

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра агроінженерії

Допущено до захисту
“ ” 2024 р.
Зав. кафедри к.т.н., доцент
(науковий ступінь, вчене звання)
А.В. Войтік
(підпис) (ініціали, прізвище)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до дипломної роботи
магістр
(освітній рівень)

Тема роботи: **«Проектування ділянки ремонтного цеху для технічного обслуговування та ремонту гальмівних систем вантажних автомобілів»**

Виконав: студент 2 курсу, групи 21м-ім
освітньої програми магістр
спеціальності 208
«Агроінженерія»
Красюк Олександр Олександрович
(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доцент Петриченко Є.А.
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
 Інженерно-технологічний факультет
 Кафедра агроінженерії

Освітня програма магістр
 Спеціальність 208 «Агроінженерія»
 (код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
 Завідувач кафедри _____
А.В. Войтік
 “ ” _____ 2024 р.

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ

студенту Красюку Олександру Олександровичу
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Проектування дільниці ремонтного цеху для технічного обслуговування та ремонту гальмівних систем вантажних автомобілів»

керівник роботи к.т.н., доцент Петриченко Є.А.
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “14” листопада 2024 р. № 01-06/261

2. Строк подання студентом роботи 25.11.2024 р.

3. Вихідні дані до роботи: Марки автомобіля, технологічний процес діагностики, дані підприємства.

4. Перелік питань, які потрібно розробити:
 - 00

5. Перелік презентаційних матеріалів: презентація (не більше 20 слайдів).

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Дата підпису	
		видали завдання	прийняв завдання
Техніко-економічне обґрунтування	Петриченко Є.А.к.тн., доцент		
Охорона праці	Прокопенко Е.В., доцент		

7. Дата видачі завдання 23 квітня 2024 року**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	При-мітка
1.	Підбір та вивчення літературних джерел, підготовка вступу	30.04.2024 р.	
2.	Розділ 1.	14.05.2024 р.	
3.	Розділ 2.	28.05.2024 р.	
4.	Розділ 3.	11.06.2024 р.	
5.	Розділ 4.	25.06.2024 р.	
6.	Розділ 5.	24.09.2024 р.	
7.	Виконання ілюстративної частини роботи	23.10.2024 р.	
8.	Представлення роботи керівнику на перевірку	25.11.2024 р.	

Студент _____
(підпис)Красюк О.О.
(прізвище та ініціали)Керівник роботи _____
(підпис)Петриченко Є.В.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Красюк Олександр Олексійович "Проектування ділянки ремонтного цеху для технічного обслуговування та ремонту гальмівних систем вантажних автомобілів" (Магістерська робота, Уманський національний університет садівництва, 2024: пояснювальна записка на 76 сторінках, 5 розділів, 14 рисунків, 24 таблиці, 32 джерела літератури).

Ця робота присвячена дослідженню закономірностей зносу присадок у моторних мастилах і їхнього впливу на зміну властивостей під час експлуатації автомобілів. Метою дослідження є визначення термінів заміни моторних масел для покращення ефективності транспортних засобів та прогнозування строків їх використання.

Перший розділ описує загально-технічну частину, яка включає технологічний процес поточного ремонту гальмівних систем, опис робочої гальмівної системи та основних її складових, а також методи ремонту кожного з компонентів.

Другий розділ присвячений експериментальним дослідженням. У ньому описано методику дослідження зміни властивостей моторних олиव під час експлуатації. Наведено результати вимірювань основних параметрів якості олив, таких як в'язкість, температура спалаху, лужне і кислотне числа, щільність та інші показники для олив Mobil Delvac MX Extra 10W40 та Shell Rimula R5 M 10W40.

Третій розділ охоплює розрахунок виробничої програми технічного обслуговування і ремонту автомобілів, а також розробку технологічних рішень для ремонту гальмівних систем. Описуються розрахунки річної кількості робіт, необхідного обладнання, площі ділянки для ремонту та чисельності персоналу.

Четвертий розділ присвячений техніко-економічному обґрунтуванню. У ньому розглядаються економічні аспекти впровадження нових рішень, таких як стенди для демонтажу гальмівних барабанів і накладок, які дозволяють зменшити трудомісткість ремонту та знизити витрати.

ЗМІСТ

1. ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	8
1.1 Технологічний процес проведення поточного ремонту гальмівних систем.....	8
1.2 Робоча гальмівна система.....	8
1.3 Основні складові гальмівної системи і їх ремонт.....	15
2. ТЕОРИТИЧНА ЧАСТИНА.....	30
2.1 Методика експериментального дослідження.....	30
2.2 Результати та обробка експериментальних даних.....	32
3. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА.....	40
3.1 Розробка організаційно-аналітичних рішень.....	40
3.1.1 Розрахунок виробничої програми технічного обслуговування автомобілів.....	40
3.1.2 Розрахунок річного робіт ТО, ПР виробничого корпусу.....	45
3.1.3 Розрахунок чисельності робітників.....	48
3.1.4 Розрахунок постів ТО і ПР автомобілів.....	59
3.1.5 Розрахунок технологічного обладнання ділянки для ремонту гальмівних систем.....	54
3.2 Розробка конструкторських рішень.....	55
3.2.1 Опис конструкції обладнання та їх технічна характеристика.....	55
3.2.2 Розрахунок вузлів пропонованого технологічного устаткування.....	57
3.2.3 Розрахунок площі ділянки ремонту гальмівних систем.....	60
3.2.4 Планувальне рішення ділянки по ремонту гальмівних систем.....	61
4. Охорона праці.....	62
4.1 Вимоги до території підприємства та облаштування споруд і приміщень.....	62
4.2 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих чинників.....	64
4.3 Розрахунок по шуму.....	67

5. Техніко-економічна частина.....	69
5.1 Розробка кошторису витрат на проектування і виготовлення стенду оригінальної конструкції.....	69
5.2 Розрахунок річного економічного ефекту від впровадження конструкторських розробок.....	71
ВИСНОВОК.....	73
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	74

ВСТУП

Останніми роками в Україні спостерігається значне скорочення кількості транспортних засобів, зокрема вантажних автомобілів, що зумовлено зниженням обсягів вантажних перевезень. Для економічної стабільності України ключовими питаннями є зміцнення ролі транспорту, який не тільки забезпечує життєдіяльність населення та розвиток економіки, але й сприяє підтриманню обороноздатності країни та сприяє активним зовнішньоекономічним зв'язкам. Ефективність і тривалість служби двигунів безпосередньо залежать від правильного вибору моторних олів, зокрема, їхнього використання відповідно до конкретних умов експлуатації.

Надійна робота двигуна багато в чому зумовлюється раціональним підбором моторного масла. Особливої уваги потребує вибір моторних олів, оскільки численні тести, проведені різними виробниками, показали, що в багатьох випадках використана олива зберігає свої експлуатаційні властивості і не потребує негайної заміни.

Методики підбору моторного мастила для двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ) і визначення періодичності його заміни були вдосконалені, що дозволяє виявити закономірності зношення присадок та зміни якісних характеристик масла протягом експлуатації. В результаті було розроблено методологію, яка визначає оптимальні терміни використання моторних олів, або можливість їх використання в безперервному режимі.

Для транспортних підприємств, що належать до споживчої кооперації, нагальною є потреба оновлення автопарку. Це є важливою передумовою для забезпечення якісного технічного обслуговування та своєчасного проведення поточних ремонтів.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Технологічний процес проведення поточного ремонту гальмівних систем

На сьогоденному етапі розвитку автотранспортних підприємств (АТП) основним завданням є покращення якості проведення поточного ремонту транспортних засобів, що безпосередньо впливає на їхню надійність в експлуатації. Для досягнення цієї мети необхідно впровадити комплекс інженерних рішень, зокрема: використання передових методів організації ремонту, що дозволяє максимально ефективно задіяти наявні ресурси; вдосконалення технологічних процесів; впровадження сучасного високопродуктивного обладнання з високим рівнем механізації; а також підвищення професійної підготовки персоналу. Реалізація цих заходів дозволить не лише покращити якість ремонтних робіт, а й скоротити час обслуговування вантажних автомобілів [6-8].

Вантажні автомобілі обладнані чотирма основними гальмівними системами: робочою, запасною, стоянковою та допоміжною. Кожна з них виконує важливу функцію: зменшує швидкість до повної зупинки; забезпечує безпечне гальмування або зупинку у разі несправності робочої гальмівної системи; утримує автомобіль на місці як на рівній дорозі, так і на схилах без участі водія; та підтримує стабільну швидкість під час довготривалих спусків.

Допоміжна гальмівна система повинна ефективно виконувати гальмування транспортного засобу без участі інших гальмівних систем на швидкості 30 км/год при русі схилом з ухилом 7% і довжиною 6 км. Вона включає гальмівні механізми та приводи, що забезпечують їхню активацію, дозволяючи підтримувати безпечну та надійну експлуатацію автомобіля в складних умовах.

1.2 Робоча гальмівна система

Робоча гальмівна система відповідає за контроль швидкості автомобіля та його зупинку з необхідною ефективністю. Вона складається з гальмівних механізмів і пневматичного роздільного приводу. У більшості вантажних автомобілів використовуються барабанні гальма з двома внутрішніми симетричними колодками та кулачковими розтискувачами. До зовнішніх

поверхонь колодок прикріплені фрикційні накладки. Колодки, спираючись на вісь, встановлену в супорті, стискаються пружинами, завдяки чому постійно притиснуті до розтискного кулака через ролики. На шліцьових кінцях валів розтискних кулаків знаходяться регульовальні важелі, з'єднані з вилками штоків гальмівних камер. Коли важіль повертається, кулак розтискає колодки, притискаючи їх до барабана.

Гальмівна система використовує два окремі контури: один для коліс заднього моста, інший – для коліс переднього та середнього мостів. Привод включає компресор, ресивери, захисну та регулюючу апаратуру, а також двосекційний гальмівний кран з механічним ножним приводом.

Стоянкова гальмівна система (також виконує функції запасної) забезпечує утримання автомобіля в нерухомому стані, особливо в разі виходу з ладу робочої гальмівної системи. Гальмування стоянки відбувається через гальмівні механізми коліс переднього та заднього мостів, а активізація гальмівних механізмів відбувається механічно за допомогою стислих пружин енергоаккумуляторів гальмівних камер.

Допоміжна гальмівна система служить для зниження навантаження на робочу гальмівну систему, особливо під час руху на крутих або тривалих спусках. Рекомендується короткочасно використовувати допоміжну систему при ввімкненій передачі під час таких умов.

Під час експлуатації автомобілів можуть виникати несправності гальмівної системи, перелік яких наведений у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Несправності систем гальм автомобілів

Несправності, зовнішній прояв і додаткові ознаки	Вірогідна причина	Спосіб усунення
1	2	3
Пневматичний привід гальмівної системи		
Балони пневмосистеми не заповнюються або	Пневмосистема має значний витік стислого повітря:	Знайти місце витіку стислого повітря
	пошкоджені шланги і (або) трубопроводи;	Замінити шланги і (або) трубопроводу

заповнюються поволі	недостатнє затягування місць з'єднань трубопроводів, шлангів, сполучної і перехідної арматури;	Підтягти місця з'єднань
	недостатнє затягування корпусних деталей апаратів;	Підтягти кріплення корпусних деталей
	корпусні деталі апаратів негерметичні із-за неякісного литва;	Замінити апарат
	наявність забоїн, вм'ятин на торцевих поверхнях бобишек підведення стислого повітря;	Зашліфувати дрібні забоїни, вм'ятини
	значна неперпендикулярність торцевих поверхонь щодо осей різьбових отворів;	Усунути неперпендикулярності торців
	несправний апарат (витік повітря відбувається в атмосфері)	Замінити апарат
	негерметичний балон	Замінити балон
	наявність зламів і м'ятин трубопроводів;	Замінити трубопровід
	наявність транспортної заглушки або чужорідних тіл в трубопроводі	Видалити заглушку, продути трубопровід стислим повітрям
Часто спрацьовує регулятор при заповненні пневмосистеми	Витік стислого повітря в магістралі від компресора до балонів	Знайти місце витіку і усунути її
Не заповнюються балони контурів проміжного, переднього і заднього мостів	Несправний потрібний захисний клапан	Усунути несправність клапана. При необхідності замінити клапан
	Засмічені живлячі трубопроводи	Видалити сторонні предмети з труб
	Несправні роз'єднанні крани у сполучних головок	Усунути несправність. При необхідності замінити крани
Неефективне або відсутність гальмування автомобіля робочим гальмом при натиснутій гальм. педалі	Несправний гальмівний кран	Усунути несправність в гальмівному крані. При необхідності замінити гальмівний кран
Колісні гальмівні механізми працюють повільно	Наявність значного витіку стислого повітря в магістралях після гальмівного крана	Усунути витік повітря
Неефективне або відсутність гальмування	Несправні прискорювальний клапан або гальмівний кран зворотної дії з ручним управлінням	Усунути несправність або замінити несправний апарат

автомобіля гальмом стоянки		
	Засмічені трубопроводи або шланги додаткового контуру	Очистити трубопроводи і продути їх стислим повітрям. При необхідності замінити трубопроводи
	Несправні пружинні енергоаккумулятори	Замінити гальмівну камеру з пружинним енергоаккумулятором
При установці рукоятки крана гальма стоянки в початкове ("розгальмоване") положення автомобіль не розгальмовується	Витік повітря з трубопроводів додаткового контуру, з прискорювального клапана	Знайти місце витіку і усунути її
	Пошкодження або знос упорного підшипника пружинного енергоаккумулятора	Замінити несправну гальмівну камеру з пружинним енергоаккумулятором
При русі автомобіля відбувається мимовільне пригальмовування проміжного і заднього мостів	Несправний двосекційний гальмівний кран	Усунути несправність або замінити кран
Неефективне гальмування причепа- розпуску або відсутність гальмування принатиснутій гальмівній педалі або включеному гальмі стоянки (запасному)	Порушено ущільнення між порожниною пружинного енергоаккумулятора і робочою камерою.	Замінити гальмівну камеру з пружинним енергоаккумулятором
	Витік стислого повітря на автомобілі або причепі-розпуску Несправності: у захисному клапані управління гальмами причепа по одноприводному приводу; у клапані	Визначити місце витіку, усунути витік Замінити несправні апарати
	управління гальмами причепа, в роз'єднуючих кранах і в сполучних головках	
При натисненні на гальмівну педаль ліхтарі сигналізації гальмування не спалахують	Несправні датчики сигналізації включення гальмування або гальма стоянки	Замінити датчики
Гальмівні механізми коліс		
Гальмівні механізми коліс погано утримують автомобіль	Знос накладок гальмівних колодок	Перевірити і відрегулювати зазори, замінити накладки

	Замаслення накладок гальмівних колодок	Перевірити і промити накладки
Пригальмовування одне з коліс автомобіля.	Поломка для ослаблення поворотної пружини колодок	Зняти барабан і замінити поворотну пружину колодок
Пригальмовування всіх або декількох коліс при відпущеній педалі гальма	Мала величина або відсутність зазору між накладками колодок і гальмівними барабанами	Відрегулювати зазори між накладками і барабанами
Компресор пневматичний		
Стукіт в компресорі	Збільшені зазори в підшипниках шатунів	Замінити вкладиші підшипників
Компресор не забезпечує необхідного тиску повітря в пневмо-системі	Ослаблення натягнення приводного пасу	Відрегулювати натягнення ремня
Регулятор тиску із запобіжним клапаном		
У системі не підтримується тиск повітря 0,65-0,82 МПа	Порушення регулювання регуляторатиску	Відрегулювати тиск повітрярегулювальним болтом
	Пошкоджена діафрагма	Замінити діафрагму
Витік повітря з регулятора притиску повітря в системі менше 0,65 МПа	Знос клапанів	Замінити клапани
	Знос і забруднення діафрагми регулювального пристрою	Очистити діафрагму або замінити її
Регулятор тиску не працює, а працює запобіжний клапан при тиску повітря більше 1,0 МПа	Не відкривається діафрагма регулювального пристрою (затиснута, примерзнула і так далі)	Відпустити регулювальний болт, перевірити і очистити діафрагму
	Заклинювання поршня розвантажувального пристрою	Очистити поршень
Негерметичність регуляторатиску	Витік повітря через ущільнюючі кільця	Підтягти корпус пружини пристрою, пробку розвантажувального клапану
Водовідділитель		
Витік повітря із зливного отвору	Негерметичність клапана сливу конденсату	Очистити або замінити клапан
Не спрацьовує клапан сливу конденсату при спрацьовуванні регулятора тиску	Пошкоджена мембрана. Пошкоджено кільце ущільнювача золотника	Замінити мембрану Замінитикільце
Через водовідділитель в системуне нагнітається	Замерзання конденсату в ребристому охолоджувачі і обхідному клапані	Зняти водовідділитель,

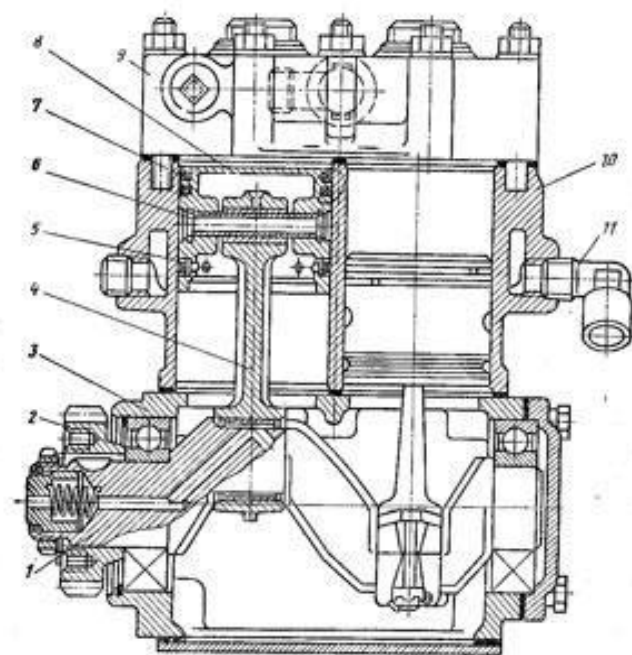
повітря		розігріти і продути стислим повітрям
Негерметичність водовідділителя	Ослаблення затягування кришки з корпусом і ребристого охолоджувача	Підтягти болти кріплення
Двосекційний гальмівний кран		
Неповне розгальмування	Вивернув гвинт регулювання вільного ходу важеля	Регулюванням забезпечити вільн. хід до 5 мм
надмірного тиску в гальмівних камерах	Ослаблення затягування гайки елемента	Затягнути гайку
Витік повітря через випускний отвір	Негерметичність клапанів і кілець із-за пошкодження (зносу) і забруднення	Очистити або замінити елемент ущільнювача
Витік повітря через корпус важеля крана	Негерметичність ущільнення верхнього поршня	Очистити сполучення або замінити кільце
Витік повітря з нерухомого з'єднання	Ослаблення затягування з'єднань	Підтягти з'єднання або замінити кільце
Витік повітря через випускний отвір при натисненні на важіль крана	Негерметичність поршнів нижньої секції, ущільнень корпусів клапанів, а також негерметичність клапанів	Очистити сполучення або замінити елемент ущільнювача
Одинарний захисний клапан		
Витік повітря через атмосферний отвір в кришці	Недостатньо затиснута діафрагма Пошкодження діафрагми	Підтягти болти кріплення кришки Замінити діафрагму
Протизамерзувач		
Витік повітря з системи в резервуар	Пошкодження або знос перепускного клапана	Замінити клапан
Незначний обсяг робочої рідини, в системі	Пошкодження або знос манжети штока	Замінити манжету
Негерметичність протизамерзувача	Ослаблення з'єднання корпусу з резервуаром	Підтягти корпус або замінити кільце
Гальмівний кран з ручним керуванням		
Витік повітря в одному з фіксованих положень рукоятки крана	Негерметичність клапана або рухомого ущільнення корпусу - клапана, поршня	Очистити або замінити елемент ущільнювача.
Витік повітря з-під кришки крана	Негерметичність рухомих ущільнень штока або що направляє	Очистити або замінити кільця ущільнювачів

Крана не фіксується	Поломка пружини рукоятки	Замінити пружину
Клапан з однопровідним приводом управління гальмами причепа		
Витік повітря з під захисного ковпака	Негерметичність випускного (верхнього) клапана	Очистити або замінити клапан
При гальмуванні повітря продовжує виходити з-під кришки в атмосферу	Пошкодження діафрагми Негерметичність впускного (нижнього) клапана	Замінити діафрагму Очистити або замінити клапан
Тиск повітря в балонах причепа не відповідає величині 0,5...0,54МПа	Порушення регулювання апарату	Відрегулювати за допомогою регулювального гвинта
Витік повітря через атмосферний отвір нижньої кришки	Негерметичність по нижньому кільцю ущільнювача корпусу клапана	Підтягти нижню кришку або замінити кільце ущільнювача
Потрійний захисний клапан		
Витік повітря з атмосферного отвору в кришці клапана	Витік повітря з атмосферного отвору в кришці клапана	Витік повітря з атмосферного отвору в кришці клапана
Витік повітря з-під кришок клапана	Нещільне прилягання мембрани (ослаблення затягування)	Підтягти гвинти кріплення кришок
Повітря не поступає в один з контурів пневмосистеми	Заклинювання поршня клапана	Перебрати і відрегулювати клапан. При необхідності замінити
Не відключається один з контурів при його негерметичності. Не зберігається в клапані стисле повітря	Поломка пружини мембрани, поломка пружини клапана, порушена герметичність по поверхні прилягання клапана	Перебрати клапан. При необхідності замінити несправні деталі. Відрегулювати клапан
Фільтр магістральний		
Негерметичність фільтру	Витік повітря через ущільнююче кільце	Замінити кільце ущільнювача
Стисле повітря не проходить через фільтр.	Забруднення елементу, що фільтрує	Очистити і промити елемент, що фільтрує

1.3 Основні складові гальмівної системи і їх ремонт компресору

Поршневий компресор автомобіля (див. рис. 1.1) встановлюється між циліндрами двигуна на спеціальній кришці блоку й отримує рух через ремінну передачу від шківа вентилятора. Для пневматичної системи автомобіля компресор забезпечує стиснене повітря.

Після демонтажу компресора всі його деталі підлягають очищенню, сушінню та перевірці їх технічного стану. Головка блоку, що має тріщини, відколи, пошкодження різьблення в отворах під штуцери та фітинги трубопроводів або деформацію площини прилягання до блоку, підлягає заміні. Допускається зменшення висоти головки після обробки до 46,8 мм (при номінальному значенні 47 мм).



1- вал колінчатий; 2 – шестерня приводу; 3 - картер; 4 - шатун; 5 – маслос’ємне кільце; 6 – поршневий палець; 7 – компресорне кільце; 8 - поршень; 9 - головка блока циліндрів; 10 - блок циліндрів; 11 – підвод охолоджуваної рідини

Рисунок 1.1 – Компресор пневматичний

Під час експлуатації автомобіля можуть виникати тріщини у блоці циліндрів або знос дзеркал циліндрів, що вимагає заміни новими компонентами. Тріщини, окрім згаданих раніше, необхідно заварити. Пошкоджені поверхні площини стику з головою блоку та картером слід обробити до усунення нерівностей. Допускається зменшення висоти блоку циліндрів до 91,6 мм (при номінальному розмірі 92 - 0,14 мм).

У разі пошкодження різьби в отворах під шпильки відновлення методом встановлення спіральних вставок не допускається. Картер компресора, що має знос гнізд під підшипники понад 72,05 мм, підлягає відновленню шляхом встановлення вкрутної втулки. У випадку ослабленої посадки шпильок рекомендується встановити різьбові вставки. Допускається зменшення розміру площин до 157,3 мм (при номінальному розмірі 157,5 - 0,8 мм).

Колінчастий вал компресора із тріщинами або обломами підлягає заміні на новий. Якщо корінні вкладиші валу зношені до діаметра не менше 34,99 мм, їх потрібно обробити до діаметра $36+0,020+0,003$ мм. Шліфування шийок валу здійснюється під ремонтні розміри. Для подальшої експлуатації циліндри розточують і піддають хонінгуванню до ремонтних розмірів, що наведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 - Ремонтні розміри деталей компресора

Деталі	Номінальний розмір, мм	Ремонтні розміри, мм	
		P1	P2
Блок циліндрів	$60,0^{+0,03}$	$60,4^{+0,03}$	$60,8^{+0,03}$
Поршень компресора	$59_{-0,06}^{-0,03}$	$60,3_{-0,06}^{-0,03}$	$60,7_{-0,06}^{-0,03}$
Поршневі кільця компресійні	60,0	60,4	60,8
Поршневі кільця маслознімача	60,0	60,4	60,8
Вкладиші шатуна компресора, д	$1,75_{-0,021}^{-0,013}$	$1,9_{-0,20}^{-0,013}$	$2,05_{-0,021}^{-0,013}$
Вал колінний (Ø шатунових шийок)	$28,5_{-0,021}$	$28,2_{-0,021}$	$27,9_{-0,021}$

Під час розточування допустима овальність і конусність не повинні перевищувати 0,03 мм. Зношені поршні та поршневі кільця необхідно замінювати на ремонтні комплекти (див. таблицю 1.2). Після заміни поршневої групи необхідно виконати балансування поршнів, причому різниця в масі між поршнями не повинна перевищувати 15 грам. Під час заміни поршневої групи комплектуючі потрібно підбирати за даними, наведеними в таблицях 1.3, 1.4 і 1.5.

Кожна деталь цієї групи повинна мати відповідний кольоровий маркер, при цьому поршні та поршневі пальці повинні належати до однієї групи. Допустима непаралельність отворів у головках шатуна не повинна перевищувати 0,1 мм на

довжину 100 мм.

Таблиця 1.3 - Маркування шатунів компресора по групах

	Діаметр отвору під палець, мм	Колір маркування
I	12,507-12,504	синій
II	12,504-12,501	червоний
III	12,501-12,498	білий
IV	12,498-12,495	зелений

Таблиця 1.4 - Маркування поршневих пальців по групах

	Діаметр пальця, мм	Колір маркування
I	12,500-12,497	синій
II	12,497-12,494	червоний
III	12,494-12,491	білий
IV	12,491-12,488	зелений

Таблиця 1.5 - Маркування поршнів компресора по групах

Групи	Діаметр отвору під палець, мм	Колір маркування
I	12,503-12,500	синій
II	12,500-12,497	червоний
III	12,497-12,494	білий
IV	12,494-12,491	зелений

Ослаблення затягування гайки для встановлення шплінта є неприпустимим. Необхідно перевірити легкість обертання колінчастого валу, при цьому момент обертання не повинен перевищувати 7,85 Нм. Після цього встановлюють прокладку на блок із 10 циліндрів і головку блоку з 9 циліндрами. Затягування гайок шпильок головки відбувається з моментом 11,7...15,7 Нм, рівномірно в два етапи. Після вкручування в гнізда головки сідел клапанів встановлюють самі клапани, пружини, а потім закручують пробки у головку. Далі необхідно встановити шпонку, напресувати шків приводу, а також затягнути гайку кріплення шківів з моментом 39,2...49,1 Нм та зашплінтувати.

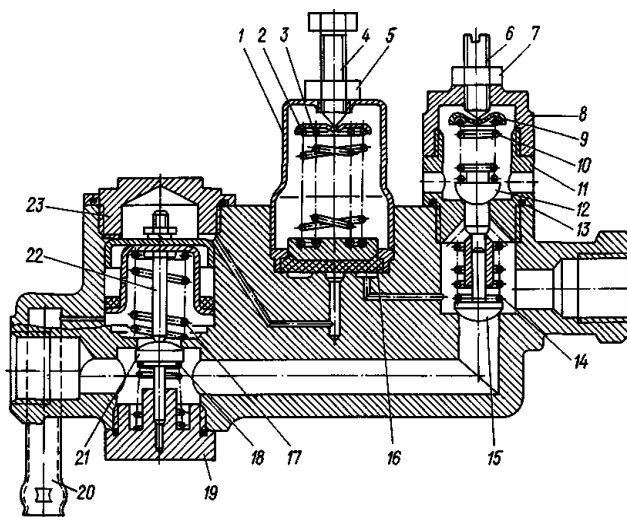
Випробування компресора: Перевірка проводиться на спеціальному стенді при частоті обертання колінчастого валу 20...22,5 с⁻¹ та тиску оливи в системі

мастила 118...245 кПа. Температура оливи повинна становити не менше 50°C. Під час роботи компресора на холостому ходу впродовж 4–5 хвилин слід візуально оцінити нагрів і шум підшипників, а також відсутність стуку поршнів, пальців і підтікання оливи. Після регулювання натяг ременя насоса має забезпечувати прогин 4–8 мм на короткій гілці при зусиллі в 40 Н.

Регулятор тиску з запобіжним клапаном: Регулятор тиску 26 (рис. 1.2) встановлюється в нагнітальному трубопроводі компресора (після вологовіддільника 27) і забезпечує підтримання тиску в системі стисненого повітря в межах 0,65...0,8 МПа за рахунок періодичного скидання повітря в атмосферу.

Зняття і розбирання регулятора тиску: Для зняття регулятора необхідно від'єднати трубопроводи, відкрутити гайки кріплення болтів, а також пробку 23, після чого витягти поршень 22 зі стрижнем і пружиною 17. Далі відвертається корпус пружини 19, витягується пружина 18 та клапан 21. Для розбирання запобіжного клапана відкручується ковпак 8 після послаблення гайки 7 і гвинта 6. Потім знімається тарілка 9 з пружини, витягуються пружина 10 і клапан 12. Останнім етапом є демонтаж кожуха регулювального механізму 1, після чого знімаються тарілка пружин, мембранний диск, упорне кільце і мембрана 16.

Ремонт гальмівних апаратів: Зводиться до заміни зношених деталей (переважно гумових), після чого проводиться регулювання та випробування на стенді.



1 - пристрій регулювальний; 2, 3 - пружини; 4 - болт; 5 - гайка; 6 - гвинт; 7 - гайка; 8 - ковпак; 9 - тарілка пружини; 10 - пружина; 11 - клапан запобіжний; 12

- клапан; 13 - кільце ущільнювальне; 14 - пружина; 15 - клапан зворотний; 16 - мембрана; 17 - пружина; 18 - пружина; 19 - корпус пружини; 20 - штуцер; 21 - клапан; 22 - поршень із стрижнем; 23 – пробка

Рисунок 1.2 - Регулятор тиску із запобіжним клапаном

Після розбирання всі деталі слід знежирити та промити в гарячій воді. На поверхнях гумових елементів не повинно бути жодних пошкоджень, таких як порізи або подряпини. Збирання регулятора здійснюється у зворотній послідовності до розбирання, при цьому важливо уникати потрапляння пилю, стружки та абразивних частинок. Різьбові з'єднання штуцера 20 необхідно обробити ущільнювальною пастою УГ-6.

Після збирання всі рухомі частини регулятора повинні переміщатися плавно, без заїдань, і за допомогою пружин повертатися у вихідне положення. Запобіжний клапан повинен бути відрегульований на спеціальному стенді.

За допомогою регулювального гвинта 6 (рис. 1.2) необхідно налаштувати роботу запобіжного клапана, щоб він спрацьовував при тиску в балоні стисненого повітря в межах 0,9...1,0 МПа. Після налаштування гвинт слід зафіксувати гайкою та опломбувати червоною емаллю.

Зібраний регулятор тиску разом із запобіжним клапаном підлягає регулюванню та випробуванню на стенді, схема якого наведена на рисунку 1.3.1 - компресор; 2 - вологомастиловідділювач; 3, 7 - крани; 4, 8 - манометри; 5 - регулятор тиску із запобіжним клапаном; 6 - отвір; 9 - балон

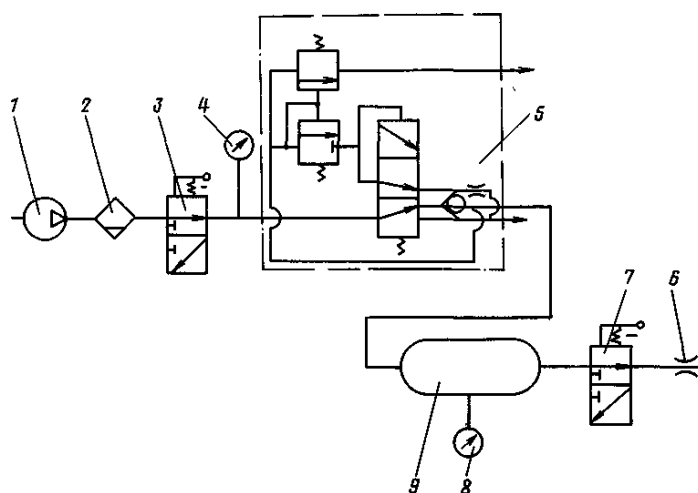
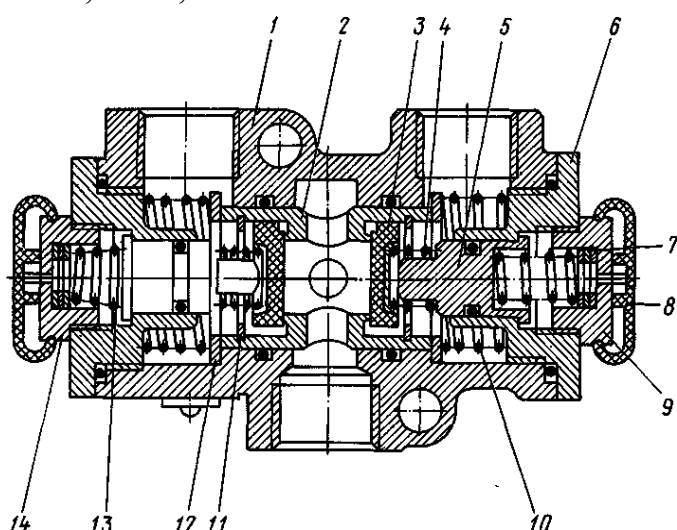


Рисунок 1.3 - Схема стенду для випробування регулятора тиску із запобіжним клапаном

Для цього болт 4 (рис. 1.2) слід закрутити таким чином, щоб регулятор тиску активувався при досягненні тиску 0,78...0,82 МПа, а тиск вимикання становив 0,65 МПа (при цьому перші три цикли активації не враховуються). Після налаштування закріпити болт гайкою 5 і опломбувати червоною нітрогліфталевою емаллю НЦ-132. Витоки повітря при подачі стисненого повітря під тиском 0,65...0,82 МПа в балон 9 (рис. 1.3) повинні бути відсутні. Якщо герметичність не забезпечена, слід підтягнути корпус впускного клапана до досягнення належної герметичності.

Подвійний захисний клапан (рис. 1.4) виконує функцію розподілення повітря на два незалежні контури, автоматично відключаючи перший контур у разі порушення його герметичності, при цьому тиск в системі може варіюватися в межах 0,56...0,6 МПа.



1 - корпус; 2 - великий поршень;
3 - клапан; 4, 10, 13 - пружини; 5 -
малий поршень; 6 - кришка; 7 -
регулювальні
шайби; 8 - захисний ковпак; 9,
14 - пробки; 11 - упорне
кільце; 12 - шайба

Рисунок. 1.4 - Подвійний захисний клапан

Зняття і розбирання клапана:

1. Для зняття клапана необхідно від'єднати трубопроводи та відкрутити болти кріплення.
2. Зняти захисні ковпачки 8, відкрутити пробки 9, дістати регулювальні шайби 7, пружини 13 і малі поршні 5.
3. Відкрутити кришки 6, вийняти пружини 10, шайби 12 і великий поршень 2 у зборі.
4. Зняти упорні кільця 11 з великого поршня 2, дістати клапани 3 та гумові кільця.

Збірку клапана виконувати у зворотній послідовності.

Випробування клапана:

1. Перевірити роботу клапана на стенді за схемою, зображеною на рисунку 1.5.

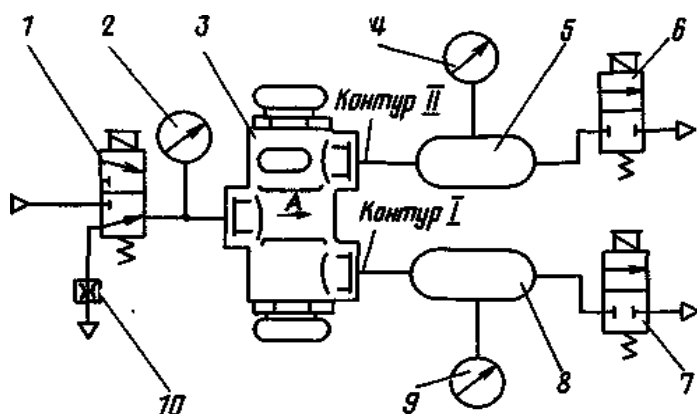
2. Подати стисле повітря через замковий кран 1 до введення А і довести тиск у балонах до 0,3 МПа.

3. Закрити кран 1, потім відкрити кран 7 і випустити повітря з балона 8.

4. Подати стисле повітря до введення А. Тиск у балоні 5 повинен підвищуватися, але випуск повітря з балона 8 через кран 7 не повинен відбуватися.

5. Коли тиск у балоні 5 досягне 0,52-0,55 МПа, повинен початися вихід повітря з балона 8 через відкритий кран 7.

Регулювання тиску здійснюється регулювальними шайбами товщиною 0,5 і 1 мм.

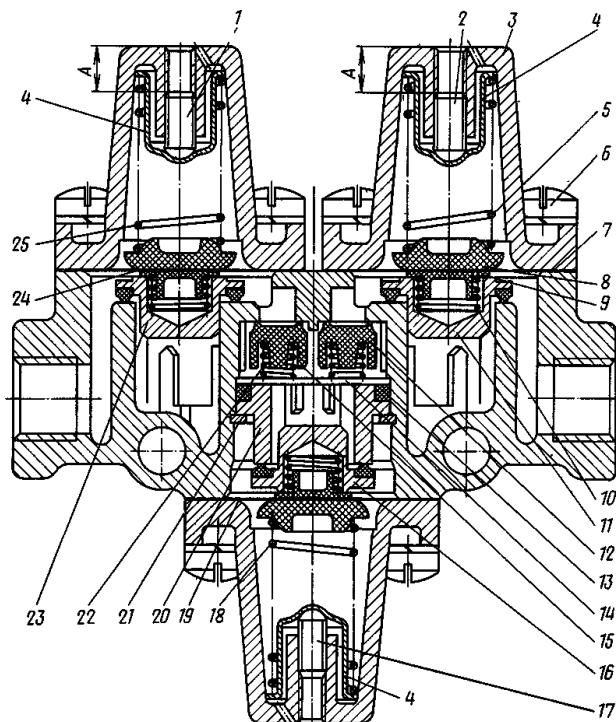


1, 6, 7 - крани; 2, 4, 9 - манометри; 3 - клапан захисний подвійний; 5, 8 - повітряні балони; 10 - отвір, що калібрують, діаметром 0,5 мм ;А - введення

Рисунок 1.5 - Схема стенду для випробування подвійного захисного клапана

Наповнити обидва балони до тиску 0,7 МПа і закрити кран 1. Випустити повітря з одного балона через кран 6 або 7 — при цьому тиск в іншому балоні має залишатися незмінним. Провести перевірку обох балонів.

Після цього знову наповнити обидва балони до тиску 0,7 МПа та закрити кран 1. Випустити повітря з балона 8 через кран 7, а потім закрити його. Далі повільно відкрити кран 1. Коли тиск у введенні А (рис. 1.6) досягне 0,52 МПа, балон 8 повинен знову наповнитися до тиску 0,7 МПа.



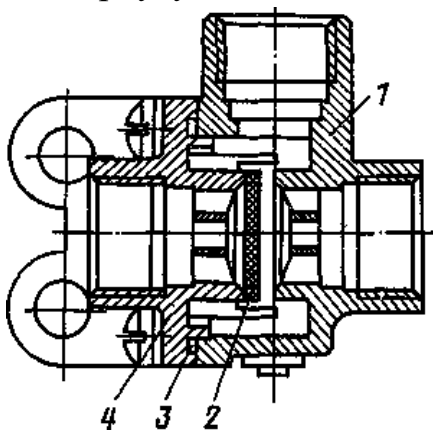
1, 2, 17 - гвинти; 3 - кришка;
4 - тарілки; 5, 10, 16, 22, 25 -
пружини; 6 - гвинт; 7, 19, 24
- мембрани; 8 - пружина
напрямої; 9 - штовхач; 11,
16, 23 - клапани; 12, 15 -
зворотний клапан; 13 -
кільце; 14 - шайба; 20 -
напрямна; 21 - у А - розмір

Рисунок 1.6. - Потрійний захисний клапан:

Провести випробування аналогічно з використанням балона №5. Заповнити обидва балони до тиску 0,7 МПа. Швидко випустити повітря через кран 1 за допомогою введення А. При цьому тиск у балонах не повинен знижуватися.

Заповнити обидва балони до тиску 0,7 МПа. Відкрити калібрований отвір діаметром 5 мм та закрити кран 1. Тиск у балонах має залишатися на тому ж рівні. Перевірити герметичність клапана, змастивши ймовірні місця витоків повітря мильною емульсією.

Двох магістральний перепускний клапан представлений на рисунку 1.7. Для зняття клапана слід виконати наступні дії: спочатку від'єднати трубопроводи, потім відкрутити болти, що кріплять клапан. Після цього необхідно відкрутити гвинти, що фіксують кришку 4, і зняти її. Далі витягніть кільце 3 з кришки, а ущільнювач 2 — з корпусу 1.



1 - корпус;
2 - ущільнювач;
3 - кільце;
4 - кришка

Рисунок 1.7 - Клапан перепускний двомагістральний

Збірку гальмівної камери необхідно проводити в чітко визначеній послідовності та перевірити її працездатність і герметичність на випробувальному стенді за схемою, наведеною на рисунку 1.8. Для цього кілька разів увімкніть і вимкніть кран 1 точного регулювання. Далі встановіть краном 1 тиск 0,02 МПа на манометрах 2 і 4 та перевірте герметичність клапана. При цьому тиску допускається втрата повітря з відкритого кінця трубопроводу до 6 см³/хв.

Якщо тиск перевищує 0,04 МПа, допустимий витік повітря не повинен бути більше 3 см³/хв. Після цього необхідно підключити клапан відповідно до зазначеної схеми, помінявши місцями виводи В і Б, і повторити випробування.

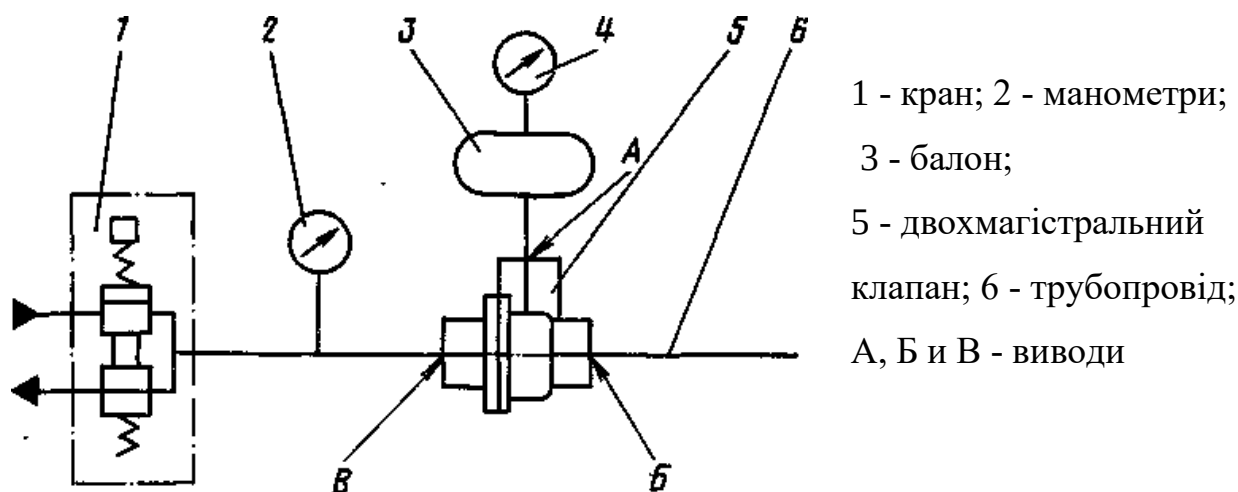
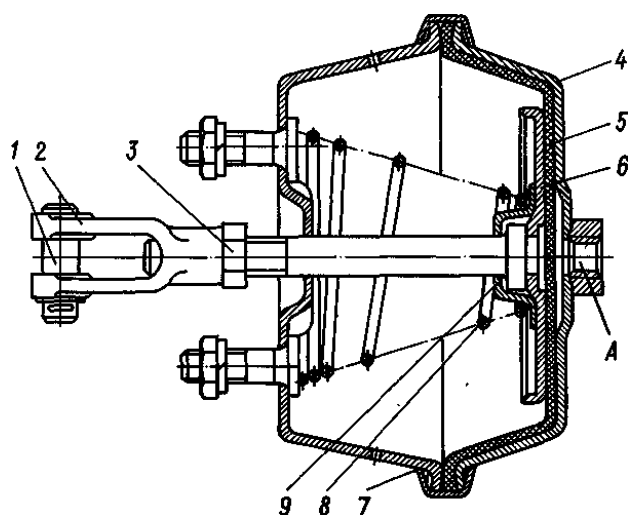


Рисунок 1.8 - Схема стенду для випробування двомагістрального перепускного клапана

Передня гальмівна камера відповідає за передачу зусилля на важелі, активуючи гальмівні механізми коліс переднього моста. Конструкція гальмівної камери для коліс переднього провідного моста показана на рисунку 1.9.

Процес зняття гальмівної камери включає наступні дії: спочатку необхідно від'єднати шланг подачі повітря, далі розшпінтувати та витягти палець 1. Після цього відкручують гайки, що закріплюють камеру до кронштейна, і знімають саму камеру. Потім відкрутити гайку 3 на півтора-два оберти, викрутити вилку 2 та зняти гайку 3. Далі необхідно відкрутити гайку болта хомута 7, після чого можна зняти хомут. Зняти кришку 4, витягнути мембрану 5, пружину 8, стакан 9, а також шток 6 у зборі з диском. Під час зворотного збирання гальмівної камери важливо затягувати гайки хомута 7 із зусиллям 0,58...1,17 Н·м.

Після збирання гальмівну камеру потрібно випробувати на герметичність. Це роблять під тиском 0,75 МПа. При цьому допустимий витік повітря не повинен перевищувати 4 см³/хв.



- 1- пальця;
- 2 - вилка; 3 гайка;
- 4- кришки;
- 5 -мембрана;
- 6 - шток;
- 7 - хомут;
- 8 - пружина;
- 9 -стакан;
- А - вивід.

Рисунок 1.9 - Камера гальмівна передня

При заповненні повітрям гальмівної камери через вивід А шток 6 повинен висуватись, а при випуску повітря – необхідно повертатись на відповідне положення. Переміщення штока повинне бути вільним, без заїдань.

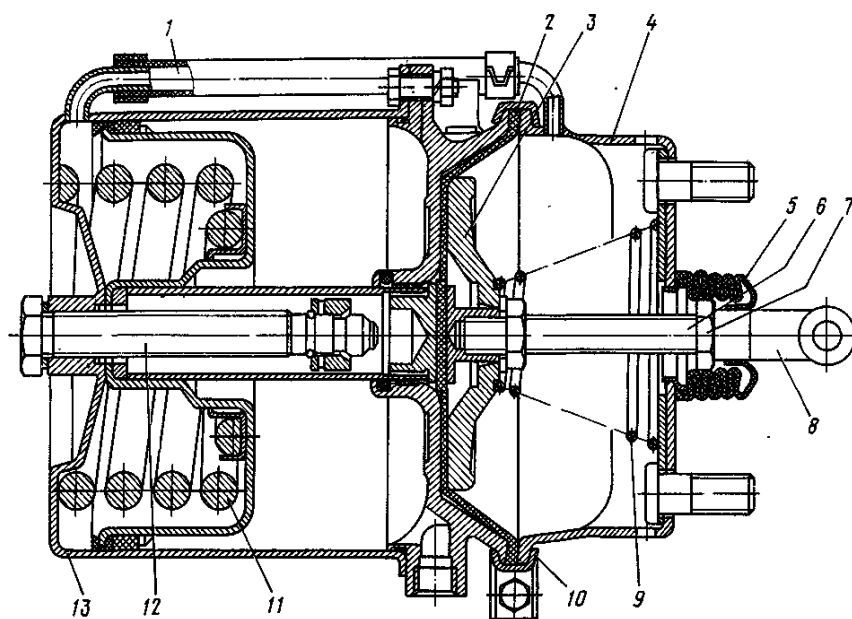
Гальмівна камера з пружинним енергоаккумулятором:

Камера служить для перетворення стислого повітря в зусилля для робочого гальмування, а також забезпечує роботу гальма стоянки і запасного за рахунок з акумульованої енергії заздалегідь стислих в них пружин на рисунок 1.10.

Зняття гальмівної камери. Розгальмувати гальмом стоянки автомобіль, тобто впустити в пружинний енергоаккумулятор стисле повітря, - при цьому пружина 11 повинна бути стисла. Розшпінтувати і вийняти палець вилки 8, роз'єднати вилку з регулювальним важелем. Від'єднання вилки від регулювального важеля необхідно проводити обережно, з дотриманням вимог техніки безпеки; акумульована (потенційна) енергія в стислій пружині, приведена до осьової сили на штоку, складає 5000-10250 Н

Краном гальма стоянки через прискорювальний клапан поволі випустити повітря з пневмопружинного циліндра; при цьому шток 6 повинен вийти з

камери на величину повного його ходу - 67 мм.

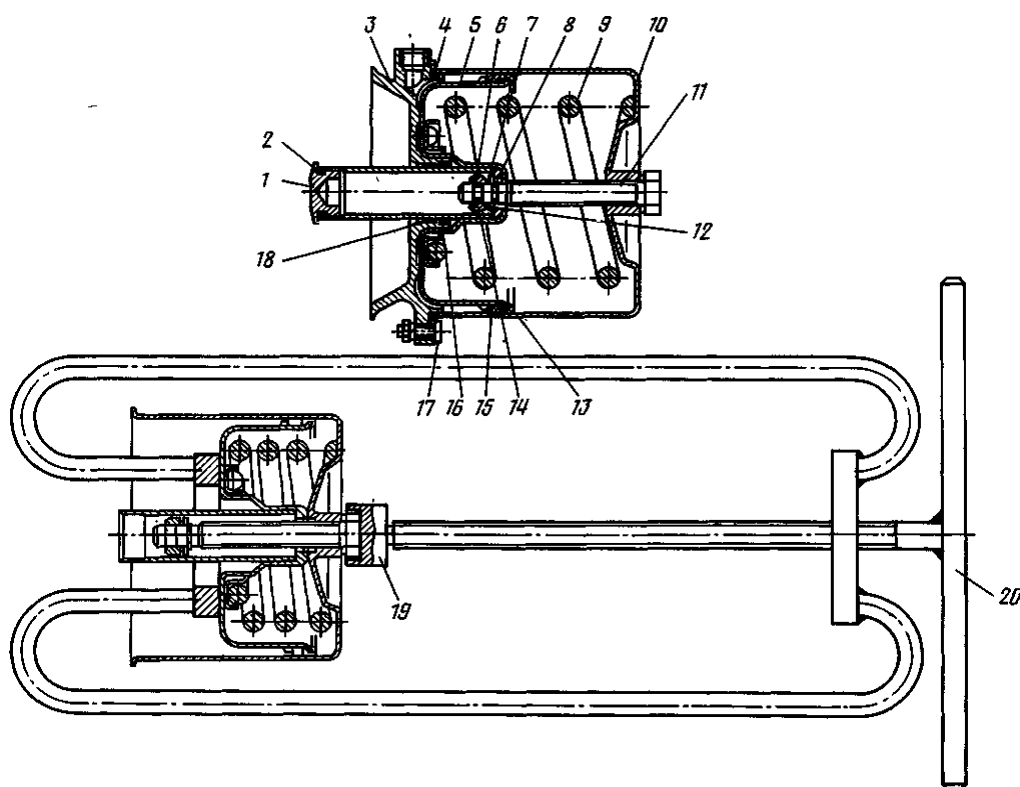


1 - труба перепускна; 2 - діафрагма; 3 - диск опорний; 4 - корпус робочої камери; 5 - чохол захисний; 6 - шток; 7 - гайка; 8 - вилка; 9 - пружина; 10 - хомут; 11 - пружина; 12 - болт ручного розгальмування; 13 - циліндр

Рисунок 1.10 - Камера гальмівна з пружинним енергоаккумулятором:

Розбирання камери: відпустити на декілька оборотів гайку 7, відвернути вилку 8 і гайку 7 і зняти чохол 5. Зняти перепускную трубу 1. Відкрутити гайку кріплення хомута 10, зняти хомут, від'єднати корпус 4 робочих камери в зборі. Витягнути з корпусу поворотну пружину 9, опорний диск 3 в зборі з штоком 6, діафрагму 2. Ослабити контргайку кріплення опорного диска 3, вивернути з диска 3 шток 6. Розбирання пружинного енергоаккумулятора необхідно проводити за допомогою пристосування, показаного на рисунку 2.11. Вивернути штовхач 1 і зняти з нього кільце ущільнювача 2. Вивернути гвинт 11 на 5 мм з метою зняття зусилля пружини 9 поршня на фланець 3. Відвернути болти 17 кріплення фланця 3 і від'єднати фланець від циліндра 10, а потім зняти кільця ущільнювачів 4, 16 і 18. Закрутити гвинт 11 до упору, встановити циліндр 10 в пристосування так, щоб упор 19 охопив головку гвинта 11. Стиснути пружину 9, обережно обертаючи рукоятку 20 пристосувань; при цьому величина h не повинна перевищувати 60 мм.

Зняти упорне кільце 6 з гвинта 11, заздалегідь змістивши всередину пакет деталей 7, 12 і 14 натисненням на гумове упорне кільце 13. Обережно обертаючи рукоятку 20 пристосувань у зворотному напрямі, вивести поршень 5 з циліндра 10 до повного розслаблення пружини 9.



1 - штовхач поршня; 2 - кільце ущільнювач; 3 - фланець; 4, 16, 18 - кільця ущільнювальні; 5 - поршень; 6 - кільце упорне; 7 - підшипник упорний; 8 - кільце; 9 - пружина; 10 - циліндр; 11 - гвинт; 12 - кільце підшипника; 13 - кільце направне; 14 - кільце упорне; 15 - ущільнювач поршня; 17 - болт; 19 - упор пристосування; 20 - рукоятка пристосування диск 3 в зборі з штоком 6, поворотну пружину 9.

Рисунок 1.11 - Пристосування для розбирання пружинного енергоакумулятора

Збірка пружинного енергоакумулятора виконується в порядку, зворотному до розбирання. Спочатку збирають пакет з деталей 7, 8, 2, 13, 14, 5 та встановлюють упорне кільце 6, переконавшись, що поршень надійно закріплений цим кільцем. Для цього, обережно обертаючи рукоятку 20 пристосування, необхідно кілька разів перемістити поршень 5 до упору. Далі встановлюються ущільнювальні кільця 4, 16 та 18, після чого монтується фланець 3, який закріплюється болтами 17. Штовхач 1 вкручується після встановлення на нього кільця ущільнювача 2.

Збірка камери. Шток 6 (рисунок 2.16) вкручується в диск 3, а контргайка для кріплення опорного диска затягується. В корпус 4 встановлюють діафрагму 2, після чого корпус робочої камери монтується, а хомут 10 закріплюється гайками. Далі встановлюється перепускна труба 1, захисний чохол 5, а також вилку 8, яка фіксується гайкою 7.

Випробування камери. Послідовність перевірки гальмівної камери на стенді:

1. Перевірити загальний хід штока.
2. Виміряти тиск відключення пружинного енергоаккумулятора.
3. Перевірити додатковий хід штока.
4. Перевірити герметичність гальмівної камери.

Для перевірки загального ходу штока вимірюється розмір Г2. При цьому болт 6 повинен бути закручений до упору в циліндр енергоаккумулятора. Камера заповнюється повітрям під тиском 0,75 МПа, яке контролюється манометром 1. Шток переміщується до упору в діафрагму, після чого вимірюється розмір Г, який повинен складати 58 мм. Загальний хід штока (різниця між Г2 і Г3) повинен дорівнювати 67 мм.

Для перевірки тиску повітря відключення енергоаккумулятора повністю випускається повітря, а потім краном 4 знову заповнюється повітрям, поступово підвищуючи тиск та вимірюючи переміщення штока. При досягненні переміщення штока на 63 мм (положення штока при розмірі 145 мм), тиск повітря, зафіксоване манометром, повинно становити 0,48-0,54 МПа.

Для перевірки додаткового ходу штока камера заповнюється повітрям через отвір В під тиском 0,75 МПа, а через отвір Б подається повітря під тиском 0,1 МПа. Після цього шток вкручується до упору в діафрагму, і вимірюється розмір А1. Додатковий хід штока визначається різницею між Г2 і Г1 та повинен складати 10 мм.

Для перевірки герметичності камери з пружинним енергоаккумулятором підводиться повітря під тиском 0,75 МПа через отвори за допомогою крана 3. Пропуск повітря через з'єднання гальмівної камери з енергоаккумулятором не допускається.

Технологічний процес проведення ремонту гальм на АТП наведено в таблиці 1.6.

Таблиця 1.6 - Існуючий технологічний процес проведення поточного ремонту гальм коліс автомобілів КамАЗ 55111

Номер операції і переходу	Найменування операції і зміст переходу	Обладнання пристрої і інструмент	Технічні умови	Розряд робочого	Норма часу, люд.-год.
1	2	3	4	5	6
1	Розбирання гальмівного вузла заднього мосту	Електро-тельфер	Q=3,2 т.		
1.1	Вивернути гайки і зняти буфер і захисний диск гальмівного барабану	Набор ключів		3	0,15
1.2	Вивернути гайки і зняти фланець маточини	Набор ключів	Використовувати відтискні болти	4	0,15
1.3	Вийняти піввісь	Знімач		4	0,1
1.4	Спресувати маточину в зборі з гальмівним барабаном	Знімач		4	0,2
1.5	Вивернути болт кріплення і зняти упорну шайбу, регулювальний ричав і прокладки	Ключ гайковий		3	0,1
1.6	Вийняти з труби розтискний кулак	Монтажн лопатка	Припідняти верхню колодку	4	0,1
1.7	Зняти з осей гальмівні колодки з пружинами			3	0,1
1.8	Від'єднати пружини від гальмівних колодок			3	0,1
2	Спресування гальмівного барабану з маточини	Знімач			
2.1	Підняти и встановити маточину в зборі з гальмівним барабаном			4	0,1
2.2	Вставити і привернути надставку			3	0,1
1	2	3	4	5	6
2.3	Вивернути болті кріплення гальмівного барабану до маточини	Гайкові ключі		3	0,1
2.4	Спресувати гальмівний барабан з маточини	Знімач		4	0,1
3	Зрізання гальмових накладок з гальмових колодок	Зубило молоток			0,4
4	Приклепування гальмівних накладок до гальмівних колодок	Молоток			0,2
5	Збирання гальмівного вузла проводиться у зворотній послідовності				1,6
Всього					3,6

На основі таблиці 1.6 зроблено висновок, що загальна трудомісткість проведення поточного ремонту гальмового механізму автомобіля КамАЗ-55111 становить 3,6 люд.-год. Більшість операцій технологічного процесу не автоматизовані, що спричиняє додаткові витрати часу на виконання ремонтних робіт і призводить до підвищеної фізичної втоми персоналу. Заходи з удосконалення діючого технологічного процесу ремонту гальмівних механізмів коліс автомобілів КамАЗ-55111 представлені в таблиці 1.7.

Таблиця 1.7 - Заходи по удосконаленню діючого технологічного процесу поточного ремонту гальм коліс автомобілів КамАЗ 55111

Найменування організаційних і технічних заходів	Результат від запровадження заходу	
1. Розробка конструкції та введення в дію стенду для розбирання маточини з гальмівним барабаном	1.Зменшення трудомісткості робіт по ремонту гальмівного механізму	- 0,3 люд.-год.
	2. Підвищення продуктивності праці ремонтного персоналу	+7,5%
	3. Зменшення часу на виконання операцій	- 15 хвилин
2. Розробка конструкції та введення в дію стенду для зрізання накладок з гальмівних колодок	1.Зменшення трудомісткості робіт по ремонту гальмівного механізму	- 0,3 люд.-год.
	2. Підвищення продуктивності праці ремонтного персоналу	+7,5%
	3. Зменшення часу на виконання операцій	- 20 хвилин
	4. Полегшення умов праці робітників та зниження інтенсивності праці	

2 ТЕОРИТИЧНА ЧАСТИНА

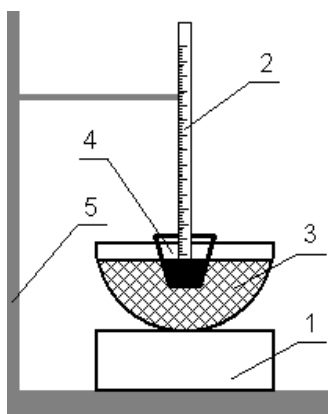
2.1 Методика експериментального дослідження

Експериментальні дослідження, спрямовані на визначення оптимального моменту заміни моторної оливи, дозволили виявити закономірності змін властивостей присадок під час експлуатації.

Властивості моторних олив досліджувалися на трьох автомобілях MAN 26.464 з дизельним двигуном D 28, де використовувалася олива Mobil Delvac MX Extra 10W40, та на трьох автомобілях МАЗ 543208 з двигуном ЯМЗ-7511, де використовували оливу Shell Rimula R5 M 10W40.

Дослідження проводилися у два етапи, а основні фізико-хімічні характеристики олив наведені в таблицях 2.1-2.2. Проби олив відбирали кожні 10 тис. км відповідно до ГОСТ 26378.0–84. Аналізували такі показники якості оливи: в'язкість при 100 °С, температура спалаху, лужне та кислотне числа, щільність при 20 °С, діелектрична проникність ϵ , а також вміст води.

В'язкість вимірювалася віскозиметром при 100 °С за ДСТУ ГОСТ 33-2003 або ASTM D445. Температура спалаху визначалася згідно з ГОСТ 4333-87 або ASTM D92/NF EN 22592 на спеціальному обладнанні (рис. 2.1). Цей показник вказує на вміст палива в оливі, оскільки навіть 1% палива може знизити температуру спалаху з 200 до 170 °С, а 6% палива знижує її вдвічі, що погіршує мастильні властивості та збільшує витрату оливи.



1 – нагрівач; 2 – термометр; 3 – ємність з піском; 4 - тигель з мастилом;
5 - штатив

Рисунок 2.1 – Визначення температури спалаху моторно оливи

Температуру спалаху оливи вимірювали через кожні 2–5 °С при температурі оливи в межах +100...+120 °С, аж до досягнення температури спалаху. Тривалість

випробування оливи перед спалахом складала кожні 2–3 секунди.

Лужне число моторних олив визначали відповідно до стандартів ISO 3771:2011 та ASTM D 2896. Присадки, які додаються до олив, характеризуються кислотним числом, яке не перевищує 0,8–1,2.

Сульфатну золи масової частки в оливі,%, визначали за залежністю:

$$\omega = \frac{m_3 - m}{m_M - m} 100,$$

Оптичну щільність олив проводять на приладі ФЕК-М який приведений на (рис. 2.2-2.3).



Рисунок 2.2 – Фотоелектроколориметр ФЕК-М



Рисунок 2.3 – Кюветне відділення ФЕК-М

Проводили розрахунки величини розведення досліджуваної оливи за:

$$i = \frac{V_p + V_M}{V_p},$$

Ступінь забрудненості оливи:

$$\tau = 4,606 D_{cp} i,$$

де 4,606 - коефіцієнт, який враховує товщину кювета;

D_{cp} – середнє значення оптичної щільності оливи.

Визначали вмісту води в оливі здійснюють в спеціальній установці та масову частку води в оливі, %,

$$\omega = \frac{\rho_{H_2O} V_{H_2O}}{m} 100, \quad (2.5)$$

де ρ_{H_2O} густина води (прийняти 1 г/см³); V_{H_2O} - обсяг води, мл; m - маса проби оливи, м

Встановлено, що кількість води в оливі менше 0,025%, а якщо вода в оливі перевищить показники 0,4 %, то дана олива є придатна для подальшої експлуатації.

2.2 Результати та обробка експериментальних даних

Отримані експериментальні дослідження показників оливи Mobil Delvac MX Extra 10W40 приведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Основні показники моторної оливи Mobil Delvac MX Extra 10W40 (API: CI-4)

Найменування показчика	Одиниця вимірювання	Результати випробувань		Метод випробувань
		ExxonMobil	ДДТУ	
В'язкість кінематична при 40 °C	сСт	93	90	ASTM D445
В'язкість кінематична при 100 °C	сСт	14,2	14,0	ASTM D445
Індекс в'язкості		150	149	ASTM D2270

Сульфатна зольність	% мас	1,2	1,4	ASTM D482
Загальне лужне число	мгКОН/г	11,4	11,6	ASTM D2896
Температура застигання	°C	-33	-33	ASTM D97
Температура спалаху	°C	235	232	ASTM D92
Щільність при 15 °C	кг/л	0,864	0,862	ASTM D4052

Отримані експериментальні дослідження показників оливи Mobil Delvac MX Extra 10W40 й приведені в таблиці 2.2.

Найменування показника	Одиниця вимірювання	Результати випробувань		Метод випробувань
		ExxonMobil	ДДТУ	
В'язкість кінематична при 40 °C	сСт	90	91	ASTM D445
В'язкість кінематична при 100 °C	сСт	13,4	13,5	ASTM D445
Індекс в'язкості		150	150	ASTM D2270
Сульфатна зольність	% мас	1,2	1,3	ASTM D482
Загальне лужне число	мгКОН/г	10,0	10,4	ASTM D2896
Температура застигання	°C	-39	-40	ASTM D97
Температура спалаху	°C	220	224	ASTM D92
Щільність при 15 °C	кг/л	0,882	0,885	ASTM D4052

Таблиця 2.2 – Основні показники фізико-хімічні моторного оливи Shell Rimula R5 M 10W40 (API:CI-4)

На другому етапі експериментального дослідження показників якості моторних оливи Mobil Delvac MX Extra 10W40 та Shell Rimula R5 M 10W40 з визначенням заміни моторної оливи приведено в таблицях 2.3 – 2.4.

Таблиця 2.3- Якісні показники моторної оливи Mobil Delvac MX Extra 10W40 під час експлуатації двигуна MAN D 28

Найменування показників	Чисте мастило	Не придатне для подальшої експлуатації	Номер двигуна, у якому експлуатувалося мастило														
			№ 1					№ 2					№ 3				
Робота мастила, тис. км	0	-	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50
В'язкість кінематична при 100 °С, сСт	14,0	>16,3 < 12,5	14,36	15,5	16,16	16,76	17,46	14,28	14,64	15,84	16,44	17,14	14,4	15,2	16,22	16,82	17,52
Температура спалаху у відкритому тиглі, °С	232	209	225	215	203	191	179	227	217	205	193	181	231	220	209	197	185
Лужне число, мг КОН/г	11,6	8,1	10,8	10,0	9,2	8,4	7,0	11	10,2	9,4	8,4	7,1	10,6	9,7	7,9	7,3	6,7
Кислотне число, мг КОН/г	1,52	КЧ=ЛЧ	4,56	9,12	13,6	18,1	21,9	3,65	7,34	9,3	12,44	18,78	3,81	7,6	11,3	17,6	21,2
Щільність при 15 °С, ρ, г/см ³	0,862	-	0,844	0,826	0,806	0,784	0,754	0,846	0,830	0,812	0,792	0,770	0,842	0,822	0,798	0,772	0,744
Сульфатна зольність %	1,4	> 2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,4	1,4	1,4	1,6	1,8	2,1	1,3	1,5	1,8	2,2	2,5
Масова частка Fe, %	0	>0,010	0,002	0,005	0,012	0,019	0,027	0,005	0,010	0,016	0,023	0,030	0,002	0,006	0,012	0,018	0,027
Діелектрична проникність, ε	2,3923	-	2,4012	2,4087	2,4143	2,4344	2,4455	2,4034	2,4115	2,4203	2,4294	2,4385	2,3995	2,4065	2,4103	2,4254	2,4324
Оптична щільність, E	0,198	-	0,256	0,29	0,345	0,387	0,40	0,245	0,280	0,330	0,38	0,42	0,250	0,32	0,38	0,44	0,49
Вміст води, %	0	0,4	0,06	0,1	0,2	0,3	0,4	0,1	0,25	0,35	0,44	0,55	0,05	0,15	0,25	0,35	0,45

Таблиця 2.3- Якісні показники моторної оливи Shell Rimula R5 M 10W40 підчас експлуатації двигуна ЯМЗ -7511

Найменування показників	Чисте мастило	Не придатне для подальшої експлуатації	Номер двигуна, у якому експлуатувалося мастило														
			№ 1					№ 2					№ 3				
Робота мастила, тис. км	0	-	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50
В'язкість кінематична при 100 °С, сСт	13,5	>16,3 < 12,15	14,28	15,06	15,84	16,54	17,34	14,31	15,15	15,92	16,62	17,42	14,15	14,93	15,71	16,41	17,21
Температура спалаху у відкритому тиглі, °С	224	201	220	212	202	190	176	220	213	203	191	176	221	215	207	197	185
Лужне число, мг КОН/г	10,4	7,3	9,8	9,2	8,4	7,4	6,2	10	9,4	8,6	7,6	6,4	9,8	9,2	8,0	7,3	6,0
Кислотне число, мг КОН/г	1,54	КЧ=ЛЧ	3,08	4,62	6,16	7,7	9,7	3,1	5,0	7,1	9,0	11,5	3,24	4,94	6,64	8,34	10,84
Щільність при 15 °С, ρ, г/см ³	0,885	-	0,867	0,849	0,829	0,807	0,783	0,869	0,851	0,833	0,813	0,791	0,865	0,843	0,819	0,793	0,767
Сульфатна зольність, %	1,3	> 2	1,2	1,25	1,3	1,6	2,1	1,3	1,4	1,6	1,8	2,4	1,2	1,4	1,8	2,1	2,7
Масова частка Fe, %	-	>0,010	0,003	0,006	0,009	0,013	0,017	0,001	0,004	0,008	0,012	0,016	0,003	0,007	0,011	0,015	0,020
Діелектрична проникність, ε	2,3665	-	2,4265	2,4485	2,4598	2,4777	2,4944	2,4395	2,4473	2,4610	2,4780	2,4874	2,4425	2,4534	2,4668	2,4788	2,4865
Оптична щільність, E	0,163	-	0,185	0,2	0,268	0,30	0,324	0,196	0,235	0,280	0,320	0,350	0,175	0,2	0,245	0,286	0,310
Вміст води, %	-	0,4	0,1	0,25	0,35	0,45	0,6	0,15	0,25	0,35	0,45	0,55	0,05	0,15	0,25	0,35	0,5

Якісні показники, наведені в таблиці 2.2 для моторної оливи Mobil Delvac MX Extra 10W40, показали, що протягом перших 20 тис. км експлуатації двигуна MAN D 28, вони залишалися в межах допустимих норм. Однак при пробігу в 30 тис. км олива потребувала заміни, оскільки температура спалаху знизилася на 11,4%, що перевищує допустиме зменшення на 10%.

Для моторної оливи Shell Rimula R5 M 10W40, якісні показники під час експлуатації двигуна ЯМЗ-7511 (таблиця 2.3) залишалися в межах допустимих значень. Температура спалаху знизилася на 9%, що знаходиться в межах допустимого граничного зменшення на 10%.

На основі отриманих даних були побудовані діаграми зміни якісних показників моторних оливи Mobil Delvac MX Extra 10W40 (під час експлуатації двигуна MAN D28 автомобіля MAN 26.464) і Shell Rimula R5 M 10W40 (під час роботи двигуна ЯМЗ-7511). На рисунку 2.6 наведена діаграма зміни в'язкості моторної оливи 10W40 залежно від роботи двигуна.

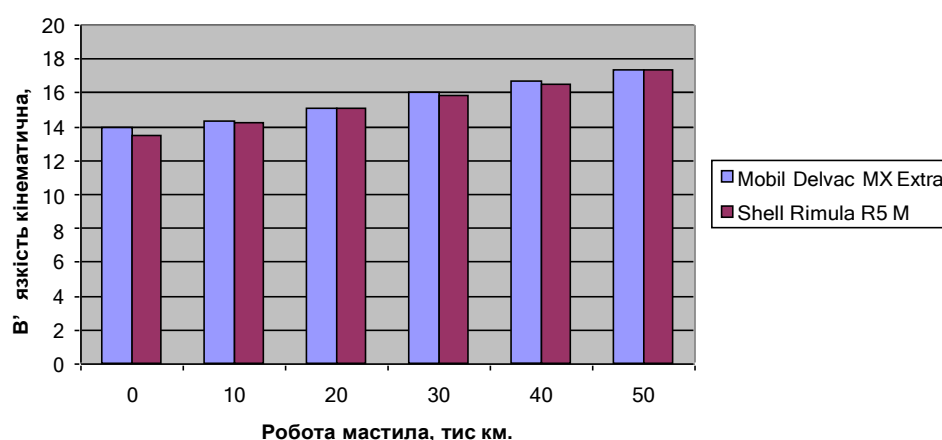


Рисунок 2.6 – Діаграма в'язкості моторної оливи 10W40 від роботи двигуна автомобіля

Діаграма температури спалаху моторних оливи Mobil Delvac MX Extra та Shell Rimula R5 M від роботи двигуна автомобілів наведена на рисунку 2.7.

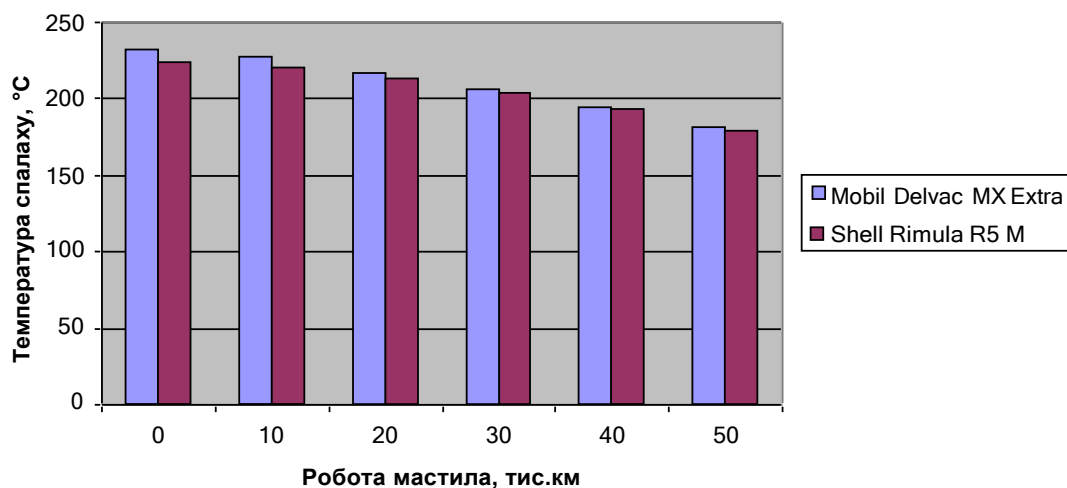


Рисунок 2.7 - Діаграма температури спалаху моторних олив Mobil Delvac MX Extra та Shell Rimula R5 M від роботи двигуна автомобілів

На рисунку 2.8. представлено зміна лужного та кислотного числа моторної оливи марки Mobil Delvac MX Extra від роботи в двигуна MAN D28

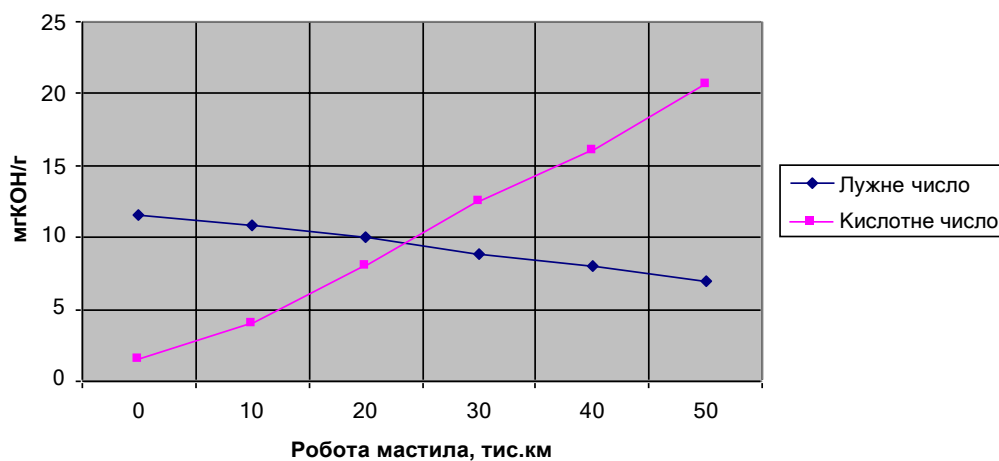


Рисунок 2.8 - Залежності зміна лужного та кислотного числа моторної оливи марки Mobil Delvac MX Extra від роботи в двигуна MAN D28

На рисунку 2.9. представлено зміна лужного та кислотного числа моторної оливи марки Shell Rimula R5 M від двигуна ЯМЗ 7511

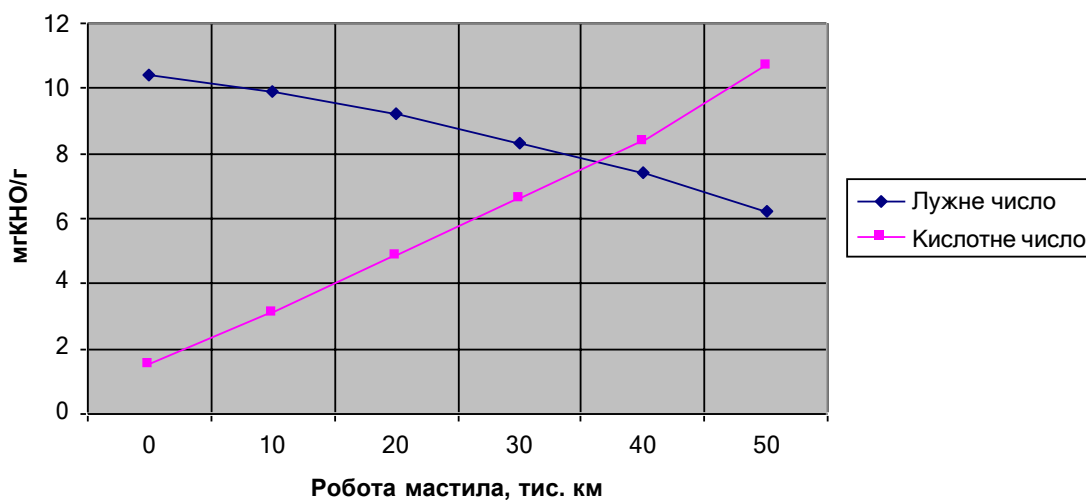


Рисунок 2.9 - Залежності зміна лужного та кислотного числа моторної оливи марки Shell Rimula R5 M від двигуна ЯМЗ 7511

Приведені залежності зміни щільності моторних олив Mobil Delvac MX Extra та Shell Rimula R5 M від двигунів автомобілів на рисунку 2.10.

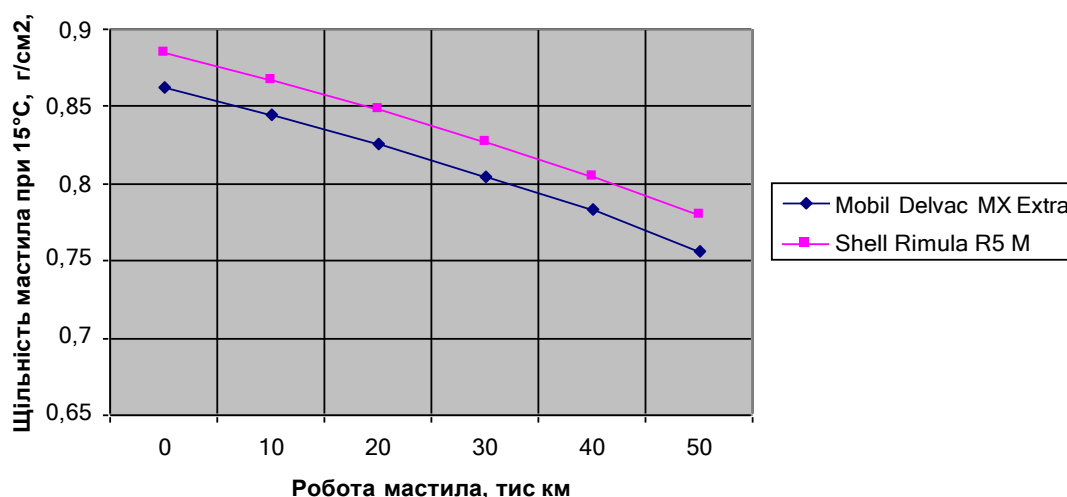


Рисунок 2.10 – Залежності зміни щільності моторних олив Mobil Delvac MX Extra та Shell Rimula R5 M від двигунів автомобілів за 50 тис. км

З рисунка 2.10 видно, що щільність моторної оливи Mobil Delvac MX Extra знизилася на 12,3%, тоді як щільність оливи Shell Rimula R5 M зменшилася на 11,9%.

Зміни масової частки заліза в моторних оливах Mobil Delvac MX Extra та Shell Rimula R5 M, залежно від роботи двигуна автомобіля, представлені на рисунку 2.11.

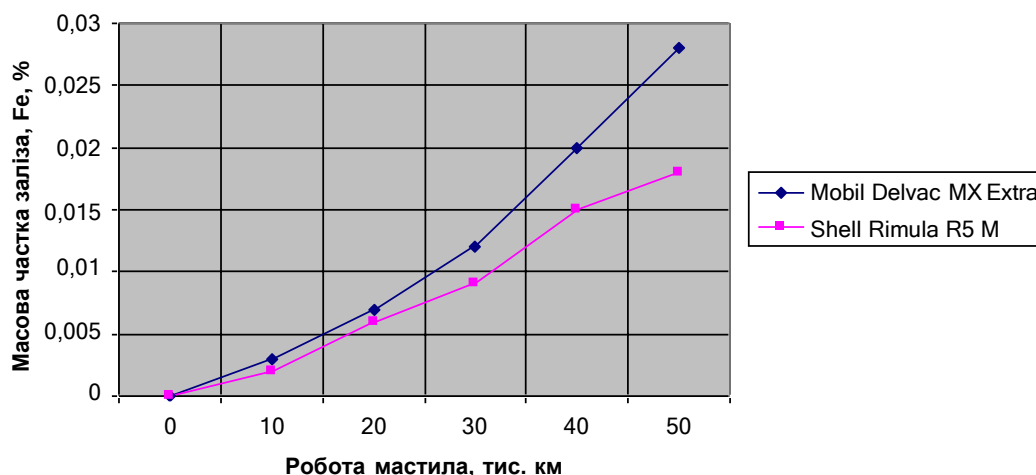


Рисунок 2.11— Зміна масової частки заліза моторної оливи Mobil Delvac MX Extra та Shell Rimula R5 M від роботи двигуна автомобіля за 50 тис. км

З графічної залежності видно, що масова частка заліза в моторній оливі Shell Rimula R5 M зростає на 0,018%, що негативно впливає на довговічність двигуна. Для визначення вмісту води, залежно від роботи двигуна автомобіля, використовували моторні оливи Mobil Delvac MX Extra та Shell Rimula R5 M, що відображено на рисунку 2.12.

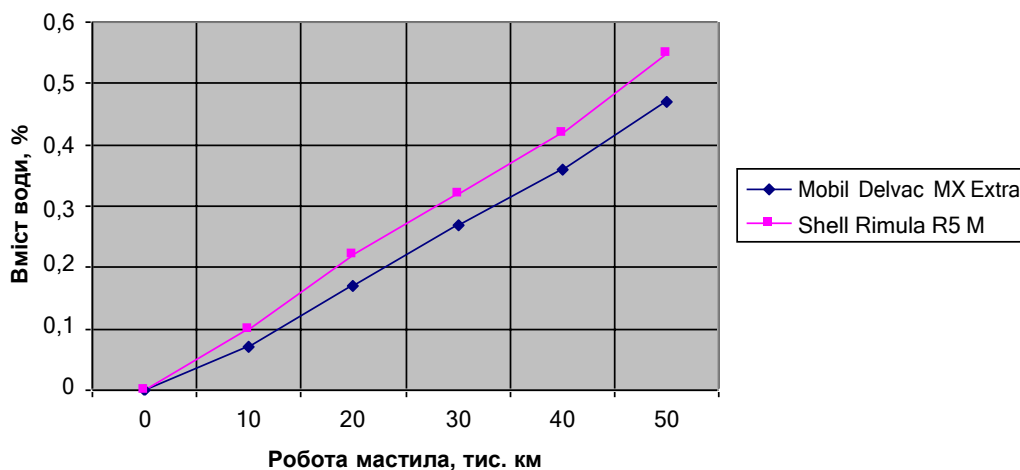


Рисунок 2.12 - Залежність зміни вмісту води в моторних оливах марки Mobil Delvac MX Extra та Shell Rimula R5 M від роботи автомобіля за 50 тис

З рисунка 3.17 видно, що вміст води в моторній оливі Mobil Delvac MX Extra збільшився на 0,47%, а Shell Rimula R5 M на 0,55%.

3 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

3.1 Розробка організаційно-аналітичних рішень

3.1.1 Розрахунок виробничої програми технічного обслуговування автомобілів

Щоб розрахувати данні, використовуємо ТОВ «Терн Транс Сервіс», приведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Дані для розрахунку виробничої програми

Показники	БАЗ А079.14 «Еталон»	МАЗ 5440	КрАЗ 6510	КамАЗ 55111
Облікова кількість автомобілів, $A_{\text{сп}}$, од	50	150	50	50
нових, a_n , %	50	20	15	50
після КР, $A_{\text{кр}}$, %	50	80	85	50
Середньодобовий пробіг, $L_{\text{сд}}$	300	170	160	180
Час роботи автомобіля на лінії, T_n , годин	12	10,5	10,5	10,5
Кількість робочих днів в році, $D_{\text{рр}}$, днів	305	254	254	254
Категорія умов експлуатації	ІІІ	ІІІ	ІІІ	ІІІ
Кліматичний район	Помірно-теплий	Помірно-теплий	Помірно-теплий	Помірно-теплий
Середній пробіг нових автомобілів з початку експлуатації, $L_{\text{срн}}$, в частках від пробігу до КР	0,25 – 0,50	0,25	0,50 – 0,75	0,256 – 0,50
Середній пробіг автомобілів з початку експлуатації, $L_{\text{сркр}}$, в частках від пробігу до КР	1,25 – 2,50	1,00 – 1,25	1,25 – 1,5	1,00 – 1,25

Розрахунок здійснюється для автобусів БАЗ-А079 «Еталон». Перед тим, як перейти до визначення кількості технічного обслуговування та ремонтів, було визначено величину пробігу відповідно до норм, викладених у «Положенні про технічне обслуговування і ремонт рухомого складу автомобільного транспорту» [3].

Для автобусів БАЗ-А079 «Еталон» пробіг до ТО-1 складатиме 3000 км., до ТО-2 – 12000 км., до ПР – 250000 км. Корегуємо періодичність видів ТО і КР з урахуванням категорії і природно-кліматичних умов експлуатації, а також з середньодобовим пробігом по формулах

$$L_1 = L_{1н} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3;$$

$$L_2 = L_{2н} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3,$$

де $L_{1н}, L_{2н}$ – проходження ТО-1 і ТО-2, км.;

K_1 – коефіцієнт, який враховує умови експлуатації ТО;

K_2 – коефіцієнт, який враховує роботу автомобіля;

K_3 – коефіцієнт, який враховує кліматичні умови роботи автомобіля.

Приймаємо $K_1 = 0.8$, $K_2 = 1.0$, $K_3 = 1.0$ [3].

$$L_1 = 3000 \cdot 0.8 \cdot 1.0 \cdot 1.0 = 2400 \text{ км.};$$

$$L_2 = 12000 \cdot 0.8 \cdot 1.0 \cdot 1.0 = 9600 \text{ км.}.$$

Пробіг до КР з урахуванням “віку” автомобілів можна представити за залежністю

$$L_K = \left(\frac{L_{KH} \cdot A_H + 0.8 \cdot L_{KH} \cdot A_{KP}}{A_{CH}} \right) \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3,$$

де L_K – нормативний пробіг до КР, км.

$$L_K = \left(\frac{250000 \cdot 25 + 0.8 \cdot 250000 \cdot 25}{50} \right) \cdot 0.8 \cdot 1.0 \cdot 1.0 = 180000 \text{ км.}$$

Врахування кратності ТО-2 отримаємо

$$L_{\epsilon} = 19 \cdot 9600 = 182400 \text{ км.}.$$

Визначаємо число обслуговувань і ремонтів на один автомобіль (автобус) за цикл по наступних залежностях

$$N_K = \frac{L_K}{L_{\epsilon}} = 1,$$

$$N_2 = \frac{L_K}{L_2} - N_K,$$

$$N_1 = \frac{L_K}{L_1} - (N_K + N_2),$$

$$N_{3MO} = \frac{L_K}{L_{3MO}} = \frac{L_K}{L_{CC}},$$

де L_{θ} – пробіг автомобіля пробіг до КР, км.;

$N_k, N_2, N_1, N_{\text{Cef}}$ – число капітальних ремонтів, ТО-2, ТО-1 та ЗМО на один автомобіль.

$$N_2 = \frac{182400}{9600} - 1 = 18,$$

$$N_1 = \frac{182400}{2400} - (1 + 18) = 57,$$

$$N_{3MO} = \frac{182400}{300} = 608.$$

Виробничу програму підприємства розраховують на річний період, а кількість технічних обслуговувань і ремонтів визначають із використанням коефіцієнта переходу від циклу до року. Коефіцієнт технічної готовності автопарку дозволяє розрахувати цей коефіцієнт переходу. Сам коефіцієнт технічної готовності автомобіля обчислюється за певною залежністю.

$$\alpha_T = \frac{A_{e.\ddot{o}}}{A_{e.\ddot{o}} + A_{\alpha.\ddot{o}}}$$

де $A_{e.\ddot{o}}$ – кількість днів експлуатації

$$D_{\text{э.ц}} = \frac{L_K}{L_{CC}},$$

$A_{d.\ddot{o}}$ – кількість днів простою в ремонті і на ТО-2

$$D_{p.c} = D_K + D_{\text{ТО-ТР}} \frac{L_k}{1000} \cdot K'_4,$$

де A_k – простій автомобіля в КР, дні;

$A_{\text{НГ-ДБ}}$ – простій автомобіля на ТО-2 і ПР на 1000 км.;

K'_4 – коефіцієнт, який враховує пробігу автомобілів під часатку експлуатації на величину простою в ПР

$$K'_4 = \frac{K'_{4H} \cdot A_H + K'_{4KP} \cdot A_{KP}}{A_{\text{сн}}},$$

де K'_{4i}, K'_{4ED} – коефіцієнт коректування нових автомобілів і автомобілів, що

були на КР $K'_{4i} = 0.7$, $K'_{4ED} = 1.3$ [3].

$$K'_4 = \frac{0,7 \cdot 25 + 1,3 \cdot 25}{50} = 1,0.$$

Значення питомого простою в ТО-2 і ПР $\ddot{A}_{\tilde{N}\tilde{I}-\tilde{D}\tilde{D}}$ і простій в капітальному ремонті $\ddot{A}_k$ приймаються за даними Положення [3].

Приймаємо $\ddot{A}_{\tilde{N}\tilde{I}-\tilde{D}\tilde{D}} = 0.4\ddot{a}' / 1000$ км., $\ddot{A}_k = 15\ddot{a}' \text{ л\ddot{a}}$.

Знаючи коефіцієнт K'_4 , визначаємо кількість днів простою в ремонті і на ТО-2 за цикл

$$\mathcal{D}_{p.ц} = 15 + 0,4 \frac{182400}{1000} \cdot 1,0 = 88.$$

Визначаємо кількість днів експлуатації автомобіля за цикл

$$\mathcal{D}_{э.ц} = \frac{182400}{300} = 608 \text{ днів.}$$

Знаючи величини $\ddot{A}_{d.o}$ і $\ddot{A}_{e.o}$ розраховуємо коефіцієнт технічної готовності

$$\alpha_m = \frac{608}{608 + 88} = 0,87.$$

При відомих α_m , кількості робочих днів підприємства в році $\ddot{A}_{d.\ddot{a}}$ і середньодобовому пробігу L_{cc} річний пробіг автомобіля може бути визначений як

$$L_z = \mathcal{D}_{pз} \cdot \alpha_m \cdot L_{cc},$$

$$L_z = 305 \cdot 0,87 \cdot 300 = 79605 \text{ км.}$$

Коефіцієнт переходу від циклу до року визначається із співвідношення

$$\eta_z = \frac{L_z}{L_k},$$

$$\eta_z = \frac{79605}{182400} = 0,44.$$

Кількість дій на один автомобіль (автобус) в рік складе

$$N_{3MOz} = N_{3MO} \cdot \eta_z,$$

$$N_{1z} = N_1 \cdot \eta_z,$$

$$N_{2z} = N_2 \cdot \eta_z,$$

$$N_{\zeta\epsilon\dot{\imath}\ddot{a}} = 608 \cdot 0,44 = 268\dot{\imath} \acute{a}\ddot{e}$$

$$N_{1\dot{a}} = 57 \cdot 0,44 = 25\dot{\imath} \acute{a}\ddot{e}$$

$$N_{2\ddot{a}} = 18 \cdot 0,44 = 8\dot{\imath} \acute{a}\ddot{e}$$

Отримані результати дають можливість отримати річну програму по кількості обслуговування

$$\sum N_{3MO_2} = N_{3MO_2} \cdot A_{cn} ,$$

$$\sum N_{1_2} = N_{1_2} \cdot A_{cn} ,$$

$$\sum N_{2_2} = N_{2_2} \cdot A_{cn} .$$

$$\sum N_{3MO_2} = 268 \cdot 50 = 13400 \text{ обсл.},$$

$$\sum N_{1_2} = 25 \cdot 50 = 1250 \text{ обсл.},$$

$$\sum N_{2_2} = 8 \cdot 50 = 400 \text{ обсл.}$$

Також проводимо розрахунок для автомобілів МА3-5440, КрА3-6510, КамА3-55111. Результати розрахунку наведено в таблиці 3.2

Таблица 3.2 – Річний обсяг технічних дій

Показники	БАЗ А079 «Еталон»	МА3-5440	КрА3-6510	КамА3 55111
Скоригований пробіг, км				
до ТО-1, L_1	2400	2040	2080	2400
до ТО-2, L_2	9600	10200	10400	3600
до КР, $L_{кр}$	182400	183600	1784200	24000
річний пробіг, L_p	79605	37998,4	35763,2	45456
Коефіцієнт технічної готовності α_m	0,87	0,88	0,88	0,895
Дні експлуатації за цикл, D_{ey} , дні	608	1080	1170	1200
Дні простоювання в ТО, ПР і КР за цикл, D_{pi} , дні	88	141	151	142
Кількість дій на парк за рік				
ТО-1 $\sum N_{lp}$	1250	3353	1169	709
ТО-2 $\sum N_{2p}$	400	792	276	227
КР $\sum N_{крp}$	50	47	16	10

3.1.2 Розрахунок річного робіт ТО, ПР виробничого корпусу

Визначаємо працемісткість ТО – 1, t_1 , люд.-год. по формулі

$$t_1 = t_{н1} \cdot K_2 \cdot K_5,$$

де $t_{н1}$ – нормативна працемісткість ТО-1;

K_2 – коефіцієнти модифікації рухомого складу;

K_5 – коефіцієнти к нормативів працемісткості ТО і ПР.

$$t_{н1} = 2.53 \text{ год.} - \text{нормативна працемісткість ТО-1,}$$

$$K_2 = 1.0,$$

$$K_5 = 1.05.$$

Підставивши значення у формулу, визначаємо працемісткість ТО-1

$$t_1 = 2.53 \cdot 1 \cdot 1.05 = 2.66 \text{ год.}$$

Визначаємо працемісткість ТО-2, t_2 , люд.-год., по формулі

$$t_2 = t_{н2} \cdot K_2 \cdot K_5$$

де $t_{н2}$ – нормативна працемісткість ТО-2,

$$t_{н2} = 10.47 \text{ год.} - \text{нормативна працемісткість ТО-2,}$$

Підставивши значення у формулу, визначаємо працемісткість ТО-2

$$t_2 = 10.47 \cdot 1 \cdot 1.15 = 12.04 \text{ люд.-год.}$$

Визначаємо працемісткість ПР, $t_{ПР}$, люд.-год. по формулі

$$t_{ПР} = t_{нПР} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5,$$

де $t_{нПР}$ – нормативна працемісткість ПР;

K_4 – коефіцієнти нормативів питомої трудомісткості ПР.

$$t_{нПР} = 6.13 \text{ год.} - \text{нормативна працемісткість ПР,}$$

$$K_4 = (K_{4н} \cdot A_{н} + K_{4КР} \cdot A_{КР}) / A_{сн},$$

де $K_{4и}$ – коефіцієнт корегування нових автомобілів;

$K_{4КР}$ – коефіцієнт корегування для автомобілів після КР.

$$K_{4и} = 0.7 \text{ [3].}$$

$$K_{4ED} = 1.4 [3.].$$

$$K_{4i} = (1.7 \cdot 14 + 1.4 \cdot 126) / 140 = 1.33.$$

$$t_{DD} = 6.13 \cdot 1.2 \cdot 1 \cdot 0.9 \cdot 1.33 \cdot 1.05 = 9.2 \text{ год.} - \text{зв.} / 1000 \text{ год.}$$

Річний обсяг робіт по ТО-1 $\sum \check{N}_{1d}$, люд.-год., по формулі

$$\Sigma T_{1p} = \Sigma N_{1p} \cdot t_i,$$

$$\Sigma T_{1d} = 1250 \cdot 2,66 = 3325 \text{ год.} - \text{зв.}.$$

Річний обсяг робіт по ТО-2 ΣT_{2p} , люд.-год., по формулі

$$\Sigma T_{2p} = \Sigma N_{2p} \cdot t_i,$$

$$\Sigma T_{2d} = 400 \cdot 12,04 = 4816 \text{ год.} - \text{зв.}.$$

Річний об'єм робіт по ПР ΣT_{PPp} , люд.-год., по формулі

$$\Sigma T_{PPp} = L_p \cdot A_{cn} \cdot t_{PP} / 1000,$$

$$\Sigma T_{PPp} = 79605 \cdot 50 \cdot 9,2 / 1000 = 36618,3 \text{ люд.-год.}$$

Так само проводимо розрахунки для автомобілів МАЗ-5440, КрАЗ-6510, КамАЗ-55111. та заносимо в таблицю 1.7.

Річний об'єм по самообслуговуванню у головному корпусі, $T_{сам}$, люд.-год., приймаємо рівним 12 % від загального об'єму робіт по ТО і ПР автомобілів за рік

$$T_{нрз} = (\Sigma T_{\check{N}_{1d}} + \Sigma \check{N}_{1d} + \Sigma \check{N}_{2d} + \Sigma \check{N}_{DD,d}) \cdot (12/100) \text{ год.} - \text{зв.}$$

де $\Sigma T_{\check{N}_{1d}} + \Sigma \check{N}_{1d} + \Sigma \check{N}_{2d} + \Sigma \check{N}_{DD,d}$ – сумарні річні об'єми технічних дій по АТП, люд.-год.

Підставивши значення у формулу одержуємо

$$T_{нрз} = (6432 + 22507 + 24923 + 173971) \cdot (12/100) = 27340 \text{ год.} - \text{зв.}$$

Також проводимо розрахунок для автомобілів МАЗ-5440, КрАЗ-6510, КамАЗ-55111. Результати розрахунку представлено таблиці 3.3

Таблиця 3.3 – Річний обсяг робіт по ТО і ПР автомобілів

Показники	БАЗ А079	МАЗ- 5440	КрАЗ-6510	КамАЗ- 55111	Всього
Трудомісткість ТО-1, t_1 , люд.-год.	2,66	3,23	4,025	2,89	
ТО-2, t_2 , люд.-год.	12,04	13,11	16,9	12,3	
ПР, $t_{ПР}$, люд.-год./1000	6,2	6,9	10,32	7,8	
Річний обсяг технічних дій					
ТО-1 $\Sigma_{ПР}$, люд.-год.	3325	10830	4705	3647	22507
ТО-2 $\Sigma_{ПР}$, люд.-год.	4816	10383	4664	5060	24923
ПР $\Sigma_{ПР}$, люд.-год.	36618,3	58992,5	41371,5	36988,7	173971
Річний обсяг по самообслуговуванню, $T_{сам}$					27340

Проводимо розрахунок обсягу робіт по ТО і ПР автомобілів за 2018 та 2019 роки. Результати розрахунку наведені у таблиці 3.4

Таблиця 3.4 – Річний обсяг технічних дій по ТОВ «АДА-Транссервіс»

Річний обсяг технічних дій	2017 рік	2018 рік	2019 рік
ТО-1 $\Sigma_{ПР}$, люд.-год.	22507	25247	28146
ТО-2 $\Sigma_{ПР}$, люд.-год.	24923	26870	28608
ПР $\Sigma_{ПР}$, люд.-год.	173971	182670	193108

Гістограма зміни трудомісткості за видами технічних дій за три останні роки наведена на рисунку 3.1.

З рисунку 3.1 видно, що трудомісткість за всіма видами технічних дій збільшується з року в рік. Так трудомісткість проведення ТО-1 та ТО-2 збільшилась за три роки на 20 %, а проведення ПР збільшилось на 11 %.

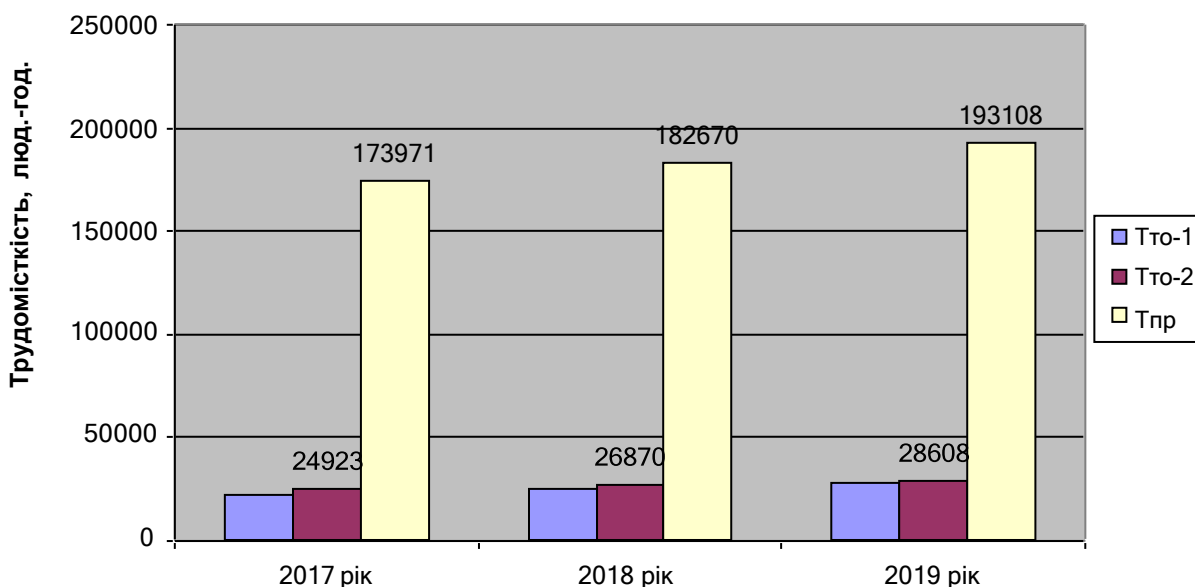


Рисунок 3.1 - Зміна трудомісткості за видами технічних дій за три останні роки в умовах ТОВ «АДА-Транссервіс»

3.1.3 Розрахунок чисельності робітників

Кількість робітників, P , люд., визначається по формулі

$$P = \check{N}_D / \hat{O}_\epsilon$$

де T_p – об'єм робіт за рік, люд.-год.,

$\hat{O}_\epsilon$ – річний час робітника, год.

Штатних робітників, P_f , люд., визначається по формулі

$$P_f = \check{N}_D / \hat{O}_f$$

де $\hat{O}_f$ – річна фундація часу штатного працівника, годин,

$$\hat{O}_f = 1840 \text{ днів}.$$

Підставивши значення у формулу, отримаємо

$$P_u = 221401 / 1840 = 120 \text{ люд.}$$

Число допоміжних робітників, P_{ad} , люд., визначається у відсотках від кількості штатних робітників

$$P_{don} = \Pi_1 \cdot P_u,$$

де $\check{D}_1$ – відсоток допоміжних робітників, $\check{D}_1 = 0.3$.

$$P_{\text{дон}} = 0,3 \cdot 120 = 36 \text{ люд.}$$

Число інженерно-технічних працівників (ІТР), $P_{\text{ІТР}}$, люд., визначається у відсотках від числа виробничих і допоміжних робітників по формулі

$$P_{\text{ІТР}} = \Pi_2 \cdot (P_{\text{и}} + P_{\text{дон}}),$$

де $\check{D}_2$ – відсоток ІТР, $\check{D}_2 = 0.1$.

Підставивши значення у формулу, отримаємо

$$P_{\text{ІТР}} = 0,1 \cdot (120 + 36) = 16 \text{ люд.}$$

Кількість службовців, $P_{\text{сл}}$, люд. і МОП, $P_{\text{МОП}}$, люд. визначається у відсотках від числа виробничих і допоміжних робітників по формулах

$$P_{\text{сл}} = \Pi_3 \cdot (P_{\text{и}} + P_{\text{дон}}),$$

$$P_{\text{МОП}} = \Pi_4 \cdot (P_{\text{и}} + P_{\text{всп}}),$$

де $\check{D}_3, \check{D}_4$ – відсоток службовців і МОП, відповідно

$$\Pi_3 = 0,06$$

$$\Pi_4 = 0,03.$$

Підставивши значення у формули, отримаємо

$$P_{\text{сл}} = 0,06 \cdot (120 + 36) = 9 \text{ люд.}$$

$$P_{\text{МОП}} = 0,03 \cdot (120 + 36) = 5 \text{ люд.}$$

Загальна кількість робітників і службовців складе

$$P_{\text{заг}} = P_{\text{и}} + P_{\text{дон}} + P_{\text{ІТР}} + P_{\text{сл}} + P_{\text{МОП}},$$

$$P_{\text{заг}} = 120 + 36 + 16 + 9 + 5 = 186 \text{ люд.}$$

3.1.4 Розрахунок постів ТО і ПР автомобілів

Кількість постів ТО-1, X_1 , розраховуємо по формулі

$$X_1 = \tau_1 / R_1,$$

де τ_1 – такт поста, хв;

R_1 – ритм виробництва, хв.

Розраховуємо такт поста ТО-1 τ_1 , хв, по формулі

$$\tau_1 = (60 \cdot t_1 / P_n) + t_n,$$

де P_n – число робітників, працюючих на посту одночасно, люд, $P_n = 1.5 \text{ \AA}$;

t_n – час, затрати на пересування автомобіля з пост на пост, хв, $t_n = 1 \text{ \AA}$.

Підставивши отримані значення у формулу, розрахуємо такт поста

$$\tau_1 = (60 \cdot 2,66 / 1,5) + 1 = 107,4 \text{ хв.}$$

Ритм виробництва розраховуємо по формулі

$$R_1 = 60 \cdot T_{\text{зм}} \cdot c / N_{\text{доб}},$$

де $T_{\text{зм}}$ – тривалість робочої зміни, $T_{\text{зм}} = 8 \text{ \AA}$;

c – кількість змін;

$N_{\text{доб}}$ – добова кількість обслуговувань

$$N_{\text{доб}} = \Sigma N_{1p} \cdot D_p,$$

$$N_{\text{доб}} = 3325 : 305 = 11.$$

Підставивши отримані значення у формулу, розрахуємо ритм виробництва

$$R_1 = 60 \cdot 8 \cdot 1 / 11 = 43,6 \text{ хв.}$$

Кількість постів ТО-1, X_1 , визначаємо по формулі

$$X_1 = \frac{\tau_1}{R_1},$$

де τ_1 – такт поста, хв;

R_1 – ритм виробництва, хв.

$$X_1 = \frac{107,4}{43,6} = 2 \text{ поста.}$$

Кількість постів ТО-2, X_2 , визначаємо по формулі

$$X_2 = \frac{\tau_2}{R_2},$$

де τ_2 – такт поста, хв;

R_2 – ритм виробництва, хв.

Розрахуємо такт поста ТО-2 τ_2 , хв, по формулі

$$\tau_2 = (60 \cdot t_2 / P_n) + t_n,$$

де P_n – число робітників, працюючих на посту одночасно, люд, $P_n = 1.5 \text{ їт } \ddot{a}$;

t_n – час, затрати на пересування автомобіля з пост на пост, хв, $t_n = 1 \text{ ђа}$.

Підставивши отримані значення у формулу, розрахуємо такт поста

$$\tau_2 = (60 \cdot 12,04 / 1,5) + 1 = 482,6 \text{ хв.}$$

Ритм виробництва розрахуємо по формулі

$$R_2 = 60 \cdot T_{зм} \cdot c \cdot N_{2\text{дiб}},$$

де $T_{зм}$ – тривалість робочої зміни, $T_{зм} = 8 \text{ їт } \ddot{a}$;

c – кількість змін;

$N_{2\text{дiб}}$ – добова кількість обслуговувань

$$N_{2\text{дiб}} = \Sigma N_{2p} \cdot D_p,$$

$$N_{2\text{дiб}} = 400 \cdot 305 = 1,3.$$

Підставивши отримані значення у формулу, розрахуємо ритм виробництва

$$R_2 = 60 \cdot 8 \cdot 1 / 1,3 = 369,2 \text{ хв.}$$

$$X_2 = \frac{482,6}{369,2} = 2 \text{ поста.}$$

Кількість постів ПР, $X_{\text{дб}}$, визначаємо по формулі

$$X_{\text{ПР}} = T_{\text{ПР}}^n \cdot K_n \cdot D_{p.p} \cdot K_{\text{вук}} \cdot T_{зм} \cdot C \cdot P_n,$$

де $T_{\text{ПР}}^n$ – об'єм постових робіт по ПР за рік, люд.-год.;

K_i – коефіцієнт, що враховує надходження автомобілів на пост;

$K_{\text{асе}}$ – коефіцієнт використання робітника часу поста $K_{\text{асе}} = 1.2$

P – число робітників, люд. $P = 2 \text{ їт } \ddot{a}$.

$$X_{\text{ПР}} = 36618,3 \cdot 1,2 \cdot 305 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 2 = 10.$$

Також розраховуємо кількість постів для автомобілів МАЗ-5440, КрАЗ-6510, КамАЗ-55111. Результати розрахунків заносимо в таблицю 3.5

Проаналізувавши технологічний процес ремонту гальмівного механізму та технологічну обладнання ділянки по ремонту гальмівних систем показав, що технологічне обладнання є застаріле .

Для зменшення перевитрат часу в таблиці 3.6 представлено вдосконалений технологічний процес виконання поточного ремонту гальмівного механізму коліс автомобілів КамАЗ 55111. При цьому враховано впровадження нового прогресивного технологічного обладнання, зокрема: стенда для розбирання маточини з гальмівним барабаном та стенда для зняття накладок з гальмівних колодок.

Таблиця 3.5 –Результати розрахунку кількості постів ТО і ПР автомобілів

Показники	БАЗ А079	МАЗ-5440	КрАЗ-6510	КамАЗ- 55111
Такт поста ТО-1 τ_1 , хв	107,4	130,2	162	116,6
Добова виробнича програма, $N_{доб}$, обсл.	11	13	5	3
Ритм виробництва зони ТО-1, R_1 , хв	43,6	36,36	104,3	160
Такт поста ТО-2 τ_2 , хв	482,6	424,6	508	581
Добова виробнича програма, $N_{доб}$, обсл.	1,3	3,2	1,1	1
Ритм виробництва зони ТО-2, R_2 , хв	369,2	150	436,36	581
Число постів ТО-1, X_1 , од.	2	4	1	1
Число постів ТО-2, X_2 , од.	2	4	1	2
Число постів ПР, $X_{ПР}$, од.	10	12	4	6

Запропонований технологічний процес проведення поточного ремонту гальмівних механізмів за рахунок введення нового обладнання, яке зменшує час на виконання операції, що дозволяє скоротити трудомісткість виконання ремонту на 15 % з 3,6 люд.-год. до 3,0 люд.-год.

Таблиця 3.6 - Вдосконалений технологічний процес проведення поточного ремонту гальм коліс автомобілів КамАЗ 55111

Номер операції і переходу	Найменування операції і зміст переходу	Обладнання пристрої і інструмент	Технічні умови	Розряд робочого	Норма часу, люд.-год.
1	Розбирання гальмівного вузла заднього мосту	Електро-тельфер	Q=3,2 т.		
1.1	Вивернути гайки і зняти буфер і захисний диск гальмівного барабану	Набір ключів		3	0,15
1.2	Вивернути гайки і зняти фланець маточини	Набір ключів	Використовувати відтискні болти	4	0,15
1.3	Вийняти піввісь	Знімач		4	0,1
1.4	Спресувати маточину в зборі з гальмівним барабаном	Знімач		4	0,2
1.5	Вивернути болт кріплення і зняти упорну шайбу, регулювальний ричав і прокладки	Ключ гайковий		3	0,1
1.6	Вийняти з труби розтискний кулак	Монтажні лопатки	Припідняти верхню колодку	4	0,1
1.7	Зняти з осей гальмівні колодки з пружинами			3	0,1
1.8	Від'єднати пружини від гальмівних колодок			3	0,1
2	Спресування гальмівного барабану з маточини	Стенд розбирання			
2.1	Підняти і встановити маточину в зборі з гальмівним барабаном			4	0,025
2.2	Вставити і привернути надставку	Гайковерт станду		3	0,025
2.3	Вивернути болти кріплення гальмівного барабану до маточини	Гайковерт станду		3	0,025
2.4	Спресувати гальмівний барабан з маточини	Стенд розбирання		4	0,025
3	Зрізання гальмових накладок з гальмових колодок				

3.1	Встановити гальмову колодку в гніздо стану	Стенд зрізання		3	0,025
3.2	Установити ніж в робоче положення	Те ж	Відстань до металу 1...1,5 мм	4	0,025
3.3	Запустити виконання робочого циклу стану	Те ж		4	0,025
3.4	Вийняти гальмову колодку з гнізда стану	Те ж		3	0,025
4	Приклепування гальмівних накладок до гальмівних колодок	Молоток			0,2
5	Збирання гальмівного вузла проводиться у зворотній послідовності				1,6
Всього					3,0

3.1.5 Розрахунок технологічного обладнання ділянки для ремонту гальмівних систем

Кількість технологічного обладнання моторної ділянки дорівнює:

$$M_{об} = \frac{T_{об}}{\Phi_{об}} = \frac{T_{об}}{D_{роб} \cdot t_{зм} \cdot n \cdot P \cdot \eta_{об}},$$

$$M_{об} = \frac{14676}{254 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 0,8} = 6$$

Решту технологічного устаткування вибираємо згідно вимог технологічного процесу ремонту гальм та заводимо в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 – Відомість технологічного обладнання ділянки по ремонту гальм

Найменування, тип і модель обладнання	Кількість	Габаритна площа, яку займає обладнання, м ²		Потужність електродвигуна, кВт		Вартість обладнання, грн..	
		Одиниця	Всього	Одиниця	Всього	Одиниця	Всього
1.Слюсарний верстак	2	0,84	1,68	-	-	2000	4000
2. Стенд регулювання запобіжного клапана і регулятора тиску	1	0,43	0,43	-	-	5000	5000
3. Стенд випробування вловіддільника і	1	0,58	0,58	-	-	10000	10000

захисного клапана							
4. Стенд для ремонту і випробування гальмівних камер	1	0,63	0,63	-	-	12000	12000
5.Стенд розбирання маточини з гальмівним барабаном	1	1,34	1,34	2	2	262500	262500
6 Стенд для зрізання гальмівним накладок з колодок	1	0,26	0,26	4	4	214000	214000
7 Мийна машина	1	0,5	0,5	1	1	80000	80000
8 Настільний свердлувальний верстат	1	0,72	0,72	0,8	0,8	20000	20000
9 Верстат для заточування інструменту	1	0,56	0,56	1	1	10000	10000
10 Тельфер електричний	1	0,35	0,35	2	2	80000	80000

3.2 Розробка конструкторських рішень

3.2.1 Опис конструкції обладнання та їх технічна характеристика

З метою скорочення часу на розбирання і складання при ремонті гальм вантажних автомобілів запропоновано оснастити ділянку новим обладнанням. Стенд для розбирання та збирання маточини з гальмівним барабаном призначений для демонтажу маточин із барабанами передніх і задніх коліс вантажних автомобілів.

Стенд (рис. 3.2) являє собою комплексне робоче місце, на якому проводиться повне розбирання маточин з барабанами. Він складається зі зварної станини 1, на яку змонтовані всі компоненти: гайковерт 2, закріплений на колоні пневмопідйомника з комплектом швидкозмінних насадок; пневмопідйомник 3 для установки і зняття маточин, що являє собою пневмоциліндр, закріплений на колоні 4; підставка 5 для фіксації маточин з барабанами, постійно прикріплена до стенду. Гідроциліндр 6 використовується для випресовування гальмівного барабана і обойм підшипників з маточини. Він працює від гідроагрегату, розташованого під верстаком стенду. Для передніх маточин передбачено знімну підставку, яка кріпиться на два фіксатори основної підставки.

Маточина в зборі з гальмівним барабаном встановлюється на стенд, де за допомогою гайковерта барабан від'єднують.

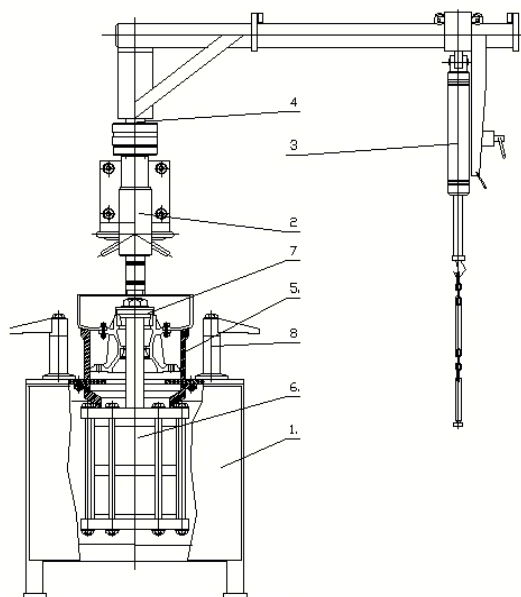


Рисунок 3.2 - Стенд розбирання-збирання маточини з гальмівним барабаном

Стенд для зрізання гальмівних накладок з колодок призначений для зняття накладок з передніх і задніх гальмівних колодок вантажних автомобілів. На рамі 1 стенду (рис. 3.3) встановлений електродвигун 2, який передає обертальний рух на планшайбу 5 через клиноремінну передачу та редуктор 3. Супорт 4, виконаний як зварна конструкція, оснащений санчатами, що рухаються по пазах, і монтується на верхній плиті. Переміщення санчат і подачу ножа здійснюють за допомогою гвинтового механізму через штурвал.

Електрообладнання 6 стенду містить кнопковий блок з автоматичним вимикачем та електродвигун.

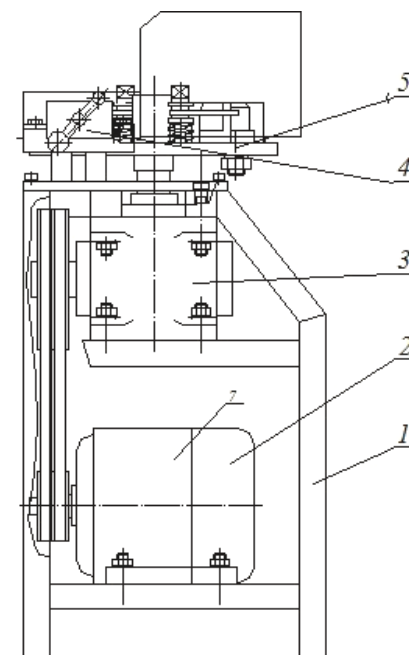


Рисунок 3.3 - Стенд для зрізання гальмівних накладок з колодок

Для зрізання гальмівних накладок гальмові колодки встановлюють попарно на упори та пальці планшайби 5, після чого фіксують додатковими притискачами. Далі ніж супорта підводять до поверхні, яку необхідно зрізати, і запускають двигун.

3.2.2 Розрахунок вузлів пропонованого технологічного устаткування

Розрахунок пневмомеханічного підйомника стенду для розбирання та складання маточини з гальмівним барабаном

Шток пневматичного циліндра, що має круглий поперечний перетин, виготовлений зі сталі марки 45, з діаметром $d = 25$ мм.

Оскільки під час підйому вантажу шток може працювати на вигин (через можливе розташування вантажу поза лінією переміщення штока), необхідно провести розрахунок міцності та жорсткості на вигин.

Розрахункова схема представлена на рисунку 3.4. Припустимо, що захоплення вантажу може відбуватися під кутом 45° до вертикальної осі штока. У такому випадку вертикальна складова сили ваги, F_g (Н), буде становити

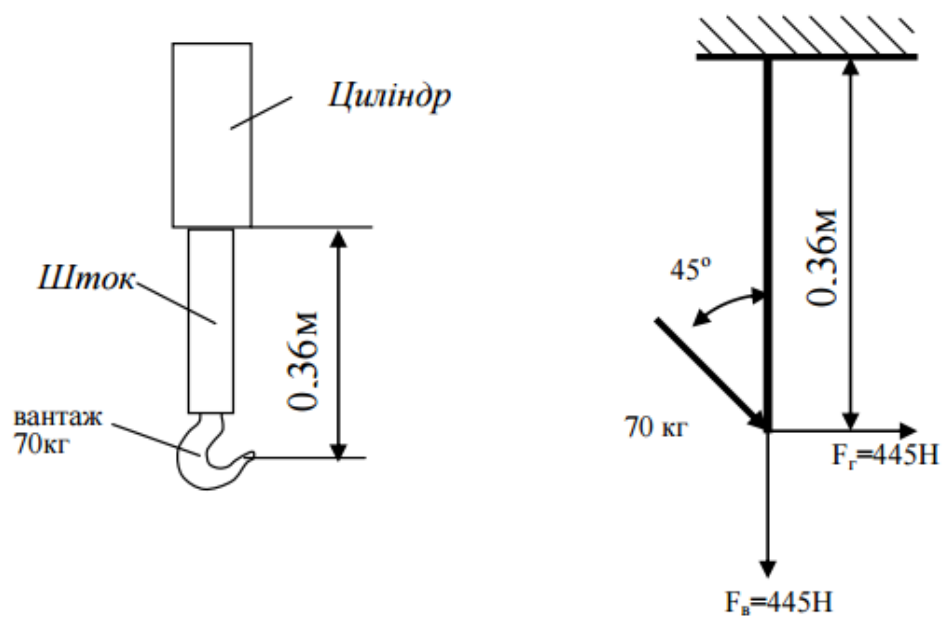


Рисунок 3.4 - Розрахункова схема

$$F_r = G_{rp} \cdot \sin 45^\circ$$

$$F_r = 700 \cdot 0.707 = 495H$$

Епюра моментів, що вигинають, зображена на рисунку 3.5 .

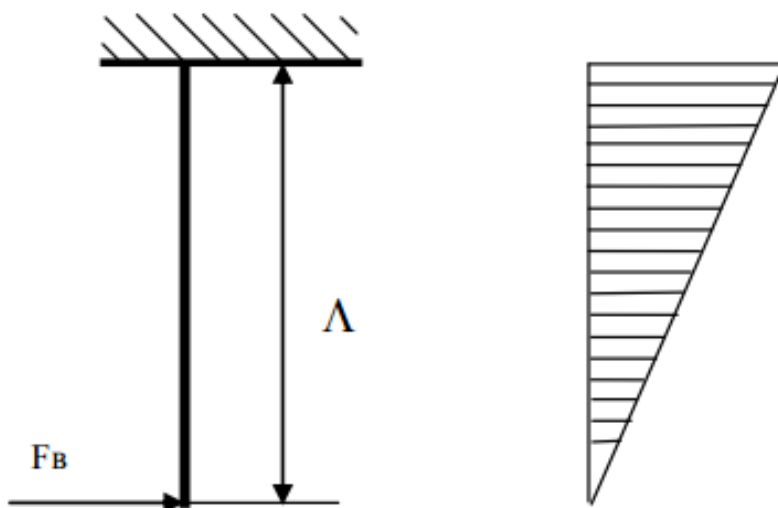


Рисунок 3.5 - Епюра вигинаючих моментів

Напруга σ_{max} , МПа, при вигині рівно:

$$\sigma_{max} = M_{max}/W_z \leq \sigma_{adm},$$

де W_z – момент опору перетину;

σ_{adm} – напруга, що допускається.

Для сталі 45 σ_{adm} дорівнює 160 МПа.

$$\sigma_{max} = 0,18 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{32}{3,14} \cdot 0,0253 = 117 \text{ МПа} < \sigma_{adm}$$

Умова міцності виконується.

Визначаємо переміщення δ кінця штока під дією горизонтальної складової.

Умова жорсткості:

$$\delta \leq \delta_{adm},$$

де δ_{adm} – переміщення, що допускається, приймаємо рівним 5 мм.

Переміщення, δ , ёё визначаємо за способом Верещагіна:

$$\delta = \omega \cdot M/E \cdot J$$

де E – модуль пружності ;

J – момент інерції;

M - одиничний момент;

Для сталі модуль пружності E рівний:

$$E = 2 \dots 105 \text{ ГПа}$$

$$E = 0,36 \text{ Н/мм}^2$$

$$\omega = 1/2 \cdot M_{max}$$

Для круглого перетину $J = \frac{\pi d^4}{64}$. Підставивши значення отримаємо:

$$\delta = \frac{0,36 \cdot 0,18 \cdot 10^{-3} \cdot 0,36 \cdot 64}{3 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 3,14 \cdot 0,025^3} = 2,02 \cdot 10^{-3} \text{ м} < \delta_{adm}.$$

Умова жорсткості витримана.

Перевірка міцності штока:

У районі гайки шток працює на розтягування. Напруга при розтягуванні дорівнює:

$$\sigma = \frac{N}{A} \leq \sigma_{adm},$$

де N – подовжена сила

$$N = F;$$

$$y = \frac{N}{A};$$

$$\delta = 700 \cdot 10^{-3} \cdot 4/3,14 \cdot 0,0253 \cdot 1,1 \ddot{r} < \delta_{adm}$$

Умова міцності виконується.

3.2.3 Розрахунок площі ділянки ремонту гальмівних систем

Площа підприємства поділяється на виробничу, допоміжну та адміністративно-побутову.

Виробничу площу моторної ділянки, $F_{\text{діл}}$, м^2 , визначають по формулі:

$$F_{\text{діл}} = F_{\text{об}} \cdot K_n,$$

Площу яку займає обладнання складає, $F_{\text{об}} = 6,7 \text{ ґ}^2$ яке прийнято відповідно до таблиці 3.7.

Для ділянки ремонту гальмівних систем коефіцієнт переходу, приймаємо рівний, $K_n = 4,5$.

$$F_{\text{діл}} = 6,7 \cdot 4,5 = 30,15 \text{ м}^2.$$

Після виконання технологічного планування та обліку вимог по охороні праці до робочих місць площі ділянки приймаємо рівну

$$F_{\text{діл}} = 6 \cdot 9 = 54 \text{ м}^2.$$

3.2.4 Планувальне рішення ділянки по ремонту гальмівних систем

При плануванні переоснащення ділянки ремонту гальм автомобілів важливо проаналізувати існуючі планувальні рішення аналогічних ділянок, спираючись на типові проекти та доступну літературу. Технологічне планування ремонту гальмівних систем проводиться з урахуванням норм і вимог проектування автотранспортних підприємств. Гальмівна система є однією з найскладніших, оскільки її механізми та вузли потребують великих витрат високопродуктивної праці для обслуговування та ремонту.

Багато компонентів гальмівної системи вимагають індивідуального підходу під час ремонту, починаючи від розбирання і складання до тестування, без порушення взаємозв'язків між деталями. Для виконання таких робіт необхідна підготовка фахівців, спеціалізованих на ремонті гальмівних вузлів, а також забезпечення високого рівня технологічної підготовки виробництва.

Дільниця ремонту гальм є частиною зони поточного ремонту вантажних автомобілів. У процесі переоснащення запропоновано кілька інженерних рішень, зокрема впровадження спеціалізованих стендів для розбирання, складання та ремонту компонентів гальмівної системи. Це дозволить знизити трудові витрати та забезпечити виконання робіт відповідно до нормативно-технічної документації. Для зберігання деталей планується використання контейнерної тари [6, 13, 14].

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Вимоги до території підприємства та облаштування споруд і приміщень

Територія, виробничі й допоміжні приміщення, а також майданчики та місця для зберігання автомобілів мають відповідати вимогам галузових будівельних норм для проєктування підприємств з обслуговування автотранспорту (ВСН 01-89), технологічним нормам проєктування таких підприємств, як ДБН Б.2.2-12:2018, ОНТП 01-91, а також чинним будівельним, санітарним і протипожежним нормам, зокрема ДБН В.1.1-7-2016 і ДСТУ EN 13501-1:2016. Крім того, підприємства повинні дотримуватися правил охорони праці на автомобільному транспорті згідно з ДНАОП 0.00-1.28-97.

Згідно з ДСП 173-96 "Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів" і ДБН Б.2.2-12:2018, територія ТОВ "АДА-ТРАНССЕРВІС" належить до четвертого класу шкідливості та потребує встановлення санітарно-захисної зони. Мінімальна ширина цієї зони між житловими районами та підприємством повинна бути щонайменше 100 метрів. Вся територія та будівлі підприємства розроблені відповідно до санітарно-будівельних норм СНиП II 89-80 "Генеральні плани промислових підприємств".

Територія рівнинна й оснащена системою зливової каналізації для відведення стічних вод, а також водопровідними та дренажними мережами. Вона огорожена парканом висотою близько 2 метрів і освітлюється в нічний час у відповідності до вимог ДБН В.2.5-28:2006. Розміщення будівель враховує технологічні процеси обслуговування й ремонту автомобілів, а також напрямок панівних вітрів для забезпечення ефективного природного освітлення та вентиляції приміщень.

Озеленення території ширококронними деревами та багаторічними рослинами сприяє зменшенню рівня загазованості та пилу в зоні підприємства. Підприємство розташоване в зоні дії переважних північно-західних вітрів у липні та січні. Середньорічну розу вітрів наведено в таблиці 4.1 і на рисунку 4.1.

Таблиця 4.1 – Розрахункові значення рози вітрів для території підприємства ТОВ "АДА-Транссервіс".

Напрямок вітру	Пн.	Пн.-сх.	Сх.	Пд.-сх.	Пд.	Пд.-зх.	Зх.	Пн.-зх.
Значення, %	8,7	10,9	11,3	13,8	14,4	12,4	9	19,5

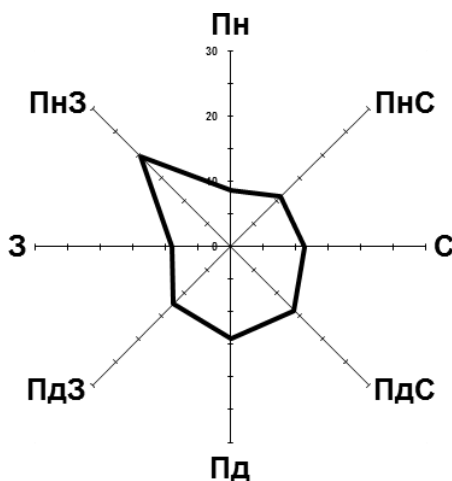


Рисунок 4.1 – Середньорічна роза вітрів м. Кам'янське

Територія підприємства не піддається затопленню, а рівень ґрунтових вод не виявлено на глибині 16 метрів. Рельєф майданчика має невеликий ухил у напрямку з півночі на південь, що сприяє ефективному відведенню стічних вод.

Метеорологічні умови місцевості, де розташоване підприємство, приведені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Метеорологічні умови території підприємства

Показник	Значення
Середня річна температура °С	плюс 8,5
Середня температура найбільш жаркого місяця (липень) °С	плюс 22,3
Середня температура найбільш холодного місяця (січень) °С	мінус 5,4
Швидкісний натиск вітру, кг/м ²	45
Середньомісячна відносна вологість повітря %	73,3
Кількість опадів:	
- за рік, мм	558
- середньомісячне, мм	46,5
- максимальне добове, мм	82
Нормативне снігове навантаження, кг/м ²	50
Максимальна глибина промерзання ґрунту, м	0,5...0,7

Будівлі корпусів з найвищим рівнем виробничих шкідливих факторів розташовані на підвітряній стороні відносно будівель з менш шкідливими умовами, а також побутових приміщень та інших споруд. Для впорядкування території підприємства передбачено облаштування тротуарів шириною 1,5 метра вздовж основних напрямків пішохідного руху. Вільні від забудови ділянки озеленені шляхом висадки ширококронних дерев і багаторічних трав. Тротуари мають покриття з дрібнозернистого асфальту товщиною 3 см, з основою з відсіву щебеню товщиною 10 см, що покладено на ущільнений ґрунт. Покриття всіх майданчиків і проїздів виконано з асфальтобетону.

Виробничі будівлі розташовані відповідно до послідовності технологічного процесу. Основний виробничий корпус, який використовується для технічного обслуговування та ремонту автомобілів, є одноповерховою спорудою з двома прольотами. Крок колон у зовнішніх та внутрішніх рядах становить 6 метрів, що дозволяє розміщувати підйомне обладнання.

ТОВ "АДА-Транссервіс" забезпечене господарчо-питним і виробничим водопостачанням відповідно до вимог ДБН В.2.5-64:2012 "Внутрішній водопровід і каналізація" та ДБН В.2.5-74:2013 "Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди". Підприємство також оснащене системами фекальної та виробничої каналізації згідно з ДБН В.2.5-75:2013 "Каналізація. Зовнішні мережі та споруди".

4.2 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих чинників

У зоні ремонту гальмівних механізмів існує кілька потенційних небезпек, серед яких підйомні крани, електрична напруга, яка живить стенди, верстати та інші агрегати, гаряча вода з мийних машин, а також ручний слюсарний інструмент. Розміщення обладнання повинно відбуватися з дотриманням необхідних відстаней для уникнення скупчення агрегатів і деталей, а також забезпечення вільних проходів і проїздів.

Для транспортування деталей вагою понад 10 кг необхідно використовувати підйомно-транспортні засоби. При цьому підйом вантажів повинен здійснюватися строго у вертикальному напрямку, і заборонено використовувати кран для підтягування вантажів. Агрегати з пружинними елементами, такі як передня підвіска

або клапанний механізм, потрібно розбирати тільки на спеціальних стендах або з використанням відповідного обладнання, що забезпечує безпеку роботи.

Освітлення робочих місць має відповідати нормам для робіт середньої точності при малому контрасті об'єкта з фоном. Переносний електроінструмент може використовуватися тільки за умови його справності та за напруги не більше 36 В. Освітлення робочих місць і верстатів забезпечується лампами на 12 або 36 В залежно від вимог.

Підлога повинна бути рівною та неслизькою, з ухилами для ефективного відведення води. Усе електрообладнання повинно бути заземлене, а ремонт виконуватися тільки після повного відключення живлення. Шкідливі ділянки робіт мають бути ізольовані від інших приміщень для безпеки.

З метою пожежної безпеки стіни та підлога канав і траншей повинні бути облицьовані водостійкими матеріалами. Робочі майданчики, розташовані на висоті понад 1 м, мають бути обладнані поручнями висотою не менше 0,9 м для запобігання нещасним випадкам.

Таблиця 4.3 – Карта умов праці дільниці по ремонту гальмівних систем автомобілів

Санітарно-гігієнічні чинники		Одиниці вимірювання	Нормативні значення	Робоче місце слюсаря
Мікроклімат	Температура повітря (взимку)	°C	23...25	27...29
	Температура повітря (влітку)	°C	23...25	19...20
	Відносна вологість повітря	%	40...60	55...57
	Швидкість руху повітря	м/с	0,3	0,5
Шкідливі речовини	Гази:			
	- оксид вуглецю	мг/м ³	20,0	10,0
	- сірчистий ангідрид	мг/м ³	10,0	-
	Пил:			
	- оксид заліза	мг/м ³	6,0	-
	- кремнеземвмісний	мг/м ³	1,0	2,0

Шум	Рівень звукового тиску	дБ	75	78
Вібрація	Загальна вібрація	дБ	65	55
Освітлення	Природне, КЕО	%	1,5	1,0
	Штучне	лк	150	100

Для створення комфортних умов праці, зниження ризику травмування та підвищення продуктивності важливо враховувати естетичне оформлення робочих приміщень. Технічна естетика, як наука, досліджує принципи художнього підходу до виробничого середовища, розробки сучасних машин, будівель і робочих просторів, що сприяє покращенню умов праці та загальної атмосфери на підприємстві.

Колірне оформлення робочих місць і приміщень повинно відповідати вимогам ГОСТ 12.4.026-76 "Сигнальні кольори та знаки безпеки", які спрямовані на підвищення безпеки працівників шляхом використання певних кольорів для позначення небезпечних зон або елементів обладнання. Відповідно до санітарних норм НАОП 60.2-3.06-98, використання кольорів у робочому просторі має також враховувати психологічний вплив на працівників, сприяючи створенню комфортного середовища і зниженню втоми.

«Згідно з «Типовими нормами видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам автомобільного транспорту», всі робітники автотранспортних підприємств мають бути забезпечені засобами індивідуального захисту (ЗІЗ). Перелік необхідних ЗІЗ, який наведений у таблиці 4.4, враховує специфіку робочих процесів, що підвищує рівень безпеки працівників.

Забезпечення працівників ЗІЗ сприяє створенню безпечного та комфортного робочого середовища, що позитивно впливає на їхню працездатність, знижує ризик травм і підвищує загальну ефективність виробничого процесу.

Таблиця 4.4 – Засоби індивідуального захисту

Код згідно з ДК 003-95	Професійна назва роботи	Найменування спецодягу, спецвзуття та інших засобів індивідуального захисту (ЗІЗ)	Позначення захисних властивостей ЗІЗ	Строк носіння (місяців)
7231.2	Слюсар з ремонту автомобілів	При виконанні робіт з автомобілів обслуговування і ремонту автомобілів та агрегатів: Костюм віскозно-лавсановий Черевики шкіряні Берет Рукавиці комбіновані Окуляри захисні При виконанні робіт з ТО та Р на оглядових канавах, підйомниках і естакадах додатково: Каска будівельника з підшоломником	Мп, 3 Мп, 3 Мп, 3 Мп Закриті	12 12 12 2 до зносу Чергова

4.3 Розрахунок по шуму

Щоб визначити зниження рівня шуму на відстані $r=15 \text{ м} = 15$, $r=15 \text{ м}$ від джерела, потрібно скористатися формулою для розрахунку зниження рівня звукового тиску в залежності від відстані від джерела (компресора), якщо відомо, що шум на відстані l м від компресора складає

$$L_{\text{інтен}} = 110 \text{ дБ.}$$

Визначаємо ефективність від установки екрану висотою $h = 2,5 \text{ м}$, довжиною $l = 6 \text{ м}$; відстань від екрану до робочого місця слюсаря в зоні $b = 3 \text{ м}$, частота звуку $f = 2500 \text{ Гц}$.

Зниження рівня інтенсивності шуму L_r , дБ, визначається по формулі [28]:

$$L_r = L_{\text{інтен}} - 20 \lg r - 8, \text{ дБ,}$$

де $L_{\text{інтен}}$ – рівень інтенсивності шуму на відстані l м від джерела, дБ;

r – відстань від зовнішніх джерел.

$$L_r = -110 - 20 \lg 15 - 8 = 79 \text{ дБ.}$$

Для визначення ефективності від установки екрану визначаємо величину K по формулі:

$$K = 0,05 \cdot f^{0,5} \cdot \left(\frac{h^2 \cdot \left(\frac{l}{b}\right)^2}{1 + 4 \cdot \left(\frac{a}{b}\right)^2} \right)^{0,5},$$

де f – частота звуку, Гц;

h – висота екрану, м;

l – довжина екрану, м;

b – відстань від екрану до робочого місця, м;

a – відстань від екрану до джерела шуму, м.

$$K = 0,05 \cdot 2500^{0,5} \cdot \left(\frac{2,5^2 \cdot \left(\frac{6}{3}\right)^2}{1 + 4 \cdot \left(\frac{1,5}{3}\right)^2} \right)^{0,5} = 4,7.$$

Визначаємо ефективність екрану ΔL_e (по таблиці стор. 70 [28]) для $K=4,7$; $\Delta L_e = 21,4$ дБ.

5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Розробка кошторису витрат на проектування і виготовлення стенду оригінальної конструкції

При проектуванні конструкції та виготовлення стенду необхідно провести собівартість розробки для діагностування гальмівних систем вантажних автомобілів:

$$C_{уст} = B_n + B_m + B_{\text{м}} + B_{\text{нв}} + \sum B_{ce} + \sum B_{me} + \sum Z_{од} + \sum B_{соц} + \sum P_{уст} + Ц_e,$$

Розрахунок витрат на проектування деталей стенду:

$$B_{\text{п}} = T_{\text{кон}} \cdot Z_{\text{ег}} \cdot (1 + 0,01K_{\text{соц}})(1 + 0,01\Pi_{\text{св}}),$$

$$H_{\text{оп}} = 4;$$

$$T_{\text{кон.дет}} = 1,1 \text{ год};$$

$$Z_{\text{ег}} = 25,25 \text{ грн/год};$$

$$K_{\text{соц}} = 39,5\%;$$

$$\Pi_{\text{св}} = 75\%.$$

$$B_{\text{п}} = 4 \cdot 1,1 \cdot 25,25 \cdot (1 + 0,01 \cdot 39,5)(1 + 0,01 \cdot 75) = 271,22 \text{ грн.}$$

Технологічні витрати на розробку виготовлення деталей стенду.

$$B_{\text{т}} = T_{\text{м}} \cdot Z_{\text{ег}} \cdot (1 + 0,01K_{\text{соц}})(1 + 0,01\Pi_{\text{св}}),$$

$$T_{\text{м}} = 20 \text{ год};$$

$$Z_{\text{ег}} = 19,8 \text{ грн/год};$$

$$K_{\text{соц}} = 39,5\%;$$

$$\Pi_{\text{св}} = 75\%.$$

$$B_{\text{т}} = 20 \cdot 19,8 \cdot (1 + 0,01 \cdot 39,5)(1 + 0,01 \cdot 75) = 966,7 \text{ грн.}$$

Сумарні витрати, а саме основні та додаткові матеріали:

$$B_{\text{м}} = \sum MЦ_{\text{м}}\alpha_{\text{м}},$$

$$Ц_{\text{м1}} = 10,2 \text{ грн};$$

$$M_1 = 3 \text{ кг};$$

$$\alpha_{\text{м}} = 1,05.$$

$$B_{\text{м}} = (10,2 \cdot 3) \cdot 1,05 = 32,13 \text{ грн.}$$

При виготовленні складальних одиниць, використовується з'єднання елементів каркасу електродуговим зварюванням.

Витрати на технологічну енергію для зварювання:

$$B_{\text{ме}} = N_{\text{уст}} K_N K_b \frac{t_{\text{шт}}}{60} Ц_e,$$

$$K_N = 0,7;$$

$$K_b = 0,9;$$

$$C_e = 0,85 \text{ грн.}$$

Детальну технологію виготовлення деталей неможливо здійснити розрахунок. Дані розрахунки проводимо в наступному: потужність зварювальної установки ПДГ–508М1 із джерелом живлення КИУ-301 для напівавтоматичного зварювання в середовищі захисного газу CO₂ складає 28,0 кВт/год, а усереднений час зварювання становить 0,50 години. Отже:

$$B_{me} = N_{уст} K_N K_b \frac{t_{шт}}{60} C_e = 28,0 \cdot 0,7 \cdot 0,9 \cdot \frac{30}{60} \cdot 0,85 = 7,497 \text{ грн.}$$

Витрати на силову енергію:

$$B_{се} = \frac{N_y K_0 K_N K_r}{\eta_M \eta_c} \cdot \frac{t_{шт}}{60} C_e,$$

$$N_y = 4,5 \text{ кВт};$$

$$K_0 = 0,7;$$

$$K_N = 0,6;$$

$$K_r = 0,5;$$

$$t_{шт} = 1,45 \text{ год};$$

$$\eta_M = 0,9;$$

$$\eta_c = 0,96.$$

$$B_{се} = \frac{4,5 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 0,5}{0,9 \cdot 0,96} \cdot 1,45 \cdot 0,85 = 1,348 \text{ грн.}$$

Сумарна заробітну плату, а саме основна та додаткова:

$$З_{од} = \sum_{i=1}^m l_{год} \frac{t_{шт}}{60} (1 + 0,01\alpha)(1 + 0,01\beta),$$

$$m = 28;$$

$$l_{год} = 9,5 \text{ грн/год};$$

$$t_{шт} = 0,25 \text{ год};$$

$$\alpha = 20\%; \beta = 12\%.$$

$$З_{од} = 28 \cdot 9,5 \cdot 0,25 \cdot (1 + 0,01 \cdot 20)(1 + 0,01 \cdot 12) = 89,37 \text{ грн.}$$

Відрахування на соціальні заходи:

$$B_{соц} = \frac{K_{соц} З_{од}}{100}.$$

$$K_{соц} = 39,5\%.$$

$$B_{\text{соц}} = \frac{39,5 \cdot 89,37}{100} = 35,3 \text{ грн.}$$

Визначення сумарної собівартості однієї години роботи на верстатному обладнанні залежать від калькуляційного часу виконання операції для виготовлення деталей:

$$P_{\text{уст}} = \sum_{i=1}^m t_{\text{шми}} C_{\text{Гі}},$$

$$C_{\text{Гі}} = 13,34 \text{ грн/год};$$

$$t_{\text{шми}} = 0,16 \text{ год.}$$

$$P_{\text{уст}} = 28 \cdot 0,16 \cdot 13,34 = 59,763 \text{ грн.}$$

Виробничі витрати за матеріалами попередньої практики складають 110% від суми заробітних плат виробничих робітників при виробництві деталей установки:

$$Ц_{\text{в}} = \frac{K_{\text{цех}} Z_{\text{од}}}{100}; Ц_{\text{в}} = \frac{110 \cdot 89,37}{100} = 98,3 \text{ грн.}$$

Тоді собівартість пристосування для розкушування гайок становитиме:

$$C_{\text{уст}} = B_{\text{n}} + B_{\text{м}} + B_{\text{т}} + \sum B_{\text{се}} + \sum B_{\text{ме}} + \sum Z_{\text{од}} + \sum B_{\text{соц}} + \sum P_{\text{уст}} + Ц_{\text{в}},$$

$$C_{\text{у}} = 271,22 + 32,13 + 966,7 + 1,35 + 7,49 + 89,37 + 35,3 + 59,7 + 98,3 = 1561,6 \text{ грн}$$

Отже собівартість пристосування для розкушування гайок складає при його проектуванні, виготовленні і складанні 1561,6 грн.

5.2 Розрахунок річного економічного ефекту від впровадження конструкторських розробок

Для визначення сумарної економії виробничих ресурсів (живої праці, матеріалів тощо) та річного економічного ефектів впровадження конструкторсько-технічних розробок визначається за залежністю:

$$E = (C^y - C^n) N,$$

$$N = 230.$$

Собівартість операції без установки:

$$C^y = Z_{\text{б}} + B_{\text{од1}} + B_{\text{соц}} + B_{\text{накл}};$$

Заробітна плата при виконанні операції без установки:

$$Z_{\text{од1}} = \frac{t_1 l_{\text{год}} \cdot K_{\text{д}}}{60};$$

$$t_1 = 18 \text{ хв};$$

$$K_{\text{д}} = 1,3.$$

· Витрати на соціальні відрахування:

$$B_{\text{соц}} = 0,395 \cdot 3,66 = 1,44 \text{ грн.}$$

Накладні витрати:

$$B_{\text{накл}} = \frac{110}{100} \cdot 3,66 = 4,03 \text{ грн.}$$

Отже, собівартість операції без установки становить:

$$C_6^y = 3,66 + 1,44 + 4,03 = 9,13 \text{ грн.}$$

$$t_1 = 5 \text{ хв;}$$

$$K_d = 1,3.$$

$$Z_{\text{од1}} = \frac{5 \cdot 9,4 \cdot 1,3}{60} = 1,02 \text{ грн.}$$

Витрати на соціальні відрахування:

$$B_{\text{соц}} = 0,395 \cdot 1,02 = 0,403 \text{ грн.}$$

Накладні витрати:

$$B_{\text{накл}} = \frac{110}{100} \cdot 1,02 = 1,122 \text{ грн.}$$

Отже, собівартість операції з установкою становить:

$$C_6^H = 1,02 + 0,403 + 1,122 = 2,545 \text{ грн.}$$

Визначення річного економічного ефекту:

$$E_p = (9,15 - 2,545) \cdot 230 - 0,15 \cdot 3067 = 1059,1 \text{ грн.}$$

Визначення строку окупності приладу:

$$T_{\text{ок}} = \frac{3067}{1059,1} = 2,8 \text{ роки.}$$

ВИСНОВОК

У процесі написання магістерської кваліфікаційної роботи було проведено дослідження та розроблено низку заходів, спрямованих на оптимізацію технологічного процесу поточного ремонту гальмівних систем автомобілів КамАЗ 55111. Запропоновано використання сучасного технологічного обладнання, зокрема стенду для розбирання маточини з гальмівним барабаном та стенду для зрізання накладок з гальмівних колодок. Одним із ключових аспектів підвищення ефективності автотранспортного підприємства стало переобладнання ділянки з ремонту гальмівних систем.

Також було обґрунтовано та визначено граничні значення якісних показників моторних олив. Максимальні зміни таких характеристик, як вміст протизадирних і протизносних присадок, становили 30-35%, до окислення – 20-25%, зниження лужного числа – 30%, а зміна в'язкості – 10%.

Експериментальні дослідження підтвердили високу якість моторних олив Mobil Delvac MX Extra 10W40 та Shell Rimula R5 M 10W40. Було встановлено, що олива Mobil Delvac MX Extra 10W40 при експлуатації двигуна MAN D 28 до пробігу в 20 тисяч км не виходить за граничні показники. Проте після пробігу 30 тисяч км необхідна заміна оливи, оскільки температура спалаху знизилася на 11,4%, а масова частка на 0,013%. Олива Shell Rimula R5 M 10W40 під час експлуатації двигуна ЯМЗ-7511 показала зменшення температури спалаху на 9%, залишаючись при цьому в межах допустимих норм.

Ці дослідження дають можливість покращити технічне обслуговування автомобільної техніки та підвищити загальну ефективність роботи автотранспортних підприємств.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: організація і управління: Підручник. – К.: Знання, 2004. – 478 с.
2. Проектування механічних передач: Навчально-довідковий посібник для вузів / Чернавський С.А., Снесарев Г.А., Козінцев Б.С.- К.: Машинобудування, 1994.-560 с.
3. Анур'єв В.І.. Довідник конструктора-машинобудівника: У 3-х т. т.3. - 6-те вид., Перероб. та дод. - К.: Машинобудування, 1992. – 576 с.
4. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3 т. – М.: Машиностроение, 1978.-Т.2.-557 с.
5. Технічна Експлуатація автомобілів: Підручник для вузів/За редакцією Г.В. Крамаренко. - 2-ге вид., Перераб і доп. – М.: Транспорт, 1983. – 488 с.
6. Дюмин И.Е., Трегуб Г.Г. Ремонт автомобилей: Учеб. для техникумов /Под ред. Дюмина И.Е. – М.: Транспорт, 1995.-280 с.
7. Канарчук В.Є., Лудченко О.А., Барілович Л.П. Організація виробничих процесів на транспорті в ринкових умовах. – К.: Логос, 1996.-34

8. Сафронов С.О. Проектний аналіз: інвестиційний аспект: монографія / С.О. Сафронов, Н.А. Караван. – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2013. – 188 с.

9. Закон України «Про збір та облік єдиного внеску на загальнообов’язкове державне соціальне страхування» № 2464-17 поточна редакція від 11.10.2017, підстава [2148-19/](#) [Електронний ресурс] / Верховна Рада України. – Режим доступу: <http://www.rada.gov.ua>.

10. П(С)БО 7 "Основні засоби", затв. наказом МФУ від 27.04.2000 р. №92. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0288-00>.

11. Податковий кодекс України від 02.12.2010 р. № 2755-VI (зі змінами та доповненнями, поточна редакція від 10.09.2017 р., підстава [2146 - 19/](#))

12. Закон України „Про охорону праці”. – Харків: Вид-во „ФОРТ”, 2003.- 32 с.

13. ДБН Б.2.2-12:2018 Державні будівельні норми України. Планування і забудова територій.

14. ОНТП 01-91 Загальносоюзні норми технологічного проектування підприємств автомобільного транспорту.

15. ДБН В.1.1-7 -2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва.

16. ДСТУ EN 13501-1:2016 Пожежна класифікація будівельних виробів і будівельних конструкцій.

17. ДНАОП 0.00-1.28-97 Правила охорони праці на автомобільному транспорті.

18. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою.

19. Салов А.І. Охорона праці підприємствах автомобільного транспорту. - К.: «Транспорт» 1997. – 184 с.

20. На захист металу. Тест відпрацьованої олії DBV 5W-40
<http://autoexpert.com.ua/stati/masla-smazki/8565-na-zashhite-metalla.html>.

Григоров А.Б. Наглюк С.І. Карножицький П.В. Уточнення термінів зміни моторних масел при їх експлуатації в автобусах «Богдан-А091» та "ПАЗ-4234". Журнал "Автомобільний транспорт". Випуск № 23 / 2008. – 4с.

21. Скіндер Н.І., Гур'янов Ю.А. Про необхідність систематичного контролю якості працюючих моторних масел// Хімія та технологія палив та масел. – 2003. - №5 - С.28-30.

22. Алієв З.Е., Агаєва С.М., Білалов С.Б., Гасанов Б.Р. Хімія та технологія палив та олій. Азерб. Хім. журнал, № 3, 1990. с. 29-32.

23. Білалов С.Б., Алієв З.Е., Агаєва С.М. Хімія та технологія палив та олій. Азерб. Хім.журнал, № 4, 1993, с.51-54.

24. Вишнякова Т.П., Голубєва І.А., Гутнікова Л.П. Хімія та технологія палив та олій. Азерб. Хім. журнал, № 5, 2000, с. 39-42.

25. Алієв З.Е., Білалов С.Б., Агаєва С.М., Алієва Ф.Д. Експлуатаційні властивості авіаційних палив, мастильних матеріалів та спеціальних рідин: Тези доповідей V Всесоюзної науково-технічної конференції. Київ, 2001. 136. с.

26. Дольберг А.Л., Гришаєва А.Ю. Хімія та переробка нафти та газу. Експрес-інф., К.: Колос, 1988. Вип. 12.

27. Дольберг А.Л., Гришаєва А.Ю. Хімія та технологія палив та олій. №1, 1984, с. 27.

28. Синіцер Ю.В. Хімія сіркоорганічних сполук, що містяться в нафтах та нафтопродуктах. К.: Держтоптехвидавництво, 1981 Т. 4 280 с.

29. Кулієв А.М., Білалов С.Б., Алієв Х.Е. та ін Хімія сіркоорганічних сполук, що містяться в нафтах та нафтопродуктах – ДАН АзРСР, 1981, т. 27, № 5, с. 24-28.

30. Благовидов І.Ф., Кондратьєв В.М., Шехтер Ю.М. та інші. Нафтопереробка і нафтохімія, 1999, № 7, с.27.

31. Патент ФРН 1049191.

32. Ingold K.U. Робочо-консерваційні мастильні матеріали. К.: Хімія, 1999, 256 с.

