

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»**

**Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій,
мехатроніки і робототехніки
Кафедра автомобілів і транспортних технологій**

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи
освітнього ступеня
бакалавр

Галузь знань 27 – «Транспорт»
Спеціальність 274 «Автомобільний транспорт»

на тему: «Удосконалення технологічного процесу в зоні ТО та ПР ГРМУ
Житомирська філія ТОВ «Газмережі»»

Виконав: студент групи ЗАГК – 23



Андрій АНТОНЮК

Керівник:



Олександр ДОБРОВІНСЬКИЙ

Завідувач кафедри:



Володимир ШУМЛЯКІВСЬКИЙ

Рецензент:



Дмитро Безгоробний

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Факультет: комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки

Кафедра: автомобілів і транспортних технологій

Освітній ступінь: «бакалавр»

Галузь знань: 27 «Транспорт»

Спеціальність: 274 – Автомобільний транспорт»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри А і ТТ

Володимир ШУМЛЯКІВСЬКИЙ

«10» 02 2025р.

ЗАВДАННЯ

до кваліфікаційної роботи освітнього ступеня бакалавр

Антонюка Андрія Вікторовича

- 1. Тема роботи:** «Удосконалення технологічного процесу в зоні ТО та ПР ГРМУ Житомирська філія ТОВ «Газмережі»» затверджена наказом вищого навчального закладу від «29» травня 2025 року № 213/с
- Керівник роботи:** Олександр ДОБРОВІНСЬКИЙ
- 2. Строк подання студентом завершеної роботи** 09.06.2025 р.
- 3. Вихідні дані до роботи:** інформація отримана на підприємстві, нормативно-правові документи, результати спостережень, наукові літературні джерела.
- 4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):** 1. Загальна частина. 2. Технологічна частина. 3. Конструкторська частина. Загальні висновки та рекомендації. Список використаних джерел.
- 5. Пояснювально - роздавальний матеріал (презентація) –** ___ слайдів.

Дата видачі завдання «10» 02 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Строк виконання етапів	Примітка
1.	Дослідження літературних джерел та робіт щодо конструкції гальмівної системи	17.02.2025	<i>Висоцький</i>
2.	Аналіз діяльності підприємства.	24.02.2025	<i>Висоцький</i>
3.	Аналіз технології ТО і ПР гальмівної системи.	08.03.2025	<i>Висоцький</i>
4.	Технологічний розрахунок	22.03.2025	<i>Висоцький</i>
5.	Розробка конструкції стенда	05.04.2025	<i>Висоцький</i>
6.	Розробка технології ТО і ПР гальмівної системи з використанням запропонованого стенда	19.04.2025	<i>Висоцький</i>
7.	Оформлення пояснювальної записки	15.05.2025	<i>Висоцький</i>
8.	Рецензування	08.06.2025	<i>Висоцький</i>
9.	Захист	10-27.06.2025	<i>Висоцький</i>

Студент



Андрій АНТОНЮК

Керівник роботи



Олександр ДОБРОВІНСЬКИЙ

Зміст.

Вступ	4
1. Загальна частина	6
1.1. Характеристика, функції, та структура підприємства	6
1.2. Призначення і коротка характеристика об'єкту проектування	8
1.3. Вибір і обґрунтування вихідних даних для проектування	9
1.4. Заходи, що пропонуються з організації і технології робіт на об'єкті проектування	10
2. Технологічна частина	13
2.1. Планування технології технічного обслуговування (ТО) і поточного ремонту (ПР).	13
2.2. Призначення робіт ТО.	15
2.3. Основне призначення ремонтних робіт.	16
2.4. Технологічний розрахунок.	19
3. Конструкторська частина	38
3.1. Призначення, класифікація й пропоновані вимоги	38
3.2. Стенд для прокачування гальмівної системи автомобіля	51
Висновки	66
Література	67

ВСТУП.

Прискорення соціально-економічного розвитку країни, подолання негативних тенденцій в економіці та надання їй динамічного імпульсу, стимулювання ініціативності та творчої активності населення, а також здійснення демократичних реформ – це ключові завдання, що наразі стоять перед державою.

Автомобільний транспорт у сучасних умовах займає чільне місце в єдиній транспортній мережі країни через обсяги перевезень як вантажів, так і пасажирів. Забезпечення технічної справності великого автопарку та зниження витрат на його експлуатацію стали завданнями національного значення. Водночас основною метою транспорту залишається задоволення потреб економіки та населення у перевезеннях разом із підвищенням якості та ефективності роботи транспортної системи.

Технічна експлуатація як підсистема автомобільного транспорту постійно удосконалюється через необхідність оптимального використання трудових, матеріальних і паливно-енергетичних ресурсів. Вона спрямована на забезпечення перевезень за допомогою надійного рухомого складу. Головними викликами для автомобільного транспорту є підвищення експлуатаційної надійності автотранспорту та зниження витрат на його обслуговування.

Розв'язання цих питань залежить, по-перше, від автомобільної промисловості – через виробництво технічно досконалих, ремонтпридатних і надійних автомобілів, а по-друге, від вдосконалення методів експлуатації техніки. Це охоплює підвищення продуктивності праці, зменшення трудомісткості робіт із технічного обслуговування та ремонту транспортних засобів, а також збільшення їх міжремонтних пробігів. Серед важливих складових – створення сучасної виробничої бази для підтримання автопарку у справному стані, застосування механізації та автоматизації технологічних процесів, а також якісне покращення доріг і розширення їхньої інфраструктури.

Як і в інших галузях економіки, автомобільний транспорт вимагає впровадження нових ідей для підвищення ефективності всіх процесів. Одним із перспективних напрямків є розробка та впровадження інноваційної системи технічного обслуговування й управління станом автомобілів. Ця система має базуватися на використанні сучасного діагностичного обладнання та ефективних технологій виконання технічних робіт.

Досвід показує, що традиційна система технічного обслуговування за фіксованими інтервалами не забезпечує достатньо високої надійності та економічності. Вона поступово втрачає актуальність і поступається місцем діагностичним методам обслуговування за станом техніки. Перехід на таку систему передбачає використання передових дослідницьких методик, статистичних моделей та теорії надійності, яка інтегрує детерміновані й імовірнісні підходи. Поглиблене вивчення фізичних процесів, таких як зношування, старіння чи відмови деталей, є критично важливим для розвитку цієї методології. Значну роль у вдосконаленні управління автопарком відіграє прогнозування технічного стану транспортних засобів.

На етапі проєктування нових автотранспортних підприємств необхідно орієнтуватися на модернізацію планово-запобіжних систем обслуговування й ремонту. Сюди входить інтеграція високоточного діагностичного обладнання, автоматизація виробничих процесів, а також раціоналізація організації управління технічним забезпеченням рухомого складу. Це дозволить значно підвищити ефективність функціонування транспортної галузі країни.

1 Загальна частина

1.1 Характеристика, функції, та структура підприємства

ГРМУ Житомирська філія ТОВ "Газмереж" виступає як складова транспортної інфраструктури країни, забезпечуючи перевезення вантажів, зокрема промислових, які є критично важливими для сталого функціонування підприємств-замовників. Основне завдання підприємства полягає у забезпеченні своєчасності доставки вантажів відповідно до графіків, визначених управлінськими та технічними службами. Додатково підприємство надає послуги автомобільних перевезень населенню.

Основним видом транспорту, який експлуатується підприємством, є автомобільний, а його рухомий склад розроблено відповідно до специфіки перевезень, характерних для даного підприємства. Організація охоплює різноманітні маршрути: внутрішньозаводські, міські, приміські, міжміські та навіть міжнародні, причому більшість автопарку задіяна на усіх цих напрямках. Цей аспект, а також значна різноманітність вантажів висувають високі вимоги до технічного стану транспортних засобів. Забезпечення якісного технічного обслуговування і ремонту є основою для їхньої стабільної та ефективної експлуатації.

Автопідприємство спеціалізується на використанні великовантажних автомобілів із дизельними двигунами. Для раціонального функціонування всі рухомі транспортні засоби поділено на дві технологічно сумісні групи. Перша група обладнана високоспеціалізованими автомобілями-самоскидами КамАЗ-5511, які орієнтовані на здійснення робіт із перевезення сипучих і непакованих вантажів. Друга група складається з вантажівок загального призначення МАЗ-500. Дана організація роботи сприяє підвищенню ефективності діяльності підприємства.

Діяльність автоколон розподілена таким чином:

- 1) Автомобілі першої автоколони здійснюють операції з транспортування насипних вантажів, працюючи на кар'єрах, будівельних майданчиках тощо.

2) Транспорт другої автоколони обслуговує найбільші за обсягом вантажопотоки та виконує перевезення вантажів загального призначення на міжміських та міжнародних маршрутах.

Загалом масштаби підприємства вимагають розвиненої виробничо-технічної бази для забезпечення якісного технічного обслуговування рухомого складу, своєчасного проведення поточних ремонтів і підтримання належної працездатності транспортних засобів. Надійність експлуатації автопарку напряму впливає на технологічну стабільність та комерційну конкурентоспроможність підприємства в умовах сучасної ринкової економіки.

Всі автоколони знаходяться на окремих територіях і оснащені відповідною інфраструктурою, що включає:

- 1) Зони стоянки для автомобілів.
- 2) Виробничі приміщення для проведення технічного обслуговування, поточного ремонту та відновлення окремих механізмів і агрегатів.
- 3) Контрольно-технічні пункти, де здійснюється передрейсовий технічний огляд транспортних засобів.
- 4) Додаткові службові приміщення.
- 5) Склади запасних частин і агрегатів.

Рухомий склад автопідприємства включає широкий спектр транспортних засобів зі середнім віком у 10 років. Це значно впливає на експлуатацію, оскільки пробіг більшої частини автомобілів варіюється в межах 200–300 тисяч кілометрів. Таким чином, можна зробити наступні висновки:

- 1) Значне зношення техніки сприяє збільшенню частоти простоїв для проведення технічного обслуговування та ремонту.
- 2) Потреба виявляється у проведенні якісного техобслуговування і ремонтних робочих.

1.2 Призначення і коротка характеристика об'єкту проектування

Технічне обслуговування другого рівня (ТО-2) охоплює широкий спектр робіт, спрямованих на підтримку експлуатаційної придатності рухомого складу. Серед основних операцій у цій зоні виділяються кріпильні, регулювальні та змащувальні роботи. Особливу увагу у контексті технічного обслуговування приділяють трансмісії автомобіля, що працює за умов змінних динамічних навантажень. Основні компоненти трансмісії зазнають значних механічних впливів, що створює труднощі щодо забезпечення їхньої належної надійності та тривалої експлуатації. За статистичними даними, приблизно 10–15% усіх відмов елементів рухомого складу припадає на несправності трансмісії, при цьому витрати на її обслуговування та ремонт складають близько 40% загальних матеріальних і трудових витрат на технічну підтримку.

Суттєвого наголосу заслуговує також ремонт двигуна, який зазвичай проводиться у 15% випадків загальних відмов. При цьому близько 40% несправностей пов'язані із системою запалення. Зважаючи на статистичні тенденції, зона ТО-2, розроблена в рамках цього проєкту, повинна забезпечувати не лише швидке та якісне виконання всіх необхідних процедур технічного обслуговування, але й ефективну координацію з діагностичними ділянками та ремонтними зонами.

Ремонтно-технічна інфраструктура підприємства дозволяє здійснювати базове технічне обслуговування та ремонт рухомого складу. Однак її поточний стан не відповідає сучасним виробничим вимогам. Наразі ремонтні процедури виконуються на окремих постах із застосуванням елементарного обладнання, такого як домкрати чи ручні пристрої для демонтажу та складання компонентів. У зв'язку із цим виробничо-технічна база зони ТО-2, а також наявне технологічне устаткування вимагають комплексного оновлення й значного розширення для підвищення ефективності й відповідності сучасним стандартам.

1.3 Вибір і обґрунтування вихідних даних для проектування.

$$A_{np} = A_1 + A_2 \frac{T_2 l_{\partial 2}}{T_1 l_{\partial 1}} \quad (1.1)$$

де $A_1=17$ – кількість автомобілів МАЗ-500.

Всі автомобілі зводимо саме до цієї марки, оскільки її кількість найбільша;

$A_2=14$ - кількість автомобілів КамАЗ-5511;

T_2 – загальна питома трудомісткість технічного обслуговування і ПР на один автомобіль:

$$T_i = t_{2i} + t_{mpi} \quad (1.2)$$

де t_{2i} і t_{mpi} - відповідно нормативна трудомісткість ТО-2 і ПР для автомобілів i -й марки;

l_{cci} – середньодобовий пробіг автомобілів i -й марки, табл. 1.2;

Певні дані підставляємо у формулу (1.1) і одержуємо:

$$A_{np} = 17 + 14 \frac{(16,67 + 9,77)195}{(13,8 + 6,7)200} = 35 \text{ шт}$$

Приймаємо $A_{np}=35$ автомобілів.

Отже, подальший розрахунок ведемо по автомобілях:

МАЗ-500: $A_{np}=35$ шт;

Кількість нових автомобілів і що пройшли капітальний ремонт відповідно складе:

$$A_{пкр}=0,8 \times 35=28 \text{ шт};$$

$$A_n=35-28=7.$$

1.4 Заходи, що пропонуються з організації і технології робіт на об'єкті проектування.

1) Заплановано, що зона технічного обслуговування другого рівня (ТО-2) функціонуватиме у дві зміни. Робочий день першої зміни розпочинатиметься о 7:00 і завершуватиметься о 15:30, з обідньою перервою з 11:30 до 12:00. Друга зміна працюватиме з 15:30 до 23:00, а обідню перерву буде встановлено на період з 19:30 до 20:00.

2) Оскільки виробничий процес у зоні ТО-2 передбачає фактично новий підхід у межах даного дипломного проекту, значну увагу буде приділено безпеці праці та санітарним вимогам виробничої діяльності. Як зазначалося раніше, відмови агрегатів трансмісії становлять приблизно 10–15% від загальної кількості несправностей, при цьому частка витрат трудових і матеріальних ресурсів на їх усунення сягає 40%. Такий показник є доволі суттєвим і безпосередньо впливає на загальну ефективність функціонування підприємства. У нинішніх жорстких економічних умовах саме якість транспортного обслуговування, яка залежить від ефективності ремонтних та технічних робіт (зокрема у зоні ТО-2), визначає конкурентоспроможність підприємства. У багатьох випадках вимагається оперативне виконання таких завдань із забезпеченням швидкого повернення транспортного засобу до експлуатації. Враховуючи, що використання основних виробничих потужностей підприємства для ремонту рухомого складу є недоцільним, пропонується зосередити увагу на таких напрямках модернізації виробничого процесу:

3) Організація окремої ділянки ТО-2 у межах виробничого корпусу. Зона ТО-2 повинна обслуговувати всі види автотransпортних засобів, тому необхідно забезпечити її ефективний зв'язок з монтажно-демонтажними постами для кожної групи транспортних засобів.

4) Оновлення технічного обладнання. Планується заміна застарілого устаткування та впровадження нового. Підприємство має потенціал для самостійного проектування і виготовлення деяких видів обладнання,

включаючи використання гідравлічних і пневматичних механізмів, отриманих шляхом утилізації старої техніки та автомобілів. Це дозволить суттєво скоротити витрати на придбання нового обладнання. Окрім того, необхідно уважно аналізувати наявний інвентар, щоб уникнути дублювання великих капіталомістких агрегатів.

5) Розробка нових технологічних процесів. Передбачається створення детальних технологічних карт із врахуванням можливостей нового обладнання, що дозволить покращити організацію робочих процесів та підвищити ефективність виконання ремонтних завдань. Усі зазначені заходи спрямовані на підвищення продуктивності роботи зони ТО-2 і, як наслідок, на покращення загальної ефективності транспортної діяльності підприємства.

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.

2.1. Планування технології технічного обслуговування (ТО) і поточного ремонту (ПР) на АТП.

Справний технічний стан автомобілів забезпечується своєчасним і якісним виконанням технічного обслуговування (ТО) та ремонту, дотриманням правил експлуатації та вимог безпеки руху. Розуміння закономірностей і кількісна оцінка змін технічних параметрів вузлів, агрегатів і автомобіля в цілому дозволяють ефективно керувати його працездатністю протягом експлуатації. Це означає можливість підтримувати та відновлювати функціональність транспортного засобу, що включає дві основні складові: технічне обслуговування і ремонт.

Підтримка високого рівня працездатності вимагає попередження переважної більшості відмов та несправностей, забезпечуючи відновлення працездатності до їх настання. Основне завдання технічного обслуговування полягає у запобіганні виникненню таких ситуацій, а ремонт спрямований на усунення вже наявних дефектів. Щоб попередити відмови і несправності, необхідно чітко регламентувати процеси обслуговування, тобто проводити регулярні планові роботи з визначеною періодичністю та трудомісткістю. Комплекс операцій з їхньою періодичністю і трудовими витратами формує режим технічного обслуговування.

Всі роботи з технічного обслуговування та ремонту виконуються відповідно до планової системи організації, яка складається з взаємопов'язаних норм і положень. Ця система чітко регламентує порядок проведення робіт, спрямованих на забезпечення необхідного рівня якості автомобіля під час експлуатації. Технічне обслуговування носить превентивний і профілактичний характер, виконуючись регулярно після визначеного пробігу автомобіля. Ремонт же зазвичай здійснюється за потреби, тобто після виявлення відмови або несправності.

Система технічного обслуговування (ТО) і ремонту транспортних засобів повинна відповідати таким ключовим вимогам:

1. Забезпечення необхідного рівня експлуатаційної надійності автопарку за умов оптимального використання трудових та матеріальних ресурсів.

2. Планово-нормативний підхід, що дозволяє ефективно організовувати і координувати процеси технічного обслуговування та ремонту на різних рівнях — від автомобільних підприємств (АТП) до національних планових і директивних органів.

3. Стабільність базових принципів системи з можливістю адаптації нормативних показників залежно від змін умов експлуатації, конструктивних особливостей, а також рівня якості та надійності транспортних засобів.

4. Врахування різноманітних умов експлуатації автомобілів.

Наразі в експлуатації знаходиться планово-попереджувальна система ТО і ремонту, яка являє собою комплекс заходів і ресурсів, спрямованих на підтримання справного стану автомобілів згідно з нормативно-технічною документацією. Основою цієї системи є принцип забезпечення роботи взаємодіючих деталей у межах встановлених технічних допусків, передбачених конструкторськими та нормативними документами.

Функціонування системи базується на аналізі інформації про надійність і технічний стан транспортних засобів, отриманої за допомогою засобів контролю та діагностики. До складу операційного комплексу цієї системи входять дві ключові складові: контрольна та виконавча частини.

Планово-попереджувальний характер системи забезпечується обов'язковим виконанням контрольної частини операцій у встановлені терміни або після визначеного пробігу відповідно до регламенту. Після цього виконується виконавча частина операцій.

Деякі операції технічного обслуговування і ремонту, наприклад, змащувальні або очищувальні роботи, допускають виконання без попереднього контролю за чітким плановим розкладом. Регулярне та якісне виконання таких операцій у потрібному обсязі гарантує високу технічну готовність транспортних засобів і знижує частоту необхідного ремонту.

Справним станом автомобіля вважається його технічний стан, який повністю відповідає вимогам нормативно-технічної документації. Водночас будь-яке відхилення від цих вимог вважається несправним станом автомобіля.

Під працездатним станом автомобілів мається на увазі такий технічний стан, при якому всі параметри, що визначають здатність транспортного засобу виконувати свою функцію, відповідають вимогам нормативно-технічної документації. Будь-яке відхилення від цього стану вважається відмовою.

Технічний стан автомобіля та його компонентів без їхнього розбирання оцінюється за допомогою процедур контролю та діагностики, які є складовими частинами технічного обслуговування (ТО) і ремонту. Основним завданням контролю і діагностики є встановлення фактичної необхідності здійснення операцій, передбачених нормативно-технічною документацією, прогнозування моменту виникнення несправностей через порівняння поточних показників із допустимими межами, а також аналіз якості виконаних робіт. Під час ремонту контроль і діагностика спрямовані на виявлення несправностей, з'ясування причин їхньої появи і вибір найдоцільнішого методу усунення (на місці, зі зняттям окремих вузлів або агрегатів, частковим або повним розбиранням). На завершальному етапі проводиться остаточна перевірка якості виконаного ремонту.

Нормативно-технічна документація для технічного обслуговування та ремонту є невід'ємною частиною системи і включає принципи, визначення, нормативи та методи їхнього коригування з урахуванням умов експлуатації. Вона також містить рекомендації щодо організації процесу обслуговування і управління виробництвом.

До засобів технічного обслуговування та ремонту належать: виробничо-технічна база (будівлі, споруди, обладнання), яка розташовується на транспортних або спеціалізованих підприємствах; матеріально-технічне забезпечення, яке враховує конструктивні особливості автомобілів, пробіг з моменту початку експлуатації та експлуатаційні умови.

2.2. Призначення робіт ТО.

Під технічним обслуговуванням (ТО) розуміють сукупність заходів, спрямованих на підтримання автомобілів у справному технічному стані та належному зовнішньому вигляді, забезпечення їхньої надійної, економічної експлуатації, безпеки дорожнього руху та мінімізації впливу на навколишнє середовище. Основними завданнями ТО є зменшення швидкості деградації технічних параметрів, запобігання виникненню несправностей, а також їх своєчасне виявлення та усунення.

- Технічне обслуговування рухомого складу класифікується залежно від періодичності, обсягу та трудомісткості виконуваних робіт на такі основні види:

- - щоденне технічне обслуговування (ЩО);
- - перше технічне обслуговування (ТО-1);
- - друге технічне обслуговування (ТО-2);
- сезонне технічне обслуговування (СО).

2.2.1. Щоденне технічне обслуговування.

Призначенням щоденного обслуговування є загальний контроль, спрямований на щоденне забезпечення безпеки руху, підтримку належного зовнішнього вигляду автомобіля, заправку його паливом, мастилом і охолоджувальною рідиною, а для деяких видів рухомого складу -санітарну обробку кузова.

Щоденне обслуговування виконується на автотранспортному підприємстві після роботи рухомого складу на лінії. Контроль технічного стану автомобілів перед виїздом на лінію, а також при зміні водіїв на лінії здійснюється ними за рахунок підготовчо-заключного часу.

2.2.2. Технічне обслуговування ТО -1 і ТО - 2.

Мета технічного обслуговування ТО-1 і ТО-2 полягає у зменшенні швидкості змін параметрів технічного стану механізмів і агрегатів автомобіля, а

також у виявленні та попередженні несправностей через своєчасне виконання контрольно-діагностичних, мастильних, кріпильних і регулювальних робіт. Діагностичні роботи є невід'ємною частиною ТО та ремонту автомобіля, надаючи інформацію про його технічний стан під час виконання цих робіт. Вони поділяються на два види залежно від цілей, частоти, обсягу та місця проведення: загальну (Д-1) та напівелементну і поглиблену (Д-2) діагностику. ТО повинно забезпечувати надійну роботу агрегатів, вузлів і систем згідно з встановленими періодичностями для операцій, включених до плану. Нормативи трудомісткості для ТО-1 і ТО-2 не враховують складності виконання щоденного обслуговування.

2.2.3. Сезонне обслуговування.

Метою сезонного обслуговування, яке проводиться два рази в рік, є підготовка рухомого складу до експлуатації при зміні сезону (літо, зима). Як окремий планований вид технічного обслуговування СО проводиться для рухомого складу, що експлуатується в зоні холодного і жаркого клімату. В інших умовах СО сполучається з черговим ТО-2, зі збільшенням трудомісткості в порівнянні з трудомісткості ТО-2 (від 20 до 50%).

2.3. Основне призначення ремонтних робіт.

Ремонт виконується, як по потребі після появи відповідної несправності, так і за планом, через визначений пробіг чи час роботи автомобілів, - планово-попереджувальний. При цьому першочерговому регламентуванню підлягають роботи з попередження несправностей, що впливають на безпеку руху, вартість усунення яких нижче вартості виконання ремонту по потребі, включаючи збитки від простоїв автомобілів на лінії, що найбільш часто виникають при використанні автомобілів у конкретних умовах експлуатації. Частина операцій ПР (планово-попереджувального) малої трудомісткості може виконуватися разом з ТО. Цей вид ремонту називається супутнім.

Відповідно до призначення і характеру виконуваних робіт ремонт підрозділяється на поточний (ПР) і капітальний (КР).

2.3.1. Капітальний ремонт.

Капітальний ремонт рухомого складу, а також його агрегатів і вузлів, має на меті відновлення експлуатаційної придатності та забезпечення близького до повного відновлення ресурсу (не менш ніж 80% його початкового значення). Зазначені роботи виконуються переважно на спеціалізованих ремонтних підприємствах із застосуванням знеособленого методу, який охоплює повне розбирання об'єкта ремонту, діагностику з виявленням дефектів, ремонт або заміну складових елементів, збирання, регулювання та проведення випробувальних заходів.

Агрегати підлягають капітальному ремонту за наступних умов:

- 1) у разі наявності зношення базових і основних деталей, що потребує повного розбирання агрегату;
- 2) якщо працездатність агрегату не може бути відновлена або відновлення є економічно недоцільним шляхом проведення поточного ремонту.

Автомобілі направляють на капітальний ремонт у випадках, коли необхідно відновити раму, кабінку або не менше трьох інших агрегатів у будь-якій їхній комбінації.

Зазвичай, рухомий склад протягом свого життєвого циклу піддається не більше ніж одному капітальному ремонту. Це правило не стосується випадків виконання капітального ремонту окремих агрегатів чи вузлів як до, так і після виконання капітального ремонту автомобіля в цілому.

З метою оптимізації експлуатаційних витрат капітальний ремонт рухомого складу доцільно мінімізувати аж до можливого повного виключення. Це може бути досягнуто за рахунок впровадження практики заміни несправних агрегатів або вузлів, які потребують капітального ремонту, на працездатні аналоги з оборотного фонду.

2.3.2. Поточний ремонт.

Поточний ремонт виконується з метою підтримання справного стану транспортного засобу шляхом оновлення або заміни окремих його агрегатів, вузлів і деталей (за винятком базових елементів), які досягли гранично допустимого зносу.

Цей вид ремонту має гарантувати безвідмовну експлуатацію відремонтованих компонентів при пробігу не менше відстані до наступного регламентного технічного обслуговування ТО-2.

Для зменшення простоїв транспортного засобу поточний ремонт здебільшого реалізується методом заміни агрегатів. У цьому випадку несправні або ті, що потребують капітального ремонту, агрегати й вузли замінюються на відновлені екземпляри з оборотного фонду. Формування та підтримка оборотного фонду здійснюється за рахунок надходження нових або відремонтованих компонентів, а також елементів, знятих зі списаних автомобілів.

У разі списання транспортного засобу усі придатні для подальшого використання агрегати, вузли та деталі підлягають інвентаризації в установленому порядку з метою поповнення оборотного фонду автотранспортних підприємств. Ті ж компоненти, які потребують капітального ремонту, спрямовуються на відповідні авторемонтні підприємства для відновлення та подальшого використання як товарна продукція.

Існуюча система передбачає нормативи трудомісткості поточного ремонту, які визначаються як витрати робочого часу (людино-години) на 1000 км пробігу автомобіля.

2.4. Технологічний розрахунок.

2.4.1 Вихідні дані для розрахунку.

Таблиця 2.1.

Найменування параметра	Класи автомобілів	
	Середній	Великий
Категорія умов експлуатації	II	II
Кількість автомобілів, шт.	17	14
Кліматичний район	помірний	помірний
Середньодобовий пробіг, км	180	160
Кількість робочих днів в рік, днів	251	251
Кількість змін роботи водіїв	1	1
Тривалість зміни, год.	8	8

2.4.2. Розрахунок річного пробігу автомобіля.

Обліковий склад автомобілів - 31 шт.;

Фонд робочого часу робітників за рік $\Phi_p = 2008$ год.

Фонд робочого часу обслуговувань за рік $\Phi_0 = 2140$ год.

$$L_p(I) = I_{зм}(I) \cdot I_{зм} D_p \quad (2.1.)$$

де $I_{зм}$ - пробіг автомобіля за зміну, км;

$i_{зм}$ - кількість змін за добу;

D_p - кількість днів робітників у році;

P_v - коефіцієнт використання автомобілів.

Середній $L_p = 180 \cdot 1 \cdot 251 \cdot 0,64 = 28915,2$ км

Великий $L_p = 160 \cdot 1 \cdot 251 \cdot 0,64 = 25702,4$ км

2.4.3. Розрахунок скорегованих норм пробігу.

$$L_{кр} = L_{кр} \quad (2.2.)$$

$$L_{то-2} = L_{то-2}$$

$$L_{то-1} = L_{то-1}$$

де $L_{кр}, L_{ТО-2}, L_{ТО-1}$ - нормативні пробіги між капітальними ремонтами і технічними обслуговуваннями, км; [1]

K_t - коефіцієнт, що залежить від умов експлуатації; [3, табл.59]

K_2 - коефіцієнт, що залежить від класу автомобіля; [3, табл.60]

K_3 - коефіцієнт, що залежить від природно - кліматичних умов [3, табл. 61]

K_4 - коефіцієнт, який враховує строк експлуатації автомобілів, в долях строку між капітальними ремонтами [3, табл. 62]

K_5 - коефіцієнт, який враховує загальну чисельність автомобілів та кількість технологічно сумісних груп

Таблиця 2.3

Таблиця корегування періодичності ТО і КР по умовах середньодобового пробігу, км

Найменування дії		Умовне позначення	Результати корегування, км	Корегування	Прийнято до розрахунку, км
середній	Середньодобовий пробіг	$L_{ОД}$	180	—	250
	ТО–1	$L_{ТО-1}$	3240	180×18	3240
	ТО–2	$L_{ТО-2}$	12960	3240×4	12960
	Пробіг до КР	$L_{КР}$	272160	12960×21	272160
великий	Середньодобовий пробіг	$L_{ОД}$	160	—	160
	ТО–1	$L_{ТО-1}$	2080	160×13	2080
	ТО–2	$L_{ТО-2}$	8320	2080×4	8320
	Пробіг до КР	$L_{КР}$	133120	8320×16	133120

Таблиця 2.4

Зведена відомість, км

Клас автомобілів	$L_{ОД}$	$L_{ТО-1}$	$L_{ТО-2}$	$L_{КР}$
Середній	180	3240	12960	272160
Великий	160	2080	8320	133120
Σ	340	5320	21280	405280

2.4.3.1. Визначення кількості капітальних ремонтів за цикл.

$$N_{кр_ц_середній} = \frac{L_{ц}}{L_{кр}} = \frac{272160}{272160} = 1 \text{дія} \quad (2.4)$$

$$N_{кр_ц_великий} = \frac{L_{ц}}{L_{кр}} = \frac{133120}{133120} = 1 \text{дія}$$

де $N_{кр_ц}$ – кількість капітальних ремонтів за цикл;

$L_{ц}$ – цикловий пробіг автомобіля;

$L_{кр}$ – пробіг автомобіля до капітального ремонту.

2.4.3.2. Визначення кількості ТО – 2 за цикл.

$$N_{ТО-2ц_середній} = \frac{L_{ц}}{L_{ТО-2}} = \frac{272160}{12960} - 1 = 20 \text{дій} \quad (2.5)$$

$$N_{ТО-2ц_великий} = \frac{L_{ц}}{L_{ТО-2}} = \frac{133120}{8320} - 1 = 15 \text{дій}$$

де $N_{ТО-2ц}$ – кількість ТО–2 за цикл.

2.4.3.3. Визначення кількості ТО – 1 за цикл.

$$N_{ТО-1ц_середній} = \frac{L_{ц}}{L_{ТО-1}} - (N_{кр_ц} + N_{ТО-2ц}) = \frac{272160}{3240} - (1 + 20) = 63 \text{дії} \quad (2.6)$$

$$N_{ТО-1ц_великий} = \frac{L_{ц}}{L_{ТО-1}} - (N_{кр_ц} + N_{ТО-2ц}) = \frac{133120}{2080} - (1 + 15) = 48 \text{дії}$$

де $N_{ТО-1ц}$ – кількість ТО-1 за цикл;

$L_{ТО-1}$ – пробіг автомобіля до ТО-1.

2.4.3.4. Визначення кількості ЩО за цикл.

$$N_{ЩО_ц_середній} = \frac{L_{ц}}{L_{од} \cdot K} = \frac{272160}{180 \cdot 2} = 756 \text{дії} \quad (2.7)$$

$$N_{ЩО_ц_великий} = \frac{L_{ц}}{L_{од} \cdot K} = \frac{133120}{160 \cdot 2} = 416 \text{дії}$$

де $N_{ЩО_ц}$ – кількість щоденних обслуговувань за цикл;

$L_{од}$ – середньодобовий пробіг автомобіля;

$K=2$ – коефіцієнт, що враховує через скільки днів виконуються прибирально-миючі роботи. Якщо прибирально-миючі роботи виконуються через день, то $K=2$.

2.4.4. Розрахунок річної виробничої програми для всього парку автомобілів в кількісному виразі.

2.4.4.1. Визначення кількості днів простою одного автомобіля в усіх видах обслуговування за рахунок змінного часу.

$$\begin{aligned} D_{ПР_середній} &= N_{КР} \cdot q_{КР} + N_{ТО-2} \cdot q_{ТО-2} + \left(\frac{L_{КР} \cdot q_{ПР}}{1000} - N_{ТО-2} \cdot q_{ТО-2} \right) \cdot K_{ЗМ} = \\ &= 1 \cdot 15 + 20 \cdot 1 + \left(\frac{272160 \cdot 0,3}{1000} \right) - 20 \cdot 1) \cdot 0,75 = 81 \text{ днів} \end{aligned} \quad (2.8)$$

$$\begin{aligned} D_{ПР_великий} &= N_{КР} \cdot q_{КР} + N_{ТО-2} \cdot q_{ТО-2} + \left(\frac{L_{КР} \cdot q_{ПР}}{1000} - N_{ТО-2} \cdot q_{ТО-2} \right) \cdot K_{ЗМ} = \\ &= 1 \cdot 20 + 15 \cdot 1 + \left(\frac{133120 \cdot 0,4}{1000} \right) - 15 \cdot 1) \cdot 0,75 = 64 \text{ днів} \end{aligned}$$

де $D_{ПР}$ – дні простою одного автомобіля у всіх видах обслуговування за рахунок змінного часу;

$N_{КР}$ = 1 дія – кількість капітальних ремонтів;

$q_{КР}$ – дні простою автомобілів у капітальному ремонті [3, табл.57];

$q_{ТО-1}$ = 1 день – дні простою автомобіля у технічному обслуговуванні;

$K_{ЗМ}$ = 75% – простій у поточному ремонті за рахунок змінного часу;

$q_{ПР}$ – простій у ТО, ПР, днів на 1000км пробігу [3, табл.57].

2.4.4.2. Визначення коефіцієнта технічної готовності парку.

$$D_{ЕЦ_середній} = \frac{L_{Ц}}{L_{од}} = \frac{272160}{180} = 1512 \text{ днів} \quad (2.9)$$

$$D_{ЕЦ_великий} = \frac{L_{Ц}}{L_{од}} = \frac{133120}{160} = 832 \text{ днів}$$

де $D_{ЕЦ}$ – дні експлуатації за цикл.

$$\alpha_{T_середній} = \frac{D_{ЕЦ}}{D_{ЕЦ} + D_{ІР}} = \frac{1512}{1512 + 81} = 0,949$$

$$\alpha_{T_великий} = \frac{D_{ЕЦ}}{D_{ЕЦ} + D_{ІР}} = \frac{832}{832 + 64} = 0,929$$

де α_T – коефіцієнт технічної готовності автомобілів.

2.4.4.3. Визначення коефіцієнта випуску автомобілів.

$$\alpha_{B_середній} = \frac{D_P}{D_K} \cdot \alpha_T = \frac{251}{365} \cdot 0,949 = 0,653 \quad (2.11)$$

$$\alpha_{B_великий} = \frac{D_P}{D_K} \cdot \alpha_T = \frac{251}{365} \cdot 0,929 = 0,639$$

Де $D_P = 251 \text{день}$ – дні роботи автомобілів за рік;

$D_K = 365 \text{днів}$ – дні календарні автомобілів.

2.4.4.4. Визначення коефіцієнта переходу від циклу до року.

$$\eta_{середній} = \frac{D_P}{D_{ЕЦ} + D_{ІР}} = \frac{251}{1512 + 81} = 0,16 \quad (2.12)$$

$$\eta_{великий} = \frac{D_P}{D_K + D_{ІР}} = \frac{251}{832 + 64} = 0,28$$

2.4.4.5 Визначення річної програми по ЩО для усіх автомобілів.

$$N_{\text{ЩО.Р.середній}} = N_{\text{ЩО.Ц}} \cdot A_i \cdot \eta = 756 \cdot 17 \cdot 0,16 = 2056 \text{дія}$$

$$N_{\text{ЩО.Р.великий}} = N_{\text{ЩО.Ц}} \cdot A_i \cdot \eta = 416 \cdot 14 \cdot 0,28 = 1631 \text{дій}$$

де $N_{\text{ЩО.Ц}}$ – кількість щоденних обслуговувань за рік;

A_i – кількість автомобілів.

2.4.4.6. Визначення річної програми по ТО-2 для усіх автомобілів.

$$N_{\text{ТО-2.середній}} = N_{\text{ТО-2.Ц}} \cdot A_i \cdot \eta = 20 \cdot 17 \cdot 0,16 = 55 \text{дія} \quad (2.14)$$

$$N_{\text{ТО-2.великий}} = N_{\text{ТО-2.Ц}} \cdot A_i \cdot \eta = 15 \cdot 14 \cdot 0,28 = 59 \text{дія}$$

де $N_{\text{ТО-2.р}}$ – кількість обслуговувань по ТО-2 за рік.

2.4.4.7. Визначення річної програми по ТО-1 для усіх автомобілів.

$$N_{TO-1_середній} = N_{TO-1.Ц} \cdot A_i \cdot \eta = 63 \cdot 17 \cdot 0,16 = 172 \text{ дій}$$

$$N_{TO-1_великий} = N_{TO-1.Ц} \cdot A_i \cdot \eta = 48 \cdot 14 \cdot 0,28 = 188 \text{ дій}$$

де $N_{TO-1.Ц}$ – кількість обслуговувань по $TO-1$ за рік.

2.4.4.8. Визначення кількості сезонних обслуговувань за рік.

$$N_{CO_середній} = 2 \cdot A_i = 2 \cdot 17 = 34 \text{ дій}$$

$$N_{CO_великий} = 2 \cdot A_i = 2 \cdot 14 = 28 \text{ дій}$$

2.4.5. Розрахунок добової програми обслуговування автомобілів.

2.4.5.1. Визначення кількості $ЩО$ за добу.

$$N_{ЩО_середній} = \frac{N_{ЩО.P}}{D_{PB}} = \frac{2056}{251} = 8.2 \text{ дій} \quad (2.17)$$

$$N_{ЩО_великий} = \frac{N_{ЩО.P}}{D_{PB}} = \frac{1631}{251} = 6.5 \text{ дій}$$

$$\sum N_{ЩО} = N_{ЩО_середній} + N_{ЩО_великий} = 8.2 + 6.5 = 14.7 \text{ дій},$$

де $D_{PB} = 251 \text{ день}$ – дні роботи автомобілів за рік.

2.4.5.2. Визначення кількості $ТО-1$ за добу.

$$N_{TO-1_середній} = \frac{N_{TO-1.P}}{D_{PB}} = \frac{172}{251} = 0.7 \text{ дій} \quad (2.18)$$

$$N_{TO-1_великий} = \frac{N_{TO-1.P}}{D_{PB}} = \frac{188}{251} = 0.75 \text{ дій}$$

$$\sum N_{TO-1} = N_{TO-1_середній} + N_{TO-1_великий} = 0.7 + 0.75 = 1.45 \text{ дій}$$

2.4.5.3. Визначення кількості $ТО-2$ за добу.

$$N_{TO-2_середній} = \frac{N_{TO-2.P}}{D_{PB}} = \frac{55}{251} = 0.22 \text{ дій} \quad (2.19)$$

$$N_{TO-2_великий} = \frac{N_{TO-2.P}}{D_{PB}} = \frac{59}{251} = 0.24 \text{ дій}$$

$$\sum N_{TO-2} = N_{TO-2_середній} + N_{TO-2_великий} = 0.22 + 0.24 = 0.46 \text{ дій}$$

2.4.6. Розрахунок трудомісткості техобслуговувань.

Перед тим, як визначити річну трудомісткість по усім видам діяльності необхідно скоректувати трудомісткість нормативу з використанням коефіцієнтів K_1, K_2, K_3, K_4, K_5 [3].

На АТП-11855 для визначення трудомісткості виконання робіт з *ЩО, ТО-1, ТО-2* і *ПР* застосовуються показники нормативної трудомісткості, які зведені в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5

Нормативна трудомісткість виконання робіт з *ЩО, ТО-1, ТО-2* і *ПР* для різних класів автомобілів (люд.-год.)

Тип	Трудомісткість, люд. - год.			
	ЩО	ТО-1	ТО-2	ПР, люд. - год./1000км
Середньої вантажопідйомності	0,5	3,5	12,6	4,0
Великої вантажопідйомності	0,75	3,4	13,8	6,7

Таблиця 2.6

Таблиця корегування нормативів трудомісткості автомобілів всіх класів (люд.-год.)

клас	Найменування дії	Норматив, люд.-год.	Коефіцієнти					Приймаємо до розрахунку, люд.-год.
			K1	K2	K3	K4	K5	
Середній	<i>ЩО</i>	0,5	-	1,0	-	1,35	-	0,67
	<i>ТО-1</i>	3,5	-	1,0	-	1,35	-	4,72
	<i>То-2</i>	12,6	-	1,0	-	1,35	-	17,01
	<i>ПР</i> на 1000 км пробігу	4,0	1,1	1,0	0,9	1,35	1,0	5,35
Великий	<i>ЩО</i>	0,75	-	1,0	-	1,35	-	1,01
	<i>ТО-1</i>	3,4	-	1,0	-	1,35	-	4,59
	<i>То-2</i>	13,8	-	1,0	-	1,35	-	18,63
	<i>ПР</i> на 1000 км пробігу	6,7	1,1	1,0	0,9	1,35	1,0	8,95

Коефіцієнти приймаємо з Загально діючих норм проектування АТП [3, стор.108-112].

2.4.6.1. Визначення річної трудомісткості по щоденному обслуговуванню.

$$T_{\text{ЩО}_{\text{середній}}} = N_{\text{ЩО.Р}} \cdot t_{\text{ЩО}} = 2056 \cdot 0,67 = 1377,5 \text{ люд.} - \text{год.} \quad (2.20)$$

$$T_{\text{ЩО}_{\text{великий}}} = N_{\text{ЩО.Р}} \cdot t_{\text{ЩО}} = 1631 \cdot 1,01 = 1647,3 \text{ люд.} - \text{год.}$$

де $t_{\text{ЩО}}$ – розрахункова трудомісткість ЩО .

$$\sum T_{\text{ЩО}} = T_{\text{ЩО}_{\text{середній}}} + T_{\text{ЩО}_{\text{великий}}} = 1377,5 + 1647,3 = 3024,8 \text{ люд.} - \text{год.}$$

2.4.6.2. Визначення річної трудомісткості по ТО-1 .

$$T_{\text{ТО-1}_{\text{середній}}} = N_{\text{ТО-1Р}} \cdot t_{\text{ТО-1}} = 172 \cdot 4,72 = 811,8 \text{ люд.} - \text{год.} \quad (2.21)$$

$$T_{\text{ТО-1}_{\text{великий}}} = N_{\text{ТО-1Р}} \cdot t_{\text{ТО-1}} = 188 \cdot 4,59 = 862,9 \text{ люд.} - \text{год.}$$

$$\sum T_{\text{ТО-1}} = T_{\text{ТО-1}_{\text{середній}}} + T_{\text{ТО-1}_{\text{великий}}} = 811,8 + 862,9 = 1674,7 \text{ люд.} - \text{год.}$$

де $t_{\text{ТО-1}}$ – розрахункова трудомісткість ТО-1 .

2.4.6.3. Визначення річної трудомісткості по ТО-2 .

$$T_{\text{ТО-2}_{\text{середній}}} = N_{\text{ТО-2Р}} \cdot t_{\text{ТО-2}} = 55 \cdot 17,01 = 935,55 \text{ люд.} - \text{год.} \quad (2.22)$$

$$T_{\text{ТО-2}_{\text{великий}}} = N_{\text{ТО-2Р}} \cdot t_{\text{ТО-2}} = 59 \cdot 18,63 = 1099,2 \text{ люд.} - \text{год.}$$

де $t_{\text{ТО-2Р}}$ – розрахункова трудомісткість ТО-2 .

$$\sum T_{\text{ТО-2}} = T_{\text{ТО-2}_{\text{середній}}} + T_{\text{ТО-2}_{\text{великий}}} = 935,55 + 1099,2 = 2034,8 \text{ люд.} - \text{год.}$$

2.4.6.4. Визначення річної трудомісткості по СО .

$$T_{\text{СО}_{\text{середній}}} = N_{\text{СО.Р}} \cdot S \cdot t_{\text{ТО-2}} = 34 \cdot 0,2 \cdot 17,01 = 115,7 \text{ люд.} - \text{год.} \quad (2.23)$$

$$T_{\text{СО}_{\text{великий}}} = N_{\text{СО.Р}} \cdot S \cdot t_{\text{ТО-2}} = 28 \cdot 0,2 \cdot 18,63 = 104,3 \text{ люд.} - \text{год.}$$

де $S=20\%$ – відсоток від трудомісткості ТО-2 .

$$\sum T_{\text{СО}} = T_{\text{СО}_{\text{середній}}} + T_{\text{СО}_{\text{великий}}} = 115,7 + 104,3 = 220 \text{ люд.} - \text{год.}$$

2.4.6.5. Визначення річної трудомісткості по ПР .

$$PP_{\text{середній}} = \frac{L_{\text{кр}} \cdot \eta}{1000} \cdot t_{\text{ПР}} \cdot A_i = \frac{272160 \cdot 0,16}{1000} \cdot 5,35 \cdot 17 = 3960,5 \text{ люд.} - \text{год.} \quad (2.24)$$

$$PP_{\text{великий}} = \frac{L_{\text{кр}} \cdot \eta}{1000} \cdot t_{\text{ПР}} \cdot A_i = \frac{133120 \cdot 0,28}{1000} \cdot 8,95 \cdot 14 = 4670,4 \text{ люд.} - \text{год.}$$

$$\sum T_{\text{ПР}} = T_{\text{ПР}_{\text{середній}}} + T_{\text{ПР}_{\text{великий}}} = 3960,5 + 4670,4 = 8630,9 \text{ люд.} - \text{год.}$$

2.4.6.6. Визначення річної трудомісткості *ТО-2* ділень.

$$TO2_{\text{д}_{\text{середній}}} = (T_{\text{ТО-2P}} + T_{\text{CO}}) \cdot \frac{\Pi_{\text{д}}}{100} = (935,5 + 115,7) \cdot \frac{20}{100} = 210,2 \text{ люд.} - \text{год.} \quad (2.25)$$

$$TO2_{\text{д}_{\text{великий}}} = (T_{\text{ТО-2P}} + T_{\text{CO}}) \cdot \frac{\Pi_{\text{д}}}{100} = (1099,2 + 104,3) \cdot \frac{20}{100} = 240,7 \text{ люд.} - \text{год.}$$

де $\Pi_{\text{д}} = 20\%$ – процент від *ТО-2*, що виконуються на ділянці. $\sum T_{\text{ТО-2д}} = T_{\text{ТО-2д}_{\text{середній}}} + T_{\text{ТО-2д}_{\text{великий}}} = 210,2 + 240,7 = 450,9 \text{ люд.} - \text{год.}$

2.4.6.7. Визначення трудомісткості *ТО-2* на постах.

$$T_{\text{ТО-2пост}_{\text{середній}}} = (T_{\text{ТО-2}} + T_{\text{CO}}) - T_{\text{ТО-2д}} = (935,5 + 115,7) - 210,2 = 841 \text{ люд.} - \text{год.} \quad (2.26)$$

$$T_{\text{ТО-2пост}_{\text{великий}}} = (T_{\text{ТО-2}} + T_{\text{CO}}) - T_{\text{ТО-2д}} = (1099,2 + 104,3) - 240,7 = 962,8 \text{ люд.} - \text{год.}$$

$$\sum T_{\text{ТО-2пост}} = T_{\text{ТО-2пост}_{\text{середній}}} + T_{\text{ТО-2пост}_{\text{великий}}} = 841 + 962,8 = 1803,8 \text{ люд.} - \text{год.}$$

2.4.6.8. Визначення загальної трудомісткості $T_{\text{заг}_{\text{ПР}}}$ поточного ремонту.

$$T_{\text{заг}_{\text{ПР}_{\text{середній}}}} = T_{\text{ПР}} + T_{\text{ТО-2д}} = 3965,5 + 210,2 = 4175,7 \text{ люд.} - \text{год.} \quad (2.27)$$

$$T_{\text{заг}_{\text{ПР}_{\text{великий}}}} = T_{\text{ПР}} + T_{\text{ТО-2д}} = 4670,4 + 240,7 = 4911,1 \text{ люд.} - \text{год.}$$

$$\sum T_{\text{заг}_{\text{ПР}}} = T_{\text{заг}_{\text{ПР}_{\text{середня}}}} + T_{\text{заг}_{\text{ПР}_{\text{велика}}}} = 4175,7 + 4911,1 = 9086,8 \text{ люд.} - \text{год.}$$

2.4.6.9. Визначення сумарної трудомісткості робіт.

$$T_{\text{СУМ}} = \sum T_{\text{ЩО}} + \sum T_{\text{ТО-1}} + \sum T_{\text{ТО-2пост}} + \sum T_{\text{ПР}_{\text{заг}}} = 3024,8 + 1674,7 + 1803,8 + 9086,8 = 15590,1 \text{ люд.} - \text{год.}$$

де $T_{\text{СУМ}}$ – сумарна трудомісткість робіт.

2.4.6.10. Визначення трудомісткості робіт по самообслуговуванню.

$$T_{CAM} = \frac{T_{СУМ} \cdot K_{CAM}}{100} = \frac{15590 \cdot 1 \cdot 7}{100} = 1091 \text{ .3 люд.} - \text{год.} \quad (2.28)$$

де K_{CAM} – коефіцієнт самообслуговування [табл.2.7].

Таблиця 2.7

Коефіцієнт самообслуговування

Кількість автомобілів	100-200	200-400	Більше 400
K, %	15-12	10-12	10-8

2.4.6.11. Визначення загальної трудомісткості по парку.

$$T_{заг} = T_{СУМ} + T_{CAM} = 15590 \cdot 1 + 1091 \cdot 3 = 16681 \cdot 4 \text{ люд.} - \text{год.} \quad (2.29)$$

2.4.7. Трудомісткість прибирально-мийних робіт.

$$T_{ЦЮ}^P = 0,25 \cdot \sum T_{ЦЮ} = 0,25 \cdot 3024 \cdot 8 = 756 \cdot 2 \text{ люд.} - \text{год.} \quad (2.30)$$

2.4.8. Трудомісткість поточного ремонту.

$$T_{ІР}^P = \sum T_{ІР} - 0,25 \cdot \sum T_{ІР} = 9086 \cdot 8 - 0,25 \cdot 9086 \cdot 8 = 6815 \cdot 1 \text{ люд.} - \text{год.} \quad (2.31)$$

2.4.9. Трудомісткість обслуговування і ремонту, допоміжних робіт (транспортування, прийом-видача матеріальних цінностей, прибирання, ремонт приміщень і т.д.)

$$T_{дон}^P = (0,12...0,15) T_{заг} = 0,13 \cdot 16681 \cdot 4 = 2168 \cdot 6 \text{ люд.} - \text{год.} \quad (2.32)$$

2.4.10. Трудомісткість обслуговування і ремонту власного (технологічного) обладнання.

$$T_{вл_обл}^P = (0,08...0,15) T_{заг} = 0,1 \cdot 16681 \cdot 4 = 1668 \cdot 14 \text{ люд.} - \text{год.} \quad (2.33)$$

2.4.11. Загальна трудомісткість обслуговування і ремонту власного рухомого складу і обладнання АТП.

$$T_{АТП} = T_{заг} + T_{дон}^P + T_{вл_обл}^P = 16681 \cdot 4 + 2168 \cdot 6 + 1668 \cdot 14 = 20518 \cdot 14 \text{ люд.} - \text{год.} \quad (2.34)$$

2.4.12. Розподіл трудомісткості поточних ремонтів по видах робіт.

$$\sum T_{\text{ПР}} = T_{\text{ПР}} + T_{\text{вл-обл}}^P = 9086.8 + 1668.14 = 10754.9 \text{ люд.} - \text{год.} \quad (2.35)$$

Примітка: 45% робіт поточного ремонту виконується в зонах, 55% робіт виконують на ділянках.

$$T_{\text{ПР}}^{\text{рік-зон}} = 10754.9 \cdot 0.45 = 4839.7 \text{ люд.} - \text{год.} \quad (2.36)$$

$$T_{\text{ПР}}^{\text{рік-діл}} = 10754.9 \cdot 0.55 = 5915.2 \text{ люд.} - \text{год.} \quad (2.37)$$

2.4.13. Розподіл річних трудовитрат по ділянках і відділенням.

Таблиця 2.8

Розподіл річних трудовитрат по ділянках і відділенням

Назва ділянки (відділення)	Доля трудовитрат, %	Трудомісткість, люд.-год.
1. Агрегатна ділянка	18	1935,9
2. Слюсарно-механічна ділянка	11	1183,1
3. Електротехнічна ділянка	4	430,2
4. Акумуляторна ділянка	1,5	161,3
5. Відділення паливної апаратури	4	430,2
6. Шиномонтажне відділення	1,5	161,3
7. Ковальсько - ресорне відділення	2	215,2
8. Мідницько - бляхарське відділення	3	322,6
9. Зварювальне відділення	3	322,6
10. Деревообробне відділення	3	322,6
11. Фарбувальна ділянка	4	430,2
Всього:	55%	5915,2

2.4.14. Розрахунок чисельності робітників.

$$\eta_i = \frac{T_i}{\phi_{\text{р.ч.}}}, \quad (2.38)$$

де η_i – розрахункова чисельність робітників, чел.;

T_i – трудомісткість обслуговування чи ремонту, люд. - год.

$\phi_{\text{р.ч.}}$ – фонд річного робочого часу робітника за рік, $\phi_{\text{р.ч.}} = 2008$

Таблиця 2.9

Необхідна кількість робітників

Назва дільниці, зони	Річна трудомісткість, люд.-год.	Кількість робітників	
		Розрахункова	Прийнята
1. Зона ЩО	3024,8	1,51	2
2. Зона ТО-1	1674,7	0,84	1
3. Зона ТО-2	2034,8	1,01	2
4. Зона ПР	4839,7	2,4	3
5. Агрегатна дільниця	1935,9	0,96	2
6. Слюсарно-механічна дільниця	1183,1	0,6	1
7. Електротехнічна дільниця	430,2	0,21	1
8. Акумуляторна дільниця	161,3	0,08	1
9. Відділення паливної апаратури	430,2	0,21	1
10. Шиномонтажне відділення	161,3	0,08	1
11. Ковальсько-ресорне відділення	215,2	0,11	1
12. Мідницько-бляхарське відділення	322,6	0,16	1
13. Зварювальне відділення	322,6	0,16	1
14. Дерево-обробне відділення	322,6	0,16	1
15. Фарбувальна дільниця	430,2	0,21	1
Всього:			20

2.4.15. Розрахунок кількості постів.

$$Z_n = \frac{T_{TO(i)}^p}{\phi_o \cdot n_n \cdot \eta_n}, \quad (2.39)$$

де $T_{TO(i)}^p$ – річна трудомісткість $ТО$ і $ПР$, люд.-год.;

n_{Π} – прийнята кількість робітників на посту; [3]

η_{Π} – коефіцієнт використання робочого часу поста; $\eta_{\Pi}=(0,9\dots0,95)$, [3].

Таблиця 2.10

Необхідна кількість робітників на постах

Назва зони	Річна трудомісткість, люд. - год.	Прийнята кількість робітників, Пп	Кількість постів	
			Розрахун- кова	Прийнята
1. Зона <i>ЩО</i>	3024,8	2	0,84	1
2. Зона <i>ТО-1</i>	1674,7	1	0,93	1
3. Зона <i>ТО-2</i>	2034,8	2	0,1	1
4. Зона <i>ПР</i>	4839,7	3	0,9	1
Всього:				4

2.4.16. Аналіз доцільності організації поточного технічного обслуговування.

Поточне технічне обслуговування автомобілів доцільно при виконанні ряду умов:

- 1) тривалість такту повинна перевищувати ритм:

$$\frac{\tau}{R} \geq 1 \quad (2.40)$$

- 2) кількість заходів (техобслуговувань) за рік повинно бути:

ТО-2 – не менше 5-ти;

ТО-1 – не менше 12-ти.

2.4.17. Розрахунок часу такту і ритму поточного технічного обслуговування

Такт випуску:

$$\tau_{TO-1} = \frac{60 \cdot t_{TO-1}}{P} + t_{nep} = \frac{60 \cdot 8,95}{1} + 2 = 539 \text{ хв} \quad (2.41)$$

$$\tau_{TO-2} = \frac{60 \cdot t_{TO-2}}{P} + t_{nep} = \frac{60 \cdot 23,68}{2} + 2 = 712,4 \text{ хв},$$

де τ – такт тупикового поста;

t_{TO} – трудомісткість одного ТО [3, табл.58];

P – кількість працівників, які одночасно працюють на посту приймаємо з [3, табл.14];

$t_{пер} = 1 - 3хв.$ – час встановлення автомобіля на пост.

Ритм виробництва:

$$R_{TO-1} = \frac{60 \cdot t_{3M} \cdot K_{3M}}{N_{TO-1}} = \frac{60 \cdot 8 \cdot 1}{1.45} = 331.хв \quad (2.42)$$

$$R_{TO-2} = \frac{60 \cdot t_{3M} \cdot K_{3M}}{N_{TO-2}} = \frac{60 \cdot 8 \cdot 1}{0.46} = 1043.5хв ,$$

де t_{3M} – тривалість зміни; $t_{3M} = 8годин$;

$K_{3M} = 1$ – кількість змін;

$N_{TO(доб)}$ – кількість TO за добу.

Умовою проведення ТО поточним способом є виконання нерівності: $t > 2 - 3 R$. Так як умова $t > 2 - 3 R$ виконується, то $TO - 1$ будемо виконувати поточним методом, а $TO - 2$ - на тупикових постах.

Для виконання даної умови необхідно розбити об'єм робіт по $TO - 1$ по постах лінії з врахуванням спеціалізації робіт, їх раціональній послідовності виконання , а також трудомісткості по постах. При цьому трудомісткість робіт по постах повинна бути приблизно однаковою. Загальну кількість робочих на лінії обслуговування рекомендується приймати не менше 5-6 робочих. Керуючись додатком 6 [4] проводимо розподіл робіт TO по всіх постах:

пост 1- діагностичні, регулювальні, кріпильні, зовнішній огляд автомобіля (система запалення, система живлення, люфт рульового керування, люфт підшипників передніх коліс, підкачування шин, встановлення передніх коліс) - 52 %;

пост 2 - діагностичні, регулювальні, кріпильні, (регулювання фар, система сигналізації, система гальм) - 27 %;

пост 3 - мастильні, заправочні та прибиральні роботи - 21 %.

2.4.18. Розрахунок виробничих площ.

Виробничі площі дільниць, відділень, попередньо розраховуються по кількості робітників, зайнятих у даному приміщенні і остаточно коректуються при розміщенні технологічного обладнання.

Виробничі зони ТО і ПР також попередньо розраховуються по числу постів, і коректують після вибору обладнання.

$$F_{\text{дйл}} = f_{\text{пит}} \cdot n_p \cdot K_r \quad (2.43)$$

$$F_{\text{зони}} = f_{\text{п}} \cdot Z_{\text{п}} \cdot K_r,$$

де $F_{\text{дйл}}, F_{\text{зони}}$ – площа чи ділянки зони обслуговування, м^2 ;

$f_{\text{пит}}$ – питома площа на одного робітника, м^2 [табл.2.11];

$f_{\text{п}}$ – питома площа одного поста, м^2 ;

n_p – число робітників, зайнятих на дільниці;

$Z_{\text{п}}$ – кількість постів у зоні обслуговування;

K_r – коефіцієнт густини обладнання.

Таблиця 2.11
Площа виробничих дільниць (відділень)

Назва дільниці (відділення)	Питома площа, $f_{\text{пит}}, \text{м}^2$	Число робітників, n_p	Коефіцієнт густини обладнання , K_r	Площа, м^2	
				Розрахунок ва	Прийнята
1. Агрегатна дільниця	18	2	4	144	150
2. Слюсарно- механічна дільниця	15	1	3	45	50
3. Електротехні- чна дільниця	14	1	3	42	45
4. Акумуляторна дільниця	36	1	3	108	108
5. Відділення паливної апаратури	14	1	3	42	45
6.	27	1	3	81	81

Шиномонтажне відділення					
7. Ковальсько-ресорне відділення	27	1	4,5	121,5	108
8. Мідницько-бляхарське відділення	27	1	4,0	108	108
9. Зварювальне відділення	18	1	4,0	72	80
10. Фарбувальне відділення	22	1	4,0	88	90
11. Діагностичне відділення.	18	2	3	108	104
Всього:					865

Таблиця 2.12
Площі виробничих зон

Вид обслуговування	Питома площа $f_n, м^2$	Кількість постів Z_n	Коефіцієнт густини	Площа, $м^2$	
				Розрахункова	Прийнята
Зона <i>ТО-1</i>	22	1	5	110	120
Зона <i>ТО-2</i>	22	1	5	110	104
Зона <i>ПР</i>	22	1	5	110	150
Всього:					390

2.4.19. Розрахунок площ складських приміщень.

Складські приміщення розраховуються по нормам на 1 млн. км пробігу автомобілів.

$$F_{скл.} = f_{пум.} \cdot L_{АТП} \cdot K_{К.А.} \cdot K_{ОС} \cdot K_K \cdot 10^{-6}, \quad (2.44)$$

де $f_{пум.}$ – питома площа на 1 млн.км пробігу, ;

$L_{АТП}$ – пробіг рухомого складу АТП за рік, км;

$K_{К.А.}$ – коефіцієнт, враховуючий клас автомобіля;

$K_{ОС}$ – коефіцієнт, враховуючий обліковий склад;

K_K – коефіцієнт, враховуючий модифікацію автомобілів.

Річний пробіг автомобілів різних класів:

$$L_{ATP} = \sum L_P^{середній} \cdot A_{СП_середній} + \sum L_P^{великий} \cdot A_{СП_дуже_великий} =$$

$$= 28915 \cdot 2 \cdot 17 + 25702 \cdot 4 \cdot 14 = 851392 \text{ км} \quad (2.45)$$

Таблиця 2.12

Розрахунок площ складських приміщень

Вид зберігання	Пробіг, млн. Км	Питома площа, м ²	Кп.с.	Кр.м.	K _A	Площа, м ²	
						Розрахункова	Прийнята
1. Запасні частини	0,85	2,8	1,05	1,0	1,10	2,38	6
2. Агрегати	0,85	4,60	1,05	1,0	1,10	3,91	10
3. Матеріали	0,85	2,70	1,05	1,0	1,10	2,3	5
4. Шини	0,85	2,3	1,05	1,0	1,10	2	5
5. Мазильні матеріали	0,85	2,60	1,05	1,0	1,10	2,3	5
6. Інструменти	0,85	0,25	1,05	1,0	1,10	0,22	5
7. Лакофарбові матеріали	0,85	0,90	1,05	1,0	1,10	0,8	6
Всього:							42

2.4.20. Загальна площа виробничих і складських приміщень АТП.

$$F_{ЗАГ} = \sum F_{одл.} + \sum F_{зон.} + \sum F_{скл.} = 865 + 390 + 42 = 1297 \text{ м}^2 \quad (2.46)$$

2.4.21. Площа відкритих стоянок автомобілів.

$$F_{ЗАГ} = \sum f(i) A(i) K_{\Pi} \sum \quad (2.47)$$

$f_{(i)}$ – площа, необхідна для одного автомобіля,

$A_{(i)}$ – облікова кількість автомобілів відповідного класу;

K_{Π} – коефіцієнт густини, що враховує наявність проїздів, $K_{\Pi} = 2,5$;

$K_{з.в.}$ – коефіцієнт, що враховує спосіб заїзду-виїзду автомобілів, при 100% незалежності заїзду-виїзду, $K_{з.в.} = 1,2$.

Розрахунок площі стоянок збереження автомобілів проводиться з урахуванням автомобілів, що знаходяться в ТО і ремонті.

2.4.22. Розрахунок кількості автомобілів, що знаходяться в ТО і ПР.

$$A_{KP} = \frac{K'_4 \cdot t_{KP} \cdot N_{KP}}{D_p} \quad (2.48)$$

$$A_{TO} = \frac{K'_4 \cdot t_{TO} \cdot N_{TO}}{D_p} \quad (2.49)$$

$$A_{ПР} = \frac{K'_4 \cdot t_{1000} \cdot L_{пik} \cdot 10^{-3}}{D_p \cdot T} \quad (2.50)$$

де K'_4 – коефіцієнт корегування нормативу простою в ТО і ПР в залежності від пробігу.

$$K'_4 = 1,35 \quad (2.51)$$

Таблиця 2.14

Клас автомобілів	КР (днів)	ТО-2(днів)	ТО-1(днів)	ПР, днів на 1000км пробігу
Середній	15	1,0	0,5	0,3
Великий	20	1,0	0,5	0,4

$$A_{KP_середній} = \frac{1,35 \cdot 15 \cdot 1}{251} = 0,08$$

$$A_{KP_великий} = \frac{1,35 \cdot 20 \cdot 1}{251} = 0,1$$

$$A_{KP} = 0,2$$

$$A_{TO-2_середній} = \frac{1,35 \cdot 1,0 \cdot 55}{251} = 0,3$$

$$A_{TO-2_великий} = \frac{1,35 \cdot 1,0 \cdot 59}{251} = 0,32$$

$$A_{TO-2} = 0,62$$

$$A_{TO-1_середній} = \frac{1,35 \cdot 1,0 \cdot 172}{251} = 0,93$$

$$A_{TO-1_великий} = \frac{1,35 \cdot 1,0 \cdot 188}{251} = 1,01$$

$$A_{ГО-1_сер} = 1,94$$

$$A_{ПР_середній} = \frac{1,35 \cdot 0,3 \cdot 272160 \cdot 0,16 \cdot 17}{251 \cdot 1000} = 1,2$$

$$A_{ПР_великий} = \frac{1,35 \cdot 0,4 \cdot 133120 \cdot 0,28 \cdot 14}{251 \cdot 1000} = 1,12$$

$$A_{ПР} = 2,22$$

Всього: А=5.

Таблиця 2.15

Розрахунок площі стоянок

Класи автомобілів	Списочний склад	В обслуговуванні	Кількість стояно	Габарити Довжина/Ширина	пит-1 м2	Кп	Км	Площа стоянки,
Середній	17	3	14	8 х 3	24	3,0	0,9	907,2
Великий	14	2	12	12х3,5	42	3,0	0,9	1360,8
Всього:	31	5	26					2268

2.4.23. Загальна площа АТП.

$$F_{АТП} = F_{діл.} + F_{зон.} + F_{скл.} + F_{о.ст.} = 865 + 390 + 42 + 2268 = 3565 м^2 \quad (2.52)$$

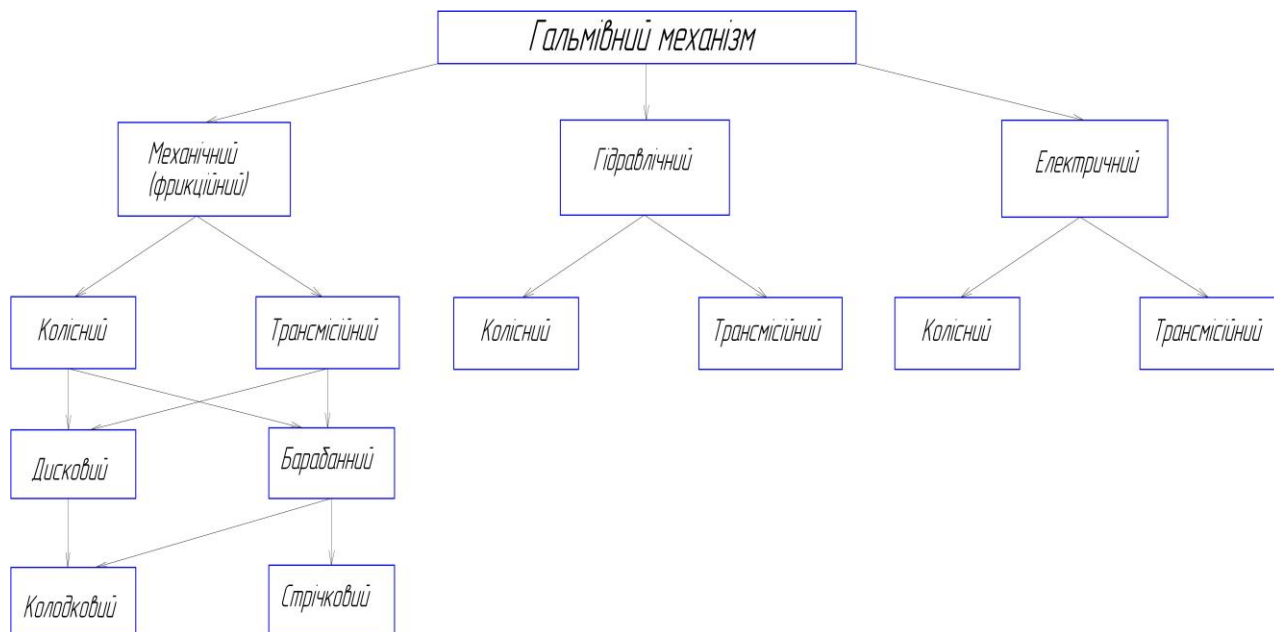
3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА.

3.1. Призначення, класифікація й пропоновані вимоги

Призначення гальмового керування

Гальмове управління автомобіля служить для затримки його руху аж до повної зупинки й для втримання на місці на стоянці.

Класифікація гальмових механізмів



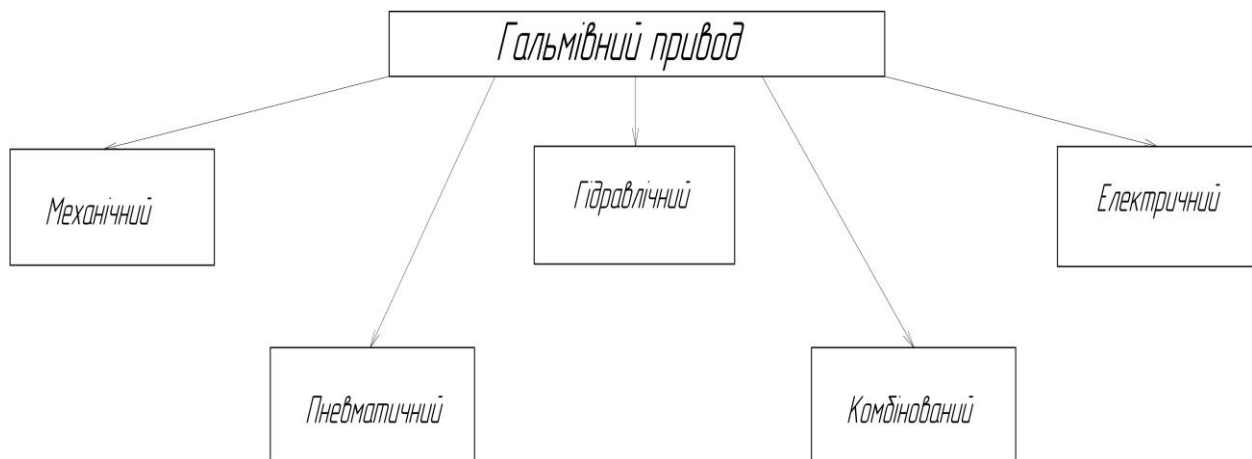
Примусове гальмування може здійснюватися різноманітними способами: механічним, гідравлічним, електричним і позаколісним.

Найбільш поширеними є фрикційні гальмівні механізми. На легкових автомобілях великого класу зазвичай використовують дискові гальмівні механізми на передніх колесах і барабанні колодкові на задніх. У вантажних автомобілях, незалежно від їхньої вантажопідйомності, здебільшого встановлюються барабанні колодкові гальмівні механізми. Проте останніми роками спостерігається тенденція до використання дискових механізмів і на вантажному транспорті.

Барабанні стрічкові гальмівні механізми як колісні практично повністю вийшли з ужитку. У дуже рідкісних випадках їх можна зустріти в ролі трансмісійних механізмів для стоянкової гальмової системи, наприклад, у таких моделях, як МАЗ або БелАЗ-540.

Гідравлічні та електричні гальмівні механізми найчастіше застосовуються в якості уповільнювачів. У певних моделях автомобілів роль гальмасповільнювача виконує двигун, у якому впускний колектор перекривається сталевією заслінкою.

Класифікація гальмових приводів



Механічний привід, що складається з тяг і важелів, переважно застосовується в системах гальмування з ручним керуванням, таких як допоміжна гальмова система або стоянкове гальмо. У цій системі активація гальмового механізму відбувається завдяки м'язовій силі водія. Простота конструкції та стабільна впродовж часу надійність механічного приводу роблять його найпоширенішим вибором для стоянкових гальм.

Гідравлічний привід використовують у робочих гальмових системах легкових автомобілів і вантажівок малої та середньої вантажопідйомності. У даній системі зусилля від педалі передається до гальмових механізмів за допомогою рідини. Для активації гальм також задіюється м'язова сила водія. Щоб полегшити цю задачу, нерідко застосовують гідравлічний привід із вакуумним підсилювачем (наприклад, ГАЗ-66) або пневматичним підсилювачем (Урал-4320).

Останнім часом поширення набувають гідравлічні приводи з насосом. У таких системах енергія двигуна використовується для приведення в дію

гідравлічного насоса безпосередньо або через силові агрегати трансмісії автомобіля. Це забезпечує швидке створення необхідних гальмівних моментів на колесах для ефективного уповільнення транспортного засобу.

Пневматичний привід широко використовується у гальмових системах тягачів, вантажних автомобілів середньої та великої вантажопідйомності, а також автобусів. У таких системах енергія стисненого повітря забезпечує включення гальмових механізмів.

На довгобазових автомобілях та тягачах важковагових автопоїздів часто застосовуються комбіновані гідропневматичні приводи. У цих системах для збільшення гальмівних зусиль використовується енергія стисненого повітря, а передача зусиль до гальмових механізмів здійснюється через рідину.

Електричний привід знаходить своє важливе місце на автопоїздах завдяки здатності передавати енергію на великі відстані з мінімальними затримками у роботі гальмової системи.

Вимоги до гальмових керувань

1. Максимальний гальмовий шлях максимальне, що встановилася затримка відповідно до вимог ДЕРЖСТАНДАРТ 22895-95 г., для пасажирських автомобілів і вантажних автомобілів залежно від типу випробувань.
2. Збереження стійкості при гальмуванні (критеріями стійкості служать: лінійне відхилення, кутове відхилення, кут складання автопоїзда.)
3. Стабільність гальмових властивостей при кількаретовім гальмуванні.
4. Мінімальний час спрацьовування гальмового привода.
5. Силоче, що стежить дія гальмового привода, тобто пропорційність між зусиллям на педаль і приводним моментом.
6. Мала робота керування гальмовими системами - зусилля на гальмові педалі залежно від призначення автотранспортного засобу повинне бути в межах 500...700 Н, хід гальмової педалі 80...180мм.
7. Відсутність органолептичних явищ (слухових).

8. Надійність усіх елементів гальмових систем, основні елементи (гальмова педаль, головний гальмовий циліндр, гальмовий кран і ін.) повинні мати гарантовану міцність, не повинні виходити з ладу протягом гарантованого ресурсу, повинна бути також передбачена сигналізація, що сповіщає водія про несправність гальмової системи.

Аналіз гальмових механізмів

Для оцінки гальмових механізмів служать наступні критерії:

Коефіцієнт гальмової ефективності.

Це відношення гальмового моменту, створюваного гальмовим механізмом до умовного приводного моменту:

$$K_g = M_{\text{гтор}} / (P r_{\text{гтр}})$$

Де:

$M_{\text{гтор}}$ - гальмовий момент.

(P - сума приводних сил.

$r_{\text{гтр}}$ - радіус додатка результуючих сил тертя.

Гальмова ефективність повинна оцінюватися роздільно при русі вперед та назад.

Стабільність.

Цей критерій характеризує залежність коефіцієнта гальмової ефективності від зміни коефіцієнта тертя. Ця залежність представляється графіком статистичної характеристики гальмового механізму. Кращою стабільністю мають гальмові механізми, характеризуємі лінійною залежністю.

Урівноваженість.

Урівноваженими є гальмові механізми, у яких сили тертя не створюють навантаження на підшипники колеса.

Для оцінки конкретних конструкцій гальмових механізмів необхідно додатково користуватися розрахунковими нормативами (тиск на колодці, нагрівши гальмового барабана). Дотепер уважалося, що барабанні гальмові механізми найбільше задовольняють вимогам безпеки руху, але у зв'язку зі

зрослими швидкостями руху автомобіля, підвищуються й вимоги безпеки руху, багато в чому залежних від гальмових якостей автомобіля.

Дисковий гальмовий механізм

Схема дискового гальмового механізму і його статична характеристика на мал. 1.

$M_m = 2P\mu r_g$ - гальмовий момент

$K_g = \frac{M_m}{2P\mu r_g} = \mu$ - коефіцієнт ефективності

при $\mu = 0,35$; $K_g = 0,35$

Дисковий гальмовий механізм одержує все більше поширення завдяки наступним гідностям:

- гарна стабільність. У цей час цій якості віддається перевага перед ефективністю, тому що вважається, що необхідну величину гальмового моменту можна одержати збільшенням приводних сил, застосувавши робітники циліндри більшого діаметра, або застосуванням підсилювача привода. Слід підкреслити, що дисковий гальмовий механізм має найнижчий коефіцієнт ефективності в порівнянні з усіма іншими типами гальмових механізмів;

- малі габарити по ширині, що, наприклад, дозволяє застосувати негативне плече обкатування;

- менша чутливість до води в порівнянні з барабанним гальмом через більший питомий тиск накладок (40-50 кгс/ див² при аварійнім гальмуванні, тобто в 3-4 рази більше, чим у барабанного гальмового механізму);

- малий зазор між накладками й гальмовим диском (0,05-0,08мм), завдяки чому легко здійснюється автоматичне регулювання зазору (за рахунок гумових кілець, установлених у проточках циліндрів поршні, що й щільно обжимають), а так само забезпечується малий хід поршня, що дозволяє збільшити передаточне число привода;

- дискове гальмо відкрите, тому гальмовий диск добре прохолоджується.

До недоліків дискового гальмового механізму слід віднести:

- більш швидке зношування гальмових накладок у порівнянні з накладками барабанних гальмових механізмів;

- дискове гальмо неврівноважене.

Барабанні гальмові механізми

а) Гальмовий механізм із рівними приводними силами й однобічним розташуванням опор.

Переваги й недоліки:

- гальмовий механізм неврівноважений, тому що $N' \neq N'', T' \neq T''$;
- велике зношування накладки первинної колодки;
- статична характеристика гальмового механізму нелінійно, що свідчить про недостатню стабільність;
- коефіцієнт ефективності $K_s = \frac{2\mu}{1-\mu^2}$; при $\mu = 0,35$ $K_s = 0,8$.

б) Гальмовий механізм із рівними переміщеннями колодок

Переваги й недоліки;

- гальмовий механізм урівноважений;
- питомі тиски накладок однакові, отже, обидві накладки мають однакове зношування;
- коефіцієнт гальмової ефективності $K_s = 2K$ при $\mu = 0.35$, $K_s = 0,7$;
- статична характеристика лінійна, гальмовий механізм стабільний;
- широко застосовується на вантажних автомобілях із пневматичним гальмовим приводом.

в) Гальмовий механізм із рівними приводними силами й рознесеними опорами

Переваги й недоліки;

- гальмовий механізм урівноважений
- питомий тиск накладок однаковий, отже обидві накладки мають однакове зношування;
- коефіцієнт гальмової ефективності $K_s = \frac{2\mu}{1-\mu}$; при $\mu = 0.35$, $K_s = 1,08$;
- статична характеристика нелінійна, гальмовий механізм нестабільний;

- на задньому ходу ефективність гальмового механізму знижується вдвічі;

Матеріали, застосовувані в гальмових механізмах

Гальмові барабани для легкових автомобілів і вантажівок з малою та середньою вантажопідйомністю зазвичай виготовляються біметалічними. Вони складаються зі сталевого диска, який під час лиття з'єднується з чавунним ободом, або із гальмового барабана з алюмінієвого сплаву, всередині якого залите чавунне кільце. Для автомобілів з великою вантажопідйомністю застосовують литі барабани із сірого чавуну. У всіх випадках обід гальмового барабана має оребрення, що забезпечує ефективніше відведення тепла та збільшує міцність обода.

Гальмові опорні диски зазвичай виготовляються методом штампування зі сталевого листа. Гальмові накладки можуть бути пресованими, формованими чи плетеними. Найбільше розповсюдження отримали формовані накладки. Вони складаються з коротковолокнистого азбесту, різних наповнювачів (наприклад, окису цинку або залізного сурику) і сполучних компонентів, таких як синтетичні смоли, каучук або їх комбінації. Іноді використовуються пластмасові накладки з додаванням ебоніту та інших матеріалів.

Гальмові колодки виготовляються зі сталі методом штампування та мають приварене ребро для зміцнення конструкції. У деяких випадках застосовуються литі варіанти колодок.

На автомобілях, які перебувають у розпорядженні нашого підприємства, здебільшого використовуються гальмівні системи з гідравлічним приводом. Один із найскладніших та найбільш відповідальних етапів ремонту гальмівної системи — прокачування її вузлів. Виконувати цю операцію вручну не тільки незручно, а й досить трудомістко. Тому ми пропонуємо стенд для автоматичного прокачування гальмівної системи та перевірки її герметичності без необхідності знімати вузли з автомобіля.

Технічне обслуговування гальмової системи.

Технічне обслуговування гальмівної системи автомобіля є важливою складовою забезпечення його безпечної експлуатації. Через часте використання

гальм з часом відбувається зношування компонентів механізмів та їхніх приводів. Якщо ступінь зношування не перевищує встановлені виробником норми, робота системи не порушується. У випадку ж виходу за ці межі необхідне негайне усунення несправностей, оскільки стан гальм значною мірою впливає на безпеку водія і пасажирів, а також інших учасників дорожнього руху.

До основних ознак несправностей гальмівної системи належать знижена ефективність гальмування, підвищене зусилля на педаль, занос автомобіля під час гальмування, пригальмовування коліс під час руху, неповне розгальмовування всіх коліс, скорочення робочого ходу педалі та самовільне спрацювання гальмівної системи при працюючому двигуні. Наприклад, зниження ефективності гальмування проявляється у подовженні гальмівного шляху. Згідно з нормами правил дорожнього руху, при одному натисканні на педаль привода робочого гальма легковий автомобіль повинен забезпечувати рівномірне загальмування всіх коліс на сухій горизонтальній асфальтованій дорозі (при коефіцієнті зчеплення не менше 0,6) на відстані не більше 7,2 метра за швидкості 30 км/год. Водночас кут відхилення автомобіля при гальмуванні не повинен перевищувати 8 градусів.

Найпоширенішими причинами зниження ефективності роботи гальм є:

- витікання рідини з гідравлічного приводу або потрапляння повітря через пошкодження компонентів гальмівних циліндрів, гумових ущільнювачів чи шлангів;
- потрапляння мастильних речовин на фрикційні накладки внаслідок зношування сальників маточин чи півосей або переповнення їх мастилом;
- проникнення рідини з гальмівних циліндрів на накладки.

Для усунення вищезгаданих проблем необхідно провести заміну несправних деталей, очистити фрикційні накладки та барабани від забруднень, підтягнути сполучення елементів системи, а також перевірити та за потреби заповнити рівень рідини і провести її прокачування.

Однією з поширених проблем є потрапляння повітря в гідравлічний привід. Це призводить до виникнення так званого "м'якого педалювання" — педаль стає менш чутливою, її доводиться натискати до кінця. Для усунення цієї проблеми необхідно виконати наступне:

1. Перевірити рівень рідини в живильному бачку головного гальмового циліндра, долити до норми у разі потреби.

2. Очистити клапани випуску повітря одного з коліс від бруду, зняти захисні ковпачки й приєднати до клапана спеціальний гумовий шланг довжиною 350-400 мм, зануливши його вільний кінець у посудину із гальмівною рідиною.

3. Відкрити клапан на пів або три чверті оберту, після чого помічник має кілька разів швидко натиснути на педаль гальма і повільно її відпустити. Рідина разом із бульбашками повітря буде витіснена через шланг у посудину. Процедуру повторюють, поки з шланга не почне витікати чиста рідина без бульбашок. Щоб завершити процес, зафіксуйте педаль у натиснуту тому стані.

У випадку відсутності шланга прокачування гальмівної системи можна виконати за наступною процедурою: натиснути на педаль гальма до її максимального упору та утримувати в цьому положенні. Паралельно інша особа має повернути клапан випуску повітря на півоберта, спостерігаючи за витіканням гальмової рідини. Якщо там присутні бульбашки або піна, слід закрутити клапан, відпустити педаль і повторити процес, доки не піде чиста рідина без домішок повітря. Послідовність прокачування виконується згідно з наведеними раніше рекомендаціями. Для видалення повітря зі системи вакуумного підсилювача необхідно повторити прокачування, але перед початком роботи запустити двигун.

Збільшення зусилля на педалі гальма, необхідного для ефективного гальмування, може бути викликано кількома причинами:

- засміченням повітряного фільтра підсилювача;
- заїданням корпусу клапана внаслідок розбухання діафрагми;

- ушкодженням або нещільним кріпленням вакуумного шланга, що з'єднує підсилювач із системою випуску двигуна.

Для усунення несправностей рекомендується промити повітряний фільтр і належним чином закріпити вакуумний шланг. У разі відсутності ефекту доведеться здійснити ремонт або заміну підсилювача.

Занос автомобіля під час гальмування може виникати через:

- засмічення фрикційних накладок одного чи двох коліс з одного боку;
- витік гальмівної рідини або заїдання поршня в одному з робочих гальмових циліндрів;
- звуження прохідного отвору трубопроводів;
- несправності регулятора тиску в системі гідравлічного приводу задніх коліс.

Для діагностики проблеми потрібно оглянути трубопроводи системи гідроприводу, промити та очистити забруднені елементи, а за потреби здійснити заміну пошкоджених деталей робочих гальмових циліндрів, деформованих трубопроводів та регулятора тиску.

Погіршення накату автомобіля при русі з повністю відпущеною педаллю гальма та нагрівання гальмових барабанів або дисків можуть бути спричинені такими факторами:

- обривом чи ослабленням стяжних пружин колодок;
- зносом або відривом фрикційних накладок на гальмових колодках;
- засміченням компенсаційних отворів або заїданням поршнів у головному гальмовому циліндрі;
- заклинюванням поршнів робочих гальмових циліндрів;
- повним вкручуванням поршня робочого циліндра у площину посадкового кільця;
- відсутністю належного вільного ходу педалі гальма;
- ослабленням кріплень супорта переднього гальма (зокрема на "Москвичі" чи ВАЗ);

- неправильною регуляцією стоянкового гальма, коли між колодками та барабаном немає зазору;
- підвищеним биттям гальмового диска.

Для усунення таких проблем доцільно провести огляд усіх деталей системи, відрегулювати їх або замінити несправні компоненти, забезпечивши стабільну роботу механізму.

У процесі нагрівання всіх гальмових барабанів або дисків необхідно перевірити вільний хід гальмової педалі для забезпечення належного функціонування гальмівної системи.

На автомобілях марки "Москвич" цей параметр регулюється шляхом зміни довжини штовхача поршня вакуумного підсилювача. Для цього слід послабити контргайку, після чого обертати штовхач за накатану частину за допомогою пасатижів. Закручення штовхача у вилку збільшує вільний хід педалі, а викручення — зменшує.

На автомобілях марки ВАЗ налаштування вільного ходу гальмової педалі виконується переміщенням втикача стоп-сигналу разом із буфером. Для цього необхідно відкрутити контргайку й відповідно налаштувати положення деталей.

Для автомобілів ЗАЗ процедура регулювання здійснюється обертанням штовхача поршня головного гальмового циліндра після попереднього послаблення контргайки. У разі значного зношення фрикційних накладок рекомендується збільшити вільний хід педалі до моменту, коли різьба поршнів упреться в різьбу кілець робочих гальмових циліндрів. Наступні плавні гальмування призведуть до зміщення кілець у циліндрах, що частково відновить нормальний хід педалі. Для прискорення цього процесу рекомендується виконати п'ять-шість різких гальмувань при русі вперед зі швидкістю до 30 км/год по сухій дорозі, а потім кілька таких же гальмувань при русі заднім ходом.

У випадку перегрівання одного з гальмових барабанів слід демонтувати барабан і перевірити стан стяжних пружин колодок, а також легкість

переміщення поршнів у робочих гальмових циліндрах. Усі пошкоджені пружини та непридатні деталі циліндрів необхідно замінити. На автомобілях ВАЗ та "Москвич" перегрівання переднього гальмового диска можна усунути шляхом підтягування болтів кріплення супорта до кронштейна поворотного стояка. Причиною нагрівання задніх гальмових циліндрів може бути також неправильне регулювання приводу стоянкового гальма.

Для регулювання ходу важеля стоянкового гальма на автомобілях ВАЗ слід виконати такі дії:

1. Перевести важіль у крайнє нижнє положення та підняти його вгору на два зубця сектора.
2. Відкрутити контргайку наконечника троса та, обертаючи регулювальну гайку, натягнути трос.
3. Затягнути контргайку й перевірити хід важеля, який у стані повної фіксації повинен переміщуватися на чотири зубці (кляцання).

Подібна процедура застосовується для автомобілів ГАЗ-24.

На автомобілях "Москвич" довжина кожного троса приводу стоянкового гальма регулюється обертанням регулювальних гайок при послаблених контргайках. Повне гальмування повинно досягатися, коли важіль переміщується на вісім зубців сектора.

Якщо налаштувати гальма шляхом зміни довжини тросів не вдається, слід діяти наступним чином:

1. Підняти задні колеса й демонтувати гальмові барабани.
2. Послабити натяг тросів приводу задніх коліс.
3. Відкрутити контргайку регулювального гвинта.
4. Використовуючи монтажні лопатки, притиснути гальмівні колодки до нижніх опор і розпірної планки,

На автомобілях ЗАЗ передбачено три способи регулювання стоянкової гальмової системи. Потреба в налаштуванні визначається довжиною ходу важеля, який не повинен перевищувати чотири-п'ять кляцань храповика. Якщо хід збільшується, необхідно натягнути троси шляхом переміщення кронштейна

вперед в овальних отворах (попередньо послабивши чотири болти). Після проведеного регулювання потрібно надійно затягнути болти.

У разі максимального використання довжини овальних отворів і залишкового великого ходу важеля необхідно провести другий етап регулювання, перемістивши ролик до іншого отвору. Потім слід виконати остаточне налаштування, перемістивши кронштейн, як зазначено раніше. Якщо і після цього вільний хід важеля залишається надмірним, переходять до третього етапу регулювання: знімають гальмові барабани задніх коліс і змінюють положення розрізних планок у інші прорізи.

Неповне розгальмування коліс може виникати внаслідок таких причин:

- Відсутність вільного ходу педалі гальма через неправильне положення включателя стоп-сигналу.

- Несправність вакуумного підсилювача (заїдання корпусу клапана, пошкодження ущільнювача кришки підсилювача або захисного ковпачка, порушення виступання регулювального болта відносно головного гальмового циліндра).

- Забруднення компенсаційного отвору або заїдання поршня у головному циліндрі.

Для усунення цих несправностей необхідно провести відповідне регулювання, замінити непридатні деталі та прокачати систему гальм. У разі несправності вакуумного підсилювача його потрібно замінити.

Зменшення робочого ходу педалі (так звана "жорстка педаль") може бути спричинене:

- Засмічення компенсаційного отвору головного циліндра або його перекриттям через розбухання внутрішньої манжети.

- Невірним налаштуванням положення педалі, що призводить до відсутності зазору між манжетою й поршнем головного циліндра.

Для вирішення цієї проблеми необхідно прочистити компенсаційний отвір, промити та прокачати гальмову систему. У разі розбухання манжети її

слід замінити. Також рекомендовано відрегулювати положення педалі так, щоб забезпечити встановлений зазор між поршнем і штовхачем (вільний хід педалі).

На автомобілях ВАЗ із вакуумним підсилювачем у гідравлічному приводі може виникати самочинне гальмування під час роботи двигуна. Це зазвичай спричиняється:

- Підсмоктуванням повітря у підсилювач між корпусом клапана і захисним ковпачком через руйнування, перекіс або ненадійне кріплення ущільнювача кришки.

- Недостатнім мастилом ущільнювача.

Для усунення цієї несправності рекомендується або замінити вакуумний підсилювач, або додати мастило в ущільнювальні елементи.

3.2. Стенд для прокачування гальмівної системи автомобіля.

Застосування стенда дозволяє здійснювати процеси прокачування, продування та контролю герметичності елементів гальмівної системи під дією тиску без необхідності демонтажу складових компонентів з автомобіля. У разі виявлення протікання робочої рідини в гідравлічних вузлах її залишки автоматично збираються та видаляються за допомогою спеціального зливного резервуара.

Стеновий пристрій, представлений на рисунку 1, оснащений компресором, який функціонує під управлінням системи регулювання параметрів нагнітального тиску, активованої електродвигуном. Склад конструкції також включає балонний редуктор, розподільник і пневмоважільний підсилювач. Останній здійснює управління штоком головного гальмівного циліндра, який перебуває на етапі тестування. Головний циліндр відповідає за створення робочого тиску на рівні 3 МПа у гальмівній системі. Колектор забезпечує поділ рідини і повітря, яке може потрапляти у трубопроводи під час технічного обслуговування компонентів. Після цього

створений тиск передається до окремих елементів гальмівної системи для проведення перевірки та сервісного обслуговування за допомогою стенда.

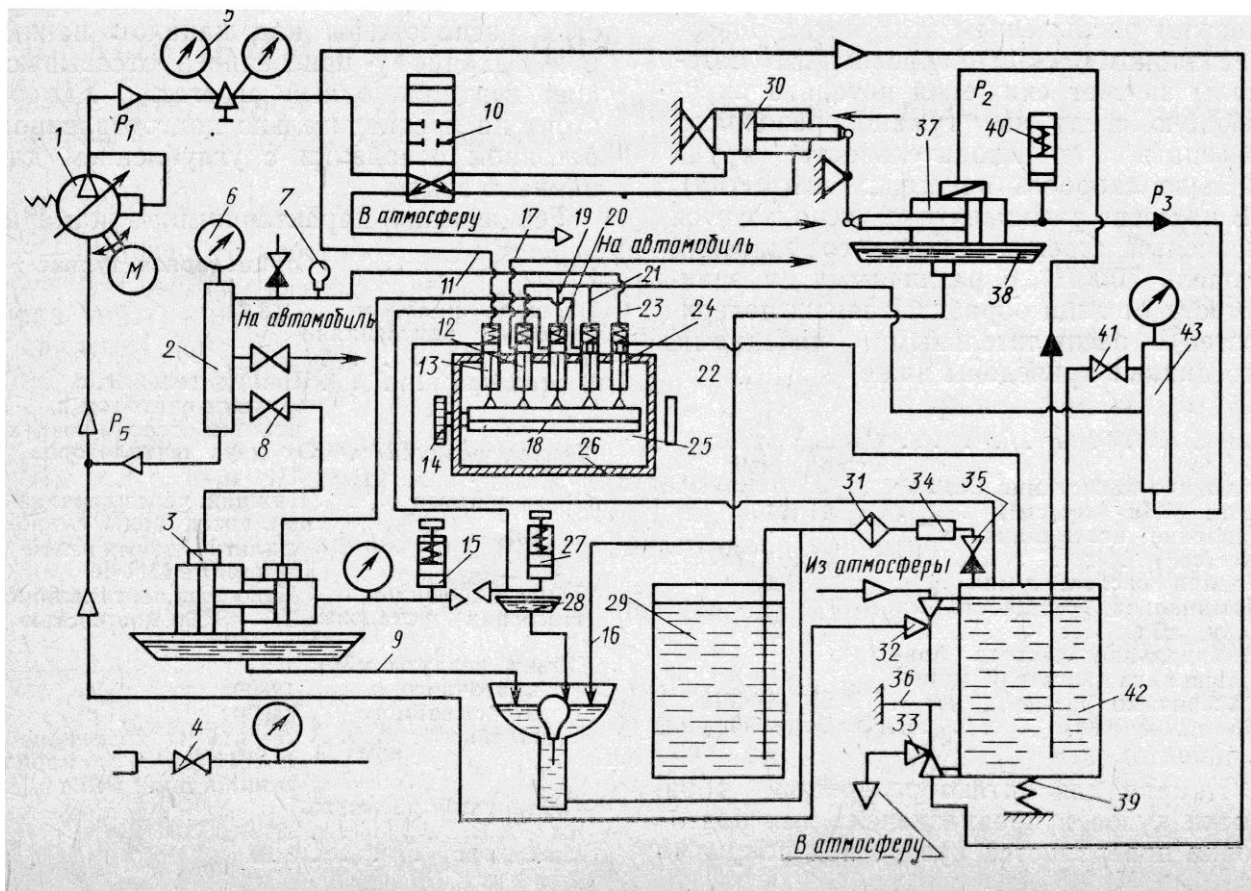


Рис. 1. Схема стенда для прокачування гальм.

Високий тиск, що досягає значення 10 МПа, забезпечується за допомогою гідровакуумного підсилювача 3. До нього під'єднані трубопроводи, які подають робочий тиск P_2 у 0,5 МПа і тиск вакуумної мережі P_5 , що становить 6,5 кПа.

Склад стенда включає кран керування 41 і баки для різних функцій: зливальний 16 із поплавковим індикатором рівня, бак для підживлення 29 і витратний бак 42.

Всіма процесами керує блок управління 25, який містить перепускні клапани 12, 13, 20, 22 і 24. Ці клапани встановлені в корпусі 26 і приводяться в дію через ручку керування 14, що має шість робочих положень та з'єднується з розподільним валом 18. Магістралі стенда з'єднані через трубопроводи 11, 17, 19, 21 і 23.

Перепускний клапан (зображення 2) складається з циліндра 2, напірного конічного клапана 3, який опирається на сідло клапана 4.

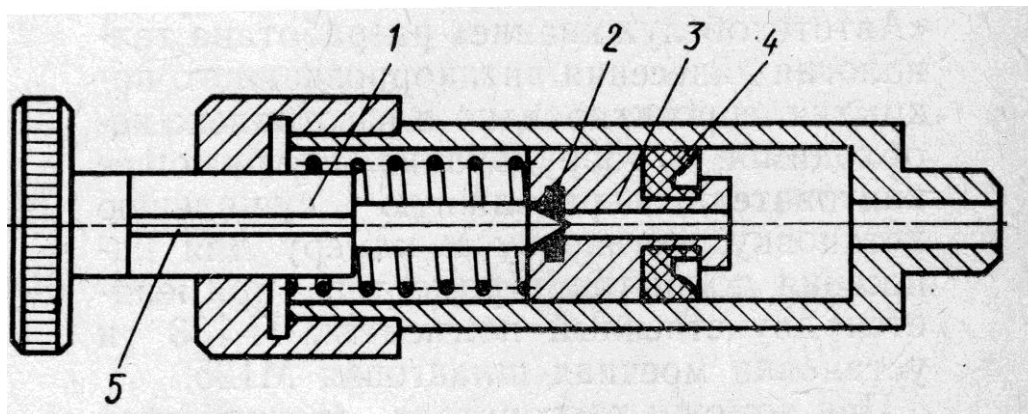


Рис. 2. Перепускний клапан блока керування стендом.

Клапан 3 відкривається за допомогою штовхача 5, який приводиться в дію від розподільного вала. Магістралі з'єднуються через сполучну муфту 1, а закриття клапана забезпечується силою пружини.

Зливний і видатковий баки пов'язані через фільтр 31 (див. мал. 1), а також додатково сполучені з підживлювальним баком 29 зі скляною трубкою 34.

Зворотний клапан 35 спрямовує рідину до видаткового бака 42 і автоматично закривається при перевищенні тиску в останньому.

Система автоматичного підтримання заданого рівня рідини у видатковому баку складається з двох регулювальних клапанів (32 і 33), міцно закріплених на стінці бака, пружини 39, що встановлена під днищем, а також нерухомого упору 36.

У мережі розрідження P5 наявні колектор 2 з вакуумметром, зворотний клапан 6 для відведення стисненого повітря з видаткового бака та гумова груша 7, що призначена для контролю наявності вакууму.

Для автоматичного прокачування гідровузлів стенда використовуються циліндри (мал. 3) 15, 27 і 40. Вони оснащені поршнем 3 із манжетою 4 та гумовим кільцем 2 у центрі днища. Додатково передбачений голчастий

різбовий шток 1 із поздовжнім каналом 5 на периферії для випуску повітря. Пружина утримує поршень у відкритому положенні.

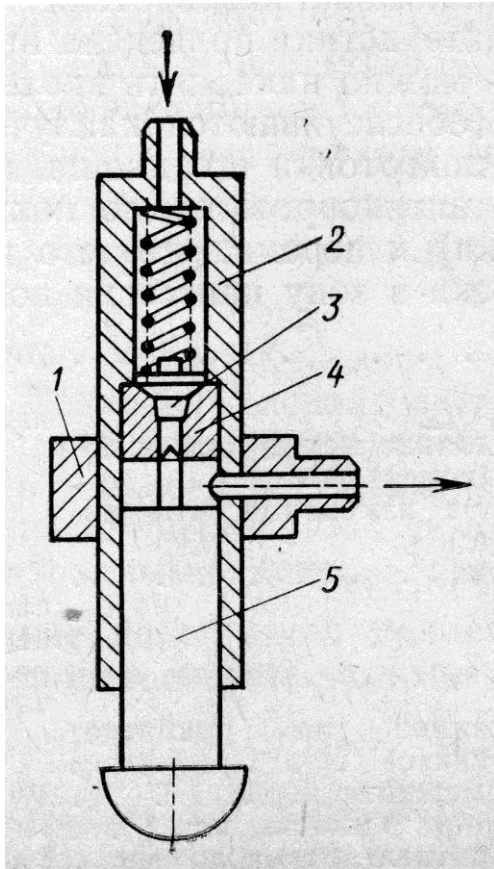


Рис. 3. Циліндр для автоматичного прокачування гідровузлів на стенді.

Для автоматичного збору рідини з гідровузлів, що підтікають, у зливальний бак використовуються ємності 9 і 38 (див. мал. 1), а в самому баку встановлений поплавець. Є також окремий шланг із краном 4. Перед початком роботи всі розподільні клапани повинні перебувати в нейтральному положенні, ручка 14 керування — у першому, трубопроводи й баки заповнюються рідиною.

Прокачування гальмової системи автомобіля.

Нагнітальний трубопровід, підключений через спеціальний штуцер, з'єднують із заливним отвором головного гальмівного циліндра автомобіля,

тоді як зливний трубопровід зі скляною секцією приєднується до перепускного клапана циліндра. Ручка управління 14 встановлюється у положення I, що забезпечує відкриття клапанів 16 і 17. У цей момент тиск рідини в видатковому баку 10 та в системі складає 0,5 МПа. Одночасно відкривають перепускний клапан і виконують прокачування системи згідно з інструкцією.

Процес прокачування контролюють, спостерігаючи за повітряними бульбашками у гальмівній рідині, що проходить через скляну трубку 34 зливного трубопроводу до баку 16. Після завершення процедури ручка управління переводиться в положення IV, завдяки чому відкривається клапан 24, і рідина повертається у видатковий бак 10, а стиснене повітря випускається в атмосферу через зворотний клапан 6.

При цьому гумова груша 7 спочатку заповнюється повітрям, після чого стискається знову, сигналізуючи про початок наповнення видаткового баку 10 рідиною.

Продувка гальмівної системи (для заміни відпрацьованої рідини, очищення трубопроводів і вузлів від забруднень).

Трубопровід нагнітання приєднують до головного гальмового циліндра автомобіля. Кран 14 відкривають, ручку керування встановлюють у положення I, стиснене повітря видавлює рідину з гальмівної системи, і систему продувають (також згідно з інструкцією). Потім кран закривається, а ручка керування переводиться в положення VI.

Доливання гальмівної рідини.

Ручку керування переміщують у положення I, трубопровід нагнітання вводять у горловину заливного бачка головного гальмового циліндра автомобіля, заливають гальмову рідину в картер головного гальмового

циліндра доти, поки вона не з'явиться в отворі кришки. Потім кришку щільно закручують, а ручку керування повертають у положення VI.

Перевірка гальмівної системи під тиском без зняття гідравузлів Ця інструкція детально описує процес виявлення дефектів у гнучких гумових трубопроводах, зокрема розривів кордової основи, а також діагностику і перевірку гідровакуумних підсилювачів й інших елементів вакуумної системи транспортного засобу.

Для перевірки гідровакуумних підсилювачів автомобіля підключається трубопровід вакуумної системи стенда. Замість штатних перепускних клапанів в робочих гальмівних циліндрах встановлюють спеціальні штуцери, оснащені манометрами. Після створення тиску в системі (2–3 МПа) за допомогою педалі гальма відкривають кран 8 на стенді. Розрідження 6,5 кПа передається до гідровакуумних підсилювачів. Якщо вони справні, манометри передніх колісних циліндрів фіксують збільшення тиску до рівня 8–10 МПа.

Оцінка стану гальмівної системи здійснюється за зміною тиску в манометрах. Якщо протягом трьох хвилин тиск падає, це може свідчити про витік гальмівної рідини, джерело якого визначається шляхом візуального огляду. У разі відсутності змін тиску причиною проблем стає несправний підсилювач, що потребує демонтажу, ремонту та перевірки на стенді. Після ремонту його встановлюють назад на автомобіль і повторно тестують всю систему.

Діагностика вакуумної системи автобуса включає перевірку герметичності всіх її компонентів, зокрема дверних механізмів. Для цього трубопровід крана 8 через трійник із вакуумметром і краном 4 з'єднують з одним із шлангів підсилювача та відкривають кран 8. Якщо розрідження (6,5 кПа) зберігається 10 хвилин після закриття крана 4, значить система герметична. У разі втрати розрідження снимається кран керування дверима для перевірки. Його підключають до стенда, приєднуючи вакуумну магістраль до центрального отвору крана, а інші отвори закривають пальцями. Потім ручку

крана переміщують у різні положення та контролюють дані вакуумметра або діють «на слух» відсутності приладу.

Якщо кран керування дверима працює належним чином, тестують зворотний клапан вакуумної системи. Для цього створюють розрідження, від'єднують шланг від колектора й закривають штуцер пальцем: відчуття підсосу свідчить про несправність клапана. За справного клапана можливий дефект одного з трубопроводів дверного механізму. Його знаходять, підключаючи до трубопроводів магістраль зі стисненим повітрям і закриваючи кран 4 для послідовної перевірки.

Для діагностики прихованих порушень герметичності шланги додатково підключаються до мережі стисненого повітря, і перевірка проводиться методом «на слух» через подачу стисненого повітря під тиском 100–150 кПа. У разі виявлення негерметичності кран 4 із манометром приєднують до центрального трубопроводу дверного крана й створюють розрідження. При натисканні на педаль гальма та появі характерного шипіння видаляють несправний гідровакуумний підсилювач і замінюють його діафрагму. Після цього перевірку повторюють для повноти діагностики.

Перевірка головного гальмівного циліндра.

Його встановлюють на стенді, замість циліндра 37 і підключають трубопроводи подачі й зливу. Ручку керування переводять у положення II, при цьому відкривається клапан 17, що й перевіряється вузол заповнюється рідиною, а повітря витісняється через циліндр 40. Потім пневмоважільним підсилювачем створюється тиск, поршень у циліндрі 40 упирається в конус штока, і тиск зростає до 3 МПа. Якщо він витримується протягом 3 хв, значить головний гальмівний циліндр справний.

Перевірка робочого гальмівного циліндра.

Його монтують на стенді за допомогою кронштейна, поршні циліндра стопорять спеціальними притисками. Спочатку циліндр прокачують: до нього

приєднують трубопровід від клапана 20 блоку керування. Ручку керування встановлюють у положення III, при цьому відкриваються клапани 13 і 20. Потім декількома хитами пневмоважільного підсилювача 30 на виході циліндра 37 створюється тиск P_3 , рівний 3 МПа, залишки повітря витісняються через випускний клапан 27. Зазначений тиск повинний утримуватися протягом 3 хв. Якщо необхідно перевірити циліндри високим тиском (100 МПа), до нього приєднують трубопровід від гідровакуумного підсилювача 3.

Перевірка гідровакуумного підсилювача.

До нього приєднують трубопроводи мережі з тиском P_3 і P_5 через кран 8 і клапан 22 блоку керування. Ручка керування ставиться в положення IV, при цьому відкриваються клапани 14 і 17, проводиться прокачування, а повітря витісняється через випускний циліндр 15.

Потім за допомогою пневмоважільного підсилювача 30 на виході циліндра 37 у системі створюють тиск P_3 (3 МПа), який буде передаватися на вхід гідровакуумного підсилювача. Якщо він справний, то на виході манометр покаже тиск 10 МПа.

Відсмоктування рідини з вузлів, що перевіряються на стенді.

Ручка керування встановлюється в положення V, при цьому відкриваються клапани 13 і 15 і відкривають кран 41. Розрідження через видатковий бак 42 по трубопроводах передається на відкритий кран 41, головний (37) або робочий гальмівний циліндр і баки 16 і 29, тому видатковий бак заповнюється рідиною, що витісняється як з вузлів, що перевіряються, так і з баків 16 і 29, поки не спрацює клапан 35. Для відсмоктування рідини з гідровакуумного підсилювача при відкритому крані 41 ручка керування встановлюється в положення VI.

Очищення й перекачування рідини зі зливального бака у видатковий.

Ручка керування при відкритому крані 41 переводиться в положення V, і розрідження по трубопроводах передається з видаткового бака в зливальний. Рідина очищається, проходячи через фільтр 31.

Автоматична підтримка заданого рівня рідини у видатковому баці.

Для цього використовується спеціалізована система, що складається з двох регулюючих нормально закритих клапанів (32 і 36), пружини 39 і стаціонарного упору 30. Клапан 35 відповідає за обмеження верхнього рівня рідини, а клапан 36 контролює нижній рівень.

Принцип роботи системи наступний.

Коли рівень рідини у видатковому баку знижується, бак піднімається під впливом сили пружини. У цей момент стаціонарний упор починає тиснути на шток клапана 33, відкриваючи його і з'єднуючи магістраль стисненого повітря із зовнішньою атмосферою. Це спричиняє зниження тиску в системі до рівня, коли автоматика активує компресор 1. Компресор створює розрідження (P5), яке через відкритий кран подається по трубопроводу в бак підживлення (29). Завдяки цьому рідина починає перекачуватися з бака підживлення в бак 42.

Під вагою рідини видатковий бак опускається, долаючи опір пружини 37, в результаті чого клапан 36 закривається. При подальшому опусканні бака стаціонарний упор починає тиснути на клапан 32, знову-таки з'єднуючи трубопровід розрідження із зовнішньою атмосферою. У результаті перекачування рідини припиняється, і компресор автоматично вимикається.

Розрахунок і вибір елементів і параметрів гілки робочого (P_3) тиску гідросистеми

1. Вибір робочої рідини

В якості робочої рідини приймаємо індустріальне мінеральне масло 20 з середньою кінематичною в'язкістю $\nu = 2 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$

2. Визначення діаметра поршня :

$$D = \sqrt{\frac{4P}{\pi p \eta_{\text{мех}}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 16000}{3,14 \cdot 25 \cdot 10^5 \cdot 0,86}} = 0,097 \text{ м}$$

Приймаємо $D = 0,1 \text{ м} = 100 \text{ мм}$.

3. Визначення мінімального необхідного тиску у робочій порожнині привода :

$$P_{\text{min}} = \frac{4P}{\pi D^2 \eta_{\text{мех}}} = \frac{4 \cdot 16000}{3,14 \cdot (0,1)^2 \cdot 0,86} = 23,7 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2.$$

4. Вибір діаметра штока

$$d = (0,4 \div 0,5) D = 0,45 \cdot 0,1 = 0,045 \text{ м}.$$

Приймаємо $d = 0,045 \text{ м} = 45 \text{ мм}$.

5. Визначення найбільших витрат рідини на лінії підводу:

$$Q_{\text{max}} = \frac{\pi D^2}{4} V_{\text{б.п.}} = \frac{3,14 \cdot (0,1)^2}{4} \cdot 6,5 \cdot 10^{-2} = 5,1 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{с} = 31,2 \text{ л/хв}$$

6. Вибір реверсивного розподільника.

За витратами $Q_{\max}$ вибираємо реверсивний розподільник з гідрокеруванням типу P102

7. Визначення діаметру трубопроводів на лінії підведення:

$$d_{T.1} = \sqrt{\frac{4Q_{\max}}{\pi V_{\text{дон}}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 5.1 \cdot 10^{-4}}{3.14 \cdot 3}} = 1.5 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

Так як $V_{\text{дон}} = 3 \text{ м/с}$ приймаємо $d_{T.1} = 15 \text{ мм}$

8. Визначення витрат на лінії зливу при швидкому підведенні:

$$\begin{aligned} Q_{\text{зл. max}} &= \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} \cdot V_{\text{ш.в.}} = \\ &= \frac{3.14(0.1^2 - 0.045^2)}{4} \cdot 6.5 \cdot 10^{-2} = 4.1 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3 / \text{с} = 25.1 \text{ л / хв} \end{aligned}$$

9. Визначення діаметру трубопроводу на лінії зливу. Приймавши допустиму швидкість рідини 2,5 м/с, отримаємо:

$$d_{T.2} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\text{зл. max}}}{\pi \cdot V_{\text{дон.ск.}}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 4.1 \cdot 10^{-4}}{3.14 \cdot 2.5}} = 1.44 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

Приймаємо $d_{T.2} = 20 \text{ мм}$.

10. Визначення витрати рідини при робочому ході привода:

а) на лінії підводу:

$$\begin{aligned} Q_{11} &= \frac{\pi D^2}{4} V_{P1} = \\ &= \frac{3.14 \cdot 0.1^2}{4} \cdot 1.5 \cdot 10^{-2} = 1.2 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3 / \text{с} = 7.4 \text{ л / хв} \end{aligned}$$

$$Q_{12} = \frac{\pi D^2}{4} V_{p2} =$$

$$\frac{3,14 \cdot 0,1^2}{4} \cdot 0,8 \cdot 10^{-2} = 0,63 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{с} = 3,86 \text{ л/хв}$$

б) на лінії зливу:

$$Q_{21} = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} V_p =$$

$$\frac{3,14 \cdot (0,1^2 - 0,045^2)}{4} \cdot 1,5 \cdot 10^{-2} = 0,94 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{с} = 5,76 \text{ л/хв} \cdot$$

$$Q_{21} = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} V_p =$$

$$\frac{3,14 \cdot (0,1^2 - 0,045^2)}{4} \cdot 0,8 \cdot 10^{-2} = 0,5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{с} = 3,1 \text{ л/хв} \cdot$$

11. Вибір дроселя:

За витратою Q_1 вибираємо дросель з регулятором типу ПГ77–12 [1] і фільтр пластинчастий типу 12–25КВ ГОСТ–16026–80 [1].

12. Визначення дійсної швидкості руху рідини в трубопроводах при робочому ході привода:

а) на лінії підводу:

$$V_1 = \frac{4Q_1}{\pi d_{T.1}^2} = \frac{4 \cdot 1,2 \cdot 10^{-4}}{3,14 \cdot 0,015^2} = 0,68 \text{ м/с} \cdot$$

б) на лінії зливу:

$$V_2 = \frac{4Q_2}{\pi d_{T.2}^2} = \frac{4 \cdot 0,94 \cdot 10^{-4}}{3,14 \cdot 0,02^2} = 0,3 \text{ м/с} \cdot$$

13. Визначення режиму руху рідини за числом Рейнольдса :

а) на лінії підводу:

$$R_{l1} = \frac{V_1 d_{T1}}{\nu} = \frac{0,68 \cdot 0,015}{2 \cdot 10^{-5}} = 510 \cdot$$

Так як $R_{l1} = 510 < R_{кр} = 2300$, то режим руху ламінарний;

б) на лінії зливу :

$$R_{l2} = \frac{V_2 d_{T2}}{\nu} = \frac{0,3 \cdot 0,02}{2 \cdot 10^{-5}} = 300 < R_{кр} \cdot$$

Режим руху – ламінарний.

14. Визначення коефіцієнту тертя для рідини

а) для підводу:

$$\lambda_1 = \frac{64}{R_{l1}} = \frac{64}{510} = 0,125 \cdot$$

б) для лінії зливу:

$$\lambda_2 = \frac{64}{R_{l2}} = \frac{64}{300} = 0,21$$

15. Визначення витрати тиску на тертя по довжині трубопроводу:

а) для лінії підводу:

$$\Delta p_{l1} = \lambda_1 \frac{L_1 V_1^2}{d_{T,1} 2g} \gamma = 0,125 \cdot \frac{4,5 \cdot 0,68^2}{0,015 \cdot 2 \cdot 9,81} \cdot 9,2 \cdot 10^3 = 0,081 \cdot 10^5 \text{ Н / м}^2$$

.

де $\gamma = 9,2 \cdot 10^3 \text{ Н/м}^3$ – питома вага мінерального масла.

б) для лінії зливу:

$$\Delta p_{l2} = \lambda_2 \frac{L_2 V_2^2}{d_{T,2} 2g} \gamma = 0,21 \cdot \frac{4,8 \cdot 0,3^2}{0,02 \cdot 2 \cdot 9,81} \cdot 9,2 \cdot 10^3 = 0,021 \cdot 10^5 \text{ Н / м}^2$$

16. Визначення втрат тиску в місцевих опорах.

На лінії підводу:

а) у реверсивному золотнику:

$$\Delta p'_{M1} = \Delta p_z \cdot \left(\frac{Q_1}{Q_{табл}} \right)^2 = 0,4 \cdot \left(\frac{7,4}{40} \right)^2 \cdot 10^5 = 0,014 \cdot 10^5 \text{ H / м}^2$$

б) у фільтрі

$$\Delta p''_{M1} = \Delta p_{\phi} \cdot \left(\frac{Q_1}{Q_{табл}} \right)^2 = 1 \cdot 10^5 \left(\frac{7,4}{8,0} \right)^2 = 0,86 \cdot 10^5 \text{ H / м}^2$$

г) у дроселі $\Delta p''_{M1} = 2 \cdot 10^5 \text{ H / м}^2$

На лінії зливу :

у реверсивному золотнику

$$\Delta p_{M2} = \Delta p_z \cdot \left(\frac{Q_2}{Q_{табл}} \right)^2 = 0,4 \cdot 10^5 \left(\frac{5,76}{40} \right)^2 = 0,008 \cdot 10^5 \text{ H / м}^2$$

17. Визначення сумарних втрат тиску

На лінії підводу:

$$\Delta p_1 = \Delta p_{l1} + \Sigma \Delta p_{M1} = (0,081 + 0,014 + 0,86 + 2) \cdot 10^5 = 2,96 \cdot 10^5 \text{ H / м}$$

На лінії зливу:

$$\Delta p_2 = \Delta p_{l2} + \Sigma \Delta p_{M2} = 0,021 \cdot 10^5 + 0,008 \cdot 10^5 = 0,029 \cdot 10^5 \text{ H / м}$$

.

18. Визначення втрат тиску на лінії зливу в робочій порожнині:

$$\Delta p_{2\text{прив}} = \Delta p_2 \frac{D^2 - d^2}{D^2} = 0,029 \cdot 10^5 \frac{(0,1^2 - 0,045^2)}{0,1^2} = 0,023 \cdot 10^5 \text{ H / м}^2$$

.

19. Визначення робочого тиску, на який повинен бути налагоджений запобіжний клапан:

$$p_{\text{роб}} = p_{\text{мін}} + \Delta p_1 + \Delta p_{2\text{прив}} = (23,7 + 2,96 + 0,023) \cdot 10^5 = 26,7 \cdot 10^5 \text{ H / м}^2$$

.

Приймаємо $p_{\text{роб}} = 27 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2$

ВИСНОВКИ

1. Проведено аналіз роботи підприємства та запропоновано заходи щодо удосконалення технологічних процесів у зоні ТО і ПР підприємства.
2. Проведено розрахунки виробничо-технічної бази підприємства. Визначено основні показники зони ТО і ПР.
3. На основі аналізу вимог до гальмівної системи та технології її ТО і ПР розроблено стенд для прокачування гальмівної системи. Підібрано його компоненти та проведено розрахунки гідравлічної системи.

Література

1. Наказ Держспоживстандарту України “Про затвердження переліку продукції, що підлягає обов’язковій сертифікації в Україні” від 01.02.2005 № 28, зареєстрований в Міністерстві юстиції України 04.05.2005 за № 466/10746.
2. ДСТУ 3-004-2000 Колеса для пневматичних шин з ободами нерозбірними глибокими з посадочними полицями 5 з формою бортових закраїн В, J, К, L. Приєднувальні розміри для кріплення до маточини. Загальні технічні умови.
3. ДСТУ 3-008-2000 Колеса для пневматичних шин. Ободи глибокі і глибокі широкі з посадочними полицями 15° з номінальними діаметрами 17,5; 19,5; 20,5; 22,5; 24,5; 26,5. Основні розміри.
4. ISO 14400:2005 Road vehicles – Wheels and rims – Use, general maintenance and safety requirements and out-of-service conditions (Колісні транспортні засоби
5. — Колеса та ободи — Застосування, загальні вимоги до технічного обслуговування та безпеки і умови виведення зі сфери експлуатації).
6. Ребров О.Ю. Вибір параметрів шин сільськогосподарських тракторів: монографія. Харків. Видавець: О.А. Мірошніченко, 2021. 304 с
7. Проектування підприємств технічного сервісу будівельної техніки : Навчальний посібник / С. С. Карабиньощ, А. В. Новицький, З. В. Ружилю. Київ: НУБіП України, 2019. 171 с.
8. Канарчук В.Є., Лудченко О.А., Чигринець А.Д. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. У 3 кн. Кн. 2. Організація, планування й управління. Київ : Вища шк., 1994. 383с.
9. Технічний сервіс в агропромисловому комплексі: навчальний посібник / Коновалюк О.В., Кіяшко В.М., Колісник М.В. Київ : Аграрна освіта, 2013. 404 с.

10. Техніко-економічне обґрунтування інженерних рішень на СТО та АТП : навч. посібн. / 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.
11. Технологічне проектування підприємств автомобільного транспорту: навч. посібн. / І.П. Курніков, М.К. Корольов, В.М. Токаренко. Київ : Вища шк., 1993. 191с.
12. Основи проектування і конструювання машин. Навч. посібн. / І.І. Назаренко, І.М. Берник. Київ : Видавництво «Аграр Медіа Груп». 2013. 544 с.
13. Довідник по нормуванню праці на ремонтних роботах. Київ : Урожай, 1988. 264 с.
14. Каталог довідник "Усе про шини". <http://www.technoopttorg.com.ua/>
15. Основи охорони праці: Підручник. 2-ге видання, доповнене та перероблене. / За ред. К. Н. Ткачука і М. О. Халімовського. Київ : Основа, 2006. 448 с..
16. Деталі машин. Основи теорії та розрахунків : навч. посібн. для студентів машинобудівних спеціальностей усіх форм навчання / А. В. Гайдамака. – Харків : НТУ «ХПІ», 2020. 275 с.
17. <http://mehanik-ua.ru/lektsiji-transmisiya-i-khodova-chastina/1500-kolesa-avtomobilya-sklad-vidomosti.html>
18. Кобзар Є.П., Зайцев С.О., Шостачук А.М. Технологічне проектування станцій технічного обслуговування та автотранспортних підприємств : навчальний посібник для самостійної роботи студентів. – Житомир : ЖДТУ, 2010. – 231 с.
19. Лудченко О.А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів: Технологія: Підручник. – К.: Вища шк., 2007. – 527 с.: іл;
20. Марков о. д. М.. 26 Станции технического обслуживания автомобилей. К.: Кондор, 2008. --536 с. 16 цветн. ил.
21. Андрусенко С. І. Технологічне проектування автотранспортних підприємств: навч. посіб. / Андрусенко С.І., Білецький В.О., Бортниць. – К.: Карівела, 2009. – 368 с.

22. Конарчук В. Є. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. Книга 1: теоретичні основи. Технологія: підручник / В. Є. Конарчук, О. А. Дудченко, А. Д. Чигиринець – К.: “Вища школа”, 1994.- 342 с.

23. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни: «Технологічне проектування АТП і СТО та сервіс автомобілів» для студентів другого рівня вищої освіти освітнього ступеня «Бакалавр» спеціальність 274 «Автомобільний транспорт» Шумляківський В.П. – Житомир 2007. - 230 с.

24. Канарчук В.Є. та ін. Організація виробничих процесів на транспорті в ринкових умовах, - К.: Логос, 1996. - 348 с.

25. Сивко В.Й. Розрахунки з охорони праці : Навч. Посібник.- Житомир: РВВ ЖІТІ, 2001 - 151 с

26. С.О.Зайцев, Р.В.Колодницька, Є.П.Кобзар. Техніко-економічне проектування автотранспортного підприємства: Навчальний посібник.- Житомир:ЖІТІ,2001.-285 с.

27. Норми витрат палива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті. – К.: Міністерство транспорту України, 2008. – 80с.

28. Правила охорони праці на автомобільному транспорті. Державний нормативний акт про охорону праці ДНАОП 0.00 – 1.28 – 97. – К.: Держнагляд охорони праці, 1997. – 328с.