

ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет будівництва, транспорту та енергетики

(повне найменування факультету)

Кафедра експлуатації та ремонту машин

(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи

_____ бакалавр

(освітній рівень)

на тему: «Розробка технології та ділянки обслуговування та ремонту гальмівних систем автомобілів у ДП «Кіровоградський облавтодор» ВАТ ДАК «Автомобільні дороги України» філія «Кіровоградська ДЕД» м. Кропивницький»

Виконав: бакалавр IV курсу, групи АТ-21СК-3
спеціальності 274 – Автомобільний транспорт

_____ Денис МАМАЙ

Керівник: _____ Михайло КРАСОТА

Допустити до захисту: _____ Сергій МАГОПЕЦЬ

Рецензент: _____

Кропивницький – 2024 рік

Центральноукраїнський національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет будівництва, транспорту та енергетикиКафедра експлуатації та ремонту машинОсвітній рівень – бакалаврГалузь знань – 27 – Транспорт

(шифр і назва)

Спеціальність – 274 – Автомобільний транспорт

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ**Завідувач кафедри, доц. Сергій МАГОПЕЦЬ**

_____ «__» _____ 2024 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРАМамаю Денису Володимировичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Розробка технології та дільниці обслуговування та ремонту гальмівних систем автомобілів у ДП «Кіровоградський облавтодор» ВАТ ДАК «Автомобільні дороги України» філія «Кіровоградська ДЕД» м. Кропивницький»

керівник роботи Красота Михайло Віталійович, канд. техн. наук, доц.

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від «__» __ 2024 року № _____

2. Строк подання кваліфікаційної роботи «15» травня 2024 року

3. Вихідні дані до роботи 1. Матеріали переддипломної практики. 2. Методичні вказівки до виконання бакалаврської роботи. 3. Інструкції по обслуговуванню та ремонту вантажних автомобілів.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Загальний розділ: загальна характеристика підприємства; структура підприємства; виробнича діяльність підприємства; характеристика рухомого складу підприємства; обґрунтування теми бакалаврської роботи;

Спеціальний розділ: розрахунок трудомісткості робіт, що виконуються на дільниці; розрахунок кількості та підбирання обладнання на дільниці; розрахунок площі дільниці; розрахунок вентиляції; розрахунок витрат електроенергії; розрахунок витрат палива; розрахунок витрат стиснутого повітря.

Технологічний розділ: описання конструкції, несправностей елементів гальмівної системи автомобілів; розробка технологічного процесу обслуговування та ремонту складових частин гальмівної системи автомобіля.

Конструкторський розділ. Розробка стенду чи пристосування для виконання технічного обслуговування чи ремонту: обґрунтування розробки пристосування, загальна будова пристосування, робота на пристосуванні. Проектний розрахунок складових частин пристосування.

5. Перелік графічного матеріалу

1. Показники діяльності підприємства (А1).
2. Планування ділянки по технічному обслуговуванню та ремонту гальмівних систем автомобілів (А1).
2. Карти операцій по технічному обслуговуванню та ремонту гальмівних систем автомобілів (А1х2).
3. Загальний вид установки для ТО чи ремонту гальмівних систем автомобіля (А1).
4. Складальне креслення вузла установки.
5. Креслення деталей установки.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Загальний розділ	07.03	
2	Спеціальний розділ	2.04	
3	Технологічний розділ	15.04	
4	Конструкторський розділ	30.04	
5	Графічний матеріал	14.05	

Бакалавр

(підпис)

Денис МАМАЙ

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Михайло КРАСОТА

(прізвище та ініціали)

№ Стор.	Формат	Позначення	Найменування	Кіл. листів	№ екз.	Прим.
			<u>Документація загальна</u>			
			знов розроблена			
	A4	БР.АТ.24.04.00.00.00ПЗ	Пояснювальна записка			
			<u>Документація по</u>			
			<u>спеціальному розділу</u>			
	A1	БР.АТ.24.04.21.00.00.00	Ділянка по ремонту			
			гальмівних систем	1		
			<u>Документація по</u>			
			<u>конструкторському розділу</u>			
	A1	БР.АТ.24.04.31.00.00.00ВЗ	Стенд для розточування			

В конструкторському розділі проведено проектування пристосування для розточування гальмівних дисків і барабанів.

В технологічному розділі розроблені карти на технічне обслуговування та ремонт гальмівної системи автомобіля ГАЗель.

Проект складається з _____ аркушів пояснювальної записки та 7 аркушів графічної частини формату А1.

Зміст

Стор.

<i>Анотація</i>	
<i>Вступ</i>	
<i>1. Загальний розділ</i>	
1.1 Основні види діяльності підприємства-бази практики	
1.2 Характеристика рухомого складу підприємства	
1.3. Загальна схема технологічного процесу по обслуговуванню техніки	
<i>2. Спеціальний розділ</i>	
2.1 Аналіз технологічного процесу і організація виконання робіт на дільниці по ремонту гальмівних систем	
2.2 Розрахунок трудомісткості робіт на дільниці ремонту гальмівної системи	
2.3 Розрахунок числа працівників дільниці по ремонту гальмівних систем	
2.4 Розрахунок, обґрунтування і вибір технологічного обладнання	
2.5 Розрахунок, обґрунтування і вибір технологічного обладнання	
2.6 Розрахунок площі дільниці по ремонту гальмівних систем	
2.7 Компонування дільниці по ремонту ходових частини та гальмівних систем	
2.8 Обґрунтування і вибір підйомно-транспортного обладнання	
2.9 Енергетичні розрахунки виконання робіт на дільниці	

3. Конструкторський розділ.....	
3.1 Обґрунтування проектування стенду для розточування гальмівних дисків та барабанів.....	
3.2 Розробка конструкції стенду для розточування гальмівних дисків та барабанів.....	
3.3 Основні розрахунки конструктивних елементів стенду для розточування гальмівних дисків та барабанів.....	
3.4 Техніка безпеки та промсанітарія при виконанні робіт на пристосуванні	
4. Технологічний розділ	
4.1 Особливості конструкції гальмівної системи автомобілів ГАЗ-3302.....	
4.2 Методи діагностування гальмівних систем автомобілів.....	
4.3 Складання плану операцій по ремонту гальмівної системи автомобілів ГАЗ	
Висновки	
Список використаних джерел.	
Додатки.	

Вступ:

Забезпечення безперебійної та тривалої роботи автомобілів потребує чіткої та науково обґрунтованої системи технічного обслуговування та ремонту (ТОР). Така система гарантує справність транспортних засобів протягом усього експлуатаційного періоду.

Комплексна система ТОР:

Ця система охоплює сукупність взаємопов'язаних методів, інструментів та документів, спрямованих на підтримку та відновлення працездатності автотранспорту. Її структура базується на фундаментальних принципах інженерного забезпечення та працездатності машин, що гарантує ефективність використання ТЗ при мінімальних витратах.

Актуальні проблеми та шляхи їх вирішення:

Витрати на ТОР автомобілів на підприємствах автоперевезень (АТП), станціях технічного обслуговування (СТО) та авторемонтних заводах залишаються значними. Це вимагає вдосконалення існуючих систем ТОР. Найбільш ефективною вважається система, що забезпечує синхронізацію процесів зміни технічного стану ТЗ з їх відновленням. Класичним прикладом такої системи є ТОР за технічним станом.

Планово-запобіжний ТОР за технічним станом:

Ця система ґрунтується на плануванні періодичності та обсягу робіт з технічної діагностики. Її запобіжний характер гарантується постійним моніторингом надійності та технічного стану ТЗ з метою своєчасного виявлення передвідмовних станів. Основний принцип полягає у попередженні відмов та несправностей. Ця система базується на глибокому розумінні показників технічної діагностики та високому рівні експлуатаційної технологічності конструкції.

Обслуговування та ремонт за технічним станом з контролем надійності:

При цій системі елементи ТЗ експлуатуються без обмеження ресурсу до відмови. Рівень надійності елементів, наприклад, параметр потоку відмов, не повинен перевищувати встановлений верхній статистичний рівень. Якщо цей рівень перевищується, відповідні елементи направляються на ТОР або ремонт. Тимчасово встановлюється міжремонтний ресурс, що сигналізує про необхідність підвищення надійності цих елементів. Для застосування цього методу важливо організувати систему збору та обробки інформації про відмови та несправності елементів ТЗ на АТП.

Переваги вдосконаленої системи ТОР:

Впровадження ТОР за технічним станом з контролем параметрів елементів дозволить значно знизити витрати на ТОР рухомого складу АТП.

З оновленням автопарку України новими ТЗ, що використовують альтернативні види палива, вдосконаленням конструкції та структури рухомого складу, зростанням кількості дизельних автомобілів, а також ТЗ великої вантажопідйомності та пасажиромісткості, питання вдосконалення організації ТОР на АТП стає особливо актуальним.

Ця бакалаврська робота присвячена дослідженню та розробці вдосконаленої системи ТОР, що дозволить оптимізувати витрати та підвищити ефективність експлуатації автотранспорту.

1. Загальний розділ

1.1 Основні види діяльності підприємства-бази практики

Підприємством базою практики є ДП «Кіровоградський облавтодор» ВАТ ДАК «Автомобільні дороги України» філія «Кіровоградська ДЕД» м. Кропивницький.

Предметом діяльності підприємства є забезпечення належної експлуатації та відновлення автомобільних доріг, частин облаштування автомобільних доріг, озеленення та благоустрою території міського округу.

Метою функціонування підприємства є виконання міських завдань:

- щодо експлуатації та відновлення автомобільних доріг загального користування місцевого значення (далі – вживається як автомобільні дороги) та частин облаштування автомобільних доріг у межах міської зони;

- щодо озеленення території міського зони;

- з благоустрою території міської зони.

Для досягнення цілей діяльності Кіровоградський облавтодор виконує основні види діяльності відповідно до встановлених для нього завдань:• санітарне очищення та благоустрій території міської зони та її озеленення;

- виконання обов'язку замовника робіт із капітального ремонту елементів інфраструктури у межах виділених бюджетних асигнувань;

- підготовка до роботи в зимових умовах, пропуску паводкових вод, санітарного очищення та благоустрою території міської зони, підготовка пляжів до літнього купального сезону;

- прибирання зупинок громадського транспорту, тротуарів, прибирання та очищення скверів, догляд за зеленими насадженнями;

- збирання та вивезення снігу, облаштування та функціонування місць для вивезення снігу на території міста Кропивницького;

- збирання, вивезення побутових та промислових відходів;

- влаштування відсутніх зупинкових, посадкових майданчиків та автопавільйонів на зупинках громадського транспорту, відновлення існуючих зупинкових, посадкових майданчиків та автопавільйонів на зупинках громадського транспорту, утримання зупинкових павільйонів (за винятком переданих в оренду третім особам), розворотних майданчиків міського пасажирського транспорту, розташованих на території міста Кропивницького;

- організація робіт зі знесення муніципальних житлових будинків, визнаних у порядку аварійними і підлягають зносу;
- встановлення вздовж берегів водних об'єктів загального користування спеціальних інформаційних знаків щодо обмеження водокористування;
- реалізація заходів щодо забезпечення стабільної роботи зливової каналізації, забезпечення водовідведення талих та зливових вод з доріг та територій загального користування;
- функціонування та використання паркувань (паркувальних місць) на автомобільних дорогах загального користування місцевого значення у межах міста Кропивницького;
- будову та демонтаж штучних нерівностей на автомобільних дорогах на території міської зони;
- підготовка пропозицій до поточного плану щодо ремонту автомобільних доріг у межах міського округу, а також щодо благоустрою та озеленення території міської зони;
- визначає перелік автомобільних доріг для включення Засновником у пропозиції щодо проведення капітального ремонту автомобільних доріг у межах міської зони;
- підготовка пропозицій щодо включення об'єктів до переліку автомобільних доріг, що належать до власності м. Кропивницького;
- перевірка обсягів та якості виконаних робіт з утримання автомобільних доріг у межах міста Кропивницький та благоустрій та озеленення території міста Кропивницького;
- утримання, ремонт та облаштування світлофорних об'єктів та дорожніх знаків, нанесення дорожньої розмітки;
- виконання обов'язків замовника під час розміщення замовлень на постачання товарів, виконання робіт, надання послуг відповідно до чинного законодавства;
- участь у ремонті спортивних майданчиків, що не мають балансоутримувача, у межах виділених бюджетних асигнувань;
- участь у погодженні проектів благоустрою для видачі ордера на виробництво земляних робіт, пов'язаних із проведенням благоустрою та

озеленення територій, а також у погодженні виконання земляних робіт відкритим способом на проїжджій частині вулиць та доріг;

- підготовку та видачу технічних умов підключення об'єкта капітального будівництва до мереж зливової каналізації, експлуатацію яких здійснює підприємство.

«Створене на виконання Указу Президента України від 8 листопада 2001 року «Про заходи щодо підвищення ефективності управління дорожнім господарством України» та Постанови Кабінету Міністрів України від 28 лютого 2002 року № 221 «Про утворення відкритого акціонерного товариства «Державна акціонерна компанія «Автомобільні дороги України».

Засновником та власником 100% акцій державної акціонерної компанії «Автомобільні дороги України» є держава в особі Державної служби автомобільних доріг України. Одним із головних її завдань сьогодні є виконання обсягів робіт з будівництва, ремонту та експлуатаційного утримання автомобільних доріг, мостів, інших споруд та елементів облаштування доріг» [1].

«Компанія здійснює ремонтно-будівельні роботи на дорогах загального користування державного і місцевого значення довжиною 170 тис. км.

До складу акціонерної компанії входять тридцять три дочірніх підприємства, що діють у всіх областях України і які мають понад 350 філій (райавтодори, ДЕУ, ДЕД).

Райавтодори, як правило, розміщені в районних центрах і обслуговують автомобільні дороги загального користування місцевого значення в межах цього району. Дорожньо-експлуатаційні управління (ДЕУ) і дорожньо-експлуатаційні дільниці (ДЕД) обслуговують дороги державного значення за лінійно-територіальним принципом і розміщені в містах, селищах міського типу та селах, що прилягають до доріг, які обслуговуються цими філіями. Основне завдання всіх філій – забезпечення безпечного та безперебійного руху автомобільного транспорту на автомобільних дорогах України незалежно від пори року та погодних умов» [1].

«Щорічно вони виконують обсяг робіт на суму близько 4 млрд. грн., здійснюють будівництво та ремонт 3 тис. км доріг. На їх балансі є необхідні виробничі потужності, що включають більше 14 тисяч одиниць машин, механізмів

та спеціальної техніки, необхідних для ремонту і експлуатаційного утримання автомобільних доріг, виробничі бази для приготування асфальтобетону, в'язучих, а також кар'єри для видобування будівельних матеріалів, бітумно-емульсійні бази та ін.» [1].

«При виконанні дорожніх робіт широко впроваджуються сучасні матеріали та новітні технології. Для їх застосування придбано понад 600 одиниць сучасної техніки як іноземного, так і вітчизняного виробництва, серед них: спеціалізовані високопродуктивні дорожні машини для виконання ямкового ремонту Schafer, самохідні фрези Wirtgen W2000, котки HD-110 та HD-110-K німецької фірми НАММ, асфальтоукладачі Vogele. Під час ремонту доріг широко використовуються дорожні фрези, що дозволяє суттєво покращити рівність покриттів та якість ямкового ремонту» [1].

1.2 Характеристика рухомого складу підприємства

Обліковий склад рухомого складу підприємства налічує 49 автомобілів різних марок. Кількість нових – 5%.

Середньодобовий пробіг у середньому становить 180 км.

Категорія умов експлуатації: кліматичний пояс помірний. Спосіб зберігання – на відкритому майданчику. Категорія умов експлуатації – 2.

Коефіцієнт технічної готовності:

$$\alpha_{\text{т}} = \frac{1}{1 + L_{\text{CC}} (D_{\text{OP}} / 1000 + D_{\text{OP}} / L_{\text{KP.CP.}})}, [2].$$

$$\alpha_{\text{т}} = \frac{1}{1 + 180(0,35/1000 + 20/183600)} = 0,93$$

1.6 Коефіцієнт використання.

$$\alpha_{\text{і}} = \alpha_{\text{т}} \cdot K_{\text{и}} \cdot D_{\text{РГ}} / D_{\text{КГ}}$$

$$\alpha_{\text{т}} = 0,93 \text{ см вище}$$

$$\alpha_{\text{і}} = 0,93 \cdot 0,95 \cdot 253 / 365 = 0,62$$

Дільниця працює по п'ятиденному робочому тижні.

1.3. Загальна схема технологічного процесу по обслуговуванню техніки.

Так як на підприємстві є рухомий склад автомобілів різних марок, то доцільно використовувати універсальне обладнання для її технічного обслуговування та ремонту. Техніка повинна проходити технічне обслуговування та ремонт з періодичністю вказаною підприємством виробником [3]. Основні види технічних дій це щоденне технічне обслуговування, ТО-1, ТО-2 та ремонти – поточний ПР та капітальний КР.

Нижче наведено схему технологічного процесу технічних дій.

При проходженні КТП автомобіль може бути спрямований на перевірку його технічного стану, перевірка ТО – це регулярні роботи, які проходять у заплановані терміни. Пройшовши зону ЩО, він прямує в зону очікування, потім проходить діагностику Д-1, після чого автомобіль потрапляє в зону технічного обслуговування ТО-1. Після цього він направляється в зону поточного ремонту ТР, де усуваються виявлені несправності, після чого він потрапляє в зону зберігання автомобілів.

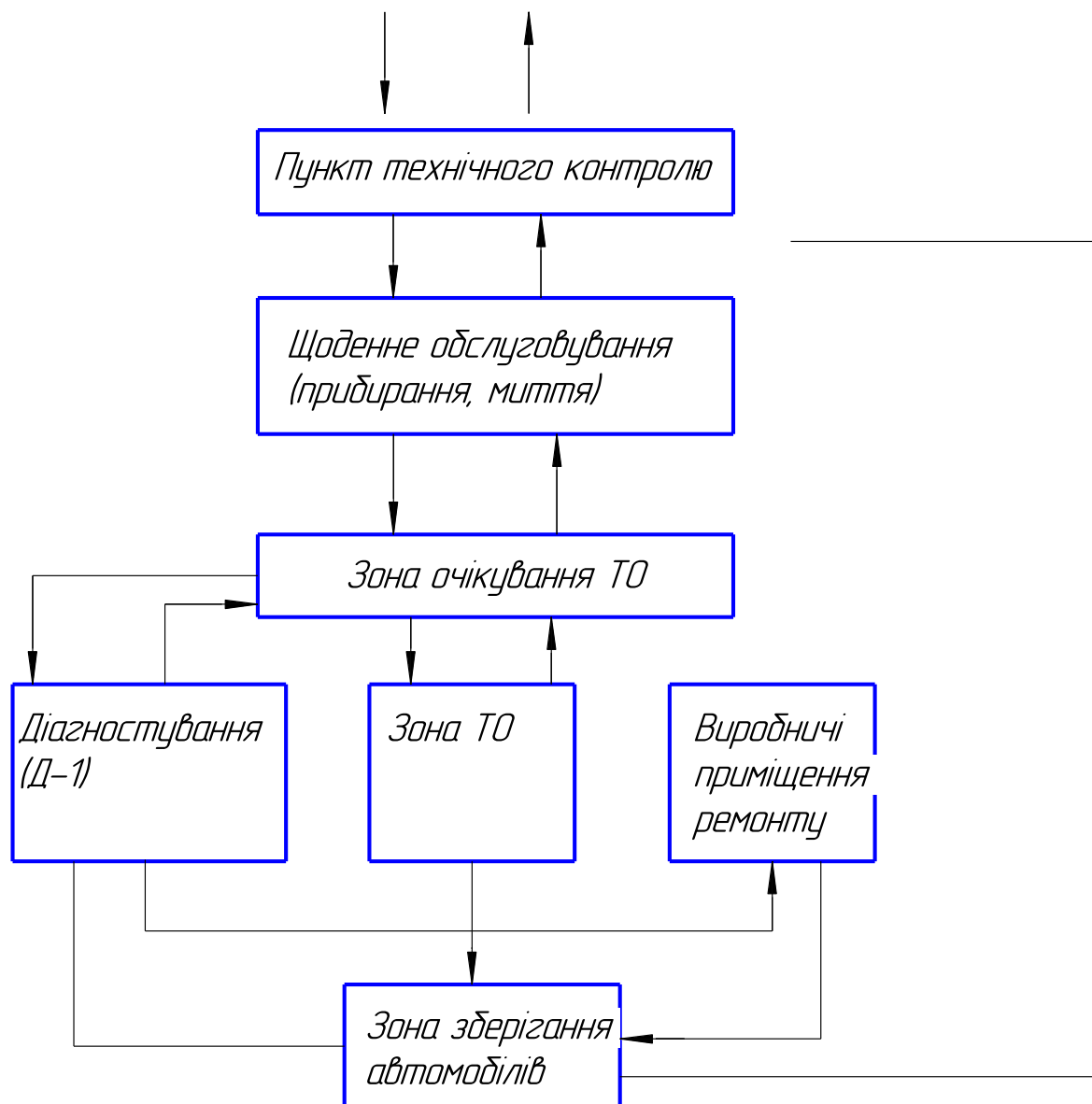


Рисунок 1.1 - Схема технологічного процесу обслуговування техніки

Організація роботи технічної служби підприємства. Підрозділ складається з однієї комплексної бригади у складі п'яти осіб. За нею закріплені всі автомобілі підприємства, до її завдань входить проведення планових ТО, ПР та КР.

Склад, цілі та завдання підрозділів, зайнятих підготовкою виробництва.

До їх складу входять слюсарі-комплектувальники, які забезпечують оформлення вимог та отримання на складі запчастин, необхідних для виконання ремонтних робіт, та доставку їх на робочі посади. А також транспортування несправних агрегатів, вузлів та деталей, знятих для ремонту.

Склад, цілі та завдання відділу технічного контролю. Відділ технічного контролю здійснює контроль за якістю виконуваних робіт, проводить вибіркового контролю технічного стану рухомого складу, прийому його і випуску лінію.

Склад, цілі та завдання відділу головного механіка. Відділ головного механіка здійснює утримання у технічно справному стані будівель, споруд, енергосилового та санітарно-технічного господарств, а також монтаж, обслуговування та ремонт виробничого обладнання.

2.1 Аналіз технологічного процесу і організація виконання робіт на дільниці по ремонту гальмівних систем

Дана дільниця призначена для ремонту гальмівних систем автомобілів, а також деяких вузлів ходової частини автомобіля.

Довговічність роботи вказаних агрегатів залежить від якості відновлення або виготовлення деталей, монтажу останніх і обкатування агрегату.

Ремонт, складання та регулювання вузлів ходової частини є відповідальним етапом ремонту автомобіля в цілому. На дільниці проводять завершальні операції по складанню вузлів і агрегатів з заміною зношених деталей на нові або відремонтовані.

Основними операціями при ремонті ходової частини є операції розбирання, заміни зношених деталей, складання вузлів та випробовування вказаних систем. Виконання даних операцій, в рамках даного підприємства, має ряд особливостей.

2.2 Розрахунок трудомісткості робіт на дільниці ремонту гальмівної системи

При ремонті ходової частини та гальмівної системи будуть виконані частково розбирально-складальні роботи, слюсарно-механічні, ковальсько-ресорні, повністю шиномонтажні та вулканізаційні, а також частково ремонт вузлів та агрегатів (табл. 2.2.). Частка кожного виду робіт приблизно може бути визначена за результатами діяльності попередніх років з матеріалів переддипломної практики

Таким чином трудомісткість робіт на дільниці складе

$$T = 8028 \text{ люд. год.}$$

2.3 Розрахунок числа працівників дільниці по ремонту гальмівних систем

Всі працюючі на ремонтному підприємстві відповідно до виду робіт, що виконується, умовно підрозділяються на наступні групи: виробничі працівники, допоміжні працівники, обслуговуючий персонал і інженерно-технічні працівники.

Визначення кількості виробничих працівників ведеться розрахунковим методом залежно від об'єму виконуваних робіт.

Визначення числа виробничих робітників ведеться розрахунковим шляхом в залежності від об'єму передбачених робіт.

При розрахунку числа робітників розрізняють списочний і явочний склад.

Списочний склад виробничих робітників (P_c) використовують для розрахунку площ побутових приміщень і загального складу працівників підприємства; його розраховують по дійсному фонду часу:

$$P_c = \frac{T}{\Phi_d k},$$

де T – річна трудомісткість виконуваних робіт, люд-год;

Φ_d – дійсний фонд робочого часу робітника, год; $\Phi_d = 1886$ год

K – коефіцієнт, що враховує перевиконання робіт ($k = 1,02 \dots 1,15$).

Явочний склад виробничих робітників (P_y) використовують для розрахунку числа робітників місць на дільниці; його розраховують по номінальному фонду часу:

$$P_y = \frac{T}{\Phi_n k},$$

Φ_n , – номінальний фонд часу робітника, $\Phi_{нг} = 2096$ год;

По вище наведеним формулам визначаємо:

- списочна кількість слюсарів на дільниці

$$P_c = \frac{8028}{1886 \cdot 1,05} = 4,4$$

де T_{pz} – річна розрахована трудомісткість операцій ремонту, $T_{pz} = 8028$ люд-год;

Приймаємо, $P_{cz} = 5$ чоловік.

- явочне число слюсарів на дільниці

$$P_y = \frac{8028}{2096 \cdot 1,05} = 3,8 \text{ чол}$$

Приймаємо $P_{yz} = 4$ чоловіки.

Кількість допоміжних робітників складає 15% від числа основних робітників.

$$P_{\text{доп}} = 0,15 \cdot 4 = 0,6 \text{ люд.}$$

Приймаємо $P_{\text{доп}} = 1$ люд.

«Кількість інженерно-технічних робітників, службовців і молодшого обслуговуючого персоналу приймають в процентному відношенні від суми виробничих і допоміжних робітників відповідно 8...10%, 2...3%, 2...4%» [10].

$$P_{\text{ітр}} = (4+1) \cdot 0,1 = 0,5. \text{ Приймаємо } 1 \text{ чоловіка.}$$

За результатами розрахунку складаємо штатну відомість (таблиця 2.1)

Таблиця 2.1 - Штатна відомість працівників дільниці

Найменування спеціальності робочих	Трудомісткість робіт, люд-год	Номінальний фонд часу, год	Явочна кількість робітників (по	Явочна кількість робітників (прийнята)	Дійсний фонд часу, год	Списочна кількість робітників (по розрахунку)	Списочна кількість робітників (прийнята)
Слюсар	8028	2096	3,8	4	1886	4,4	5

Всього на дільниці частини працює

$$P = P_{\text{осн}} + P_{\text{доп}} + P_{\text{ітр}} = 5 + 1 + 1 = 7 \text{ чоловік.}$$

2.5 Розрахунок, обґрунтування і вибір технологічного обладнання

Обладнання дільниці по ремонту ходової частини повинне забезпечувати виконання заданого технологічного процесу. Дільниця повинна бути обладнана стендами для складання та розбирання рами, підвіски та коліс автомобіля, верстаками і іншим обладнанням для складання вузлів, стелажми для агрегатів і деталей, а також підйомно-транспортним обладнанням.

Ремонтно-технологічне обладнання підбираємо по технологічній необхідності і заносимо в відомість обладнання, наведену в таблиці 2.2

Таблиця 2.2 - Відомість ремонтно-технологічного обладнання дільниці

Найменування обладнання	Марка, тип	Кількість, шт	Габаритні розміри, м	Площа, м ²		Потужність, кВт
				одиночі	всього	
1	2	3	4	5	6	7
1. Вішалка для камер	Власн виготовл	1	1,5x0,5	0,75	0,75	-
2. Електровулканізаційний апарат	«Геліос»	1	0,6x0,6	0,36	0,36	1,5
3. Верстак для ремонту покришок	ОРГ-М68-01-0245	1	1,5x1,2	1,8	1,8	-
4. Контейнер для відходів	Власн виготовл	1	0,6x0,6	0,36	0,36	-
2. Шафа	власн виготовл	2	1,0x0,5	0,5	1,0	-
6. Ванна для перевірки камер	Власн виготовл	1	1,2x1,2	1,44	1,44	-
7. Стелаж	Власн виготовл	7	1,5x1,2	1,8	12,6	-
8 Стенд для проточування дисків та барабанів гальм	Проект	1	1,5x0,9	1,35	1,35	-
9. Стелаж	Власн виготовл	2	2,5x0,8	2	4	-
10. Стенд для ремонту ресор	ОР-23264	1	0,8x2,0	1,6	1,6	1,5
11. Стенд для ремонту амортизаторів	FWT1 D	1	0,8x0,8	0,64	0,64	-
12. Прес гідравлічний	П1124, q=4т	1	0,8x0,8	0,64	0,64	2,4
13. Заточний верстат	ЗБ12	1	0,8x0,6	0,48	0,48	2,2
14. Верстат свердлильний	2Н135	1	0,8x0,6	0,48	0,48	1,5
15 Підйомник двостійковий	ПДГ-3500Е	3	6x4	24	72	2,2x3=6,6
16. Маслороздавальний бак	Pressol	1	0,5x0,5	0,25	0,25	-
17. Пристосування для заправки гальмівною рідиною	RAASM	1	0.4x0.4	0,16	0,16	-
18. Ларь для відходів	Власн виготовл	4	0,8x1,0	0,8	3,2	-
19. Стелаж, що обертається для дрібних деталей	Власн. виготовл	1	1,2x1,2	1,44	1,44	-
20. Пульт стану для перевірки кутів сходження коліс	Beissbarth	1	0,6x0,6	0,36	0,36	1,2
21. Стенд для правки дисків	P-184M2	1	1,8x0,8	1,44	1,44	1,5

22. Стенд для балансування коліс	S-406	1	0,8x1,8	1,44	1,44	1,5
23. Стенд для монтажу шин	Ш509	1	0,8x0,8	0,64	0,64	1,0
24. Стелаж для коліс	Власн. виготовл.	1	1,0x4,0	4,0	4,0	-
22. Канава оглядова	Канава оглядова	1	2,8x8,0	22,4	22,4	-
26. Ящик для піску	Власн. виготовл.	1	0,4x0,4	0,16	0,16	-
27. Ларь для обтиральних матеріалів	Власн виготовл	1	1,2x0,4	0,48	0,48	-
Разом					134,68	20,9

2.6 Розрахунок площі ділянки по ремонту гальмівних систем

В залежності від типу підприємства, розміру програми і стадії проектування застосовують декілька способів розрахунку виробничих площ: по питомій площі розрахованого обладнання; по числу робітників і питомій площі на одного робітника; по числу робочих місць, по площі підлоги, яка зайнята обладнанням; по питомій площі на одиницю ремонту і по залежності питомої площі на одиницю ремонту.

Але розрахунки по питомим площам розрахованого обладнання, числу робочих місць дозволяють отримати грубо орієнтовні значення і, крім того, дуже трудомісткі.

Розрахунок по питомій площі на одиницю ремонту і по залежності питомої площі на одиницю ремонту застосовується при укрупнених розрахунках на стадії технічного проекту.

Найбільш доцільно використовувати в даному випадку розрахунок ділянки по площі підлоги, зайнятої обладнанням і по коефіцієнтам, що враховують вільні зони.

$$\ll F = \sum F_0 \cdot k = 134,68 \cdot 3,0 = 403,5 \text{ м}^2,$$

де $\sum F_0$ - загальна площа, яка зайнята обладнанням;

k – перехідний коефіцієнт, що враховує робочі зони, проїзди і проходи, для ділянки збирання і випробування $k = 3,0$ » [10].

За виробничою необхідністю до складу ділянки слід включити побутове приміщення та прохідну зону загальною площею 36 м².

Розрахункова площа складе

$$F=403,5+36=439,5 \text{ м}^2$$

Приймаємо діляницю площею 432 м² розмірами 18х24 м.

2.7 Компонування ділянки по ремонту ходових частини та гальмівних систем

Компонування проектованої ділянки проводиться з метою забезпечення найкращого технологічного взаємозв'язку між технологічними операціями і виробничими ділянками цеху в цілому. Головним правилом при проектуванні ділянки є відповідність між транспортуванням деталей і виробничим процесом.

Напрямок вантажопотоку повинен відповідати ходу всього технологічного процесу ділянки по ремонту. При цьому рух вантажопотоку повинен бути цілеспрямований по ходу виконання складальних і випробувальних робіт. На підприємствах з невеликою програмою переважає тупикове збирання на окремих робочих місцях, які обладнані спеціальними стендами, верстаками, столами, відповідними пристроями і інструментом. Відремонтовані базові і інші деталі поступають на підставки і стелажі для їх зберігання. Потім за допомогою спеціальних підйомно-транспортних засобів агрегати ходової частини встановлюють на стенди для збирання. Підібрані на верстаках і іншому спеціальному обладнанні вузли поступають на робочі місця кінцевого збирання. Після збирання агрегати ходової частини поступають на стелажі, звідкіля вони транспортуються для загального складання.

При проектуванні ділянки необхідно суворо дотримуватися норм будівельних, протипожежних і інших вимог.

2.8 Обґрунтування і вибір підйомно-транспортного обладнання

Підйомно-транспортні засоби на ремонтних підприємствах є невід'ємною частиною більшості технологічних процесів.

Види і кількість підйомно-транспортного обладнання, необхідного для ефективного забезпечення виробничого процесу ремонтного підприємства залежать від номенклатури ремонтованих об'єктів, їх маси і розмірів, типу виробництва і форми організації праці, типу і розмірів виробничих приміщень.

У відповідності з рекомендаціями по вибору підйомно-транспортного обладнання для ділянки збирання приймаємо:

- Таль електрична підвісна ОПТ21010-20, $Q = 0,5$ т;

2.9 Енергетичні розрахунки виконання робіт на ділянці

2.9.1 Вибір і розрахунок вентиляції

«Вентиляція виробничих і допоміжних приміщень призначена для зменшення запиленості і для очищення повітря від шкідливих виділень виробництва, а також для підвищення збереження обладнання. У виробничих приміщеннях ремонтного підприємства застосовується природна або штучна вентиляція.

Штучною вентиляцією обладнуються ті приміщення, в яких по санітарно-гігієнічним вимогам годинна кратність обміну повітря встановлена більше трьох.

Годинна кратність обміну повітря ділянки ремонту ходової частини встановлена в межах 1,5...2,0, отже приймаємо природну вентиляцію за допомогою фрамуг або кватирок.» [10].

Площа фрамуг або кватирок береться в розмірі 2...4% від площі підлоги:

$$F_{\text{фр}} = 0,04F_i = 0,04 \cdot 432 = 17,2 \text{ м}^2,$$

де F – площа ділянки, що планується, $F = 432 \text{ м}^2$.

Приймаємо $F_{\text{фр}} = 18 \text{ м}^2$.

2.9.2 Розрахунок освітлення

«При проектуванні і розрахунку освітлення виробничих приміщень необхідно враховувати наступні основні вимоги:

1. Освітлення повинно бути достатнім, щоб робітник мав змогу легко і швидко оперувати об'єктами роботи.
2. Освітлення не повинно викликати різких тіней і сліплячих бликів.
3. Будова освітлення повинна виконуватися з урахуванням характеру виробництва.

На ремонтних підприємствах застосовується як природне, так і штучне освітлення.

При розрахунку природного освітлення підбираються відповідні віконні пройоми. Орієнтовно площа скла визначається за формулою:

$$F_{\text{ост}} = \frac{F \cdot e_{\text{min}} \cdot \mu_0}{\tau_0 \cdot r_1},$$

де F – площа ділянки, яка планується, $F = 432 \text{ м}^2$;

e_{min} – коефіцієнт природного освітлення, при боковому освітленні $e_{\text{min}} = 2,0$;

μ_0 – коефіцієнт, який враховує розміри приміщення, $\mu_0 = 0,2$;

τ_0 – коефіцієнт світлопропускання, $\tau_0 = 0,4$;

r_1 – коефіцієнт, який враховує кольорове фарбування приміщень, $r_1 = 2,0$.» [10].

$$F_{\text{ост}} = \frac{432 \cdot 2,0 \cdot 0,2}{0,4 \cdot 2,0} = 216 \text{ м}^2.$$

При розрахунку штучного освітлення визначаємо кількість ламп, необхідних для освітлення ділянки збирання і випробування, за формулою:

$$n = \frac{E_{\text{ср}} \cdot f_{\text{п}} \cdot k}{F_0 \cdot \eta},$$

де $E_{\text{ср}}$ – середня освітленість, лк; $E_{\text{ср}} = 60 \text{ лк}$;

$f_{\text{п}}$ – площа полу ділянки, м^2 ;

k – коефіцієнт запасу освітленості, $k = 1,3 \dots 1,5$;

F_0 – світловий потік лампи. Для ламп розжарювання потужністю 100 Вт при напрузі 220 В світловий потік складає 1240 лк;

η – коефіцієнт використання світлового потоку, $\eta = 0,45$

$$n = \frac{60 \cdot 432 \cdot 1,4}{1240 \cdot 0,45} = 65 \text{ шт.}$$

Приймаємо 65 ламп.

2.9.3 Розрахунок силової електроенергії

«Розрахунок річної потреби в електроенергії проводиться методом визначення навантажень по коефіцієнту попиту.

Для кожної групи електроприймачів визначаємо активну потужність за формулою:

$$P_a = \eta_c \cdot \sum P_{\text{уст}},$$

де η_c – коефіцієнт попиту;

$\sum P_{\text{уст}}$ – сумарна встановлена потужність групи електроприймачів, кВт.» [10].

Річна витрата електроенергії для силового споживання визначають з урахуванням дійсного річного фонду часу і коефіцієнту завантаження за формулою:

$$W_p = \sum P_a \Phi_{od} \eta_z = 20,9 \times 1886 \times 1 \times 0,55 = 18070 \text{ кВт},$$

де $\sum P_a$ - сума активних потужностей електроприймачів, які встановлені на ділянці, кВт;

Φ_{od} - дійсний річний фонд часу обладнання, год;

η_z - коефіцієнт завантаження обладнання по часу, в середньому дорівнює 0,45...0,80.

«Річну витрату електроенергії по освітленню приміщень визначають по питомій витраті електроенергії за годину на освітлення 1 м² площі підлоги.

Питому витрату електроенергії на освітлення ділянки приймаємо 20 Вт/м² ;

$$W_{осв} = P_{осв} \cdot F \cdot n \cdot k = 20 \cdot 432 \cdot 280 \cdot 0,85 = 2056 \text{ кВт}$$

де $P_{осв}$ – питома витрата електроенергії на освітлення;

F - площа підлоги ділянки, м²;

n – річна кількість годин освітлювального навантаження.

Сумарна річна потреба ділянки в електроенергії складає:

$$\sum W_p = W_c + W_{інд} = 18465 + 2056 = 20521 \text{ кВт} \gg [10].$$

2.9.4 Розрахунок пара і палива

«Витрата пара і палива на опалення і вентиляцію визначають із розрахунку повернення теплових втрат будівлі. При штучній вентиляції теплові втрати приймаються в розмірі 65...85 кДж/год на 1 м³ .

Річна потреба пара і палива на опалення і вентиляцію в тонах складає, відповідно:

$$Q_n = \frac{g_m HV}{i \cdot 1000}; \quad Q_m = \frac{g_m HV}{k \cdot 1000 \cdot \eta_k}$$

де g_m - витрата тепла на 1 м³ будівлі, ккал/год; $g_m = 70$ кДж/год,

i - теплота випаровування, ккал/кг (2261 кДж/кг);

H - кількість годин в опалювальний період. Для середньої полоси опалювальний період приймається рівним 180 дням або 4234 год;

V - об'єм ділянки, м³;

$$V = 432 \cdot 6,3 = 2721 \text{ м}^3$$

k - теплотворна здатність умовного палива (7000 ккал/кг);

η_k - коефіцієнт корисної дії котельної установки (в середньому дорівнює 0,75).» [10].

$$Q_i = \frac{70 \cdot 4234 \cdot 2721 \cdot 1000}{2261 \cdot 1000} = 356 \text{ т}$$

$$Q_o = \frac{70 \cdot 4234 \cdot 2721 \cdot 1000}{3,55 \cdot 10^7 \cdot 1000 \cdot 0,75} = 30,2 \text{ т.}$$

2.9.5 Розрахунок витрати води

Вода на ділянці використовується на господарчо-побутові потреби. У відповідності з діючими санітарними нормами води на одного працівника складає за одну зміну 25 літрів. Річна витрата води складає

$$Q_d = n_d \cdot q \cdot n \cdot n_p = 251 \cdot 14 \cdot 1 \cdot 7 = 17780 \text{ л,}$$

де n_d – кількість робочих днів в році;

q – норма витрати води;

n – число змін;

n_p – кількість робітників на ділянці.

2.9.6 Розрахунок витрати стиснутого повітря

Стиснуте повітря на ділянці застосовується для роботи пневматичних гайковертів.

Розраховуємо потребу в стиснутому повітрі проводиться в наступному порядку. Знаходимо теоретичну середньогодинну витрату стиснутого повітря для однотипних споживачів.

Визначаємо середньогодинну витрату повітря по формулі:

$$Q_r = q \cdot n_n \cdot k_1 \cdot k_2 = 66 \cdot 10 \cdot 0,2 \cdot 0,9 = 118,8 \text{ м}^3/\text{год,}$$

де q - витрата повітря одним споживачем, $q = 66 \text{ м}^3/\text{год}$;

n_n - число споживачів даного типу, $n_n = 10$ шт;

k_1 - коефіцієнт використання повітреспоживача,

k_2 - коефіцієнт одночасності роботи повітреспоживача даного типу,

Далі визначаємо дійсну годинну витрату стиснутого повітря

$$Q_d = 1,5 Q_r = 1,5 \cdot 118,8 = 178,2 \text{ м}^3/\text{год,}$$

де 1,5 – коефіцієнт, який враховує втрати стиснутого повітря через нещільність з'єднань і виконання непередбачених робіт.

Річна витрата стиснутого повітря визначається за формулою:

$$Q_p = Q_d \cdot \Phi_{од} \cdot c \cdot \mu_z = 1 \cdot 178,2 \cdot 1886 \cdot 1 \cdot 0,8 = 377364 \text{ год}$$

де $\Phi_{\text{од}}$ - дійсний річний фонд часу обладнання, $\Phi_{\text{од}} = 1886$ год;

c – кількість змін, $c = 1$;

μ_3 - коефіцієнт завантаження обладнання по часу, $\mu_3 = 0,8$.

3.1 Обґрунтування проектування стенду для розточування гальмівних дисків та барабанів

Технологічний процес ремонту гальм, представлений у технологічному розділі може включати операції по правці дисків або барабанів гальмівних механізмів [22].

В процесі експлуатації автомобіля диски та барабани, як правило, зношуються не рівномірно по площі контакту з гальмівними колодками. При тривалій експлуатації на краю дисків або барабанів з'являються виступи, на площі контакту можуть бути риски, канавки та інші дефекти. Так як гальма піддаються нагріванню до високих температур близько 300-350°C, та можуть працювати в умовах швидкого охолодження (наприклад, швидке потрапляння вологи на поверхні контакту), то існує імовірність короблення дисків, поява відхилень від початкової геометричної форми [23].

Одним з найважливіших моментів профілактики системи гальмування, як для легкових, так і для вантажних автомобілів, є проточування або розточування гальмівних барабанів (рис. 3.1). У результаті, після правильної заміни колодок і зворотного складання гальмівного механізму, забезпечується мінімально припустимий зазор між колодками й поверхнею барабана.

Гальмові колодки в гальмовій системі барабанного типу підлягають заміні при досягненні пробігу близько 60-80 тис.км. Але профілактику системи гальмування, і зокрема колодок, варто робити не рідше, ніж кожні 20-30 тис.км. При експлуатації автомобіля в місті в багато разів зростає частота використання системи гальмування, а також навантаження на неї. Часте використання гальм приводять до досить сильного нагрівання, що різко знижує ефективність і дуже негативно впливає на виконання ними їх прямих функцій.



Рисунок 3.1 – Правка гальмівного диска

Матеріал, з якого виготовлені гальмові колодки, має неоднорідну структуру, і тому й у процесі експлуатації на робочій поверхні барабана по всьому радіусу утворюються канавки й борозни, відбувається часткова деформація (рис. 3.2). Це приводить до появи вібрації й підвищеному зношуванню колодок, і як результат – значне зниження ефективності гальмування.

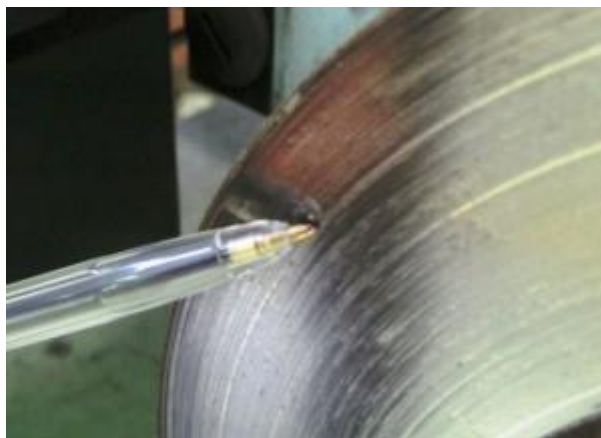


Рисунок 3.2 – Дефекти гальмівного диску

Визначити несправність у роботі гальмової системи автомобіля можна по наступних ознаках:

1. Поява вібрації;
2. Натискаючи на педаль гальма, чуємо характерний шум;
3. Відчувається биття руля і педалі;
4. Погіршення якості гальмування.

Як для вантажівок, так і для легкових автомобілів, існує два способи відновити гальмову систему:

1. замінити гальмові барабани на нові;

2. виконати проточування гальмівних барабанів.

Оптимальний варіант у даній ситуації – купити нові барабани. Але найчастіше вартість заміни деталей на нові досить висока. І при постійній експлуатації автомобіля додаткові витрати можуть бути не кожному по кишені. Варіант розточування автомобільних барабанів дешевший, тому користується більшим попитом в автомобілістів.

Проточити або розточити – це означає, що на спеціальному верстаті або стенді методом проточки усуваються дефекти й нерівності робочої поверхні шляхом видалення (зняття) шару метала.

Для кожної окремої моделі автомобіля виробник установлює мінімально припустиму товщину. Саме так ці цифри і є нормативно припустимими їх можливо визначити експлуатаційній інструкції від виробника.

Важливо також дотримуватися всіх параметрів при балансуванні, щодо барабана й маточини колеса. Неточності або збій в одному з етапів цього процесу можуть привести до серйозних, а іноді й до трагічних наслідків. Тому до цих моментів рекомендується підійти з усією відповідальністю й увагою.

В умовах сервісних підприємств розточування виконується на токарних верстатах. Однак токарний верстат необхідної потужності має значні габарити, високу вартість та потребує наявності фахівця верстатника високої кваліфікації [24].

Запропонована конструкція стенду для розточування дисків сервісних підприємств або цехів дозволить забезпечити зниження часу на виконання операції. Конструкція, що пропонується, є досить простою, не потребує спеціальних налаштувань та додаткового оснащення. Вартість запропонованого стенду буде набагато нижчою у порівнянні з токарним верстатом.

3.2 Розробка конструкції стенду для розточування гальмівних дисків та барабанів

Для розточування барабанів та дисків пропонується стенд наступної конструкції (рис. 3.3).

На рамі змонтований черв'ячний редуктор 2. Електродвигун 17

установлюється на рамі та має можливість переміщення вздовж стенду для регулювання напруги пасу. Через клинопасову передачу обертання передається швидкохідному валу черв'ячного редуктора, далі шпіндель стенду. За допомогою чотирьох болтів до перехідного вала кріпиться трикулачковий токарний патрон ГОСТ 12593-72.

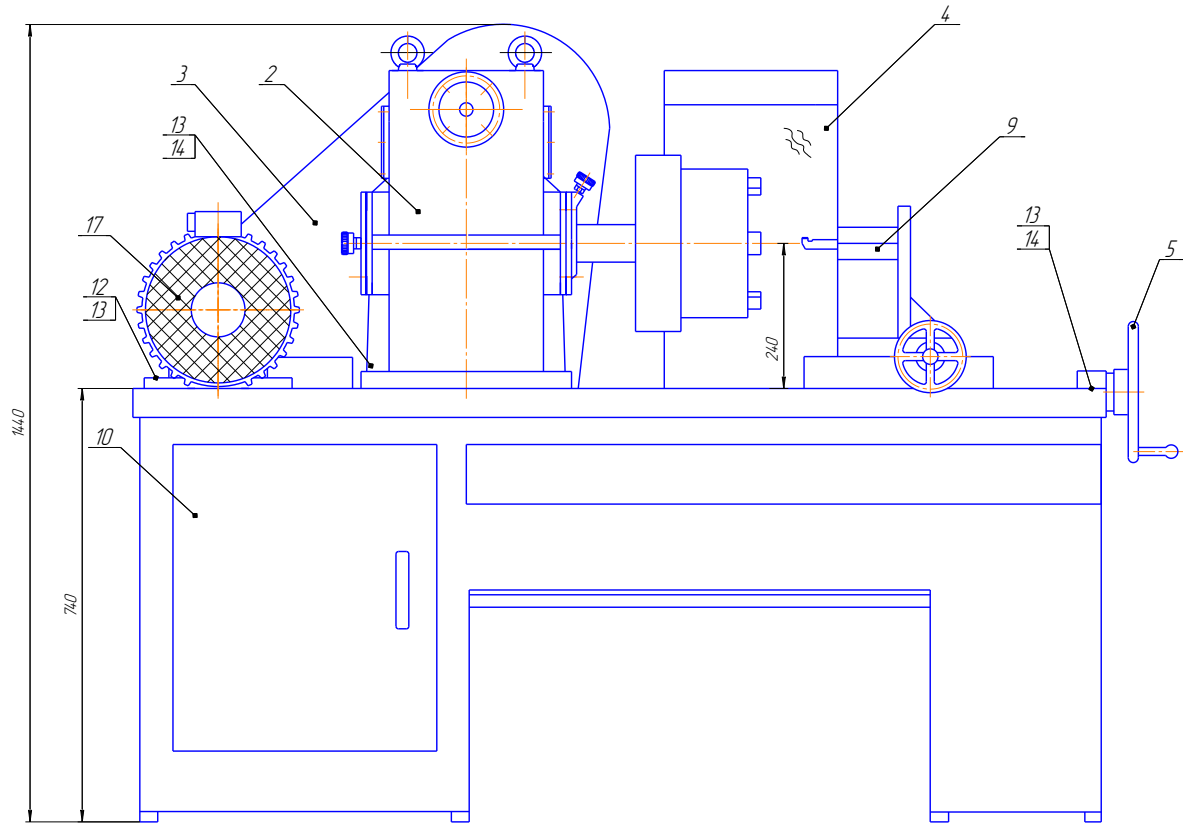


Рисунок 3.3 – Стенд для розточування барабанів та дисків

Подача різця в поздовжньому й поперечному напрямку здійснюється за допомогою пересувної плити й двох ходових гвинтів. Подача різця 9 здійснюється вручну. Регулювання обертів патрона здійснюється за допомогою частотного перетворювача.

Даний стенд необхідно використовувати з комплектом додаткового оснащення:

1. Пристосування для розточення гальмових барабанів складається з оправки, комплексу конусів, що центрують, і втулок різної довжини.
2. Для обточування гальмових накладок використовується пристосування, що полягає з оправки, змінних планшайб, фіксаторів, обмежників, роликів, втулок і притискних планок.
3. Для проточування гальмівних дисків використовується комплект конусів,

що центрують.

5.3 Основні розрахунки конструктивних елементів стенду для розточування гальмівних дисків та барабанів

Конструкція пристосування розроблена на основі габаритних розмірів гальмівного диску та барабану легкових автомобілів або вантажних малої та середньої вантажопідйомності, а також зручності його встановлення і знімання. Тому приймаємо розміри пристосування виходячи з конструктивних міркувань і виконуємо перевірочні розрахунки найбільш навантажених збиральних одиниць і окремих деталей.

Вихідні дані:

- частота обертання веденого валу редуктора – $n=150$ об/хв.
- Потужність, що витрачається на різання – за конструкціями-аналогами 2,8 кВт.

5.3.1 Розрахунок редуктора

Враховуючи умови використання проектованої установки необхідно виконати наступні умови:

- механізм повинен мати незначні габаритні розміри а отже малу вагу;
- привод повинен приводитись в рух зусиллям електродвигуна;
- привод повинен забезпечувати визначену частоту обертання вихідного валу.

Всім перерахованим умовам задовольняє черв'ячна передача і в її складі повинен бути п'ятизаходний черв'як ($z_1=5$), що забезпечить безударну передачу. Черв'ячна передача встановлена в литий корпус, що забезпечить кріплення до основних елементів рами пристосування.

Вибір електродвигуна та розрахунок приводу.

Вказаним вимогам до передачі необхідного крутного моменту та кількості

обертів задовольняють трифазні асинхронні короткозамкнені електродвигуни серії 4А закритого типу, обдуваємі.

Кінематична схема приводу представлена на рис. 3.4.

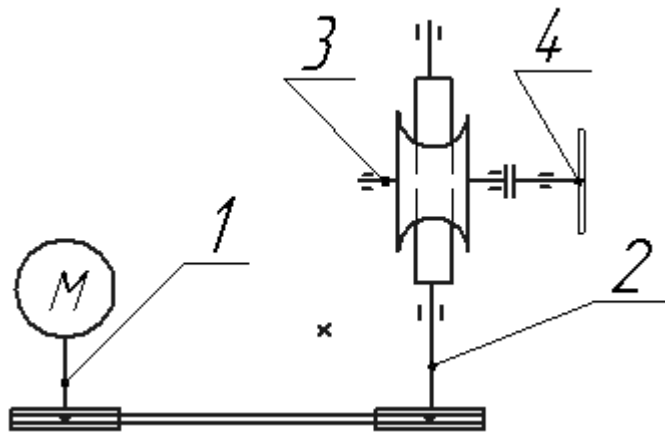


Рисунок 3.4 - Кінематична схема стану

1, 2, 3, 4 – вали стану

Підбір електродвигуна будемо виконувати для клинопасової передачі і тризахідного черв'ячного редуктора.

Визначаємо загальний ККД приводу

$$\eta_{\text{заг}} = \eta_p \eta_{\text{чп}} \eta_{\text{нп}}^2 = 0,95 \cdot 0,75 \cdot 0,99^2 = 0,745$$

Необхідна потужність електродвигуна визначається

$$P_{\text{н}} = \frac{P}{\eta_{\text{заг}}} = \frac{2,8}{0,745} = 3,76 \text{ кВт},$$

де P – потужність, що витрачається на різання.

Передаточне число приводу визначається відношенням

$$U_{\text{заг}} = U_{\text{рп}} \cdot U_{\text{чп}}$$

Передаточне пасової передачі приймає за довідниковими даними

$$U_{\text{рп}} = 2$$

Передаточне відношення черв'ячної передачі рекомендується приймати в межах 10...40. Приймаємо $U_{\text{чп}} = 12$.

Загальне передаточне відношення складе

$$U_{\text{заг}} = 10 \cdot 2 = 20$$

Тоді потрібна частота обертання електродвигуна

$$n_4 = n \cdot U_{\text{заг}} = 150 \cdot 20 = 3000 \text{ об/хв}.$$

Проведеним розрахункам задовольняє електродвигун 4A112MA6Y3 ГОСТ 19523-81. з частотою обертання 3000 хв^{-1} , та потужністю 4 кВт.

Частота обертання ведучого валу редуктора складе

$$n_2 = n_1 / U_{\text{пп}} = 3000 / 2 = 1500 \text{ хв}^{-1}$$

Визначаємо передаточне число редуктора

$$u_{\text{qn}} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1500}{150} = 10$$

Тоді число зубів колеса при числі заходів черв'яка $z_1=5$ буде

$$z_2 = z_1 \cdot u = 5 \cdot 10 = 50$$

Особливістю роботи даної черв'ячної передачі є те, що передача тихохідна, відсутні показники по визначений швидкості ковзання, тому за строк служби не буде з'являтися контактне викришування робочих поверхонь і слід передачу піддати розрахунку на міцність зубів колеса на вигин.

В якості матеріалу черв'яка приймаємо середньовуглецеву сталь 45 з поверхневим загартовуванням до HRC 50...55.

Зважаючи на невелику швидкість ковзання вінець черв'ячного колеса можливо виробити з чавуну, але краще застосовувати доступну безолов'яну бронзу Бр. АЖ9-4, яка має граничні напруження на згинання $[\sigma]_{\text{зг}}=83 \text{ Н/мм}^2$ (табл. 5.4 [13]).

Момент на шпинделі верстату визначимо як

$$M_4 = P_4 / \omega_4 = \frac{P_4 \cdot 30}{\pi \cdot n_4} = \frac{2,8 \cdot 10^3 \cdot 30}{3,14 \cdot 150} = 191 \text{ Нм}$$

Приймаємо коефіцієнт ширини $\psi=3$ і визначаємо розрахункове значення модуля зачеплення

$$m = 1,51 \cdot \sqrt[3]{\frac{M_{\text{вх}}}{\psi \cdot z_2 \cdot [\sigma]_{\text{зг}}}} = 1,51 \sqrt[3]{\frac{191}{3 \cdot 50 \cdot 83}} = 9,8 \text{ мм.}$$

По ГОСТ 2144-76 приймаємо $m=10 \text{ мм}$.

Дільний діаметр черв'ячного колеса

$$d_2 = m \cdot z_2 = 10 \cdot 50 = 500 \text{ мм.}$$

Вибираємо коефіцієнт діаметра черв'яка $q=8$ і визначаємо дільний діаметр черв'яка

$$d_1 = m \cdot q = 10 \cdot 8 = 80 \text{ мм.}$$

Визначаємо кут підйому лінії витка черв'яка $\gamma=4^{\circ}34'26''$.

Діаметр вершин вінців черв'яка

$$d_{a1}=d+2m=80+2\cdot10=100 \text{ мм}$$

Діаметр впадин черв'яка

$$d_{f1}=d_1-2,4m=80-2,4\cdot10=56 \text{ мм.}$$

Діаметр вершин зубів черв'ячного колеса

$$d_{a2}=d_2+2m=500+2\cdot10=520 \text{ мм}$$

Діаметр впадин черв'ячного колеса

$$d_{f2}=d_2-2,4m=500-2,4\cdot10=476 \text{ мм.}$$

Найбільший діаметр черв'ячного колеса

$$d_{am2} \leq d_{a2} + \frac{6m}{z_1 + 2} = 520 + \frac{6\cdot10}{5 + 2} = 528 \text{ мм.}$$

Міжосьова відстань

$$a = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{100 + 500}{2} = 300 \text{ мм.}$$

Довжина нарізаної частини черв'яка при $z_1=5$

$$B_1 \geq (11 + 0,06 \cdot z_2) \cdot m = (11 + 0,06 \cdot 50) \cdot 10 = 113 \text{ мм.}$$

З конструктивних міркувань приймаємо $B_1=154 \text{ мм.}$

Ширина вінця черв'ячного колеса при $z_1=5$

$$B_2 \leq 0,75 \cdot d_{a1} = 0,75 \cdot 100 = 75 \text{ мм.}$$

Визначаємо ККД передачі, прийнявши кут тертя $\rho=4^{\circ}50'34''$.

$$\eta = 0,96 \frac{\operatorname{tg} \gamma}{\operatorname{tg}(\gamma + \rho)} = 0,96 \frac{\operatorname{tg} 4^{\circ}34'26''}{\operatorname{tg}(4^{\circ}34'26'' + 4^{\circ}50'34'')} = 0,83$$

Перевірка черв'ячного редуктора на нагрівання

«Під час роботи черв'ячного редуктора тепло, що виділяється відводиться через його стінки. При цьому перепад температур масла в редукторі і навколишнього повітря не повинен бути більшим допустимого (умова роботи редуктора без перегрівання)

$$\Delta t = \frac{P_1(1 - \eta)}{(k_t A)} \leq [\Delta t]$$

в даному випадку $\Delta t = t_m - t_{\text{п}}$ – різниця температур масла і повітря, $^{\circ}\text{C}$; P_1 – потужність, яка підводиться до редуктора (на валу черв'яка) Вт; η – ККД

черв'ячного редуктора; k_t – коефіцієнт теплопередачі, який залежить від рухомості повітря у приміщенні ($k_t=10\ldots17$ Вт/(м² °С); A – площа тепловіддаючої поверхні корпусу редуктора, м².

Площу поверхні корпусу редуктора визначаємо наближено, як суму площ шести граней прямокутного паралелепіпеда.

Допустимий перепад температур $[\Delta t]=60\ldots80$ °С. Приймаємо середнє значення $[\Delta t]=70$ °С» [13].

При незадовільному результаті теплового розрахунку для підвищення коефіцієнту k_t використовують обдування корпусу редуктора вентилятором, який встановлюють на валу черв'яка.

Тоді площа тепловіддачі поверхні редуктора буде

$$A = \sum(S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6) = 0,0875 + 0,077 + 0,055 + 0,0875 + 0,077 + 0,055 = 0,439 \text{ м}^2$$

Різниця температур

$$\Delta t = \frac{9000(1 - 0,83)}{(15 \cdot 0,439)} = 60,77^\circ\text{C}$$

Перевіряємо умову роботи черв'ячного редуктора без перегріву, тобто $\Delta t \leq [\Delta t]$, $60,77 \leq 70$. З наведеного видно, що умова роботи черв'ячного редуктора без перегріву виконується.

Ескізна компоновка редуктора

Ціль компоновки – визначити положення черв'ячної пари відносно опор для наступного визначення опорних реакцій і підбору підшипників. Черв'ячна передача має привід від електродвигуна, нагрівання передачі не буде спостерігатися і можливо прийняти схему установки радіально-упорних підшипників враспор. Регулювання зазорів в підшипниках здійснюється за рахунок набору тонких регулювальних прокладок, встановлених між кришками підшипників і корпусом редуктора.

Компоновку редуктора виконуємо в масштабі 1:1 спочатку викреслюємо параметри зачеплення, а потім намічаємо розташування підшипників, дотримуючись необхідних зазорів між корпусом і деталями зачеплення

Підбір підшипників

Розташування підшипників на черв'яка та черв'ячного колеса редуктора та схеми дії зусиль на підшипниковий вузол показані на рис. 3.6.

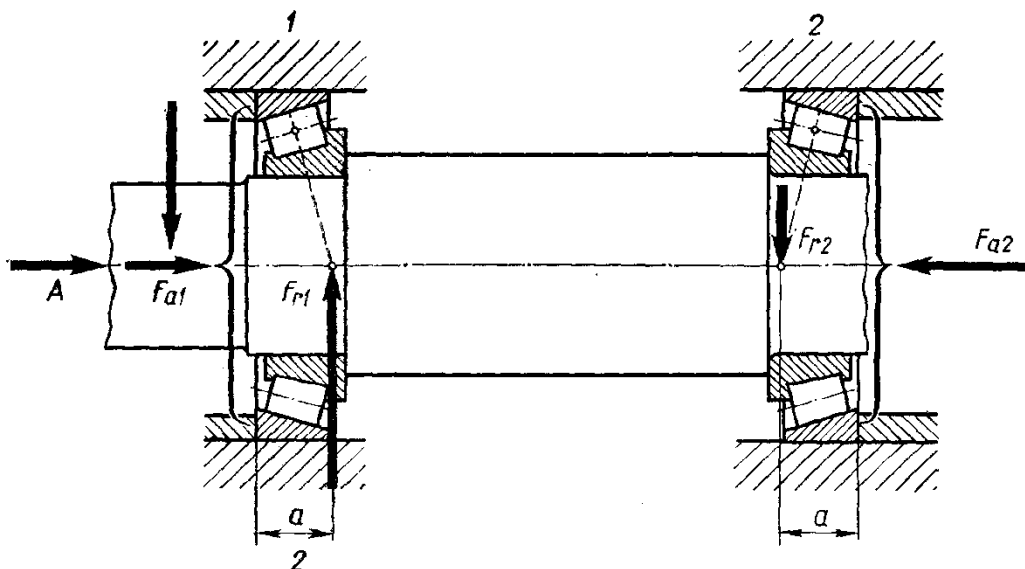


Рисунок 3.6 - Схема дії зовнішніх сил у підшипниковому вузлі черв'ячного редуктора

Призначаємо радіально-упорні роликові підшипники, які вибираємо по статичному навантаженню, тому що має місце ручний привід. Розрахунок ведемо по максимальному навантаженню $R_A=6175$ Н, а відношення $\frac{R_A}{P_a} = \frac{6175}{13088} = 0,472$.

Маючи діаметр вала під підшипник $d_n=65$ мм призначаємо підшипники 30313В, для яких статичне навантаження $C_0=230$ Н, $y_0=0,905$, кут конусу $\beta=12^\circ$.

Підбір і перевірка шпонок

В залежності від діаметра вала вибираємо переріз призматичних шпонок, а їх довжину призначаємо по довжині маточин з'єднаних деталей. Вибрана шпонка перевіряється на зминання.

$$\sigma_{зм} = \frac{2M}{d \cdot k \cdot l_p} \leq [\sigma]_{зм} \quad l_p = l - b$$

Результати вибору шпонок та перевірочний розрахунок на зминання наведено в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 - Параметри шпонок

d, мм	B×h	l _p , мм	k, мм	$\sigma_{см} = \frac{2M}{d \cdot k \cdot l_p}, \text{ Н/мм}^2$
48	10×8	32	5,6	69,1

90	12×10	42	6,0	45,9
----	-------	----	-----	------

Приймаємо допустимі напруження $[\sigma]_{зм}=100 \text{ Н/мм}^2$, тоді $\sigma_{зм}<[\sigma]_{зм}$ з наведеного розрахунку видно, що міцність шпонок на зминання забезпечується.

Машення редуктора

Машення зчеплення здійснюється за рахунок занурення зубів черв'ячного колеса в масляну ванну. Сорт масла – трансмісійне автотракторне зимове.

Машення підшипників валів редуктора здійснюється консистентним маслом Литол 24.

Для утримання мащення передбачені маслоутримуючі кільця.

Для контролю рівня мастила є масловказівник, а для зливу мастила передбачені отвори з пробкою.

3.4 Техніка безпеки та промсанітарія при виконанні робіт на пристосуванні

Пристосування передбачається експлуатувати на ділянці по ремонту гальм, тому слід виконувати загальні вимоги по техніці безпеки для території підприємства і відповідні норми і правила для умов роботи на даній ділянці. При розбиранні гальмівних механізмів необхідно складувати агрегати і деталі на раніш підготовлені місця, не загромождувати проходи. Дрібні деталі повинні бути вкладені у відповідну тару.

Слюсарям-ремонтникам приходиться виконувати самі різноманітні слюсарні і складальні операції. Вони виконують роботи також на зварювальних і заточних верстатах, мають справу з електрообладнанням машин і верстатів, користуються вантажопідйомними механізмами, тому слюсар-ремонтник повинен чітко знати правила техніки безпеки і уміти організовувати виконання робіт у відповідності з цими правилами.

При виконанні робіт на пристосуванні кожний робітник повинен:

а) при підготовці до роботи:

- привести в порядок одяг, перевірити справність інструментів, стан проходів, наявність знаків безпеки, інструкції, технологічної документації, правильне і безпечне розташування на робочому місці деталей для

проведення збиральних операцій.

- виявленні порушення слід негайно усунути, а при труднощах по їх усуненню поставити до відома бригадира, майстра або інспектора по охороні праці.
- оцінити свій психологічний стан, а у випадку нездужання звернутися до бригадира або лікаря.

б) під час роботи на стенді:

- не допускається порушення виконання інструкцій і правил внутрішнього розпорядку.
- **не допускати** порушення трудової і технологічної дисципліни. Не можна використовувати штирі та інші предмети замість руків'я і фіксаторів.
- негайно припинити роботу в тих випадках, коли з'явиться загроза для здоров'я робітників і поставити до відома бригадира або майстра.

в) після закінчення роботи:

- привести до ладу робоче місце, очистити і провести мащення рухомих частин пристосування.
- акуратно зложити на робочому місці інструмент і деталі.

До санітарно-технічних заходів слід віднести:

- підтримання на ремонтній ділянці нормальної температури, вологості, теплового впливу, освітлення, наявності шкідливих газів, пилу, шуму і вібрації.
- виключення світла у виробничих приміщеннях.

4.1. Особливості конструкції гальмівної системи автомобілів ГАЗ-3302

Схема робочої гальмової системи показана на рис. 4.1

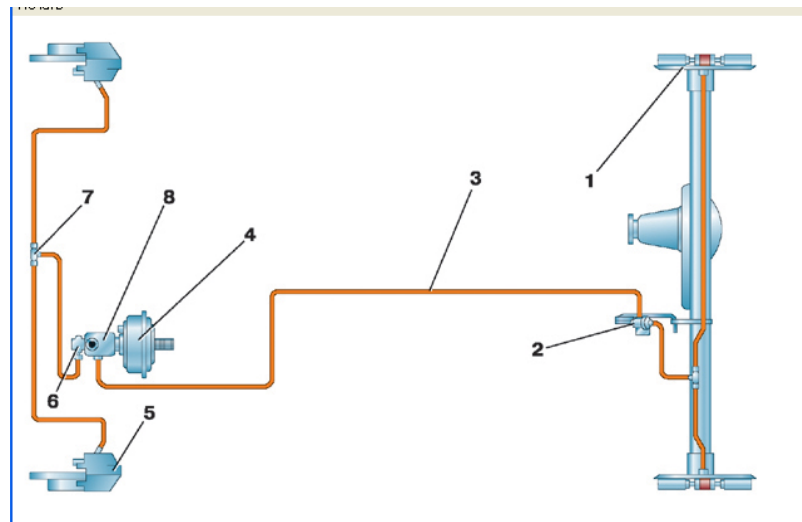


Рисунок 4.1 - Схема гальмівної системи автомобіля ГАЗ-3302.

«1 - задній гальмовий механізм; 2 - регулятор тиску; 3 - гальмова трубка; 4 - вакуумний підсилювач; 5 - передній гальмовий механізм; 6 - головний циліндр; 7 - трійник; 8 – компенсаційний» [4].

На автомобілі встановлена двоконтурна гальмова система. Схема робочої гальмової системи наведена на рисунку . Привод системи гідравлічний. Для полегшення керування приводом на автомобілі встановлений вакуумний підсилювач.

Передні гальмові механізми дискові, а задні - барабанні.

Диски передніх гальмових механізмів вентильовані. Вони встановлені на маточини й кріпляться колісними болтами. Гальмова скоба плаваючого типу закріплена двома болтами до поворотного кулака. Для захисту робочих поверхонь диска встановлений гальмовий щит, що перешкоджає потраплянню бруду й вологи, а також забезпечує охолодження диска. Гальмові колодки заднього гальмового механізму приводяться в дію одним колісним циліндром двосторонньої дії. З'єднання упорних кілець, вставлених з натягом у циліндр, і поршнів виконує роль автоматичного пристрою, що підтримує постійний зазор між фрикційними накладками колодок у міру їх зношування й робочою поверхнею барабана при не заблокованому задньому гальмі. В нижні отвори гальмових колодок вставлені регульовальні ексцентрики для установки гальмових колодок у правильне положення після заміни.

За рахунок розрідження у впускній трубці двигуна вакуумний підсилювач при гальмуванні створює додаткове зусилля на штовхач поршня головного циліндра

гальма пропорційно зусиллю на педалі. Вакуумний підсилювач з'єднаний із впускною трубою через шланг і зворотний клапан, що втримує розрідження в підсилювачі при падінні розрідження у впускній трубі двигуна. У передній торцевій частині підсилювача укручено регульовальний болт із контргайкою, що забезпечує необхідний зазор для правильної роботи головного гальмового циліндра.

Головний гальмовий циліндр типу «тандем» має дві роздільні камери стиску й створює тиск у двох незалежних контурах передніх і задніх гальм. Перша камера управляє циліндрами задніх гальм, а друга - циліндрами передніх гальм. Порожнина бачка основного циліндра відокремлена на два відсіки, кожний з яких харчує одну з камер основного циліндра. У кришці бачка встановлений датчик контролю рівня гальмової рідини. Лампа, що загоряється від його сигналу, показує, що герметичність гальмової системи порушена.

Регулятор тиску при здійсненні гальмування корегує тиск гальмової рідини в колісних циліндрах задніх гальм, крім того унеможливорює блокування задніх коліс раніше передніх. Регулятор гальмівних сил закріплений на днищі кузова й здійснює через навантажувальну пружину реакцію на навантаження заднього моста.

Будова переднього гальмового механізму показано на рис. 4.2. Передній гальмовий механізм

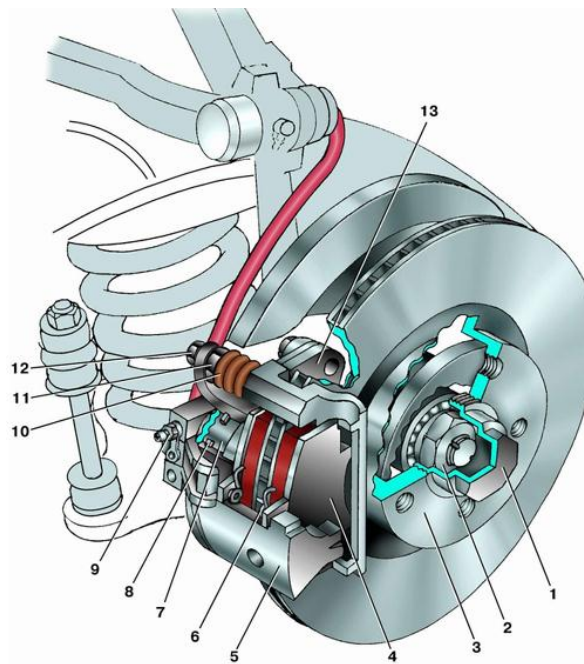


Рисунок 4.2 – Передній гальмовий механізм

1 - ковпак маточини; 2 - гайка; 3 - гальмовий диск; 4 - гальмова колодка; 5 - корпус скоби; 6 - пружина колодки; 7 - поршень; 8 - манжета; 9 - клапан

прокачування; 10 - чохол пальця; 11 - напрямний палець; 12 - болт скоби; 13 - підставка скоби.

Будову заднього гальмового механізму показано на рис. 4.3.

Задній гальмовий механізм

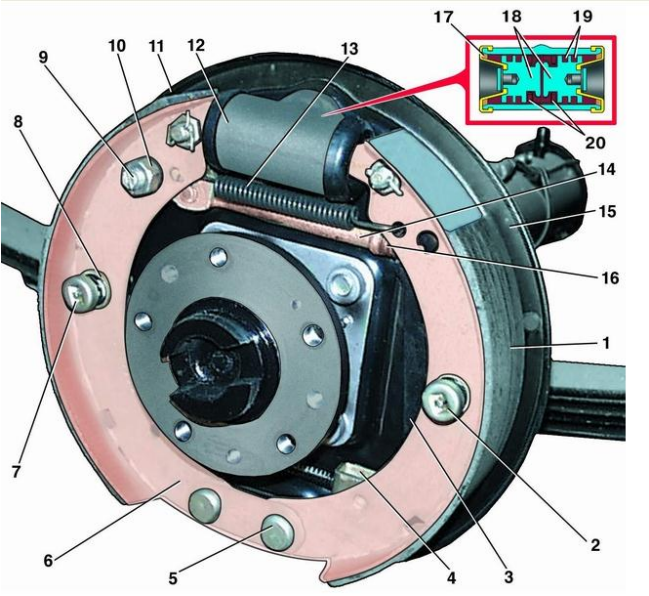


Рисунок 4.3 – Задній гальмовий механізм:

1 - гальмова колодка; 2 - чашка пружини; 3 - приводний важіль; 4 - трос стояночного гальма; 5 - опорний палець колодок; 6 - пластина опорних пальців; 7 - стрижень чашки пружини; 8 - притискна пружина; 9 - регулювальний ексцентрик стояночного гальма; 10 - гайка; 11 - захисний ковпак; 12 - колісний циліндр; 13 - стяжна пружина; 14 - розтискний важіль; 15 - щит гальма; 16 - пружина розтискного важеля; 17 - захисне кільце; 18 - поршень; 19 - манжета; 20 - упорне кільце поршня

Таблиця 4.1 - Можливі несправності гальмової системи. Їхні причини й методи усунення

Причина появи несправності	Спосіб усунення
<i>Збільшений хід педалі гальма</i>	
Витік гальмової рідини з гідроприводу гальмової системи [5]	Виявити причину підтікання й усунути підтяжкою різьбових з'єднань або замінити ушкоджені деталі. Прокачати гальмову систему [6]
Дефект манжет основного гальмового циліндра	Замінити дефектні манжети
Наявність бульбашок повітря в гальмовій системі через утворення емульсії (перегрів	Замінити гальмову рідину й прокачати гальмову систему

гальм)	
Зношування фрикційних накладок гальмових колодок передніх і задніх гальм. Залишкова товщина накладок колодок менше гранично припустимих значень	Замінити гальмові колодки
<i>Гріється барабан заднього гальмового механізму через самовільне пригальмовування колеса</i>	
Ослаблення або поломка стяжний пружини колодок	Замінити стяжну пружину
Відсутність гарантованого зазору між фрикційними накладками гальмових колодок і робочої поверхнею гальмового барабана	Відрегулювати привод стояночного гальма
<i>Гріється барабан переднього гальмового механізму через самовільне пригальмовування колеса</i>	
Заклинювання поршня через забруднення або утворення корозії в циліндрі скоби [7]	Очистити від бруду або корозії циліндр і поршень. При необхідності замінити корпус скоби в зборі [8]
<i>Самовільне гальмування автомобіля</i>	
Неправильне регулювання вакуумного підсилювача	Відрегулювати вакуумний підсилювач
Засмітився отвір у кришці бачка основного гальмового циліндра	Прочистити отвір
Неповне повернення педалі гальма після зняття з її навантаження	Очистити педальний вузол від пилу й бруду. Перевірити пластмасові втулки і зворотну пружину й при необхідності замінити
Розбухання манжет головного гальмового циліндра або колісних циліндрів	Замінити дефектні манжети. Прокачати гальмову систему, заливши в її рекомендовану гальмову рідину
Засмітилися компенсаційні отвори головного гальмового циліндра	Прочистити компенсаційні отвори
Неодночасне спрацювання гальмових механізмів однієї осі (автомобіль веде убік при гальмуванні)	Замаслювання фрикційних накладок гальмових механізмів. Усунути причини влучення масла в гальмовий механізм. Промити або замінити замаслені колодки
Задири на робочій поверхні барабана заднього гальма	Зачистити ушкоджені місця. При необхідності розточити, прошліфувати або замінити барабан
Неправильно відрегульований регулятор тиску. Задні колеса блокуються раніше передніх	Відрегулювати регулятор тиску
<i>При гальмуванні потрібне надмірне зусилля при натисканні на педаль</i>	
Несправний вакуумний	Замінити вакуумний підсилювач

підсилювач гальм	
Заклинювання поршня в циліндрі через забруднення або утворення корозії в циліндрі скоби	Очистити від бруду або корозії циліндр і поршень. При необхідності замінити корпус скоби в зборі
Замаслювання робочих поверхонь гальмового механізму	Усунути причини потрапляння масла в гальмовий механізм. Промити або замінити замаслені колодки
<i>Слабка дія привода стояночного гальма</i>	
Зношування накладок колодок задніх гальм	Відрегулювати привод стояночної гальмової системи
Витягування тросів привода стояночної гальмової системи	Відрегулювати натяг тросів. При необхідності троси замінити

4.2 Методи діагностування гальмівних систем автомобілів

Діагностування гальмівної системи автомобілів [5-8]

Основними діагностичними ознаками дефектної гальмівної системи, при яких потрібна термінова діагностика гальмівної системи, - це:

- подовження гальмівного шляху автомобіля;
- поява сторонніх шумів, пульсація гальм, скрип ;
- втрати гальмівної рідини;
- повні провали, або великий хід педалі;
- відведення автомобіля при гальмуванні;
- надмірне нагрівання гальмівних барабанів чи дисків;
- несиметричний знос гальмівних накладок;
- поява тріщин або деформація гальмівних шлангів.

Для перевірки гальм встановлюються діагностичні параметри, а також методи та методика проведення діагностування на сервісному підприємстві [16].

«Згідно ДСТУ 3649:2010 «Засоби транспортні дорожні. Експлуатаційні вимоги безпеки до технічного стану та методи контролю» перевірка технічного стану гальмівних систем повинна включати контроль:

- ефективності гальмування робочої гальмівної системи (РГС),
- стоянкової гальмівної системи (СГС),
- допоміжної гальмівної системи (ДГС);
- герметичності пневматичного та пневмогідравлічного привода.

Для визначення технічного стану гальм використовують три методи:

- 1) в дорожніх умовах — ходові випробування;
- 2) в процесі експлуатації за рахунок вбудованих засобів діагностування та органолептичним сприйняттям;
- 3) в стаціонарних умовах з використанням гальмівних стендів - стендовий метод» [15].

Перевірка ефективності здійснення гальмування робочої гальмівної системи має виконуватися методом дорожніх чи стендових досліджень.

Перевірка ефективності здійснення гальмування допоміжної гальмівної системи має виконуватися методом шляхових випробувань. Параметром ефективності гальмування допоміжної системи є величина усталеного сповільнення транспортного засобу.

Перевірка ефективності здійснення гальмування стоянкового гальма має виконуватися способом шляхових чи стендових випробувань. Параметром ефективності здійснення гальмування стоянковою системою є величина загальної питомої гальмівної сили [17].

Для перевірки гальм автомобілів застосовують як найпростіші прилади (деселерометри), так і складне обладнання, яке працює за методом застосування сил зчеплення коліс з опорною поверхнею [18].

Перевірка гальм автомобілів при шляхових випробуваннях за сповільненням виконується з використанням допомогою деселерометрів (деселерографів), тестерів (рис. 4.4) на рівній, сухій, горизонтальній ділянці дороги. При швидкості 30- 40 км/год водій різко гальмує одноразовим натисненням на педаль гальма при вимкненому зчепленні. В результаті вимірюється сповільнення автомобіля, що не залежить від швидкості випробувань [9].



Рисунок 4.4 - Тестер для перевірки гальмівних систем

Для легкових автомобілів воно повинно складати не менше 5,8 м/с², а для вантажних (залежно від вантажопідйомності) від 5,0 до 4,2 м/с². Для ручних гальм сповільнення повинно бути в межах 1,5-2 м/с² [19].

Діагностування в умовах експлуатації та органолептичними сприйняттям [20].

Діагностика із салону

Перший етап огляду проводиться, не виходячи із салону автомобіля. Для цього потрібно при заглушеному двигуні натиснути на педаль гальм. Педаль повинна зупинитися майже відразу й при подальших спробах дотиснути вперед не рухатися. При цьому не повинне створюватися враження заклинювання.

Якщо педаль має великий вільний хід, то потрібно кілька разів активно натискати на неї, і якщо вона перестала протискуватися й стала пружною, то у системі мають місце бульбашки повітря. У цьому випадку потрібно шукати місце втрат, ремонтувати систему й прокачувати гальма.

Для перевірки стану вакуумного підсилювача гальм треба при непрацюючому двигуні кілька разів натиснути на педаль гальм й, залишивши ногу на педалі, завести двигун. Якщо підсилювач гальм справний, педаль гальма повинна «провалитися» на деяку відстань. Якщо цього не відбулося, а замість цього в салоні чутне шипіння, то вакуумний підсилювач необхідно замінити.

Далі варто перевірити дію ручного гальма, для чого підняти його важіль нагору, порахувавши при цьому кількість клацань. При правильно відрегульованому ручному гальмі ручка піднімається на 3-4 клацань. Якщо ручка піднімається занадто високо, потрібно регулювати трос привода ручного гальма. Попутно варто звернути увагу на загоряння контрольної лампи на щитку приладів при піднятті ручки ручного гальма.

Огляд елементів, що перебувають у моторному відсіку.

Піднявши капот, потрібно перевірити наявність і рівень гальмової рідини в розширювальному бачку гальмової системи. Рідина повинна бути чистою й залита до межі верхнього рівня [21].

Перевірка й регулювання регулятора тиску.

При несправності регулятора тиску задніх гальм під час інтенсивного гальмування можливе блокування задніх коліс раніше передніх, що може привести до відведення автомобіля убік або заносу. При правильному регулюванні привода

регулятора тиску задніх гальм задні колеса, при різкому гальмуванні повинні блокуватися трохи пізніше, ніж передні. Несправний регулятор тиску не ремонтується й замінюється у зборі.

Огляд шлангів і робочих циліндрів

При подальшому огляді варто візуально оцінити стан гальмових шлангів, циліндрів гальмових механізмів і видиму частину гальмових трубок. Поверхня шлангів повинна бути сухою і без тріщин. На циліндрах не повинно бути слідів запотівання або витікань. Трубки не повинні бути іржавими. На штуцерах для прокачування гальм повинні бути надіті захисні ковпачки. Якщо є кронштейн кріплення гальмового шланга до підвіски, шланг повинен бути зафіксований у цьому кронштейні.

Огляд стану гальмових дисків, барабанів і колодок

Зношування гальмових колодок можна побачити лише після поетапного зняття коліс.

Гальмові колодки є витратним матеріалом у гальмовій системі й вимагають періодичного контролю їхнього стану. Зношування гальмових колодок залежить від багатьох факторів, тому доцільно не дотримуватися якихось регламентів, а робити заміну гальмових колодок, коли вони дійсно зношені. У сучасних автомобілях зношування гальмових колодок контролює електроніка, але якщо при гальмуванні відчувається сторонній шум або автомобіль веде убік, то в першу чергу необхідно перевірити стан колодок. Гальмові колодки вимагають заміни, якщо: товщина фрикційних накладок менш 2 мм; робоча поверхня накладок замаслена; накладки неміцно з'єднані з основою; накладки мають глибокі поздовжні борозни або відколи.

Перевірка гальмових дисків та барабанів

Ознаки неполадок гальмових дисків: ривки, вібрація й сторонні звуки при гальмуванні; колеса блокуються навіть при слабкому гальмуванні; металевий шум при виконанні гальмування (металева основа гальмової колодки торкається буртика спрацьованого диска); через отвори під колісні болти в дисках помітно тріщини й відколи гальмового диска. Основною причиною виходу з ладу гальмових дисків є звичайне спрацювання робочої поверхні. У деталях колодка-диск, колодка спрацьовується значно активніше, і на практиці несправності гальмових дисків з'являються після трьох-чотирьох замін гальмових колодок.

Потреба ремонту з'являється при наявності на робочій поверхні гальмового диска задирів, глибоких рисок, при виявленні деформацій, при нерівномірній товщині по колу, при утворенні буртиків й інших дефектів, що збільшують зношування колодок і зменшують ефективність гальмування. В умовах автосервісу такий диск можна проточити по обидва боки на однакову глибину, але тільки якщо після обробки товщина диска буде не менше мінімально припустимою. Якщо товщина диска не дозволяє його проточку, його необхідно замінити. Заміняти гальмові диски необхідно одночасно із двох сторін осі. Перед установкою нових гальмових дисків необхідно ретельно очистити привалочні поверхні маточини, щоб уникнути перекосу, що викличе биття диска й вібрації при гальмуванні.

Механізми барабанного типу вважаються застарілими й у конструкції легкових автомобілів зустрічаються тільки на задній осі. Оскільки задні колеса значно менше беруть участь у гальмуванні автомобіля, чим передні, водій не відразу помічає зниження їхньої ефективності або несправності. До того ж падіння ефективності відбувається згодом. Несправності задніх барабанів стають помітні при інтенсивному гальмуванні й при русі заднім ходом - автомобіль сповільнюється дуже неохоче й повільніше звичайного. При русі по мокрій або засніженій дорозі, несправність гальмового барабана тільки одного колеса може привести до заносу. Іноді, несправністю, на вид дуже нормального барабана є нерівномірне зношування його внутрішньої поверхні. Овальність або еліпс гальмового барабана проявляється ривками при відповідних пульсаціях на педалі гальм. Частим приводом для діагностики барабанних гальмових механізмів стають несправності стояночного гальма, що, як правило, діє на задні гальма. Аналогічно дискам, гальмовий барабан може бути відновлений проточкою робочої поверхні. Проточування вирівнює поздовжні канавки, що утворилися, а також сточує буртик. Заміну гальмових барабанів виконують при їх ушкодженні або надмірному зношуванні робочої поверхні. Після установки нових гальмових барабанів і регулювання стояночного гальма потрібно перевірити легкість обертання колеса. Допускається легке зачіпання барабана об колодку.

Діагностика гальмівної системи на стендах [11, 12]. Найбільшу ефективність діагностування гальмівних систем забезпечують спеціалізовані стенди, які гарантують точність і достовірність діагностування.

Критеріями здійснення гальмування робочої системи являється величина загальної питомої гальмівної сили і час спрацювання гальмівного механізму на стенді.

Вимірюючи гальмівні зусилля на колесах автомобіля окремо для кожної осі, стендовий метод не може дати об'єктивну оцінку спільного їх дії в дорожніх умовах, навіть при дотриманні допустимих значень відносної різниці гальмівних сил і питомої гальмівної сили.

Повноцінна діагностика гальмівної системи може бути виконана при проведенні стендових випробувань.

За конструкцією стенди виготовляють декількох типів [14].

- силові роликові (рис. 4.5);
- інерційні роликові (рис. 4.6);
- майданчикові.



Рисунок 4.5 – Силовий роликовий стенд



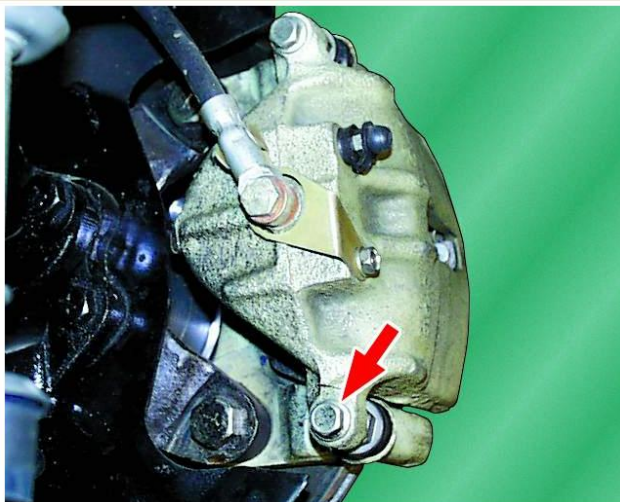
Рисунок 4.6 - Майданчиковий гальмівний стенд МАНА

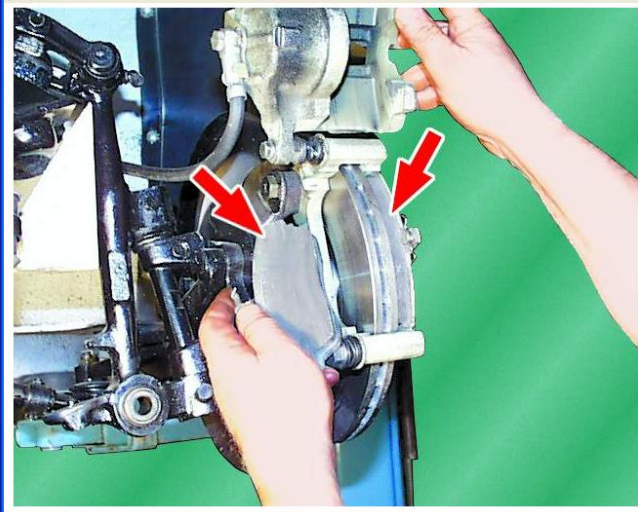
4.3 Складання плану операцій по ремонту гальмівної системи автомобілів ГАЗ

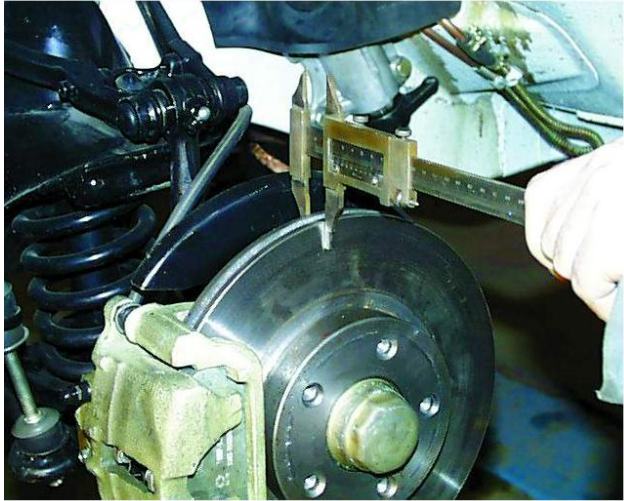
Основні операції технологічного процесу ремонту гальмівної системи представлені в таблиці 4.2

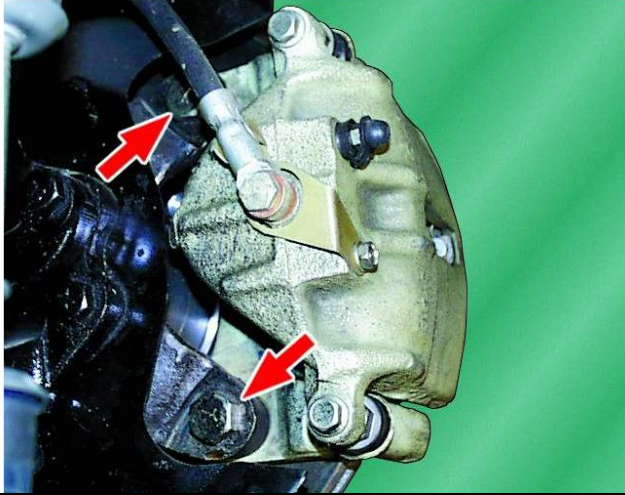
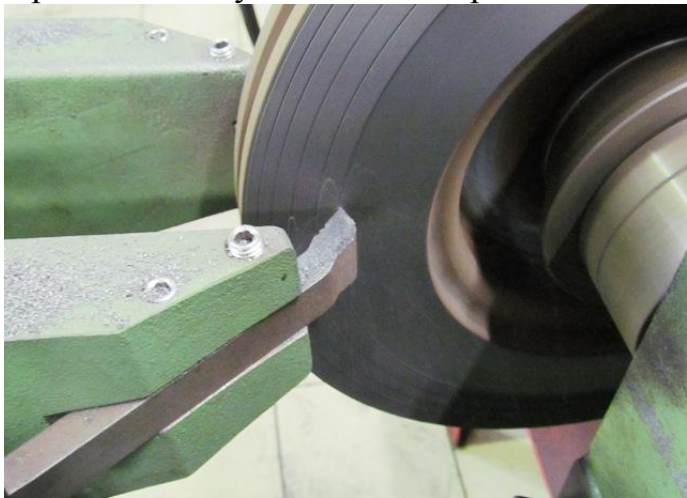
Таблиця 4.2. – Ремонт вузлів гальмової системи

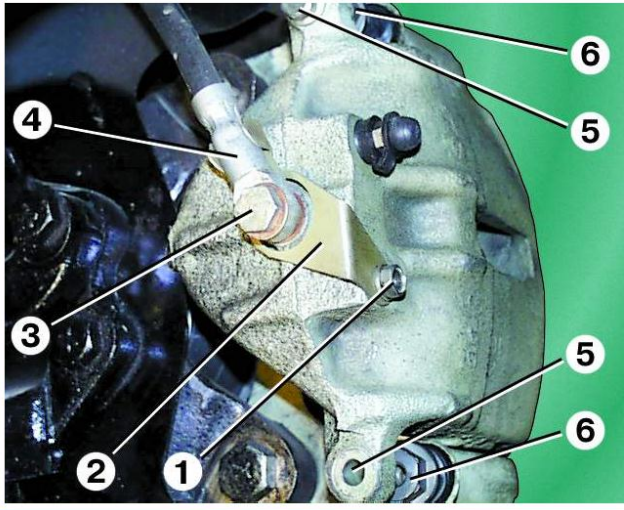
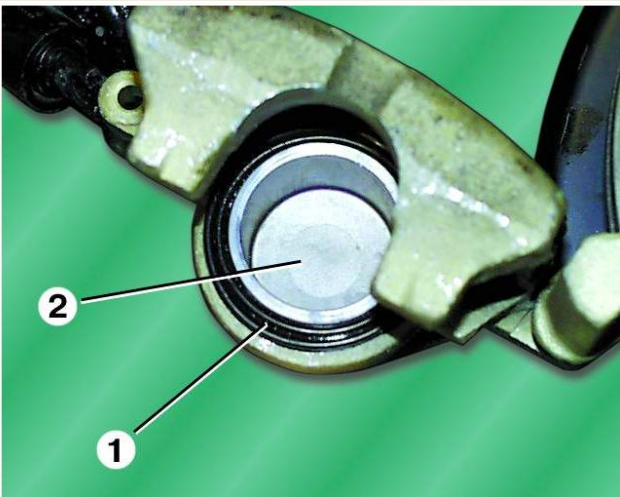
Операція	Перехід	Зміст операції, переходу
Ремонт переднього гальмового механізму		
005		<i>Заміна гальмових накладок</i>
	1	Зафіксувати автомобіль ручним гальмом
	2	Підкласти противідкатні упори
	3	Відпустити болти кріплення переднього колеса автомобіля
	4	Підняти й установити на опори передню частину автомобіля
	5	Демонтувати колесо
	6	Очистити гальмо та протерти теплою водою й потім висушити. Використовувати для очищення гальм таких речовин: бензин, дизельне паливо або хімічних розчинників.
	7	Проконтролювати величину зношування гальмових колодок. Якщо товщина фрикційного шару менше 3 мм, їх слід замінити з обох боків.
	8	Відкрутити нижній болт фіксації корпусу скоби гальм, притримуючи направляючий стержень гайковим ключем
	9	Прокрутити корпус скоби догори навколо осі верхнього напрямного стержня

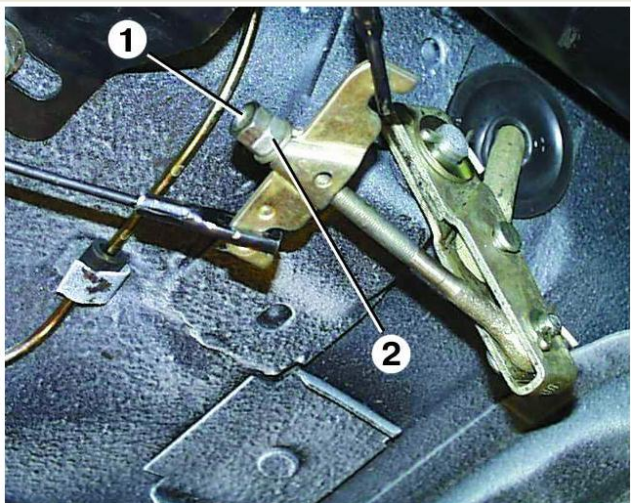


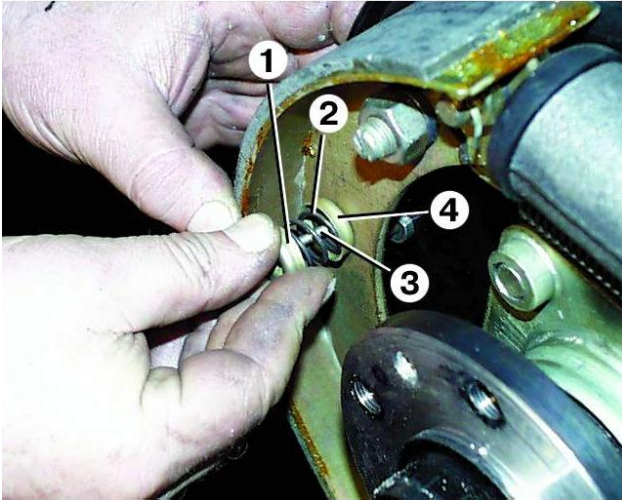
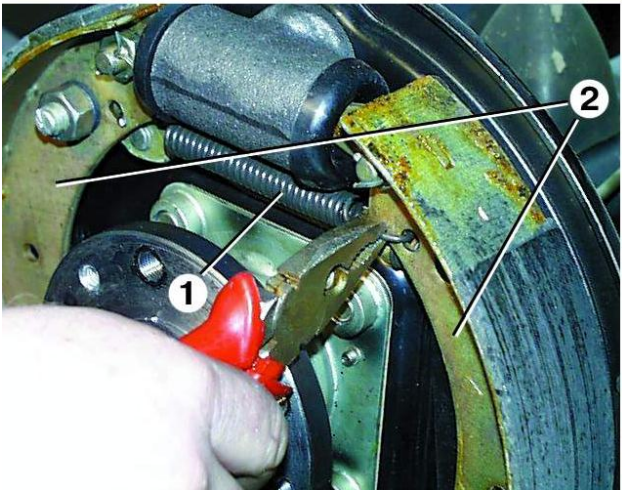
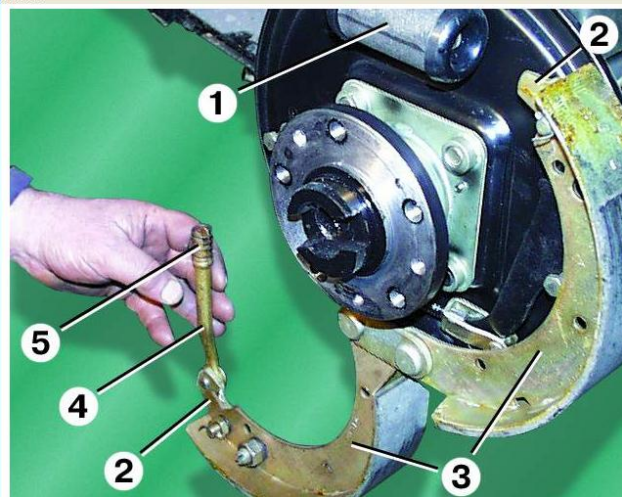
		
	10	Помітити гальмові колодки, в тому випадку вони не будуть застарілими. Старі гальмівні колодки повинні бути встановлені на свої місця. Випадку відбутися погане прилягання колодок, що спричинить нерівномірне гальмування. Демонтувати гальмові колодки 
	11	Очистити щіткою від бруду й іржі складові частини гальмового механізму, зокрема посадочні поверхні гальмових колодок. Використання для очищення деталей гальм бензину, дизельного палива або інших розчинників не дозволяється
	12	У тому випадку коли колодки замінюються на нові, потрібно втиснути поршень у циліндр. При цьому слідкувати, щоб не було перекошування поршня 
	13	Установити на опору скоби гальмові колодки, дотримуючись то

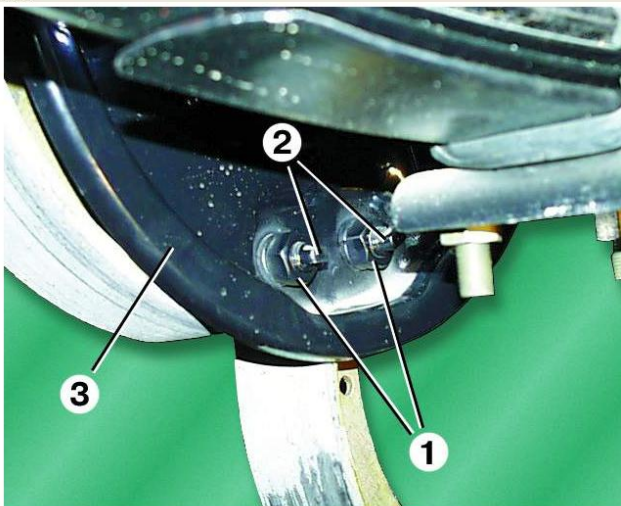
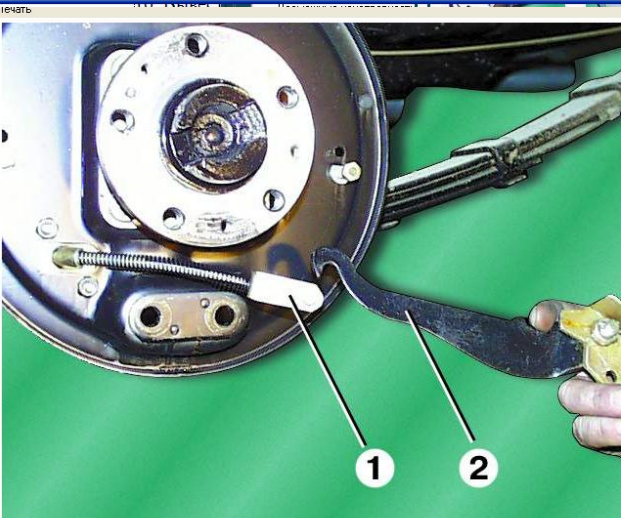
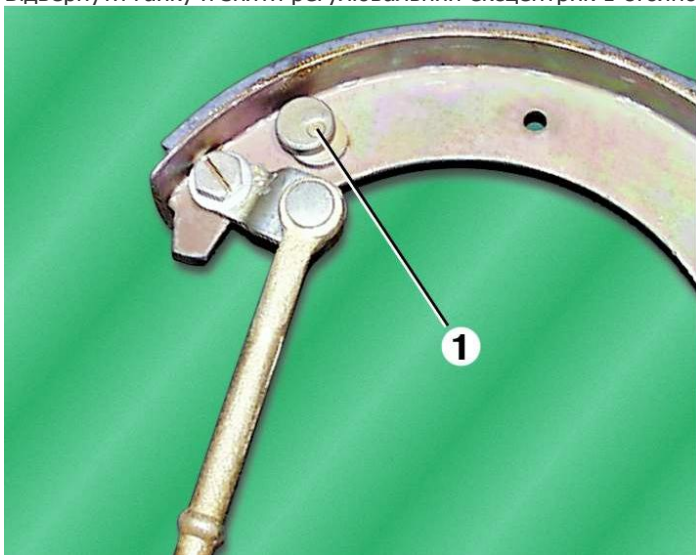
		пружини були направлені вертикально догори й стояли паралельно торцю гальмових колодок. Якщо залишаються старі колодки, їх не підлягає дотриманням маркування.
	14	Опустити корпус гальмівної скоби
	15	Завернути нижній болт фіксації з дотриманням моменту 32-36 Н·м (3-3,6 кгс·м), придержуючи одночасно направляючий палець ріжковим ключем
	16	Задіяти кілька разів педаль гальма для переміщення поршня в положення
	17	Поставити переднє колесо автомобіля й попередньо закрутити болти
	18	Встановити автомобіль колесами на підлогу й закрутити болти рівномірно навхрест з моментом 100-120 Н·м
	19	Проконтролювати рівень гальмової рідини в бачку й при потребі доповнити
		Ремонт гальмового диску
010		<i>Перевірка стану робочих поверхонь гальмового диску</i> Контроль стану робочих поверхонь гальмового диску здійснюється за допомогою штангенциркуля. При необхідності виконати демонтаж диска з автомобіля.
	1	Очистити щіткою поверхню гальмового диску
	2	Виконати вимірювання штангенциркулем мінімальної товщини диска. Найменша допустима товщина складає 19 мм. У випадку коли товщина менша граничної, диск слід замінити на новий. При появі тріщин можливо зняти й проточити, але зважаючи на те, щоб його залишок був не менше граничною. Заміна дисків на нові виконується парами на автомобілі.
		
015		<i>Знімання гальмового диску</i>
	1	Відвернути два болти кріплення, демонтувати скобу гальмового збору й зафіксувати її на будь-якому кронштейні кузова автомобіля. Гальмовий гнучкий шланг не перекручувався й не сприймав розтягу.

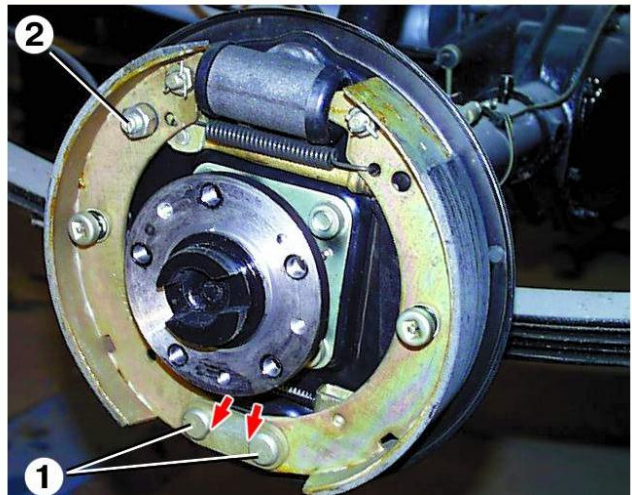
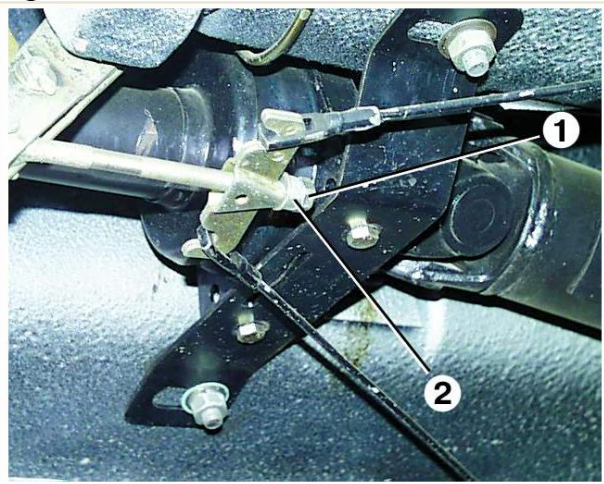
		
	2	Демонтувати зношені гальмові диски з обох сторін автомобіля
	3	Проточити на установці поверхню гальмівного диску  Число обертів при проточуванні 350 об/хв
020		<i>Встановлення гальмового диску</i>
	1	Складають гальмовий диск у послідовності, зворотній розбиранню. Після складання очистити установочні поверхні, маточини колісних гальмового диска. Завернути два болти фіксації гальмової скоби моменту 32-39 Н·м. Після складання натиснути кілька разів ногою на педаль гальма для переміщення поршня механізму в основне положення.
		Усунення несправностей корпусу скоби механізму і поршня
025		<i>Розбирання корпусу скоби гальмівного механізму і поршня</i>
	1	Відкрутити болт 1 кронштейну тримача 2 штуцера гальмового гнучкого шлангу. Викрутити з'єднувальний болт 3, від'єднати штуцер 4 гнучкого шлангу від скоби й закрутити отвір гальмового гнучкого шлангу двома гвинтами 5 фіксації корпусу скоби до її основи, придержуючи направляючі стержні 6 ріжковим ключем, і демонтувати корпус скоби.

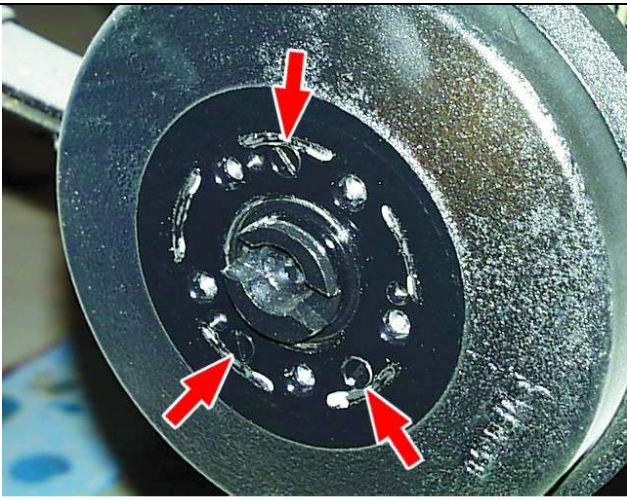
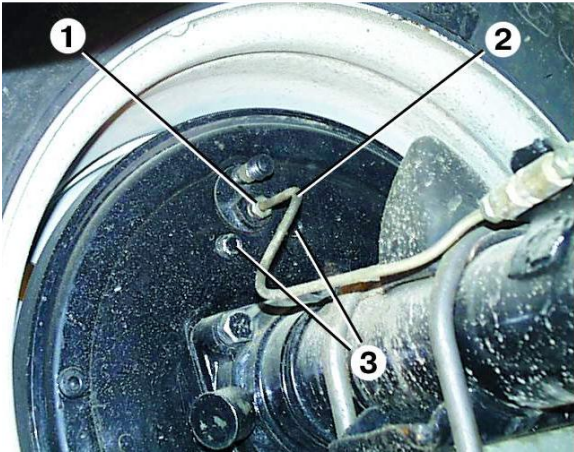
		
	2	Демонтувати з поршня теплоізоляційну прокладку, якщо вона є в конструкції механізму.
	3	Демонтувати захисний гумовий чохол 1 поршня гальмівного механізму. Зафіксувати корпус скоби в тисках з встановленими на губках тисак м'якого матеріалу. Дістати поршень 2 із циліндра, нагнітаючи стиснене повітря компресора через штуцер гальмового патрубку й утримуючи поршень за захисний чохол. 
	4	Дістати ущільнювальну манжету з циліндра, застосовуючи дерев'яні предмети. Використання металевих предметів не дозволяється, через те, що це спричинить пошкодження верхні циліндра під ущільнювальну манжету
	5	Вивернути клапан прокачування
	6	Промити деталі механізму: поршень і циліндр чистою гальмовою рідиною
030		<i>Перевірка і дефектування частин корпусу скоби й поршня</i>
	1	Виконати огляд робочих поверхонь деталей механізму - поршня й циліндра. При появі на робочих поверхнях цих деталей слідів зношування, тріщин, дефектів і вмятин замінити на новий корпус скоби разом з поршнем
035		<i>Збирання</i>
	1	Нанести свіжу гальмівну рідину на внутрішню поверхню гальмівного циліндра
	2	Нанести свіжу гальмівну рідину на нове ущільнювальне кільце протоочки циліндра
	3	Нанести свіжу гальмівну рідину на проточку в поршні і вставити поршень у циліндр

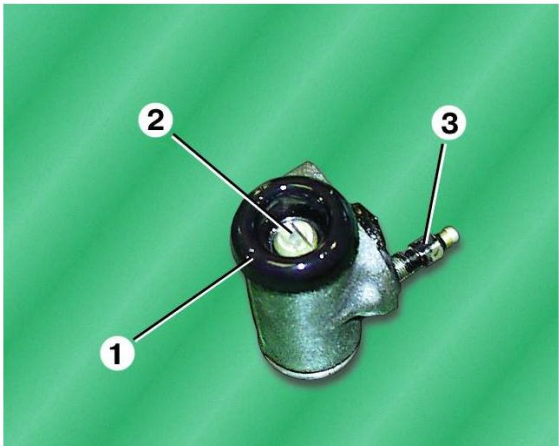
	4	Вставити поршень у циліндр невеликим зусиллям пальців, не в який-небудь інструмент, і за застосовуючи викрутку акуратно зовнішню кромку захисного пиловика в проточку гальмівного механізму
	5	Нанести на клапан прокачування гальмівної рідини й закрутити до середини скоби
	6	Змонтувати на поршень теплоізоляційний захист, якщо він є за конструкцією
040		<i>Встановлення корпусу скоби в гальмівний механізм</i>
	1	Складають корпус гальмівної скоби в зворотному порядку. В процесі закрутки завернути два гвинта кріплення корпусу гальмівної скоби моменту 32-39 Н·м, удержуючи при цьому направляючий стержень ключем. В обов'язковому порядку слід замінити мідні ущільнювальні штифти гальмового шланга. Після встановлення виконати відремонтованої гальмівної системи.
Ремонт заднього гальмового механізму		
045		<i>Заміна гальмових накладок</i> Примітка: У випадку, якщо на частинах гальмового механізму мастило, слід терміново замінити ущільнювач підшипника підшипника товщина фрикційних накладок повинна складати не менш як 1,5 мм. Гальмові колодки потрібно комплектом на двох задніх гальмових механізмах.
	1	Підставити упори під передні колеса
	2	Відпустити болти кріплення заднього колеса автомобіля
	3	Підняти й установити на підставки задню частину ремонтного автомобіля
	4	Зняти колесо
	5	Проконтролювати положення ручного стояночного гальма, його повинно бути в максимально нижньому положенні.
	6	Відвернути контргайку 1 і відпустити регулювальну гайку 2, послабивши тим самим натягування троса приведення в дію стояночного гальма з відповідної сторони.
		
	7	Зняти гальмовий барабан

	8	Натиснути на верхню чашку 1 прижимної пружини й, прокрутивши її на 90 градусів, зняти в зборі з пружиною 2, придержуючи при цьому чашку з зворотного боку гальмового захисного кожуха. Потім зняти чашку 4 прижимної пружини, прокрутивши її на 90 градусів, і дістати пружину 3. Таким же чином демонтувати пружину й чашки з іншої гальмівної колодки. 
	9	Зняти верхню стяжну пружину 1 з колодок 2. 
	10	Вивести краї 2 колодок з відповідних пазів, виконаних на поршні 1 робочого циліндра. Розвести колодки 3 і зняти пружину 5 важеля 4. 11. Відвернути гайки 1 опорних пальців 2 колодок з зворотного боку гальмового щита 3. 
	11	Зняти колодки разом з опорними пальцями й від'єднати наконечник гальмівного троса 1 ручного гальма від задньої гальмівної колодки.

		 
	12	Дістати з колодок ексцентрики
	13	Вийняти шплінти, відвернути гайки кріплення і зняти з середини колодок розтискний. Відвернути гайку й зняти регулювальний ексцентрик 1 стояночного гальма. 
	14	Зрізати старі накладки
	15	Приклеїти нові накладки, використовуючи клей ВС-10Т Вартість колодка – 35 грн Накладка -6 грн

	16	Установлюють колодки у зворотній послідовності, при цьому треба, щоб довжина фрикційної накладки передньої колодки становить 300 мм, а задньої - 250 мм. При установці опорних пальців 1 їх лиски (стрілки) направити один до одного. Перемістити поршні у середину колісних циліндрів. Якщо виникнуть труднощі з установкою гальмового барабана, треба повернути регулювальний ексцентрик 2 стояночного гальма так, щоб це відповідало необхідному вільному ходу приводного важеля. Після завершення установки кілька разів різко натиснути на педаль гальм для встановлення контакту між колодками й поверхнею тертя барабанів. 
		Ремонт гальмового барабана
050		<i>Знімання гальмового барабана</i>
	1	Проконтролювати позицію важеля ручного гальма, який має бути в граничному нижньому положенні
	2	Відкрутити контргайку 1 і відпустити регулювальну гайку 2, послабивши тим самим натягу троса привода стояночного гальма з цієї сторони 
	3	Відкрутити три гвинти кріплення й зняти при необхідності гальмівний барабан за допомогою викрутки.

			
055		<i>Огляд і дефектовка гальмового барабана</i>	
	1	Очистити гальмовий барабан	
	2	Заміряти штангенциркулем діаметр робочої поверхні барабана. Припустимий діаметр барабана становить 283 мм. У випадку більше припустимого, барабан потрібно замінити. Якщо мають подряпини барабан можна розточити, але при цьому дотримуватися після розточення діаметр його робочої поверхні був не більшим за значення. Слід виконувати заміну гальмових барабанів в обох межах.	
060		<i>Встановлення гальмового барабана</i>	
	1	Установлюють гальмовий барабан у послідовності, зворотній процесі складання потрібно змастити посадочне місце на графітовим мастилом або мастилом Літол-24	
		Ремонт колісного гальмового циліндра	
065		<i>Знімання колісного гальмового циліндра</i>	
	1	Зняти гальмовий барабан.	
	2	Відкрутити зі зворотної сторони гальмового щита гайку 1 кріплення, від'єднати трубку 2 від штуцера колісного гальмового циліндра, відкрити отвір трубки. Відкрутити два болти 3 кріплення й зняти колісний гальмовий циліндр.	
			
070		<i>Розбирання колісного гальмового циліндра</i>	
	1	Підчепити викруткою й зняти захисні ковпаки 1 з обох сторін циліндра, замістити їх пінополіуретановими прокладками. Повернути поршні 2 на 90° у	

		сторону й вийняти з циліндрів. Вивернути при необхідності клапан прокачування 3. 
075		<i>Огляд і дефектування деталей робочого гальмового циліндра</i>
	1	Виконати миття частин колісного гальмового механізму чистою рідиною й ретельно просушити
	2	Дзеркало гальмівного циліндра не повинно бути з рисками, пошкодженнями, осередками корозії. При появі вказаних дефектів гальмівний циліндр замінити на новий. На різбових поверхнях циліндра не має бути дефектів.
	3	Захисні манжети колісного гальмівного циліндра повинні бути пружними. Розірвані, роздуті або жорсткі манжети, з подрипаними кінцями замінити на нові
	4	Поверхні поршнів механізму, що доторкаються до дзеркала, повинні володіти слідами однобічного зношування. У протилежному разі потрібно замінити весь колісний циліндр у повному складі.
	5	Різьбова поверхня штуцера гальмового патрубку не повинна мати дефектів. Також, не допускається на наконечнику тріщини і сліди корозії
080		<i>Збирання відремонтованого колісного циліндра</i>
	1	Нанести на внутрішню робочу поверхню гальмівного циліндра свіжу гальмівну рідину. Нанести на поверхню поршнів з манжетами свіжу гальмівну рідину. встановити їх у гальмівний циліндр таким чином, щоб виступаючі кромки поршнів увійшли у відповідні пази упорних кілець. Прокрутити циліндр на 90 градусів. Нанести свіжу гальмівну рідину на захисні кільця. встановити їх у гальмівний циліндр до контакту з поршнями. Викрутити зовнішні захисні пиловичі навиворіт і поставити їх внутрішньою кромкою в пази на гальмівних поршнях. встановити зовнішні кромки захисних пиловичів у зовнішні пази на циліндрі.
085		<i>Встановлення гальмового колісного циліндра</i>
		Встановлення гальмового колісного циліндра механізму Установлюють гальмовий колісний циліндр у послідовності з його демонтажу. Затягти болти кріплення робочого колісного циліндра моменту 8-18 Н·м . Після монтажу слід прокачати відремонтований механізм.
090		<i>Прокачування гальмової системи</i> Видалення повітря з гальмової системи автомобіля

		Примітка Цю роботу виконують два майстри з виконанням правил техніки безпеки, оскільки гальмова рідина являється токсичною речовиною. Послідовність виконання прокачування всієї системи така: - першим прокачується задній правий механізм; - задній лівий гальмівний механізм; - передній правий гальмівний механізм; - передній лівий гальмівний механізм. Для збільшення рівня або заміни слід застосовувати тільки цю рідину. Не дозволяється застосовувати другий раз зливу прокачування гальмову рідину. В тому випадку, якщо видалення повітря було проведено недостатньо, то при натисканні на педаль гальм наприкінці її крайнього подвигу спостерігатися недостатня жорсткість педалі. у випадку, якщо виконувалися роботи тільки з механізмом заднього колеса, потрібно прокачати лише механізм цього колеса.
	1	Здійснити очищення від слідів бруду й пилу клапан стравлювання повітря в колесі, через який будуть виконувати прокачування
	2	Проконтролювати й при потребі долити до рівня гальмову рідину до граничного рівня.
	3	Дістати захисний пиловик із клапана стравлювання повітря й встановити головку клапана гнучкий прозорий шланг для переливання гальмової рідини
	4	Опустити кінець шланга всередину чистої прозорої посудини, в якій знаходиться невеликий обсяг гальмовою рідини
	5	Стрімко натиснути на педаль гальма декілька разів (з часом між натисканнями 1-2 с), а далі, утримуючи педаль натиснутою, відвернути на клапан стравлювання повітря. При цьому із шланга у рідині м'якшій пухирці повітря Після закінчення витікання гальмівної рідини завернути герметично клапан стравлювання повітря й звільнити педаль
	6	Виконувати повторення п. 5 до тих пір, поки повністю не зникне виділення пухирців повітря з гальмівної рідини. Водночас потрібно контролювати за рівнем гальмової рідини в бачку й при необхідності додавати рідину в бачок, не дозволяючи знижуватися рівню нижче поділків
	7	Демонтувати гнучкий шланг, витерти штуцер клапана й встановити захисний ковпачок
	8	За таким же принципом прокачати, при необхідності, гальмові механізми решти коліс

Висновки

Висновки по кваліфікаційній бакалаврській роботі наступні:

В загальному розділі наведена характеристика та структура підприємства ДП «Кіровоградський облавтодор» ВАТ ДАК «Автомобільні дороги України» філія

«Кіровоградська ДЕД» м. Кропивницький, надана характеристика рухомого складу підприємства.

В спеціальному розділі виконано проект ділянки по ремонту гальмівних систем, виконано енергетичні розрахунки, вибрано обладнання та розраховано кількість робітників на ділянці.

В конструкторському розділі проведено проектування пристосування для розточування гальмівних дисків і барабанів.

В технологічному розділі розроблені карти на технічне обслуговування та ремонт гальмівної системи автомобіля ГАЗ 3302.

Список використаної літератури

1. <https://adu.com.ua/pro-kompaniiu/>
2. Методичні вказівки до підготовки бакалаврської кваліфікаційної роботи для здобуття освітнього ступеня «бакалавр» за освітньо-професійною програмою «Автомобільний транспорт» спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» галузі знань 27 «Транспорт» денної та заочної форми навчання - Кропивницький: ЦНТУ, 2020. – 32 с.
3. «Новітні методи та технології експлуатації автомобілів» методичні вказівки до виконання практичних робіт для магістрантів спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» /Укл.: О.В. Бевз, С.О. Магопеч, М.В. Красота, Р.А. Осін, І.В. Шепеленко. Під загальною редакцією Бевза О.В. – Кропивницький: ЦНТУ, 2023 – 31 с.
4. Круглов С.М. Будова, технічне обслуговування і ремонт легкових автомобілів – К. – 1986. – 238с.
5. Автомобілі: тягово-швидкісні властивості та паливна економічність : навч. посібник / В. П. Сахно, Г. Б. Безбородова, М. М. Маяк, С. М. Шарай. – К. : Видавництво КВІЦ, 2004. – 174 с.
6. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. – К.: Знання, 2003. – 511 с.

7. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: Організація і управління. – К.: Знання, 2004 – 478 с.
8. Канарчук В.Є., Лудченко О.А., Чигиринець А.Д. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів: Підручник. - К.: Вища шк., 1994. - (у 3-х кн.): Кн. 1: Теоретичні основи: Технологія. - 342 с; Кн. 2: Організація, планування і управління. - 383 с; Кн. 3: Ремонт автотранспортних засобів. - 599 с.
9. Волков В. П. Теорія руху автомобіля : підручник / В. П. Волков, Г. Б. Вільський. – Суми : Університетська книга, 2010. – 320 с.
10. Проектування автотранспортних підприємств та станцій технічного обслуговування : метод. вказівки до виконання практичних занять для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти спец. 274 «Автомобільний транспорт» / [уклад .: І. В. Шепеленко, М. В. Красота, І. Ф. Василенко, Р. А. Осін ; М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. експлуатації та ремонту машин. – Кропивницький : ЦНТУ, 2023. – 41 с.
11. Солтус А. П. Теорія експлуатаційних властивостей автомобіля : навч. посібник / А. П. Солтус. – К. : Арістей, 2006. – 176 с.
12. Кисликов В. Ф., Лущик В. В. Будова й експлуатація автомобілів: Підручник. — 6-те вид. - К.: Либідь, 2006. — 400 с.
13. Хомик Н.І. Х 76 Деталі машин: курс лекцій / Н.І. Хомик, А.Д. Довбуш, О.П. Цьонь. – Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2016. – 160с.
14. Технологічне обладнання для обслуговування та ремонту автомобілів : навч. посіб. / М. В. Красота, Ю. В. Кулешков, С. О. Магопець [та ін.] ; Центральноукраїн. нац. техн. ун-т. - Кропивницький : ЦНТУ, 2023. - 208 с.
15. ДСТУ 3649:2010. Колісні транспортні засоби. Вимоги щодо безпечності технічного стану та методи контролювання. Введ. 01.07.2011. – К.: Держспоживстандарт України, 2011. – 28 с.
16. Біліченко, В. В. Основи технічної діагностики колісних транспортних засобів [Текст] : навч. посіб. / В. В. Біліченко, В. Л. Крещенський, Ю. Ю. Кукурудзяк, С. В. Цимбал. - Вінниця : ВНТУ, 2012. - 118 с.

17. Клімов С. В. Експлуатація і обслуговування машин : навч. посіб. / С. В. Клімов.
– Рівне : НУВГП, 2010. – 218 с. / [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
<http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/5573>.
18. Клімов С. В. Організація технічного сервісу машин : навч. посіб. / С. В. Клімов.
– Рівне : НУВГП, 2010. – 120 с. / [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
<http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/5650>.
19. Коваленко В. М., Щуріхін В. К. Діагностика і технологія ремонту автомобілів :
підруч. — Київ : Літера ЛТД, 2017. — 224 с.
20. Основи діагностики автомобіля: Навчально-методичний посібник до
практичних та самостійних робіт студентів вищих навчальних закладів України
/ Укладачі: Люлька В.С., Коньок М.М., Перинський Ю.Є., Клімов О.М. –
Чернігів: ЧНПУ імені Т.Г. Шевченка, 2013. – 188 с.
21. Тітова Л. Л., Надточій О. В., Роговський І. Л. Технічне діагностування
автотранспортних засобів. : Навчальний посібник. Київ. НУБіП України, 2020.
432 с. ISBN 978-617-7878-12-3.
22. Технологічне обладнання для підприємств автомобільного транспорту:
Підручник / В. Волков та ін. Харків : ХНАДУ, 2010. 556 с.
23. Технологічне обладнання для підприємств автомобільного транспорту :
підручник / В. М. Міщенко, О. П. Кравченко, І. К. Шаша та ін. [під заг. ред. В.
П. Волкова]. – Х. : ХНАДУ, 2010. – 556 с.
24. Тригуб О. А. Технологічне обладнання для обслуговування та ремонту
автомобілів : навч. посіб. [Електронний ресурс]; М-во освіти і науки України,
Черкас. держ. технол. ун-т. – Черкаси : ЧДТУ, 2021. – 187 с.