

Серед основних факторів, враховуючи умови експлуатації, які впливають на ефективність роботи колісного гальмівного циліндра: підвищений тиск в гідроприводі гальмівної системи автомобіля; висока температура в зоні контакту гальмівних колодок з гальмівним барабаном, як результат сухого тертя в зоні контакту; можливі тимчасові спалахи температури на поверхнях тертя при різкому гальмуванні; наявність абразивного матеріалу, продуктів зношування. Вологи в зоні тертя; динамічний характер навантаження, вібрації та інше.

Серед основних видів зношування робочих поверхонь деталей трибоспряжень в гальмівних циліндрів: абразивне зношування (в основному його механічна форма) та механічне зношування. Виникає абразивне зношування при наявності зони тертя. Як абразивних частинок, так і продуктів зношування. В залежності від співвідношення твердостей абразивних частинок та твердості матеріалу реалізується або процес мікрорізання або процес пластичного деформування матеріалу поверхонь тертя. Виникненню процесу мікрорізання між поверхнями тертя сприяє наявність з зоні контакту гострих абразивних частинок. При пластичному деформуванні абразивні зерна заокругленої форми ковзають між поверхнями тертя. Крім цього на характері протікання обох процесів впливають також розміри та концентрація абразивних частинок.

В результаті переміщення поршня по поверхні гільзи циліндра та його силової механічної дії відбувається механічне руйнування матеріалу поверхневого шару гільзи циліндра. Контакт поверхонь тертя обох деталей відбувається в тонких поверхневих шарах матеріалів – вторинних структурах, які кардинально відрізняються по хімічних, фізико-механічних, термодинамічних характеристиках від аналогічних характеристик вихідного матеріалу. В процесі тертя поверхні деталей контактують між собою по окремих плямах дотику, які безперервно виникають, трансформуються та

зникають, змінюючи при цьому свої форми та розміри. Між контактуючими поверхнями в зонах дотику, виникають фрикційні зв'язки. Процес зношування характеризується механізмами виникнення та руйнування цих зв'язків. Описати дані механізми доволі складно через появи перехідних процесів, появи максимальних локальних температур, процесами окислення, адсорбції та інших.

В результаті дії вібрації погіршується стан різьбових з'єднань циліндра, що проявляється у пошкодженні різьбової поверхні, деформації різьбових отворів, само викручування кріпильних болтів, що унеможлиблює їх подальшу експлуатацію.

До найбільш зношуваних поверхонь гальмівного циліндра відносяться внутрішній діаметр (збільшення розміру, внаслідок зношування) та різьбова поверхня (зношення витків різьбової поверхні). Внаслідок зношування поверхні по внутрішньому діаметрі, збільшуються витрати робочої рідини, як в режимі роботи гальмівної системи автомобіля, так і при його стоянці. Зношування внутрішньої поверхні призводить до пошкодження захисного ковпачка, в результаті чого робоча гальмівна рідина потрапляє на поверхні гальмівних колодок, тобто змащує контакт між гальмівними колодками та гальмівним барабаном. Як наслідок, знижується коефіцієнт тертя, який призводить до дисбалансу зусиль гальмування на колесах автомобіля, що призводить до зниження безпеки руху автомобіля.

Відказ в системі роботи гальмівної системи може відбутися внаслідок зменшення рівня гальмівної рідини в даній системі, через можливе потрапляння повітря в головний гальмівний циліндр системи і в подальшому по системі трубопроводів, до інших вузлів та механізмів. Враховуючи те, що повітря добре стискається, його наявність в тормозній системі суттєво зменшує робочий тиск і відповідно збільшує величину ходу педалі гальма автомобіля.

Поряд з цим, на характер герметичності системи гальмування автомобіля, а також можливості витікання робочої рідини із системи впливає пошкодзованість різьбових поверхонь в місцях з'єднання деталей колісних циліндрів з механізмом гідроприводу. Розбалансування функції гальмівної

системи може відбутися при порушенні розміщення гальмівного циліндра відносно гальмівних колодок, в результаті механічного пошкодження, або викришування різьбових поверхонь системи з'єднання

Зняття основних елементів гальмівної системи з автомобіля передусім процес миття автомобіля в цілому. В подальшому, піднімають передню вісь автомобіля, знімають колеса та гальмівні барабани. Після зняття пружин, підлягають технічному огляду гальмівні колодки. Завершується процес розбирання механізму переднього гальма зняттям гальмівного циліндра із щита.

Послідовність процесу розбирання гальмівного циліндру автомобіля: з гальмівного циліндра зливаються залишки робочої гальмівної рідини; одночасно із зняттям пружини і розпірних чашок знімають захисні ковпачки з боків циліндра, в результаті натискання на один із робочих циліндрів; з робочих поверхонь поршнів знімаються манжети та викручується перепускний клапан. Всі зняті із гальмівної системи деталі проходять контроль їх технічного стану.

1.4. Розробка технологічного процесу складання робочого гальма переднього колеса

При розробці технологічної схеми складання даного вузла детально аналізується його конструкція згідно робочого креслення та можливість прив'язки даної схеми до існуючих прогресивних технологічних методів складання. Структура технологічного процесу складання реалізується у строгій послідовності з прив'язкою до конструктивних особливостей вузла.

Для любого вузла, для якого складається його технологічний процес складання, основним документом являється схема складання. Крім цього дана схема може бути зреалізована також в ремонтній дільниці, в якості самостійного технологічного документу. Поряд зцим, враховуючи рівень трудомісткості ремонтних робіт стає можливим обґрунтований вибір

оптимальної кількості робочих місць (постів) при реалізації розбірно-складальних операцій.

Послідовність технологічного процесу схеми розбирання складальної одиниці (вузла): початковий етап схеми розбирання – складальна одиниця, завершальний етап схеми розбирання – деталь. Послідовність технологічного процесу схеми складання складальної одиниці (вузла): початковий етап схеми складання – деталь, завершальний етап схеми складання – складальна одиниця. В таблиці 1.1 приведена послідовність технологічного процесу складання робочого гальма переднього колеса автомобіля.

Таблиця 1.1

Послідовність технологічного процесу складання робочого гальма переднього колеса автомобіля.

Номер позиції	Найменування деталі	Номер деталі (позначення)	Кіл-ть деталей
8	Щит переднього гальма	52-350112	1
14	Регулювальний ексцентрик	51-3501036	2
15	Пружина регулювального ексцентрика	51-3501037	2
17	Болт регулювального ексцентрика	52-3502038	2
16	Шайба болта регулювального ексцентрика	252016-П8	2
2	Циліндр колісний переднього гальма	52-3501046	1
31	Поршень колісного циліндру	51-3501042-А	2
29	Чашка розпірна циліндра переднього гальма	51-3502052	2
30	Манжета ущільнювальна поршня колісного циліндра.	51-3501051	2
28	Пружина колісного циліндру	51-3502053	1
32	Ковпак захисний колісного циліндру	51-3501058	2
18	Клапан пропускний колісного циліндру	53-3501048	1
19	Ковпачок пропускного клапану	12-3501049	1

3	Екран колісного клапану	53-3501050	1
2	Циліндр колісний переднього гальма у зборі	52-3501040Т1 201455-П8	1
20	Болт кріплення колісного циліндру	252135-П2	2
21	Шайба пружинна	53-350109053-	2
1	Гальмова колодка “ліва” у зборі	3502068	1
6	Гальмова колодка “права” у зборі		1
0	Палець опорний колодок переднього гальма	51-3501028	2
12	Гайка опорного пальця	250561-П8	2
11	Шайба пружинна опорного пальця	252139-П2	2
9	Пластина опорних пальців	51-3501030-А	1
4	Пружина стяжна колодок	51-3501035	1
22	Масловідбивач	53А-3501060	1
23	Болт щиту переднього гальма	290853-П8	6
24	Гайка	292816-П8	6
25	Шплінт болта переднього гальма.	258039-П	6
	Робочий гальм у зборі	53-3501100	1

1.5. Етапи розробки ремонтного креслення відновлюваної деталі

При розробці ремонтного креслення деталі, поверхні, які обробляються в процесі ремонту показують основною товстою суцільною лінією, решта поверхонь деталей – тонкою суцільною лінією. Крім цього на ремонтному кресленні приведена таблиця дефектів, де вказані місця знаходження дефектів відповідно до конкретного номеру.

Згідно технічних вимог, ремонтне креслення містить інформацію у вигляді видів розрізів та перетинів, граничних відхилень розмірів, допуски на взаємне розміщення поверхонь та осей, основні параметри точності та якості ремонтних поверхонь (твердість матеріалу деталі, шорсткість поверхонь). Крім цього, на ремонтному кресленні міститься інформація про необхідні

геометричні параметри ремонтних деталей, які необхідні для розрахунку режимів різання, складових норм часу, вибору типу та кількості необхідного обладнання, оснащення, різального та вимірювального інструментів.

Інформативною являється також таблиця дефектів, яка розміщена на ремонтному кресленні, куди занесено дані про характери основних дефектів та можливі способи їх усунення. Поряд розміщена інформація про умови виникнення та характер дефектів при наявності яких деталь не підлягає відновленню, а також розроблений технологічний процес відновлення поверхонь деталей із вибором основного способу відновлення. Крім цього, вказано схему базування з вибором основних баз при виконанні конкретних ремонтних операцій.

1.6. Загальна інформація про характер та механізм зношування деталі.

Проведено системний аналіз впливу основних силових та кінематичних факторів, зовнішнього середовища на процеси зношування робочих поверхонь гальмівного циліндру. До основних факторів віднесено: максимально високий тиск в гідравлічному приводі системи гальмування; висока температура, як наслідок виникнення режиму сухого тертя між гальмівним барабаном та гальмівними колодками; перепад температур при пуску та зупинці двигуна автомобіля. До експлуатаційних факторів відносяться: можливе потрапляння абразиву, продуктів зношування, вологи в зону фрикційного контакту; поява вібрації та динамічних навантажень при русі автомобіля.

Серед основних причин, які призводять до інтенсивного зношування робочих (циліндричних) поверхонь гальмівних циліндрів – абразивне та механічне зношування. При абразивному зношуванні в зону тертя потрапляють тверді абразивні частинки та продукти зношування. Інтенсивність абразивного зношування та його вид залежить від співвідношення твердостей абразиву та матеріалу деталі. При більшій твердості абразиву, у порівнянні із твердістю матеріалу, відбувається процес мікрорізання, або пластичної деформації, що залежить також від геометрії та форми абразивних частинок. При наявності

гострих граней абразивних частинок відбувається мікрорізання. При наявності округлої форми абразивних частинок, при їх ковзанні по поверхні реалізується процес пластичної деформації, з утворенням характерних лунок.

Механічний характер зношування проявляється при механічній дії, в результаті контакту деталей трибоспряжень. В даному вузлі, механічне руйнування робочої поверхні циліндра, є результатом дії сили із сторони поршня, який переміщається в середині циліндра. Контакт робочих поверхонь при терті відбувається в тонкоплівочному об'єкті матеріалів обох деталей, в так званних вторинних структурах.

Тонкі плівки вторинних структур характеризуються особливими фізико-механічними та хімічними властивостями відмінними від властивостей основного металу.

При контакті поверхонь тертя під дією перелічених вище факторів утворюються так звані плями дотику, форма та геометричні розміри яких змінюються в процесі тертя. Дані плями дотику, які характеризуються взаємодією механічних виступів на контактуючих поверхнях, називаються фрикційними зв'язками. Механізми виникнення, трансформації та руйнування даних зв'язків, розглянуті в молекулярно-механічній теорії тертя та зношення, структурно енергетичній теорії та інші. Відсутність єдиної теорії тертя та зношування зумовлена складністю та термо-динамічним характером протікання процесів в зоні контактів, невизначеністю перехідних процесів, локалізація всіх процесів в тонкоплівочних об'єктах, синергетичним впливом мастильного та навколишнього середовища, процесами окислення, дифузії та інших.

До негативних факторів відноситься також дія вібрації, що призводить до погіршення стану різьбових з'єднань. Внаслідок пошкодження різьбових поверхонь та отворів, і як результат самовільне викручування кріпильних болтів. Подальша експлуатація даної деталі та вузла в цілому не можлива.

До основних видів зношування колісного гальмівного циліндра відносяться: збільшення внутрішнього діаметра та пошкодження різьби. Зношування внутрішнього діаметру циліндра приводить до втрат робочої рідини, як при роботі гальмівної системи так і при стоянці автомобіля. Більше

того гальмівна рідина, що потрапляє через пошкоджений захисний ковпачок може потрапити до гальмівних колодок і таким чином стати мастилом між ними і гальмівним барабаном. При цьому зниження коефіцієнту тертя приводить до утворення дисбалансу гальмівних зусиль на колесах автомобіля. Це суттєво знижує безпеку руху автомобіля.

Падіння рівня робочої рідини в системі гальм може привести до відказу системи в цілому внаслідок потрапляння повітря (яке за своєю природою є речовиною, що добре стискається) в головний гальмівний циліндр, а з нього по трубопроводам і до інших складових системи. Наявність повітря в системі зменшує робочий тиск в системі і збільшує хід педалі гальма.

Пошкоджені різьбові з'єднання колісних циліндрів з гідроприводом приводять до зниження герметичності системи гальм і витікання гальмівної рідини. Різьбові кріплення колісних циліндрів до гальмівних щитів в результаті пошкодження або виламування можуть викликати порушення розташування циліндра відносно гальмівних колодок неможливість виконувати покладені на нього функції.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Технологічний процес дефектування відновлюваної деталі

Деталь, яка має відповідні відхилення від вимог встановлених нормативними документами є дефектною. В основі розробки технологічного процесу дефекації деталі є детальний аналіз її технічного стану, а також можливість її подальшої експлуатації. При розробці технічних умов на процес дефекації деталі використовують два основні критерії в процесі оцінювання її технічного стану:

- Критерії можливої подальшої експлуатації деталі, при умові забезпечення необхідного ресурсу на період до планового ремонту;
- Критерії критичного стану деталі, при якому не можлива подальша її експлуатація. Дана деталь або підлягає ремонту, якщо це економічно вигідно за вибраною технологією ремонту, або вона замінюється на нову.

Порядок оцінювання дефектного стану поверхонь деталі: загальний аналіз для оцінювання робочого стану деталі – візуальний огляд; аналіз параметрів точності розмірів та форми поверхні – лінійний мірний інструмент; аналіз параметрів якості матеріалу даної деталі (технологічні, фізико-механічні, експлуатаційні властивості) – спеціальні контрольні пристрої; аналіз параметрів пошкоджуваності поверхонь деталей (тріщини, мікротріщини, нещільності) – стенди для гідравлічних та пневматичних досліджень, дефектоскопи.

Перед початком дефекації всі поверхні деталі підлягають механічній очистці, знежирюванню та миттю, які проводяться за допомогою спеціальних приспособлень, миючих та обезжирюючих засобів на спеціальних стендах.

– Під час роботи колісний циліндр сприймає різноманітні дії зовнішнього середовища, які приводять до виникнення в ньому наступних дефектів, які перелічені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Карта дефектації деталі – колісний циліндр переднього гальма автомобіля

позначення		Спосіб встановлення дефекту та вимірвальний інструмент	Розміри, мм			Висновок
			номінальний	допустимий без ремонту	допустимий для ремонту	
	Найменування дефектів					
	Обломи і тріщини, не вказані в п.2	Огляд	—	—	—	Бракувати
	Обломи або тріщини на бобишках під болти кріплення циліндра					Ремонтувати. Наплавлення
	Риски, раковини, задири або зношування циліндру по діаметру	Огляд. Пробка 35,10 мм або нутромір індикаторний 35 — 50 мм	35+0,027	35.10 при відсутності рисок, раковини задирів	Більше 35,1 або наявності рисок, раковин та забоїв	Ремонтувати Розточування до ремонтного розміру Бракувати при розмірі більше 35,65 мм
5,	Різьби: M8x1.25 кл. 2 M10x1 кл. 2 M12x1,25 кл. 2					

2.2 Характеристика дефектів, складання технологічних маршрутів відновлення деталі

Карта сполучення дефектів наведена в таблиці 2.2

Таблиця 2.2

Карта сполучення дефектів по маршрутах. Колісний циліндр робочого гальма.

Номер дефекту	Найменування дефекту	Номер маршруту та сполучення дефектів		
		I	II	III
1	Обломи, або тріщини на бобишках під болти кріплення циліндру.	+	—	—
2	Риски, раковини, задери або зношування циліндру за діаметром	+	+	+
3	Пошкодження різьби	+	+	—
4	Пошкодження різьби	+	+	—
5	Пошкодження різьби	+	+	—

Для усунення дефекту 1 прийнято один варіант технологічного процесу, який передбачає виконання однієї операції: наплавочної (напівавтомат зварювальний А-537У).

Для усунення дефекту “пошкодження різьби” прийнято один варіант технологічного процесу, який передбачає виконання однієї операції: свердлильної (для розсвердлення отвору) та свердлильної (для нарізання різьби мітчиком).

Для усунення дефекту “зношення циліндру за діаметром” прийнято два варіанта технологічного процесу:

1. Варіант.

1.1 Токарна

1.2 Хонінгувальна

2. Варіант.

2.1 Залізнення

2.2 Токарна

2.3 Хонінгувальна

З вище приведених варіантів технологічного процесу, найбільш ефективним є перший “1” варіант, так як до його складу входять дві механічні операції, що порівнянні з іншими потребує меншого залучення: обладнання, робітників, ріжучого та вимірювального інструменту. Також забезпечуються менші затрати фізичної праці та часу на проведення операції усунення дефекту, у порівнянні з другим варіантом.

2.3 Вибір раціонального способу відновлення зношеної деталі

Раціональний вибір способу відновлення зношеної деталі є ключовим завданням, оскільки від цього залежить не лише ефективність відновлення, але і тривалість служби відновленої деталі. Для прийняття обґрунтованого рішення слід враховувати кілька факторів:

Ступінь Зношування: Аналіз ступеня зношування деталі визначить, наскільки значущим є вплив зношення на її функціональність та чи варто взагалі відновлювати чи замінювати.

Тип та Матеріал Деталі: Різні матеріали вимагають різних методів відновлення. Наприклад, для металевих деталей може бути застосовано зварювання чи обробку, тоді як для пластикових можуть підійти методи термоформування чи використання спеціальних клеїв.

Фінансові Обставини: Вартість відновлення порівняно з вартістю нової деталі грає важливу роль. Якщо відновлення є фінансово вигіднішим і не порушує безпеку чи ефективність, це може бути більш раціональним вибором.

Технічні Вимоги: Врахування технічних вимог, які пред'являються до деталі, допомагає обрати метод відновлення, який відповідає стандартам та забезпечує відновленій деталі необхідні технічні характеристики.

Термін Служби: Якщо термін служби відновленої деталі має велике значення, слід враховувати методи відновлення, які забезпечують максимальну тривалість її функціонування.

Екологічні Фактори: Врахування впливу вибору методу на навколишнє середовище може бути важливим аспектом, особливо в умовах, коли екологічна стійкість стає пріоритетом.

Раціональний вибір ґрунтується на балансі між цими факторами та враховує конкретні умови та вимоги конкретної ситуації. Важливо також брати до уваги технічний прогрес та новітні технології, які можуть представляти нові можливості для ефективного відновлення деталей.

Коефіцієнт для визначення ефективності використовуваного способу відновлення деталі визначається за формулою:

$$K_i = K_z \cdot K_n \cdot K_n \cdot K_e,$$

Де: K_z – коефіцієнт ефективності використаного способу;

K_n – коефіцієнт по параметру надійності;

K_n – коефіцієнт по параметру продуктивності;

K_e – коефіцієнт по параметру економічності.

Передумови для визначення коефіцієнта ефективності використаного способу по відновленню деталі:

- у випадку невідповідності однієї з характеристик відновлювальної деталі вибраному методу відновлення за його технологічними можливостями – даний метод відновлення не застосовується;

- при умові повної відповідності характеристик відновлювальної деталі технологічним можливостям вибраного методу відновлення – даний метод використовується із врахуванням технологічних можливостей данного цеху або дільниці.

Формула для визначення коефіцієнта запасу надійності:

$$K_H = f(K_{zn} K_{zc} K_{\text{вм}})$$

Де: K_H – коефіцієнт запасу надійності;

K_{zn} – коефіцієнт інтенсивності зношування;

K_{zc} – коефіцієнт умов зчеплення;

$K_{\text{вм}}$ – коефіцієнт міцності по параметру втомленості.

Конкретні числові значення перелічених коефіцієнтів визначаються в результаті лабораторних та стендових досліджень процесів тертя та зношування, зчеплюваності поверхонь тертя, досліджень на втомну міцність.

В загальному розрахунковий коефіцієнт довговічності деталі, як правило залежить від перелічених аргументів. У конкретних випадках при аналізі деталі, щодо її відношення до певної групи відносно вибраного процесу відновлення даний коефіцієнт може залежати від двох, або навіть від одного аргумента.

При розрахунку коефіцієнта по параметру продуктивності використовують так званий відносний коефіцієнт. В якості базового коефіцієнта, який дорівнює 1, вибрано метод ручного дугового наплавлення. Значення відносного коефіцієнта суттєво залежить від продуктивності вибраного методу наплавлення. Більше значення коефіцієнта відповідає більшій продуктивності процесу.

Техніко-економічну оцінку ефективності вибраного технологічного методу відновлення деталі визначають за коефіцієнтом по параметру економічності.

В якості базового використано відносний коефіцієнт при розрахунку коефіцієнта економічності. Значення даного коефіцієнта, який дорівнює 1, вибрано при дуговому ручному наплавленні деталі. Збільшення значення відносного коефіцієнта економічності свідчить про більш високі техніко-економічні показники вибраного методу наплавлення.

Значення інтегрального коефіцієнта при використанні методу ремонтних розмірів визначається за формулою:

$$K_i = 0,9 \cdot 1,0 \cdot 2,6 \cdot 5 = 11,7$$

2.4 Комплекс технічних вимог на відновлення зношеної деталі

В якості матеріалу для виготовлення гальмівного циліндру вибрано сірий чавун СЧ-21 із твердістю матеріалу робочої поверхні після процесу відновлення HRC_E 41...45. Вибір високоякісного матеріалу зумовлений особливими вимогами до експлуатації гальмівних циліндрів, внаслідок виникнення високих тисків і необхідності забезпечення надійної герметичності.

До основних вимог по параметрах точності та якості, відносяться параметри круглості робочої поверхні циліндра (не більше 0,004мм), шорсткості робочої поверхні в межах $Ra \leq 1,6$ мкм, при відсутності рисок після механічної обробки на робочих поверхнях

2.5 Технологічний процес відновлення колісного гальмівного циліндра. Вибір технологічного обладнання, оснащення, різального та вимірювального інструментів.

Найбільш суттєвим дефектом робочих поверхонь гальмівного циліндра є інтенсивне зношування його внутрішньої робочої поверхні а також наявність поршнів із збільшеним діаметром зовнішньої поверхні. В практиці ремонту аналогічних деталей та вузлів, з метою відновлення працездатності циліндро-поршневої групи використовують метод ремонтних розмірів. До

переваг даного методу можна віднести: висока економічна ефективність; необхідність лише механічної обробки внутрішньої поверхні гільзи із забезпеченням необхідного розміру (діаметра)

При необхідності відновлення працездатності (цілісності) бобишок, які служать для кріплення гільз циліндрів використовують метод їх відновлення із застосуванням методу наплавлення, а також методів для відновлення різьбової поверхні.

Процес розробки технологічного процесу включає в себе два етапи по розробці відповідної технологічної документації, яка в подальшому використовується при складанні технологічних процесів ремонту та відновлення, як вузлів та агрегатів в цілому, так і окремих деталей:

I етап – розробка комплексу технологічної документації для проведення капітального ремонту та експлуатаційного обслуговування виробу в цілому, або окремих його частин із присвоєнням знаку РО.

II етап – розробка комплексу технологічної документації для проведення серійного ремонту та експлуатаційного обслуговування виробу в цілому, або окремих його частин з присвоєнням знаку РА.

В таблиці 2.3 приведені характеристики основних етапів розроблення технологічних процесів, як для дрібносерійного, так і серійного ремонтних виробництв із виділенням основних задач кожного етапу.

Таблиця 2.3

Характеристика основних етапів розроблення технологічних процесів

Основні етапи розроблення технологічних процесів	Основні задачі етапу
1	2
1. Вихідні дані для розроблення технологічного процесу.	Аналіз конструкторської-технологічної документації на деталь або вузол. Технічні вимоги на процес дефекації деталі. Технічні вимоги на відновлення деталі, процес ремонту вузла, агрегату, машини в цілому. План ділянки для проведення даних робіт із ознайомленням довідкової інформації.

2. Аналоги діючих типових одиничного та групового технологічних процесів.	Ознайомлення із конструкторсько-технологічною документацією для реалізації одиничних та типових технологічних процесів по ремонту та відновленню даної деталі.
3. Технологічний маршрут для відновлення деталі. Технологічний процес складання або розбирання вузлів та агрегатів, машини.	Технологічний процес відновлення деталі з послідовністю виконуваних технологічних операцій та вибору необхідного технологічного обладнання, оснащення, різального та вимірювального інструментів.
4. Технологічні операції.	Послідовність виконання технологічних операцій та переходів. Засоби та оснащення для виконання технологічного процесу. Розрахунок режимів різання, припусків на механічну обробку, основних складових норм часу.
5. Норми часу для виконання технологічного процесу	Вихідні дані для техніко-економічних розрахунків. Вибір необхідної кількості робітників із відповідним розрядом.
6. Техніко-економічна ефективність запропонованих варіантів технологічних процесів відновлення деталі.	Оптимальний варіант технологічного процесу відновлення деталі.
7. Технологічна документація на технологічний процес відновлення деталі..	Оформлення комплекту відповідної технологічної документації на розроблений технологічний процес.

Стосовно технологічного процесу ремонту деталі або виробу оформляється наступний комплект технологічної документації на процеси: розбирання та складання вузла, дефекації та відновлення окремих деталей. Використовують, як правило два види технологічних процесів по мірі їх опису: опис маршрутний – для процесів розбирання та дефекації, опис

маршрутно-операційний – для процесів складання окремих одиниць.

В таблиці 2.4 приведено послідовність виконання операцій для технологічного процесу по відновленню колісного циліндра переднього гальма.

Для реалізації найбільш оптимального варіанту технологічного процесу відновлення деталі необхідний обґрунтований підхід щодо вибору технологічного обладнання, оснащення, різального та вимірювального інструментів та приладів. Для ремонтних автопідприємств найбільш вигідним є використання універсального обладнання та оснащення, яке дозволяє виконувати різноманітні операції, враховуючи конструктивні особливості автомобіля в цілому та його вузлів і агрегатів. В таблиці 2.4 приведена характеристика вибраного обладнання, оснащення інструментів та приладів.

Таблиця 2.4

Послідовність виконання технологічного процесу відновлення колісного циліндра переднього гальма автомобіля.

Номер операції	Найменування операції. Спосіб встановлення деталі. Обладнання, пристрій, інструмент.	Номер переходу	Зміст переходу
1	2	3	4
005	<p>Наплавлювальна</p> <p>Встановити, закріпити деталь у 3^x кулачковому патроні.</p> <p>Напівавтомат зварювальний А-537У</p> <p>Перетворювач зварювальний ПСГ-500.</p> <p>Балон з СО₂ 40-150</p> <p>Установка наплавочна (цехова).</p> <p>Шаблон цеховий 393611</p>		<p>Заплавити місця обломів, тріщин поверхні бобишок дротом 1,6 Нп-30ХГСА</p>

010	<p align="center">Слюсарна</p> <p>Встановити, закріпити деталь у лещатах. Лещата цехові 392871. Напиллок цеховий 392900</p>		<p>Притупити гострі кромки, надати бобишкам загальну конфігурацію.</p>
015	<p align="center">Токарна</p> <p>Встановити, закріпити деталь у 3^x кулачковому патроні. Токарно – гвинторізний верстат 16К20. Патрон 3^x кулачковий 396110. Різець прохідний чистовий Т15К6 392190. ШЦ-1-125-0,1 393311</p>		<p>Розточити отвір до ремонтного розміру Ø35,200мм</p>
020	<p>Хонінгувальна</p> <p>Встановити, закріпити деталі в УЗП. Вертикально – хонінгувальна верстат 3Г833. Універсальний збірний пристрій 396181 Хонінгувальна головка 2768-0110-АСР50/40-100К-для кінцевого хонінгування. Мікрометр МК10 ÷ 50 Індикаторній нутромір НИ 10-</p>		<p>Чистова обробка отвору, доведення отвору, що обробляється до ремонтного розміру Ø35,250^{+0,025}</p>
025	<p>Свердлильна</p> <p>Встановити, закріпити деталь у лещатах. Вертикально – свердлильний верстат 2А125 Лещата цехові 392871. Свердло спіральне Р18 391267. ШЦ-1-125-0,1 393311 Мітчик Р9 Різьбовий калібр</p>	<p>1 2 3 4</p>	<p>Розсвердлити отвір до Ø8,5мм нарізати різьбу М 10×1,25 Розсвердлити отвір до</p>

		5	Ø11,0мм
		6	нарізати різьбу М 12×1 Розсвердлити отвір до Ø14,5мм нарізати різьбу М 16×1,5
030	Слюсарна Встановити, закріпити деталь у лещатах. Лещата цехові 392871 Напиллок цеховий 392900		Притупити гострі кромки та зняти з гусенці.
035	Контрольна Контрольний стіл Вимірювальні інструменти		Перевірити усі розміри за кресленням
040	Мийна Мийна ванна Щітка		Змити металевий пил та чужорідні домішки.

В якості базової поверхні при відновленні гальмівного циліндра для операцій відновлення служить зовнішня циліндрична поверхня. враховуючи, що дана деталь виготовлена із крихкого матеріалу (сч-21), з малою товщиною стінки при її встановленні в лещата, або затискний патрон верстата особливу увагу необхідно звернути на величину зусилля затискання для попередження можливої появи тріщин та сколів.

2.6 Розрахунок та вибір режимів виконання технологічних операцій і визначення норм часу

Операція 005 Наплавлювальна.

1. Визначаємо площу поперечного перерізу електродної проволочки:

$$F_e = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 1,6^2}{4} = 2 \text{ мм}^2$$

2. Визначаємо силу току :

$$I = \alpha \cdot F_e = 120 \cdot 2 = 240 \text{ А}$$

3. Товщина наплавленого шару :

$$h = U + \delta = 0,15 + 0,7 = 0,85 \text{ мм}$$

4. Визначаємо швидкість на плавки :

$$V_H = \frac{\alpha_H \cdot I}{h \cdot l \cdot j} = \frac{4 \cdot 12 \cdot 240}{0,85 \cdot 20 \cdot 7,85} = 21 \text{ м/с}$$

5. Визначаємо швидкість подачі дроту :

$$V_{np} = \frac{4 \cdot \alpha_H \cdot I}{\pi \cdot d_{np}^2 \cdot j} = \frac{4 \cdot 12 \cdot 240}{3,14 \cdot 1,6^2 \cdot 7,85} = 182 \text{ м/с}$$

6. Визначаємо виліт електроду :

$$l = (10 \div 12) \cdot d_{np} = 11 \cdot 1,6 = 17,6 \text{ мм}$$

7. Визначаємо зсув електроду :

$$l = (10 \div 12) \cdot d = 0,06 \cdot 20 = 1,2 \text{ мм}$$

8. Визначаємо основний час, який затрачено на процес наплавки :

$$T_0 = \frac{\pi \cdot d \cdot l}{1000 \cdot V_H \cdot S} = \frac{3,14 \cdot 20 \cdot 20}{1000 \cdot 21 \cdot 3,2} = 0,010 \text{ год} = 0,010 \cdot 60 = 0,6 \text{ хв.}$$

9. Шаг наплавлення :

$$S = (2 \div 2,5) \cdot d_{np} = 2 \cdot 1,6 = 3,2 \text{ мм/об}$$

10. Визначаємо допоміжний час :

$$T_{вс}=2\text{хв.}$$

11. Визначаємо додатковий час :

$$T_{доп} = \frac{(T_o + T_{вс}) \cdot K}{100} = \frac{(0,6 + 2) \cdot 10}{100} = 0,26 \text{ хв.}$$

12. Норма часу на виконання наплавочної операції:

$$T_{н}=T_0+T_{вс}+T_{доп}+T_{пз}/\Pi=0,6+2+0,26+16/50=3,18 \text{ хв.}$$

Операція 010 Слюсарна

Для слюсарної операції норму часу приймаємо згідно загальноприйнятих нормативів 1,3 хв.

Операція 015 Токарна

1. Частота обертання

$$\Pi = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 29,6}{3,14 \cdot 35,1} = 268 \text{ об/хв}$$

2. Швидкість різання :

$$V = \frac{C}{t^x \cdot S^y \cdot T^m} = \frac{24}{0,1^{0,15} \cdot 0,25^{0,3} \cdot 90^{0,125}} = 29,6 \text{ м/хв.}$$

3. Визначаємо основний час :

$$T_0 = \frac{L}{n \cdot S} \cdot i = \frac{112}{268 \cdot 0,25} \cdot 1 = 1,67 \text{ хв}$$

$$L = l + y = 104 + 8 = 112 \text{ мм}$$

$$y = l_1 + l_2 + l_3 = 1 + 2 + 5 = 8 \text{ мм}$$

$i=1$

4. Оперативний час :

$$T_{он} = T_0 + T_{\epsilon} = 1,67 + 0,47 = 2,14 \text{ хв}$$

Операція 020 Хонінгувальна

1. Визначаємо глибину хонінгування :

$$t = (0,005 \div 0,015), \text{ приймаємо } t=0,015\text{мм}$$

2. Число проходів :

$$i = z/t = 0,050/0,015 = 3 \text{ проходи}$$

3. Частота обертання хонінгувальної головки :

$$P_x = \frac{100 \cdot V_{ep}}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 40}{3,14 \cdot 35,1} = 362 \text{ об / хв.}$$

4. Довжина ходу хонінгувальної головки :

$$S = L + 2k - m - 104 + 2 \cdot 0,33 - 50 = 54,66 \text{ мм}$$

5. Число подвійних ходів :

$$P_{ов.х.} = \frac{1000 \cdot V_{en}}{2 \cdot l_x} = \frac{1000 \cdot 7,5}{2 \cdot 108} = 34,72 \text{ хв}^{-1}$$

6. Визначаємо основний час :

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{n_x \cdot S} \cdot k = \frac{108 \cdot 3}{362 \cdot 1} \cdot 1,4 = 1,25 \text{ хв.}$$

$L = 2 + 104 + 2 = 108 \text{ мм}$ (дана величина підрахована з урахуванням недобігу та перебігу хонінгувальної головки).

7. Допоміжний час :

$$T_{вс} = 0,43 \text{ хв (табличне значення величини)}$$

8. Визначаємо оперативний час на виконання хонінгувальної операції :

$$T_{он} = T_0 + T_{вс} = 1,25 + 0,43 = 1,68 \text{ (хв.)}$$

Операція 025 Свердлильна

1. Визначаємо глибину різання :

$$t = 0,5(D - d) = 0,5 \cdot (8,5 - 8) = 0,25 \text{ мм}$$

2. Визначаємо подачу інструменту :

$$S = 0,45 \text{ мм/об (табличне значення величини)}$$

3. Визначаємо швидкість різання :

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y \cdot t^x} \cdot K_v = \frac{17,1 \cdot 8,50^{0,25}}{35^{0,125} \cdot 0,45^{0,4} \cdot 0,25^{0,15}} \cdot 0,40 = 12,70 \text{ м/хв.}$$

4. Визначаємо крутний момент :

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,085 \cdot 8,5^1 \cdot 0,25^{1,2} \cdot 0,45^{0,3} \cdot 0,7 = 1,39 \text{ Нм}$$

5. Визначаємо окружну силу :

$$P_o = 10 C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 23,5 \cdot 0,25^{1,2} \cdot 0,45^{0,5} \cdot 0,70 = 20 \text{ Н}$$

6. Визначаємо потужність що витрачається на різання :

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{1,39 \cdot 475}{9750} = 0,06 \text{ кВт}$$

7. Визначаємо частоту обертання :

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 12,7}{3,14 \cdot 8,5} = 475 \text{ об/хв.}$$

8. Визначаємо основний час :

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S} = \frac{22,55}{475 \cdot 0,45} = 0,105 \text{ хв.}$$

$$L = l + y = 20 + 2,55 = 22,55 \text{ мм}$$

$$y = 0,3 \cdot D = 2,55$$

9. Визначаємо допоміжний час :

$$T_{ec} = 0,3 \text{ хв}$$

10. Визначаємо оперативний час на виконання свердлильної операції :

$$T_{on} = T_o + T_{ec} = 0,105 + 0,3 = 0,405 \text{ хв.}$$

Операція 030 Свердлильна (нарізання різьби мітчиком).

1. Визначаємо глибину різання :

$$t = 0,5(D - d) = 0,5 \cdot (10 - 8,5) = 0,75 \text{ мм}$$

2. Визначаємо подачу інструменту :

$$S = 0,45 \text{ мм/об}$$

3. Визначаємо швидкість різання :

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y \cdot t^x} \cdot K_v = \frac{17,1 \cdot 10^{0,25}}{35^{0,125} \cdot 0,45^{0,4} \cdot 0,25^{0,15}} \cdot 0,4 = 13,39 \text{ м/хв.}$$

4. Визначаємо крутний момент :

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,085 \cdot 10^1 \cdot 0,75^{1,2} \cdot 0,45^{0,3} \cdot 0,7 = 3,74 \text{ Нм}$$

5. Визначаємо окружну силу :

$$P_o = 10 C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 23,5 \cdot 0,75^{1,2} \cdot 0,45^{0,5} \cdot 0,70 = 78 \text{ Н}$$

6. Визначаємо потужність що витрачається на різання :

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{3,74 \cdot 426}{9750} = 0,16 \text{ кВт}$$

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{1,39 \cdot 475}{9750} = 0,06 \text{ кВт}$$

7. Визначаємо частоту обертання :

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 13,39}{3,14 \cdot 10} = 426 \text{ об/хв.}$$

8. Визначаємо основний час :

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S} = \frac{23}{426 \cdot 0,45} = 1,19 \text{ хв.}$$

$$L = l + y = 20 + 3 = 23 \text{ мм}$$

$$y = 0,3 \cdot D = 0,3 \cdot 10 = 3 \text{ мм}$$

9. Визначаємо допоміжний час :

$$T_{ec} = 0,3 \text{ хв}$$

10. Визначаємо оперативний час на виконання свердлильної операції по нарізанню метричної різьби:

$$T_{on} = T_o + T_{\epsilon} = 0,19 + 0,3 = 1,49 \text{ хв.}$$

Операція 035 Контрольна

Норма часу для контрольної операції складає 0,8 хв. (за даними хронометражу).

Операція 040 Мийна

Норма часу для виконання миття деталі складає 0,5 хв. (за даними хронометражу).

Норма часу на відновлення однієї деталі за даним технологічним процесом визначається як сума норм часу всіх операцій:

$$T_n = \sum T_{ni} = 11,495 \text{ хв.}$$

T_{ni} – норма часу виконання i -ї операції, хв.

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Розробка конструкцій спеціальних верстатних пристосувань і технологічного обладнання

3.1.1 Патрон повідковий. Призначення та принцип роботи

Патрон повідковий призначений для закріплення штока в центри при точінні, обкатці, точінні поліровці.

Патрон повідковий складається з фланця 1 до якого прикріплена планка 2 з двома повідками, гвинтами 10. Фланець 1 і планка 2 прикріпленні до обертаючого корпусу гвинтами 11. В корпус вкладена перехідна втулка 7 з конусом 4, котрий має товчач 5 і центр з пружиною 6.

Повідковий патрон працює наступним образом. Деталь – шток центрованим отвором вкладається в центр 3 впираючись вухом штока в повідки. Заготівка обертаючим центром задньої бабки станка так щоб вухо торцем вперлось в планку 2 з повідками. Після обробки, задня бабка відводиться і деталь знімається.

3.1.2 Похибки базування при встановленні деталей в центрах

При цій схемі базування можливі похибки в радіальному і осьовому напрямках. На першому переході похибки в радіальному напрямку створюється зміщенням вісі центрових гнізд відносно вісі заготівки. Дана похибка визначається за формулою:

$$E_{\delta} = 0.25\delta_D, \quad (3.1)$$

Де δ_D – допуск на діаметральний розмір заготівки.

$$E_{\delta} = 0.25 \cdot 0.76 = 0.19.$$

Ця похибка з'являється в вигляді биття заготовки при обробці. На послідовних переходах похибка зменшиться і разом з іншими похибками вкладається в поле допуску.

При встановленні в центрах похибка базування по довжині шийок валів створюється за рахунок коливання розміру лівого центрального гнізда, будучи одночасно і упорною базою.

$$E_l = \Delta y, \quad (3.2)$$

Де l – розмір довжини шийки;

Δy – різниця між найбільшою і найменшою висотою конуса центрального гнізда у партії деталей.

$$E = \frac{\Delta y}{l} = \frac{0.8}{63} = 0.01 \quad (3.3)$$

Для центрових гнізд з кутом конуса 60° ця похибка в залежності від розміру гнізд коливається в межах $0.1 \dots 0.25$.

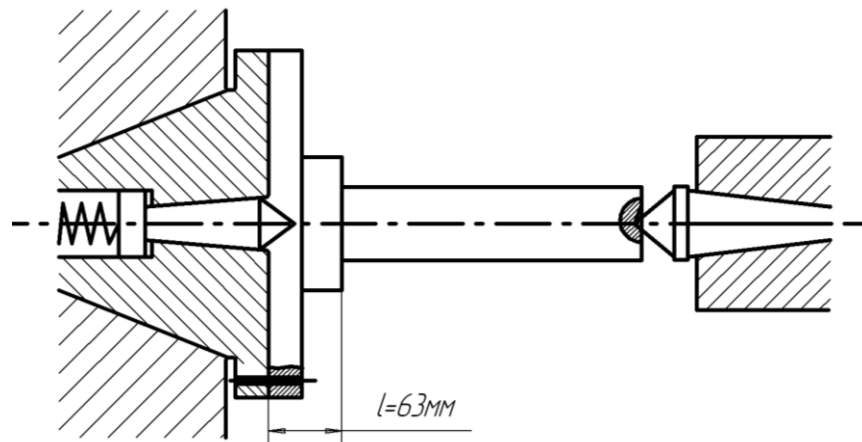


Рисунок 3.1 Схема для визначення похибки при базуванні в центрах.

3.1.3 Пристосування для свердління отворів. Призначення та принцип роботи

Пристосування призначено для закріплення штока при свердлінні отвору $\phi 6.3$ під штоком.

Пристосування складається з плити 1 на котрій закріпленні дві призми 29. Призми служать для установки заготовки. Притиск заготовки здійснюється

важелем 20 котрий приводиться в рух за допомогою клиноплунжерного механізму (клин 8, ролики 10, товкач 11) і пневмо-циліндра 2.

Пристосування працює наступним шляхом. Заготівля встановлюється в призмі 29. Потім при пневмо-крана 32 в пневмо-циліндр 2 по повітропроводу 36 подається стисле повітря. Поршень тисне на клин 8 котрий переміщується по нижнім роликам і тисне на верхній ролик 10 разом з товкачем 11. Товкач передає зусилля на притиск 20 за допомогою болту шарніра 24. притиск 20 притискає заготівку до призми. За допомогою гвинта 42 регулюється відстань між центром отвору і кінцем заготовки. Свердління здійснюються через кондукторну втулку 15 в яку підводиться свердло $\phi 6.3$ мм.. Виконується тех. процес свердління.

Після виконання операції включається пневмо-кран 32. Знімається зусилля з притиску 20. Пружина 22 встановлює притиск 20 в початкове положення і деталь знімається з призми 29.

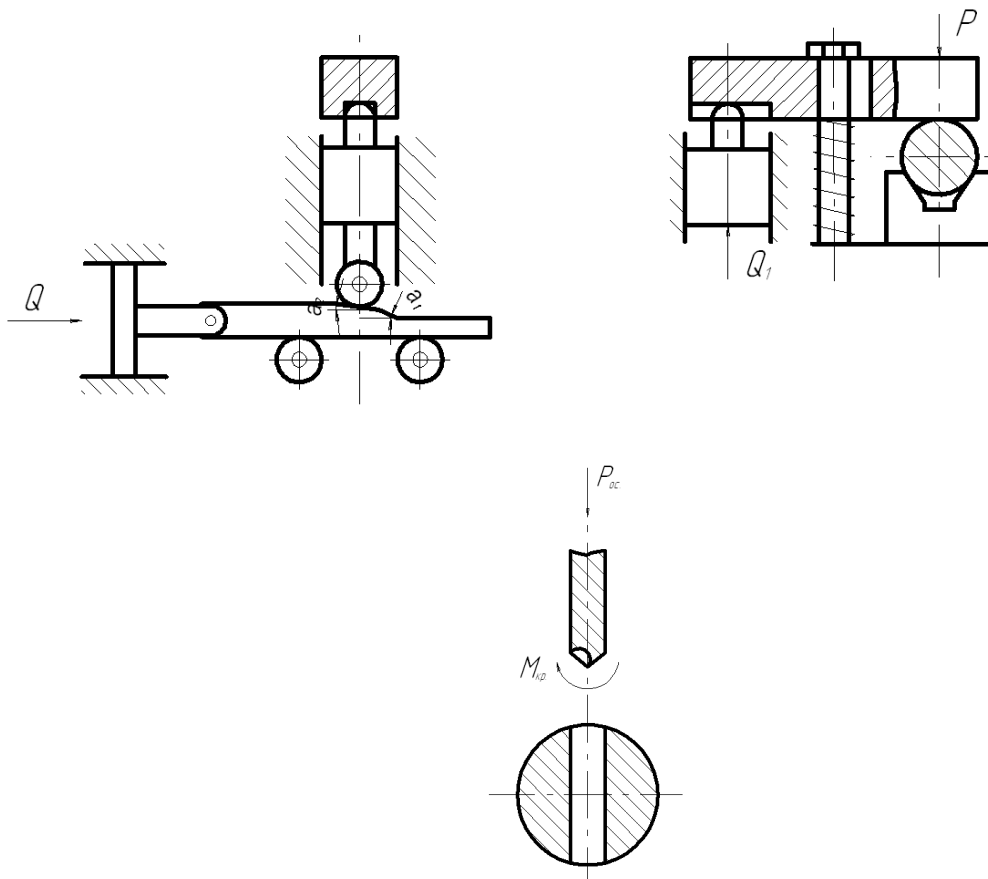


Рисунок 3.2 Схема пристосування для кріплення заготовки при свердлінні отвору

При свердлінні в заготовці виникає осьова сила $P_{o.c.}$ і кружний момент $M_{кр.}$ (рисунок 3.2)

Осьова сила $P_{o.c.}$ розраховується за формулою:

$$P_{oc} = C_p \cdot D^{g_p} \cdot S^{y_p} \cdot k_p, \quad (3.4)$$

Де $C_p = 68$ – коефіцієнт властивостей оброблювального матеріалу;

$D = 6.3$ – діаметр свердла мм;

$g_p = 1$ – коефіцієнт показника степені;

$S = 0.4$ – подача свердлильної головки верстата мм/об;

$Y_p = 0.7$ – коефіцієнт показника степені.

$k_p = 0.88$ – поправочний коефіцієнт який характеризує механічні властивості матеріалу.

$$P_{oc} = 68 \cdot 6.3^1 \cdot 0.4^{0.7} \cdot 0.88 = 198.5 \text{ кН.}$$

Прогин викликаний силою P_{oc} в точці прикладання цієї сили (точка С).

$$f_{oc} = -\frac{P_{oc}^2}{3EJ}(a+b+c). \quad (3.5)$$

Знаходимо прогин, викликаний силою P_{oc} в точці С. В процесі свердління сила P_{oc} старається прогнути заготовку, тому необхідно приложити таку силу P , котра приводить до мінімального прогину заготовки в місці свердління (рис. 3.2).

Силою затиску являється сила P . Величину сили p находимо з умови рівності переміщення викликаний силою P і P_{oc} , тобто заготовка в плоскості свердління повинна знаходитися нерухомою.

$$\begin{aligned} f &= \frac{1}{\sum J} \cdot \sum_{i=1}^2 \omega_i M c_i = \frac{1}{EJ} \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{Pab}{a+b} \cdot b \cdot \frac{c}{a+b} \left(a + \frac{b}{3} \right) + \frac{1}{2} \cdot \frac{Pab}{a+b} \cdot a \cdot \frac{c}{a+b} \cdot \frac{2a}{3} \right) = \\ &= \frac{P_{oc} C^2}{3EJ} (a+b+c); \end{aligned} \quad (3.6)$$

$$\frac{1}{2 \cdot 10^3} \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{P \cdot 288 \cdot 52}{288 + 52} \cdot 52 \cdot \frac{118}{288 + 52} \left(288 + \frac{52}{3} \right) + \frac{1}{2} \cdot \frac{P \cdot 288 \cdot 52}{288 + 52} \cdot 288 \cdot \frac{118}{288 + 52} \cdot \frac{2 \cdot 288}{3} \right) =$$

$$= \frac{1985 \cdot 118^2}{3 \cdot 2 \cdot 10^5} \cdot (288 + 52 + 118);$$

$$2.7P = 2064; \text{ звідки } P = 5572 \text{ Н} = 5572 \text{ кН.}$$

Сила притиску P ліквідує прогин деталі викликаний осьовою силою $P_{ос}$. в процесі свердління заготовки.

3.1.4 Пристосування для обкатки циліндричної поверхні штока

Пристосування призначено для обкатки циліндричної поверхні штока пристосування складається з плити 18 на котрій кріпиться корпус 1 обкатаного барабана, важільна система з різцем для обрізання задирки і піддон 19. Також до плити прикріплена стійка 17 з болтом 40. Болтом 40 можна регулювати корпус обкатаного барабана 1 і важільну систему під вісь обкатаної деталі.

Корпус обкатаного барабана 1 складається з роликової обкатки 2, з набору втулок розділених упорним шарикопідшипниковим, а також калібру. закритий барабан кришкою 3. Через штуцер 6 і трубку 61 подається в обкатаний барабан змащувальна рідина.

Важільна система складається з важеля 5 котрим вона приводиться в дію, кронштейнів 4.24, пальця 34, гвинта 32, і різця з допомогою котрого обрізається задирка.

Пристосування працює наступним чином. Супорт з пристосуванням встановлюється в крайньому правому положенні. Деталь фіксується в центрах проходячи через отвір обкатаного барабана, після чого здійснюється обробка даної поверхні: включаються механізми для забезпечення обертового руху заготовки і поздовжньо-поперечного руху супорта. Супорт з пристосуванням підводиться до обкатаної частини деталі через калібруючий отвір.

При контакті заготовки з обкатаними роликами, останні починають обертатися і проводиться обкатка обкатаної частини деталі зі швидкістю 50 м/хв. і з повздовжньою подачею $S = 0.4 \text{ м/хв.}$

Після виконання процесу обкатки за допомогою важільної системи відповідним важелем здійснюється подача різця для зняття задирки утвореної в процесі обкатки.

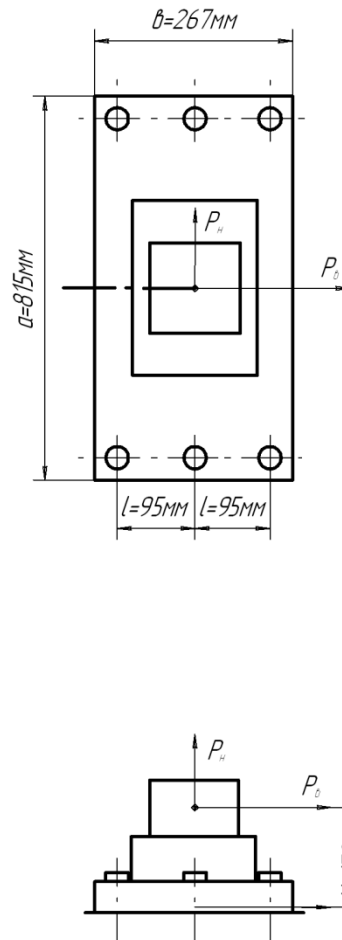


Рисунок 3.3 – Розрахункова схема

Обкатку слід проектувати так, щоб задані результати досягались за один прохід. Не слід використовувати зворотній хід в якості робочого ходу, так як повторні проходи в протилежних напрямленнях можуть привести до лишньої деформації поверхневого шару, крім того робочий профіль роликів звичайно призначений для роботи в одну сторону. Швидкість не надає великого впливу на якість обробки. Як правило, швидкість знаходиться в межах 30...150м/хв. Величину зусилля обкатки назначають в залежності від цілі обробки. Оптимальне зусилля $P_{e,}$, яке відповідає максимальній межі витривалості, визначають за формулою:

$$P_{\sigma} = 50 + \frac{D\delta}{2}. \quad (3.7)$$

Де $D\delta$ – діаметр зміцненої поверхні деталі.

При даній обробці необхідно забезпечити підвищення поверхневої твердості на 25...40 %. Глибина h_n наклепаного шару для деталей, вибирають в межах

$$0.02R\delta \leq h_n \leq 0.10R\delta, \quad (3.8)$$

Де $R\delta$ – радіус зміцненої поверхні деталі.

Зусилля P_n забезпечуючи отримане наклепаного шару глибиною h_n визначають по формулі

$$P_n = 2h_n^2 \cdot G_m \cdot m^2, \quad (3.9)$$

Де G_m – межа текучості матеріалу деталі.

m – поправочний коефіцієнт, враховуючий кривизну контактуючих поверхонь.

$$m = 1 + 0.07 \cdot \left(\frac{1}{\frac{1}{R_{np}} + \frac{2}{D_p} + \frac{1}{R\delta} - \frac{1}{R}} \right); \quad (3.10)$$

Де R_{np} – профільний радіус ролика;

D_p – діаметр ролика;

R – радіус профілю деталі в осьовому січені для циліндричних поверхонь

$R = \infty$;

$$P_{\sigma} = 50 + \frac{62.95^2}{6} = 710.5 \text{кН};$$

$$P_n = 2 \cdot 0.05^2 \cdot 320 \cdot \left(1 + 0.07 \cdot \left(\frac{1}{\frac{1}{80} + \frac{2}{13} + \frac{1}{31.48} + 0} \right) \right) = 2.2 \text{кН}.$$

Приведемо силу $P_{oc} = P_v$ до центру ваги стику і отримаємо еквівалентну систему, складану з сил $R = P_v$ і моменту $M = RH$.

Значення величини попередньої затяжки V визначають за двома умовами:

- а) по не відкриванню стику;
- б) по відсутності зсуву деталі на поверхні стику.

З двох отриманих значень V в розрахункову формулу підставляємо більше.

Розрахунок на не відкривання стику.

Напруга зняття на стику $G_{зат.}$ від затяжки кожного болта.

$$G_{зат.} = \frac{Y}{\frac{F_{cm.}}{Z}} = \frac{Yz}{F_{cm.}}, \quad (3.11)$$

Де $F_{cm.} = ab$ – площа стику.

Прийmemo, що момент M повертає прикріплену деталь відносно вісі, яка проходить через центр ваги стику і перпендикулярної до площості дії моменту.

$$G_m = \frac{M}{W_{cm.}}, \quad (3.12)$$

Де $W_{cm.} = \frac{ba^2}{6}$ – осьовий момент опору площі стику відносно вісі повороту.

Не відкриття стику означає що в всіх його точках повинна бути напруга стиску.

$$G_{cm} = G_{зат.} + G_m = \frac{Yz}{F_{cm.}} + \frac{M}{W_{cm.}} = 0, \quad (3.13)$$

Таким чином, сила попередньої затяжки з врахуванням коефіцієнта запасу по не розкриттю стику. $K_{ст.} = 1.3$.

$$Y = \frac{M \cdot F_{cm.} \cdot K_{cm.}}{Z \cdot W_{cm.}}, \quad (3.14)$$

$$Y = \frac{7105 \cdot 172 \cdot 815 \cdot 267 \cdot 1.3}{6 \cdot \left(\frac{815^2 \cdot 267}{6} \right)} = 1949H = 194.9KH.$$

Розрахунок на відсутність зсуву деталей дає значення сили попередньої зтяжки.

$$V = \frac{1.2R}{Zf} \quad (3.15)$$

Де $f = 0.06$ – коефіцієнт тертя для стику.

$$V = \frac{1.2 \cdot 7105}{6 \cdot 0.06} = 2368H = 236.8кН;$$

Сили викликані дією моменту M , пропорційні відстані від осей болтів до вісі повороту стику. Назначмо через Q_M найбільшу з роздавлених сил (в нашому випадку Q_M – це сила для 1 і 4 болтів).

$$Q_M = \frac{Ml_{\max}}{\sum_{i=1}^z li^2}; \quad (3.16)$$

Де l_{\max} - відстань від осі найбільш далекого від неї болта.

$\sum_{i=1}^z li^2$ - сума квадратів відстані осі повороту стику до осі кожного болта.

$$Q_M = \frac{7105 \cdot 172 \cdot 95}{95^2 + 95^2 + 95^2 + 95^2} = 3216H = 321.6кг.$$

Умови міцності найбільш навантаженого болта.

$$P = V + xQ_M \leq [P], \quad (3.17)$$

$$P = 236.8 + 0.2 \cdot 321.6 = 301 \leq 320кН$$

Де $x = 0.2 \dots 0.3$ – коефіцієнт основного навантаження при з'єднаннях сталених чи чавунних деталей.

Умова міцності дотримується якщо болти виготовленні з сталі 35.
Допущенні осьові навантаження $P = 320$ КН.

3.1.5 Пристосування для розвертування і зенкерування отвору

Пристосування складається з основи 26 до якого прикріплений корпус 2. Корпус 2 пристосування має два притискача: ручний 1 і пневмонічний 9, пневмо-кран 8, фіксатори 6, призми 3.

Ручний притиск 1 складається з гвинта 12 котрий затиснутий в корпусі 2 пальцем 11, з пружини 18 яка служить для відтиску притискної планки 19 з конічного упору 20 і затяжної гайки з ручкою 21.

Пневматичний притиск 9 складається з пневмо-циліндра 15 з притискного пальця 22 в котрий вгвинчений притискний гвинт 23, з пружини 24 котра служить для відтиску притискної планки 25.

Болтами 10 пристосування кріпиться до столу станини агрегатного станка.

Пристосування працює наступним шляхом. На завантаженій позиції шток гідро-циліндра встановлюється в призмі 3 між фіксаторів 6, вухом в низ на стійку і притискається ручним притиском 1. Таким же образом встановлюється друга заготовка. При включенні пневматичного крану 8, обидві заготовки притискаються пневмонічним притиском 9.

Деталі разом з пристосуванням закріпленні на столі станини, котрий обертається навколо своєї вісі по 5 позиціям, підводячи деталь до силового столу. Силовий стіл має два інструмента за допомогою яких обробляє отвір вуха штока.

Заготівлі обходять чотири силових стола і вертаються в завантажену позицію.

Пнемо кран 8 вимикається, знімається зусилля з пневматичного затиску 9 і виготовляється заміна деталі на заготівку.

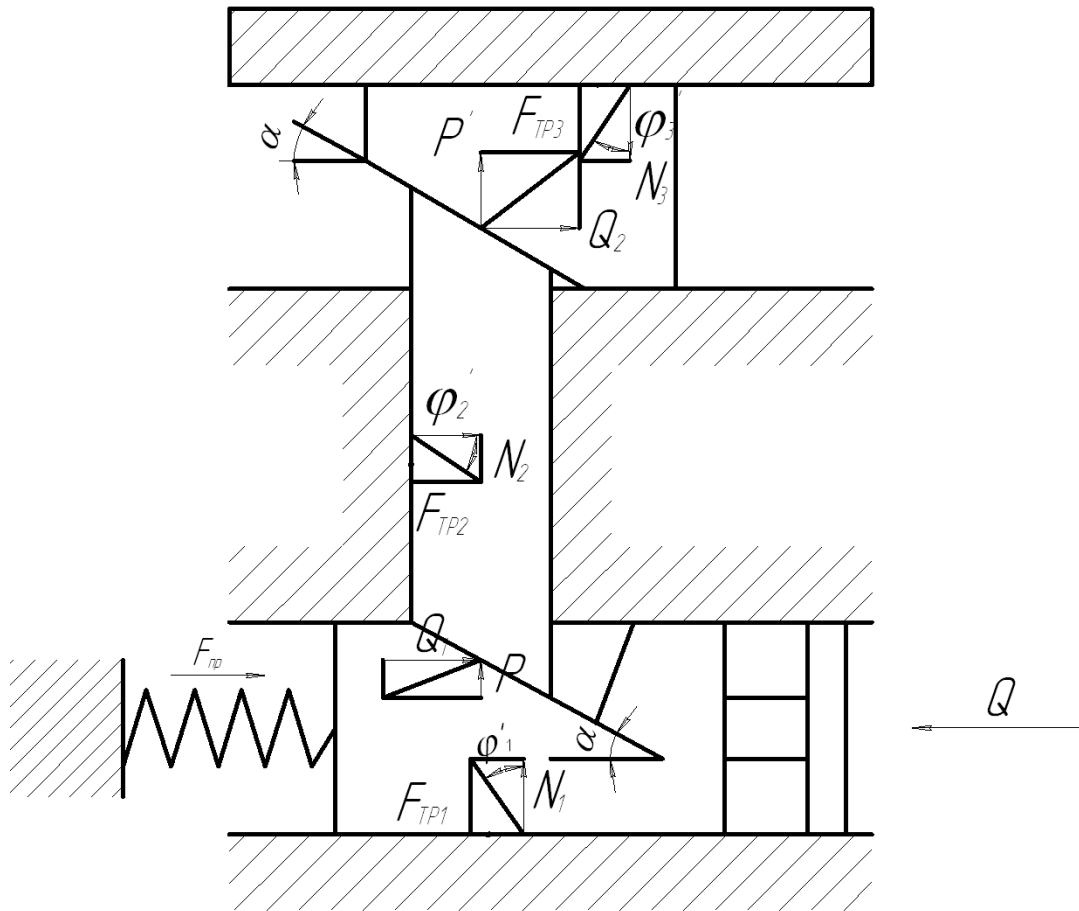


Рисунок 3.4 Схема для розрахунку сил затиску клино-плунжерного механізму.

Розрахункова схема включає систему з трьох клинів і пружини. Переміщення нижнього клина здійснюється за допомогою штока пневмо – циліндра або циліндричної пружини (рисунок 3.4).

Сила дії плунжера на заготівку рівна:

$$Q = \frac{F_{пр} \cdot \left(\left(1 - \operatorname{tg} \cdot (l + \vartheta_1') \operatorname{tg} \cdot \vartheta_3' \right) \right)^2}{\left(\operatorname{tg} \cdot (L + \vartheta_1') + \operatorname{tg} \cdot \vartheta_2' \right)^2}; \quad (3.18)$$

Де $F_{пр}$ - сила пружини;

l - кут нахилу першого клина;

ϑ_1' - кут тертя першого клина;

ϑ_2' - кут тертя другого клина;

ϑ_3' - кут тертя плунжера.

$$F_{np} = \frac{\lambda G d^4}{8 D^3 n}, \quad (3.19)$$

Де $\lambda = 12_{\text{мм}}$ - хід пружини;

$G = 8 \cdot 10^4$ - модуль Юнга другого роду;

$D = 30_{\text{мм}}$ - середній діаметр пружини;

$n = 5$ - кількість витків пружини;

$d = 4_{\text{мм}}$ - товщина витка пружини.

$$F_{np.} = \frac{12 \cdot 8 \cdot 10^4 \cdot 4^4}{8 \cdot 30^3 \cdot 5} = 227.55 \text{ Н} = 22.8 \text{ кН}$$

$$Q = \frac{22.8 \cdot (1 - \text{tg}(15 + 5) \cdot 0.09)^2}{(\text{tg} \cdot (15 + 5) + 0.05)^2} = 549 \text{ Н} = 54.9 \text{ кН.}$$

Сила Q повністю забезпечує затиск деталі при її обробці.

4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Дослідження процесу водневого зношування

Робота гальмівних механізмів автотранспортних засобів характеризується не тільки високими циклічними навантаженнями, які викликають появу високих температур на поверхнях тертя але і різку зміну газового середовища в зоні тертя. Постійна зміна мікрогазового середовища зумовлена різним ступенем забрудненості дорожнього покриття, зміною кліматичних умов експлуатації, при цьому зміна складу цього середовища істотно впливає на фрикційно-зношуванняні властивості трибоспряження, у тому числі і на водневе зношування. Встановлено, що водневезношування є істотною частиною загального зношування трибоспряження гальмівних механізмів. Впровадження у виробництво практичних рекомендацій щодо зниження водневого зношування призвело до суттєвого збільшення зношуванняостійкості трибоспряжень.

У процесі тертя за рахунок інтенсивного механічного і термічного впливів, які діють на матеріал накладки і контртіла в зонах контакту, утворюються продукти механічної, термічної та термоокисної деструкції. В результаті вторинного окислення цих продуктів утворюється водень. Проникаючи в пластмасу накладки та чавун барабана (диска), він сприяє мікроруйнуванню поверхні останнього, що призводить до підвищеного зношування трибоспряження.

Для більш наочного аналізу впливу водню на зношування трибоспряження були проведені випробування натурального гальмівного механізму в спеціальній закритій камері, яка дозволяє в широкому діапазоні змінювати вологість повітря. Результати випробувань (рис. 4.1) показують, що підвищення вологості повітря призводить до збільшення зношування .

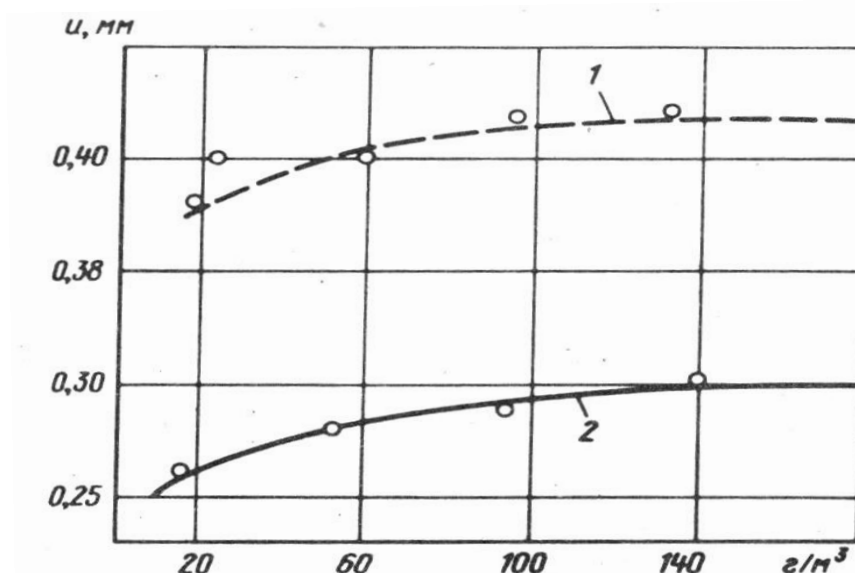


Рисунок 4.1 Залежність величини зношування гальмівних накладок від вологості повітря

1 – накладки першого комплекту; 2 – накладки другого комплекту

Зменшення водневого зношування можливе за рахунок блокування водню в процесі тертя. Такі роботи стосовно гальмівних механізмів автомобілів були проведені, причому блокування водню було досягнуто введенням у рецептуру гальмівних накладок титанових порошоків ПТЕВС-1 і ПТВД-1С-1. В результаті широких стендових, дорожніх та експлуатаційних випробувань було доведено, що цей захід збільшує зношувальностійкість гальмівних накладок майже в 2 рази, а гальмівних дисків більш ніж у 1,5 рази. Вплив вмісту титанового порошку на зношувальностійкість гальмівних накладок показано на рис. 4.2.

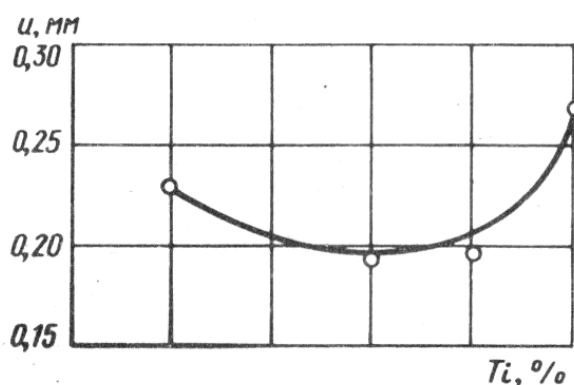


Рисунок 4.2 Залежність величини зношування гальмівних накладок від вмісту в них титанового порошку

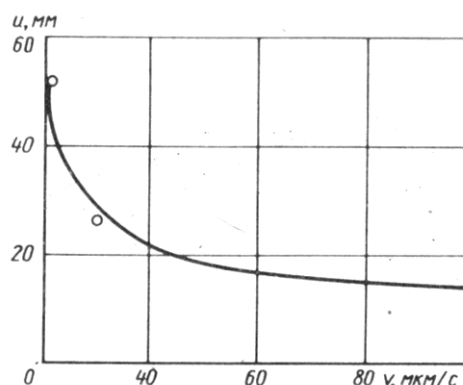


Рисунок 4.3 Залежність величини зношування гальмівних накладок від швидкості поглинання водню титановим порошком.

4.2 Дослідження гальмівних наклад з титановим напиленням

Подальший розвиток ці дослідження отримали в роботах стосовно вантажних автомобілів. Підвищення ефективності поглинання водню було досягнуто заміною титанових порошків ПТЕВС-1 і ПТВД-1С-1, які мають дрібнодисперсні частинки строго кулястої форми, на порошки ПТЗС і ТПАТ-1, частинки яких мали розвинену поверхню при тій же дисперсності. Це призвело до збільшення швидкості газопоглинання у 3...5 разів. Результати стендових випробувань натурального гальмівного механізму з різними титановими порошками на інерційному стенді довели правильність вихідних положень (рис. 4.3).

Титановий порошок ПТЗС був введений в рецептуру серійного фрикційного матеріалу, який застосовується в гальмівних механізмах вантажних автомобілів ЗІЛ, причому на зазначену величину було зменшено відсотковий вміст бариту. З приготовленої за цією рецептурою маси у виробничих умовах була виготовлена дослідна партія передніх та задніх гальмівних накладок. Лабораторні випробування показали, що коефіцієнт тертя, водо- і маслопоглинаюча здатність отриманого фрикційного матеріалу практично не відрізняються від аналогічних параметрів серійних накладок.

Методика випробувань гальмівного механізму з дослідними накладками на

інерційному стенді в цілому не відрізнялася від загальноприйнятої. Вона була доповнена тільки двома новими етапами, проведеними на закінчення: знаходженням зношування і визначенням вихідних характеристик "холодного" гальмівного механізму при роботі в режимі випадкового поєднання параметрів, що задаються.

На етапі визначення зношування отримали залежності зношування від температури. Випробування проводили при заданій кількості гальмування в наступному режимі: початкова швидкість гальмування 13,9 м/с, тиск у приводі 0,6 МПа, інтервал між гальмуваннями встановлювали таким, щоб початкова температура гальмівного барабана була в заданому діапазоні. Проводили дві

серії випробувань: спочатку при 200-х гальмуваннях з початковою температурою 473...523К, а потім - при 100-х гальмуваннях з початковою температурою 353...373К. Перед початком і після закінчення кожної серії випробувань (так само, як і для інших етапів) гальмівні накладки та барабан піддавали мікрометричним вимірюванням.

Етап визначення вихідних характеристик гальмівного механізму в режимі випадкового поєднання параметрів, що задаються, проводили з метою оцінки ефективності "холодного" гальма в умовах, наближених до умов реальної експлуатації автомобіля. Параметри гальмування (на початку гальмування швидкість і тиск у приводі) варіювали за допомогою методу Монте-Карло в чотирьох рівнях при постійній початковій температурі гальмівного барабана (близько 353 К): початкова швидкість 8,33; 13,9; 19,4 та 25 м/с; тиск у приводі 0,2; 0,4; 0,6 та 0,8 МПа.

Швидкісна та температурна характеристики заднього гальма автомобіля ЗІЛ-130 з дослідними гальмівними накладками наведено на рис. 4.4 з якого видно, що ефективність гальма повністю задовольняє нормативним вимогам і гальмівний шлях s_T менше максимально допустимого. Однак ефективність гальма з дослідними накладками на 15...30 % нижче ефективності гальма з раніше випробуваними серійними накладками. Дані щодо зношування гальмівних накладок і барабанів наведені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1

Величини зношування гальмівних накладок та барабанів автомобіля

Етап дослідження після якого визначають величину зношування	Середнє значення величини зношування дослідних накладок, мм	
	I	II
Перший етап дослідження на зношування стійкість	0,05	0,08
Режим випадкового спів падання параметрів тиску в приводі та швидкості на початку тормозіння	0,03	0,06
Другий етап дослідження на зношування стійкість	0,03	0,03

Сумарна величина зношування дослідних гальмівних накладок 0,50 0,55 та барабану

Примітка. Сумарна величина зношування серійних гальмівних накладок і барабана – 1,4мм

Як показують наведені дані, зношуваннестійкість дослідних гальмівних накладок з титановим порошком у 2 рази вища, ніж серійних. Зношування гальмівних барабанів за повний цикл випробування малий, практично однаковий з дослідними і серійними накладками (0,045 і 0,05 мм відповідно). Механічні властивості дослідних накладок є задовільними.

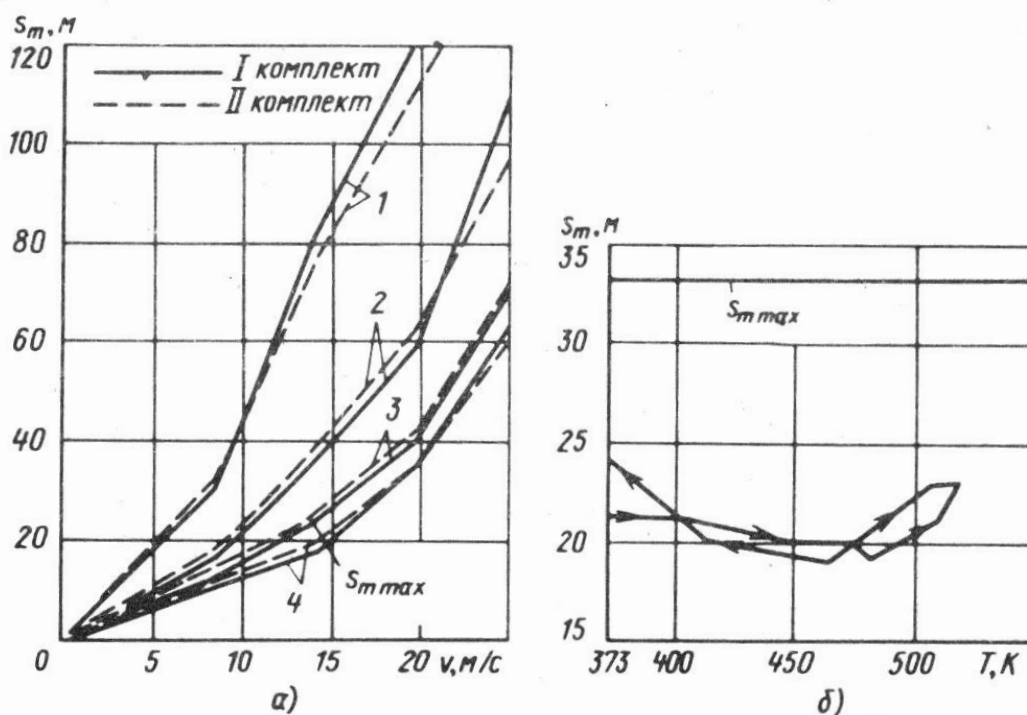


Рисунок 4.4 Характеристики заднього тормозного механізму автомобіля DAF XF 105 з тормозними накладками в склад яких входить титановий порошок:
 а – швидкісна характеристика при тиску в приводі, МПа..1-0,8; 2 – 0,6; 3 – 0,4; 4 – 0,2; б – температурна характеристика при швидкості автомобіля 15м/с та тиску в приводі 0,6 МПа.

Нааявні методики визначення зношуваннестійкості фрикційної пари гальмівних механізмів у дорожніх умовах базуються або на порівняльних випробуваннях автомобілів при пробігу в реальних умовах експлуатації з високою енергонавантаженістю гальм, або на пробігу автомобіля з

гальмуваннями через задані інтервали (за часом i , або по дорозі) . Обидва методи мають недоліки. Перший не володіє задовільною відтворюваністю, а другий дозволяє отримати дані по зношуваннестійкості тільки при одному (i не завжди певному) рівні температури. У зв'язку з цим була відпрацьована методика (табл. 4.2) дорожніх випробувань гальмівних механізмів на зношування, що дозволяє оцінити зношування при трьох певних рівнях температури i має достатню відтворюваність. Випробування проводять на рівнинних магістральних дорогах загального користування в суху погоду при температурі повітря 278...303К, причому досліджуваній автомобіль з повною масою рухається у загальному потоці. Для випробування використовують серійний автомобіль, обладнаний найпростішими приладами.

Таблиця 4.2

Методика дорожніх досліджень гальмівних механізмів автомобіля на інтенсивність зношування.

Етап досліджень	Інтервал між гальмуваннями км	Температура робочої поверхні барабана заднього тормозу, К
Припрацювання	6 – 7	333 - 363
Легкий I	6	333 - 363
Середній I	3	433 - 463
Важкий I	60с	533 - 573
Легкий II	6	333 - 363
Середній II	3	433 - 463
Важкий II	60с	533 - 573

Примітка. Загальне число гальмувань 200; початкова швидкість гальмування 20м/с; кінцева швидкість гальмування 8м/с.

Як очевидно з табл. 4.2, що задаються параметри гальмування однакові для всіх етапів, крім інтервалу між гальмуваннями, величина якого визначає навантаженість гальм і температуру гальмівних барабанів. Випробування включають етап приробітку, при якому робочі поверхні фрикційної пари

доводяться до геометричної відповідності (площа прилягання гальмівних накладок до барабана, що оцінюється візуально, у всіх гальмівних механізмів повинна становити не менше 80 % повної робочої площі), причому температура гальмівних барабанів не повинна перевищувати 373К. Зношування гальмівних механізмів визначають після трьох залікових етапів на різних рівнях температури, не більше: легкий етап 373К, середній етап 423... 473К, важкий етап 523...573К.

Залікові етапи повторюють двічі. При цьому кількість гальмування на етапі приробітку невизначена і його не можна встановити заздалегідь (з досвіду 400...1200 гальмування в зазначеному режимі), площу прилягання перевіряють через 200 гальмувань. За основу важкого етапу прийнято режим легкого випробування І на втрату ефективності гальм автомобіля при нагріванні. Випробування проводять заїздами по 50 гальмування в заданому режимі, після кожного заїзду витримка (зазвичай 1 год) для охолодження гальм та відпочинку екіпажу. Наприкінці кожного етапу після охолодження гальм перевіряють їх ефективність при повному тиску в приводі. Після кожного етапу всі гальмівні механізми розбирають і оглядають, гальмівні накладки і барабани мікрометрують (накладки - у восьми фіксованих точках на кожній колодці, барабани - в чотирьох).

Досвід показує, що загальна тривалість випробування одного комплекту гальмівних накладок при двозмінній роботі складає 25 робочих днів (без відпочинку та днів з несприятливими погодними умовами). При цьому середній пробіг автомобіля складає близько 9 тис. км., кількість гальмувань залікових етапів - 1200. Опробування описаної методики показало, що вона досить проста, відповідає поставленій меті і дає достовірні задовільно відтворені результати.

Результати мікрометривання гальмівних накладок і барабанів заносять у таблиці, а потім обробляються за допомогою комп'ютерної програми. При цьому визначають зношування кожної вимірюваної точки накладки, середній зношування накладки гальм однієї колодки, середній зношування накладки кожного колеса, середній зношування накладок кожної осі, питомий

зношування накладок кожної осі на 1000км пробігу за етап та за весь період випробування.

Середні результати випробувань трьох комплектів гальмівних накладок, що показують залежність інтенсивності зношування від температури гальмівних барабанів, наведені на рис. 4.5. При дорожніх випробуваннях зношуваннестійкість дослідних гальмівних накладок з титановим порошком у середньому в 1,7 рази більша, ніж серійних. Зношуваннестійкість гальмівних барабанів, що працювали з серійними і дослідними накладками, була практично однаковою. Механічна міцність дослідних накладок задовільна та не відрізняється від серійних. При дорожніх випробуваннях, як і при стендових, ефективність гальмування автомобіля з досвідченими накладками в середньому на 10 % менша, ніж із серійними.

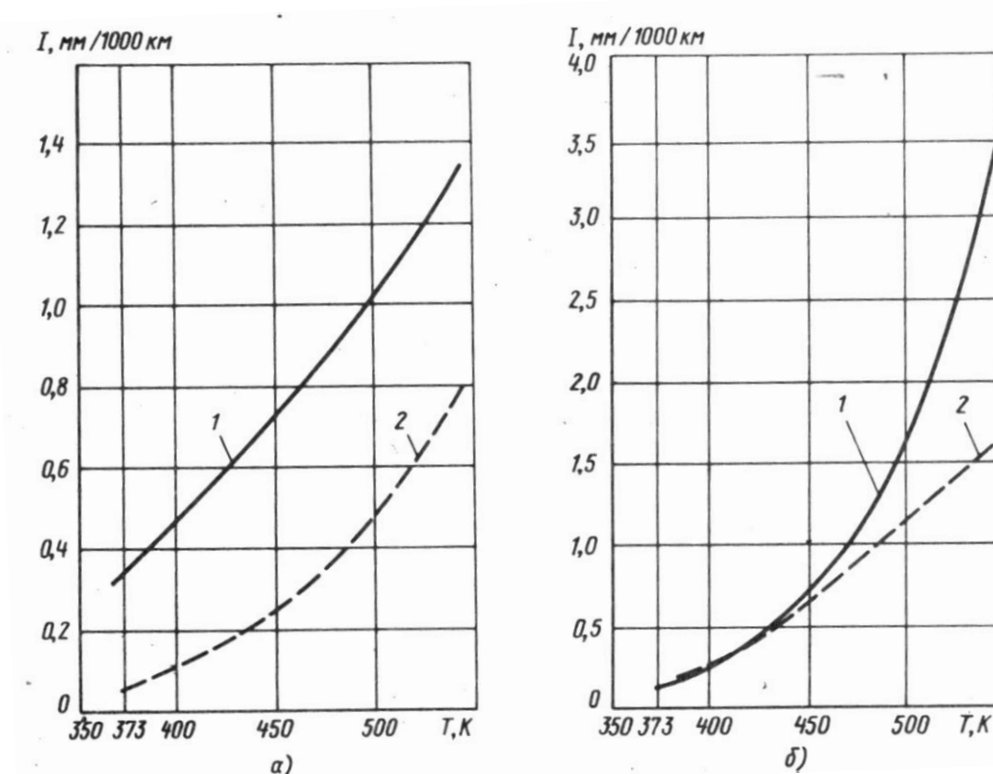


Рисунок 4.5 Залежність інтенсивності зношування гальмівних накладок передніх (а) та задніх (б) тормозів автомобіля DAF XF 105 від температури гальмівних барабанів:

1 – серійні тормозні накладки; 2 – тормозні накладки з титановим порошком.

Для оцінки довговічності дослідних гальмівних накладок ведуться експлуатаційні випробування на автомобілях, які працюють у різних дорожньо-

кліматичних умовах. Пробіг автомобілів до теперішнього часу становить до 80 тис. км, попередні результати експлуатаційних випробувань повністю підтверджують висновки, зроблені за результатами стендових та дорожніх випробувань накладок.

Висновки. Розроблено рецептуру фрикційного матеріалу для гальмівних накладок вантажних автомобілів, до якого введено титановий порошок з підвищеним поглинанням водню, завдяки чому зменшується водневе зношування фрикційної пари.

Відпрацьована порівняно проста методика дорожніх випробувань гальмівних механізмів, що дозволяє з достатньою відтворюваністю та задовільною точністю оцінити зношуваннестійкість гальмівних накладок у різних умовах експлуатації.

Результати стендових і дорожніх випробувань гальмівних механізмів показують, що зношуваннестійкість накладок з титановим порошком приблизно у 2 рази вище в порівнянні із серійними тормозними накладками.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Організація роботи по охороні праці на підприємстві

На дільниці роботодавець створює на кожному робочому місці умови праці відповідно до нормативно-правових актів, а також забезпечує додержання вимог законодавства щодо прав працівників у галузі охорони праці.

З цією метою роботодавець забезпечує функціонування системи управління охороною праці, а саме:

- створює відповідні служби і призначає посадових осіб, які забезпечують вирішення конкретних питань з охорони праці, затверджує інструкції про їхні обов'язки, права та відповідальність за виконання покладених на них функцій, а також контролює їх додержання;

- розробляє за участю сторін колективного договору і реалізує комплексні заходи для досягнення встановлених нормативів та підвищення існуючого рівня охорони праці;

- забезпечує виконання необхідних профілактичних заходів відповідно до обставин, що змінюються;

- впроваджує прогресивні технології, досягнення науки і техніки, засоби механізації та автоматизації виробництва, вимоги ергономіки, позитивний досвід з охорони праці тощо;

- забезпечує належне утримання будівель і споруд, виробничого обладнання та устаткування, моніторинг за їхнім технічним станом;

- забезпечує усунення причин, що призводять до нещасних випадків, професійних захворювань, та здійснення профілактичних заходів, визначених комісіями за підсумками розслідування цих причин;

- організовує проведення аудиту охорони праці, лабораторних досліджень умов праці, оцінку технічного стану виробничого обладнання та

устаткування, атестації робочих місць на відповідність нормативно-правовим актам з охорони праці в порядку і строки, що визначаються законодавством, та за їх підсумками вживає заходів до усунення небезпечних і шкідливих для здоров'я виробничих факторів;

- розробляє і затверджує положення, інструкції, інші акти з охорони праці, що діють у межах підприємства, та встановлюють правила виконання робіт і поведінки працівників на території підприємства, у виробничих приміщеннях, робочих місцях відповідно до нормативно-правових актів з охорони праці, забезпечує безоплатно працівників нормативно-правовими актами та актами підприємства з охорони праці;

- здійснює контроль за додержанням працівником технологічних процесів, правил поводження з машинами, механізмами, устаткуванням та іншими засобами виробництва, використанням засобів колективного та індивідуального захисту, виконанням робіт відповідно до вимог з охорони праці;

- організовує пропаганду безпечних методів праці та співробітництво з працівниками у галузі охорони праці;

- вживає термінових заходів для допомоги потерпілим, залучає за необхідності професійні аварійно-рятувальні формування у разі виникнення на підприємстві аварій та нещасних випадків.

На підприємстві проводиться реконструкція ділянок і відділень, вдосконалення технологічних процесів. У зв'язку з цим необхідне постійне вирішення питань покращення умов безпечної праці робітників.

5.2 Оцінка хімічної обстановки при аваріях на об'єктах, що мають сильнодіючі отруйні речовини

Розвиток хімічної промисловості сприяє зростанню небезпеки для життєдіяльності людини. Це пов'язано з тим, що на різних хімічно-небезпечних

об'єктах та в побуті дуже часто виникають аварії, пов'язані з викидом або впливом сильнодіючих отруйних речовин в уражаючих концентраціях, небезпечних для життя і здоров'я людей.

В Україні спостерігається тенденція до росту кількості об'єктів, які виробляють, зберігають і використовують в промисловому виробництві сильнодіючі отруйні речовини (СДОР). Зараз таких об'єктів нараховується понад 2,5 тисячі.

Небезпека ураження робітників і службовців цими небезпечними отруйними речовинами вимагає швидкого їх виявлення і оцінки хімічної обстановки і обліку її виліву.

При оцінці хімічної обстановки необхідно визначити:

- межі зони хімічного зараження, площі зони
- тривалість уражаючої дії отруйних речовин;
- часу підходу хмари зараженого повітря до границі об'єкту;
- терміну перебування людей в засобах індивідуального захисту;
- можливих втрат людей в осередку ураження.

Розробляємо оцінку хімічної обстановки, що утворилась на хімічно-небезпечному об'єкті з викидом СДОР – аміаку.

Вихідні дані:

Найменування СДОР – аміак

Кількість Q , т – 10

Відстань ємкості зі СДОР від об'єкту, R , м – 200

Швидкість вітру V , м/с – 3

Азимут вітру - 60°

Ступінь вертикальної стійкості атмосфери – ізотермія

Кількість робочої зміни, чол – 320

Забезпечення промисловими протигазами з фільтруючими коробками типу “М”, % - 80

1. Визначаємо час підходу зараженого повітря (хмари) до розташування об'єкту

$$Z = \frac{R}{W} = \frac{200}{4,5} = 44c = 0,74 \text{ хв,}$$

де R – відстань від ємкості до об'єкту;

W – середня швидкість розповсюдження зараженого повітря,

2. Визначаємо межі зони зараження (глибину (Γ) і ширину (Ш) і площу

Глибина зони зараження при аваріях на необвалованих сховищах (ємкостях) для відкритої місцевості визначаємо по формулі

$$\Gamma = 34,2 \cdot 3 \sqrt{\frac{Q^2}{D^2 \cdot V^2}} = 34,2 \cdot 3 \sqrt{\frac{10000}{15^2 \cdot 3^2}} = 1210 \text{ м,}$$

де Q – кількість СДОР, кг;

V – швидкість вітру;

D – уражаюча токсодоза, що дорівнює добутку уражаючої концентрації та експозиції.

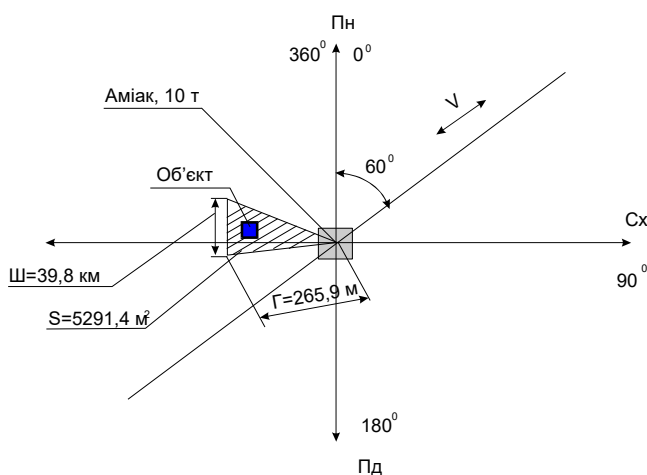


Рис.5.1 Графічне зображення ураженої зони

В умовах ізотермії глибина зони зараження зменшується в 1,3 рази, тому:

$$\Gamma = \frac{1210}{1,3} = 930,8 \text{ м.}$$

В умовах міської забудови глибина зони також зменшується в 3,5 рази, звідси дійсна величина глибини

$$\Gamma = \frac{930,8}{3,5} = 265,9 \text{ м.}$$

Ширина зони зараження визначаємо по формулі

$$\text{Ш} = 0,15 \cdot \Gamma = 0,15 \cdot 265,4 = 39,8 \text{ м.}$$

Площа зони зараження:

$$S = \frac{1}{2} \Gamma \cdot \Pi = \frac{1}{2} \cdot 265,9 \cdot 39,8 = 5391,4 \text{ м}^2.$$

Токсодоза в районі розташування об'єкту визначається за формулою:

$$D = \frac{200 \cdot Q}{V \cdot R^{3/2}} = \frac{200 \cdot 10000}{3 \cdot 200^{3/2}} = 235,7 \text{ мг} \cdot \text{хв} / \text{л}.$$

Токсодоза в районі розташування об'єкту в 2 рази перевищує смертельну (табл. 2), тому робітників об'єкту необхідно забезпечити протигазами типу "М"

Визначаємо час ураження дії СДОР

$$t_{\text{ур}} = t_{\text{вип}} \cdot k_{\text{ф}} = 20 \cdot 0,55 = 11 \text{ год},$$

де $t_{\text{вип}}$ – час випробування СДОР, год (табл. 3);

Використовуючи дані про час уражаючої дії СДОР в районі об'єкту, та часу захисної дії промислових протигазів типу "М" (час захисної дії 0 120 хв) робимо висновки, що протигаз типу "М" не забезпечує захист робітників об'єкту на час уражаючої дії аміаку, тому людей необхідно евакуювати з зараженої зони на пізніше як за 120 хв (на протязі захисної дії протигазу).

Допустима кількість СДОР в ємності

$$Q = \frac{D_{\text{ур}} \cdot V \cdot R^{3/2}}{200} = \frac{15 \cdot 3 \cdot 200^{3/2}}{200} = 636 \text{ кг}.$$

Визначивши допустиму кількість аміаку в ємності, робимо висновок, що кількість аміаку, що зберігається в ємності на об'єкті перевищує допустиму і тому складає велику небезпеку для життя людей.

За допомогою пропорцій знаходимо:

$$320 \text{ чол.} - 80\%$$

$$x \text{ чол.} - 14\%$$

$$x = \frac{320 \cdot 14}{80} = 56 \text{ чол.}$$

З них:

- з легким ступенем ураження 25% - 14 чол.
- з середнім і важким ступенем ураження 40% - 22 чол.

- зі смертельним ураженням 35% - 20 чол.

Висновок: люди, що втратили працездатність складають – 42 чол. (22 – з середнім і важким ступенями і 20 зі смертельним виходом).

Висновки: по оцінці хімічної обстановки зробивши розрахунки можна визначити, що для того, щоб підвищити стійкість об'єкту в умовах хімічного зараження необхідно, в першу чергу, зробити обваловку ємкості з аміаком. Глибина зони зараження зменшиться при цьому в 1,5 рази. Зберігати в ємкості тільки допустиму кількість СДОР. Забезпечити протигазами всіх працюючих (100%) для зменшення людських втрат. Розташувати ємкість з аміаком як надалі від об'єкту. Евакуювати людей в напрямку протилежному напрямку розповсюдження зараженої хмари (тобто в північно-східному).

ВИСНОВКИ

У ході магістерського дослідження, присвяченого темі відновлення гальмівного циліндра автомобіля, вдалося здійснити глибокий аналіз процесів відновлення ключового компонента гальмівної системи. Отримані результати та висновки роботи, вказують на кілька ключових аспектів, які варто враховувати в практиці відновлення гальмівних циліндрів та підтримки їхньої ефективності та безпеки.

Перш за все, виявлено, що основні причини дефектів гальмівних циліндрів пов'язані із зношуванням, корозією та механічними впливами. Це вказує на необхідність регулярного технічного обслуговування та вчасного виявлення початкових стадій дефектів для їх ефективного відновлення. Дослідження також підтвердило, що використання новітніх технологій та матеріалів відіграє ключову роль у підвищенні якості відновлення гальмівних циліндрів. Використання високоякісних полімерних матеріалів та точних технік обробки, може значно покращити тривалість служби та ефективність роботи цих компонентів.

Важливо відзначити, що впровадження рекомендацій, розроблених у роботі, може сприяти оптимізації процесів відновлення гальмівних циліндрів та забезпечити надійність гальмівної системи автомобіля. Такий підхід не лише забезпечить безпеку та ефективність автомобільної техніки, але й сприятиме зменшенню витрат на обслуговування та ремонт.

Представленні в магістерській роботі матеріали визначають важливі напрямки для подальших досліджень у сфері відновлення гальмівного циліндра, із врахуванням сучасних технологічних викликів та вимог автомобільної промисловості. Її результати відкривають перспективи для подальших інновацій та покращень у галузі технічного обслуговування автомобільних гальмівних систем.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Конспект лекцій з дисципліни «Відновлення деталей» для здобувачів освітнього рівня бакалавр за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт» / Укладачі: Левкович М.Г., Гупка А.Б., Сіправська М.Д. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2021. – 136 с.

2. Розробка моделі узагальненого діагностичного показника технічного стану ходової частини автомобіля з використанням математичних методів теорії планування експерименту / О.Л. Ляшук, І.Б. Гевко, А.Б. Гупка, Л.М. Слободян, Б.Р. Гевко, Р.В. Хорошун // ЛНТУ, Том 2 № 21 (2023): сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. Луцьк, - 2023. с. 135-144.

3. 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.

4. 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.

5. 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.

6. Oleg Lyashuk ,Andrii Gupka, Yuriy Pyndus , Vasily Gupka, Mariia Sipravska, Andrzej Wozniak, Mikola Stashkiv The tribology of the car: Research methodology and evaluation criteria ICCPT 2019: Current Problems of Transport: Proceedings of the 1st International Scientific Conference, May 28-29, 2019, Ternopil, Ukraine (ICCP T 2019), Ternopil, Ukraine, May 28-29, 2019.

7. O. Liashuk O. Livitskyi, V. Aulin , S. Lysenko , A. Hrynkiv, A.Gypka Parameters of the lubrication process during operational wear of the crankshaft bearings of automobile engines Problems of Tribology, V. 27, No 4/106-2022, 69-81.

8. Конспект лекцій (частина I) з дисципліни «Транспортні засоби» для студентів усіх форм навчання першого рівня освіти за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт», 275 «Транспортні технології» галузі знань 27 «Транспорт» / О.Л. Ляшук, Т.Д.Навроцька., Р.Р. Заверуха., Л.М. Слободян., Р.В. Хорошун. – Тернопіль, ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 132 с

9. Параметрична модель фрикційного контакту / Р.Я. Лещук, І.Т. Ярема, А.Б. Гупка // 16-й Міжнародний симпозіум українських інженерів-механіків у Львові (м. Львів, 18 травня – 19 травня 2023 р.) : Матеріали симпозіуму. – Львів : КІНПАТРИ ЛТД, 2023. с. 58.

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