

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ
ІМЕНІ ПРОФЕСОРА ОЛЕКСАНДРА СЕМКОВИЧА

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: **„ Удосконалення технологічного процесу
технічного обслуговування автомобілів категорії N₁ з
розробкою пристрою для прокачування гідравлічної
системи гальм ”**

Виконав: студент 3 курсу групи Аін-33сп
Спеціальності 208 „Агроінженерія”

(шифр і назва)

Твердий Петро Олегович

(Прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., в.о.доц. Рис В.І.

(Прізвище та ініціали)

Дубляни 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ
ІМЕНІ ПРОФЕСОРА ОЛЕКСАНДРА СЕМКОВИЧА

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Зав. кафедри _____

(підпис)

к.т.н., доцент Андрій ШАРИБУРА

“ _____ ” _____ 2023 р.

З А В Д А Н Н Я

на дипломний проект студенту
Твердому Петру Олеговичу

1. Тема проекту: „ Удосконалення технологічного процесу технічного обслуговування автомобілів категорії N₁ з розробкою пристрою для прокачування гідравлічної системи гальм ”

Керівник проекту: Рис Василь Іванович, к.т.н., в.о. доц.

Затверджена наказом по університету від 30 грудня 2023 року № 453/К-С

2. Строк здачі студентом закінченого проекту 16 червня 2023 року.

3. Вихідні дані: _____

3.1. Звітні матеріали про діяльність ремонтних майстерень підприємств.

Звітні матеріали власників техніки про наявність і використання ремонтно-обслуговуючої бази.

4. Перелік питань, які необхідно розробити

Вступ

1. Характеристика виробничої бази використання розробки

2. Технологічна частина

3. Конструктивна частина

4. Охорона праці

5. Розрахунок економічного ефекту від запровадження обладнання для ремонту деталей системи гальм вантажних автомобілів

Висновки та пропозиції

Список використаної літератури

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

5.1. Порівняльна характеристика схем гальмівної системи автомобілів категорії N_1 (1 арк. форм. А1);

5.2. Обладнання для прокачування гідравлічної системи гальм (1 арк. форм. А1);

5.3. Робочий циліндр (1 аркуш форм. А2), привід головного циліндра (1 аркуш форм. А2);

5.4. Робочі креслення деталей (1 аркуш форм. А1);

5.5. Результати розрахунку економічного ефекту від використання обладнання для прокачування гідравлічної системи гальм (1 арк. форм. А1).

6. Консультанти розділів проєкту:

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | | Відмітка про виконання |
|------------|---|----------------|------------------|------------------------|
| | | завдання видав | завдання прийняв | |
| 1, 2, 3, 5 | Рис В.І. к.т.н., в.о. доц. кафедри агроінженерії та технічного сервісу імені професора Олександра Семковича | | | |
| 4 | Тимочко В.О., к.т.н., доц. кафедри управління проєктами та безпеки виробництва | | | |

7. Дата видачі завдання: 30 грудня 2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| Пор. № | Назва етапів дипломної роботи | Строк виконання етапів роботи | Відмітка про виконання |
|--------|--|-------------------------------|------------------------|
| 1. | Написання розділу: «Характеристика виробничої бази використання розробки» | 30.12.2022– 15.02.2023 | |
| 2. | Виконання другого розділу: «Технологічна частина» | 16.02.2023– 15.03.2023 | |
| 3. | Виконання третього розділу: «Конструктивна частина» | 16.03.2023– 30.04.2023 | |
| 4. | Написання розділу: «Охорона праці» | 01.05.2023– 15.05.2023 | |
| 5. | Виконання розділу: «Розрахунок економічного ефекту від запровадження обладнання для ремонту деталей системи гальм вантажних автомобілів» | 16.05.2023– 01.06.2023 | |
| 6. | Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки. Завершення роботи в цілому | 02.06.2023– 12.06.2023 | |

Студент _____ Петро ТВЕРДИЙ
(підпис)

Керівник проєкту _____ Василь РИС

УДК 613.:629

Дипломний проєкт: 49с. текст. част., 3 рис., 3 табл., 5 арк. формату А1, 19 джерел.

Удосконалення технологічного процесу технічного обслуговування автомобілів категорії N_1 з розробкою пристрою для прокачування гідравлічної системи гальм. Твердий Петро Олегович – дипломний проєкт. Кафедра агроінженерії та технічного сервісу імені професора Олександра Семковича – Дубляни, Львівський НУП, 2023р.

Проведено аналіз парку вантажних автомобілів юридичних та фізичних власників зони обслуговування частини Яворівського району. Розраховано обсяги ремонтно-обслуговувальних робіт для автомобілів категорії N_1 та виробничі параметри постів для їх обслуговування і ремонту. Запропоновано технологію виявлення і усунення несправностей гідравлічної системи гальм автомобілів категорії N_1 . Розроблено обладнання для усунення повітря з гідравлічної системи гальм. Розглянуто питання охорони праці та охорони довкілля.

Економічний ефект за розрахунковий період становитиме 147,9 тис.грн. при строку окупності менше року. Незначна сума ефекту пояснюється тим, що для розрахунків не приймалися збитки від простою автомобілів за умови відсутності другого виконавця робіт.

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| ПЕРЕДМОВА | 6 |
| 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ВИРОБНИЧОЇ БАЗИ ВИКОРИСТАННЯ РОЗРОБКИ..... | 8 |
| 1.1. Характеристика автомобільного парку зони обслуговування Яворівського району..... | 8 |
| 1.2. Обґрунтування номенклатури машин, які будуть обслуговуватися... | 12 |
| 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА..... | 14 |
| 2.1. Основні несправності гальмівних систем автомобілів категорії N_1 та способи їх усунення..... | 14 |
| 2.2. Технологія видалення повітря із гідравлічної системи гальм..... | 15 |
| 2.3. Визначення перспективних обсягів ремонтно-обслуговувальних втручань..... | 23 |
| 2.4. Розрахунок основних виробничих параметрів ділянки ремонту автомобілів категорії N_1 | 25 |
| 3. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА..... | 28 |
| 3.1. Будова обладнання для прокачування гідравлічної системи гальм... | 29 |
| 3.2. Принцип дії обладнання..... | 30 |
| 3.3. Розрахунок елементів конструкції обладнання..... | 31 |
| 3.3.1. Розрахунок двоплечого важеля приводу..... | 31 |
| 3.3.2. Розрахунок основи..... | 34 |
| 4. ОХОРОНА ПРАЦІ..... | 36 |
| 4.1. Виробнича санітарія..... | 36 |
| 4.2. Розрахунок заземлення електроустаткування у ділянки..... | 38 |
| 4.3. Пожежна безпека..... | 39 |
| 4.4. Заходи безпеки під час виконання технологічних операцій ремонту і | |

| | |
|--|----|
| обслуговування машин..... | 40 |
| 5. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОГО ЕФЕКТУ ВІД ЗАПРОВАДЖЕННЯ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ РЕМОНТУ ДЕТАЛЕЙ СИСТЕМИ ГАЛЬМ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ КАТЕГОРІЇ N_1 | 42 |
| Висновки і пропозиції..... | 47 |
| СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ..... | 48 |

ПЕРЕДМОВА

Розвиток автомобільного транспорту, який призвів до появи швидкісних, комфортабельних, економічних автомобілів поступово робить автомобільні перевезення конкурентоспроможними залізничним. Це пояснюється більшою його оперативністю, уникненням додаткових навантажувально-розвантажувальних робіт, формуванням довільних партій вантажу за рахунок вибору автомобілів та автомобільних поїздів потрібної вантажопідйомності.

Сьогодні важко собі уявити функціонування сільськогосподарських і промислових підприємств без вантажного автомобільного транспорту. В країнах Світу з розвинутою економікою частка перевезень, що припадає на автомобільний транспорт, сягає 70..95%. причому, є ряд країн, в яких внутрішні перевезення здійснюються лише автомобільним транспортом.

Тривале реформування агропромислового комплексу України супроводжується перерозподілом між власниками основних засобів, в тому числі і автомобілів та ремонтно-обслуговуючої бази для їх технічного обслуговування та ремонту. Перерозподіл автомобілів не викликає особливих проблем, так як зміна місця стоянки автомобіля і його власника супроводжується лише зміною документів. У перерозподілі ремонтно-обслуговуючої бази виникають значні труднощі, викликані тим, що неможливо розділити і транспортувати будівлі і їх частини [4].

Крім того, майстерні раніше існуючих господарств мали різний рівень технічного оснащення. В більшості з яких обладнання морально і фізично застаріле, як правило це: токарно-гвинторізні та свердлильні верстати, електро- та газозварювальне обладнання, ковальське, кран-балки та гаражні домкрати. Що стосується спеціального обладнання для виконання операцій технічного обслуговування і поточного ремонту автомобілів, зокрема для ремонту елементів

гальмівної системи, то його не було в жодному з існуючих аграрних господарств Яворівського району.

Сьогодні як юридичні, так і фізичні власники автомобілів не можуть власними силами якісно і своєчасно їх обслуговувати та ремонтувати через відсутність належної бази та фахівців. Тому виникає потреба створення на районному рівні такої виробничої структури, яка могла би надавати комплексні послуги власникам за їх бажанням.

У даному дипломному проєкті ми поставили собі за мету запропонувати структуру і організацію роботи дільниці ремонту автомобілів категорії N_1 для умов зони обслуговування частини Яворівського району і тому запропоновано роботу на тему: „Удосконалення технологічного процесу технічного обслуговування автомобілів категорії N_1 з розробкою пристрою для прокачування гідравлічної системи гальм”.

1. ХАРАКТЕРИСТИКА ВИРОБНИЧОЇ БАЗИ ВИКОРИСТАННЯ РОЗРОБКИ

За останні роки щорічно середньому майже 12% вантажних автомобілів змінюють своїх власників. Це, як правило, пояснюється тим, що проходить реформування структурних підрозділів аграрного виробництва. Крім того постійно змінюється співвідношення чисельності автомобілів, що знаходяться у юридичних та фізичних власників. Загалом парк вантажних автомобілів стає все більш різномарочним, збільшується також кількість моделей автомобілів кожної марки. Такі тенденції зміни автомобільного парку за чисельністю, марками і моделями вимагають зміни організації роботи технічних сервісних підрозділів. Велике значення з точки зору визначення чисельності ремонтних втручань, має вікова характеристика автомобільного парку. Для визначення зони обслуговування потрібно знати наявність автомобілів в окремих населених пунктах.

1.1. Характеристика автомобільного парку зони обслуговування Яворівського району

Станом на 1 січня 2023 року на у зоні обслуговування Яворівського району зареєстровано 3858 автомобілі. Для останніх десяти років характерним є те, що чисельність парку автомобілів у власності сільськогосподарських виробників змінювалася в значних межах і зменшилася за цей період у порівнянні з 2013 в 2,1 рази. Широке використання автомобілів категорії N_1 в господарствах зумовлене їх економічністю, більшою маневреністю на відміну від автомобілів марки КамАЗ, КраЗ.

В таблиці 1.1 подано наявність автомобілів у населених пунктах зони обслуговування Яворівського району.

Таблиця 1.1 – Розміщення вантажних автомобілів в населених пунктах зони обслуговування Яворівського району станом на 01.01.2023 року

| Населений пункт | Марка автомобіля | | | | | | Разом |
|-----------------|------------------|-----|-----|-------|------|------|-------|
| | ГАЗ | МАЗ | ЗІЛ | КамАЗ | КрАЗ | Інші | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Яворів | 103 | 23 | 36 | 15 | 10 | 395 | 582 |
| Новояворівськ | 77 | 43 | 48 | 40 | 26 | 584 | 818 |
| Когуті | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 8 | 11 |
| Івано-Франкове | 37 | 8 | 40 | 12 | 2 | 175 | 274 |
| Верешниця | 1 | 0 | 4 | 3 | 0 | 3 | 11 |
| Лелехівка | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 7 | 10 |
| Краковець | 23 | 2 | 4 | 5 | 1 | 45 | 80 |
| Глиниці | 7 | 0 | 0 | 2 | 0 | 22 | 31 |
| Мор'янці | 2 | 0 | 1 | 1 | 0 | 16 | 20 |
| Немирів | 20 | 5 | 9 | 5 | 4 | 32 | 75 |
| Салаші | 9 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 12 |
| Середина | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 |
| Шкло | 20 | 25 | 35 | 23 | 19 | 122 | 244 |
| Стадники | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 15 | 18 |
| Бердихів | 5 | 0 | 0 | 1 | 0 | 11 | 17 |
| Молошковичі | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 17 | 19 |
| Підлуби | 0 | 0 | 1 | 3 | 0 | 23 | 27 |
| Бірки | 19 | 9 | 35 | 6 | 2 | 30 | 101 |
| Рокитне | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 4 | 7 |
| Бунів | 10 | 5 | 3 | 2 | 1 | 4 | 25 |
| Великополе | 4 | 0 | 0 | 1 | 0 | 9 | 14 |
| Затока | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 3 |

Продовження таблиці 1.1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|------------|----|---|---|----|---|----|----|
| Вербляни | 4 | 2 | 2 | 3 | 0 | 11 | 20 |
| Гораїць | 3 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 5 |
| Дацьки | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 5 | 7 |
| Дебрі | 3 | 2 | 0 | 1 | 0 | 7 | 13 |
| Коти | 2 | 0 | 4 | 1 | 1 | 11 | 19 |
| Пісоцький | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 3 |
| Віжомля | 6 | 0 | 1 | 3 | 0 | 10 | 20 |
| Вороців | 5 | 3 | 4 | 1 | 0 | 19 | 32 |
| Карачинів | 12 | 1 | 5 | 3 | 0 | 19 | 40 |
| Солуки | 1 | 0 | 0 | 6 | 0 | 3 | 10 |
| Добростани | 4 | 1 | 6 | 1 | 0 | 9 | 21 |
| Домажир | 6 | 1 | 5 | 0 | 0 | 12 | 24 |
| Жорниська | 10 | 0 | 8 | 5 | 0 | 9 | 32 |
| Зелів | 0 | 4 | 3 | 1 | 0 | 2 | 10 |
| Кожичі | 4 | 1 | 2 | 0 | 0 | 2 | 9 |
| Дрогомишль | 8 | 0 | 1 | 3 | 0 | 3 | 15 |
| Грушів | 1 | 2 | 2 | 2 | 0 | 4 | 11 |
| Липовець | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 3 |
| Завадів | 3 | 0 | 1 | 2 | 0 | 18 | 24 |
| Поруби | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 7 | 10 |
| Щеплати | 3 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 5 |
| Залужжя | 7 | 1 | 2 | 0 | 1 | 23 | 34 |
| Новий Яр | 0 | 6 | 0 | 1 | 0 | 2 | 9 |
| Новини | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 9 | 13 |
| Старий Яр | 2 | 0 | 0 | 10 | 0 | 23 | 26 |

Продовження таблиці 1.1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|--------------|----|----|----|----|---|----|-----|
| Калинівка | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 4 | 8 |
| Шутова | 3 | 0 | 1 | 0 | 0 | 10 | 14 |
| Кам'янобрід | 3 | 0 | 1 | 2 | 0 | 6 | 12 |
| Лозино | 8 | 0 | 18 | 2 | 0 | 12 | 40 |
| Дубровиця | 2 | 0 | 2 | 10 | 0 | 0 | 5 |
| Ставки | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 4 | 6 |
| Мальчиці | 5 | 0 | 3 | 2 | 0 | 2 | 12 |
| Мужилівці | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 13 | 17 |
| Нагачів | 10 | 7 | 3 | 3 | 4 | 13 | 40 |
| Семирівка | 3 | 0 | 2 | 0 | 0 | 3 | 8 |
| Поріччя | 6 | 0 | 3 | 6 | 1 | 3 | 19 |
| Страдч | 2 | 15 | 5 | 1 | 1 | 15 | 39 |
| Ямельня | 1 | 0 | 2 | 2 | 0 | 6 | 11 |
| Прилбичі | 12 | 2 | 1 | 4 | 0 | 46 | 65 |
| Рогізно | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 | 7 | 12 |
| Оселя | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 | 6 |
| Черчик | 4 | 0 | 2 | 0 | 0 | 13 | 19 |
| Рясне-Руське | 22 | 4 | 13 | 6 | 0 | 55 | 100 |
| Підрясне | 2 | 0 | 4 | 2 | 0 | 2 | 10 |
| Сарни | 1 | 0 | 4 | 1 | 0 | 7 | 13 |
| Любині | 2 | 1 | 2 | 2 | 0 | 25 | 32 |
| Свидниця | 5 | 0 | 3 | 1 | 0 | 18 | 27 |
| Коханівка | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 4 | 9 |
| Середкевичі | 5 | 1 | 2 | 1 | 0 | 11 | 20 |
| Смолин | 4 | 2 | 3 | 1 | 0 | 10 | 20 |

Закінчення таблиці 1.1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|----|------|------|
| Вороблячин | 1 | 2 | 1 | 2 | 0 | 4 | 10 |
| Старичі | 8 | 7 | 24 | 4 | 1 | 56 | 100 |
| Воля-Старицька | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 10 | 13 |
| Терновиця | 6 | 1 | 1 | 1 | 1 | 17 | 27 |
| Чолгині | 2 | 0 | 0 | 4 | 1 | 13 | 22 |
| Чернилява | 24 | 19 | 7 | 14 | 0 | 42 | 106 |
| Наконечне Перше | 8 | 0 | 0 | 1 | 0 | 40 | 49 |
| Наконечне Друге | 3 | 0 | 2 | 1 | 0 | 44 | 50 |
| Ясницька | 15 | 13 | 23 | 5 | 2 | 25 | 83 |
| ВСЬОГО | 610 | 224 | 412 | 256 | 79 | 2277 | 3858 |

З таблиці 1.1 бачимо, що максимальну частку складають вантажні автомобілі марки ГАЗ – 15,81%, ЗИЛ – 10,68%, КамАЗ – 6,63 %, інші моделі – 59,02% і МАЗ – 5,8 %. Основну масу автомобілів інших марок складають автомобілі марок УАЗ-450, УАЗ-462, Газель, КрАЗ , Урал та ЗИЛ-«Бичок».

1.2 Обґрунтування номенклатури машин, які будуть обслуговуватися

Для роботи дільниці ремонту автомобілів потрібно знати їх номенклатуру за окремими моделями. Така потреба виникає тому, що ряд моделей машин однієї і тієї ж марки можуть бути зовсім відмінні за будовою і не мати взаємозамінних вузлів та агрегатів. Крім того потрібно знати територіальне розміщення автомобілів в населених пунктах району, щоб вибрати стратегію взаємних зв'язків між замовниками і проектованою дільницею, врахувати можливість транспортування автомобілів на дільницю, а також використання мобільних технічних засобів для виконання робіт в умовах господарств замовників. На підставі даних розміщення автомобілів в населених пунктах району можна буде

розробити схеми маршрутів руху мобільних підрозділів дільниці ремонту автомобілів, попередньо узгодивши з потенційними замовниками види надаваних ремонтних робіт і місця їх безпосереднього виконання.

На рис 1.1. показано розподіл основних марок вантажних автомобілів Яворівського району

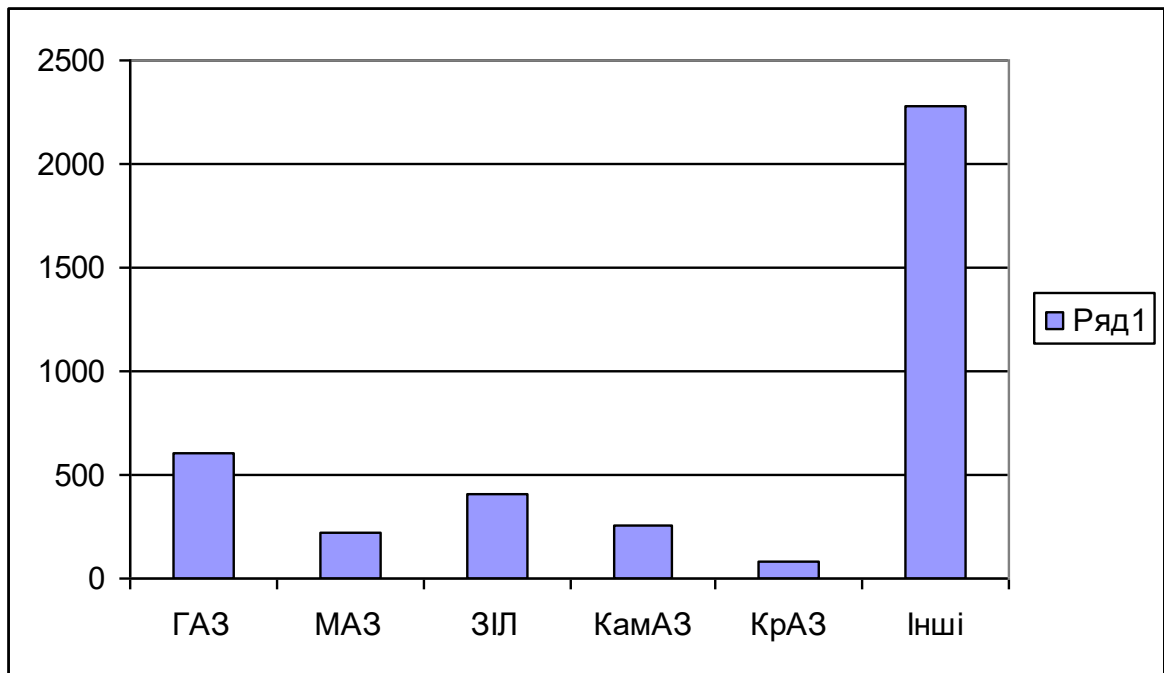


Рисунок 1.1 – Розподіл основних марок вантажних автомобілів зони обслуговування Яворівського району

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

Гальмівна система автомобіля є однією з найважливіших систем з точки зору безпеки руху. Гальмівні системи автомобілів, принцип їх роботи, конструкція окремих деталей та матеріали, з яких вони виготовлені, постійно змінюються. навіть у автомобілів однієї марки кожних 3-5 років складові елементи гальмівної системи перестають бути взаємозамінними [1,16,19].

Для порівняльного аналізу на аркуші 1 графічної частини показано принципові схеми гальмівних систем автомобілів категорії N_1 .

Порівнюючи наведені схеми гальмівних систем можна зазначити, що коли в системі автомобіля є 14 основних функціональних елементів, то в системі автомобіля КамАЗ функціональних елементів систем гальм їх понад 40.

Але, як правило, кожна гальмівна система включає наступні елементи: резервуар для робочого тіла (бачок для рідини або ресивер для повітря); магістраль для транспортування робочого тіла (трубопровід); пристрій для створення тиску робочого тіла (гідроциліндр або компресор); командний пристрій (педаль, з'єднана з головним циліндром чи краном); виконавчий орган (робочий гідроциліндр або пневмоциліндр); робочі органи (гальмівні колодки і барабани).

2.1 Основні несправності гальмівних систем автомобілів категорії N_1 та способи їх усунення

В процесі експлуатації автомобіля деталі гальмівної системи як і всі інші деталі машини змінюють свій першопочатковий стан. Крім загально відомого спрацювання тертям гумові та полімерні деталі системи гальм змінюють свої параметри від контакту з атмосферним повітрям, паливо-мастильними матеріалами та з гальмівною рідиною. Внаслідок спрацювання гумових деталей відбувається витікання гальмівної рідини і всмоктування в систему повітря, що

спочатку робить систему гальм менш ефективною, а далі непрацездатною. Підтікання гальмівної рідини з колісних робочих циліндрів приводить до змащення барабанів і гальмівних накладок, що є причиною неефективного гальмування даного колеса і приводить до відхилення автомобіля від заданого руху під час гальмування. Заміна будь-яких елементів, що контактують з гальмівною рідиною приводить до розгерметизації системи і в дальшому вимагає операцій видалення повітря [1,16,19].

2.2 Технологія видалення повітря із гідравлічної системи гальм

Операцію видалення повітря з гідравлічної системи гальм на практиці прийнято називати прокачуванням гальм. Суть операції прокачування гальм зводиться до наступних робіт. Автомобіль бажано встановити на оглядову яму або на естакаду, а при їх відсутності на майданчик з твердим покриттям. Під колеса автомобіля встановлюють підпори, щоб уникнути його самовільного переміщення. Потім очищують пробку головного циліндра, відкручують її і при потребі доливають гальмівну рідину. Далі знімають кожний кінець пружини педалі, відгинають кінці шплінта і відтягують вісь вилки педалі гальма. Очищують вільні кінці болтів кріплення головного гідроциліндра і накручують на них шпильки обладнання для прокачування гальмівної системи. Після цього за визначеною схемою, по черзі знімають гумові ковпачки з перепускних клапанів і встановлюють на їх місце гумову трубку, а другий кінець якої знаходиться в ємності не менше 0,56 літрів. Далі виконавець роботи натискає 5...10 раз на ручку, яка приводить головний гідроциліндр пристрою і не зменшуючи зусилля утримуючи його в крайньому нижньому положенні відкручує 0,5...1 оберт перепускний клапан. Поява бульбашок з протилежного кінця трубки

Таблиця 2.1 – Можливі несправності гальмівної системи та способи їх усунення

| Несправність та її проявлення | Причини несправності, які виникають найчастіше | Усунення | Можливі причини |
|---|---|--|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Великий хід педалі гальма (1560..200 мм) | а) збільшений зазор між колодками і барабаном; б) повітря в системі гідроприводу (пружна віддача педалі); в) неправильне встановлення колодок після їх заміни | Відрегулювати зазор; Прокачати систему; Провести повне регулювання гальмівних механізмів | |
| Під час гальмування педаль поступово „провалюється” до підлоги кабіни | а) підтікання рідини в з'єднаннях трубопроводів, колісних циліндрах, підсилювачі, які легко знаходяться по зменшенню рівня в бачку головного циліндра; | Затягнути з'єднання; Замінити манжету або усунути пошкодження колісних циліндрів; | Невідрегульований зазор між гальмівним барабаном і гальмівними колодками |

Продовження таблиці 2.1

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|--|--|
| | б) спрацювання внутрішньої манжети поршня головного циліндра при відсутності підтікання із системи | Замінити манжету головного циліндра | |
| Низька ефективність гальмування через несправності гідро вакуумного підсилювача гальм | а) нещільності в з'єднаннях вакуумного трубопроводу; б) забруднення повітряного фільтра циліндра; в) руйнування діафрагми силової камери підсилювача або діафрагми клапана управління | Знайти нещільності в з'єднаннях трубопроводів і усунути їх; Промити фільтр в гасі, змочити його в моторному маслі. Дати маслу стекти, поставити фільтр на місце; Розібрати підсилювач і замінити пошкоджену діафрагму. | |
| Гальма не відпускають | а) відсутній зазор, який повинен бути між штовхачем і поршнем в головному циліндрі; | Провести регулювання вільного ходу педалі; | Попадання продуктів спрацювання між корпусом робочих |

Продовження таблиці 2.1

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|--|--|
| | <p>б) забруднення компенсаційного отвору головного циліндру;</p> <p>в) набухання резинових сальників внаслідок попадання в систему мінеральної оливи;</p> <p>г) заїдання поршня силового циліндра гідро вакуумного підсилювача або клапана управління</p> | <p>Прочистити компенсаційний отвір і замінити гальмівну рідину; якщо вона забруднена;</p> <p>Злити гальмівну рідину, розібрати всі циліндри, підсилювач гальм, промити в спирті їх деталі. Промити гальмівну систему. Замінити гальмівні манжети. Перед збиранням деталей гідроциліндрів і підсилювача змастити їх касторовим маслом;</p> <p>Промити систему спиртом і замінити рідину</p> | <p>циліндрів і поршнями.</p> <p>Злітання або руйнування стяжних пружин гальмівних колодок.</p> |

Продовження таблиці 2.1

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|--|--|--|---|
| Не розгальмовується гальмо задніх коліс | а) послабла або зламалась стяжна пружина накладок гальма; б) підclinювання поршня в циліндрі на колесі внаслідок корозії чи забруднення | Замінити пружину. Провести розбирання циліндра, промити деталі спиртовим розчином. Перед збиранням змастити касторовою оливою | Колодка туго обертається в опорному пальці |
| При гальмуванні автомобіль зводить в сторону | а) замаслення фрикційних накладок гальмівних механізмів; б) неоднаковий тиск в шинах | Промити накладки бензином, зачистити, відрегулювати гальма. Довести тиск в шинах до потрібної норми | Підтікання одного з циліндрів. Не однаковий зазор між барабанами і колодками у всіх гальмах |
| Автомобіль не загальмовується стоянковим гальмом | Заїдання або корозія розтискного механізму | Розібрати розтискний механізм, промити деталі гасом, оглянути поверхні фрикційних накладок і, якщо | Не відрегульована тяга приводу; Спрацьована накладка колодки |

Продовження таблиці 2.1

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|--|---|
| | | <p>поверхня засмолена зачистити дрібною шкуркою, якщо замаслена, промити бензином. Кульки, покриті корозією – замінити. Перед збиранням деталі змастити тонким шаром 1-ЛЗ або Літол 24</p> | |
| <p>Великий хід важеля стоянкового гальма</p> | <p>Великий зазор між колодками і гальмівним барабаном</p> | <p>Відрегулювати зазор між колодками і барабаном. У випадку необхідності відрегулювати також привід гальма.</p> | |
| <p>Педаць при зусиллі 10- 15 дин (10-15 кГс) наближається до підлоги кабіни</p> | <p>а) наявність повітря в гідроприводі; б) збільшений зазор в гальмівних механізмах</p> | <p>Прокачати систему Відрегулювати гальмівні механізми</p> | <p>Негерметичність в системі, неякісне прокачування під час попередніх робіт.</p> |

Продовження таблиці 2.1

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|--|---|---|
| <p>Під дією постійного зусилля порядку 10 дин (10 кГс) педаль проходить 100-130 мм, після чого її переміщення можливе тільки із збільшенням зусилля; сигналізатор загоряється</p> | <p>а) наявність повітря в одному з контурів; б) негерметичність контуру; в) збільшення зазору між колодками і барабаном в гальмівних механізмах одного з контурів; г) відсутність герметичності між поршнем і головкою в головному циліндрі</p> | <p>Прокачати контур Усунути підтікання рідини Відрегулювати гальмівні механізми Виявити причину негерметичності і усунути її</p> | |
| <p>Відчувається „тверда” педаль або її зворотне переміщення</p> | <p>а) нещільне прилягання кульки до сідла в поршні підсилювача гальм;</p> | <p>Перевірити стан кульки і ущільнюючого сідла в поршні. Переконатись у відсутності сторонніх частин, вузол промити. При забрудненні рідини промити всю систему, рідину</p> | |

Продовження таблиці 2.1

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|--|---|---|
| | <p>б) пошкодження або руйнування манжети на поршні силового циліндра підсилювача гальм</p> | <p>Замінити Замінити пошкоджену манжету</p> | |

свідчить про вихід повітря. Після припинення виділення бульбашок, не відпускаючи важіль приводу гідроциліндра. Закручують перепускний клапан. Далі знову натискають 5..10 раз на важіль приводу головного гідроциліндра пристрою і діють аналогічним чином доки не припиниться виділення повітря з даного робочого циліндра. Так само здійснюють усунення повітря з решти колісних гідроциліндрів, з гідроциліндрів вакуумних підсилювачів та з сигналізаторів [6].

2.3. Визначення перспективних обсягів ремонтно-обслуговувальних втручань

На проектованій станції технічного сервісу вантажних автомобілів передбачається проводити регламентовані роботи ТО-2 та поточні ремонти агрегатним методом. Крім того станція передбачає виконання будь-яких робіт пов'язаних із заміною окремих агрегатів, вузлів та деталей. Нормальне функціонування станції технічного сервісу може бути реалізовано лише за умови, якщо всі розрахунки будуть проведені на реальних даних і з кожним потенційним замовником буде укладено відповідну угоду. За існуючими методиками можна лише з певним припущенням визначити можливі максимальні обсяги робіт.

Так як чисельність автомобілів марки ГАЗ є найбільшою, то розрахунки проведемо на їх прикладі.

Загальну трудомісткість ремонтно-обслуговувальних робіт визначимо з виразу [1,7]

$$T_3 = T_{ТО-2} + T_{ПР} + T_{УВ} \quad (2.1)$$

де $T_{ТО-2}$ – загальна трудомісткість технічного обслуговування, люд.год;

$T_{ПР}$ – загальна трудомісткість поточного ремонту, люд.год;

$T_{УВ}$ – загальна трудомісткість усунення відмов, люд.год.

Трудомісткість ТО-2 визначимо з виразу [8]

$$T_{TO-2} = N_{TO-2} \cdot t_{TO-2}, \quad (2.2)$$

де N_{TO-2} – розрахункова кількість ТО-2;

t_{TO-2} - трудомісткість одного ТО-2, що визначається у відповідності до вікового складу, $t_{TO-2} = 14,6$ люд.год

Кількість ТО-2 визначаємо за формулою [7]

$$N_{TO-2} = K \cdot A / B \quad (2.3)$$

де K – кількість автомобілів марки ГАЗ, $K = 610$ шт;

A – середньорічний пробіг одного автомобіля, $A = 22,6$ тис.км;

B – скоректована для даних умов періодичність проведення ТО-2 з врахуванням дорожніх умов і вікового складу $B = 10,8$ тис.км.

$$N_{TO-2} = 610 \cdot 22,6 / 10,8 = 1276$$

Підставивши отримане значення у формулу (2.2), визначимо загальну трудомісткість ТО-2:

$$T_{TO-2} = 1276 \cdot 14,6 = 18636,63 \text{ люд.год}$$

Загальну трудомісткість поточного ремонту автомобілів марки ГАЗ визначимо за формулою [19]:

$$T_{ПР} = K \cdot A \cdot t_{ПР}, \quad (2.4)$$

де $t_{ПР}$ – скоректована питома трудомісткість поточного ремонту на 1 тис.км пробігу автомобілів, $t_{ПР} = 6,9$ люд.год/тис.км.

$$T_{ПР} = 610 \cdot 22,6 \cdot 6,9 = 95123,4 \text{ люд.год}$$

Трудомісткість усунення відмов визначаємо з виразу [1]:

$$T_{УВ} = K \cdot A \cdot t_{УВ} \quad (2.5)$$

де $t_{УВ}$ - скоректована питома трудомісткість усунення нескладних відмов,

$$t_{УВ} = 1,4 \text{ люд.год/тис.км.}$$

$$T_{УВ} = 610 \cdot 22,6 \cdot 1,4 = 19300,4 \text{ люд.год}$$

Підставивши отримані значення у формулу (2.1) визначимо загальну розрахункову трудомісткість ремонтно-обслуговувальних робіт для парку автомобілів ГАЗ.

$$T_3 = 18636,63 + 95123,4 + 19300,4 = 1330060,43 \text{ люд.год}$$

Враховуючи існуючу мережу функціонуючих ремонтних підприємств і матеріально-технічну базу власників автомобілів приймаємо до уваги, що 60% обсягу ремонтних робіт може виконуватись без участі дільниці ремонту автомобілів. Таким чином очікуваний обсяг ремонтних робіт, що може бути реалізований на дільниці ремонту автомобілів визначається із виразу [6]:

$$T_{др\ ГАЗ} = T_3 \cdot k_i \quad (2.6)$$

де k_i – коефіцієнт участі ДР у ремонтних роботах даного виду, $k_i = 0,4$

$$T_{др\ ГАЗ} = 1330060,43 \cdot 0,4 = 53224,17 \text{ люд.год}$$

Аналогічно визначаємо для всіх видів робіт

$$T_{др\ ТО-2} = 18636,63 \cdot 0,4 = 7454,65 \text{ люд.год}$$

$$T_{др\ ПР} = 95123,4 \cdot 0,4 = 38049,36 \text{ люд.год}$$

$$T_{др\ УВ} = 19300,4 \cdot 0,4 = 7720,16 \text{ люд.год}$$

Визначимо загальну трудомісткість з обслуговування і ремонту автомобілів ГАЗ

$$T_{з\ ГАЗ} = T_{ТО-2} + T_{ПР} + T_{УВ} \quad (2.7)$$

$$T_{з\ ГАЗ} = 7454,65 + 38049,36 + 7720,16 = 53224,17 \text{ люд.год}$$

2.4. Розрахунок основних виробничих параметрів дільниці ремонту автомобілів категорії N_1

Кількість робітників, які повинні виконувати розрахунковий обсяг робіт визначаємо з виразу [7]

$$P_{РЯ} = T_{др\ ГАЗ} / \Phi_{РД} \quad (2.8)$$

де $T_{др\ ГАЗ}$ – обсяг ремонтно-обслуговувальних робіт для автомобілів марки ГАЗ,

$$T_{др\ ГАЗ} = 15702 \text{ люд.год};$$

$\Phi_{РД}$ – річний розрахунковий фонд робочого часу, який на 2023 рік становить 2067 год.

$$P_{РЯ\ ТО-2} = 7454,65 / 2067 = 3,6$$

$$P_{PЯ ПР} = 38049,36 / 2067 = 18,4$$

$$P_{PЯ ПР} = 7720,1 / 2067 = 3,7$$

Отже, якщо прийняти до уваги, що кількість робітників має бути цілим числом, то їх можна прийняти 25 або 26. Для прийняття остаточного рішення скористаємось коефіцієнтом завантаження робітників, який визначається з виразу

$$\eta_p = P_{PЯ} / P_{Я} \quad (2.9)$$

де $P_{Я}$ – прийнята чисельність робітників.

Прийнявши 26 робітників, отримаємо значення

$$\eta_p = 25,7 / 26 = 0,988$$

$$\eta_{p TO-2} = 3,6 / 4 = 0,9$$

$$\eta_{p ПР} = 18,4 / 18 = 1,02$$

$$\eta_{p УВ} = 3,7 / 4 = 0,925$$

Згідно існуючих нормативів повинна задовольнятися умова:

$$0,95 \leq \eta_p \leq 1,15 \quad (2.10)$$

З даного обмеження бачимо, що умова задовольняється у всіх випадках, якщо прийняти 26 робітників.

Один з основних показників, що характеризує виробництво є такт, який визначається з виразу [1,6]:

$$\tau = \Phi_{ДР} / W, \quad (2.11)$$

де W – річна програма даного виду робіт

Програму ТО-2 визначимо з виразу:

$$W_{ТО-2} = N_{ТО-2} \cdot k, \quad (2.12)$$

де $N_{ТО-2}$ – розрахункова кількість ТО-2 для парку автомобілів ГАЗ району,

$$N_{ТО-2} = 1276;$$

k – коефіцієнт участі ДР у проведенні ТО-2, $k = 0,4$

$$W_{ТО-2} = 1276 \cdot 0,4 = 510$$

Програму поточних ремонтів визначимо з виразу

$$W_{\text{ПР}} = T_{\text{ПР}} \cdot k / \bar{t}_{\text{пр}} \quad (2.13)$$

де $\bar{t}_{\text{пр}}$ - приведена середня трудомісткість одного поточного ремонту автомобіля марки ГАЗ, $\bar{t}_{\text{пр}} = 42$ люд.год

$$W_{\text{ПР}} = 38049,36 \cdot 0,4 / 42 = 362$$

Програму усунення відмов визначимо з виразу [9]

$$W_{\text{УВ}} = T_{\text{УВ}} \cdot k / \bar{t}_{\text{уг}} \quad (2.14)$$

де $\bar{t}_{\text{уг}}$ - приведена середня трудомісткість усунення однієї відмови, $\bar{t}_{\text{уг}} = 3,6$ люд.год

$$W_{\text{УВ}} = 7720,16 \cdot 0,4 / 3,6 = 858$$

Скориставшись формулою (2.11) визначаємо такт поступлення автомобілів на окремі види робіт

$$\tau_{\text{ТО-2}} = 2067 / 510 = 4,05 \text{ год};$$

$$\tau_{\text{ПР}} = 2067 / 362 = 5,7 \text{ год};$$

$$\tau_{\text{УВ}} = 2067 / 858 = 2,41 \text{ год}.$$

Для визначення площі, необхідної для встановлення автомобілів на технічне обслуговування і ремонт необхідно знати фронт роботи виробництва кожного виду робіт, який визначаємо з виразу [21]:

$$f = t / \tau \cdot p \quad (2.15)$$

де t - трудомісткість одиниці даного виду ремонту або обслуговування, люд.год

τ – такт виробництва даного виду робіт;

p – кількість робітників, залучених одночасно для ремонту або обслуговування одного автомобіля

$$f_{\text{ТО-2}} = 14,6 / 4,05 \cdot 1 = 3,6;$$

$$f_{\text{ПР}} = 42 / 5,7 \cdot 2 = 3,7;$$

$$f_{\text{УВ}} = 3,6 / 2,41 \cdot 1 = 1,5.$$

Отже, приймаємо до уваги, що потрібно передбачати площу для одночасного розміщення у виробничій зоні 9 автомобілів категорії N_1 .

3. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

Система гальм автомобілів категорії N_1 є аналогом класичної гідравлічної системи гальм, що використовується у конструкції вантажних автомобілів понад 50 років. Звичайно, що за останні роки, в декілька етапів, відбувалася модернізація гальмівної системи за рахунок оснащення її вакуумними підсилювачами, встановлення розподільчих резервуарів, запровадження розподільних контурів на передні і задні колеса, встановлення комплектів датчиків і сигналізаторів. З одного боку така модернізація покращує техніко-експлуатаційні показники автомобіля та безпеку руху, а з іншого боку, ускладнюється технічне обслуговування і ремонт. Збільшення кількості елементів, які входять в гідравлічну мережу гальмівної системи збільшує ймовірність того, що кількість втручань для заміни того чи іншого елемента буде більшою. Як відомо, для ефективної роботи гідравлічної системи гальм потрібно щоб система була герметичною і з неї повністю повинно бути усунене повітря. Тому після розбирання гідравлічної системи необхідно проводити операцію усунення з неї повітря.

Так як в процесі експлуатації автомобілів деталі гальмівної системи змінюють свої параметри, то з часом проходить розгерметизація гідравлічної системи і в неї потрапляє повітря, яке після натискання на педаль гальма і переміщення поршня головного циліндра попадає у всі елементи гідравлічної системи і робить її малоефективною, а далі і непрацездатною.

На сьогодні є відомим різноманітне обладнання і інструмент для швидкого розбирання і ремонту або заміни окремих елементів системи гальм. Однак особливі незручності створює операція усунення з гідравлічної системи повітря, або як її називають на практиці «прокачування» гальм. Незручність полягає в тому, що для проведення даної операції потрібно як мінімум два виконавці, так як суть операції прокачування гальм полягає в тому, що один

виконавець сидить на місці водія і періодично натискаючи на педаль гальма 10-15 раз втримує її в натисненому стані поки другий виконавець не відкрутить перепускний клапан і не випустить повітря з даного елемента гальмівної системи. Після закручування перепускного клапана другий виконавець дає команду першому, щоб той відпустив педаль. Така процедура виконується на кожному елементі де є перепускні клапани не менше трьох раз. Обов'язковому прокачуванню підлягають робочі гальмівні циліндри коліс та циліндри вакуумних підсилювачів.

З метою усунення вказаних незручностей, скорочення простоїв автомобілів за умови відсутності другого виконавця і з метою виключення потреби у другому виконавці взагалі, нами пропонується конструкція обладнання для прокачування гальм автомобілів категорії N_1 .

3.1. Будова обладнання для прокачування гідравлічної системи гальм

Обладнання для прокачування гальм (арк. 2 граф. част.) складається з приводу 1 до якого трьома болтами з гайками прикріплений стандартний головний гальмівний циліндр 2 (модель 51-3505010) до якого прикручений наконечник рукава високого тиску 3, другий кінець рукава 3 вкручений в кришку гідроциліндра 4. В передній кришці циліндра 4 закріплені три стійки 5, протилежні кінці яких накручують на болти кріплення головного гальмівного циліндра автомобіля до пластини рами. Вилка штока гідроциліндра 4 з'єднана з штовхачем головного циліндра автомобіля пальцем 6.

Робочий гідроциліндр (арк. 3 граф. част.) складається з корпусу 1 до якого прикручена передня кришка 2. з протилежної сторони до корпусу 1 болтами прикріплена задня кришка 3. В корпусі 1 розміщений поршень 4 в який вкручено шток 5 на протилежному кінці якого накручена вилка 6. Між передньою кришкою 2 та поршнем 4 встановлена зворотна пружина 7, а між

задньою кришкою 3 і шайбою 8 встановлена компенсаційна пружина 9. В передній кришці 2 закріплені три стійки 10.

Привод головного циліндра (арк. 3 граф. част.) складається з основи 1, виготовленої з листа товщиною 10 мм, до якої приварена скоба 2 і стійка 3. У верхній частині скоба 2 і стійка 3 з'єднані між собою прикрученою до них ручкою 4. В отворах скоби 2 розміщена вісь 5 на якій встановлений двоплечий важіль 6. В отворах довгих плеч закріплена шпилька 7, на якій встановлена розпірна трубка 8. В пазах коротких плечей розміщена вісь 9, яка проходить через отвір наконечника 10, штовхача 11. в отвір стійки 3 запресована опора 12 захисного ковпака 13.

3.2 Принцип дії обладнання

Перед встановленням обладнання на автомобіль відпускають гайки кріплення стійок до передньої кришки робочого циліндра так щоб вони вільно оберталися довкола своєї осі. Робочий циліндр з стійками орієнтують в просторі так щоб осі стійок співпали з осями болтів кріплення головного циліндра автомобіля і почергово, поперемінно накручують стійки на виступаючі кінці болтів. Після цього затягують гайки кріплення стійок до передньої кришки робочого циліндра обладнання. Привод обладнання встановлюють в зручне для користування положення. Якщо роботи виконуються на естакаді або оглядовій ямі то на двоплечий важіль натискають на майданчику, тоді зручніше натискати на двоплечий важіль рукою.

Виконавець роботи натиснувши 5-6 раз на двоплечий важіль утримує його в натисненому положенні і відкручує перепускний клапан колісного циліндра, попередньо з'єднавши штуцер перепускного клапана гумовою трубкою. З ємкістю в якій протилежний кінець гумової трубки має бути занурений в гальмівну рідину на 15-30мм. Після повороту важеля на кут 32° його переміщення припиняється. В такому положенні його утримують до моменту

закручування перепускового клапана і лише після цього важіль відпускають якщо повітря з даного гідроциліндра ще не усунене то операцію прокачування повторюють. Якщо з гумової трубки за останній цикл прокачування бульбашки повітря не виділялися, то знімають з штуцера перепускового клапана гумову трубку, а на її місце встановлюють захисний гумовий ковпак.

Аналогічно до описаного порядку усувають повітря з решти елементів гідравлічної системи гальм.

3.3. Розрахунок елементів конструкції обладнання

Під час розрахунку елементів конструкції обладнання приймаємо до уваги те, що для прокачування системи гальм до штовхача головного гальмівного циліндра потрібно прикласти зусилля $P=120\dots180\text{Н}$.

Зусилля, яке повинен буде прикласти робітник до важеля приводу залежатиме від параметрів головного та робочого циліндрів обладнання і від співвідношення плечей важеля.

В даному обладнанні прийнято однакові діаметри головного і робочого циліндрів з метою ідентифікації переміщень штовхачів головного циліндра обладнання і головного циліндра гальмівної системи автомобіля.

Для розрахунку деталей конструкції на міцність потрібно в першу чергу визначити номінальне зусилля, яке робітник повинен прикладати до важеля приводу.

3.3.1 Розрахунок двоплечого важеля приводу

Схема для розрахунку двоплечого важеля приводу показана на рис. 3.1.

Силу, яку потрібно прикласти до важеля визначаємо з виразу [9]:

$$P_p = \frac{R_H \cdot l_1}{l_2}, \text{ Н} \quad (3.1)$$

де R_H - реакція наконечника штовхача, Н;

l_1 - відстань від осі важеля до дальнього центра паза короткого плеча,

$$l_1 = 71 \text{ мм};$$

l_2 - відстань між віссю важеля і віссю отвору під шпильку, $l_2 = 225 \text{ мм}$.

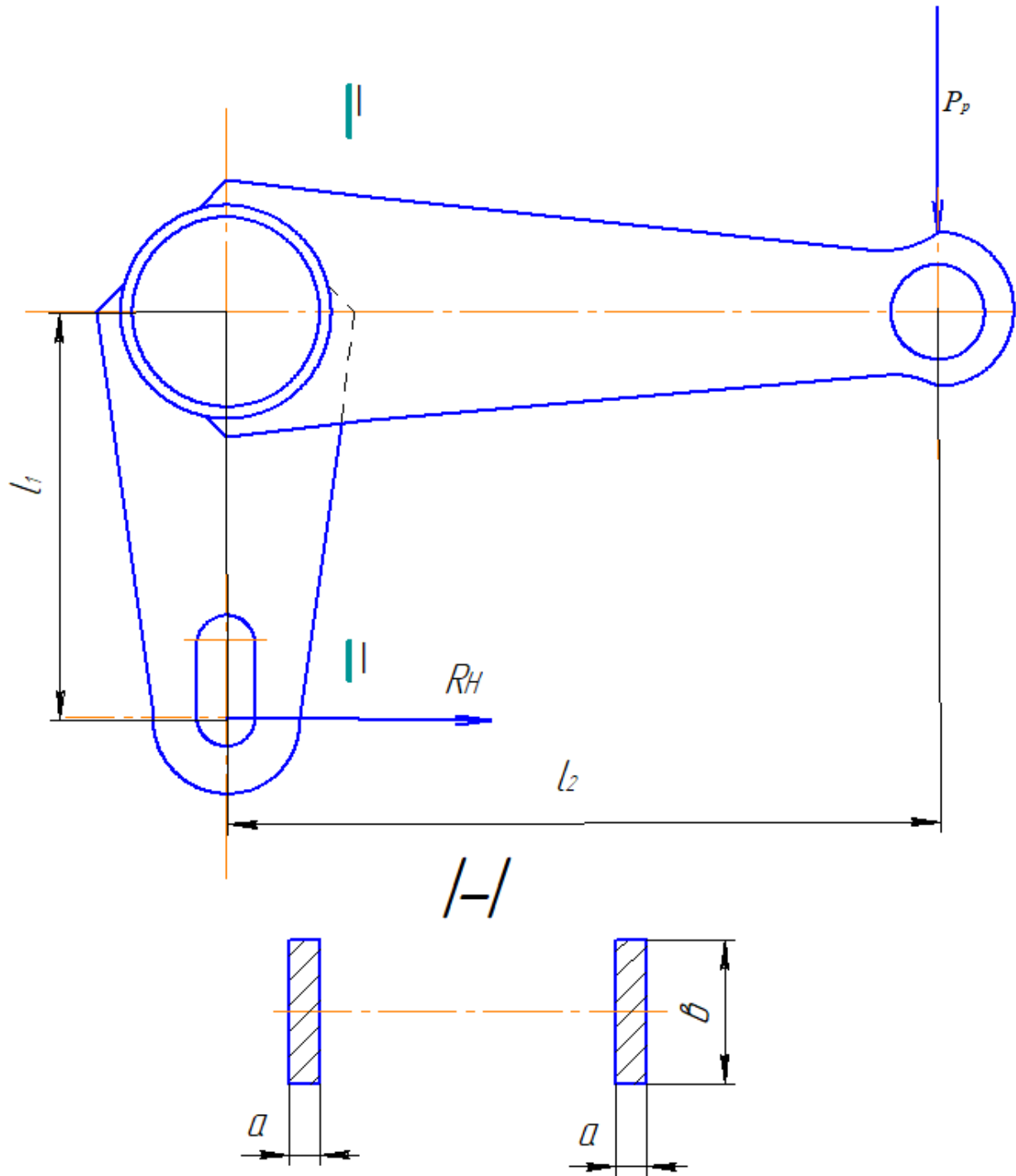


Рисунок 3.1 – Схема для розрахунку двоплечого важеля приводу

Силу реакції наконечника визначимо з виразу [9]:

$$R_H = \frac{P}{\eta_1 \cdot \eta_2}, \text{ Н} \quad (3.2)$$

Де P – сила, яку потрібно прикласти до штовхача головного циліндра автомобіля, $P=180\text{Н}$;

η_1, η_2 - коефіцієнти втрат на подолання сил тертя та опору пружин відповідно головного та робочого циліндрів обладнання, $\eta_1=0,96, \eta_2=0,88$

$$R_H = \frac{180}{0.96 \cdot 0.88} = 213\text{Н}$$

Підставивши дане значення у формулу (3.1) отримаємо

$$P_p = \frac{213 \cdot 71}{225} = 67.2\text{Н}$$

Отже для приведення в дію обладнання робітник повинен прикласти до важеля зусилля не більше 68Н.

Так як робітникам важко дозувати зусилля з заданою точністю, то визначаємо величину критичного значення прикладеної сили з умови міцності довгого плеча важеля в січенні I-I:

$$P_{KP} = \frac{[\sigma_{32}] \cdot W_{I-I}}{l_3} \quad (3.3)$$

де $[\sigma_{32}]$ - допустиме напруження згину, яке для ст..45 становить $[\sigma_{32}]=208\text{МПа}$;

W_{I-I} - момент опору січення, який визначаємо з виразу:

$$W_{I-I} = \frac{2 \cdot a \cdot v^2}{6} \quad (3.4)$$

де a – ширина пластини важеля, $a=5\text{мм}$;

v – висота пластини важеля, $v=22\text{мм}$.

$$W_{I-I} = \frac{2 \cdot 5 \cdot 22^2}{6} = 806,6 \text{ мм}^3$$

$$P_{KP} = \frac{208 \cdot 806,6}{215} = 780\text{Н}$$

Отже максимальне зусилля, що діятиме на двоплечий важіль не повинно бути більшим від 780Н.

3.3.2 Розрахунок основи

На основу приводу будуть діяти сили, які залежатимуть від сили прикладеної до двоплечого важеля і від точок опори плити, залежно від поверхні на якій вона стоятиме.

Перевірку основи проводимо за напруженнями згину, скориставшись схемою для розрахунку, поданою на рис 3.2.

Напруження згину визначаємо з виразу [9]:

$$\sigma_{зг} = \frac{M_{зг}}{W}, \text{ МПа} \quad (3.5)$$

Для січення II-II:

$$\sigma_{зг} = \frac{6 \cdot P_{кр} \cdot l_1}{a_1 \cdot b_1^2}, \text{ МПа} \quad (3.6)$$

де $P_{кр}$ – критична сила з розрахунку міцності двоплечого важеля, $P_{кр}=780\text{Н}$;

l_1 - плече, на якому діє сила $P_{кр}$, $l_1=225\text{мм}$;

a_1 – ширина основи в січенні II-II, $a_1=96\text{мм}$;

b_1 – висота основи, $b_1=10\text{мм}$.

$$\sigma_{зг} = \frac{6 \cdot 780 \cdot 225}{96 \cdot 10^2} = 109,7 \text{ МПа}$$

Допустиме напруження згину для Ст. 45 з якої виготовлена основа становить $[\sigma_{зг}]=175\text{МПа}$, отже умова міцності задовольняється [2].

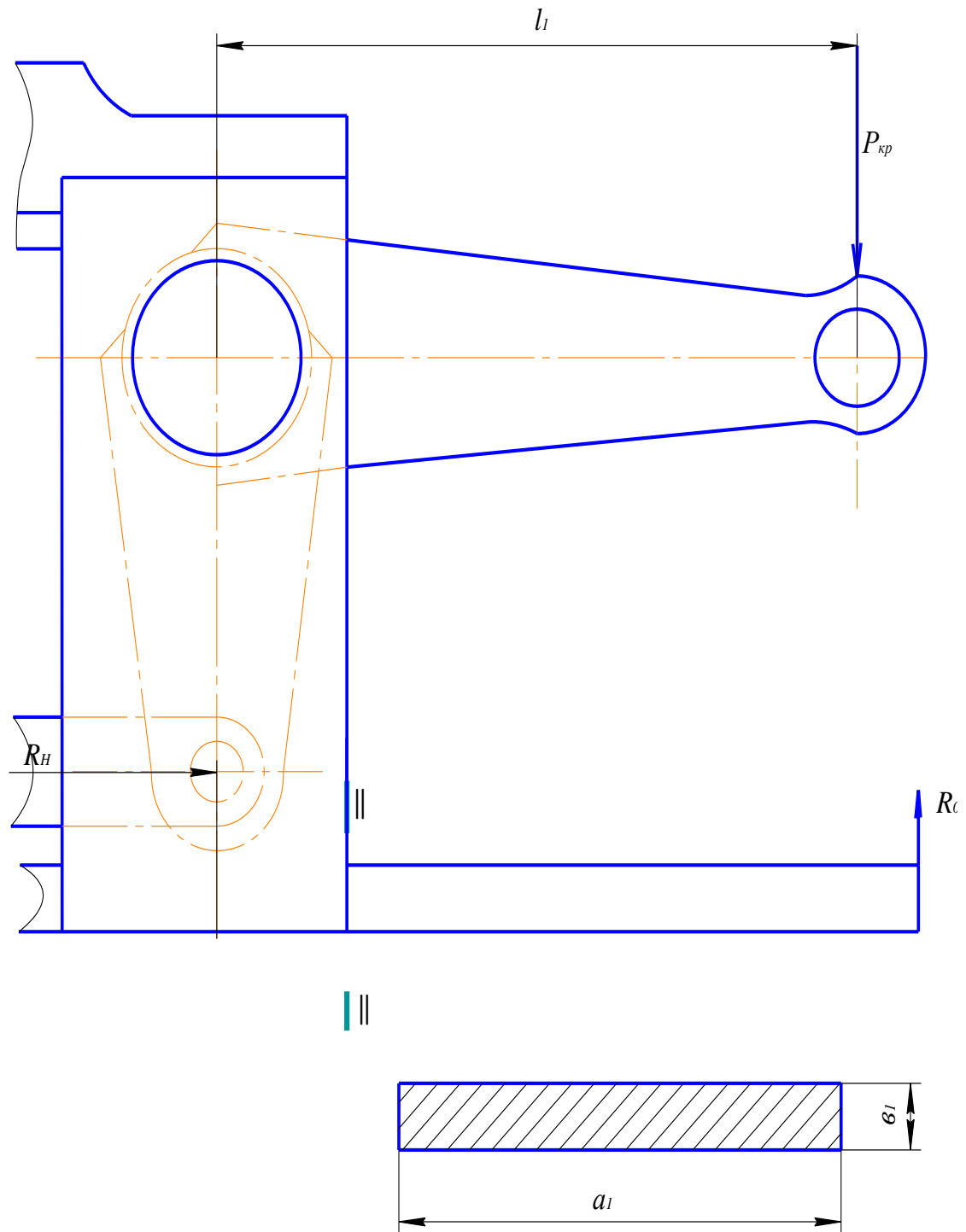


Рисунок 3.2 – Схема для розрахунку основи приводу

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

Питання охорони праці охоплюють всі сфери виробничої діяльності пересування та побуту людини. Виконання будь-яких проектних робіт завжди супроводжується їх погодженням з службами технічного нагляду, санітарними службами та пожежними. Залежно від специфіки конкретного виробництва діють відповідні технічні, санітарні та пожежні правила.

Специфікою ремонтного виробництва є те, що, на відміну від машинобудування, робітники мають справу з різними об'єктами праці, які відрізняються не тільки конструкцією, тобто марками і моделями, але і технічним станом. Крім того робітники ремонтних підрозділів, як правило, працюють на різних робочих місцях і виконують різні операції. Тому у ремонтному виробництві на охороні праці потрібно акцентувати особливу увагу.

Якщо розглянути основні фактори, що впливають на охорону праці, то серед них будуть: стан і рівень проведення інструктажів та ведення документації, стан виробничих приміщень та обладнання; забезпеченість спецодягом та засобами індивідуального захисту; своєчасність і сума фінансування заходів з безпеки праці; ступінь дотримання всіма працівниками діючих норм і правил.

4.1 Виробнича санітарія

Основні фактори, які негативно впливають на продуктивність праці, якість продукції і сприяють виникненню аварійних ситуацій такі: погане освітлення приміщень і робочих місць, їх загазованість, шум і вібрація, порушення температурного режиму і відносної вологості повітря, протяги в приміщеннях, забрудненість робочих місць, інструментів, технологічного обладнання, приладів і пристроїв, спецодягу.

Результатами спеціальних досліджень показують, що тільки від перевищення допустимих норм шуму та вібрації на робочому місці продуктивність праці може знизитися на 60%. І навпаки при ліквідації шумових подразників продуктивність праці підвищується до 10%, при раціональному освітленні, поліпшенні мікроклімату та зниженні загазованості, при плануванні і благоустрої робочих місць продуктивність праці значно підвищується.

На підставі наукових досліджень встановлено гранично допустимі значення загазованості, рівня шуму та вимоги до освітленості приміщень ремонтних майстерень. Дотримання допустимих норм можливе лише за умови справної відсмоктувально-притічної вентиляції, якісної звукоізоляції шумного обладнання або встановлення його в окремих приміщеннях, будівництва стін і перегородок зі звукопоглинаючих матеріалів, використання віброізоляційних фундаментів, амортизаторів, вібропрокладок, застосування індивідуальних засобів захисту органів слуху робітників від впливу шуму. Використання інтенсивних джерел загального і місцевого освітлення.

Зменшити концентрацію пилу, шкідливих газів і випарів можна, видаляючи отруйні та особливо шкідливі речовини з виробництва, докорінно змінюючи технологічний процес з тим, щоб повністю ліквідувати утворення пилу, пари та газів, герметизуючи апаратуру і обладнання, механізуючи і автоматизуючи виробничі процеси, замінюючи роботи з сухими на роботи зі зволженими матеріалами (мокре шліфування), встановлюючи витяжки в місцях активного утворення газів, пилу, пари, забезпечуючи робітників спецодягом і індивідуальними засобами захисту, систематично і якісно прибираючи виробничі приміщення та робочі місця, забезпечуючи робітників комплексом санітарно-побутових приміщень.

4.2. Розрахунок заземлення електроустаткування у дільниці

Визначаємо опір розтікання струму одиничного вертикального електрода використовуючи наступний вираз:

$$R_{el} = \frac{0,366 \cdot P_r}{l} \left(\lg \frac{2 \cdot l}{d} + 0,5 \cdot \lg \frac{4t+l}{4t-l} \right), \text{ Ом} \quad (4.1)$$

де l – довжина заземлювача, ($l=1,3$ м);

d – діаметр труби, $d=0,05$ м;

t – висота від поверхні землі до середини заземлювача, $t=0,5$ м;

P_r – розрахунковий питомий опір ґрунту з урахуванням кліматичного коефіцієнта до вертикального заземлювача, $P_r=196\dots 236$ Ом·м.

$$R_{el} = \frac{0,366 \cdot 216}{1,3} \left(\lg \frac{2 \cdot 1,3}{0,05} + 0,5 \cdot \lg \frac{4 \cdot 0,5 + 1,3}{4 \cdot 0,5 - 1,3} \right) = 124,7 \text{ Ом}$$

Визначаємо опір електродів без урахування опору з'єднувальної ланки з виразу:

$$R_{sp.el.} = \frac{R_{el}}{\eta \cdot \eta_g}, \text{ Ом} \quad (4.2)$$

де n – необхідна кількість стержнів;

η_g - коефіцієнт використання стержневих заземлювачів, $\eta_g = 0,83$

Кількість стержнів визначаємо з виразу:

$$n_c = \frac{R_{el} \cdot \eta_c}{R_{don} \cdot \eta_e}, \text{ шт} \quad (4.3)$$

де η_c - коефіцієнт використання системи, $\eta_c = 0,85$;

η_e - коефіцієнт використання електрода $\eta_e = 0,79$;

R_{don} – допустимий опір, $R_{don} = 4\dots 10$ Ом

$$n_c = \frac{124,7 \cdot 0,85}{10 \cdot 0,79} = 13,4 \text{ шт.}$$

Приймаємо $n_c = 14$ шт.

Підставивши значення у (4.2) отримаємо:

$$R_{ep.ел.} = \frac{127,7}{14 \cdot 0,83} = 10,7 \text{ Ом}$$

Визначимо опір одиничної штаби, прокладеної в ґрунті на глибину t від поверхні землі з виразу:

$$R_u = 0,366 \frac{\rho}{l} \cdot \lg \frac{2 \cdot l}{\vartheta + t}, \text{ Ом} \quad (4.4)$$

де ϑ – ширина штаби, $\vartheta = 0,05$ м;

t – глибина заземлення, $t = 0,4$ м

Підставивши значення у (4.4) отримаємо

$$R_u = 0,366 \frac{120}{1,3} \cdot \lg \frac{2 \cdot 1,3}{5 + 0,4} = 260 \text{ Ом}$$

Визначимо сумарний опір з виразу:

$$R_{\Sigma} = \frac{R_{ep.ел.} \cdot R_u}{R_{ep.ел.} \cdot R_u \cdot \eta_u} \quad (4.5)$$

де η_u – коефіцієнт використання штаби, $\eta_u = 0,82$

Підставивши значення у вираз (4.5) отримаємо

$$R_{\Sigma} = \frac{10,7 \cdot 26}{10,7 \cdot 26 \cdot 0,82} = 8,7 \text{ Ом}$$

Умова надійного розтікання струму буде наступна:

$$R_{\Sigma} < R_{дон} \quad (4.6)$$

де $R_{дон} = 10$ Ом

Прирівнявши сумарний опір і допустимий зробимо висновок

$$8,7 < 10$$

Умова дотримується.

4.3 Пожежна безпека

Основною задачею запобігання пожеж і вибухів є усунення причин, що сприяють утворенню горючого і вогненебезпечного середовища в виробничому приміщенні. В приміщеннях ремонтних підприємств горючі і легкозаймисті

речовини можуть з'явитися із-за підтікання пального і мастил в ремонтваних машинах, утворення парів пального при випробуванні двигунів на стендах, митті і знежиренні деталей [8,10,11].

Можливими джерелами запалювань можуть бути іскріння в місцях пошкодження ізоляції електропроводки, розбризкування крапель розплавленого металу при проведенні зварювальних робіт, перегрів струмопроводів і т.д.

Перелічені приклади можливих причин виникнення пожеж визначають характер заходів протипожежної профілактики у виробничих приміщеннях ремонтних підприємств, яких необхідно дотримуватися[8,10,11]:

- забезпечення справності електропроводки і захисними щитками розподільчих і пускозапобіжних пристроїв;
- встановлення іскрозахисних щитів біля місць встановлення і роботи зварювальних і наплавлюваних установок і пальників;
- збір в спеціальні піддони залишків пального і мастильних матеріалів при розбиранні ремонтваних машин;
- видалення горючих випарів продуванням водяною парою з резервуарів і ємкостей перед зварювальними роботами;
- зберігання пожежо- і вибухонебезпечних речовин і матеріалів на спеціально обладнаних складах в герметично закритій тарі;
- огороження електропечей негорючими матеріалами з заборонаю зберігати біля них легкозаймистих речовин;
- використання спеціальних контейнерів для промасленого ганчір'я;
- дотримання вимог пожежної безпеки при виконанні газозварювальних робіт та нагрівання деталей відкритим полум'ям.

4.4 Заходи безпеки під час виконання технологічних операцій ремонту і обслуговування машин

Безпека при виконанні багатьох технологічних операцій залежить від

справності використовуваних інструментів. При розбиранні і складанні машин, що знаходяться в ремонті, поруч з механічними (слюсарними і монтажними) інструментами використовуються інструменти з пневматичним і електричним приводом. Використання несправного інструменту може привести до травмування робітника чи оточуючих осіб.

При розбирально-складальних роботах потенційно небезпечні операції ви пресування чи запресування деталей, а також встановлення чи демонтажу пружних елементів. Для безпечного проведення таких дій необхідно передбачити захисні пристрої.

При очищенні і митті і їх елементів можлива шкідлива дія на організм людини випарів високої концентрації мийних розчинів і тому необхідне влаштування припливно-витяжної вентиляції, використання індивідуальних засобів.

При фарбуванні необхідно застосувати необхідні заходи безпеки. Для здоров'я людини шкідливі наступні фактори: токсичність складників розчинників, розріднювачів, наявність свинцевих сполук в значній частині пігментів, забруднення повітря.

Приведений матеріал не охоплює всіх видів вимог техніки безпеки при виконанні ремонтних робіт. Такі вимоги будуть визначені відповідними інструкціями і правилами техніки безпеки і їх суворо повинні дотримуватися у всіх підрозділах дільниці ремонту вантажних автомобілів [8,10,11].

5. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОГО ЕФЕКТУ ВІД ЗАПРОВАДЖЕННЯ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ РЕМОНТУ ДЕТАЛЕЙ СИСТЕМИ ГАЛЬМ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ КАТЕГОРІЇ N_1

За загально прийнятими і діючими технологіями прокачування гідравлічної системи гальм з метою усунення з неї повітря проводиться як мінімум двома виконавцями. Один з виконавців знаходиться в кабіні і періодично за командою другого виконавця натискає на педаль гальма. Другий виконавець, по черзі, встановлює гнучкий гумовий трубопровід на спускні клапани робочих колісних циліндрів та циліндрів і сигналізаторів вакуумних підсилювачів. В середньому процес усунення повітря з гальмівної системи триває 0,64 год. Отже за цей час потрібно оплачувати двом виконавцям. Крім цього неузгодженість дій обох виконавців часто приводить до необхідності повторювати операції, а також до надмірної витрати гальмівної рідини.

Запропонований у даному дипломному проекті обладнання для прокачування гальм дає змогу виконувати процес прокачування одному виконавцеві. Тобто трудомісткість прокачування зменшується у два рази, а враховуючи додатковий час на встановлення пристрою, який становить 0,13год, тривалість процесу прокачування становитиме 0,77год, тобто трудомісткість зменшиться на 0,51люд.год.

Розрахунковий економічний ефект вираховується за формулою [14]:

$$\xi_p = B_p - Z_p, \text{ грн.} \quad (5.1)$$

де B_p – вартісна оцінка результатів, які отримані за розрахунковий період, грн.;

Z_p – вартісна оцінка витрат, що пов'язані з використанням обладнання за розрахунковий період, грн..

При розрахунках B_p приймають до уваги строк служби устаткування і вартісну оцінку результатів, які отримані по роках за період t . Визначають вартісну оцінку за формулою [14]:

$$B_p = \sum_{t=t_n}^{t=t_a} B_t \cdot \alpha_t, \quad (5.2)$$

де B_t – вартісна оцінка результатів в році розрахункового періоду, грн.;

t_n – початковий рік розрахункового періоду;

t_a – кінцевий рік розрахункового періоду;

α_t – коефіцієнт приведення до розрахункового року.

Вартісна оцінка результатів в t – тому році визначається за формулою [14]:

$$B_t = C_t \cdot A_t \cdot P_t, \quad (5.3)$$

де C_t – сума зекономлених коштів на одній операції прокачування гальм, грн.;

A_t – кількість одиниць використовуваного обладнання в даному році;

P_t – загальна кількість операцій прокачування гальм.

Коефіцієнт приведення до розрахункового року визначають за формулою [14]:

$$\alpha_t = (1 + E_n)^{tp-t} \quad (5.4)$$

де E_n – норматив зведення різночасових витрат і отриманих результатів, що чисельно прирівнюються до нормативу ефективності капіталовкладень,

$E_n = 0,1$;

t_p – розрахунковий рік;

t – рік, затрати якого зводяться до розрахункового року.

Результати розрахунків заносимо в таблицю 5.1.

Розрахункові дані для визначення економічного ефекту визначаємо за наступною методикою.

Суму зекономлених коштів на операції прокачування гальм визначаємо з виразу:

$$Ц_t = C_p \cdot (t_1 - t_2), \quad (5.5)$$

де C_p – середня годинна тарифна ставка робітників, $C_p = 49,35$ грн/год;
 t_1 – трудомісткість прокачування за існуючою технологією, $t_1 = 1,28$ люд.год.;
 t_2 – трудомісткість прокачування з використанням обладнання, $t_2 = 0,77$;

$$Ц_t = 49,35(1,23 - 0,77) = 22,71 \text{ грн.}$$

Кількість операцій прокачування гальм визначаємо за наступною формулою:

$$П_t = (W_{ТО} \cdot j_1 + W_{ПР} \cdot j_2 + W_{УВ} \cdot j_3) \cdot \mu_t \quad (5.6)$$

де $W_{ТО}$ – програма технічного обслуговування, $W_{ТО} = 510$;

$W_{ПР}$ – програма поточного ремонту, $W_{ПР} = 362$;

$W_{УВ}$ – програма усунення відмов, $W_{УВ} = 858$;

j_1, j_2, j_3 – коефіцієнти кратності прокачування гальм загальної чисельності втручань, які відповідно дорівнюють $j_1 = 1, j_2 = 0,58, j_3 = 0,24$;

μ_t – коефіцієнт річного збільшення програми, $\mu_t = 1,10$.

$$П_{2023} = (510 \cdot 1 + 362 \cdot 0,58 + 858 \cdot 0,24) \cdot 1,0 = 925$$

$$П_{2024} = (510 \cdot 1 + 362 \cdot 0,58 + 858 \cdot 0,24) \cdot 1,10 = 1018$$

Аналогічно проводимо розрахунки для решти років і результати заносимо в таблицю 5.1.

Економію коштів на одній операції прокачування гальм для наступних років визначаємо за формулою [14]:

$$Ц_t = \alpha_t \cdot Ц, \text{ грн.} \quad (5.7)$$

$$Ц_t = 0,9091 \cdot 22,71 = 20,65 \text{ грн.}$$

Аналогічно проводимо решту розрахунків і результати заносимо в таблицю 5.1.

Вартісну оцінку витрат визначаємо за формулою [13]:

$$З_p = \sum_{t=1}^{t=t_n} З_t \cdot \alpha_t, \text{ грн.,} \quad (5.8.)$$

де $З_t$ – величина витрат в t – тому році;

Величина витрат в першому році може бути визначена з виразу [14]:

$$Z_{2023} = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5 + C_6, \text{ грн.} \quad (5.9)$$

де C_1 -вартість виготовлення конструкторської та технологічної

документації, $C_1=2500$ грн;

C_2 -вартість матеріалів, $C_2=1570$ грн;

C_3 -вартість комплектуючих, $C_3=1240$ грн;

C_4 -вартість виготовлення деталей, $C_4=1540$ грн;

C_5 -вартість складально-монтажних і налагоджувально-випробовуваних робіт, $C_5=395$ грн;

C_6 -витрати на організацію та підготовку виробництва за новою технологією, $C_6=540$ грн.

Значення показників $C_1 \dots C_6$ прийняті на підставі експериментальних оцінок спеціалістів підприємств району, що займаються виготовленням нестандартного обладнання.

$$Z_{2022} = 2500 + 1570 + 1240 + 1540 + 395 + 540 = 7785 \text{ грн}$$

Для решти років вартісну оцінку витрат визначаємо за формулою [14]:

$$Z_t = C_e * \alpha_t \quad (5.10)$$

де C_e – розрахункові експлуатаційні витрати на підтримання обладнання в робото здатному стані, грн.;

$$C_e = \eta \cdot C_n, \text{ грн}$$

де, η – частка початкової вартості обладнання, необхідна для підтримання його робото здатності, $\eta=0,16$.

$$C_e = 0,16 \cdot 7785 = 1246 \text{ грн.}$$

Аналогічно проводимо решту розрахунків і результати заносимо в таблицю 5.1.

Скориставшись формулою (5.3) за умови, що $A_t = 1$ і $\alpha_t = 1$, визначаємо вартісну оцінку результатів:

$$B_{2023} = 22,71 \cdot 1 \cdot 925 = 21007 \text{ грн.}$$

$$B_{2024} = 20,65 \cdot 1 \cdot 1018 = 21022 \text{ грн.}$$

Аналогічно проводимо розрахунки для решти років і результати заносимо в таблицю 5.1.

Таблиця 5.1 Результати розрахунку економічного ефекту від запровадження обладнання для ремонту деталей системи гальм автомобілів категорії N_1 .

| Показники | Роки | | | | | | | | Всього |
|---|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | |
| P_t – річна програма виконуваних операцій | 925 | 1018 | 1120 | 1232 | 1355 | 1490 | 1640 | 1803 | 10583 |
| α_t - коефіцієнт приведення до розрахункового року | 1 | 0,9091 | 0,8264 | 0,7513 | 0,6830 | 0,6209 | 0,5645 | 0,5132 | |
| C_t – економія коштів на одній операції, грн. | 22,71 | 20,65 | 18,8 | 17,1 | 15,6 | 14,1 | 12,9 | 11,7 | |
| B_t - вартісна оцінка результатів, тис. грн. | 21,01 | 21,02 | 21,06 | 21,07 | 21,14 | 21,01 | 21,16 | 21,10 | 168,57 |
| Z_t - вартісна оцінка витрат, тис. грн. | 7,85 | 1,14 | 1,03 | 0,94 | 0,85 | 0,78 | 0,71 | 0,64 | 13,94 |
| E_t - економічний ефект, тис. грн. | 13,16 | 19,88 | 20,03 | 19,09 | 20,29 | 20,23 | 20,35 | 20,46 | 153,49 |

Строк окупності з розрахунку використання впродовж восьми років визначаємо за формулою:

$$T_{ок} = \frac{\sum Z_t}{\sum E_t} \cdot 8, \text{ років} \quad (5.12.)$$

$$T_{ок} = \frac{13,94}{153,49} \cdot 8 = 0,73 \text{ років}$$

Отже, строк окупності обладнання дещо менший одного року.

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

- 1) Вивчення стану організації ремонту та обслуговування автомобілів в умовах зони обслуговування у Яворівському районі показало, що 40% власників вантажних автомобілів відсутня будь-яка ремонтно-обслуговувальна база для своєчасного і якісного ремонту та технічного обслуговування.
- 2) Аналіз наявного парку вантажних автомобілів показав, що максимальну частку складають вантажні автомобілі марки ГАЗ – 15,81%, ЗИЛ – 10,68%, КамАЗ – 6,63 %, інші моделі – 59,02% і МАЗ – 5,8 %. Основну масу автомобілів інших марок складають автомобілі марок УАЗ-450, УАЗ-462, Газель, КрАЗ , Урал та ЗИЛ-«Бичок».
- 3) Попереднє опитування фізичних та юридичних власників показало, що стосовно питання організації системи технічного сервісу вантажних автомобілів мають місце різні думки, а інколи і зовсім протилежні. Тому спочатку для організації ділянки потрібно буде провести соціологічні і маркетингові дослідження.
- 4) Аналіз існуючої технології прокачування гідравлічної системи гальм показав, що до роботи залучається двоє виконавців, а запропоноване в даному проекті обладнання дає змогу виконати роботи одному виконавцеві. Це особливо важливо, коли на ділянці повинен працювати один робітник.
- 5) Доцільність використання розробленого обладнання для прокачування гідравлічної системи гальм підтверджена розрахунками економічної ефективності. Економічний ефект за розрахунковий період становитиме 153,49 тис.грн. при строку окупності 0,73 року. Незначна сума ефекту пояснюється тим, що для розрахунків не приймалися збитки від простою автомобілів за умови відсутності другого виконавця робіт.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ремонт автомобілів: Навчальний посібник/ Упор. В.Я. Чабанний. Кіровоград: Кіровоградська районна друкарня, 2007. 720 с.
2. Анурьев В.И. Справочник конструктора–машиностроителя. Москва: Машиностроение, 2006. 559с.
3. Лудченко, О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. Організація і управління : підручник / О. А. Лудченко. Київ : Знання-Прес, 2004. 478 с.
4. Ященко М.М. Проектування підприємств автомобільного сервісу / Ященко М.М. Київ: НТУ. 2004. 172 с.
5. Технологічне проектування автотранспортних підприємств: Навч. посіб. / За ред. проф. С.І. Андрусенка. Київ: Каравелла, 2009. 368 с.
6. Практикум з ремонту машин. Технологія ремонту машин, обладнання та їх складових частин. Том 2 / О.І. Сідашенко, та інші/ За ред. О.І.Сідашенко, О.В. Тіхонова. Навчальний посібник. Харків: ТОВ «Пром-Арт», 2018. 491с.
7. Загально ремонтні роботи. Нормативи часу на розбиральні, складальні та ремонтні роботи. Книга 28. Розділ 6 За ред. Вітвицького В. В. Київ, “Поліграфкнига”, 2007р.286с.
8. Запорожець О.І., Протоєрейський О.С., Франчук Г.М., Боровик І.М. Основи охорони праці. Підручник. Київ: центр учбової літератури. 2009. 264 с.
9. Писаренко Г.С. та інші. Опір матеріалів: Підручник. Г.С. Писаренко, О.Л. Квітка, Е.С. Уманський; За ред Г.С. Писаренка. 2-ге вид., допов. І переробл. Київ: Вища школа, 2004. 655 с.
10. Катренко Л.А. Кіт Ю.В., Пістун І.П. Охорона праці. Курс лекцій, практикум: науч. посіб. Суми: Університетська книга, 2009. 240 с.
11. Ткачук К.Н., Халімовський М.О., Зачарний В.В. та ін. Основи охорони праці: Підручник. Київ: Основа, 2003. 472 с.

12. Павлище В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин. Київ: Вища школа. 1993, 556 с.
13. Правила проведення державного технічного огляду механічних транспортних засобів та причепів. Київ: Друк, 2000. 22 с.
14. Методичні рекомендації до виконання дипломних проєктів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для студентів факультету механіки, енергетики та інформаційних технологій за спеціальністю 208 "Агроінженерія". Львів. ЛНУП. 2023. 70 с.
15. Технологічне проектування автотранспортних підприємств : навч. посібник / С. І. Андрусенко, В. О. Білецький, П. І. Бортницький та ін. ; рец.: О. М. Коробочка, В. В. Рудзінський, В. В. Березняцький. Київ: Каравела, 2009. 368 с. (Українська книга)
16. Automobiles : навч. посібник з англійської мови / Н. І. Марченко, Н. О. Курносова, О. В. Забашта та ін. Житомир : ЖДТУ, 2005. 256 с.
17. Технічна експлуатація та надійність автомобілів : навч. посібник / Є.Ю. Форнальчик, М. С. Оліскевич, О. Л. Мастикаш, Р. А. Пельо. Львів: Афіша, 2004. 492 с.
18. Кисликов, В. Ф., Лущик, В. В. Будова й експлуатація автомобілів : підручник. 5-те вид. Київ : Либідь, 2005. 400 с. : іл.
19. Автомобілі: технічне обслуговування чи ремонт?
<https://online.dtkk.ua/2013/39/59134> (дата звернення: 8.04.2023).