

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

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Кафедра автомобілів

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Проект автотранспортного підприємства для виконання технічного
обслуговування та ремонту гальмівної системи автомобілів Fiat Tempra з
дослідженням величини гальмівного моменту в барабанному гальмі

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

«Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

Максим КОСТЮК
(ім'я та прізвище)

(підпис)

Керівник Михайло ЛЕВКОВИЧ
(ім'я та прізвище)

(підпис)

Нормоконтроль Марія П'ЄНТАК
(ім'я та прізвище)

(підпис)

Завідувач кафедри Олег ЦЬОНЬ
(ім'я та прізвище)

(підпис)

Рецензент Дмитро РАДИК
(ім'я та прізвище)

(підпис)

Тернопіль
2025

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

Факультет _____ Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)
Кафедра _____ Кафедра автомобілів
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

(підпис)
« »
Олег ЦЬОНЬ
(ім'я та прізвище)
2025 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня _____ Магістр
(НАЗВА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ)
за спеціальністю _____ 274 «Автомобільний транспорт»
(шифр і назва спеціальності)
студенту _____ Костюку Максиму Віталійовичу
(ПРІЗВИЩЕ, ІМ'Я, ПО БАТЬКОВІ)

1. Тема роботи Проект автотранспортного підприємства для виконання технічного обслуговування та ремонту гальмівної системи автомобілів Fiat Tempa з дослідженням величини гальмівного моменту в барабанному гальмі

Керівник роботи _____ Левкович Михайло Геннадійович, к.т.н., доц.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «14» листопада 2025 року №4/7-970

2. Термін подання студентом завершеної роботи 20 грудня 2025

3. Вихідні дані до роботи Характеристика підприємства, базовий технологічний процес обслуговування автомобілів: Fiat Tempa

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

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

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

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

Організаційна структура АТП – 1 аркуш формату А1. Схема діагностики та аналіз гальм – 1 аркуш формату А1. ТО гальмівної системи – 2 аркуші формату А1. Зона ТО-2 і ПР – 1 аркуш формату А1. Порівняння конструктивних особливостей барабанних гальм – 1 аркуш формату А1. Наукові дослідження – 2 аркуші формату А1.

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях			

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

(ім'я та прізвище)

Реферат

до кваліфікаційної роботи на тему: «Проект автотранспортного підприємства для виконання технічного обслуговування та ремонту гальмівної системи автомобілів Fiat Tempra з дослідженням величини гальмівного моменту в барабанному гальмі», виконана студентом групи МАм-63 ТНТУ імені Івана Пулюя Костюк Максимом Віталійовичем. Керівник роботи – к.т.н., доц. Левкович М.Г.

Пояснювальна записка містить 68 аркушів формату А4, додатки та 8 аркушів А1.

Ключові слова: технічне обслуговування, ремонт, Fiat Tempra, гальмівна система, барабанне гальмо, гальмівний момент, діагностика.

У роботі розглянуто діяльність автотранспортного підприємства та обґрунтовано його спеціалізацію на обслуговуванні гальмівних систем автомобілів Fiat Tempra. Проведено розрахунок виробничої програми, визначено кількість постів, площі виробничих зон та необхідну чисельність персоналу, що забезпечує ефективну роботу підприємства.

У технологічній частині подано послідовність операцій технічного обслуговування та методи діагностики гальмівної системи. Описано основні несправності, порядок їх виявлення та вимоги до регламентних робіт.

У конструкторському розділі запропоновано пристрій для зрізання гальмівних колодок, наведено його конструкцію та результати перевірочних розрахунків, які підтверджують надійність і безпечність у використанні.

Науково-дослідна частина присвячена аналізу гальмівного моменту барабанного гальма. Встановлено вплив технічного стану колодок, тиску у приводі та коефіцієнта тертя на величину моменту й ефективність гальмування.

Розділ з охорони праці містить рекомендації щодо безпечного виконання технічних робіт та вимоги до організації робочих місць.

Результати роботи можуть застосовуватись під час створення та модернізації спеціалізованих автотранспортних підприємств.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ	
1.1 Аналіз підприємства	9
1.2 Організація і управління АТП	9
1.3 Спеціалізація АТП на обслуговуванні гальмівних систем Fiat Tempra	12
1.4 Загальна характеристика Fiat Tempra	14
1.5 Огляд гальмівної системи Tempra	14
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	
2.1 Розрахунок виробничої програми	17
2.1.1 Періодичності обслуговування	18
2.1.2 Готовність використання парку	18
2.1.3 Річна програма	19
2.2 Розрахунок трудомісткості	19
2.3 Розрахунок чисельності робітників	23
2.3.1 Прийнята чисельність робітників	23
2.4 Технологічне проектування зон ТО і ПР	24
2.5 Розрахунок площ	25
2.6 Проектування зон ТО і ПР автомобілів та виробничих ділянок	26
2.7 Розрахунок площ	27
2.8 Об'ємно-планувальні рішення виробничого корпусу	28
2.9 Гальмівна система	29
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	
3.1 Огляд існуючих пристроїв для обробки гальмівних колодок	40
3.2 Опис конструкції та принцип дії пристрою для обробки гальмівних колодок	41
3.3 Структурна схема конструкції	42
3.4 Пристрій для зрізання гальмівних колодок	43
3.5 Розрахунок пристрою	44
4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ	

4.1. Дослідження величини гальмівного моменту в барабанному гальмі	47
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	
5.1 Аналіз пожежної небезпеки під час обслуговування гальмівної системи Fiat Tempra	58
5.2 Система забезпечення протипожежної стійкості АТП	59
5.3 Розрахунок забезпечення необхідної вентиляції	60
5.4 Розрахунок штучних заземлюючих пристроїв для заземлення стенда	63
ВИСНОВКИ	65
БІБЛІОГРАФІЯ	67
ДОДАТКИ	69

ВСТУП

Автотранспортне підприємство, яке проєктується в межах міста Тернопіль, працює в умовах зростаючої інтенсивності руху та підвищених вимог до технічної справності автомобільного транспорту. Одним із головних завдань такого підприємства є своєчасне виявлення технічних відхилень у роботі автомобілів, оскільки багато несправностей на початковому етапі не проявляються помітно, але можуть швидко перерости у серйозні поломки з великими витратами на ремонт. Регулярна діагностика стає ключовим засобом запобігання аварійним ситуаціям, скорочення простоїв і зменшення експлуатаційних витрат.

У попередні десятиліття подібні підприємства включали ремонтні зони, адміністративні приміщення та значний автопарк, кількість якого могла досягати понад двох сотень машин. Сучасні АТП Тернополя, залежно від спеціалізації, працюють з меншими за чисельністю парками, однак потреба у якісному технічному обслуговуванні залишається такою ж критично важливою.

Треба виділити гальмівну систему авто, оскільки саме вона значною мірою визначає безпеку руху. За статистичними даними, близько половини аварій, залучених із технічними несправностями, виникають через дефекти гальмівного механізму. Через це частка робіт, пов'язаних із гальмами, у загальному обсязі технічного обслуговування є однією з найбільших. На операції, передбачені регламентом ТО-1, припадає приблизно від восьми до десяти відсотків трудомісткості, а при проведенні ТО-2 обсяг діяльності, зв'язаної з контролем та обслуговуванням гальмівної системи, може досягати шістдесяти відсотків. У поточному ремонті гальмівні вузли становлять від десяти до п'ятнадцяти відсотків робіт. Нехтування регулюванням гальм або їх погане налаштування здатне підвищити витрату палива на десять–двадцять відсотків, а споживання мастильних матеріалів – на тридцять–п'ятдесят відсотків, що ще раз підтверджує важливість якісної діагностики.

Для контролю технічного стану гальмівної системи використовують два основні підходи. Загальний контроль дозволяє оцінити працездатність системи загалом і визначити, чи відповідає вона критерію «справна» або «несправна». Поглиблена діагностика застосовується тоді, коли потрібно визначити конкретний характер несправності, її місцезнаходження та причину виникнення. Такі методи особливо важливі для автомобілів Fiat Tempra, де точність роботи барабанного гальмівного механізму безпосередньо впливає на безпеку руху та стабільність гальмівного моменту.

Для АТП у Тернополі впровадження сучасної діагностики та контролю гальмівних механізмів є стратегічно важливим, оскільки дозволяє скоротити кількість поломок, зменшити простої, оптимізувати витрати підприємства та забезпечити високий рівень безпеки експлуатації транспортних засобів.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Аналіз підприємства

Проектоване підприємство розташоване в місті Тернопіль і орієнтоване на ТО, зокрема моделей Fiat Tempra, а також їхніх іноземних аналогів. Місто має активний транспортний потік, розвинену інфраструктуру та значну кількість приватного й службового автотранспорту, що формує сталий попит на якісні послуги з догляду гальмівних систем.

Підприємство займає компактну територію з виробничими й адміністративними приміщеннями, зонами стоянки, постами обслуговування, ділянками для ремонту та діагностики. Його структура передбачає наявність спеціалізованого поста контролю гальмівних систем, що є ключовим елементом у забезпеченні безпеки експлуатації транспортних засобів.

Автопарк клієнтів підприємства включає переважно легкові автомобілі різних брендів, але основним напрямом діяльності є обслуговування автомобілів Fiat Tempra, що дозволяє спеціалізувати персонал та підвищити якість виконання робіт. Тернопільський регіон характеризується сезонними коливаннями навантаження на гальмівні механізми через перепади температур та підвищену вологість, що вимагає уважнішого технічного контролю.

Важливою особливістю підприємства є використання сучасних стендів для визначення ефективності гальмування та вимірювання гальмівного моменту барабанних механізмів. Завдяки цьому значно зменшується кількість прихованих несправностей, а процес ремонту стає більш точним і економічно вигідним.

1.2 Організація і управління АТП

Організація роботи автотранспортного підприємства ґрунтується на раціональному використанні виробничих площ і чіткому поділі функцій між підрозділами. Керівництво підприємством здійснює адміністративно-технічна група, до якої входять директор, головний інженер, майстер виробничої дільниці, механік з діагностики та фахівець з охорони праці.

Виробнича структура включає ділянку приймання автомобілів, зону діагностики, пости технічного обслуговування, спеціалізовану дільницю ремонту гальмівних систем та склад зап. частин. Послідовність виконання робіт забезпечується нормативними картами, графіками завантаження та системою оперативного контролю.

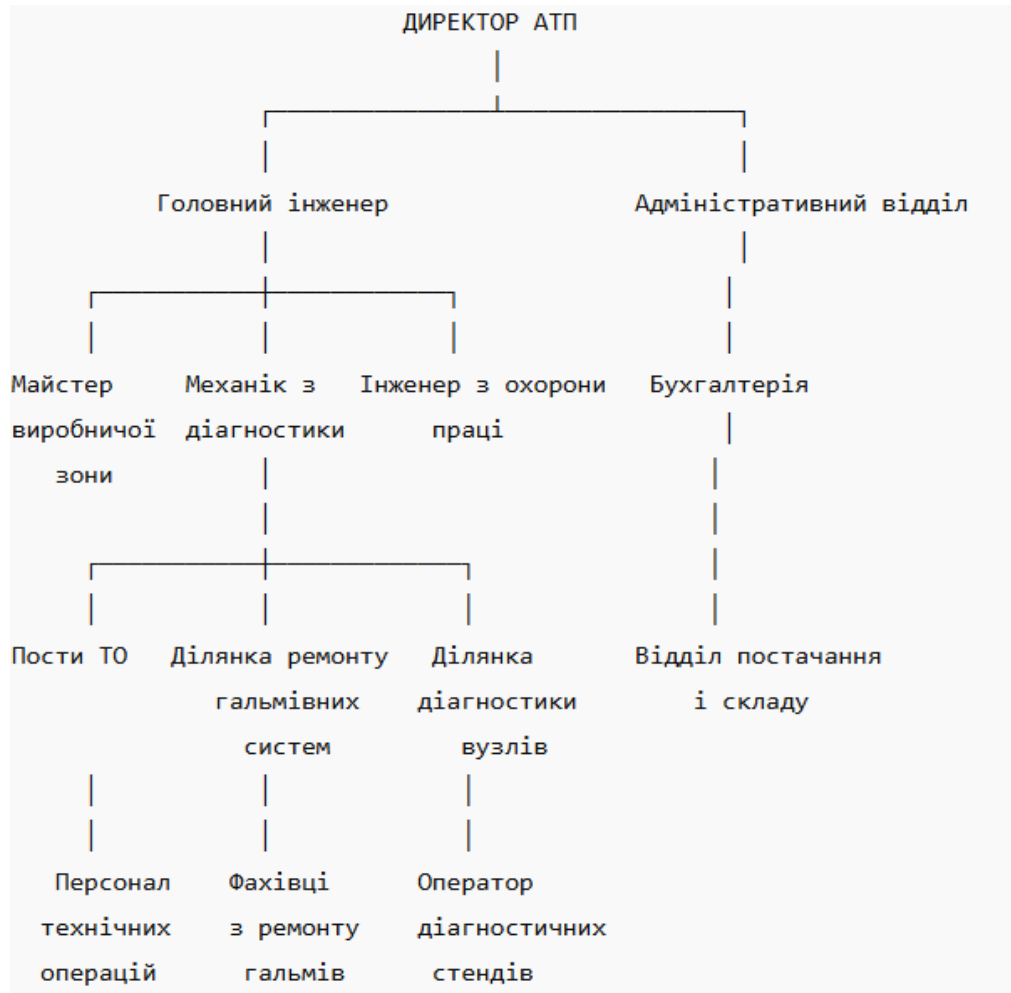


Рисунок 1.1 – Організаційна структура АТП

Особливе місце займає організація обслуговування гальмівних механізмів автомобілів Fiat Tempra. Підприємство використовує технологічні карти для діагностики барабанних гальм, що включають перевірку гальмівного моменту, стану колодок, барабанів і роботи системи в динамічних режимах. Це дозволяє завчасно виявляти дефекти й запобігати відмовам.

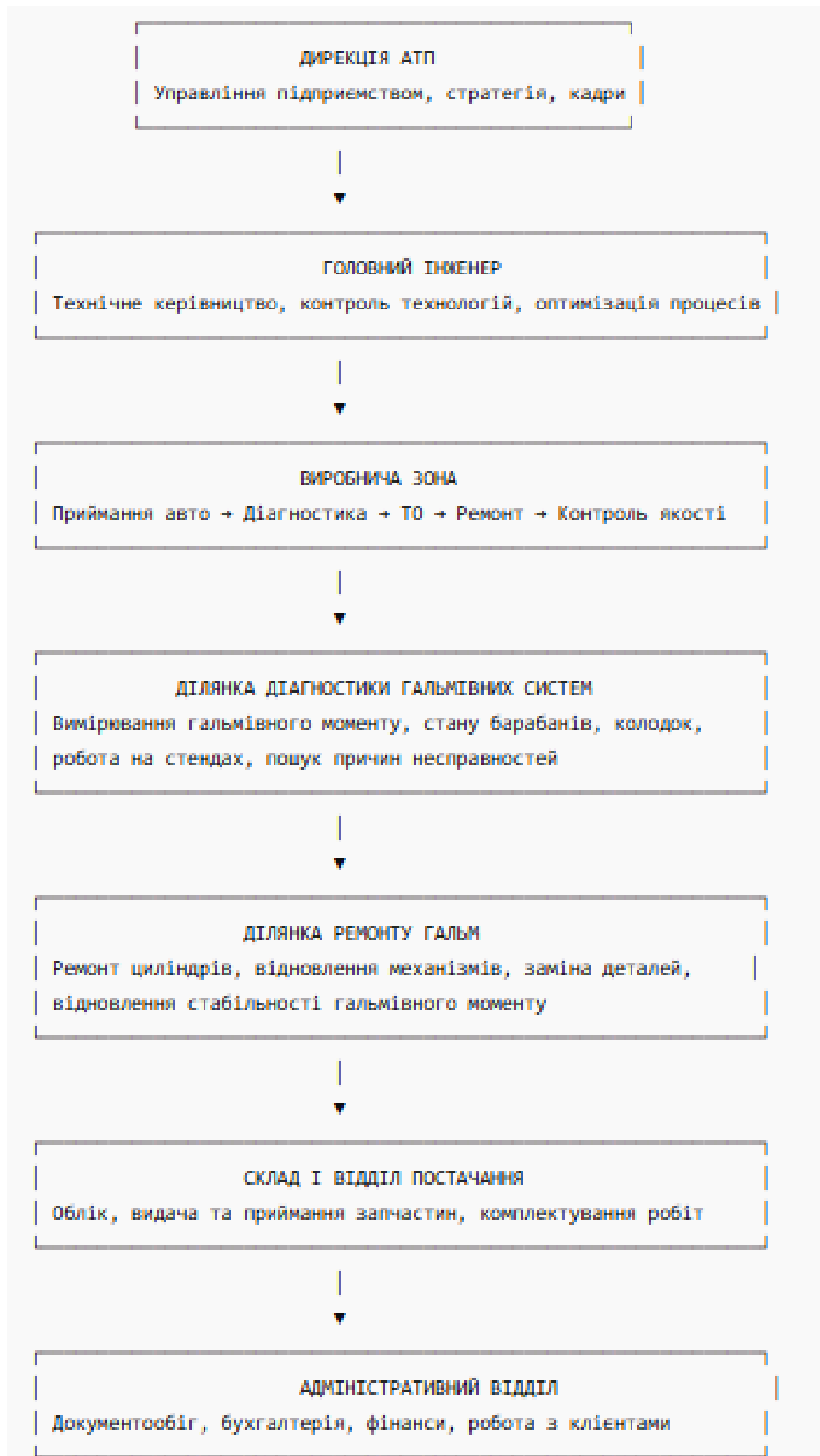


Рисунок 1.2 – Функції підрозділів АТП

Управління персоналом спрямоване на підвищення кваліфікації працівників, використання сучасного обладнання та дотримання вимог безпеки. Така організація роботи забезпечує високу якість обслуговування, скорочує час ремонту та підвищує ефективність діяльності АТП.

1.3 Спеціалізація АТП на обслуговуванні гальмівних систем Fiat Tempra

Підприємство має вузьку спеціалізацію, спрямовану на ТО та ремонт гальмівних систем легкових автомобілів, зокрема моделей Fiat Tempra та їхніх іноземних аналогів. Така спеціалізація дозволяє створити технологічно правильну структуру, що включає високоточне вимірювальне обладнання, сучасні стенди контролю гальмівного моменту та інструмент для обслуговування барабанних гальм.

Зосередження підприємства на одній системі автомобіля підвищує рівень компетентності персоналу та дозволяє формувати глибокий досвід у виявленні характерних несправностей у кліматичних умовах Тернопільського регіону. Це стосується, зокрема, корозії робочих поверхонь, зносу фрикційних накладок, нестабільності гальмівного моменту та нерівномірності роботи колісних механізмів.

Спеціалізований підхід забезпечує високу якість обслуговування, скорочення часу ремонту та підвищення рівня безпеки автомобілів після відновлення їх технічного стану.

Структурна схема демонструє повну послідовність технологічних операцій, починаючи від приймання автомобіля Fiat Tempra і завершуючи формуванням висновку щодо технічного стану гальмівної системи. Діагностика поєднує візуальний контроль, стендові вимірювання гальмівного моменту, оцінку рівномірності гальмування та поелементний аналіз конструкції барабанного механізму. Це уможливорює своєчасно виявити приховані дефекти, забезпечити точність ремонту та підвищити безпеку транспортного засобу.



Рисунок 1.3 – Схема діагностики гальм

1.4 Загальна характеристика Fiat Tempra

Авто серійно випускалося концерном Fiat Auto S.p.A. у період з 1988 – 1995 р. Модель створена на базі платформи Fiat Tiro і призначена для експлуатації в різних умовах. Автомобіль відзначався простою конструкцією, зручним обслуговуванням і доступністю запасних частин, що зробило його затребуваним серед власників у багатьох країнах ЄС.

Tempra мала передній привід та поперечне розташування агрегату.

Основні технічні параметри автомобіля Fiat Tempra:

Показник	Значення
Повна маса, кг	1600
Споряджена маса, кг	1100–1200
Довжина, мм	4360
Ширина, мм	1690
Висота, мм	1420
Колісна база, мм	2540
Кліренс, мм	140
Потужність двигуна, к.с.	70–115
Максимальна швидкість, км/год	155–185

1.5 Огляд гальмівної системи Tempra

Робоча система є гідравлічною двоконтурною, з діагональним поділом контурів. Один контур діє на переднє ліве і заднє праве колесо, другий – на переднє праве і заднє ліве.

У системі використовується вакуумний підсилювач, вакуум утворюється у впускному колекторі двигуна. Основні елементи системи – головний гальмівний циліндр, вакуумний підсилювач, робочі циліндри, шланги, трубопроводи, колодки, диски та барабани.

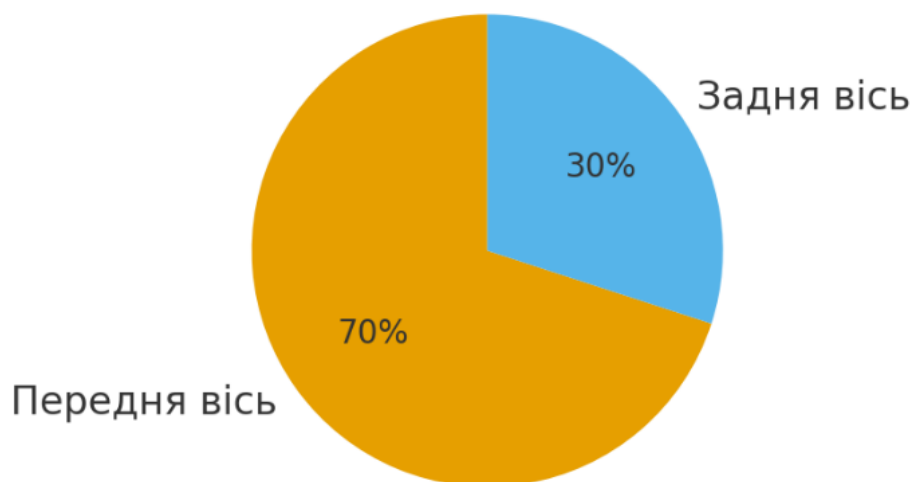


Рисунок 1.4 – Розподіл гальмівного зусилля між осями

Технічні характеристики гальмівної системи:

Параметр	Значення
Тип системи	Гідравлічна, двоконтурна
Підсилювач	Вакуумний (Bendix або АТЕ)
Гальма передні	Дискові, вентильовані
Гальма задні	Барабанні
Діаметр передніх дисків, мм	240–257
Діаметр задніх барабанів, мм	180–200
Тип гальмівної рідини	DOT-4
Розподіл гальмівного зусилля (перед/зад)	70/30 %
Ефективність гальмування	75–80 %

Гальмівна система Fiat Tempra виявляє певні слабкі місця, що потребують періодичного контролю та своєчасного ремонту. Найчастіше зустрічаються:

- зношення гальмівних колодок і дисків;
- підтікання гальмівної рідини через ущільнення циліндрів;
- заклинювання поршнів у супортах через корозію; розшарування або тріщини гальмівних шлангів;
- зниження вакууму в підсилювачі через пошкодження з'єднань.

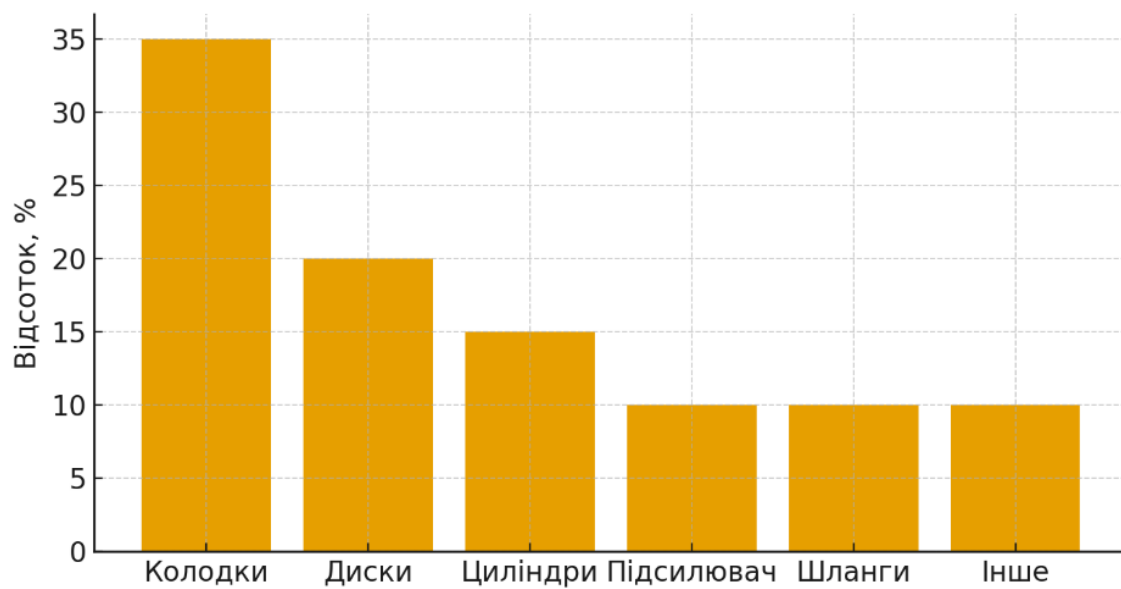


Рисунок 1.5 – Частота типових відмов гальмівної системи Temptra

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Розрахунок виробничої програми

У даному розділі визначається річний обсяг робіт з ТО, що входять до складу автопарку підприємства. АТП, розташоване в місті Тернопіль, обслуговує службовий рухомий склад, який експлуатується 365 днів на рік і повинен перебувати у постійній технічній готовності.

Таблиця 2.1 – Дані по парку

Марка авто	Кількість, шт	Середньодобовий пробіг, км	Коефіцієнт технічної готовності	Коефіцієнт використання парку
Mercedes-Benz Atego	7	90	0,89	0,91
Mitsubishi Pajero	14	80	0,91	0,89
Fiat Tempra	22	160	0,85	0,83
Fiat Tipo	34	140	0,89	0,93

Таблиця 2.2 – Нормативи пробігу до капремонту і трудомісткість ТО та ПР

Позначення	Mercedes Atego	Mitsubishi Pajero	Fiat Tempra
Пробіг до КР, км	300000	180000	125000
ТО-1, люд.-год	0,5	0,3	0,3
ТО-2, люд.-год	3,5	1,5	2,3
ТР, люд.-год на 1000 км	14,5	7,7	9,2
ЩО, люд.-год	8,5	3,6	3,0
Періодичність ТО-1, км	4000	4000	4000
Періодичність ТО-2, км	12000	16000	16000
Дні простою у ТО-2/ТР, дні/1000 км	0,5	0,4	0,4
Дні простою в ПР	22	20	18

2.1.1 Періодичності обслуговування

Періодичність ТО-1 і ТО-2:

$$L_{TO} = L_H \cdot K1 \cdot K2. \quad (2.1)$$

Пробіг до КР:

$$L_{KP} = L_H \cdot K1. \quad (2.2)$$

Простій у ТО-2 і ТР:

$$D_{TO-2,TP} = d_H \cdot K1 \cdot K4.$$

Трудовісткість ТО:

$$t = K_M \cdot t_H + t_{YM}. \quad (2.3)$$

Трудовісткість ПР:

$$t_{TP} = t_H \cdot K1 \cdot K5. \quad (2.4)$$

Таблиця 2.2 – Результати розрахунків

Позначення	Mercedes Atego	Mitsubishi Pajero	Fiat Tempra
Періодичність ТО-1, км	3200	3200	3200
Періодичність ТО-2, км	9600	12800	12800
Пробіг до КР, км	240000	144000	100000
Простій у ТО-2/ТР, дні/1000 км	0,35	0,28	0,28
Трудовісткість ЩО, люд.-год	0,35	0,8	0,8
Трудовісткість ТО-1, люд.-год	4,2	1,8	2,76
Трудовісткість ТО-2, люд.-год	17,4	9,3	11
Коеф. технічної готовності	0,325	0,26	0,26
Трудовісткість ТР, люд.-год/1000 км	12,3	5,2	4,3
Простій у ПР, дні	18	16	30

2.1.2 Готовність використання парку

Коефіцієнт технічної готовності:

$$K_{\pi} = \frac{D_p}{D_g} \quad (2.5)$$

Коефіцієнт використання парку:

$$K_{\text{вп}} = \frac{D_p}{365} \quad (2.6)$$

Річний пробіг групи:

$$L_{\Gamma} = A \cdot L_{\text{ср}} \cdot 365 \cdot K_{\text{вп}} \quad (2.7)$$

2.1.3 Річна програма

Таблиця 2.3 – Річна виробнича програма АТП

Позначення	Mercedes Atego	Mitsubishi Pajero	Fiat Tempra
Коефіцієнт технічної готовності	0,95	0,95	0,91
Коефіцієнт використання парку	0,95	0,95	0,91
Річний пробіг, км	218452	388360	2790060
Кількість ЩО, шт	132	8	328
Кількість ТО-1, шт	212	719	190
Кількість ТО -2, шт	45	90	654
Кількість ЩО, шт	14	28	112

2.2 Розрахунок трудомісткості

Трудомісткість визначається:

ЩО:

$$T_{\text{м}} = N_{\text{м}} \cdot t_{\text{м}}. \quad (2.8)$$

ТО-1:

$$T_1 = N_1 \cdot t_1. \quad (2.9)$$

ТО-2:

$$T_2 = N_2 \cdot t_2. \quad (2.10)$$

ЩО:

$$T_{\text{сo}} = N_{\text{сo}} \cdot t_2 \cdot 0,2. \quad (2.11)$$

ПР:

$$T_{\text{пр}} = \frac{L_{\Gamma}}{1000} \cdot t_{\text{пр}}. \quad (2.12)$$

Вспоміжні роботи:

$$T_{\text{всп}} = 0,2(T_{\text{м}} + T_1 + T_2 + T_{\text{со}} + T_{\text{пр}}). \quad (2.13)$$

Таблиця 2.4 – Трудомісткість ТО і ПР

Позначення	Mercedes Atego	Mitsubishi Pajero	Fiat Tempra
ЩО	424	1942	7440
ТО-1	189	162	1805
ТО -2	365	251	2090
ЩО	49	52	246
ПР	2687	2019	11997
Вспоміжні	742	885	4715

Таблиця 2.5 – Розподіл трудомісткості ТО-1

Вид робіт	Mercedes Atego	Mitsubishi Pajero	Fiat Tempra	Ршт
Загальні контрольно-діагностичні	10% → 19	12% → 19	12% → 217	0,1
Кріпильні	33% → 62	46% → 75	46% → 830	0,5
Регулювальні	12% → 23	10% → 16	10% → 181	0,1
Змащувальні, заправні, очистка	20% → 38	17% → 28	17% → 307	0,2
Електротехнічні	10% → 19	6% → 10	6% → 108	0,1
Система живлення ДВЗ	6% → 11	3% → 5	3% → 54	0,1
Шиномонтажні	9% → 17	6% → 10	6% → 108	0,1
Разом по ТО-1	100% → 189	100% → 162	100% → 1805	1,2

ТО-2 включає більший обсяг регламентних робіт порівняно з ТО-1, з акцентом на комплексну діагностику, регулювання і ремонт основних систем авто.

Таблиця 2.6 – Розподіл трудомісткості ТО-2

Види робіт	Mercedes Atego	Mitsubishi Pajero	Fiat Tempra	Разом	Ршт	Ряв	Рпр
Загальні діагностичні	10% → 37	12% → 30	12% → 251	317	0,2	0,2	2
Кріпильні	35% → 128	40% → 100	40% → 836	1064	0,6	0,5	–
Регулювальні	18% → 66	10% → 25	10% → 209	300	0,2	0,1	–
Змащувальні	14% → 51	10% → 25	10% → 209	285	0,2	0,1	–
Електротехнічні	10% → 37	8% → 20	8% → 167	224	0,1	0,1	–
Система живлення	10% → 37	3% → 8	3% → 63	107	0,1	0,1	–
Шиномонтажні	3% → 11	2% → 5	2% → 42	58	0,0	0,0	–
Кузовні	–	15% → 38	15% → 314	716	0,4	0,3	–
Разом ТО-2	365	251	2090	2754	1,7	1,5	2

Таблиця 2.7 – Розподіл трудомісткості ПР

Постові роботи.

Вид робіт	Atego	Pajero	Tempra	Разом	Ршт	Ряв	Рпр
Діагностичні	2% → 54	2% → 40	2% → 240	334	0,2	0,2	1
Регулювальні	1% → 27	4% → 81	4% → 480	588	0,3	0,3	–
Розбірно-складальні	40% → 1075	26% → 525	26% → 3119	4719	2,5	2,3	2

Зварювально-жестяні	2% → 54	8% → 162	8% → 960	1175	0,6	0,6	1
Малярні	5% → 134	10% → 202	10% → 1200	1536	0,8	0,7	1
Разом по постах	1344	1010	5999	8352	4,5	4,0	5

Участкові роботи.

Вид робіт	Atego	Pajero	Tempira	Разом	Ршт	Ряв	Рпр
Агрегатні	20% → 537	17% → 343	17% → 2039	2920	1,6	1,4	2
Механічні	12% → 322	10% → 202	10% → 1200	1724	0,9	0,8	1
Електотехнічні	7% → 188	6% → 121	6% → 720	1029	0,6	0,5	1
Система живлення	4% → 107	4% → 81	4% → 480	668	0,4	0,3	—
Шиномонтажні	2% → 54	3% → 61	3% → 360	474	0,3	0,2	—
Ковльські	2% → 54	2% → 40	2% → 240	334	0,2	0,2	—
Зварні	2% → 54	4% → 81	4% → 480	614	0,3	0,3	—
Жестяні	1% → 27	4% → 81	4% → 480	588	0,3	0,3	—
Разом по ділянках	1344	1010	5999	8352	4,5	4,0	4

Підсумок ПР автомобілів

Показник	Mercedes Atego	Mitsubishi Pajero	Fiat Tempira	Разом
Разом ПР, люд-год	2687	2019	11997	16704

Допоміжні роботи.

Таблиця 2.8 – Допоміжні роботи

Вид робіт	%	Трудовісткість, люд-год	Ршт	Ряв	Рпр
Обслуговування обладнання	20	1268	0,7	0,6	1
Ремонт інженерних мереж	17	1078	0,6	0,5	—
Транспортні роботи	13	824	0,4	0,4	1
Перегон авто	15	951	0,5	0,5	—

Складські роботи	15	951	0,5	0,5	1
Прибирання території	20	1268	0,7	0,6	–
Разом	100	6342	3,4	3,1	3

2.3 Розрахунок чисельності робітників

Для забезпечення виконання річної виробничої програми ТО та поточного ремонту на АТП визначається штатна та явочна чисельність.

Штатна чисельність визначається за формулою:

$$R_{\text{шт}} = \frac{T}{\Phi_{\text{шт}}} \quad (2.13)$$

Підставляючи значення:

$$R_{\text{шт}} = \frac{38060}{1840} \approx 15 \text{ осіб.}$$

Явочна чисельність визначається з урахуванням реального фонду робочого часу:

$$R_{\text{яв}} = \frac{T}{\Phi_{\text{яв}}} \quad (2.14)$$

$$R_{\text{яв}} = \frac{38060}{2070} \approx 14 \text{ осіб.}$$

2.3.1 Прийнята чисельність робітників

З урахуванням отриманих значень, а також необхідності рівномірного завантаження постів і безперервності виробничого процесу, на підприємстві приймається:

$$R_{\text{прийнято}} = 15 \text{ робітників.}$$

Таким чином, штатна чисельність забезпечує виконання планового обсягу робіт у встановлені терміни з достатнім резервом для компенсації непередбачених простоїв.

2.4 Технологічне проектування зон ТО і ПР

Кількість постів зони ТО-1

Такт роботи поста визначає інтервал часу між обслуговуванням двох суміжних авто:

$$\tau_n = \frac{t_n}{R_n} \quad (2.15)$$

Ритм роботи зони ТО-1:

$$R = \frac{\Phi_3 \cdot c \cdot 60}{N_{\text{ТО-1}}} \quad (2.16)$$

Кількість постів зони ТО-1:

$$n_{\text{ТО-1}} = \frac{R}{\tau_n}. \quad (2.17)$$

Для виконання плану робіт достатньо одного універсального поста, оскільки інші групи авто мають менше навантаження.

ТО-2 виконується на універсальних тупикових постах. Час обслуговування одного авто приймається рівним одній робочій зміні.

Такт поста:

$$\tau_n = \frac{T_{\text{см}}}{R_n} \quad (2.18)$$

Ритм:

$$R = \frac{\Phi_3 \cdot c}{N_{\text{ТО-2}}}. \quad (2.19)$$

Кількість постів:

$$n_{\text{ТО-2}} = \frac{R}{\tau_n}. \quad (2.20)$$

Таким чином, як і у випадку з ТО-1, достатньо одного універсального поста ТО-1/ТО-2.

Кількість постів у зоні ПР:

$$n_{\text{ТР}} = \frac{T_{\text{пост}} \cdot K_{\text{нп}}}{\Phi_{\text{м}} \cdot c \cdot R_p \cdot K_{\text{внк}}} \quad (2.21)$$

Загальна кількість постів ПР:

$$n_{\text{ПР}} = 6 \text{ постів.}$$

2.5 Розрахунок площ

Площа зони визначається:

$$F_z = S_{\text{авт}} \cdot n_{\text{п}} \cdot K_{\text{п}}. \quad (2.22)$$

Таблиця 2.9 – Площі зон ТО і ПР

Позначення	Atego	Pajero	Tempra
Площа ТО-1, м ²	—	—	27,2
Площа ТО-2, м ²	—	—	27,2
Площа ПР, м ²	85,2	30	108,8
Разом, м ²	275,7		

Площа кожної ділянки визначається за формулою:

$$F_{\text{уч}} = F_1 + F_p(R - 1). \quad (2.23)$$

Таблиця 2.10 – Площі виробничих ділянок

Ділянка	Площа, м ²
Агрегатна	27
Слюсарно-механічна	12
Електротехнічна	10

Площа складів:

$$F_{\text{ск}} = A_c \cdot f_y \cdot K_{1c} \cdot K_{2c} \cdot K_{3c} \cdot K_{4c} \cdot K_{5c}. \quad (2.24)$$

$$F_{\text{ск}} = 77 \cdot 1,8 \cdot 0,8 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \approx 16 \text{ м}^2.$$

Приймається:

$$F_{\text{ск}} = 18 \text{ м}^2.$$

2.6 Проєктування зон ТО і ПР автомобілів та виробничих ділянок

Розраховується за формулою:

$$\tau_n = \frac{t_n}{R_n} \quad (2.25)$$

Ритм роботи зони ТО-1:

$$R = \frac{\Phi_3 \cdot c \cdot 60}{N_{\text{ТО-1}}} \quad (2.26)$$

Постгт зони ТО-1:

$$n_{\text{ТО-1}} = \frac{R}{\tau_n} \quad (2.27)$$

Приймаємо:

Mercedes Atego – 0,1 поста

Mitsubishi Pajero – 0,1 поста

Fiat Tіpo – 1 пост.

Час обслуговування приймається рівним одній зміні.

$$\tau_n = \frac{T_{\text{см}}}{R_n} \quad (2.28)$$

Ритм зони:

$$R = \frac{\Phi_3 \cdot c}{N_{\text{ТО-2}}} \quad (2.29)$$

Кількість постів:

$$n_{\text{ТО-2}} = \frac{R}{\tau_n} \quad (2.30)$$

За підсумками розрахунків:

Mercedes Atego – 0,1 поста.

Mitsubishi Pajero – 0,1 поста.

Fiat Tіpo – 1 пост.

Отже, достатньо одного універсального поста ТО-2, сумісного з ТО-1.

Пости зони ПР визначається:

$$n_{TP} = \frac{T_{\text{пост}} \cdot K_{\text{нп}}}{\Phi_{\text{м}} \cdot c \cdot R_{\text{п}} \cdot K_{\text{вик}}} \quad (2.31)$$

Результати:

Mercedes Atego – 1 пост,

Mitsubishi Pajero – 1 пост,

Fiat Tipo – 4 пости.

Загалом:

$$n_{\text{ПР}} = 6 \text{ постів.}$$

2.7 Розрахунок площ

Площа зони:

$$F_z = S_{\text{авт}} \cdot n_{\text{п}} \cdot K_{\text{п}} \quad (2.32)$$

Таблиця 2.11 – Площі зон ТО і ПР

Показники	Atego	Pajero	Tempra
Площа ТО-1, м ²	–	–	27,2
Площа ТО-2, м ²	–	–	27,2
Площа ТР, м ²	85,2	30	108,8
Разом	275,7 м ²		

Виробничі ділянки:

$$F_{\text{уч}} = F_1 + F_p \cdot (R - 1). \quad (2.33)$$

Таблиця 2.12 – Площі виробничих ділянок

Ділянка	Площа, м ²
Агрегатна	27
Слюсарно-механічна	12
Електротехнічна	10
Разом	49

Складські приміщення:

$$F_{ск} = A_c \cdot f_y \cdot K_{1c} \cdot K_{2c} \cdot K_{3c} \cdot K_{4c} \cdot K_{5c}. \quad (2.34)$$

Розраховано – 16 м², прийнято – 18 м².

2.8 Об'ємно-планувальні рішення виробничого корпусу

Розрахунки зон ТО і ПР показали, що для забезпечення повного циклу обслуговування автомобілів підприємству необхідно 8 постів, загальна площа яких становить 342,7 м². Порівняно з фактичною площею виробничого корпусу (3024 м²) спостерігається значний резерв території.

У зв'язку зі зменшенням середньодобового пробігу та кількості службових авто підприємство може:

- підвищити коеф. тех. готовності,
- збільшити коеф. вик. парку,
- оптимізувати виробничі площі,
- розмістити додаткові пости обслуговування громадських автомобілів.

На основі аналізу площ та виробничих потреб у корпусі пропонується розмістити:

- 10 постів ТО і ПР,
- 3 пости загальної діагностики на двоплунжерних підйомниках,
- 1 пост діагностики гальмівної системи з роликовим тормозним стендом,
- 2 кузовних пости на жорстких стапелях,
- 1 пост з окрасочно-сушильною камерою,

Таблиця 2.13 – Фактичні площі виробничого корпусу

Дільниця	Площа, м ²
Зона ТО і ПР	2340
Ділянка ремонту двигунів	72
Агрегатна	72
Слюсарно-механічна	72

Електротехнічна	36
Ремонт систем живлення	36
Шиномонтажна	36
Зварювальна	36
Склад запасних частин	108
Побутові приміщення	108
Кімната клієнтів	108
Магазин	36

2.9 Гальмівна система

ТО

Необхідно регулярно перевіряти рівень гальмівної рідини в бачку. Невелике зниження рівня є природним явищем через зношення гальмівних колодок, однак різке падіння або часта потреба у доливанні вказує на можливу несправність. Для доливання потрібно використовувати лише рекомендований тип рідини з нової герметичної упаковки. Гальмівна рідина вбирає вологу з повітря, тому не варто зберігати її у відкритому посуді чи струшувати перед використанням.

Також необхідно оглядати стан колодок і, за потреби, замінювати їх. На час огляду варто звертати увагу на стан гальмівних дисків і барабанів.

Рекомендується регулярно перевіряти гальмівні трубки та шланги, щоб переконатися у відсутності пошкоджень і витоків. Особливу увагу слід приділяти антикорозійному покриттю металевих трубок. Гумові шланги потрібно злегка перегинати пальцями, щоб виявити можливі тріщини або розшарування гуми – у разі пошкодження їх слід негайно замінити.

Також варто перевіряти роботу системи, яка попереджає про низький рівень гальмівної рідини. Для цього необхідно увімкнути запалювання та натиснути на кришку бачка – має загорітися сигнальна лампа.

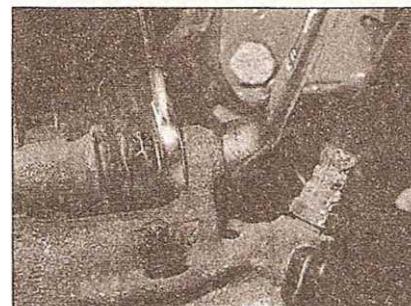
Під час технічного обслуговування потрібно оглянути трос і важіль ручного гальма, а також змастити всі доступні частини. Регулювання ручного гальма проводиться лише у випадку розтягнення троса або після його заміни.

Передній гальмівний механізм

Спочатку потрібно зняти ковпаки та послабити болти передніх коліс. Після цього слід затягнути ручне гальмо, підняти передню частину автомобіля за допомогою домкрата й надійно встановити її на підставки. Потім знімаються колеса. Далі кермо повертають у крайнє праве положення, щоб оглянути стан правих гальмівних колодок. Важливо переконатися, що товщина фрикційного шару перевищує мінімально допустиме значення. Потім кермо повертають у крайнє ліве положення та виконують такий самий огляд лівих колодок. Якщо хоча б одна колодка зношена більше норми, потрібно замінити весь комплект передніх колодок.

Для заміни колодок спершу необхідно від'єднати мінусовий провід від акумулятора та роз'єднати штекер дроту датчика зношення – він установлений лише на лівих колодках. Потім відкручують болт верхнього напрямного пальця супорта. Після цього супорт відводять униз і знімають колодки. Перед встановленням нових деталей супорт, колодки й гальмівний диск очищають від пилу та бруду, а з диска прибирають сліди іржі. Оскільки нові колодки товщі за старі, поршень супорта потрібно втиснути всередину циліндра. Це може призвести до підняття рівня гальмівної рідини в бачку, тому перед цим частину рідини слід відкачати за допомогою піпетки або ареометра. Поршень потрібно втискати рівномірно, натискаючи на дерев'яний брусок, щоб уникнути перекосу.

Далі колодки встановлюють у зворотній послідовності. Колодка з датчиком зношення має стояти з внутрішнього боку лівого колеса. Перед монтажем супорта потрібно перевірити правильність розташування притискних пружин. Після цього закручують болт напрямного пальця та



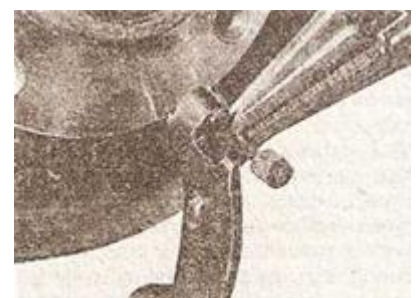
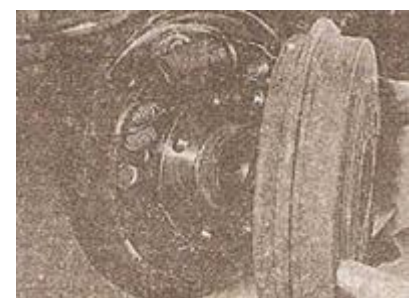
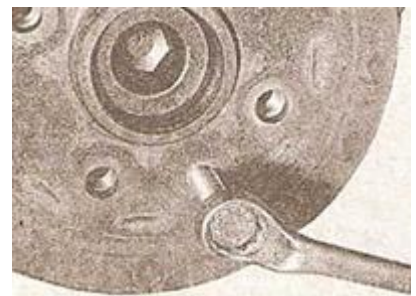
повторюють процедуру для іншого переднього колеса.

Після встановлення кілька разів натискають на педаль гальма, щоб колодки стали на місце, а потім перевіряють рівень за потреби доливають її. Протягом перших 150 км слід уникати різкого гальмування, оскільки колодки мають притертися до дисків, щоб досягти повної ефективності гальмування.



Задній гальмівний механізм

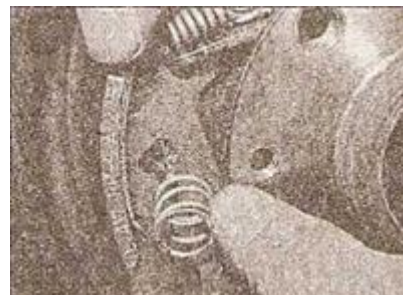
Під час обслуговування задніх барабанних гальм необхідно виконати низку дій, що забезпечують їх правильну роботу. Далі знімають колеса, опускають ручне гальмо та відкривають пластикову кришку з опорного щита. Робочий важіль ручного гальма натискають до колодки, щоб послабити її притискання до барабана. Якщо необхідно, послаблюють регулятор троса ручного гальма. Після цього знімають гальмівний барабан, відкрутивши кріпильні болти. Якщо барабан зняти важко, у спеціальні отвори вкручують болти М10 і поступово виводять його з колодок. Перед розбиранням бажано позначити положення деталей для спрощення зворотного складання. Поверхню барабана і колодок очищають, уникаючи вдихання частинок. Потім від'єднують трос ручного гальма, нижню та верхню стяжні пружини, а також пружину автоматичного компенсатора зазору. Далі знімають фіксатори і пружини опорних стояків, повертаючи їх на 90 градусів. Виймають колодки



разом із механізмом автоматичної компенсації зазору. Якщо нові колодки не встановлюються відразу, поршні робочого циліндра слід зафіксувати гумкою або пружинною скобою, щоб уникнути їх випадіння. Натискати на педаль гальма у цей час заборонено.

Опорний щит очищають, а місця контакту колодок змащують спеціальною гальмівною мастилом. Якщо накладки забруднені мастилом або рідиною, слід знайти та усунути причину протікання. Компенсатор зазору розбирають, очищають його елементи та збирають у попередньому положенні. Усі пружини перевіряють, за потреби замінюють – зношені елементи можуть спричинити підтормажування.

Спочатку приєднують трос ручного гальма до робочого важеля, збирають компенсатор зазору й установлюють колодки на місце. Після цього встановлюють опорні стояки, фіксатори та всі пружини у правильній послідовності. Після збирання перевіряють правильність розташування деталей і, якщо потрібно, регулюють компенсатор, щоб зменшити зазор між колодками й барабаном.



Гальмівний барабан

Спочатку потрібно зняти ковпаки та послабити болти задніх коліс. Передні колеса варто зафіксувати, щоб автомобіль не рухався. Потім задню частину авто піднімають домкратом і ставлять на надійні підставки. Коли колеса зняті, ручне гальмо має бути повністю відпущене.

На задній частині гальмівного щита знімають пластикову заглушку. Далі робочий важіль ручного гальма відсувають у бік колодки, щоб вона трохи

відійшла від барабана. Якщо це не допомагає, послаблюють тросик ручного гальма.

Потім відкручують болти кріплення і знімають гальмівний барабан. Якщо він не піддається, можна вкрутити два болти М10 у спеціальні отвори барабана та поступово, обертаючи їх, стягнути барабан зі ступиці. Після цього з барабана прибирають пил і бруд, намагаючись не вдихати підняті частинки. Внутр. поверхню барабана потрібно уважно оглянути. Якщо є глибокі подряпини або сильне стирання з помітними краями, барабан слід замінити.

Вимірюють його внутрішній діаметр, і якщо він перевищує допустиме значення, обидва барабани потрібно замінити новими. Якщо необхідно, регулюють компенсатор, щоб колодки трохи відійшли від барабана. Потім барабан встановлюють назад і щільно закручують болти. Після цього на гальмівний щит ставлять назад заглушку, яка закриває доступ до важеля ручного гальма. Далі кілька разів натискають на педаль гальма, щоб колодки стали на місце. У цей момент мають бути чутні клацання – це спрацьовує механізм автоматичного підстроювання. Коли клацання припиняються, регулювання завершено.



Циліндр задній

Демонтується гальмівний барабан. Після цього за допомогою плоскогубців знімають верхню стяжну пружину з гальмівних колодок, запам'ятовуючи, як вона була встановлена. Верхні частини колодок обережно розводять, щоб звільнити їх із гнізда робочого циліндра.

Щоб уникнути втрати гальмівної рідини, у бачок гол. гальм. циліндра кладуть шматок поліетилену під кришку та закручують її назад. Це створює невеликий тиск, який запобігає витіканню рідини під час подальших робіт. Після встановлення нових колодок гальмівний барабан ставлять на місце та міцно

закручують болти. Потім закривають отвір на гальмівному щиті пластиковою заглушкою. Ті самі дії виконують і на іншому задньому колесі.

Далі кілька разів натискають на педаль гальма, щоб колодки стали в робоче положення. У цей момент можуть бути чутні клацання – це спрацьовує механізм автоматичного регулювання зазору. Коли звуки припиняються, регулювання завершено.

Після цього перевіряють правильність натягу троса ручного гальма. Потім установлюють колеса, опускають автомобіль, затягують болти та ставлять ковпаки. Після заміни гальмівних колодок слід уникати різкого гальмування, не почне виконуватися повна ефективність гальм.

Компоненти заднього циліндра



Супорт переднього гальма

Затягується ручне гальмо, знімають ковпак колеса й послаблюють болти. Знімається кришка з бачка головного гальмівного циліндра, підкладають під неї шматок поліетилену та закривають назад, щоб запобігти витіканню рідини.

Після цього від'єднують гнучкий гальмівний шланг від трубки під крилом або від з'єднання на супорті. Отвори обов'язково закривають, щоб не потрапила бруд і не втекла рідина. Потім знімають гальмівні колодки.

Відкручують болт нижнього напрямного штифта супорта, утримуючи його ключем, і знімають супорт. Якщо потрібно, демонтують і кронштейн супорта разом із захисним кожухом диска. Усі частини очищають від пилу та бруду, намагаючись не вдихати дрібні частинки.

Якщо супорт потребує ремонту, знімають пильник із поршня, подають повітря низького тиску у вхідний отвір і обережно видавлюють поршень. Між поршнем

і корпусом ставлять дерев'яну планку, щоб запобігти пошкодженню. Потім дістають ущільнювальне кільце та очищають усі деталі спиртом. Перевіряють поршень і стінки циліндра – якщо є подряпини чи корозія, супорт або поршень замінюють повністю.

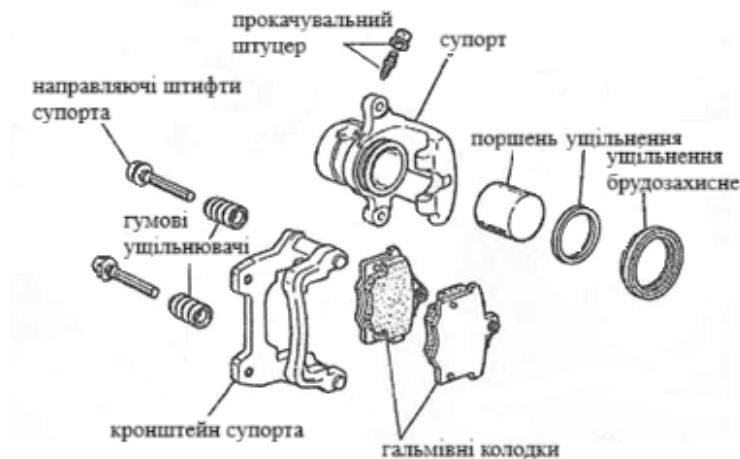
Перед збиранням деталі змащують чистою гальмівною рідиною, вставляють ущільнювач у канавку, а після уставляють поршень і ставлять новий пильник. Якщо гумові втулки напрямних пошкоджені, їх також замінюють.

Далі супорт збирають і встановлюють на місце, замінюючи болти напрямних штифтів. Установлюють гальмівні колодки, затягують усі болти із потрібним зусиллям і прокачують гальмівну систему, щоб видалити повітря.

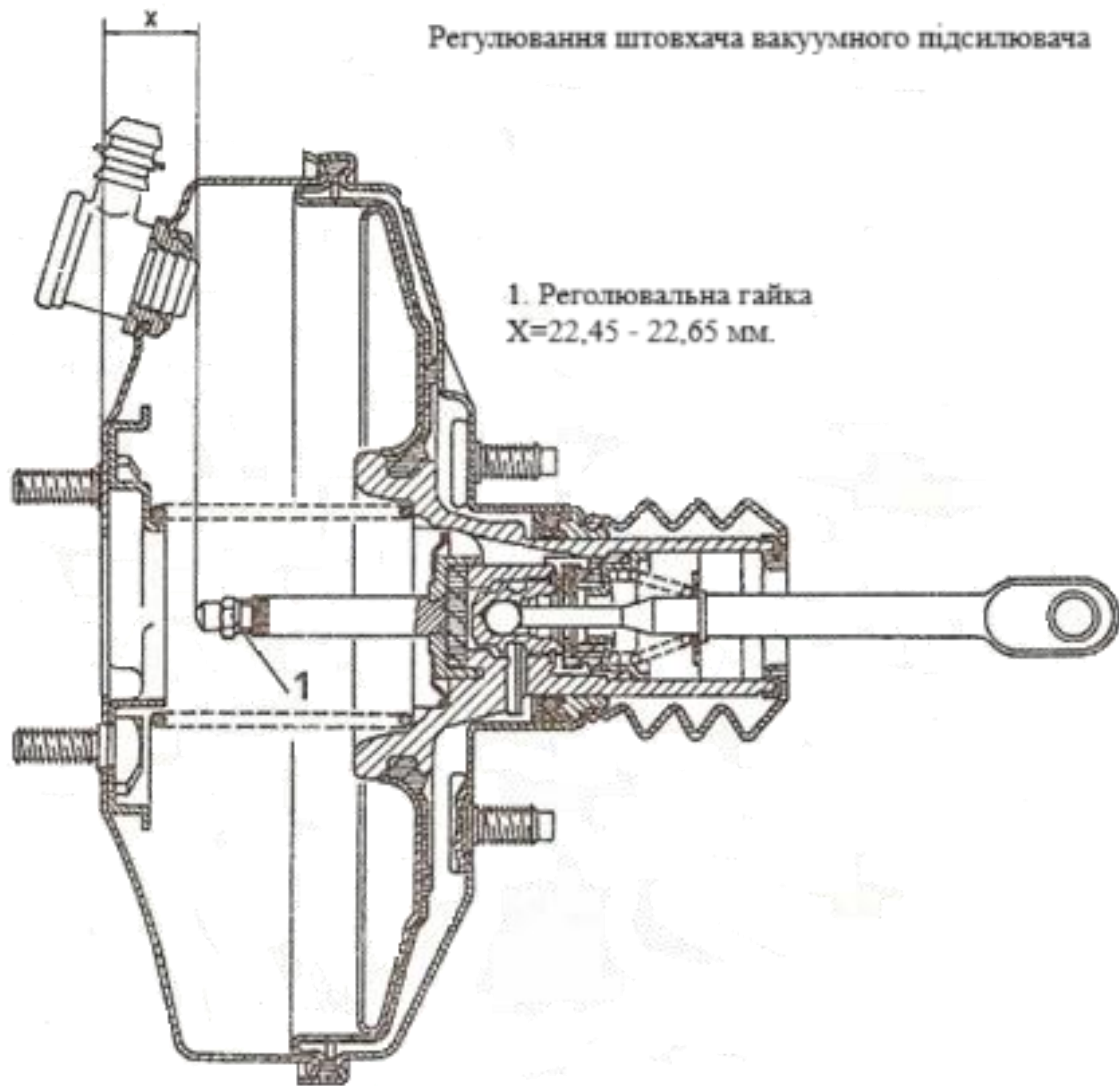
Потім від'єднують старий робочий циліндр, знімають гумові пильники та дістають поршні. Якщо вони в нормі, ставлять нові ущільнювачі з ремкомплекту, змащують їх гальмівною рідиною й вставляють назад у циліндр разом із пружиною. Усе має рухатися вільно.

Зібраний циліндр кріплять на місце, приєднують трубку та затягують гайку. Колодки ставлять ближче до поршнів, монтують пружину, потім гальмівний барабан і болти. Після збирання кілька разів натискають на педаль гальма, щоб автоматичний механізм відрегулював зазор. Коли клацання припиняться, регулювання завершено. Знімають поліетилен із бачка, прокачують гальмівну систему, ставлять колесо, опускають авто та затягують болти. Наприкінці встановлюють ковпак.

Компоненти переднього гальма



Головний та вакуумний циліндри



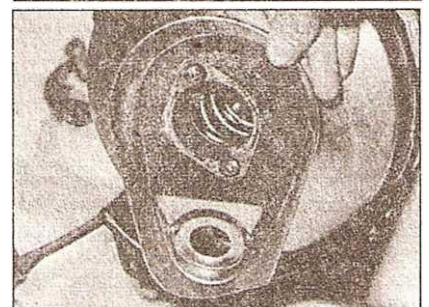
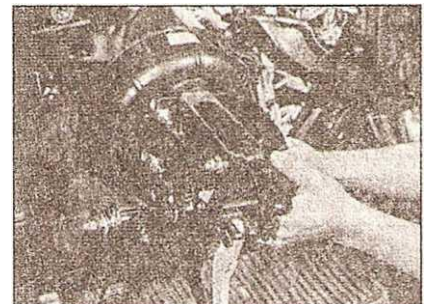
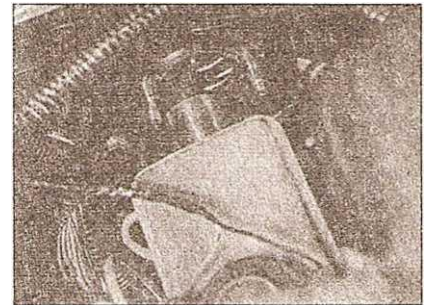
Натискається гальма, щоб зняти вакуум у підсилювачі. Потім потрібно від'єднати дроти від датчика рівня гальмівної рідини на кришці бачка. Якщо можливо, відкачайте рідину з бачка за допомогою ареометра. На авто з гідропідсилювачем рульового керування від'єднайте шланги бачка від головного гальмівного циліндра – при цьому будьте готові до витікання рідини. Під циліндр слід підставити ємність, щоб зібрати залишки гальмівної рідини. Трубки бажано позначити, після чого обережно відкрутити з'єднувальні гайки та від'єднати їх від головного циліндра. Далі відкрутіть дві гайки кріплення та зніміть сам циліндр із вакуумного підсилювача, після чого очистіть його зовнішню поверхню. На автомобілях без гідропідсилювача можна зняти бачок і ущільнення з головного циліндра за допомогою викрутки. Якщо виявлено пошкодження, замість ремонту слід замінити весь вузол, адже

головний гальмівний циліндр не підлягає розбиранню. Під час встановлення все збирають у зворотній послідовності, використовуючи нові ущільнювачі. Після монтажу необхідно прокачати всю гальмівну систему, щоб видалити повітря.

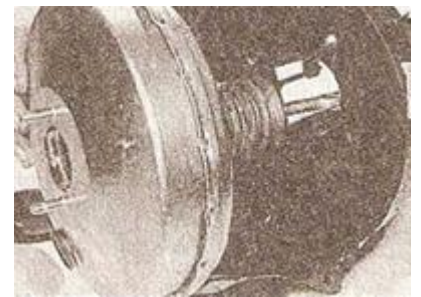
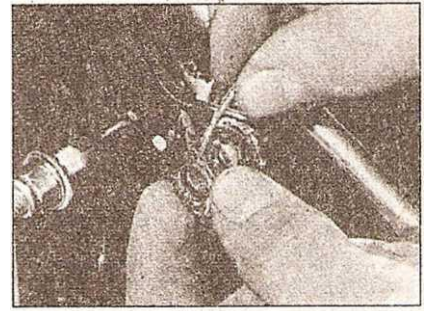
Вакуумний підсилювач розташований між педаллю гальма і головним циліндром. У середині блоку створюється розрідження, завдяки якому педаль натискається м'якше. Якщо підсилювач виходить з ладу, гальма продовжують працювати, але натискати на педаль стає значно важче.

Перевірити справність можна просто: при вимкненому двигуні натисніть педаль гальма, щоб скинути вакуум. Потім, утримуючи педаль натиснутою, запустіть двигун – педаль має трохи опуститися вниз. Якщо цього не сталося, потрібно перевірити герметичність вакуумного шланга. Якщо шланг цілий, несправність, швидше за все, у самому підсилювачі. Ремонту цей вузол не підлягає, його замінюють повністю.

Підсилювач встановлений у коробці педалей під панеллю водія, тому для його демонтажу потрібно зняти вузол педалей. Після від'єднання акумулятора зніміть головний гальмівний циліндр з кронштейна, не розтягуючи трубки, потім від'єднайте вакуумний шланг. У середині салону потрібно демонтувати нижню облицювальну панель, рульову колонку, педаль акселератора, а також частину електропроводки та блок запобіжників. Далі знімають металеву пластину та шпильку, яка з'єднує штангу підсилювача з



кронштейном тросів. Потім відкручують чотири гайки, що утримують підсилювач, і виймають його разом зі штангою, яка з'єднується з педаллю гальма. Перед монтажем нового підсилювача перевіряють глибину положення штанги – має виступати на певну відстань від корпусу. Якщо потрібно, роблять регулювання гайкою. Під час зворотного встановлення обов'язково використовують нову шпильку кріплення. Після збирання слід перевірити і відрегулювати троси зчеплення та акселератора, якщо вони знімалися. Завершивши монтаж, установлюють назад рульову колонку та перевіряють підсилювач – педаль має працювати плавно й без зайвого зусилля.



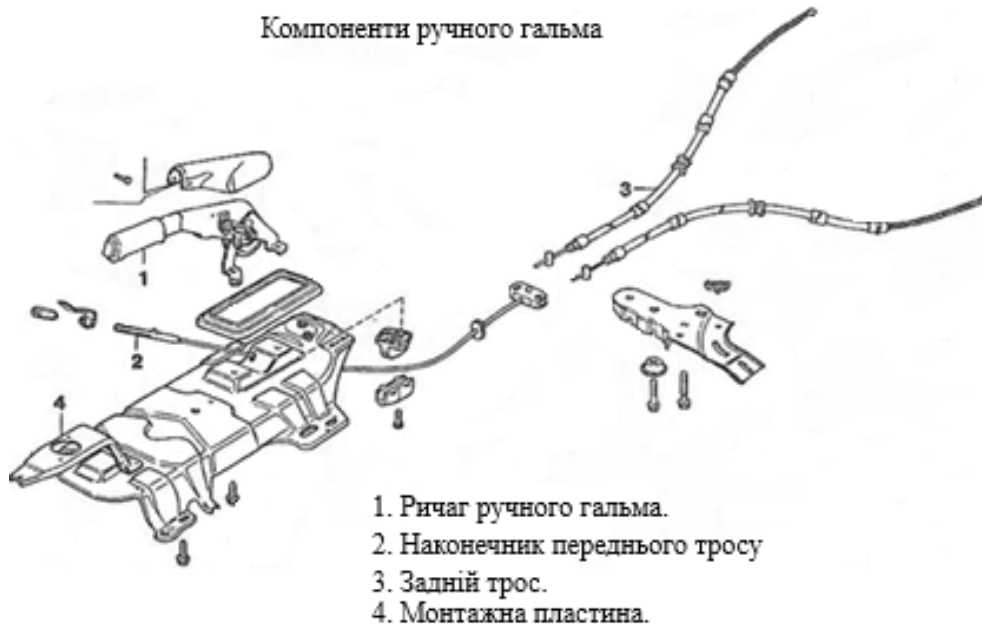
Ручне гальмо

Трос ручного гальма складається з трьох частин: передній з'єднує важіль у салоні з урівнювачем, який розташований під днищем автомобіля, а два задні троси (лівий і правий) йдуть від урівнювача до задніх гальмівних колодок.

Перед зняттям системи потрібно заблокувати передні колеса, підняти задню частину авто домкратом і встановити її на надійні опори. У салоні відкручують гвинт кріплення кожуха важеля ручного гальма та знімають його. Потім ручне гальмо повністю відпускають і відкручують гайку регулятора, що тримає тросик на різьбовому кінці. Під автомобілем від'єднують задні троси від урівнювача, після чого трос пропускають через отвір у підлозі й виймають з-під авто.

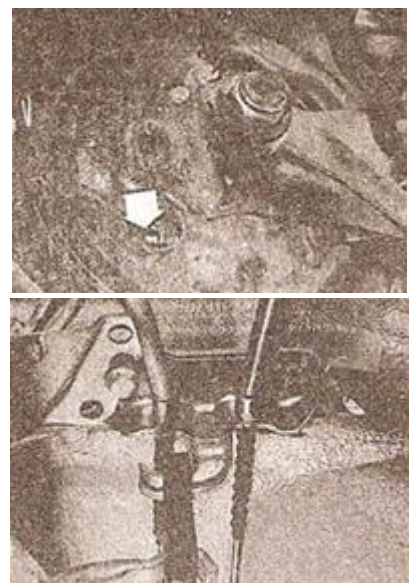
Монтаж проводиться у зворотній послідовності, після чого обов'язково перевіряють і регулюють натяг троса, щоб ручне гальмо працювало ефективно.

Компоненти ручного гальма



Якщо потрібно замінити один із задніх тросів, процедура схожа. Спочатку фіксують передні колеса, підіймають задню частину автомобіля та знімають кожух важеля. Далі регулятор ослаблюють, щоб зменшити натяг троса, потім від'єднують його від урівнювача під автомобілем. Зі щита заднього гальма знімають пластикову заглушку й від'єднують кінець троса від робочого важеля. Після цього трос виводять із щита, знімають з утримувальних кронштейнів під днищем і повністю виймають. Новий елемент встановлюють у зворотній послідовності, після чого виконують регулювання.

Для демонтажу самого важеля ручного гальма спочатку також підіймають авто і фіксують. У салоні знімають декоративний кожух. Потім відкручують гайку регулятора, від'єднують електричний роз'єм контрольної лампи, яка сигналізує про увімкнений ручник, і переходять до робіт знизу. Відкручують болти, що тримають важіль, і від'єднують тросик. Установлення проводять у зворотному порядку, після чого регулюють натяг системи так, щоб гальмо утримувало авто без надмірного зусилля на важелі.



3 КОНСПРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Огляд існуючих пристроїв для обробки гальмівних колодок

Для відновлення робочої поверхні гальмівних колодок у практиці автосервісу застосовується декілька основних типів обладнання.

Найпростішими є ручні шліфувальні пристрої на базі кутових шліфмашин. Колодка фіксується в лещатах або в простому упорі, а зняття шару фрикційного матеріалу здійснюється оператором «на око». Перевагою таких рішень є низька вартість, однак вони не забезпечують стабільної форми поверхні, мають високу залежність від кваліфікації працівника та підвищений рівень запиленості робочої зони.

Більш досконалим є стаціонарний шліфувальний верстат із горизонтальним або вертикальним абразивним кругом. Колодка встановлюється на регульованому столі, що дає змогу задавати необхідний кут і глибину знімання шару. Такі верстати забезпечують вищу точність, проте зазвичай мають значні габарити, потребують окремого приміщення та розраховані на роботу з широким спектром деталей, а не спеціально з гальмівними колодками.

На спеціалізованих підприємствах використовують притиральні стенди, де колодка притискається до обертового циліндра, що імітує гальмівний барабан. Це дає можливість отримати форму поверхні, максимально наближену до реального радіуса барабана, однак обладнання такого типу є складним і дорогим, вимагає точного налаштування та високого рівня обслуговування.

Існують також комбіновані пристрої, змонтовані на токарних або фрезерних верстатах, де обробка колодки є допоміжною операцією. Вони універсальні, але не завжди зручні для використання в умовах АТП, оскільки відволікають верстати від першочергових робіт.

На АТП у м. Тернопіль та спеціалізації на гальмівних системах автомобілів Fiat Tempra доцільною є розробка компактного стаціонарного пристрою, який поєднує відносно просту конструкцію, достатню точність обробки, зручність розміщення у виробничій зоні та можливість локального видалення пилу.

3.2 Опис конструкції та принцип дії пристрою для обробки гальмівних колодок

Розроблений пристрій призначений для механізованої обробки гальмівних колодок барабанних гальм з метою вирівнювання поверхні фрикційного шару, зняття надлишкового матеріалу та підготовки колодок до встановлення на автомобілі Fiat Tempra.

Конструкція змонтована на зварній металевій рамі, що сприймає всі навантаження і забезпечує жорсткість системи. На лівій частині рами розташований електродвигун, з'єднаний із робочим валом через муфту. Вал установлений у підшипникових опорах і несе на собі абразивний барабан, який є основним робочим органом. Таке компонування дає змогу отримати стабільну частоту обертання та рівномірність знімання матеріалу.

Перед робочим барабаном розміщено притискний механізм для фіксації гальмівної колодки. Він виконаний у вигляді напямної рамки з можливістю регулювання положення колодки відносно абразивної поверхні. Оператор може налаштовувати кут і глибину обробки залежно від стану фрикційної накладки. Притискання здійснюється гвинтовим або важільним механізмом, що гарантує надійне утримання деталі під час обробки.

Робоча зона огорожена захисним кожухом, який запобігає викиду частинок матеріалу та забезпечує їх потрапляння до піддона. Конструкцією передбачена можливість під'єднання витяжної вентиляції. У нижній частині рами розташована шафа для електрообладнання та інструменту, що робить пристрій компактним і зручним у експлуатації.

Управління здійснюється з панелі, на якій розміщені кнопка пуску, зупинки та аварійного вимкнення. Перед початком роботи оператор встановлює колодку, регулює її положення, запускає електродвигун, після чого плавно підводить колодку до абразивного барабана. Знімання матеріалу відбувається до досягнення необхідного профілю поверхні, після чого привід вимикається й колодка знімається з притиску.

Такий принцип дії забезпечує керовану та повторювану обробку гальмівних колодок, зменшує трудомісткість операцій і підвищує якість підготовки гальмівних механізмів до встановлення на автомобіль.

3.3 Структурна схема конструкції

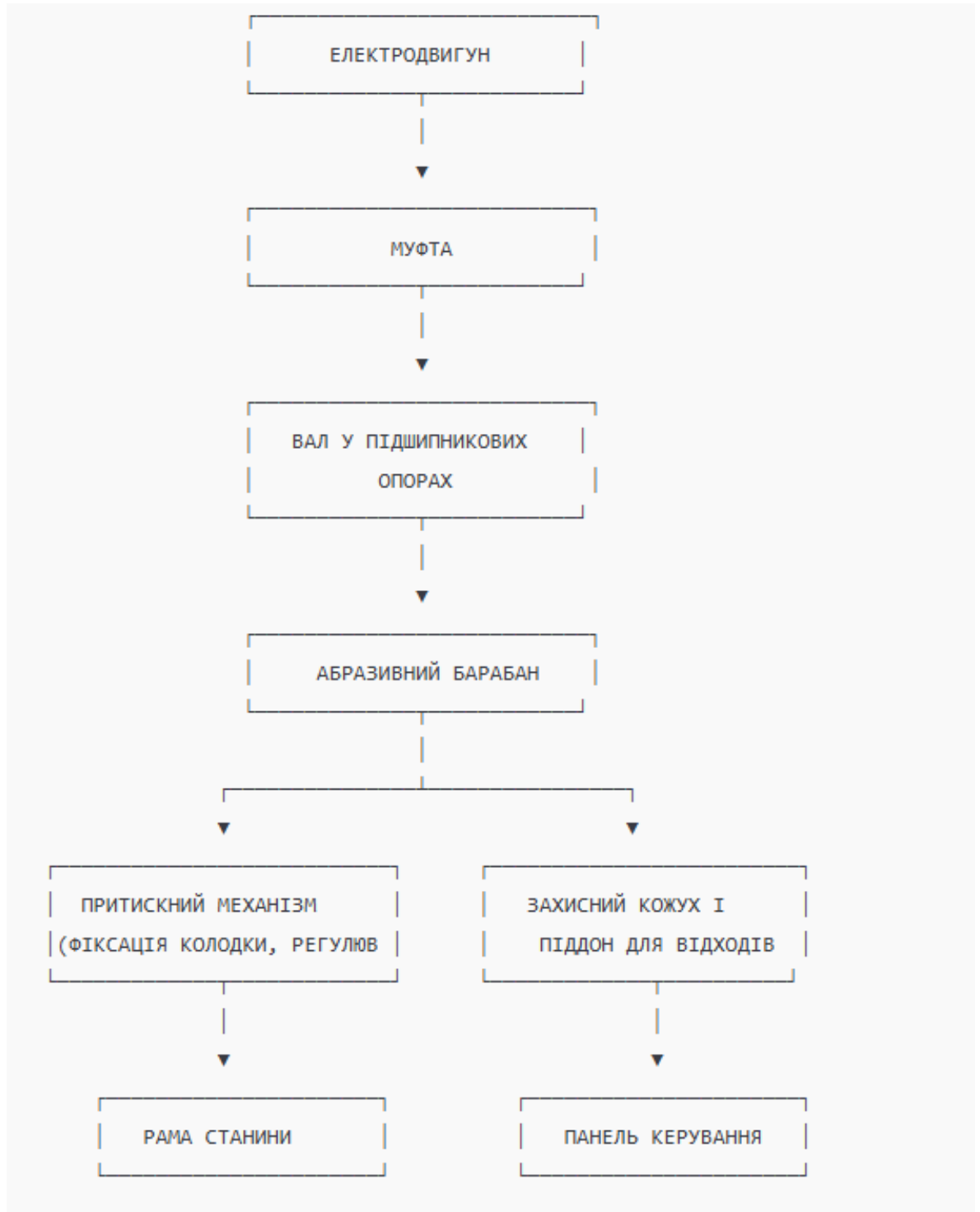
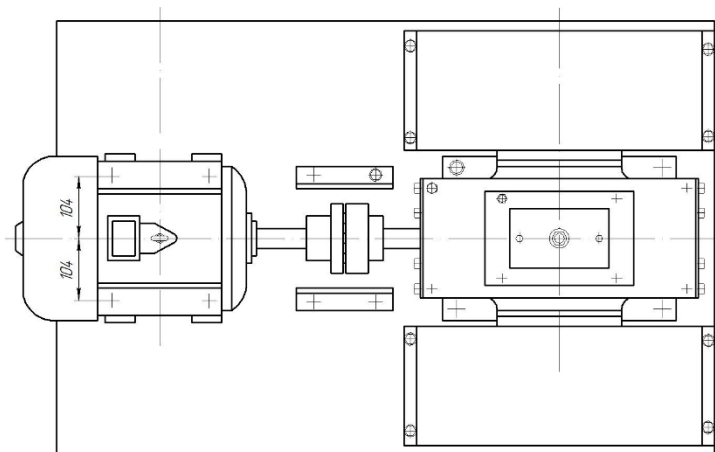
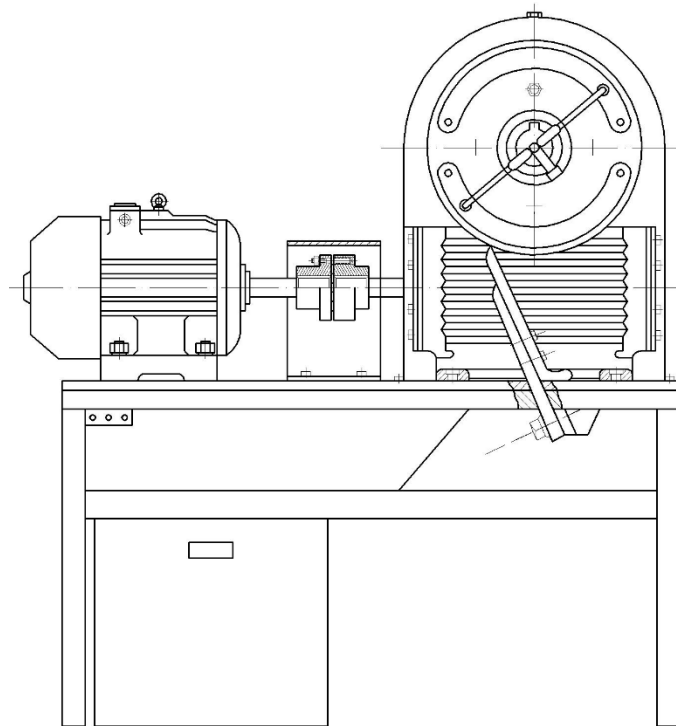


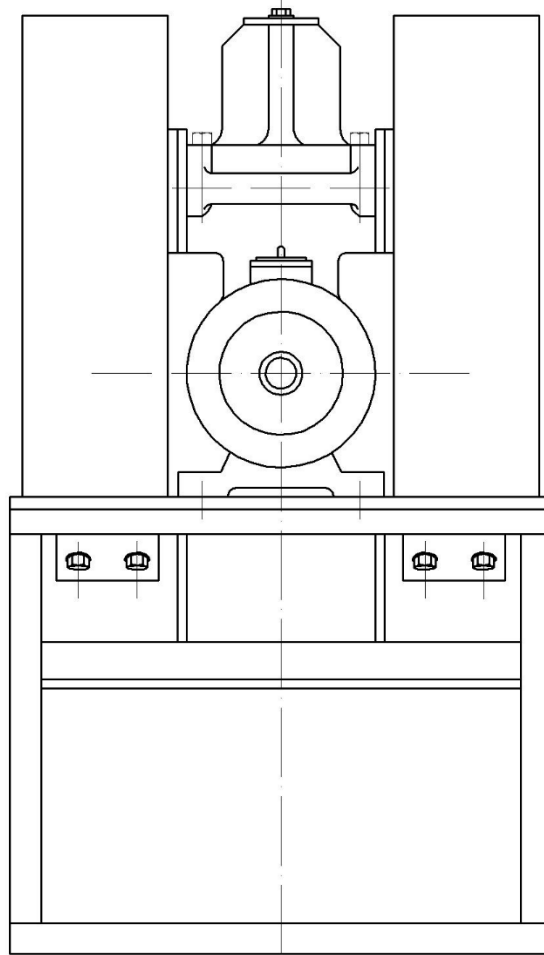
Рисунок 3.1 – Структурна схема пристрою

3.4 Пристрій для зрізання гальмівних колодок

Пристрій складається з електродвигуна (1), встановленого на лівій частині станини, який через електропривід типу 4A100L8Y3 (2) та редуктор РМП-350-5,3 (3) передає обертання на абразивний барабан. З'єднання редуктора з робочим валом здійснюється еластичною приводною муфтою (4), що забезпечує плавність роботи та захист від перевантажень.

Керування установкою виконується з пульта ШВ-1500 Н2 (5), розташованого на фронтальній частині рами. Робоча зона оснащена напрямними, притискним механізмом та захисним кожухом.





3.2 – Пристрій для зрізання гальмівних колодок

3.5 Розрахунок пристрою

Для розрахунку приймаємо такі параметри пристрою для обслуговування гальмівних колодок:

- потужність електродвигуна $P=1,5$ кВт;
- частота обертання вала $n=1500$ хв⁻¹;
- діаметр абразивного барабана $D=150$ мм, радіус $r=0,075$ м;
- орієнтовна площа контакту колодки з барабаном $A=1000$ мм²;
- діаметр вала $d=25$ мм;
- матеріал вала – сталь конструкційна (допустиме напруження кручення $\tau_{\text{доп}}=20\dots40$ МПа).

Необхідну потужність для процесу знімання фрикційного шару визначимо за виразом:

$$P = Ft \cdot v. \quad (3.1)$$

Колова швидкість:

$$v = \frac{\pi D n}{60} = \frac{\pi \cdot 0,15 \cdot 1500}{60} \approx 11,8 \text{ м/с.} \quad (3.2)$$

Прийнята потужність двигуна $P = 1,5$ кВт забезпечує створення тангенціальної сили порядку:

$$F_t = \frac{P}{v} \approx \frac{1500}{11,8} \approx 127 \text{ Н.} \quad (3.3)$$

Таким чином, вибраний ел.двигун потужністю 1,5 кВт достатній для виконання процесу обробки гальмівних колодок.

Момент на валу від заданої потужності:

$$T = \frac{9550 \cdot P}{n} \quad (3.4)$$
$$T = \frac{9550 \cdot 1,5}{1500} = 9,55 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{м}}$$

Тангенціальна сила на радіусі барабана:

$$F_t = \frac{P}{v} \approx \frac{1500}{11,8} \approx 127 \text{ Н.}$$

Даний розрахунок угоджується з попереднім розрахунком за потужністю.

Середній питомий тиск на фрикційній поверхні:

$$p = \frac{F_t}{A}. \quad (3.5)$$

Підставляючи $F_t = 127 \text{ Н}$ і $A = 1000 \text{ мм}^2$:

$$p = \frac{127}{1000} = 0,127 \text{ Н/мм}^2 \approx 0,13 \text{ МПа.}$$

Дотичне напруження кручення:

$$\tau = \frac{16T}{\pi d^3}. \quad (3.6)$$
$$\tau = \frac{16 \cdot 9550}{\pi \cdot 25^3} \approx 3,1 \text{ МПа.}$$

Порівнюючи з допустимим ($\tau_{\text{доп}} = 20 \dots 40$ МПа), отримуємо значний запас міцності: $\tau \ll \tau_{\text{доп}}$ (прийнятий вала діаметр є достатнім).

Для кріплення абразивного барабана на валу застосовується шпонка. Для вала діаметром 25 мм обираємо стандартну призматичну шпонку розміром $b = 8$ мм, $h = 7$ мм, робоча довжина $l = 40$ мм.

Напруж. зминання:

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{4T}{bld}. \quad (3.7)$$

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{4 \cdot 9550}{8 \cdot 40 \cdot 25} \approx 4,8 \text{ МПа.}$$

Напруж. зрізу:

$$\tau_{\text{ш}} = \frac{2T}{bld}. \quad (3.8)$$

$$\tau_{\text{ш}} = \frac{2 \cdot 9550}{8 \cdot 40 \cdot 25} \approx 2,4 \text{ МПа.}$$

Розрахункове радіальне навантаження на вал, створене робочим зусиллям, становить $Fr \approx Ft = 127$ Н. При симетричному розташуванні двох навантаження на один підшипник:

$$P \approx \frac{F_r}{2} \approx 63 \text{ Н.} \quad (3.9)$$

Приймаємо радіальний підшипник типу 6204 з динамічною вантажопідйомністю $C \approx 12800$ Н.

Ресурс буде становити:

$$L_{10} = \frac{(C/P)^p}{60n}, \quad p = 3. \quad (3.10)$$

$$L_{10} = \frac{(12800/63)^3}{60 \cdot 1500} \approx 9,3 \cdot 10^4 \text{ год.}$$

Отриманий ресурс перевищує 90 тис. год, що для стендового обладнання є більш ніж достатнім і підтверджує правильність вибору.

4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

4.1. Дослідження величини гальмівного моменту в барабанному гальмі

Гальмівний механізм характеризується розвиваним моментом тертя та довговічністю накладок, що визначає його ефективність і надійність.

Момент тертя барабанного гальма з нерухомими осями повороту колодок може визначатися як аналітичними, так і графічними методами. У технічній літературі наводяться численні приклади розрахунків гальмівних пристроїв, що застосовуються в машинобудуванні. Зокрема, описуються варіанти конструкцій із зовнішніми колодками, які для колісних гальм автомобілів і тракторів не використовуються. Також узагальнюється досвід проектування та експлуатації гальмівних систем.

При розрахунках іноді припускають, що сили взаємодії між барабаном і колодками діють у радіальному напрямку, тобто є нормальними. Такий підхід можливий лише за умови абсолютно гладких поверхонь, що на практиці зустрічається рідко.

До основних недоліків барабанних гальм із нерухомими осями повороту колодок належать надлишкові кінематичні зв'язки. Вони призводять до нерівномірного навантаження накладок, що зумовлює підвищений і нерівномірний знос, перегрів і навіть підгар поверхні. Найбільша проблема полягає у впливі цих зв'язків на гальмівний момент. Якщо більш інтенсивно працює ділянка накладки, розташована ближче до осі повороту, виникає значне зростання сили натиску і гальмівного моменту, що може спричинити заклинювання колеса. У випадку, коли сильніше притискається віддалена від осі ділянка, гальмівний момент зменшується. У результаті на лівому і правому колесах виникає різниця у величині гальмівних моментів, що може стати причиною заносів і аварійних ситуацій.

Щоб зменшити ці недоліки, застосовують обточування накладок у зібраному вигляді разом з мостом. Проте такий спосіб збільшує витрати

матеріалу, ускладнює виробництво і не може бути застосований у гаражних умовах під час заміни колодок. Тому питання вдосконалення конструкцій барабанних гальм і методів їх обслуговування залишається актуальним.

Барабанні гальма з нерухомими осями повороту колодок потребують дуже високої точності виготовлення. Це зв'язано з необхідністю повного суміщення поверхонь тертя барабана і колодок під час гальмування. Якщо точність не забезпечена, виникає нерівномірний і прискорений знос накладок, їх перегрів та підгар. У результаті на колесах з різних боків автомобіля формуються різні гальмівні моменти, що може спричинити заноси і навіть аварійні ситуації.

На відміну від них, барабанні гальма з самоустановлюваними колодками менш вимогливі до точності виготовлення. Завдяки рухливості колодок під час роботи відбувається їх автоматичне вирівнювання і кращий контакт з барабаном. Це забезпечує рівномірний розподіл навантаження, знижує знос накладок і підвищує надійність. Саме тому така конструкція отримала широке застосування, особливо на легкових автомобілях.

Дослідження показують, що при роботі барабанних гальм можуть виникати високочастотні вібрації. Їх поява безпосередньо залежить від характеру розподілу тиску вздовж поверхні накладки. Якщо тиск розподіляється рівномірно і має синусоїдальний характер, гальма працюють тихо. У випадку ж косинусоїдального розподілу або при значному перевантаженні одного з кінців накладки з'являється скрип. Таким чином, головною причиною шуму є нерівномірність розподілу тиску по довжині колодки.

У барабанних гальмах із самоустановлюваними колодками вирішальне значення для рівномірності розподілу навантаження та зносу накладок має орієнтація опорної поверхні, по якій пересувається кінець колодки. Під час гальмування сили, що виникають у зоні контакту між барабаном і накладками, спрямовані на зміщення колодок уздовж опорних поверхонь. Це призводить до порушення рівномірності контакту з барабаном, виникнення вібрацій і появи одностороннього (несиметричного) зносу відносно середини накладки.

Таблиця 4.1 – Порівняння барабанних гальм з нерухомими осями повороту колодок та з самоустановлюваними колодками

Характеристика	Барабанні гальма з нерухомими осями повороту колодок	Барабанні гальма з самоустановлюваними колодками
Точність виготовлення	Потребують високої точності суміщення поверхонь тертя барабана і колодок.	Не вимагають підвищеної точності завдяки здатності колодок самостійно вирівнюватися.
Знос накладок	Нерівномірний, підвищений, можливе підгоряння накладок через локальне перевантаження.	Рівномірний розподіл навантаження по всій довжині накладки, що зменшує знос.
Надійність роботи	Можлива різниця гальмівних моментів на колесах одного моста - заноси, ризик аварій.	Забезпечується стабільна робота без значних відхилень моментів між колесами.
Трудомісткість обслуговування	Потребують додаткової обробки (обточки) накладок разом із мостом, що ускладнює ремонт.	Не потребують спеціальної обточки, простіші в обслуговуванні.
Схильність до шумів і вібрацій	При нерівномірному контакті можливі високочастотні вібрації та скрип гальм.	При рівномірному тиску робота тиха, вібрації проявляються значно рідше.
Розповсюдження	Використовуються рідше через складність і підвищені вимоги до точності.	Отримали широке застосування, особливо на легкових автомобілях.

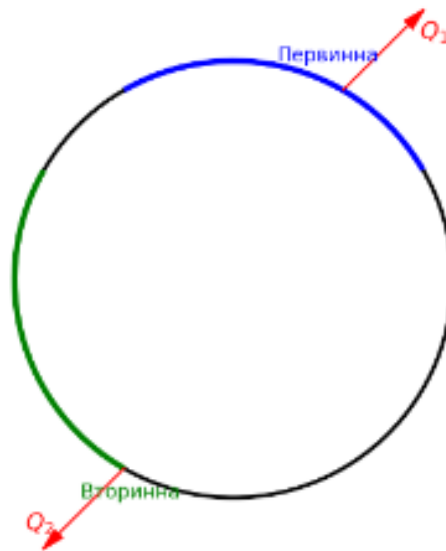


Рисунок 4.1 – Схема дії сил у барабанному гальмі

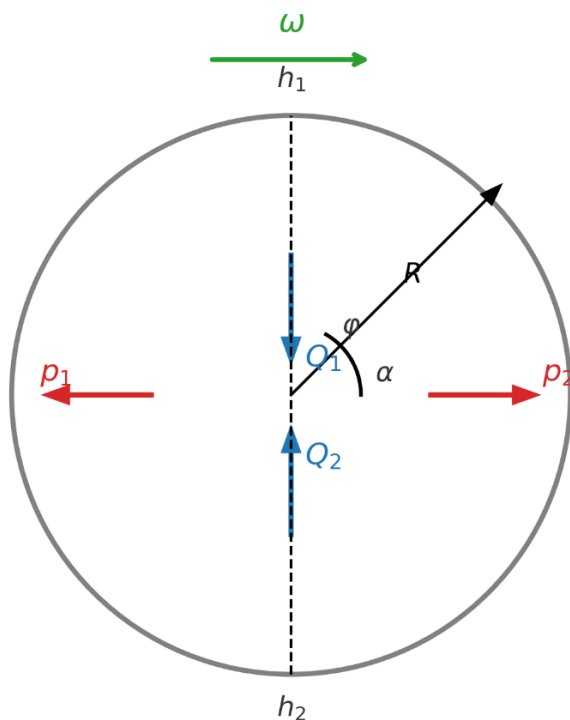
Барабанні гальма з нерухомими центрами повороту колодок мають певну перевагу: у них завжди спостерігається симетричний знос накладок, що зумовлено їхньою кінематикою. У свою чергу, гальма із самоустановлюваними колодками схильні до асиметричного зношування, через що накладки доводиться міняти частіше, що знижує їхню довговічність і збільшує витрати на ТО.

Силовa схема таких гальм передбачає притискання колодок до барабана за рахунок розтискних сил Q_1 і Q_2 . Умовно прийнято називати первинною ту колодку, яку сили тертя додатково притискають до опорної поверхні, а вторинною - колодку, яку сили тертя навпаки притискають до розтискного пристрою. Для зручності всі параметри, що характеризують ці колодки, позначають індексами 1 і 2 відповідно.

У практиці проектування можуть застосовуватися різні конструктивні варіанти барабанних гальм із самоустановлюваними колодками. У випадку легкових автомобілів вони зазвичай передбачають різні варіації розташування початкового кута відліку φ для кожної колодки, що дозволяє оптимізувати їхню роботу залежно від умов та вимог до надійності.

З боку накладок колодок на барабан діють активні навантаження p_1 та p_2 , розподілені паралельно осям симетрії накладок. З боку барабана на накладки

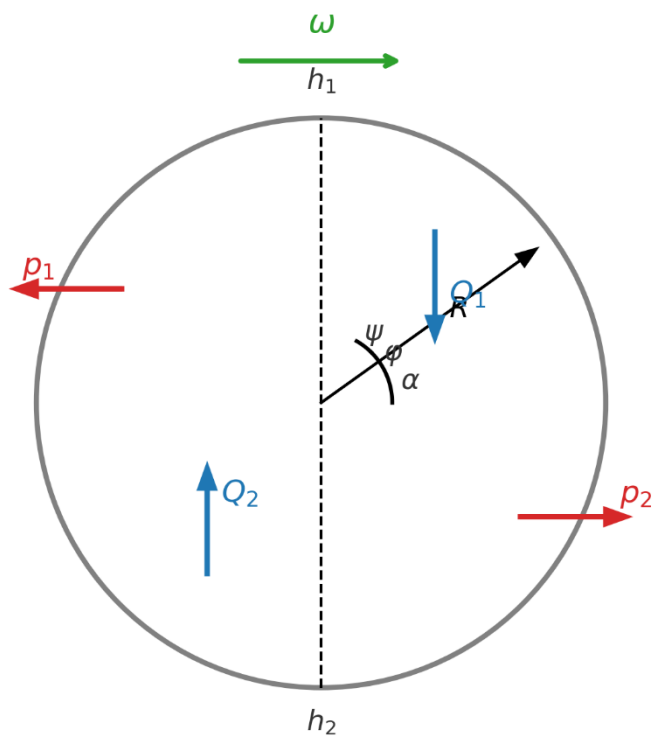
діють реакції $p_1 \sin \varphi$ і $p_2 \sin \varphi$ та сили тертя $\mu p_1 \sin \varphi$ і $\mu p_2 \sin \varphi$ (рис. 4.3). Тангенціальні складові активних сил у розрахунковій схемі взаємно врівноважуються. У реальних умовах вони погашаються в опорах колодок.



Легенда:

- ▣ ω – обертання
- ▣ p_1, p_2 – сили
- ▣ Q_1, Q_2 – потоки
- α, φ, R, h – геометрія
- контур ротора

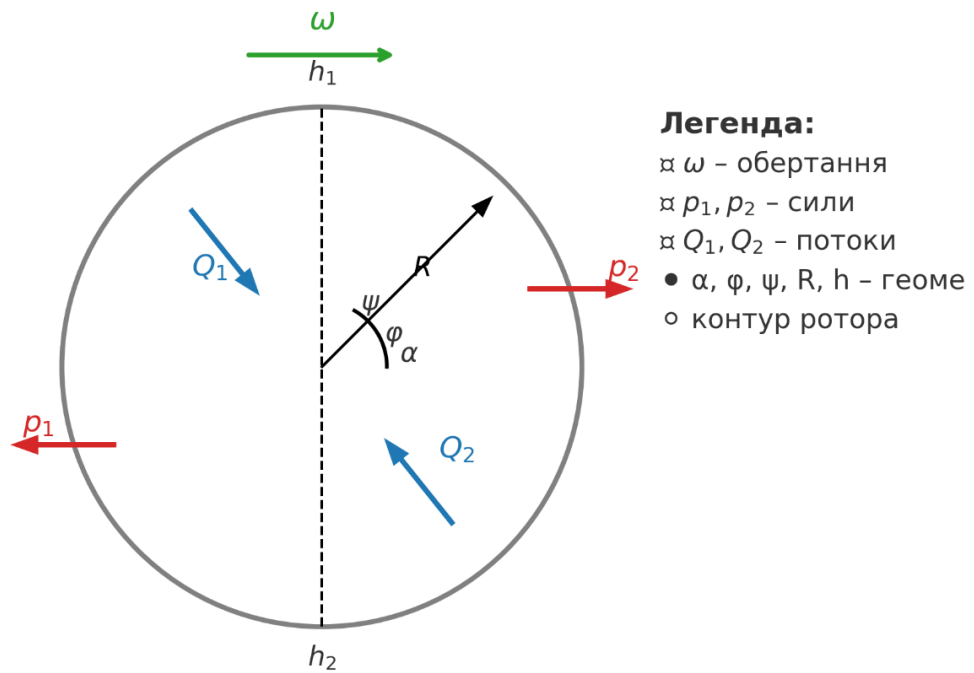
а)



Легенда:

- ▣ ω – обертання
- ▣ p_1, p_2 – сили
- ▣ Q_1, Q_2 – потоки
- $\alpha, \varphi, \psi, R, h$ – геометрія
- контур ротора

б)



в)

Рисунок 4.2 – Розрахункові схеми барабаних гальм із самоналаштувальними колодками: а – з двома первинними та двома колісними гідроциліндрами; б – із первинною, вторинною колодками та опорною пластиною; в – з передачею впливу від однієї первинної колодки на другу через проміжний стержень, розташований у направляючій.

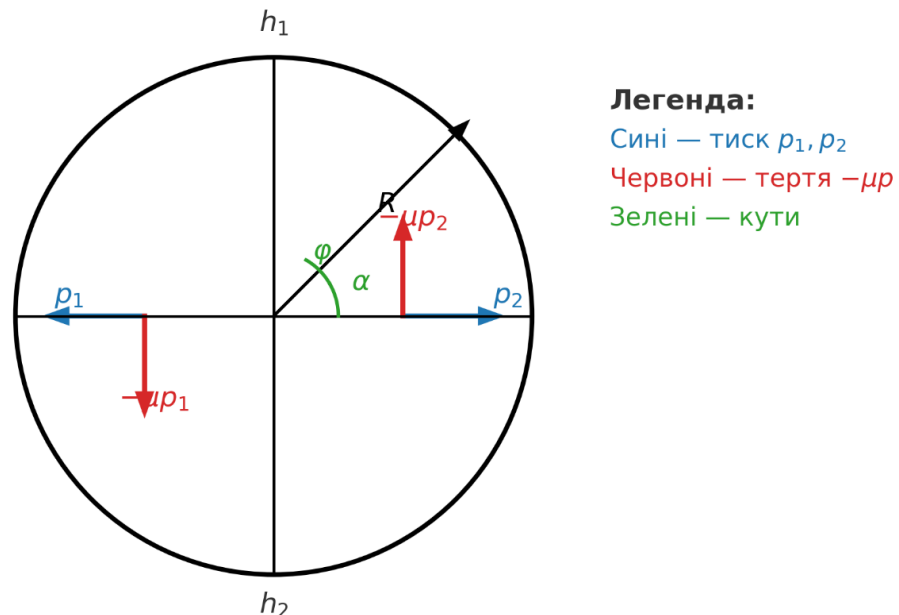


Рисунок 4.3 – Активні розподілені навантаження p_1 та p_2 , що діють на обертаний барабан при притисканні накладок колодок, та врівноважуючі їх реакції барабана: нормальні реакції $p_1 \sin \varphi$ і $p_2 \sin \varphi$ та сили p_1 та p_2 .

Сили p_1 та p_2 прагнуть витягнути барабан уздовж осі симетрії накладок, надаючи йому еліпсоїдну форму, а напрямки сил тертя p_1 та p_2 демонструють відмінність між первинною та вторинною колодками.

Моменти тертя, що розвиваються первинною та вторинною колодками барабанного гальма при постійному коефіцієнті тертя визначаються інтегруванням виразу для елементарного моменту по всій довжині та ширині кожної накладки.

Для знаходження значень p_1 та p_2 складають рівняння рівноваги колодок, де верхній знак відноситься до первинної, а нижній – до вторинної колодки. Після інтегрування з цих рівнянь отримують необхідні значення для подальших розрахунків.

При збігу осі симетрії накладок з віссю симетрії гальма забезпечується стійкість та безшумність гальмування.

Моменти тертя, що розвиваються первинною M_1 і вторинною M_2 колодками, можна подати однією формулою, підставивши значення з попередніх обчислень.

Таким чином, момент, що розвивається барабаним гальмом із первинною та вторинною колодками, дорівнює $M = M_1 + M_2$; з двома первинними – $M = 2M_1$; з двома вторинними – $M = 2M_2$.

Для визначення значень використаємо наступні залежності:

$$M_{1,2} = \mu b R^2 p_{1,2} \int_{\theta}^{\vartheta} \sin \phi d\phi = 2\mu b R^2 p_{1,2} \sin \alpha \quad (4.1)$$

$$\theta = \pi/2 - \alpha; \theta = \frac{\pi}{2} + \alpha.$$

$$Q_{1,2} h_{1,2} = b R p_{1,2} \left\{ \int_{\theta}^{\vartheta} (R \cos \phi + c \cos \psi) d\phi \mp \mu \int_{\theta}^{\vartheta} [R + c \cos(\phi + \psi)] \sin \phi d\phi \right\} \quad (4.2)$$

$$p_{1,2} = Q_{1,2} h_{1,2} / b R c \left\{ 2\alpha \cos \psi \mp \mu \left[\frac{2R}{c} \sin \alpha - (\alpha + \sin \alpha \cos \alpha) \sin \psi \right] \right\} \quad (4.3)$$

$$M_{1,2} = \frac{Q_{1,2} h_{1,2}}{\frac{c}{\mu R} \frac{\alpha \cos \psi}{\sin \alpha} \mp \left[1 - \frac{c}{2R} \left(\alpha + \frac{\sin 2\alpha}{2} \right) \frac{\sin \psi}{\sin \alpha} \right]} \quad (4.4)$$

Формулу можна застосовувати як для гальм із нерухомими осями колодок, так і для барабанних гальм із самоналаштувальними колодками. Вона базується на результатах теоретичних досліджень та дослідно-конструкторських робіт, що включали проектування, розрахунок, виготовлення експериментальних зразків та випробування барабанних гальм автомобілів і мотоциклів.

Для спрощення розрахунків, без істотного впливу на кінцевий результат, у даному дослідженні прийнято наступний підхід: накладки колодок впливають на барабан активними рівномірно розподіленими навантаженнями p_1 та p_2 , спрямованими паралельно осі симетрії кожної накладки. Відлік поточного кута φ ведеться від нормалі до осі симетрії накладки. Обертовий барабан реагує на накладки пасивними реакціями, що представляють собою нормальні складові активних сил у протилежному напрямку, $-p_1 \sin \varphi$ та $-p_2 \sin \varphi$, які досягають максимальних значень $-p_1$ та $-p_2$, а також сил тертя $-\mu p_1$ і $-\mu p_2$ при $\varphi = \pi/2$.

Щоб при достатній жорсткості барабана та колодок забезпечити синусоїдальний розподіл навантажень по довжині накладок, уникнути високочастотних вібрацій і забезпечити максимально рівномірний знос накладок, необхідно правильно орієнтувати опорну поверхню, по якій рухається самоналаштувальна колодка під час зносу. Ця поверхня має працювати як колодка зі стабільним центром обертання.

Тому однією з ключових задач при розрахунку барабанних гальм із самоналаштувальними колодками, крім забезпечення функціональності, є аналітичне визначення оптимальних кутів нахилу робочих опорних поверхонь для досягнення ефективності та рівномірного зносу.

Очевидно, що знос самоналаштувальних колодок буде симетричним у разі, якщо сили, що прагнуть змістити колодки, врівноважуються реакцією опорної поверхні. Це досягається, коли опорні поверхні виконані з нахилом

таким чином, щоб результуючі сили, що зміщують колодки, повністю компенсувалися реакціями цих поверхонь.

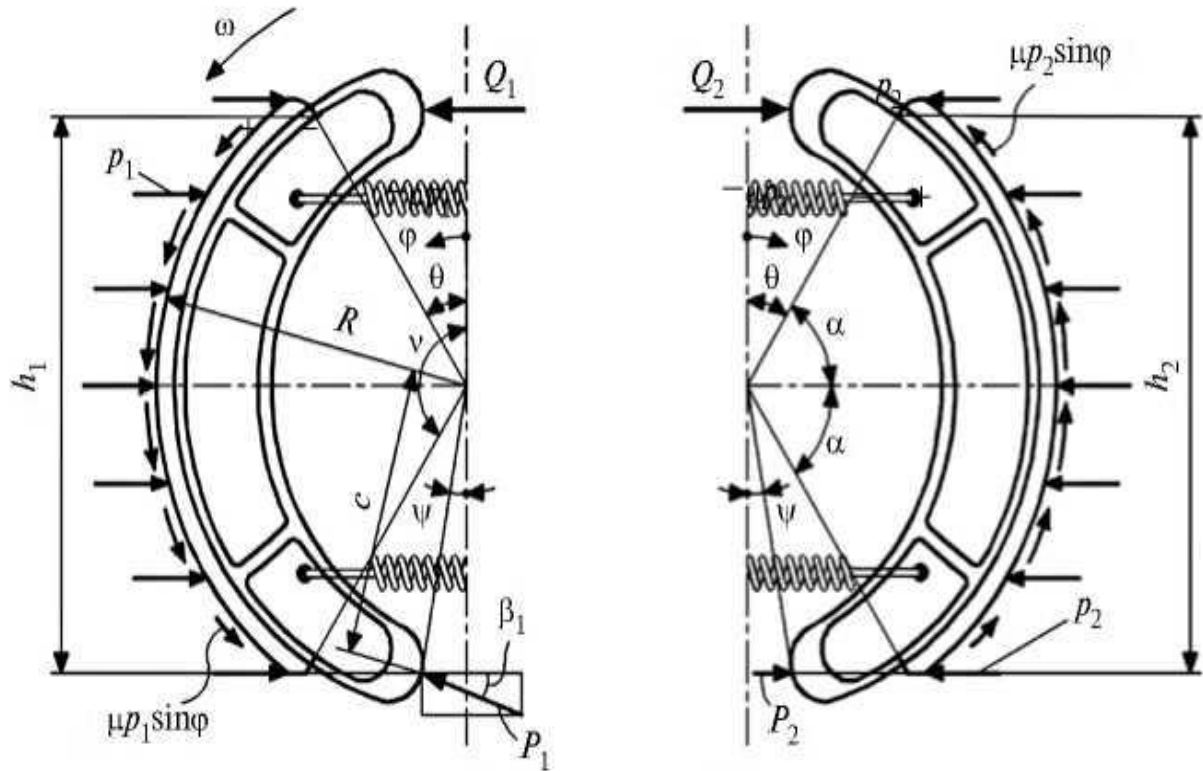
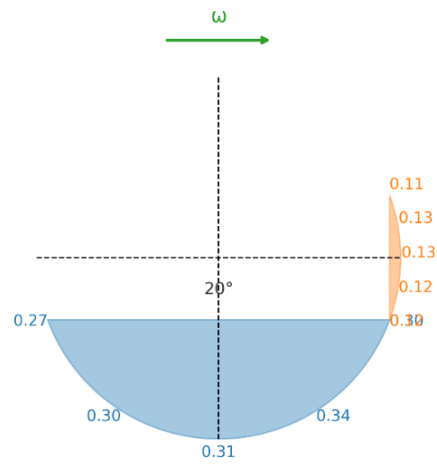


Рисунок 4.4 – Навантаження самоналаштувальних колодок рівномірно розподіленими навантаженнями, спрямованими паралельно осі симетрії накладок, та відповідними їм тангенціальними силами тертя.

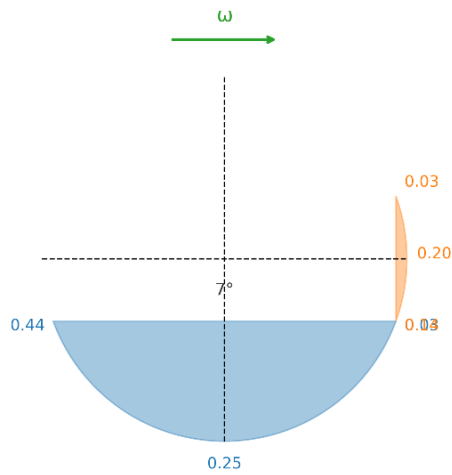
У випадку навантаження самоналаштувальних колодок рівномірно розподіленими удільними навантаженнями, паралельними до осі симетрії накладок, та відповідними їм тангенціальними силами тертя (рис. 4.4), кут нахилу опорних поверхонь $tg\beta_1$ і $tg\beta_2$ визначаються за формулою 5.

$$tg\beta_{1,2} = \left(\mu \int_0^{\vartheta} \sin^2 \varphi d\varphi - \frac{Q_{1,2}}{bRp_{1,2}} \right) / \left(\int_0^{\vartheta} d\varphi \mp \mu \int_0^{\vartheta} \sin \varphi \cos \varphi d\varphi - \frac{Q_{1,2}}{bRp_{1,2}} \right) \quad (4.5)$$

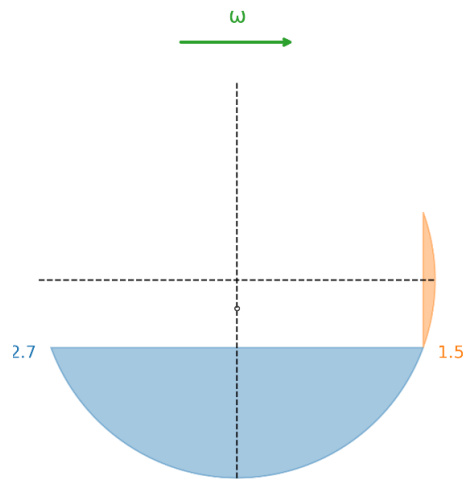
Після перетворень отримуємо остаточну залежність 4.6, у якій коефіцієнт K_{12} визначається за залежністю 4.7.



а)



б)



в)

Рисунок 4.5 – Графіки зносу накладок барабаних гальм із самоналаштувальними колодками: а – експериментальний варіант із розрахованими кутами нахилу опорної пластини; б – після пробігу 6800 км; в – після пробігу 45000 км.

$$\operatorname{tg} \beta_{1,2} = \left(\frac{\mu}{2} (\alpha + \sin \alpha \cos \alpha) \right) / (\alpha - K_{1,2}) \quad (4.6)$$

$$K_{1,2} = \frac{c}{h} \left[\alpha \cos \psi \mp \mu \left(\frac{R}{c} \sin \alpha - \frac{\alpha + \sin \alpha \cos \alpha}{2} \sin \psi \right) \right] \quad (4.7)$$

Дослідження показали, що найбільший вплив на величину гальмівного моменту та оптимальні кути нахилу опорних робочих поверхонь мають зміни коефіцієнта тертя та координат кута охоплення гальмівних накладок. Графіки зносу накладок (у мм) барабанних гальм із самоналаштувальними колодками наведені на рис. 4.5.

Під час роботи гальма колодки під дією стяжних пружин ковзають по нахилених поверхнях опорної пластини, що може спричиняти вібрації та односторонній знос накладок. Щоб усунути вібрації та нерівномірний знос, пружини необхідно закріплювати так, щоб лінії їх дії були перпендикулярні до нажимних і опорних поверхонь розжимного механізму та опори.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Гальмівна система автомобіля є одним із найбільш термонебезпечних вузлів, адже робота гальм супроводжується інтенсивним тертям, виділенням тепла, випаровуванням мастил та утворенням дрібнодисперсного пилу. Технічне обслуговування барабанних гальм автомобіля Fiat Tempra передбачає операції зі зняття барабана, очищення гальмівного механізму, регулювання зазору, перевірки гальмівних колодок та вимірювання гальмівного моменту на стенді.

5.1 Аналіз пожежної небезпеки під час обслуговування гальмівної системи Fiat Tempra

1. Нагрівання гальмівних механізмів.

При роботі барабанного гальма можливе:

- перегрівання барабана до 250–300 °C;
- випаровування залишків мастил;
- займання гальмівного пилу при потраплянні іскор.

2. Використання легкозаймистих матеріалів.

Під час ремонту та очищення застосовуються:

- гальмівні очищувачі на основі ацетону;
- знежирювачі, ЛЗР;
- аерозольні технічні спреї.

У посібнику зазначено, що ЛЗР і аерозолі є найбільш небезпечними у пожежному відношенні речовинами і вимагають організаційного та технічного контролю

3. Пожежна небезпека гальмівної рідини.

Гальмівні рідини DOT-3/DOT-4:

- належать до групи горючих рідин;
- мають температуру спалаху 105–118 °C;
- у разі нагріву та витоку можуть займатися.

4. Пожежонебезпека гальмівних стендів

При стендових випробуваннях виникають:

- локальні перегріву барабанів стенда;
- іскріння електродвигуна;
- заклинювання роликів і перегрів підшипників.

5.2 Система забезпечення протипожежної стійкості АТП

Згідно з вимогами посібників, протипожежна стійкість об'єкта визначається здатністю підприємства:

- запобігати пожежі;
- локалізувати вогнище займання;
- забезпечувати евакуацію персоналу;
- зберегти робочий потенціал об'єкта після НС

Інженерно-технічні заходи протипожежного захисту.

Система раннього виявлення пожежі.

На ділянці гальмівної системи повинні бути:

- теплові та димові датчики;
- вибухозахищені світильники;
- система ручного пожежного сповіщення.

Системи вентиляції.

Необхідні для виведення парів ЛЗР, гальмівного пилу та перегрітого повітря.

Норми ЦЗ вимагають застосування вентиляції як одного з основних засобів протипожежної безпеки на об'єктах підвищеної небезпеки

Вогнестійкі конструкції.

- Вогнестійкі стіни між ділянками;
- герметичні двері з межею вогнестійкості не менше EI-30;
- негорючі матеріали стелі.

Організаційні заходи забезпечення пожежної стійкості.

Призначення відповідальних осіб.

Створюється:

- керівник пожежної безпеки;
- пожежна ланка підприємства;
- черговий персонал.

Розроблення ППБ (Правил пожежної безпеки АТП).

Документ включає:

- порядок зберігання ЛЗР;
- правила виконання вогневих робіт;
- інструкції для дільниці гальм.

5.3 Розрахунок забезпечення необхідної вентиляції

Приміщення дільниці розбирання ДВЗ обладнується витяжною вентиляцією, яка повинна бути від всіх місць можливого виділення шкідливих речовин: стендів, робочих місць та столів. Проточне повітря на дільницю необхідно подавати розсіяно в робочу або верхню зону. Витяжку слід робити з нижньої зони на висоті 0,5-0,7 м від підлоги. Місцеві відсоси повинні бути передбаченні також від стендів розбирання.

В виробничих приміщеннях не допускається безпосереднє розміщення вентиляції, крім віконних. Працювати в приміщеннях, де несправна або не увімкнена вентиляція, заборонено.

Вентиляційне обладнання повинне працювати по графіку, який складається з розрахунком часу прибуття машини на ремонтні пости, вибуттям з них і рух по ним. Графік затверджується головним інженером ремонтно-механічного заводу за згодою з профспілковим комітетом. Графік повинен знаходитися біля пульта управління вентиляційної установки.

За експлуатацію вентиляційних установок відповідає особа, яка назначається наказом по АРЗ, з числа інженерно-технічних працівників.

Кількість повітря, яке необхідно подавати в приміщення для забезпечення необхідних параметрів повітряного середовища, визначають на основі кількості тепла, вологи і шкідливих речовин, які поступають в приміщення. При цьому повинно враховуватися кількість повітря, яке видаляється місцевим підсосом від

обладнання загально обмінної вентиляції, на технологічні або інші потреби. Визначати необхідну кількість повітря, яке подається, необхідно окремо для теплого, перехідного і холодного періодів року. Густина повітря необхідно приймати рівною $1,2 \text{ кг/м}^3$. В тому випадку, коли необхідно враховувати дійсну густину повітря, виконується перерахунок.

Визначаємо об'єм повітря, яке відсмоктується зонтом, встановленим над столом комплектувальним.

Розмір столу $1 \times 1,5 \text{ м}$; швидкість розповсюдження парів речовин та пилу $0,2 \text{ м/с}$; швидкість всмоктування їх біля поверхні ванни $v_{xy} = 0,3 \text{ м/с}$; габарити зонта на $0,2 \text{ м}$ більша за габарити ванни по всьому параметру: $a \times b = 1,7 \times 1,2 \text{ м}$; висота від борта ванни до зонта $0,6 \text{ м}$; кут розкриття зонта $\alpha = 60^\circ$; висота зонта $H = 1,4 \text{ м}$.

Визначаємо еквівалентний діаметр зонта прямокутної форми $d_{ек}$, м

$$d_{ек} = \frac{2ab}{(a+b)}, \quad (5.1)$$

де a – довжина зонта, м; b – ширина зонта, м.

$$d_{ек} = \frac{2 \cdot 1,7 \cdot 1,2}{(1,7 + 1,2)} = 1,4. \quad (5.2)$$

Визначаємо відносні величини в долях еквівалентного діаметру

$$x_0 = \frac{x_0}{d_{ек}}, \quad (5.3)$$

де $d_{ек}$ – еквівалентний діаметр зонта прямокутної форми.

$$x_0 = \frac{0,85}{1,4} = 0,67. \quad (5.4)$$

$$y_1 = \frac{y_1}{d_{ек}}, \quad (5.5)$$

Тоді одержимо:

$$y_1 = \frac{0,6}{1,4} = 0,42. \quad (5.6)$$

$$x = \frac{x}{d_{ек}}, \quad (5.7)$$

Тоді:

$$x = \frac{0,5}{1,4} = 0,35. \quad (5.8)$$

$$H = \frac{H}{d_{ек}}, \quad (5.9)$$

де H – висота зонти, м;

$d_{ек}$ – еквівалентний діаметр зонти прямокутної форми.

Тоді

$$H = \frac{1,4}{1,4} = 1,0. \quad (5.10)$$

Знаходимо $y=0,42$ значення $\frac{v_y}{v_u}=0,31$.

Визначаємо значення швидкості повітря в центрі зонти v_u , м/с:

$$v_{\delta} = \frac{v_{xy}}{\left[\frac{v_y}{v_{\delta}} - 0,1 \frac{x^2}{x_0^2 - (y_1 + 0,27)H} \right]}, \quad (5.11)$$

де v_{xy} – швидкість всмоктування парів біля поверхні ванни, м/с;

x , x_0 , y_1 , H – відносні величини в долях еквівалентного діаметру.

$$v_u = \frac{0,3}{\left[0,31 - 0,1 \frac{0,35^2}{0,67^2 - (0,42 + 0,27) \cdot 1,4} \right]} = 0,83. \quad (5.12)$$

Середня швидкість всмоктування v_0 , м/с

$$v_0 = \eta v_u, \quad (5.13)$$

$$v_0 = 1 \cdot 0,83 = 0,83. \quad (5.14)$$

Об'єм відсмоктуючого повітря L , м³/год., визначається з формули

$$L = abv_0 \cdot 3600, \quad (5.15)$$

де a, b – габарити ванни, м;

v_0 – середня швидкість всмоктування, м/с.

Тоді одержимо:

$$L = 1,7 \cdot 1,2 \cdot 0,83 \cdot 3600 = 6095. \quad (5.16)$$

5.4 Розрахунок штучних заземлюючих пристроїв для заземлення стенда

Розрахунок заземлюючого пристрою полягає у визначенні кількості вертикальних і горизонтальних електродів згідно з вимогами ПУЕ за опором заземлення, питомим опором ґрунту, прийнятими розмірами електродів і конфігурацією заземлення та в порівнянні розрахункового опору заземлення з нормативним значенням.

Визначаємо нормативний опір заземлення R_z (згідно з вимогами ПУЕ) – 10 Ом або 4 Ом.

Обчислюємо розрахунковий питомий опір ґрунту $\rho_{\text{в}} \cdot \psi_{\text{в}}$, Ом×м, для вертикальних електродів

$$\rho_{\text{в}} = \rho_{\text{вим}} \cdot \psi_{\text{в}} = 220 \cdot 1,3 = 286, \quad (5.17)$$

де $\psi_{\text{в}}$ – розрахунковий коефіцієнт сезонності для вертикальних електродів;

$\rho_{\text{вим}}$ – питомий опір ґрунту, виміряний у лабораторних умовах, Ом×м.

3 Визначаємо опір розтіканню вертикальних електродів $R_{\text{в}}$, Ом, із круглої сталі:

$$R_{\text{в}} = \frac{\rho_{\text{в}}}{2\pi\ell} \left(\ln \frac{2\ell}{d} + 0,5 \ln \frac{4t_1 + \ell}{4t_1 - \ell} \right) = \frac{286}{2 \cdot 3,14 \cdot 2} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot 2}{0,05} + \ln \frac{4 \cdot 1,6 + 2}{4 \cdot 1,6 - 2} \right) = 114,5, \quad (5.18)$$

де d – зовнішній діаметр електрода, м.

Попередньо встановлюємо необхідну кількість n , шт, паралельно з'єднаних заземлювачів

$$n = \frac{R_{\text{в}}}{R_z \eta_{\text{в}}} = \frac{114,5}{10 \cdot 0,88} = 13, \quad (5.19)$$

де $\eta_{\text{в}}$ – коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів.

Обчислюємо довжину горизонтального електрода:

$$\text{– при контурному влаштуванні } \ell_{\text{Г}} = a \cdot n, \ell_{\text{Г}} = 2 \cdot 13 = 26 \text{ м}; \quad (5.20)$$

де a – відстань між вертикальними електродами, м;

n – прийнята кількість вертикальних електродів, шт.

Визначаємо розрахунковий питомий опір ґрунту ρ_z , Ом×м, для горизонтального електрода

$$\rho_z = \rho_{\text{вим}} \psi_z = 220 \cdot 2,5 = 550, \quad (5.21)$$

де ψ_z – розрахунковий коефіцієнт сезонності для горизонтальних електродів.

Установлюємо опір розтіканню струму R_z , Ом, для горизонтального електрода за формулою

$$R_z = \frac{\rho_z}{2\pi \ell_z} \ln \frac{\ell_z^2}{b_1 t_0}, \quad (5.22)$$

де b_1 – ширина штаби, м (для круглої сталі $b_1 = 2d$, де d – діаметр, м).

Тоді

$$R_z = \frac{550}{2 \cdot 3,14 \cdot 26} \ln \frac{26^2}{0,2 \cdot 0,6} = 28,56. \quad (5.23)$$

Загальний опір заземлюючого пристрою R_0 , Ом

$$R_0 = \frac{R_g R_z}{R_g \eta_z + R_z \eta_g} \leq R_z, \quad (5.24)$$

де η_g – коефіцієнт використання горизонтальних електродів з урахуванням вертикальних електродів.

Тоді одержимо:

$$R_0 = \frac{114,5 \cdot 28,6}{114,5 \cdot 0,57 + 28,6 \cdot 0,88} = 9,9 \leq 10. \quad (5.25)$$

Уточнюємо вибрані параметри заземлення. Якщо знайдені значення R_0 та R_z значно відрізняються одне від одного, то необхідно змінити кількість електродів (їх довжину, діаметр, товщину тощо), після чого повторити розрахунок, починаючи з п. 5 до виконання умови:

$$\begin{cases} R_0 \leq R_z, & \begin{cases} 9,9 \leq 10 \\ 9,9 \approx 10 \end{cases} \end{cases}$$

При збільшенні кількості вертикальних електродів значення R_0 зменшується.

Розрахунки заземлюючих пристроїв є приблизними, тому треба округляти проміжні й кінцеві наслідки в запас.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі розроблено проєкт АТП для ТО та ремонту гальмівної системи Fiat Tempra. Вивчено діяльність сучасних АТП і визначено принципи їх організації та управління. На основі аналізу встановлено, що спеціалізація на обслуговуванні гальмівних систем є доцільною, оскільки ці вузли значною мірою впливають на безпеку руху та потребують регулярної діагностики.

У роботі досліджено конструкцію Fiat Tempra та його гальмівної системи, що дало можливість визначити характер типових несправностей і обсяг робіт, необхідних для їх усунення. Розраховано виробничу програму підприємства, встановлено періодичності технічного обслуговування, визначено коефіцієнти технічної готовності та використання парку. Отримані дані дозволили сформулювати річний обсяг робіт і розрахувати трудомісткість ТО та ПР.

Визначено чисельність персоналу, необхідного для виконання робіт, і запропоновано раціональний розподіл працівників по виробничих дільницях. На основі розрахунків спроектовано технологічну структуру АТП, визначено кількість постів для ТО і ремонту, а також розміри виробничих площ. Розроблені об'ємно-планувальні рішення виробничого корпусу забезпечують ефективну організацію робіт і можливість подальшого розширення підприємства.

У конструкторському розділі проаналізовано існуючі пристрої для обробки гальмівних колодок, після чого запропоновано власний пристрій для їх зрізання. Описано його конструкцію, принцип дії та наведено необхідні розрахунки. Запропоноване технічне рішення дозволяє підвищити точність обробки колодок і покращити якість ремонту барабанних гальм.

У дослідницькій частині розглянуто утворення гальмівного моменту в барабанному гальмі та проведено його аналіз. Отримані результати можуть бути використані для уточнення режимів регулювання та підвищення ефективності гальмування автомобіля. Додатково опрацьовано питання охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях, що забезпечує відповідність підприємства вимогам безпеки.

Загалом, робота містить комплексне технічне, організаційне та наукове обґрунтування створення спеціалізованого автотранспортного підприємства. Запропоновані рішення забезпечують якісне обслуговування гальмівних систем Fiat Tempra та створюють умови для підвищення безпеки руху і ефективності роботи підприємства.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Єдина система технічного обслуговування і ремонту автомобілів. Норми часу та трудомісткості технічного обслуговування і ремонту. – К.: Транспорт, 2014. – 268 с.
2. Fiat Tempra. Service Manual. – Fiat Group Automobiles, Torino, 1995. – 412 р.
3. Bosch Automotive Handbook. 10th Edition. – Robert Bosch GmbH, 2018. – 1192 р.
4. Автомобілі. Теорія: навч. посіб. / В.П. Сахно, В.І. Сирота, В.М. Поляков, В. Г. Головань, О.В. Лисий; Військ. акад. - Одеса: Військ. акад., 2017. - 412 с.
5. Андрусенко С. І. Технологічне проектування автотранспортних підприємств: навч. посіб. / Андрусенко С. І., Білецький В. О., Бортницький П. І.; за ред. проф. С. І. Андрусенка. – К. : Каравела, 2009. – 368 с.
6. Канарчук В.Є. та ін. Організація виробничих процесів на транспорті в ринкових умовах - К.: Логос, 1996. - 348 с.
7. Канарчук В.Є. та ін. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. У 3-х кн. Кн.2. Організація, планування й управління: Підручник / В.Є. Канарчук, О.А. Лудченко, А.Д. Чигринець, - К.: Вища шк., 1994. – 383 с.
8. Кисляков В.Ф., Лущик В.В. Будова і експлуатація автомобілів: Підручник. – К.: Либідь. 2006. – 400 с.
9. Кіркач Н.Ф. Розрахунок і проектування деталей машин. – м. Харків, 1991р.-274с.
10. Конспект лекцій з дисципліни «Надійність транспортних засобів» для здобувачів освітнього ступеня магістр за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт» / Укладачі: Ткаченко І.Г., Левкович М.Г. – Тернопіль: ТНТУ імені Івана Пулюя, 2024. – 118 с .
11. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. – К.: Знання-Прес, 2003. – 511 с.

12. Мигаль, В. Д. Методи технічної діагностики автомобілів: навч. посібник / В.Д. Мигаль, В. П. Мигаль. - М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2014
13. О.Л. Ляшук, Ю.І. Пиндус, М.Г. Левкович, Гупка А.Б., Хорошун Р.В. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра за освітнім рівнем «бакалавр галузі знань 27 «Транспорт» спеціальність 274 «Автомобільний транспорт» – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2022. – 61 с.
14. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів / Уклад. Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Левкович М.Г., Гудь В.З., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. – Тернопіль: Видавництво ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 550 с.
15. Пилипець М. І. Правила заповнення основних форм технологічних документів : навч.-метод. посіб. / Уклад. Пилипець М. І., Ткаченко І. Г., Левкович М. Г., Васильків В. В., Радик Д. Л. Тернопіль : ТДТУ, 2009. 108
16. Практикум з охорони праці. Навчальний посібник / За ред.. В.Ц. Жидецького. – Львів: Афіша, 2000. – 352 с.
17. Сахно В. П., Григоращенко О. В., Вакуліч А. В. Автомобілі. Всеколісне керування. К.: Національний транспортний університет, 2013. 200 с.
18. Стручок В.С. Методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання «БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ» / Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., –156 с.
19. Техніко-економічне обґрунтування інженерних рішень на СТО та АТП : Навчальний посібник / Укладачі: Гевко І.Б., Ляшук О.Л., Луциків І.В., Плекан У.М., Клендій В.М. - Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 276 с.
20. Ткаченко І. Г., Левкович М. Г. Конспект лекцій з дисципліни «Надійність транспортних засобів». Тернопіль : ТНТУ, 2024. 118 с.
21. Форнальчик Є. Ю., Качмар Р. Я. Основи технічного сервісу транспортних засобів - Львівська політехніка 2017 – 324 с.

ДОДАТКИ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

2.1 Розрахунок виробничої програми

$D_p = D_{TO} - 2/TP + D_{trans}$;

$D_{trans} = 20$ діб – нормативний простій при транспортуванні до КР;

A – кількість авто;

L_{cp} – середньодобовий пробіг;

2.3 Розрахунок чисельності робітників

T – загальна річна трудомісткість технічних впливів, люд.-год;

$\Phi_{шт} = 1840$ – річний фонд робочого часу одного працівника за штатним режимом;

$\Phi_{яв} = 2070$ год – річний явочний фонд робочого часу.

2.4 Технологічне проектування зон ТО і ПР

$t_n = 0,5$ хв – час на заміну автомобіля на посту;

$R_n = 1$ – кількість робітників на посту.

$N_{TO} = 1$ річна програма ТО-1;

$\Phi_z = 2070$ – річний фонд часу при однозмінній роботі;

$c = 1$ – кількість змін;

60 – переведення годин у хвилини.

для Mercedes Atego — 0,1 поста,

для Mitsubishi Pajero — 0,1 поста,

для Fiat Fiat Tipo — 1 пост.

$T_{cm} = 8$ год – тривалість зміни,

$R_n = 2$ – кількість робітників на посту.

T_{post} – трудомісткість постових робіт ТР, люд·год;

$K_{np} = 1,2$ – коефіцієнт неритмічності подачі автомобілів;

$\Phi_m = 2070$ – річний фонд часу робочого місця;

$c = 1$ – кількість змін;

$R_p = 1$ – число робітників на посту;

$K_{вик} = 0,8$ – коефіцієнт використання поста;

$S_{авт}$ м площа горизонтальної проєкції автомобіля;

N_p – розрахункова кількість постів;

$K_{п}=4$ – коефіцієнт щільності розташування постів.

2.5 Розрахунок площ

$S_{авт}$ – площа горизонтальної проєкції автомобіля;

$n_{п}$ – розрахункова кількість постів;

$K_{п}=4$ – коефіцієнт щільності розташування постів;

F_1 – площа на першого робітника;

F_r – площа на кожного наступного;

$A_c=77$ – кількість автомобілів у парку;

$f_y=1,8 \text{ м}^2$ – площа складу на 10 автомобілів;

$K_{1c}=0,8$;

$K_{2c}=1$;

$K_{3c}=1$;

$K_{4c}=1,2$;

$K_{5c}=1,2$.

2.6 Проєктування зон ТО і ПР автомобілів та виробничих ділянок

$t_n=0,5 \text{ хв}$ — час заміни автомобіля на посту;

$R_n=1$ – чисельність робітників на посту;

$N_{ТО-1}$ – річна програма ТО-1;

$\Phi_3=2070 \text{ год}$ – річний фонд часу;

$c=1$ – кількість змін;

60 – перехід у хвилини;

$T_{см}=8 \text{ год}$;

$R_n=2$ – два робітники на посту;

$T_{пост}$ – трудомісткість постових робіт ПР;

$K_{нп}=1,2$ – коефіцієнт неритмічності;

$\Phi_m=2070 \text{ год}$ – фонд часу поста;

$R_{п}=1$ – робітників на посту;

$K_{вик}=0,8$ – коефіцієнт використання часу.

2.7 Розрахунок площ

$S_{авт}$ – площа горизонтальної проєкції авто;

N_p – кількість постів;

$K_p=4$ – коефіцієнт щільності;

$A_c=77$ – кількість авто;

$f_y=1,8 \text{ м}^2$.

3.5 Розрахунок пристрою

F_t – тангенціальна сила на поверхні барабана;

v – колова швидкість;

4.1. Дослідження величини гальмівного моменту в барабанному гальмі

b – ширина накладки;

R – радіус поверхні тертя барабана та накладок;

φ – поточний координатний кут, відлік якого починається від прямого кута з віссю симетрії накладки;

$h_{1,2}$ – плечі прикладання сил $Q_{1,2}$ відносно центрів повороту колодок;

c – відстань між центрами обертання барабана та повороту колодок;

ψ – кутова координата центра повороту колодки;

β_1 і β_2 – кути нахилу опорних поверхонь відповідно первинної та вторинної самоналаштувальних колодок;

b – ширина накладок; p_1, p_2, p_{12} , – навантаження на накладках первинної та вторинної колодок. Інші параметри наведені на рисунку;

μ – коефіцієнт тертя;

α – половина кута охоплення;

c – відстань від центру обертання барабана до точки контакту колодки з опорною поверхнею;

h – плече прикладання розтисної сили;

ψ – кутова координата центру повороту колодки;

R – радіус тертя барабана.