

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 технології контролю передніх осей
вантажних автомобілів з розробкою стенду для перевірки стану
шворневого з'єднання ”**

Виконав: студент 4 курсу групи Аін-41
Спеціальності 208 „Агроінженерія”
(шифр і назва)

Пушак Василь Ігорович
(Прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., в.о.доц. Левчук О.В.
(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
Пуцаку Василю Ігоровичу

1. Тема проекту: **„ Удосконалення технології контролю передніх осей вантажних автомобілів з розробкою стенду для перевірки стану шворневого з’єднання ”**

Керівник проекту: Левчук Олександр Вастильович, 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 автомобілів про наявність і використання
ремонтно-обслуговуючої бази.

4. Перелік питань, які необхідно розробити

Вступ

1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ’ЄКТА ПРОЄКТУВАННЯ

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

5. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОГО ЕФЕКТУ

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

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

- 5.1 Схема встановлення коліс (1арк. форм.А1);
- 5.2 Загальний вигляд стенду для перевірки стану шворневого з'єднання (1 аркуш форм. А1);
- 5.3 Складальне креслення гідروциліндра(1 аркуш форм. А1);
- 5.4 Робочі креслення деталей (1 аркуш форм. А1);
- 5.5 Результати розрахунку економічного ефекту від використання стенду для перевірки стану шворневого з'єднання (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, | Левчук О.В. к.т.н., в.о. доц. кафедри агроінженерії та технічного сервісу імені професора Олександра Семковича | | | |
| 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 об'єкта проєктування» | 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» | 16.05.2023– 01.06.2023 | |
| 6. | Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки. Завершення роботи в цілому | 02.06.2023– 12.06.2023 | |

Студент _____ Василь Пуцук
(підпис)

Керівник проєкту _____ Олександр ЛЕВЧУК

У Д К 631 : 629

Дипломний проєкт :5бс. текст. част., 11 рис., 5 табл., 6 арк. формату А1,
19 джерел.

Удосконалення технології контролю передніх осей вантажних автомобілів з розробкою стенду для перевірки стану шворневого з'єднання
Пуцак В. І. – Дипломний проєкт. Кафедра агроінженерії та технічного сервісу імені професора Олександра Семковича – Дубляни, Львівський НУП, 2023р.

В дипломному проєкті проведено аналіз конструкції передніх осей вантажних автомобілів, описано особливості їх будови. Подано перелік несправностей і методи їх виявлення та усунення. Запроектовано дільницю технічного контролю передніх осей вантажних автомобілів та підібрано необхідне обладнання.

Розроблено конструкцію стенду для перевірки стану шворневого з'єднання, який дозволить зменшити трудомісткість проведення технічного обслуговування передніх осей автомобілів.

Розглянуто основні питання охорони праці та пожежної безпеки.

Проведено розрахунок річного економічного ефекту від запровадження стенду для перевірки стану шворневого з'єднання, який при виконанні розрахункової програми робіт за вісім років становитиме 1339.81 тис. грн.

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| Вступ..... | 5 |
| 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ’ЄКТА ПРОЄКТУВАННЯ..... | 7 |
| 1.1. Особливості конструкції передніх мостів..... | 7 |
| 1.2. Основні несправності передніх мостів, їх причини та методи виявлення..... | 11 |
| 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА..... | 15 |
| 2.1. Діагностування основних параметрів передніх коліс..... | 15 |
| 2.2. Заходи підтримання передніх мостів у справному стані..... | 18 |
| 2.3. Підбір технічного обладнання і інструменту..... | 27 |
| 3. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА..... | 31 |
| 3.1. Розробка стенду для перевірки стану шворневого з’єднання..... | 31 |
| 3.2. Аналіз діагностичного устаткування | 32 |
| 3.3. Розробка конструкції стенду | 36 |
| 3.4. Розрахунок вузлів і елементів конструкції стенду для перевірки шворневого з'єднання | 38 |
| 3.4.1 Розрахунок гідроциліндрів | 38 |
| 4. ОХОРОНА ПРАЦІ..... | 42 |
| 4.1. Техніка безпеки під час виконання діагностувальних, регулювальних, випробувальних та ремонтних робіт..... | 43 |
| 4.2. Техніка безпеки під час виконання ремонтних, налагоджувальних і діагностичних робіт..... | 44 |
| 4.3. Пожежна безпека..... | 46 |
| 4.4. Розрахунок вентиляції..... | 47 |
| 6. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОГО ЕФЕКТУ..... | 49 |
| ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ..... | 54 |
| СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ | 55 |

ВСТУП

Сьогодні неможливо 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.

Розвиток автомобільного транспорту, який привів до появи швидкісних комфортабельних, економічних автомобілів, поступово робить автомобільні перевезення конкурентноспроможними залізничним. Це пояснюється більшою його оперативністю, уникненням додаткових навантажувально-розвантажувальних робіт, формуванням довільних партій вантажу за рахунок вибору автомобілів та автопоїздів потрібної вантажопідйомності [1].

Важливу роль відіграє вантажний автомобільний транспорт в агропромисловому комплексі України. Не завжди обґрунтована схема розташування пунктів здачі сільськогосподарської продукції, слабо розвинена сітка доріг і незадовільний стан існуючих доріг є причиною неефективного використання автомобілів. Крім того, сучасний економічний стан виробничих підрозділів агропромислового комплексу не дає змоги в потрібних обсягах і своєчасно виконувати комплекс діагностувальних і ремонтних робіт, що призводить не лише до зниження ефективності використання автомобілів, але і до підвищення аварійності, а також до вилучення з експлуатації державною автоінспекцією автомобілів, технічний стан яких не відповідає вимогам, викладеним в існуючих нормативних актах.

Згідно з діючими правилами дорожнього руху, з автомобілів, технічний стан яких не відповідає вимогам, знімаються номерні знаки, автомобіль встановлюється на штрафний майданчик, а на його власника накладаються штрафні санкції. Для подальшого введення автомобіля в експлуатацію власник повинен виконати необхідний обсяг ремонтно-обслуговуючих робіт, а автомобіль пройти повторний технічний огляд.

Така ситуація завдає зайвих клопотів, як працівникам державної автоінспекції так і власникам автомобілів, що в кінцевому результаті негативно впливає на ефективність процесів виробництва сільськогосподарської продукції.

1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ПРОЄКТУВАННЯ

1.1. Особливості конструкції передніх мостів

Для того, щоб розглянути основні несправності передніх мостів, розглянемо особливості їх конструкції. На рис.2.1 показано схему встановлення передніх коліс з зазначенням основних контрольованих параметрів.

Кут E характеризує поперечний нахил шворня і задається конструктивними параметрами балки осі. Кут нахилу F характеризує розвал коліс і задається конструктивними параметрами поворотної цапфи. Кут A повороту зовнішнього колеса і кут B повороту внутрішнього колеса задаються конструктивними параметрами рульової трапеції. Різниця віддалей між задніми і передніми внутрішніми дисками коліс $D-C$ характеризує сходження коліс і регулюється за рахунок вкручування або викручування наконечників з рульової тяги [1, 3, 6, 16, 18, 19].

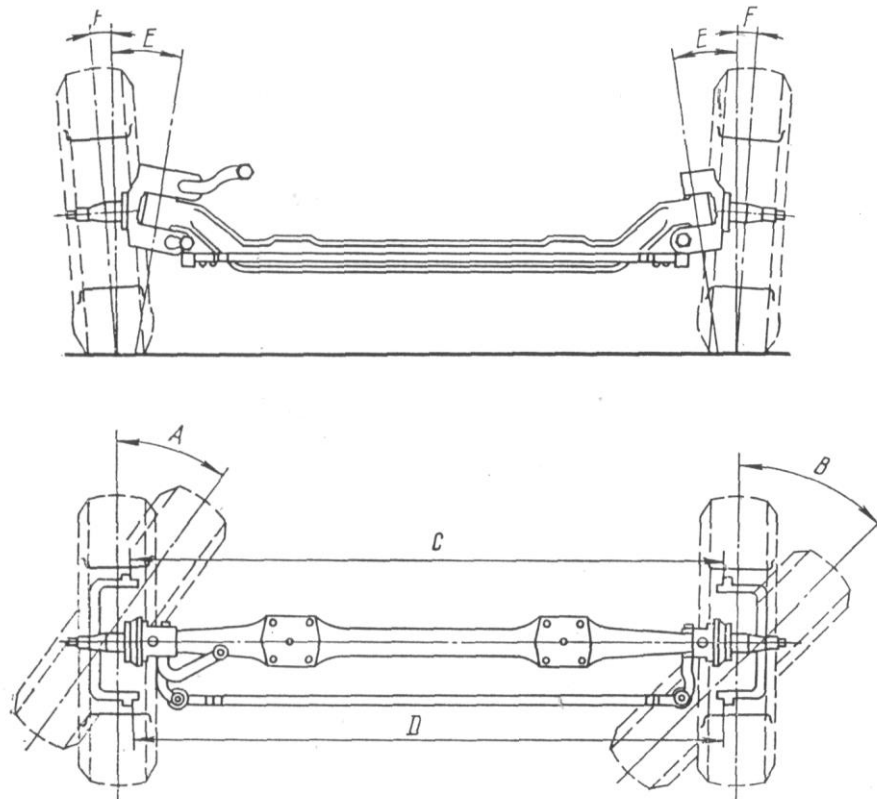


Рисунок 1.1 – Схема встановлення передніх коліс

Позначені на рисунку 1.1 параметри для основної маси моделей вантажних автомобілів мають наступні значення:

| | |
|----------------------------------|---------------------|
| Поперечний нахил шворня | $E=8^\circ$ |
| Розвал коліс | $F=1^\circ$ |
| Кут повороту зовнішнього колеса | $A=35^\circ$ |
| Кут повороту внутрішнього колеса | $B=45^\circ$ |
| Сходження коліс | $D-C=1..3\text{мм}$ |
| Повздовжній нахил шворня | $K=2^\circ30'$ |

Для розгляду основних несправностей, що виникають в передніх мостах, розглянемо будову передніх мостів автомобілів категорії N_1 і N_2 , які показані відповідно на рисунках 1.2 і 1.3, слід виділити деталі, зазначені наступними позиціями:

- 1 – балка передньої осі;
- 2 – поворотна цапфа (поворотний кулак);
- 3 – шворень поворотної цапфи;
- 4 – втулка шворня;
- 5 – гайка поворотної цапфи;
- 6 – штифт штопорний шворня;
- 7 – важіль рульової трапеції;
- 8 – тяга рульова поперечна;
- 9 – наконечник тяги рульової;
- 10 – важіль повздовжньої тяги рульової;
- 11 – сальник маточини колеса;
- 12 – втулка сальника;
- 13 – маточина колеса;
- 14 – підшипник маточини внутрішній;
- 15 – підшипник маточини зовнішній;
- 16 – барабан гальмівний;
- 17 – щит гальма опорний;
- 18 – диск колеса;

- 19 – підшипник опорний поворотної цапфи;
 20 – болт стяжний наконечника рульової тяги;
 21 – гайка болта наконечника рульової тяги;
 22 – кульовий шарнір повздовжньої рульової тяги.

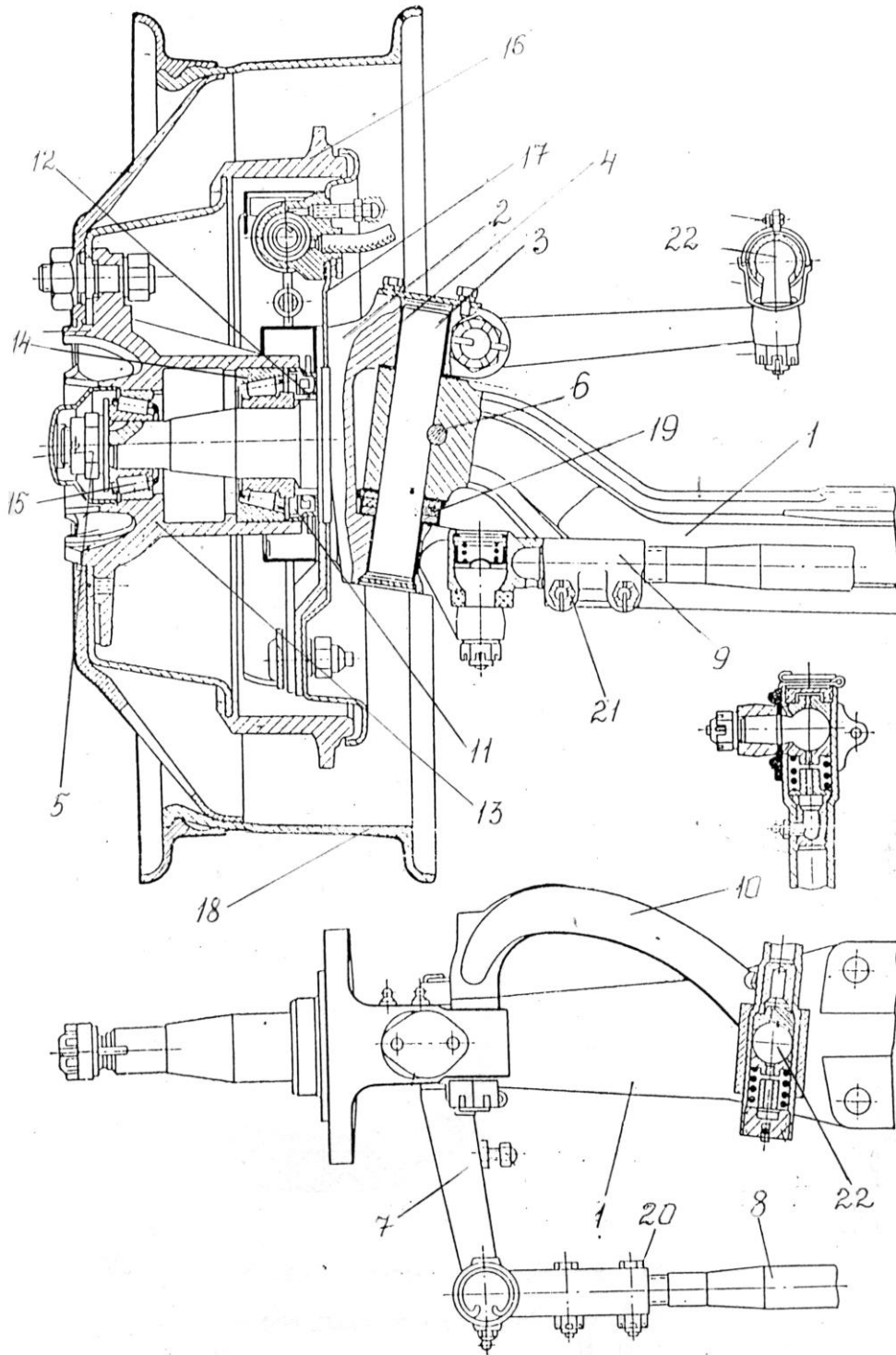


Рисунок 1.2 – Елементи передньої осі категорії N_1

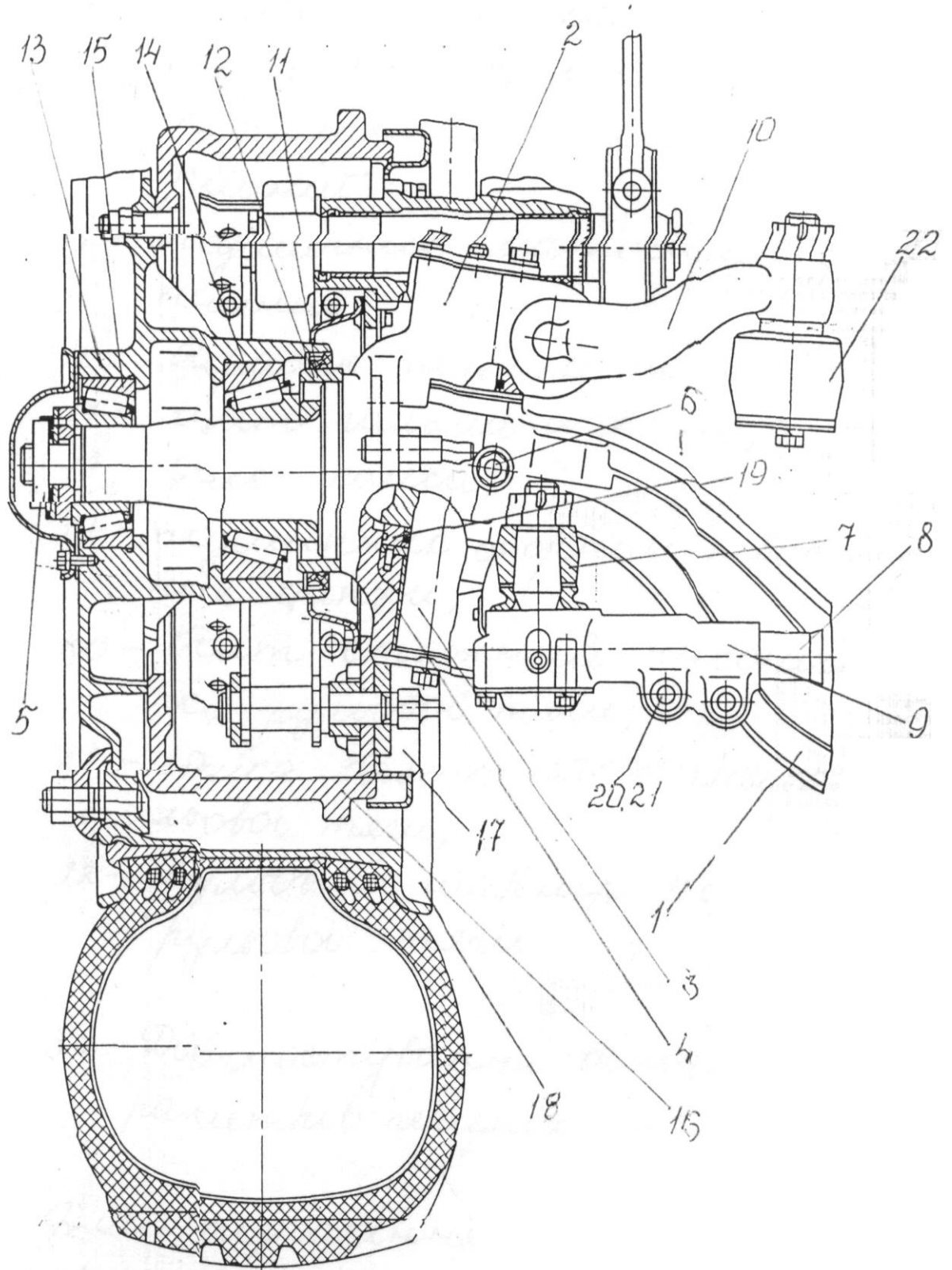


Рисунок 1.3 – Елементи передньої осі автомобіля категорії N_2

1.2. Основні несправності передніх мостів, їх причини та методи виявлення

Своєчасна діагностика передніх мостів дає змогу зекономити значну суму коштів, які потрібно буде витратити на заміну деталей, які вийшли з ладу внаслідок порушення регулювань або параметрів інших деталей. В таблиці 1.1 дано перелік найбільш характерних несправностей передніх мостів, основні причини їх виникнення та методи виявлення і усунення [1, 3, 18, 19].

Таблиця 1.1 – Перелік найбільш характерних несправностей передніх мостів

| Несправність та її прояви | Причини несправності | Методи виявлення і усунення |
|---|-----------------------------------|--|
| 1 | 2 | 3 |
| Нерівномірне спрацювання протектора шин | Не відрегульоване сходження коліс | За допомогою лінійки ГАРО-К-463 перевірити сходження і відрегулювати, змінивши довжину поперечної тяги. Виважити колесо, заблокувати гальмівний барабан робочим гальмом і у вертикальній площині погойдати колесом, потім виконати аналогічну операцію, змінивши гальмівний барабан і, якщо люфт збільшиться, то відрегулювати гайкою зазор цапф у підшипниках. Для цього гайку закрутити до упору, а потім відпустити на $\frac{1}{4}$ оберту. Розкручене колесо повинно виконувати за інерцією 10..20 обертів. |
| Нерівномірне спрацювання шин, | Спрацювання спряжень шворнів | Виважити колесо у вертикальній площині, погойдати ним, потім заблокувати гальмівний барабан і |

Продовження таблиці 1.1

| 1 | 2 | 3 |
|---|--|---|
| відчуваються удари у рульовому механізмі | | повторити операцію погойдування, якщо люфт залишився, замінити шворень і втулки, перевірити стан посадочного місця під в балці осі та стан штопорного штифта шворня |
| Після регулювання підшипникових вузлів маточин люфт колеса не зменшується | Спрацювання шийок цапфи Спрацювання підшипників | Зняти колесо і гальмівний барабан разом з маточиною, заміряти діаметри шийок цапфи і при їх невідповідності замінити цапфу Зняти колесо і гальмівний барабан разом із маточиною, випресувати з маточини зовнішні кільця підшипників, перевірити висоту підшипників і їх радіальний зазор, при невідповідності параметрів замінити підшипники |
| Під час руху автомобіля по дорозі з вибоїнами відчуваються глухі удари | Спрацювання або руйнування опорних підшипників шворнів | Виважити колесо, за допомогою приладу Т1 перевірити осьовий зазор в sprzęженні, замінити опорні підшипники, а при потребі встановити додаткові металеві шайби між верхньою провушиною поворотної цапфи і балкою |
| Під час руху автомобіля відчуваються | Спрацювання кульових шарнірів рульових тяг, | Різко повертаючи кермо в обидва боки, по-черзі перевірити стан кульових шарнірів повздовжньої тяги і при |

Продовження таблиці 1.1

| 1 | 2 | 3 |
|--|--|---|
| незначні стуки в елементах рульового керування, має незначне самовільне відхилення від заданого напрямку | послаблення важелів поворотних цапф, послаблення кріплення наконечників поперечної рульової тяги | потребі відрегулювати їх або замінити. Перевірити наконечники рульової поперечної тяги у випадку послаблення кріплень провести їх потягування, а у інших випадках замінити непридатні деталі. Перевірити і дотягнути кріплення важелів поворотних цапф, а якщо це не дає потрібних результатів, то зняти важелі і перевірити стан шпонок і шпонкових пазів, замінити непридатні деталі |
| Під час руху має місце підвищений нагрів маточини | Відсутній люфт у підшипниках Відсутнє мастило в підшипниковому вузлі | Відрегулювати підшипники за описаною вище методикою. Розібрати підшипниковий вузол, промити його і наповнити мастилом |
| | Має місце контакт гальмівних накладок з барабаном Порушена герметичність підшипникового вузла | Відрегулювати відповідним чином залежно від конструкції, зазор між гальмівним барабаном і гальмівними колодками. У випадку автомобілів з гідравлічним приводом гальма прокачати гальмівну систему і видалити з неї повітря. Перевірити герметичність зовнішнього торця маточини, при необхідності дотягнути кріплення або замінити прокладку, зняти гальмівний барабан і перевірити наявність мастила на |

Продовження таблиці 1.1

| 1 | 2 | 3 |
|--|---|--|
| | | відбійнику і елементах гальм. Якщо має місце витікання мастила, зняти маточину, перевірити стан сальника і його втулки, при потребі замінити непридатні деталі. |
| Під час руху має місце відхилення автомобіля від заданого напрямку | Пошкоджено кріплення ресор Порушено кріплення передньої осі до ресор | Перевірити стан гумових подушок або ресорних пальців (залежно від моделі). Замінити непридатні деталі Перевірити стан центрального болта ресор, при потребі замінити непридатні болти. Дотягнути гайки |

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Діагностування основних параметрів передніх коліс

Для визначення сходження коліс використовують спеціальну лінійку моделі ГАРОК-463, показану на рисунку 2.1, яка містить позначені відповідними позиціями:

- 1 – рухома труба;
- 2 – фіксуючий гвинт;
- 3 – шкала;
- 4 – нерухома труба;
- 5 – проміжна труба;
- 6 – фіксатор;
- 7 – видовжувач;
- 8 – наконечник;
- 9 – ланцюжок;
- 10 – пружина;
- 11 – стрілка.

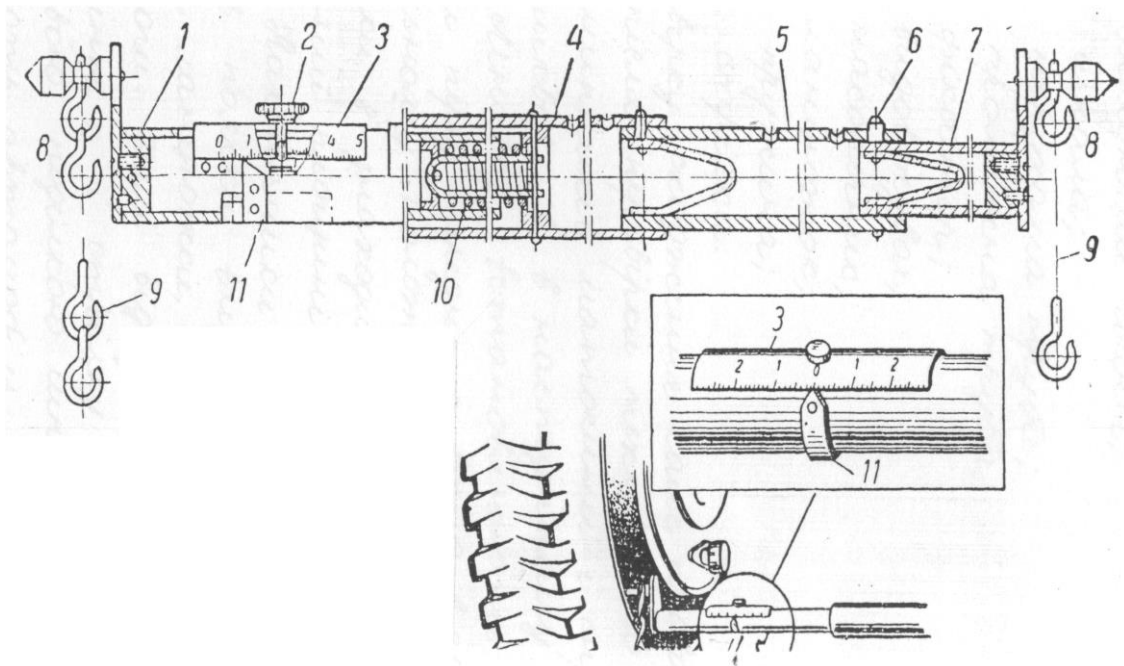


Рисунок 2.1 – Лінійка моделі ГАРО-К-463

Перевірку сходження коліс проводять лише після перевірки технічного стану підшипників маточини і спряжень шворня в наступному порядку. Лінійку встановлюють між колесами перед передньою віссю в горизонтальному положенні так, щоб наконечники 8 знаходились в одній вертикальній площині, паралельній балці осі. Наконечники 8 повинні впирались в пояски внутрішніх торців дисків, а ланцюжки, довжиною 190 мм, до підлоги. Далі відпускають фіксуючий гвинт 2 і стрілку 11 суміщують з нульовою поділкою шкали. Потім перекочують автомобіль вперед так, щоб ланцюжки 9 ледь торкались підлоги, а лінійка знаходилась ззаду осі балки.

Під час перевірки сходження коліс слід пам'ятати, що заводивиготовлювачі автомобілів в технічних характеристиках на автомобілі відносять розміри, що визначають величину сходження коліс, до точок коліс, розташованих на внутрішньому краю ободу або на боковій поверхні шини на висоті центра колеса. Тому, користуючись лінійкою ГАРО, потрібно мати спеціальні таблиці для переведення показів лінійки в покази реального сходження [1, 3, 6, 16, 18, 19].

Радіальний і осьовий зазор в з'єднаннях шворня визначають за допомогою приладу Т-1 (рис. 2.2) який складається з скоби 1, гвинтового затискача 2, з гвинтом 3. В скобу 1 вкручена стійка 4, з шарніром 5 і 6. В шарнірі 6 розміщена штанга 7 з шарніром 8, в якому закріплено індикатор годинникового типу 9.

Схема визначення радіального зазору в спряженнях шворня показана на рис. 2.6. Під час визначення радіального зазору за схемою, показаною на рис 2.6, користуються двома методиками.

Перша полягає в тому, що в положенні, показаному на рисунку, індикатор встановлюють на нуль, а потім опускають домкрат до повної опори колеса з підлогою, щоб утворився зазор між домкратом і балкою осі, а потім фіксують покази індикатора. Недолік цього методу полягає в тому, що за рахунок тертя між торцями провусин поворотних цапф і торцями балки, під

час опускання колеса, зазор повністю не вибирається і індикатор показує хибні значення.

Другий метод полягає в тому, що в положенні, показаному на рисунку 2.3, до колеса в нижній і верхній точках прикладають зусилля, пері-

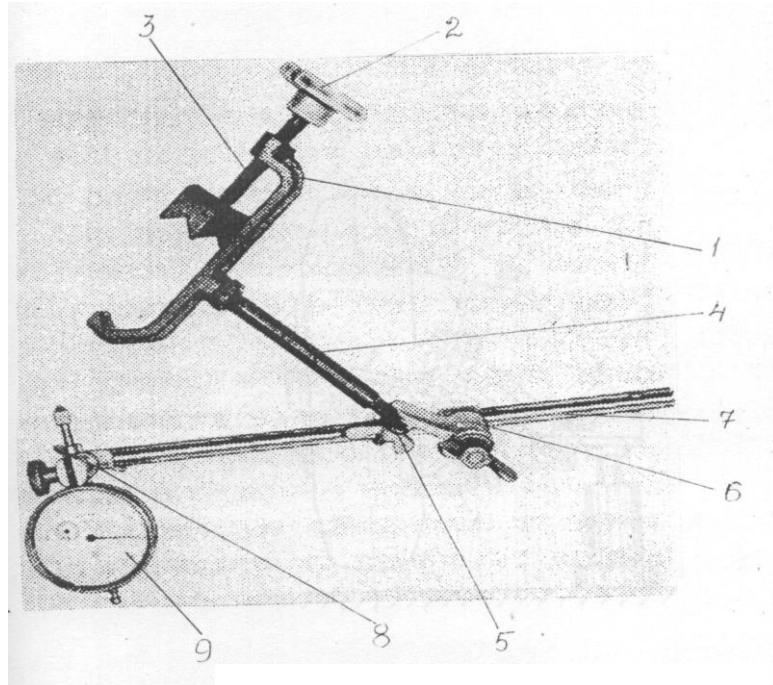


Рисунок 2.2 – Загальний вигляд приладу Т-1 для визначення радіального і осевого зазору в з'єднаннях шворня

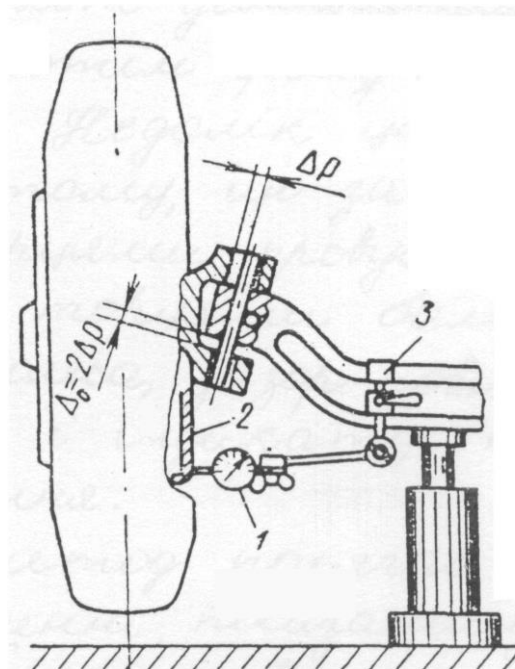


Рисунок 2.3 – Схема визначення радіального зазору в спряженнях шворня: 1 – індикатор; 2 – щит гальма; 3 – скоба приладу Т-1

одично в протилежних напрямках розгойдуючи колесо у вертикальній площині, що проходить через вісь поворотної цапфи. В такому випадку другий робітник спостерігає і фіксує відхилення показів індикатора. Цей метод значно точніший, але потребує залучення до роботи двох працівників і затрати значного зусилля для розгойдування колеса.

Слід зазначити, що дану перевірку можна робити за умови усунення зазорів у підшипниках маточини.

2.2. Заходи підтримання передніх мостів у справному стані

Під час використання автомобілів в умовах сільськогосподарського виробництва передні мости зазнають значних статичних і динамічних навантажень, що значно зменшує їх ресурс. Переважаючий рух по дорогах з гравійним покриттям, ґрунтових дорогах та по бездоріжжю приводить до швидкого виходу з ладу шворнів і їх втулок, підшипників маточин, що є причиною появи ударних навантажень на елементи рульового керування. Тому, розглядаючи передній міст, потрібно розглянути основні елементи конструкції автомобіля, що функціонально пов'язані з переднім мостом. До таких елементів належать ресори, амортизатори, робочі гальма, рульове керування [1, 3, 6, 16, 18, 19].

Оскільки технічний стан переднього моста впливає не лише на показники використання автомобіля. Але і на безпеку руху, то передбачається проводити контроль окремих параметрів під час виконання всіх видів технологічного обслуговування.

В таблиці 2.1. подано перелік основних профілактичних операцій, що виконуються під час технічного обслуговування №1 на елементах переднього моста і функціонально пов'язаних з ним деталей.

Таблиця 2.1 – Перелік основних профілактичних робіт, виконуваних під час ТО1

| Шифр операції | Зміст операції | Технічні вимоги |
|---------------|--|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 1.01 | Перевірити герметичність з'єднань і шлангів гідروпідсилювача рульового керма | В з'єднаннях і шлангах гідропідсилювача, а також на його поверхні не повинно бути слідів підтікання мастила |
| 1.02 | При необхідності усунути порушення герметичності з'єднань і шлангів гідропідсилювача рульового приводу | Підтікання мастила зі з'єднань усувається підтягуванням гайок |
| 1.03 | Перевірити кріплення і шунтування гайок кульових пальців рульових тяг. При необхідності закріпити їх і зашплінтувати | Момент затягування гайок 20-25 кгс·м, 200-250 Нм |
| 1.04 | Перевірити кріплення і шплінтування гайок важелів поворотних цапф при необхідності закріпити їх і зашплінтувати | Момент затягування гайок 30-35 кгс·м, 300-350 Нм |
| 1.05 | Перевірити кріплення і при необхідності закріпити контргайку регулювального гвинта рульової сошки | Порушення положення регулювального гвинта при затягуванні контргайки не допускається. Момент затягування контргайки – 4-4,5 кгс·м, 40-45 Нм |

Продовження таблиці 2.1.

| 1 | 2 | 3 |
|------|---|---|
| 1.06 | Перевірити затягування і при необхідності затягнути клини карданного вала рульового механізму | Послаблення кріплення гайок клинів не допускається |
| 1.07 | Перевірити люфт в шарнірах рульових тяг | Люфт в шарнірах рульових тяг перевіряється по відносному переміщенню кулькових пальців і наконечників або головок тяг при різному повертанні рульового колеса в обидві сторони. В шарнірах рульових тяг люфт не допускається |
| 1.08 | При необхідності усунути люфт в шарнірах рульових тяг | Для усунення люфту в шарнірних з'єднаннях повздовжньої рульової тяги потрібно роз шплінтувати пробки, закрутити їх до кінця, потім відкрити приблизно на $\frac{1}{4}$ оберту, після чого пробку зашплінтувати |
| 1.09 | Перевірити вільний хід рульового колеса | Перевірка вільного ходу рульового колеса здійснюється при роботі двигуна в режимі холостого ходу шляхом покачування рульового колеса в ту і в іншу сторону до початку повороту керованих коліс. Перевірку вільного ходу потрібно здійснювати, |

Продовження таблиці 2.1.

| 1 | 2 | 3 |
|------|---|---|
| | | встановивши передні колеса прямо. Вільний хід рульового колеса не повинен перевищувати 15°. |
| 1.10 | Перевірити кріплення і при необхідності закріпити болт з'єднання сошки з кульовим пальцем | Момент затягування гайки 23-27 кгс·м, 230-270 Нм |
| 1.11 | Перевірити кріплення і при необхідності закріпити передні кінці ресор до вух кронштейнів, стремена вух, болти задніх кронштейнів і затяжні болти передніх кронштейнів | Момент затягування гайок стремени вух передніх ресор 7-10 кгс·м, 70-100 Нм |
| 1.12 | Перевірити кріплення і при необхідності закріпити стремена і хомути передніх ресор | Момент затягування гайок стремени 25-30кгс·м, 250-300Нм |
| 1.13 | Перевірити стан і кріплення амортизаторів передніх коліс і при необхідності закріпити їх | Підтікання рідини і послаблення кріплення амортизаторів не допускається |
| 1.14 | Перевірити і при необхідності закріпити переднє праве колесо | Момент затягування 40-45 кгс·м, 400-450 Нм. Затягування гайок повинно рівномірно (через одну гайку) в 2-3 прийоми |
| 1.15 | Перевірити кріплення і при необхідності закріпити переднє ліве колесо | Те саме |
| 1.16 | Перевірити стан шин передніх коліс, наявність ковпачків | Шини повинні не мати тріщин, розривів, видутих місць. |

Продовження таблиці 2.1.

| 1 | 2 | 3 |
|------|--|---|
| | вентилів, тиск повітря в шинах | Залишкова глибина протектора по центру бігової доріжки повинна бути не менше 1 мм |
| 1.17 | При необхідності довести до норми тиск в шинах, усунути зайві сторонні предмети з протектора | Залежно від марки автомобіля і типу шин |

Перелік операцій, поданий в таблиці 2.1, передбачає технічного обслуговування найбільш розповсюджених марок автомобілів категорії N_1 і N_2 . Операції з гідро підсилювачем керма мають місце для моделей, на яких він передбачений, за винятком автомобілів ГАЗ.

В таблиці 2.2 подано перелік основних профілактичних операцій, що виконуються під час ТО №2 на елементах переднього моста і функціонально пов'язаних з ним деталей.

Таблиця 2.2 – Перелік основних профілактичних робіт, виконуваних під час ТО №2

| Шифр операції | Зміст операції | Технічні вимоги і вказівки |
|---------------|--|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 2.01 | Перевірити кріплення і при необхідності закріпити картер рульового механізму до рами | Взаємне переміщення деталей не допускається |
| 2.02 | Перевірити кріплення і при необхідності закріпити рульову колонку на кронштейні кабіни | Те саме |

Продовження таблиці 2.2

| 1 | 2 | 3 |
|------|--|--|
| 2.03 | Перевірити кріплення і при необхідності закріпити рульове колесо на валі рульового механізму | При послабленні кріплення рульового колеса зняти колонку, контактний диск, впевнитись в справності шпонки і шпонкової канавки у верхньому кінці вала і маточини рульового колеса, затягнути гайку, яка кріпить рульове колесо. Поставити зняті деталі на місце |
| 2.04 | Перевірити величину вільного ходу рульового колеса | Перевірка вільного ходу рульового колеса здійснюється при роботі двигуна в режимі холостого ходу шляхом покачування рульового колеса в різні сторони до початку повороту керованих коліс. Перевірку вільного ходу потрібно здійснювати, встановивши передні колеса прямо. Вільний хід рульового колеса не повинен перевищувати 15° |
| 2.05 | Перевірити люфт в шарнірах рульових тяг і шворневих з'єднаннях | Люфт в шарнірах рульових тяг перевіряють по відносному переміщенню кульових пальців і наконечників або головок тяг при різкому повертанні рульового колеса в обидві сторони. В шарнірах рульових тяг люфт не допускається. Радіальний зазор в шворневих з'єднаннях повинен бути не більше 0,75 мм, а осьовий – 1,5 мм. |
| 2.06 | При необхідності усунути люфт в шарнірах рульових | Для усунення люфту в шарнірних з'єднаннях повздовжньої рульової тяги |

Продовження таблиці 2.2

| 1 | 2 | 3 |
|------|---|---|
| | тяг | необхідно роз шплінтувати пробки, закрутити їх до кінця, потім відкрити приблизно на ¼ оберту, після чого пробки зашплінтовують |
| 2.07 | Перевірити кріплення і при необхідності закріпити контргайку рульового гвинта вала рульової сошки | Порушення положення рульового гвинта при затягуванні контргайки не допускається. Момент затягування контргайки 4-4,5 кГс·м, 40-45 Н·м |
| 2.08 | Перевірити кріплення і шплінтування гайок кульових пальців рульових тяг. При необхідності закріпити їх і зашплінтувати. | Момент затягування гайок 20-25 кГс·м, 200-250 Н·м |
| 2.09 | Перевірити кріплення і шплінтування гайок важелів поворотних цапф. При необхідності закріпити їх і зашплінтувати | Момент затягування гайок 30-35 кГс·м, 300-350 Н·м |
| 2.10 | Перевірити величину сходження передніх коліс | Перевірка сходження передніх коліс здійснюється при нормальному тиску в шинах і відсутніх люфтів в підшипниках маточин передніх коліс і підшипниках шворнів поворотних цапф. Величина сходження передніх коліс повинна бути в межах 5-8 мм. |
| 2.11 | При необхідності відрегулювати сходження передніх коліс | Для регулювання сходження коліс треба звільнити стяжні болта наконечників поперечної рульової тяги і, обертаючи поперечну рульову тягу, встановити нормальне сходження коліс. Після цього |

Продовження таблиці 2.2

| 1 | 2 | 3 |
|------|--|--|
| | | затягнути стяжні болти наконечників поперечної рульової тяги |
| 2.12 | При необхідності перевірити кути встановлення керованих коліс | Перевірку кутів встановлення коліс здійснюють у випадку підвищеного спрацювання шин передніх коліс. Кути встановлення керованих коліс повинні мати наступні значення: кут розвалу коліс - 1°; поперечний нахил шворня - 8°; повздовжній нахил шворня - 2°30' (при навантаженні 4000 кгс) |
| 2.13 | Перевірити стан і кріплення амортизаторів передніх коліс, при необхідності закріпити їх | Підтікання рідини і послаблення кріплення амортизаторів не допускається |
| 2.14 | Перевірити стан ободу і диску переднього правого колеса. При необхідності закріпити диск | На диску, ободі, бортовому і замковому кільцях не повинно бути тріщин, згинів і вм'ятин. Момент затягування гайок 40-50 кгс·м. Затягування гайок повинне здійснюватись рівномірно (через одну гайку) в 2-3 прийоми |
| 2.15 | Перевірити стан ободу і диску переднього лівого колеса. При необхідності закріпити диск | Те саме |
| 2.16 | При необхідності довести до норми тиск повітря в шині переднього правого колеса, вийняти зайві | Величина тиску встановлюється відповідно до марки автомобіля і моделі шин. |

Продовження таблиці 2.5

| 1 | 2 | 3 |
|------|---|---|
| | предмети, що застрягли в протекторі | |
| 2.17 | При необхідності довести до норми тиск повітря в шині переднього лівого колеса, наявність ковпачка вентиля, тиск повітря в шині | Те саме |
| 2.18 | При необхідності довести до норми тиск повітря в шині переднього лівого колеса, вийняти зайві предмети, що застрягли в протекторі | |
| 2.19 | Зняти переднє праве колесо з гальмівним барабаном і маточиною | |
| 2.20 | Зняти переднє ліве колесо з гальмівним барабаном і маточиною | |
| 2.21 | Встановити переднє праве колесо з гальмівним барабаном і маточиною | Перед встановленням промити підшипники і маточину нафтою і закласти свіже мастило |
| 2.22 | Встановити переднє ліве колесо з гальмівним барабаном і маточиною | Перед встановленням промити підшипники і маточину нафтою і закласти свіже мастило |
| 2.23 | Відрегулювати підшипники маточини переднього правого колеса | Маточина повинна вільно обертатися і не мати помітного осьового переміщення |

Продовження таблиці 2.2

| 1 | 2 | 3 |
|------|--|---------|
| 2.24 | Відрегулювати підшипники маточини переднього лівого колеса | Те саме |

Зміст перелічених в таблиці 2.2 операцій і технічні вимоги дають змогу спів ставити їх з вимогами, викладеними у підрозділі дипломного проекту і таким чином передбачити весь комплекс операцій для визначення технічного стану автомобіля.

2.3 Підбір технічного обладнання і інструменту

Основою якісного виконання діагностувальних, обслуговуваних та ремонтних робіт є вдалий підбір технологічного обладнання і інструменту. Добре підібраний інструмент і обладнання дають змогу забезпечити оптимальну продуктивність праці, сприяють дотриманню вимог техніки безпеки і виробничої санітарії.

В таблиці 2.3 наведено перелік обладнання і інструменту, що потрібні для діагностування і обслуговування автомобілів перед державним технічним оглядом [4, 5, 15].

Таблиця 2.3 – Відомість обладнання дільниці діагностування і обслуговування автомобілів перед технічним оглядом

| Назва обладнання і інструменту | Марка | Параметри, м | К-сть | Площа, м ² |
|---|---------|----------------|-------|-----------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Ручний візок для знімання, встановлення і перевезення коліс | Ekspand | 1,34x0,94x0,90 | 3 | 1,26/3,78 |
| Візок для перевезення і піднімання акумуляторних батарей | П-620 | 1,26x0,84x0,92 | 1 | 1,12 |

Продовження таблиці 2.3

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---------------------|--|---|-----------|
| Колонка повітророздавальна, Р=1 МПа | ЦКБС-401 | 0,43x0,40x1,60 | 2 | 0,17/0,51 |
| Установка для заправки трансмісійним мастилом, N=2,2 кВт | DRUM Viscomat DC | 0,47x0,53x1,59 занурюється в резервуар об'ємом 0,2 м ³ | 1 | 0,36 |
| Колонка маслороздавальна, N=1,6 кВт | Шельф МРК-4 | 0,27x0,35x1,20 | 1 | 0,36 |
| Солідолонагнітач ручний | Yato YT-07061 | У верстаку | 3 | - |
| Маслороздавальний бак пересувний | 133М | 0,41x0,38x0,90 | 3 | 0,16/0,48 |
| Прилад для перевірки натягу привідних пасів | 9G0804 F | Зберігається в шафі для інструменту | | - |
| Прилад універсальний для перевірки рульового управління автомобілів | НИИАТ К-402 | - // - | 3 | - |
| Прилад для перевірки переднього моста автомобілів | НИИАТ Т-1 | - // - | 1 | - |
| Компресор | INTERTOOL PT-0016 | - // - | 2 | - |
| Прилад для перевірки контрольно-вимірювальних приладів автомобілів | Э-204 | - // - | 2 | - |
| Деселерометр | 1155М | - // - | 2 | - |
| Стіл-ванна | 2249 | 0,82X0,64X0,90 | 3 | 0,52/1,56 |

Продовження таблиці 2.3

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--|------------------|--|---|-----------|
| Комплект приладів і інструментів для обслуговування АКБ | Э-401 | 0,35x0,28x0,34 в шафі для інструменту | 2 | - |
| Комплект інструменту для технічного обслуговування електрообладнання | 2443 | 0,39x0,15x0,26 в шафі для інструменту | 2 | - |
| Верстак слюсарний | ОРГ-1468-01-060А | 1,20x0,80 | 3 | 0,96/2,88 |
| Скринька для обтирального матеріалу | ОГ.17-00 | 0,62x0,44x0,80 | 3 | 0,27/0,81 |
| Скринька відходів | ОГ.03-000 | 0,62x0,44x0,60 | 3 | 0,27/0,81 |
| Стелаж для кріпильних деталей карусельний | ОРГ-1468-05-340А | 0,86x0,86x1,58 | 6 | 0,73/4,38 |
| Підставка під ноги регульована | ОГ.16-000 | 0,72x0,48x-0,52 | 3 | 0,34/1,02 |
| Пересувний пост слюсаря-авторемонтника | Р-506 | 0,62x0,36x0,98 | 2 | 0,22/0,44 |
| Пересувний пост електрика-карбюраторника | П-204А | 0,68x0,44x1,26 | 1 | 0,07 |
| Ванна для миття деталей пересувна | М-3124 | 0,52x0,54x0,8 | 3 | 0,33/1,00 |
| Ванна для миття деталей, N=1,2 кВт | М-3743 | 2,4x0,54x0,92 | 1 | 1,29 |
| Шафа для інструменту та деталей | ОРГ-1603 | 1,59x0,36x2,20 | 3 | 0,57/1,72 |
| Компресор гаражний пересувний, N=1,5 кВт | С412 | 0,75x0,35x0,55 | 2 | 0,26/0,52 |

Продовження таблиці 2.3

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--|----------------------|--|---|-----------|
| Підйомник гідравлічний ручний для оглядової ями | П113 | 1,10x0,66x1,08 в межах оглядової ями | 6 | - |
| Домкрат гаражний, F=63 кН | ПЗoH | 1,63x0,43x0,28 | 3 | 0,70/2,10 |
| Лінійка для перевірки сходження коліс | ГАРО К463 | 1,63x0,43x0,28 в шафі для інструменту | | - |
| Пристрій для визначення зазорів в спряженнях поворотних цапф | Власного виробництва | В межах робочого місця з діагностуванням і обслуговуванням автомобілів | 1 | - |
| Комплект інструментів автомеханіка | M131 | 0,49x0,20x0,25 | 3 | - |
| Шафа для документів | | 0,80x0,42 | 3 | 0,34/1,00 |
| Стіл канцелярський | | 1,20x0,72 | 3 | 0,86/2,59 |
| Разом | | | | 28/53 |

Площа обладнання, що зберігається в шафах і верстаках, а також знаходиться в оглядових ямах і в її межах робочих місць не враховується.

3. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

3.1. Розробка стенду для перевірки стану шворневого з'єднання

Визначення технічного стану спряжень шворнів і підшипників маточини є досить кропіткою роботою, яка потребує від виконавця знання будови передніх мостів вантажних автомобілів і практичних навиків у визначенні їх параметрів.

В більшості випадків для визначення зазорів в з'єднаннях шворнів використовують прилад Т-1 загальний вигляд якого подано на рис. 2.2. Сам процес визначення зазору відбувається за поданою на рисунку 2.3 схемою у наступному порядку. За допомогою домкрата піднімають один бік осі до повного розвантаження колеса. В такому випадку балка осі, шворень, поворотна цапфа і всі закріплені на ній елементи займають орієнтацію, що не відповідає їх робочому положенню. Тобто в такому положенні змінюється напрям дії сил тяжіння, їх складових та результуючих. Наявність зазору в спряженнях, втулка поворотної цапфи-шворень, обумовлює можливість коливання поворотної цапфи. Так як за існуючою технологією величину радіального зазору визначають як різницю показів індикатор, то ці покази можуть бути недостовірними, через те, що під час опускання за рахунок сил тертя між покриттям і колесом, останнє відходить у протилежне крайнє положення. Крім того прийнята схема встановлення приладу Т-1 створює певні незручності під час діагностування. Практикують також технологію визначення радіального зазору в спряженнях шворнів, яка полягає в тому, що колесо з поворотною цапфою коливають, прикладаючи протилежне за напрямком зусилля в нижній і у верхній частині колеса. Однак зважаючи на те, що вага поворотної цапфи разом з колесом від 1520Н в автомобіля категорії N_1 до 2600 Н в автомобіля категорії N_2 (КрАЗ), стає очевидним, що виконання такої роботи не під силу одному робітникові.

Стосовно конструктивної частини дипломного проекту, ми маємо за мету запропонувати таку конструкцію стенду, який б дав можливість з необхідною

точністю визначити з необхідною точністю контрольовані параметри спряжень за умови виконання робіт одним робітником.

3.2 Аналіз діагностичного устаткування

Стенд розвал-сходження BEISSBARTH гарантує якісне регулювання всіх параметрів по установці кутів коліс будь-яких моделей автомобілів, а саме:

- сходження
- зворотне сходження в повороті
- кут розвалу
- кут нахилу шворнів (поперечний) і додатковий кут
- повздовжній нахил шворнів
- максимальний кут повороту
- задні керовані колеса
- вісь симетрії і відхилення осей
- здвиг коліс
- установочна висота



Рисунок 3.1 – Стенд розвал-сходження BEISSBARTH

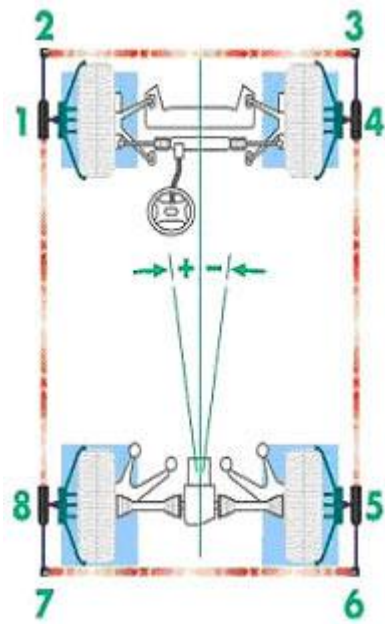


Рисунок 3.2 – Стенд розвал-сходження BEISSBARTH

Інфрачервоний зв'язок між вимірювальними датчиками сходження (замкнута вимірювальна система). 8 датчиків сходження з кутом захоплення 20 градусів, розвал 4-х коліс, подовжній нахил осі повороту, вісь тяги, компенсація биття. Безпроводний зв'язок між вимірювальними головками і ПК. База автомобіля до 6,5 метрів. Операційна система WIN XP, 17" кольоровий монітор, кольоровий принтер, стійка. Механічні поворотні круги. Захоплення 10"-20". Оновлювана база даних (12000 моделей 48 виробників). Виробник: BEISSBARTH (Німеччина)

Діагностика підвіски, гальмівної системи і амортизаторів BOSCH SDL260. Електронна діагностична лінія динамічної перевірки автомобілів фірми "BOSCH SDL 260 Test GMBH (Німеччина) забезпечує вимірювання гальмівної сили робочої і стоянкової гальмівних систем, сумарного сходження коліс обох осей і дають оцінку стану підвіски автомобіля по амплітудах коливання після гальмування.

Лінія складається з вимірювальних платформ, пристрою визначення сумарного сходження коліс, спеціалізованого дисплея і принтера.

У основу роботи діагностичної лінії динамічної перевірки покладений принцип прямого вимірювання гальмівної сили за допомогою силувимірювальних датчиків, встановлених під вимірювальними платформами.



Рисунок 3.3 – BOSCH SDL 260 Test GmbH"

Датчики вимірюють силу, прикладену до поверхні платформи, виникаючу при гальмуванні випробовуваного автомобіля. Гальмівні зусилля сканується датчиками протягом всього часу гальмування і обробляється комп'ютерним блоком, при цьому значення максимальної гальмівної сили в (Н) висвічується на дисплеї лінії. Всі поточні значення гальмівної сили з інтервалом в 0,05 сек. видаються на принтер і показуються на роздруку.

Дисплей обладнаний колірним індикатором (червоний, жовтий, зелений) ефективності гальмування і нерівномірності гальмівних сил коліс по кожній осі.

Динамічний метод вимірювань дозволяє легко визначати гальмівні зусилля навіть на автомобілях з постійним повним приводом коліс.

Величина сумарного сходження коліс кожної осі автомобіля визначається при проїзді випробовуваного автомобіля через пристрій визначення сумарного сходження коліс. Пристрій складається з 2-х

встановлених паралельно платформ - рухомою і нерухомою. Поперечне відхилення рухомої платформи, викликане наявністю кута сходження, вимірюється за допомогою вбудованого датчика і обробляється комп'ютерним блоком. Величина сумарного сходження коліс в (мм) висвічується на дисплеї і роздруковується на принтері.

Інформація про динамічні коливання автомобіля після його зупинки на вимірювальних платформах роздруковується на принтері і дозволяє оцінити ефективність роботи підвіски випробовуваного автомобіля [17].

Швидкість автомобіля під час проходження тесту повинна складати 5 - 10 км/год. Інформація про швидкість випробовуваного автомобіля автоматично вимірюється і роздруковується на принтері. Введення необхідних даних і управління лінією легко здійснюється майстром автосервісу безпосередньо з випробовуваного автомобіля за допомогою пульта дистанційного керування.

Для графічного відображення результатів вимірювань необхідна наявність і підключення ПК з кольоровим принтером, а в комплектацію діагностичної лінії включено необхідне програмне забезпечення.

Результати вимірювань і висновок роздруковуються російською мовою. Діапазон робочих температур від - 20 до + 40 °С.

Діагностика підвески на люфт детекторі МАНА FWT 1 Euro



Рисунок 3.4 – Люфт детектор МАНА FWT 1 Euro

Діагностика підвіски на люфт детекторі МАНА FWT 1 Euro включає:

- перевірку стану амортизаторів, пружин, опорних чашок;
 - перевірку відсутності люфтів в кульових опорах, рульових наконечниках, кульових опорах;
 - перевірку стану сайлентблоків і інших вузлів ходової частини автомобіля;
 - перевірку підшипників маточин;
 - перевірку гальмівних колодок, дисків, барабанів, шлангів;
- перевірку герметичності гальмівної системи

3.3 Розробка конструкції стенду

Аналіз причин і несправностей ходової частини показує, що на збільшення витрати палива і на зниження ресурсу шин сильно впливають кути установки керованих коліс, а також знос шворневих з'єднань. Аналіз методів діагностики ходової частини і діагностичного устаткування для перевірки ходової частини показав, що стенди для точної діагностики кутів керованих коліс випускаються, а стенди для точної діагностики стану шворнів вітчизняною і закордонною промисловістю не випускається. У зв'язку з цим пропонується конструкція стенду для перевірки шворневого з'єднання.

Стенд для перевірки шворневого з'єднання складається з: кранів 1, кнопок 2, клапана 3, насоса 4, корпусу 5, електродвигуна 6, масляного бака 7, покажчика рівня масла 8, коліс 9, гідроциліндрів 10, автоматів 11, кронштейнів 12, майданчиків 13, лінійок 14, фіксаторів 15.

Порядок перевірки шворневого з'єднання полягає в наступному. Автомобіль заїжджає передніми колесами на майданчики 13. Потім оператора натискаючи на кнопку 2 приводить в дію перший контур електроланцюга. При цьому електродвигун приводить в дію масляний насос 4. При створенні насосом 4 зайвого тиску спрацьовує клапан 3 і масло поступає назад в бак. Піднімаючи важіль об'єднуючий два крани 1, одночасно відкривається перший кран на подачу масла в гідроциліндри, а другий кран відкривається на

злив масла з других порожнин гідроциліндрів в бак. При цьому штоки гідроциліндрів 10 розсовують майданчики 13. Під час розсовування майданчиків 13 вибирається люфт шворневих з'єднань автомобіля і колеса починають ковзати по майданчиках поки не натискають кнопки обох автоматів 11. Під час натискання коліс на кнопки обох автоматів 11 відбувається

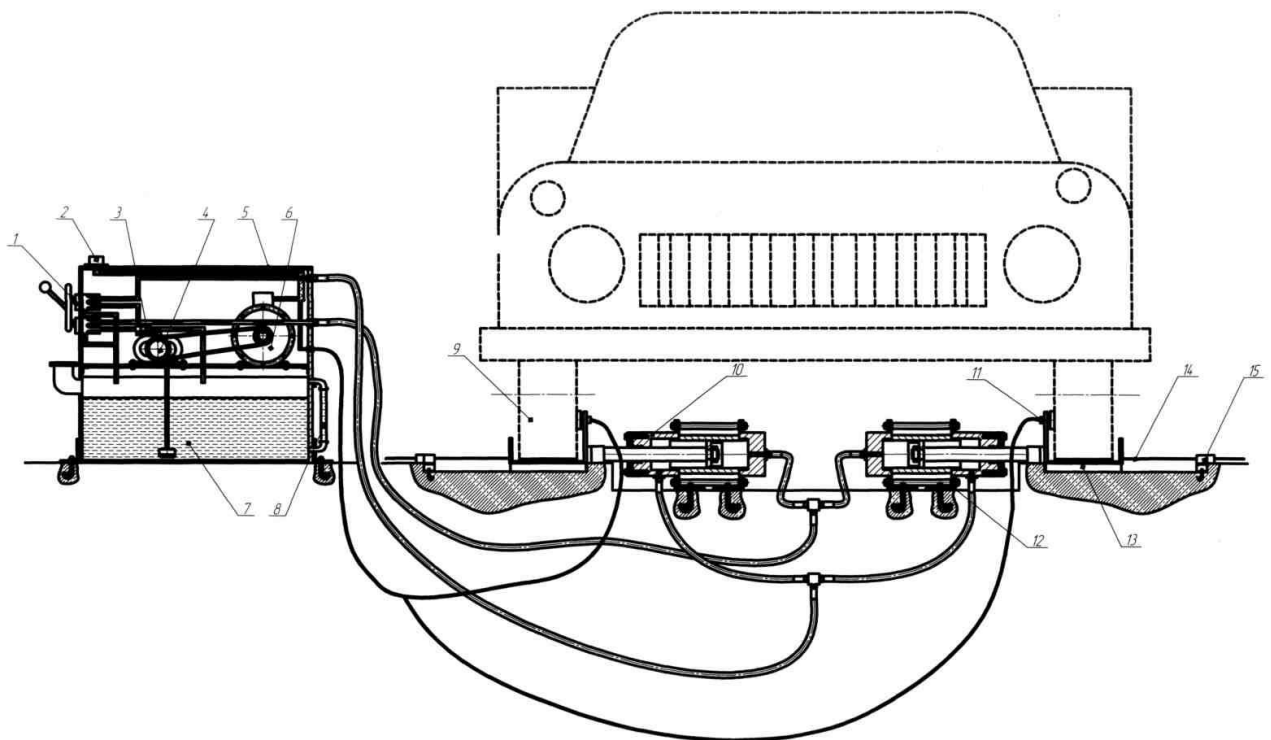


Рисунок 3.5 – Стенд для перевірки шворневого з'єднання

відключення електродвигуна і при цьому рух штоків і майданчиків припиняється. Потім оператор по лінійках визначає покази, які є початком відліку. Після цього оператор переводить ручку кранів вниз, тим самим відкриваючи перший кран на злив масла, а другий на подачу. В результаті цього відбувається втягування штоків гідроциліндрів, що захоплюють за собою майданчики 13. Після того, як люфт в шворневих з'єднаннях повністю вибраний, колеса починають ковзати по майданчиках і при цьому слабшає тиск на кнопки автоматів 11. Коли контакт з кнопками припиняється,

спрацьовує автоматичне відключення другого контура електроланцюга, що приводить до зупинки двигуна і гідروциліндрів. Оператор включає другий контур електроланцюга. Потім оператор по лінійках визначає покази, які є люфтом шворневого з'єднання.

3.4 Розрахунок вузлів і елементів конструкції стенду для перевірки шворневого з'єднання

3.4.1 Розрахунок гідроциліндрів

Основними параметрами поршневого гідроциліндра є: діаметри поршня D і штока d , робочий тиск P , і хід поршня S .

По основних параметрах можна визначити наступні залежності:

Визначаємо силу тертя, що виникає між колесом і майданчиком, а також силу тертя, що виникає між майданчиком і підлогою і розраховуємо сумарну силу тертя, яку необхідно подолати гідроциліндру по формулі [2, 9, 12]:

$$F_{\text{тр}}=Nf \quad (3.1)$$

де $F_{\text{тр}}$ - сила тертя;

N - реакція опори від колеса автомобіля (20000 Н);

f - коефіцієнт тертя (колеса по металі 0,6) (металу по металі зі змазкою 0,2).

Підставивши у вираз 3.1 значення набудемо наступних значень.

Сила тертя колеса по майданчику

$$F_{\text{тр}}=20000\text{Н}\cdot 0,6=12000 \text{ Н.}$$

Сила тертя майданчика по підлозі з мастилом

$$F_{\text{тр}}=20000\text{Н}\cdot 0,2=4000 \text{ Н.}$$

Сумарна сила тертя

$$\sum F_{\text{тр}}=4000+12000=16000 \text{ Н}$$

Визначимо площу поршня гідроциліндра (S) з наступного виразу [2, 12]:

$$S = \sum F_{тр} / P * K_{мп} \quad (3.2)$$

де P- тиск регульований клапаном;

$K_{мп}$ - коефіцієнт, що враховує втрати на тертя в поршні ($k_{мп} = 0,9...0,98$).

Підставивши значення, отримаємо

$$S = 16000Н / 265Н * 0,9 = 67 \text{ см}^2$$

Оскільки шток циліндра, що розробляється, працює на розтяг і на стискання то необхідно розрахувати діаметр штока, що працює на розтяг і стискання по формулах [2, 9, 12]:

$$d = \sqrt{\frac{4R}{\pi[\sigma_p]}} \quad \text{и} \quad d = D \sqrt{\frac{R}{[\sigma_c]}} \quad (3.3) \text{ і } (3.4)$$

де $[\sigma_p]$ і $[\sigma_c]$ - допустимі напруження на розтяг і стиск штока.

Підставивши значення отримаємо діаметр штока, що працює на розтяг

$$d = 52 \text{ мм.}$$

Підставивши значення отримаємо діаметр штока що працює на стиск

$$d = 38 \text{ мм.}$$

Приймаємо більший діаметр $d = 52 \text{ мм.}$

Штоки, довжина яких більше 10 діаметрів ("довгі" штоки), працюють на стиск, розраховують на подовжній згин по формулі Ейлера [2,12]:

$$\frac{R}{f} < \sigma_{кр} \quad (3.5)$$

де $\sigma_{кр}$ - критичне напруження під час подовжнього згину;

f - площа поперечного перетину штока ($f = \pi R^2 / 2$).

Діаметр штока визначемо з наступного виразу:

$$D = \sqrt{(4S/\pi) - d^2} \quad (3.6)$$

Підставивши значення отримаємо $D = 106$ мм.

Розрахунки на міцність.

Міцнісними розрахунками визначають товщину стінок циліндра, товщину кришок (головок) циліндра, діаметр штока, діаметр шпильок або болтів для кріплення кришок.

Залежно від співвідношення зовнішнього D_H і внутрішнього D діаметрів, циліндри підрозділяють на товстостінні і тонкостінні. Товстостінними називають циліндри, у яких $D_H / D > 1,2$, а тонкостінними - циліндри, у яких $D_H / D \leq 1,2$.

Товщину стінки одношарового товстостінного циліндра визначають по формулі [2,9,12]:

$$\delta = \frac{D}{2} \left[\sqrt{\frac{[\sigma] + P_y(1-2\mu)}{[\sigma] - P_y(1+\mu)}} - 1 \right] \quad (3.7)$$

де P_y - умовний тиск, рівний $(1,2 \dots 1,3)P$;

$[\sigma]$ – допустиме напруження, на розтягування, Па (для чавуна $2,5 \cdot 10^7$, для високоміцного чавуна $4 \cdot 10^7$, для сталюого лиття $(8 \dots 10) \cdot 10^7$, для легованої сталі $(15 \dots 18) \cdot 10^7$, для бронзи $4,2 \cdot 10^7$); μ - коефіцієнт поперечної деформації (коефіцієнт Пуассона) рівний для чавуну 0, для сталі 0,29; для алюмінієвих сплавів $0,26 \dots 0,33$; для латуні 0,35.

Підставивши значення отримуємо товщину стінки циліндра рівну $\delta = 22$ мм.

До визначеної по формулах товщини стінки циліндра додається припуск на обробку матеріалу. Для $D = 30 \dots 180$ мм припуск приймають рівним $0,5 \dots 1$ мм.

Товщину кришки циліндра визначають по формулі [2,12]:

$$\delta_k = 0.433 d_k \sqrt{\frac{P_y}{[\sigma]}} \quad (3.8)$$

де d_k - діаметр кришки ($d_k = 167$ мм).

Підставивши значення отримуємо товщину кришки рівну $\delta=64\text{мм}$

Діаметр болтів для кріплення кришок циліндрів [2,12]

$$d_6 = D \sqrt{\frac{P}{1.2n[\sigma_p]}} , \quad (3.9)$$

де n - число болтів ($n=4$).

Підставивши у вираз 3.7 значень отримаємо діаметр болтів рівний $d=15\text{мм}$.

Розрахунок пружини в клапані

Користуючись інтервалом значення $\delta = 0,05$, знаходимо граничні значення сили P_3

$$P_3 = \frac{P_2}{1 - \delta} \quad (3.10)$$

де P_3 - сила пружини під час максимальної деформації, кгс

P_2 - сила пружини при робочій деформації, $P_2 = 26\text{кгс}$

$$P_3 = \frac{26}{1 - 0,05} = 27,38$$

Визначимо критичну швидкість стиску пружини $v_{кр}$, м/с

$$v_{кр} = \frac{115 \cdot 0,05}{3,58} = 1,6$$

Жорсткість пружини z , кгс/мм визначається

$$z = \frac{P_2 - P_1}{h} , \quad (3.11)$$

де h - робочий хід, $h = 100\text{мм}$

P_1 - сила пружини при попередній деформації, $P_1 = 6\text{кгс}$

$$z = \frac{26 - 6}{100} = 0,2 .$$

Визначимо число робочих витків пружини

$$n = \frac{z_1}{z} , \quad (3.12)$$

де z_1 - жорсткість одного витка, $z_1 = 5,827\text{кгс} / \text{мм}$

$$n = \frac{5,827}{0,2} = 29,135 = 29$$

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

Правильний підхід до вирішення питань охорони праці дає змогу створити сприятливі умови для роботи працівників дільниці, звести до мінімуму ризик травматизму, професійних захворювань, виникнення пожеж, забруднення довкілля.

На сприяння покращення стану безпеки праці скерована робота багатьох науково – дослідних установ, державних і профспілкових організацій, органів влади . Будь – які виробничі підрозділи повинні організовувати свою роботу у відповідності з діючим законодавством про працю, санітарними нормами і правилами пожежної безпеки. Всі ці вимоги можна поділити на загальноприйняті, які є чинними для будь-якого виробництва, і спеціальні, що мають дотримуватися різними виробничими структурами залежно від специфіки їх діяльності.

Вся технічна документація, що виготовляється на будівництво або реконструкцію виробничих приміщень, повинна погоджуватись з відповідними службами державного технічного нагляду. В таких випадках узгоджуються питання, пов'язані з прокладанням мереж водопроводів, газопроводів, електrolіній, теплотрас, каналізацій, доріг і т.д. Що стосується питань окремих робочих місць, то основну увагу звертають на освітленість, рівень шуму, повітрообмін, захист від ураження електричним струмом, захист від шкідливих факторів дії на органи зору, дихання, слуху, нервову систему, захист від можливого контакту з рухомим деталями обладнання або об'єкту праці.

Важливе місце займає організаційна робота з питань техніки безпеки, виробничої санітарної та пожежної безпеки. Згідно з чинним законодавством відповідальність за стан техніки безпеки несе керівник організації, установи, підприємства, або посадова особа, на яку він покладає цю відповідальність наказом. Якщо в структуру підприємства входять окремі підрозділи, служби, то за стан техніки безпеки відповідають їх керівники.

Якщо в штатному розписі підприємства передбачено посаду з техніки безпеки, то на нього покладається вся робота з втілення в життя розроблених заходів з питань безпеки життєдіяльності, розроблення заходів та усунення недоліків, вказаних в приписах контролюючих інстанцій. Інженер з техніки безпеки повинен ретельно контролювати і своєчасно проводити всі види інструктажів. Періодично проводити атестацію і паспортизацію робочих місць, слідкувати за своєчасною перевіркою, наявністю і технічним станом засобів пожежегасіння та засобів індивідуального захисту, оновленням інструктивної та запобігаючої наочності [8, 10, 11].

До роботи на конкретних робочих місцях можуть допускатися лише особи, які пройшли вступний інструктаж та інструктаж на робочому місці, мають відповідний рівень кваліфікації, а в окремих випадках допуск до даного виду робіт.

4.1. Техніка безпеки під час виконання діагностувальних, регулювальних, випробувальних та ремонтних робіт

Специфіка роботи проектованої дільниці полягає в тому, що виявлені в процесі діагностування і перевірки несправності можуть бути усунені безпосередньо на місці їх виявлення, або ж робітниками цієї дільниці на суміжні дільниці ремонту, або робітниками суміжної дільниці, залежно від конкретної виробничої ситуації. Тому вважаємо за доцільне розглянути основні положення, характерні для перелічених випадків.

Перед заїздом автомобіля на дільницю потрібно перевірити чи немає в зоні його руху сторонніх предметів або інструменту. Для обмеження непередбаченого руху автомобіля за межі робочої зони встановити переносні опори. Автомобіль, що заїжджає на дільницю, повинен рухатись на першій передачі з швидкістю, що не перевищує 5 км/год. Зачиняти ворота можна лише після того, як буде вимкнено двигун. Встановлений на робочому місці автомобіль потрібно зафіксувати від самовільного руху, підставивши під задні колеса опори з обох боків. Після піднімання передньої осі потрібно

встановити дві опори під балку осі і опустити автомобіль, звільнивши домкрат.

4.2. Техніка безпеки під час виконання ремонтних, налагоджувальних і діагностичних робіт

Зняті під час розбирання вузли і деталі потрібно укласти на спеціально відведені місця, розташовані так, щоб залишилось місце для безпечної роботи та проходу.

Верстаки, монтажні столи, підставки та інше обладнання повинно бути стійким. Верстаки, монтажні столи зверху необхідно оббити металевим листом. Якщо вони встановлені поблизу проходів або звернені до інших робочих місць, на їхній тильній стороні потрібно встановити захисну сітку, висотою не менше 600 мм над поверхнею столу.

Однією з найважливіших складових процесу ремонту машин є їх очищення та миття. Роботи ці треба виконувати із застосуванням гарячих розчинів лугів, мийних засобів, а також вогнебезпечних гасу та дизпалива. Робітник при виконанні цих робіт повинен користуватися відповідними індивідуальними захисними засобами, він повинен вміло з дотриманням правил техніки безпеки користуватися підйомно – транспортними засобами. Необхідне інтенсивне вентилявання приміщень мийного відділення [10, 11].

Значну частку розбирально – складальних операцій становлять ручні роботи. Отже, головне завдання служби безпеки праці – контроль за правильністю організації робочих місць і забезпечення їх справними інструментами та засобами механізації трудомістких процесів. Під час розбирально – складальних робіт потрібно часто використовувати молотки, молоти, зубила, вибивачі, кернери і інші інструменти. Тому необхідно постійно стежити за міцністю спряження молотка з ручкою, щоб у молотків, зубил, кернерів не було тріщин на бокових поверхнях, а хвостовики напилків, шаберів і т.п. були надійно заправлені в дерев'яні ручки з кільцем.

Гайкові ключі повинні мати паралельні губки, їх недопустимо використовувати з зівом, більшим від розміру гайки чи головки болта і з підкладанням прокладок, якщо зів деформований або є тріщини. Забороняється збільшувати довжину ключа іншим ключем або підручним предметом.

Перед користуванням знімачами або спеціальними приладами необхідно перевірити на відсутність тріщин зім'ятості різі, при виявленні дефектів користування інструментом заборонено.

Під час розбирання і складання вузлів з пружинами необхідно застосовувати спеціальні запобіжні пристрої.

Роботи зі шліфмашинкою виконувати в спецодезії, в рукавицях, окулярах і респіраторі.

Запресування і розпресування спряжень потрібно виконувати, використовуючи спеціальні наставки та пристрої, перевірку співвісності проводити тільки спеціальними оправками.

Правила безпеки для верстатників наступні. Під час роботи на токарних верстатах заборонено використовувати спрацьовані або несправні центри, притримувати рукою відрізувану частину деталі, обробляти довгі деталі без люнета, працювати без захисних огорожень, залишати ключ в патроні, зачищати деталі шліфпапером вручну, працювати в рукавицях, прибирати стружку з верстата руками або здувати її стисненим повітрям.

Під час роботи на свердлувальних верстатах забороняється притримувати деталь руками, закріплювати деталь під час роботи верстата, зупиняти шпиндель руками.

На шліфувальних і заточувальних верстатах не допускати ударів по кругу, встановлення круга з тріщиною, стояти навпроти круга під час роботи верстата. Після заміни круга надійно закріпити захисні кожухи і підручник, перевірити роботу на холостому ходу протягом 2...3 хв.

При проведенні зварювальних робіт потрібно слідкувати за надійним заземленням обладнання. Електрокабелі не можуть мати пошкоджень ізоляції.

Зварювання проводять не ближче, як 5 метрів від горючих предметів. Особливу небезпеку становить робота з тарою від пального, мастила, її необхідно промити розчином каустичної соди або продути гарячою водяною парою, зварювати тільки при відкритих горловинах. Біля поста електрозварника повинні бути протипожежні засоби, а якщо роботи виконуються в іншому місці, то повинні бути вжиті заходи безпеки, передбачені діючими інструктивними документами [8, 10, 11].

На робочих місцях повинні бути аптечки, укомплектовані засобами першої допомоги, а персонал повинен вміти користуватися їх наповненням.

4.3. Пожежна безпека

Основним джерелом пожежної безпеки на дільниці може бути сам автомобіль. Тому після заїзду на дільницю потрібно від'єднати акумуляторну батарею і перевірити чи немає підтікання пального і мастил. Якщо автомобіль має якийсь вантаж, то переконайся в його пожежо – і вибухобезпечності. Перед вмиканням будь – яких електроспоживачів потрібно перевірити стан ізоляції провідників і надійність кріплення струмопроводів, а після ввімкнення переконайся, що в з'єднаннях відсутнє іскріння, і ізольовані струмопроводи не нагріваються. Дільниця повинна бути оснащена комплектним пожежним щитом і жорстким буксиром для витягування автомобіля з приміщення. Органічні мийні засоби повинні зберігатися в герметичній тарі у спеціально відведених для них шафах. Використане ганчір'я дозволяється зберігати лише в металевих скринях з герметично прилягаючими кришками в місцях, де відсутня можливість попадання сонячних променів та іскр від будь – яких джерел. У випадку попадання на підлогу горючих матеріалів забруднене місце потрібно засипати сухим піском, перемішати його і ретельно зібрати.

4.4. Розрахунок вентиляції.

Природна вентиляція здійснюється за рахунок сили вітру і природними силами. Вітер, обдуваючи споруду, попереду неї створює зону підвищеного тиску, а з протилежного боку виникає зона певного розрідження. Під дією напору вітер через отвори проникає в приміщення, а під дією розрідження забруднене повітря через фрамуги, отвори та створки виходить назовні.

Перепад тисків в шахті визначається з виразу [8, 10, 11]:

$$\Delta H = 9,8h(\gamma_3 - \gamma_B) \quad (4.1)$$

де: h - висота труби, м;

γ_3 і γ_B - щільність повітря ззовні і всередині приміщення відповідно,

кг/м³

$$\Delta H = 9,8 * 10 * (8) = 784 \text{ Па}$$

При наявності тиску ΔH швидкість руху повітря в трубі v_n визначають з виразу [10, 11]:

$$v_n = \mu \sqrt{2\Delta H / \gamma_3} \quad (4.2)$$

де, μ - коефіцієнт опору труби ($\mu = 0,5 - 0,6$);

$$v_n = 0,6 \sqrt{2 * 784 / 1000} = 0,75$$

Площу поперечного перерізу F_T (м²) витяжної труби визначають з виразу [10, 11]:

$$F_T = L / (v_n * 3600) \quad (4.3)$$

$$F_T = 90 / (0,75 * 3600) = 0,3$$

Механічна вентиляція. Це є примусове видалення з приміщень забрудненого повітря і заміна його свіжим за допомогою вентиляційних агрегатів. Сукупність вентиляційного агрегату, повітропроводів, регулювальних, пускових та інших пристроїв складає вентиляційну систему для конкретного виробничого приміщення.

Необхідну кількість повітря для вентиляції визначають з виразу [10, 11]:

$$L=NL_1 \quad (4.4)$$

де, N - чисельність працюючих;

L_1 –нормативний об'єм повітря на одного працюючого;

$$L=3*30=90 \text{ м}^3/\text{год}$$

Потужність електричного двигуна для привода вентиляторів визначають з виразу [10, 11]:

$$N=(\kappa_3 L_v H 10^{-6})/(3,6\eta_v \eta_p) \quad (4.5)$$

де: κ_3 –коефіцієнт запасу($\kappa_3 =1,05-1,5$);

η_v - ККД вентилятора;

η_p - ККД привода($\eta_p=0,98$);

L_v - подача вентилятора, $\text{м}^3/\text{год}$;

H - тиск , що створюється вентилятором, Па.

$$N=(1,5*90*10000*10^{-6})/(3,6*0,9*0,98)=0,4\text{кВт}$$

5. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОГО ЕФЕКТУ

Діяльність проекрованої ділянки спрямована на те, щоб якісно підготувати автомобілі до державного технічного огляду. Тому загальний економічний ефект буде складатися з декількох статей. Частина коштів заощадить сама ділянка за рахунок використання розробленого пристрою, який дає змогу скоротити процес визначення технічного стану переднього моста. Частина коштів заощадять власники автомобілів на тому, що через якісне проведення діагностувальних, контрольних, регулювальних і ремонтних робіт включиться потреба проходити технічний огляд другий раз і сплачувати за це додатково. Так як автомобілі, що не пройшли державного огляду за перший раз, не допускаються до використання шляхом вилучення номерних знаків, то власники понесуть значні збитки, очікуючи до наступного технічного огляду. Таким чином сумарний загальний розрахунковий економічний ефект включатиме в себе три складові частини. При розрахунках приймемо до уваги включення в статті затрат на виконання діагностування переднього моста оплати за оренду приміщення, так як роботи згідно з існуючими правилами державного технічного огляду будуть проводитись протягом семи місяців.

Розрахунковий економічний ефект вираховується за формулою [14]:

$$\xi_p = B_p - Z_p, \quad (5.1)$$

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

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

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:

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

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:

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

де C_t – сума зекономлених коштів на діагностуванні одного автомобіля з використанням обладнання, грн.;
 A_t – кількість одиниць використовуваного обладнання;
 P_t – продуктивність обладнання в даному році, автомобілів за рік.

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

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

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.

Суму зекономлених коштів на діагностуванні одного автомобіля визначаємо з виразу [14]:

$$C_t = t \cdot O_m + K (3_o + T \cdot 3_n), \quad (5.5)$$

де t – час, на який скорочено процес діагностування, $t=0,35$ год.;
 O_m – тарифна оплата праці майстра – діагноста, $O_m=150$ грн/год;
 K – коефіцієнт повторного проходження державних технічних оглядів за 2022 рік, $K=0,24$;
 3_o – оплата мита за проходження повторного технічного огляду, $3_o=536$ грн.;
 T – фонд втраченого часу до проходження наступного огляду (з розрахунку трьох діб), $T=24$ год.;
 3_n – збитки за годину простою автомобіля, $3_n=200$ грн/год

$$C_t = 0,35 \cdot 150 + 0,24 (536 + 24 \cdot 200) = 1333 \text{ грн.}$$

Скориставшись формулою (5.3). за умови, що $A_t = 1$ і $\alpha_t = 1$, визначимо вартісну оцінку результатів для розрахункового 2023 року:

$$B_{2023} = 1333 \cdot 1 \cdot 396 = 527,9 \text{ тис. грн.}$$

Аналогічно визначаємо вартісну оцінку для решти років і результати заносимо в таблицю 5.1.

$$Z_p = \sum_{t=1}^{t=T_n} Z_t \cdot \alpha_t, \text{ грн.}, \quad (5.6.)$$

де Z_t – величина витрат в t – тому році;

Величина витрат в першому році може бути визначена з виразу:

$$Z_{2023} = Z_{m.d.} + Z_{m.k.} + Z_{v.d.} + Z_{m.n.} + Z_e, \quad (5.7)$$

де $Z_{m.d.}$ – витрати на виготовлення конструкторської і технологічної документації, $Z_{т.д.} = 3800$ грн.;

$Z_{m.k.}$ – витрати на матеріали і комплектуючі, $Z_{m.k.} = 6200$ грн.;

$Z_{v.d.}$ – витрати на виготовлення деталей, $Z_{v.d.} = 5600$ грн.;

$Z_{m.n.}$ – витрати на монтажні – налагоджувальні роботи, $Z_{m.n.} = 1020$ грн.;

Z_e – експлуатаційні витрати;

Величину експлуатаційних витрат визначаємо з виразу

$$Z_{te} = (Z_{тоб} + Z_d \Pi_t) \alpha_t \quad (5.8.)$$

де $Z_{тоб}$ – затрати на утримування обладнання, грн.;

Z_d – прямі затрати, пов'язані з дефектуванням переднього моста,

$Z_d = 400$ грн.;

$$Z_{тоб} = K_{об} Z_{во}, \quad (5.9.)$$

де $K_{об}$ – коефіцієнт перенесення початкової вартості обладнання на затрати по підтриманню його в робочоздатному стані, $K_{об} = 0,2$;

$Z_{во}$ – затрати на виготовлення обладнання, що складаються з наступної суми:

$$Z_{во} = Z_{m.d.} + Z_{m.k.} + Z_{v.d.} + Z_{m.n.} \quad (5.10.)$$

Підставивши вираз (5.10) у формулу (5.9), отримаємо затрати на утримування обладнання в наступні після впровадження роки

$$Z_{об} = 0,2 (3800 + 6200 + 5600 + 1020) = 16620 \text{ грн.}$$

Таблиця 5.1 – Результати розрахунку економічного ефекту від використання стенду для перевірки стану шворневого з'єднання

| Показники | Роки | | | | | | | | Всього |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | |
| Обсяг виконання діагностувань і обслуговувань | 396 | 404 | 412 | 420 | 428 | 437 | 446 | 455 | 3398 |
| Коефіцієнт приведення α_t | 1 | 0,9091 | 0,8264 | 0,7513 | 0,6830 | 0,6209 | 0,5645 | 0,5132 | |
| Сума економій на діагностуванні одного автомобіля C_t , грн. | 1333 | 1212 | 1001 | 752 | 513 | 319 | 180 | 92 | |
| Вартісна оцінка результатів B_t , тис. грн. | 527,9 | 489,6 | 412,4 | 315,8 | 219,6 | 139,4 | 80,3 | 41,9 | 2226,9 |
| Вартісна оцінка витрат Z_t , тис. грн. | 191,64 | 161,99 | 133,87 | 100,58 | 138,99 | 86,30 | 48,72 | 25,00 | 887,09 |
| Економічний ефект ε_t , тис. грн. | 336,26 | 327,7 | 258,53 | 215,22 | 80,61 | 53,1 | 31,6 | 16,9 | 1339,81 |

Підставивши дане значення у формулу (5.8), отримаємо значення експлуатаційних затрат для 2024 року

$$Z_{e2024} = (16620 + 400 \cdot 396 \cdot 1,02) \cdot 0,9091 = 161,99 \text{ тис. грн.}$$

Підставивши значення складових формули 6.7, визначені на підставі експериментальних оцінок спеціалістів господарств, отримаємо значення затрат для 2023 року

$$Z_{2023} = (3800 + 6200 + 5600 + 1020) + 16620 + 400 \cdot 396 = 191,64 \text{ тис.}$$

грн.

Враховуючи, що обсяг замовлень на діагностувальні роботи зростатиме щорічно на 2%, і користуючись наведеними вище формулами, проводимо розрахунки для восьмирічного періоду використання обладнання і результати заносимо в таблицю 5.1.

З таблиці 5.1. видно, що сумарний економічний ефект за розрахунковий період становить 1339.81 тис. грн.

Строк окупності за результатами першого року використання визначимо з виразу:

$$T_{2023} = \frac{Z_{2023}}{\varepsilon_{2023}}, \text{ років} \quad (5.11)$$

$$T_{2023} = \frac{191,64}{336,26} = 0,7 \text{ року}$$

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

$$T_{\varepsilon} = \frac{\sum Z_t}{\sum \varepsilon_t}, \text{ років} \quad (5.12.)$$

$$T_{\varepsilon} = \frac{887,09}{1339,81} = 0,7 \text{ року}$$

Отже, проведені розрахунки підтверджують доцільність виготовлення і запровадження розробленої конструкції стенду для перевірки стану шворневого з'єднання.

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

- 1) Аналіз конструкції передньої вісі вантажних автомобілів дав змогу стверджувати, що мати повноцінну ремонтно – обслуговувальну і діагностичну базу буде економічно вигідно.
- 2) За умов виробничої ситуації, зважаючи на діючі „Правила проведення державного технічного огляду механічних транспортних засобів і причепів” доцільно організувати роботу дільниці технічного контролю передніх осей вантажних автомобілів перед проходженням технічного огляду.
- 3) Запроектована дільниця укомплектована необхідним обладнанням для технічного обслуговування вантажних автомобілів і зазначених 7 місяців в році можна працювати як діагностувально – обслуговувальна, а решту календарного часу, як дільниця технічного обслуговування.
- 4) Запропонована в дипломному проєкті конструкція стенду для перевірки стану шворневого з’єднання є простою у виготовленні, дає можливість використання елементів серійного гідрофіксованого обладнання, створює зручні умови для швидкого і якісного виконання діагностувально – контрольних робіт.
- 5) Економічна доцільність використання розробленого пристрою підтверджується розрахунковим економічним ефектом, який складає 1339.81 тис. грн.

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. Павлице 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. Мاستикаш, 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.
19. Автомобілі: технічне обслуговування чи ремонт? <https://online.dtkk.ua/2013/39/59134> (дата звернення: 8.04.2023).