

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ЗАОЧНОЇ ТА
ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ ОСВІТИ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ
ІМЕНІ ПРОФЕСОРА ОЛЕКСАНДРА СЕМКОВИЧА

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: **„Удосконалення технології ремонту тягових мостів
вантажних автомобілів категорії N₁ з розробкою стенда для їх
обкатування”**

Виконав: студент III курсу групи Ат-32сп
Спеціальності 274 „Автомобільний транспорт”

(шифр і назва)

Сало Василь Михайлович

(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 А УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ЗАОЧНОЇ ТА
ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ ОСВІТИ
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 кваліфікаційну роботу студенту
Салові Василю Михайловичу

1. Тема роботи: „ **Удосконалення технології ремонту тягових мостів вантажних автомобілів категорії N_1 з розробкою стенда для їх обкатування** ”

Керівник роботи: Рис Василь Іванович, к.т.н., в.о. доцента

Затверджена наказом по університету 25.04.2023 року № 118/К-С

2. Строк здачі студентом закінченої роботи 01.12.2023 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. ВПОРЯДКУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РЕМОНТУ
ТЯГОВИХ МОСТІВ АВТОМОБІЛІВ КАТЕГОРІЇ N_1

2. РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ ВИРОБНИЧИХ ПАРАМЕТРІВ РОБОЧИХ
МІСЦЬ РЕМОНТУ АВТОМОБІЛІВ.

3. РОЗРОБКА СТЕНДУ ДЛЯ ОБКАТУВАННЯ ТЯГОВИХ МОСТІВ
АВТОМОБІЛІВ КАТЕГОРІЇ N_1

4. ОХОРОНА ПРАЦІ.

5. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОГО ЕФЕКТУ ВІД ЗАПРОВАДЖЕННЯ
СТЕНДУ ДЛЯ ОБКАТУВАННЯ ТЯГОВИХ МОСТІВ АВТОМОБІЛІВ
КАТЕГОРІЇ N_1

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

БІБЛОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

5. Перелік ілюстраційного матеріалу:

5.1. Основні конструктивні елементи заднього тягового моста автомобіля категорії N1

5.2. Технологічна схема обкатування

5.3. Аналіз конструкцій стендів

5.4. Стенд для обкатування тягових мостів автомобілів категорії N1

5.5. Робочі креслення деталей.

5.6. Розрахунок економічного ефекту від запровадження стенду для обкатування тягових мостів автомобілів категорії N1

6. Консультанти розділів роботи:

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	Городецький І.М., к.т.н., доцент кафедри фізики, інженерної механіки та безпеки виробництва			

7. Дата видачі завдання: 25.04.2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Відмітка про виконання
1.	<i>Написання розділу: «Аналіз існуючих конструкцій підвісок ходової частини вантажних автомобілів»</i>	25.04.23-30.05.23	
2.	<i>Виконання другого розділу: «Технологічна частина»</i>	31.05.23-25.06.23	
3.	<i>Виконання третього розділу: «Розробка оснащення для заміни коліс»</i>	26.06.23-26.08.23	
4.	<i>Написання розділу: «Охорона праці»</i>	27.08.23-11.09.23	
5.	<i>Виконання розділу: «Розрахунок економічного ефекту від використання оснащення для заміни коліс»</i>	12.09.23-25.09.23	
6.	<i>Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки.</i>	26.09.23-02.10.23	
7.	<i>Завершення роботи в цілому</i>	03.10.23-30.11.23	

Студент _____ Василь САЛЮ
(підпис)

Керівник роботи _____ Василь РИС

У Д К 631: 629

Кваліфікаційна робота: 65 с. текст. част., 6 рис., 5 табл., 31 джерело.

Удосконалення технології ремонту тягових мостів вантажних автомобілів категорії N1 з розробкою станда для їх обкатування. Сало Василь Михайлович – Кваліфікаційна робота. Кафедра агроінженерії та технічного сервісу імені Олександра Семковича – Дубляни, Львівський НУП, 2023р.

Подана коротка характеристика Будови заднього моста автомобіля. Запропоновано технологію ремонту та обкатування задніх тягових мостів автомобілів категорії N1. Розраховано основні виробничі параметри ділянки ремонту і обслуговування вантажних автомобілів категорії N1, та ремонту тягових мостів автомобілів категорії N1. Розроблено конструкцію пересувного станда для обкатування задніх тягових мостів автомобілів категорії N1 та їх модифікацій без навантаження.

Розглянуто питання охорони праці, проведено розрахунок освітлення виробничих приміщень робочих місць ділянки.

Очікуваний розрахунковий економічний ефект від використання розробленого станда для обкатування тягових мостів становитиме 2,142817 млн. грн.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1. Впорядкування технологічного процесу ремонту тягових мостів автомобілів категорії N1.....	8
1.1 Аналіз конструкції тягового моста автомобіля категорії N1	8
1.2. Варіанти обкатування елементів тягового моста.....	18
1.2.1. Обкатування головної пари редуктора.....	19
1.2.2. Обкатування диференціала редуктора.....	19
1.2.3. Обкатування підшипників маточин.....	20
1.2.4. Повне обкатування тягового моста	20
2. Розрахунок основних виробничих параметрів робочих місць ремонту автомобілів.....	22
2.1. Розрахунок очікуваних обсягів ремонтних та обслуговувальних робіт.....	22
2.2. Розрахунок виробничої програми та такту.....	25
2.3. Визначення потрібної кількості ремонтних робітників для робочих місць	26
2.4. Розрахунок фронту робіт і площі для розміщення автомобілів.....	27
3. Розробка стенду для обкатування тягових мостів автомобілів категорії N1.....	30
3.1. Будова і принцип дії стенду для обкатування тягових мостів автомобілів категорії N1.....	38
3.2. Визначення потужності електродвигуна приводу обладнання.....	39
3.3. Розрахунок елементів конструкції стенду на міцність.....	39
3.3.1.Розрахунок елементів втулково-пальцевої муфти.....	39
3.3.2. Розрахунок шпонкового з'єднання на телескопічному карданному валу.....	40

3.3.3.Розрахунок болтових з'єднань кріплення піврам обладнання.....	43
4. Охорона праці.....	47
4.1 Аналіз стану охорони праці в господарстві.....	47
4.2 Основні вимоги правил безпеки праці під час ремонту вузлів автомобілів і заходи для застереження нещасних випадків.....	47
4.3 Розрахунок виробничого освітлення.....	50
4.4 Пожежна безпека.....	53
4.5. Розробка заходів щодо захисту цивільного населення.....	54
5. Розрахунок економічного ефекту від запровадження стенду для обкатування тягових мостів автомобілів категорії N1	55
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ.....	61
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК.....	63

ВСТУП

Протягом тривалого часу реформування агропромислового комплексу України супроводжується перерозподілом основних засобів між об'єктами господарської діяльності, зокрема вантажних автомобілів, та матеріально-технічної бази для їх обслуговування та ремонту. Зміна власників автомобілів не створює особливих труднощів, оскільки вона вимагає лише зміни документів, і сам автомобіль залишається на території району. Проте перерозподіл матеріально-технічної бази для ремонту та обслуговування автомобілів є важким завданням для новоутворених сільськогосподарських формувань. Розділення будівель і споруд важко здійснити пропорційно, особливо при поділі великих господарств на кілька менших. З іншого боку, обладнання для ремонту і технічного обслуговування, що знаходиться в ремонтних підрозділах, ефективно використовується тільки в комплексі, а не окремо. Таким чином, перерозподіл технологічного обладнання між окремими співвласниками на основі прав власності наразі є непрактичним. Варто відзначити, що технологічне обладнання для ремонту і технічного обслуговування автомобілів та іншої техніки в більшості господарств району застаріле і фізично зношене, а в деяких випадках непридатне для використання за призначенням.

Наявність в господарствах району застарілих моделей автомобілів перешкоджає використанню сучасного технологічного обладнання, що випускається в Західній Європі, для їх обслуговування. Крім того, сільськогосподарські виробники поки не мають достатніх коштів для придбання цього обладнання. У той же час вантажні автомобілі залишаються невід'ємною частиною агропромислового комплексу, а їх роль у вантажоперевезеннях зростає щорічно. Навіть у сучасних адміністративних районах можна виявити господарства, де ремонтну базу можна відновити без надмірних труднощів. Більшість технологічного обладнання у майстернях та

гаражах потребує лише профілактичних обслуговувань та ремонтів. Проте, проблема з ремонтом та обслуговуванням автомобілів у більшості господарств вимагає створення міжгосподарської ділянки для технічного обслуговування та ремонту вантажних автомобілів. Умови Полісся, зокрема рух по бездоріжжю та пісчаних дорогах, призводять до інтенсивного зносу вузлів ходової частини та трансмісії, зокрема тягових мостів. Тяговий міст вантажного автомобіля, що найбільше витримує навантаження, часто потребує заміни спрацьованих деталей. Проте, обладнання для обкатування тягових мостів, яке можна було б використовувати на міжгосподарській ділянці, наразі відсутнє на ринку.

На підставі вище викладеного матеріалу темою даної кваліфікаційної роботи вибрано: ”Удосконалення технології ремонту тягових мостів вантажних автомобілів категорії N1 з розробкою стенда для їх обкатування”.

1. ВПОРЯДКУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РЕМОНТУ ТЯГОВИХ МОСТІВ АВТОМОБІЛІВ КАТЕГОРІЇ N1

Суть технологічного процесу відновлення машини, агрегату чи вузла полягає в виконанні послідовності елементарних операцій за використання певних інструментів та обладнання на визначених режимах, протягом певного періоду. У випадку ремонту більшості машин, агрегатів і вузлів, порядок виконання окремих операцій може змінюватися, і деякі операції можуть виконуватися тільки в певній послідовності через доступ до окремих деталей конструкції. При повному розбиранні об'єкта ремонту зміна порядку виконання операцій може не впливати на загальну трудомісткість ремонту, оскільки всі операції повинні бути виконані у будь-якому варіанті.

Під час експлуатації машин часто виникає потреба замінити один або декілька елементів, що вимагає часткового розбирання. У таких випадках важливо використовувати технологію, що передбачає мінімальну кількість операцій, оскільки непотрібне розбирання може зменшити ресурс та ускладнити процес відновлення. Важливо врахувати, що мінімізацію операцій можна досягти за умови використання спеціального технологічного обладнання. Таким чином, розробка будь-якої технології ремонту має розпочинатися з вивчення будови машини, агрегату чи вузла.

1.1 Аналіз конструкції тягового моста автомобіля категорії N1

Тяговий міст автомобіля виконує важливі функції, передаючи обертовий момент від карданного вала до коліс та регулюючи відносну швидкість обертання лівих і правих коліс при поворотах та пробуксовуванні. На цьому агрегаті розташовані забезпечення компонентів гальмівної системи. Тяговий міст автомобіля категорії N1 складається з двох основних частин: редуктора і заднього моста. Редуктор включає корпус, конічну передачу, диференціал і кріплення, тоді як сам міст складається зі зварного

штампованого корпусу, півосей, маточини, гальмівних барабанів коліс і елементів гальмівної системи. До комплекту моста входять також кріпильні елементи (болти, гвинти, гайки, шплінти, штопорні пластини), різноконструкційні ущільнення (манжети, прокладки, сальники) і компоненти для регулювання номінальних зазорів (регулювальні гайки, комплекти шайб і прокладок).

У тяговому мості автомобіля можуть бути різноманітні дефекти, які проявляються специфічними ознаками, такими як характерний шум, запах горілого масла, спричинений підвищеною температурою деталей. Також можуть виникати ривки під час, гальмування та на поворотах, витікання мастила в місцях з'єднання деталей, збільшення вібрацій, що в кінцевому результаті призводить до зниження експлуатаційних показників автомобіля і створює загрозу для безпеки руху.

На рисунку 1.1 видно основні структурні компоненти тягового моста автомобіля категорії N1, а в таблиці 1.1 наведено перелік його деталей. З використанням цього зображення можна провести дослідження внутрішнього розташування всіх елементів, застосувати доступність кожної деталі та, отже, передбачити можливість дефектів. Також можна розрізнити різні технології усунення несправностей та замінити окремі елементи моста.

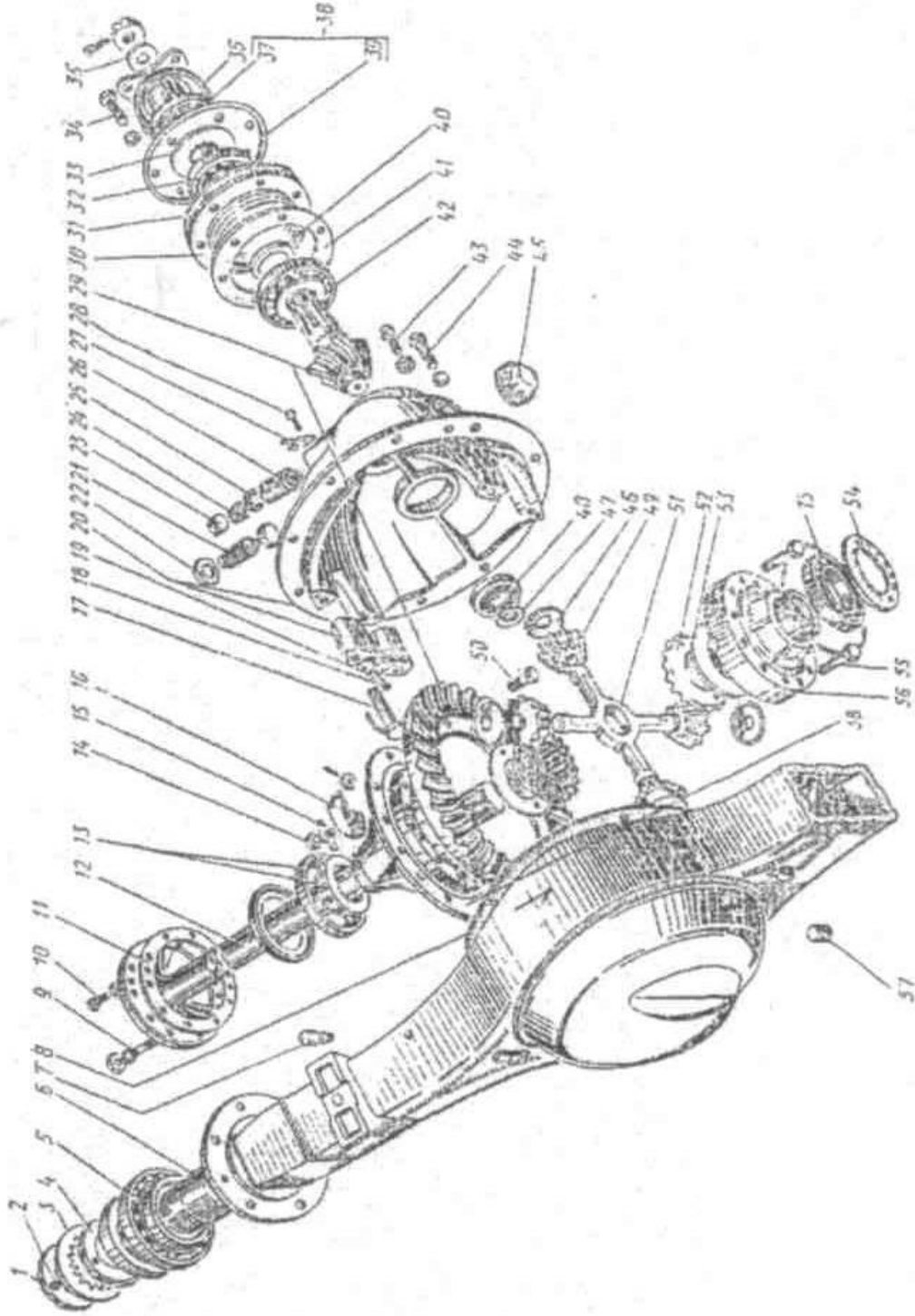


Рисунок 1.1 – Основні конструктивні елементи заднього тягового моста автомобіля категорії N1

Таблиця 1.1 - Відомість деталей тягового моста автомобіля категорії N1

№ позиції на рисунок	Назва деталі	Кількість деталей
1	2	3
	Тяговий міст в зборі. Задній міст з гальмами і маточинами в зборі	1
7	Сапун в зборі	1
	Муфта ведучої шестерні головної пари тягового моста з підшипниками	1
	Картер тягового моста	
6	Картер тягового моста в зборі	1
5	Втулка сальника маточини заднього колеса	2
57	Пробка K1/2 зливного отвору	1
3	Шайба штопорна гайки підшипників маточини	2
	Гайка підшипників маточини заднього колеса із штифтом	2
1	Гайка підшипників маточини заднього колеса	2
4	Гайка підшипників маточини заднього колеса з отвором для штифта	2
2	Штифт Ø6·11 штопорної гайки підшипників маточини	2
	Редуктор тягового моста	
	Редуктор тягового моста в зборі	1
29	Ведуча і ведена шестерня головної пари тягового моста (комплект після притирання)	1
48	Підшипник направляючого кінця ведучої шестерні	1
30	Муфта з зовнішніми кільцями підшипників ведучої шестерні головної пари тягового моста	1
47	Штопорне кільце заднього підшипника ведучої шестерні головної пари	1
42	Підшипник задній ведучої шестерні головної пари	1
40	Регулювальне кільце товщиною 12,10 мм	1
	Регулювальне кільце товщиною 12,14 мм	1

продовження таблиці 1.1

1	2	3
	Регулювальне кільце товщиною 12,18 мм	1
	Регулювальне кільце товщиною 12,22 мм	1
	Регулювальне кільце товщиною 12,26 мм	1
	Регулювальне кільце товщиною 12,30 мм	1
	Регулювальне кільце товщиною 12,34 мм	1
	Регулювальне кільце товщиною 12,38 мм	1
	Регулювальне кільце товщиною 12,42 мм	1
	Регулювальне кільце товщиною 12,46 мм	1
	Регулювальне кільце товщиною 12,50 мм	1
	Регулювальне кільце товщиною 12,54 мм	1
	Регулювальне кільце товщиною 12,58 мм	1
	Регулювальне кільце товщиною 12,62 мм	1
	Регулювальне кільце товщиною 12,66 мм	1
	Регулювальне кільце товщиною 12,70 мм	1
	Регулювальне кільце товщиною 12,74 мм	1
	Регулювальне кільце товщиною 12,78 мм	1
	Регулювальне кільце товщиною 12,82 мм	1
	Регулювальне кільце товщиною 12,86 мм	1
	Регулювальне кільце товщиною 12,90 мм	1
40	Регулювальне кільце товщиною 12,94 мм	1
32	Підшипник передній ведучої шестерні головної пари тягового моста	1
36	Фланець кріплення карданового вала до ведучої шестерні в зборі	1
31	Прокладка муфти підшипників ведучої шестерні тягового моста	1
33	Кільце масло відгінне сальника ведучої шестерні тягового моста	1
38	Кришка передня картера тягового моста з сальником в зборі	1

продовження таблиці 1.1

1	2	3
22	Гайка М 30·1,5 регулювального гвинта веденої шестерні	1
45	Пробка КГ 2 контрольного отвору	1
26	Трубка масло приймальна картера редуктора тягового моста	1
25	Тарілка масло приймальної трубки картера редуктора тягового моста	1
24	Пружина картера редуктора тягового моста	1
23	Пробка КГ 1 маслоприймального отвору	1
27	Пластина штопорна маслоприймальної трубки картера редуктора тягового моста	1
28	Болт М 6·18 кріплення маслоприймальної трубки картера редуктора	1
8	Прокладка картера редуктора тягового моста	1
44	Болт М 12·1,25·38 кріплення редуктора тягового моста	10
	Шайба пружна Ø 12	10
43	Болт М 10·30 для демонтажу редуктора з тягового моста	2
	Гайка М10	2
	Пружина сальника ведучої шестерні головної пари тягового моста	1
	Комплект шестерень головної передачі тягового моста з підшипниками ведучої шестерні	1
	Ведуча і ведені шестерні головної передачі тягового моста	1
	Диференціал і півосі тягового моста	
	Диференціал тягового моста в зборі	1
58	Коробка сателітів диференціала ліва	1
56	Коробка сателітів диференціала права	1
13	Підшипник коробки сателітів диференціала	2
50	Болт М 12·1,25·37 кріплення веденої шестерні головної пари тягового моста	12
	Гайка М 12·1,25	12
	Шплінт Ø 3,2·20	12
53	Шайба упорна шестерні півосі тягового моста	2
52	Шестерня півосі тягового моста	2
49	Сателіт диференціала тягового моста	4
46	Шайба упорна сателіта диференціала заднього моста	4

продовження таблиці 1.1

1	2	3
51	Хрестовина сателітів диференціала тягового моста	
55	Болт коробки сателітів диференціалу тягового моста	12
	Шплінт-дріт $\varnothing 1,2 \cdot 550$ болтів коробки сателітів	1
16	Масловловлювач коробки сателітів диференціала	1
15	Шайба штопорна болта кріплення масловловлювача диференціала тягового моста	1
14	Болт М 8·22 масловловлювача диференціала	1
12	Піввісь тягового моста	2
11	Прокладка півосі заднього моста	2
9	Шпилька М 14·1,5·35 півосі	20
	Гайка М 14·1,5	20
	Шайба пружна $\varnothing 14$	20
10	Болт М 10·22 для демонтажу півосей	4
	Гайка М 10	4
54	Гайка підшипника диференціала	2
19	Пластина штопорна гайки підшипника диференціала	2
18	Болт М 8·14 кріплення штопорної пластини гайки підшипника диференціала	2
	Шплінт-дріт $\varnothing 1,6 \cdot 350$	2
	Диференціал в зборі	1
	Коробка сателітів диференціалу з болтами в зборі	1
39	Кришка передня картера тягового моста	1
37	Сальник ведучої шестерні головної пари тягового моста в зборі	1
35	Шайба ведуча шестерні головної пари тягового моста	1
	Гайка М 24·1,5	1
	Шплінт $\varnothing 4 \cdot 40$	1
20	Картер редуктора тягового моста з кришками підшипників в зборі	1
17	Болт М 16·105 кришки підшипника диференціала тягового моста	4
41	Прокладка регулювальної муфти підшипників ведучої шестерні головної пари (товщина 0,1 мм)	1-4

продовження таблиці 1.1

1	2	3
	Прокладка регулювальної муфти підшипників ведучої шестерні головної пари (товщина 0,25 мм)	1-3
	Прокладка регулювальної муфти підшипників ведучої шестерні головної пари (товщина 0,8 мм)	1
34	Болт М 12·45 кріплення муфти підшипників ведучої шестерні	6
	Шайба пружна Ø 12	6
21	Гвинт регулювальний обмеження веденої шестерні головної пари тягового моста	1

Користуючись даними таблиці 1.1 можна замовити в постачальницькій мережі потрібну деталь та правильно провести комплектування тягового моста. Відомості про комплекти регулювальних шайб та їх товщину дадуть змогу досконало визначати і забезпечувати номінальні зазори.

Крім досконалого знання конструкції тягового моста, для забезпечення ефективності процесу його ремонту потрібно правильно вибрати перелік і послідовність операцій для усунення конкретної несправності.

В таблиці 1.2 подано перелік операцій технології знімання і повного розбирання тягового моста.

Таблиця 1.2 – Перелік операцій та норми часу на виконання операцій знімання і встановлення заднього моста автомобіля категорії N1

№ операції	Зміст операції	Розряд роботи	Норма часу, люд.год.
1	2	3	4
1.	Встановити автомобіль на підставки. Підвести під міст візок для його транспортування	2	0,18
2.	Від'єднати кардан від фланця ведучої шестерні: 4 болти М10, 4 гайки М10, 4 шайби пружні	2	0,17

продовження таблиці 1.2

1	2	3	4
3.	Від'єднати трубопровід гальмівної системи від трійника	2	0,03
4.	Відкрутити болти кріплення передніх кришок задніх ресор: 6 болтів М12·50 з шайбами пружними	2	0,13
5.	Відкрутити болти кріплення задніх кришок задніх ресор: 6 болтів М12·50 з шайбами пружними	2	0,13
6.	Викотити візок з мостом з-під автомобіля	1	0,02
7.	Відкрутити гайки кріплення стремен: 8 гайок М20·1,5; 8 шайб пружних Ø 20; 2 підкладки стремен	2	0,20
8.	Зняти колеса: 12 гайок зовнішніх, 12 гайок внутрішніх	2	0,86
9.	Відкрутити гайки кріплення півосей: 20 гайок М14·1,5; 20 шайб пружних Ø 14	2	0,38
10.	Зняти редуктор і відкрутити болти кріплення редуктора: 10 болтів М12·1,25·38; 10 шайб пружних Ø 12	2	0,21
11.	Відкрутити регулювальний гвинт упору веденої шестерні головної пари: 1 гвинт, 1 гайка М30·1,5	1	0,06
12.	Відкрутити маслоприймальну трубку картера редуктора: 1 пробку КГ ½; пружину, тарілку трубки, трубку	2	0,06
13.	Відкрутити болти кріплення кришки підшипників: 4 болти М16·105	2	0,07
14.	Зняти фланець кріплення кардана: розшпінтувати гайку, шплінт Ø 4·40, відкрутити гайку М24·1,5, зняти шайбу	2	0,03
15.	Зняти передню кришку картера редуктора: 6 болтів М12·45, 6 шайб пружних Ø 12	2	0,08
16.	Зняти хвостовик з підшипниками, спресувати підшипники	2	0,13

продовження таблиці 1.2

1	2	3	4
17.	Відкрутити болти кріплення коробки сателітів, розшпінтувати болти: 12 болтів M12·1,25·37	2	0,47
18.	Від'єднати ведену шестерню головної пари від коробки сателітів: 12 шплінтів Ø 3,2·20, 12 гайок M12·1,25, 12 болтів M12·1,25·37	2	0,42
19.	Піддомкратити машину	1	0,06
20.	Зняти гальмівні барабани: 6 гвинтів M10·20	2	0,14
21.	Зняти стяжну пружину гальмівних колодок	1	0,02
22.	Зняти нижнє кріплення гальмівних колодок: 2 гайки, 2 пружні шайби, 2 ексцентрики, опорну пластину	3	0,15
23.	Зняти гальмівні колодки	1	0,02
24.	Зняти задні гальмівні циліндри, від'єднати трубопровід: 4 болти M10·16, 4 шайби пружні Ø 10	2	0,05
25.	Зняти опорні пластини задніх гальм: 12 шплінтів Ø 3·20, 12 болтів M12·1,25·30, 12 гайок M12·1,25	2	0,23
26.	Зняти маточини: 2 гайки підшипників маточин, 2 стопорні шайби, 2 контргайки	2	0,20
27.	Спресувати підшипники	2	0,16
28.	Від'єднати трубопровід гальмівної системи від трійника	2	0,03
Загальна трудомісткість			8,69

З таблиці 1.2 бачимо, що загальна тривалість знімання тягового моста з повним його розбиранням становить 8,69 год., а найбільшу тривалість має операція знімання коліс. В таблиці 1.3 подано тривалість часткових технологічних процесів які реалізуються в залежності від конкретного технічного стану тягового моста.

Таблиця 1.3 – Регламент виконання операцій розбирання для заміни окремих деталей

Деталі, що знімаються для заміни	Шифр операцій (з табл. 1.2)	Трудо- місткість люд.год
Ведуча і ведена шестерні головної пари	2,9,10,11,12,13,14, 15,16,17,18	2,21
Підшипник коробки сателітів	2,9,10,13	0,96
Гальмівний циліндрик з одного боку	19,8,20,21,24	0,59
Гальмівні колодки з обох боків	1,8,20,21,22,23	1,37
Підшипник маточини з одного боку	19,8,26,27	0,67
Підшипник направляючого кінця ведучої шестерні	2,9,10,11,12,13,14, 15,16	1,19
Сателіти диференціалу	1,2,9,10,11,12,13,17	1,60

З таблиці 1.3 видно, що при виконанні мінімально необхідної кількості операцій максимальною є трудомісткість знімання ведучої і веденої шестерень, а мінімальною – знімання гальмівного циліндрика. Ці трудомісткості відповідно складають 47,7% та 12,7% від трудомісткості повного розбирання тягового моста.

1.2. Варіанти обкатування елементів тягового моста

Обкатування тягових мостів за допомогою розробленого обладнання можна проводити поетапно та в будь-якій складності, враховуючи характер ремонтних робіт, які можуть виконуватися в автомобілі або включати знімання, ремонт чи заміну тягового моста. Склад мастильної суміші, технологія та тривалість обкатування окремих елементів тягового моста випускаються відповідно до рекомендацій, наведених у вказівках та нормативних матеріалах з випробувань та обкатування тягових мостів вантажних автомобілів категорії N1 та їх модифікацій [3-6,27].

Запропоновані режими обкатки передбачають початкову температуру деталей тягового мосту та суміші мастила в межах 18 – 22 °С. У разі відхилення від цих умов слід отримати відповідне коригування у відповідності моторної оливи та газу, а також у тривалості обкатування.

1.2.1. Обкатування головної пари редуктора

Після монтажу нової головної пари редуктора її розташовують на міст, замінюють півосі на кришки, а потім заливають у міст спеціальну суміш, яка складається на 50% з моторної оливи та 50% гасу. Наступний етап - проведення обкатування протягом 20 хвилин. Під час цієї перевірки перевіряють редуктор на нагрівання і підтікання. Якщо жодних відхилень не було, продовжуємо обкатування до 40 хвилин і знову проводимо перевірку. Весь процес обкатування важливо відслідковувати шумність роботи редуктора та його температуру. Після завершення обкатки головної пари заливають суміш з картера, фільтрують її та переглядають на наявність будь-яких забруднень, які можуть бути затримані на фільтрі. Наступний крок - встановлення півосей, доповнення картера потрібним мастилом, яке відповідає моделі даного тягового моста та сезону використання автомобіля, і продовження обкатки протягом 30 хвилин.

1.2.2. Обкатування диференціала редуктора

Після встановлення заміни деталей диференціала редуктора його встановлюють на міст, встановлюють півосі, заливають в міст суміш з 50% моторної оливи і 50% гасу. Розводять за допомогою ексцентриків гальмівні колодки правого або лівого колісного гальма. Проводять обкатування протягом 20 хв. Далі перевіряють редуктор на нагрів і підтікання. Якщо порушень не виявлено то відпускають загальмовану піввісь і аналогічним чином загальмовують інший бік моста, продовжують обкатування ще 20 хвилин і повторюють перевірку. Далі, по 30 хвилин, ще раз продовжують

обкатування кожної сторони тягового моста. Протягом всього періоду обкатування диференціала контролюють шумність роботи редуктора та його температуру. Після закінчення обкатування диференціала зливають суміш з картера і фільтрують її, проводять візуальне обстеження затриманих на фільтрі забруднень. Встановлюють півосі, заливають в картер мастило, що відповідає моделі даного тягового моста і сезону використання автомобіля, продовжують обкатування протягом 30 хвилин.

1.2.3. Обкатування підшипників маточин

Після встановлення підшипників маточин тягового моста і їх регулювання встановлюють півосі та гальмівні барабани і заливають в міст суміш з 50% моторної оливи і 50% гасу. Вмикають електродвигун обладнання і спостерігають за обертанням гальмівних барабанів. Якщо обидва барабани обертаються одночасно або з почерговими зупинками одного і другого, то розводять за допомогою ексцентриків гальмівні колодки правого або лівого колісного гальма. Проводять обкатування підшипників незагальмованої маточини протягом 20 хвилин, контролюючи шумність роботи та температурний режим. Потім загальмовують протилежний бік тягового моста і обкатують аналогічним чином підшипники другої маточини. Після закінчення обкатування підшипників маточин зливають суміш з картера і фільтрують її для повторного використання. Встановлюють півосі, заливають в картер мастило, що відповідає моделі даного тягового моста і сезону використання автомобіля, продовжують обкатування протягом 30 хвилин.

1.2.4. Повне обкатування тягового моста

Якщо під час ремонту було здійснене розбирання всіх складових частин тягового моста, то незалежно від кількості заміненних деталей, обкатування можна проводити поетапно, по черзі виконуючи дії описані в

пунктах 1.2.1. – 1.2.3. Якщо була проведена заміна картера тягового моста або проводилось повне його розбирання, то обкатування проводиться в наступній послідовності. Заливають в міст суміш з 50% моторної оливи і 50% гасу. Проводять обкатування протягом 20 хвилин, перевіряють на нагрів редуктор і підтікання з усіх місць з'єднань елементів моста, контролюють інтенсивність обертання гальмівних барабанів з обох боків. Після зупинки знімають гальмівні барабани і перевіряють нагрів маточин і наявність підтікання суміші мастила зі сторони ущільнення внутрішніх підшипників маточин. Якщо відхилень від норм не виявлено то встановлюють гальмівні барабани на місце, розводять за допомогою ексцентриків гальмівні колодки правого або лівого колісного гальма. Проводять обкатування протягом 20 хвилин, контролюючи шумність роботи та температурний режим. Потім загальмовують протилежний бік тягового моста і обкатують аналогічним чином тяговий міст ще 20 хвилин. Після закінчення обкатування підшипників маточин зливають суміш з картера і фільтрують її для повторного використання, проводять візуальне обстеження затриманих на фільтрі забруднень. Заливають в картер мастило, що відповідає моделі даного тягового моста і сезону використання автомобіля. Продовжують обкатування 30 хвилин, проводять контрольне обстеження тягового моста.

2. РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ ВИРОБНИЧИХ ПАРАМЕТРІВ РОБОЧИХ МІСЦЬ РЕМОНТУ АВТОМОБІЛІВ

2.1. Розрахунок очікуваних обсягів ремонтних та обслуговувальних робіт

На робочих місцях ремонту вантажних автомобілів передбачається проводити технічне обслуговування №2, поточний ремонт та усунення відмов на замовлення господарств, які не мають належної ремонтно-обслуговувальної бази або потрібного штату ремонтних фахівців. Крім того робочі місця будуть спеціалізуватися на ремонті тягових мостів автомобілів категорії N1 для потреб всього району.

Загальну трудомісткість ремонтно-обслуговувальних робіт для автомобілів категорії N1 визначаємо з виразу [9,17,18]:

$$T_i = T_{(то-2)} + T_{пр.} + T_{ув.}, \text{ люд.год.}, \quad (2.1)$$

де $T_{(то-2)}$ - загальна трудомісткість технічного обслуговування автомобілів певної марки, люд.год.;

$T_{пр.}$ - загальна трудомісткість поточного ремонту автомобілів певної марки, люд. год.;

$T_{ув.}$ - загальна трудомісткість усунення відмов (несправностей) автомобілів певної марки, люд. год.

Враховуючи існуючу мережу функціонуючих ремонтних підприємств і матеріально-технічну базу власників автомобілів при розрахунках приймаємо до уваги коефіцієнт участі у ремонтних роботах ділянки технічного сервісу. Ці коефіцієнти найбільш точно можуть бути визначені шляхом опитування за допомогою спеціальних анкет всіх власників автомобілів. В даному випадку коефіцієнти прийняті на підставі оцінки експертами, з числа інженерно-технічних працівників господарств адміністративного району, можливостей і потреб кожного господарства.

Таблиця 2.1 – Вихідні дані для розрахунків обсягів ремонтних та обслуговувальних робіт.

ПОКАЗНИК	Марка автомобіля			
	Mercedes	DAF	КрАЗ	MAN
Кількість автомобілів, шт	167	84	60	30
Очікуваний пробіг , тис. км.:				
одного автомобіля	18	19	30	28
всього парку господарств району	3006	1596	1800	840
Періодичність виконання ТО-2, тис. км.	10.4	9.8	11.2	12.0
Трудомісткість проведення одного ТО-2, люд. год.	12.8	14.8	18.2	16.4
Питома трудомісткість ПР, люд.год / тис.км.	6,8	7,2	10,4	9,2
Питома трудомісткість усунення відмов, люд.год / тис.км.	1,8	2,0	2,2	1,6
Коефіцієнт участі дільниці в:				
поточному ремонті	0,43	0,6	0,5	0,4
технічному обслуговуванні	0,5	0,6	0,5	0,4
усуненні відмов	0,3	0,3	0,3	0,3

З таблиці 2.2 бачимо, що основними видами робіт робочих місць будуть поточний ремонт та технічне обслуговування

Трудомісткість ТО-2 для робочого місця визначаємо з наступного виразу [21]:

$$T_{(TO-2)} = C_{(TO-2)} \cdot N_{(TO-2)} \cdot t_{(TO-2)}, \text{ люд.год.}, \quad (2.2)$$

де $C_{(TO-2)}$ - коефіцієнт участі робочого місця у виконанні ТО-2;

$N_{(TO-2)}$ - розрахункова кількість ТО-2, автомобілів даної марки;

$t_{(TO-2)}$ - трудомісткість одного ТО-2 автомобілів даної марки.

Кількість ТО-2 для потреб всього парку району визначаємо за формулою [22]:

$$N_{(TO-2)} = \frac{K \cdot A}{B}, \text{ шт.}, \quad (2.3)$$

де K - кількість автомобілів даної марки;

A - середньорічний пробіг одного автомобіля даної марки;

B - скоректована для даних умов періодичність проведення ТО-2

$$N_{(TO-2)N1} = 0,5 \cdot 167 \cdot 18 / 9 = 167 \text{ шт.}$$

Підставивши отримане значення у формулу (2.2) визначаємо загальну трудомісткість ТО-2 для робочого місяця:

$$T_{(TO-2)N1} = 167 \cdot 12,2 = 2037 \text{ люд.год.}$$

Загальну трудомісткість поточного ремонту автомобілів кожної марки визначаємо за формулою [22]:

$$T_{пр.} = C_{пр.} \cdot K \cdot A \cdot t_{пр.} + T_{ра.}, \text{ люд.год.} \quad (2.4)$$

де $C_{пр.}$ - коефіцієнт участі робочого місяця у виконанні поточних ремонтів;

$t_{пр.}$ - скоректована питома трудомісткість поточного ремонту на 1 тис.км. пробігу автомобілів даної марки ;

$T_{ра.}$ – трудомісткість ремонту окремих агрегатів автомобіля.

Трудомісткість ремонту тягових мостів автомобілів категорії N1 визначаємо за наступною формулою [21,25]:

$$T_{ра} = \eta \cdot \beta \cdot K \cdot A \cdot t_{пр.}, \text{ люд.год.} \quad (2.5)$$

де η - частка автомобілів категорії N1 в загальній кількості, $\eta=0,74$;

β – частка трудомісткості ремонту тягових мостів в загальній трудомісткості ремонту, $\beta = 0,09$

$$T_{ра} = 0,74 \cdot 0,09 \cdot 167 \cdot 18 \cdot 6,8 = 1361 \text{ люд.год}$$

Підставивши отримане значення у формулу (2.4) визначаємо загальну сумарну трудомісткість поточного ремонту для автомобілів категорії N1

$$T_{\text{пр.газ}} = 0,43 \cdot 167 \cdot 18 \cdot 6,8 + 1361 = 10220 \text{ люд.год.}$$

Трудомісткість усунення відмов визначаємо з аналогічного виразу:

$$T_{\text{ув.}} = C_{\text{ув.}} \cdot K \cdot A \cdot t_{\text{ув.}}, \text{ люд.год.} \quad (2.6)$$

де $t_{\text{ув.}}$ - скоректована питома трудомісткість усунення нескладних відмов для автомобілів даної марки

$$T_{\text{ув.}} = 0,3 \cdot 167 \cdot 18 \cdot 1,8 = 1623 \text{ люд.год.}$$

Підставивши отримані значення у формулу (2.1) визначимо загальну розрахункову трудомісткість ремонтних та обслуговувальних робіт для обслуговуваного парку автомобілів

$$T_{\text{N1}} = 10220 + 2037 + 1623 = 13880 \text{ люд.год.}$$

2.2. Розрахунок виробничої програми та такту

Згідно з існуючими методиками не визначається безпосередня кількість поточних ремонтів та ремонтних втручань з усунення відмов. Однак для визначення виробничих параметрів ремонтних підрозділів проводять розрахунки за середніми приведеними даними і програму поточних ремонтів визначаємо з виразу [11,13,14]:

$$W_{\text{пр.}} = \frac{T_{\text{пр.}}}{t_{\text{пр.},s}}, \text{ шт.}, \quad (2.7)$$

де $t_{\text{пр.},i}$ - приведена середня трудомісткість одного поточного ремонту автомобіля даної марки в даних умовах експлуатації.

$$W_{\text{пр. N1}} = 10220/64 = 160 \text{ шт.};$$

Програму усунення відмов визначаємо з виразу [21]:

$$W_{\text{ув.}} = \frac{T_{\text{ув.}}}{t_{\text{ув.},s}}, \text{ шт.}. \quad (2.8)$$

де $t_{\text{ув.},i}$ - приведена середня трудомісткість усунення однієї відмови.

$$W_{\text{ув. N1}} = 1623/4,4 = 369 \text{ шт.};$$

Такт виробництва для кожного виду робіт і кожної марки автомобіля визначено з виразу [22]:

$$\tau_i = \frac{\Phi_{pd}}{W_s}, \text{ год.}, \quad (2.9)$$

де W_i - річна програма обслуговування або ремонту автомобілів з виконанням робіт певного виду, шт.

Проводимо розрахунки за формулою (2.9) для всіх автомобілів категорії N1.

Для автомобілів категорії N1 $\tau_{(го-2)} = 2054/167 = 12,30$ год ;

$\tau_{пр.} = 2054/160 = 12,83$ год ;

$\tau_{ув.} = 2054/369 = 5,56$ год

2.3. Визначення потрібної кількості ремонтних робітників для робочих місць

Кількість робітників, які повинні виконувати розрахунковий обсяг робіт визначаємо з виразу [21,22]:

$$P_{ря} = \frac{T_i}{\Phi_{pd}}, \text{ чол.}, \quad (2.10)$$

де T_i - обсяг даного виду ремонтно-обслуговувальних робіт для автомобілів даної марки, люд.год;

Φ_{pd} - річний розрахунковий фонд робочого часу, який на 2023 рік складатиме $\Phi_{pd} = 2080$ год.

Визначаємо загальну чисельність робітників для ремонту і обслуговування автомобілів

$$P_{ря.газ} = 13880 / 2080 = 6,75 \text{ чол.}$$

Аналогічно визначаємо розрахункову явкову чисельність робітників для різних видів робіт.

$$P_{ря.(го-2)} = 2037 / 2080 = 0,99 \text{ чол.};$$

$$P_{ря.пр.} = 10220 / 2080 = 4,98 \text{ чол.};$$

$$P_{\text{ря.ув.}} = 1623 / 2054 = 0,79 \text{ чол.}$$

Якщо прийняти до уваги, що кількість робітників має бути цілим числом, то їх можна прийняти 6 або 7. Для прийняття остаточного числа робітників скористаємося коефіцієнтом завантаження робітників, який визначається з наступного виразу [22]:

$$\eta_p = \frac{P_{\text{ря.}}}{P_{\text{я}}}; \quad (2.11)$$

де $P_{\text{я}}$ - прийнята чисельність робітників.

Прийнявши 7 робітників отримаємо значення :

$$\eta_{\text{р.заг.}} = 6,75 / 7 = 0,96 ; \quad \eta_{\text{р.(то-2)}} = 0,99 / 1 = 0,99 ;$$

$$\eta_{\text{р.пр.}} = 4,98 / 5 = 0,99 ; \quad \eta_{\text{р.ув.}} = 0,79 / 1 = 0,79$$

Незначне недовантаження робітників зайнятих технічним обслуговуванням компенсується витратами часу на їх перехід для виконання робіт по усуненню відмов.

2.4. Розрахунок фронту робіт і площі для розміщення автомобілів

Щоб визначити площі потрібної для встановлення автомобілів на технічне обслуговування і ремонт необхідно знати фронт виробництва кожного виду робіт, який визначаємо з виразу [21]:

$$f = \frac{t_s}{\tau_s * p}, \text{ шт.}, \quad (2.12)$$

де t_i - трудомісткість одиниці даного виду ремонту або обслуговування люд.год.;

τ_i - такт виробництва даного виду робіт, год.;

p - кількість робітників залучених одночасно до обслуговування або ремонту одного автомобіля.

$$f_{\text{(то-2)}} = 12,2 / 12,3 \cdot 1 = 0,99;$$

$$f_{\text{пр.}} = 64/12,83 \cdot 2,5 = 1,99 ;$$

$$f_{\text{ув.}} = 4,4/5,56 \cdot 1 = 0,79$$

Заокругливши отримані значення фронту автомобілів, що будуть знаходитися в ремонті та на технічному обслуговуванні в більшу сторону до цілого числа, та врахувавши можливість встановлення різних марок на одному посту приймаємо значення фронту, на підставі якого будемо розраховувати площу виробничої зони, необхідної для розміщення автомобілів.

Прийняте значення фронту

	ТО	ПР	УВ	Всього по марці
автомобілі				
категорії N1	1	2	1	4

Розрахунок площ робочих місць потрібних для розміщення автомобілів будемо проводити прийнявши, загальний фронт рівний $f_{\text{ср.}} = 4$ автомобілі.

Розрахунок проводимо за наступною формулою [21,22]:

$$S_i = F_{\text{іпр}} \cdot f_{\text{пр}} + F_{\text{і(то)}} f_{\text{(то-2)}} + F_{\text{іув}} f_{\text{ув}}, \text{ м}^2, \quad (2.13)$$

де F_i – площа підлоги приміщення потрібна для встановлення автомобіля і зони проведення відповідного виду робіт довкола нього, м^2 ;

$f_{\text{пр}}$ – кількість автомобілів, що одночасно перебувають у поточному ремонті;

$f_{\text{ув}}$ – кількість автомобілів, що одночасно перебувають на технічному обслуговуванні;

$f_{\text{ув}}$ – кількість автомобілів, що одночасно перебувають на усуненні відмов

Питомі площі для виконання поточного ремонту складають відповідно для марок автомобілів категорії N1 – 39 м^2 . Для проведення технічного обслуговування потрібно відповідно для марок автомобілів категорії N1 – 32 м^2 [2,14,20]. Для тих постів де передбачається обслуговування автомобілів

різних марок і моделей під час розрахунків приймаються максимальні значення питомих площ.

Підставивши наведені значення у формулу (2.13) отримаємо:

$$S = 39 \cdot 2 + 32 \cdot 1 + 39 \cdot 1 = 149 \text{ м}^2$$

Загальна площа для розміщення автомобілів на всіх робочих місцях дільниці ремонту вантажних автомобілів та тягових мостів відповідно для марок автомобілів категорії *N1* складатиме 149 м².

3. РОЗРОБКА СТЕНДУ ДЛЯ ОБКАТУВАННЯ ТЯГОВИХ МОСТІВ АВТОМОБІЛІВ КАТЕГОРІЇ N1

Обкатування автомобілів та їх вузлів і агрегатів є особливо важливими та відповідальними операціями ремонту. Обкатуванням досягають взаємного припрацювання тертьових поверхонь деталей, підготовляючи їх до роботи з номінальними навантаженнями. Необхідність обкатування агрегатів автомобіля і, зокрема, тягових мостів викликана наступними причинами. Після виготовлення або відновлення поверхні деталей спряжень мають мікро нерівності. Внаслідок мікронерівностей площа контакту поверхонь є значно меншою від номінальної, а це є причиною зростання питомих тисків. Під час роботи рухомого спряження мікронерівності поступово руйнуються і площа контакту деталей збільшується, зменшується питомий тиск і як результат зменшується інтенсивність спрацювання деталей спряження. Крім мікро нерівностей, виготовлені та відновлені деталі мають відхилення від правильної форми. Чим більше деталей є в кінематичному ланцюгу механізму, тим більшою є ймовірність накладання похибок, що викликають порушення у взаємному розташуванні деталей. Похибки порушення форми і взаємного розміщення можуть виникати внаслідок неправильного за схемою або зусиллям затягування різьбових з'єднань, запресування деталей з перекосом та надмірним натягом. Додаткові складності для умов взаємного розміщення деталей, порушення розмірних ланцюгів можуть виникати, коли під час ремонту встановлюються нові деталі, відновлені та ті, що вже були в роботі і придатні для дальшої експлуатації. Через надмірну шорсткість і хвилястість поверхонь спряжених деталей, наявності похибок форм і взаємного розташування, початковий період роботи спряжень відбувається з підвищенням температури і питомих тисків, коли можливе схоплювання і надто швидке спрацювання деталей.

Тяговий міст вантажного автомобіля відноситься до групи агрегатів в яких точність взаємного розміщення деталей (регулювання зазорів) мають визначальний вплив на його надійність і строк служби. Тому ремонтні підприємства, які раніше займалися ремонтом тягових мостів приділяли обкатуванню особливу увагу і використовували для цього спеціальне технологічне обладнання.

Відома конструкція стенда НР – 7103/1 [2] зображеного на рисунку 3.1. Стенд призначений для обкатування тягового моста автомобіля категорії N1 під проточним мащенням з наступним випробуванням під навантаженням. На станині 4 стенда змонтована система встановлення і повороту тягового моста, механізм 10 притискання тягового моста, система передачі обертання навантажувальним двигунам, навантажувальний пристрій, компресорна установка, насосна установка, система регулювання гальм і пульт управління 12. Привід стенда складається з електродвигуна 5, високо еластичної муфти 6, сферичного підшипника 7, притискної пружини 8 і втулки 9 з пальцями. Електродвигун з фазним ротором працює в комплекті з рідинним реостатом, який дозволяє плавно міняти частоту обертання (реостат на рисунку не показано). Система встановлення і повороту моста має дві поворотні опори 2 і 12 (одна з них привідна), в середині опор в круглому пазу обертаються диски, що мають відкидні сектори і порожнини для встановлення кожухів моста. Диск привідної опори має зубчатий сектор, який є в зачепленні з рейкою 1, що приводиться в дію пневматичним циліндром 3. Затискний пристрій служить для кріплення редуктора тягового моста.

Механізм передачі обертання і навантаження від півосей до навантажувальних електродвигунів (рис. 3.2) складається з корпусу 15, пневматичного циліндра 16 з клапаном на кінці штока, розподільчої муфти 13 для подачі повітря, шківів 17 і пневматичного балона 18. На кришці пневматичного циліндра встановлена шестерня 14, яка приводить в

обертання вал сельсин-датчика 19, який використовується під час регулювання гальм. Шків має клинові паси для передачі обертового руху

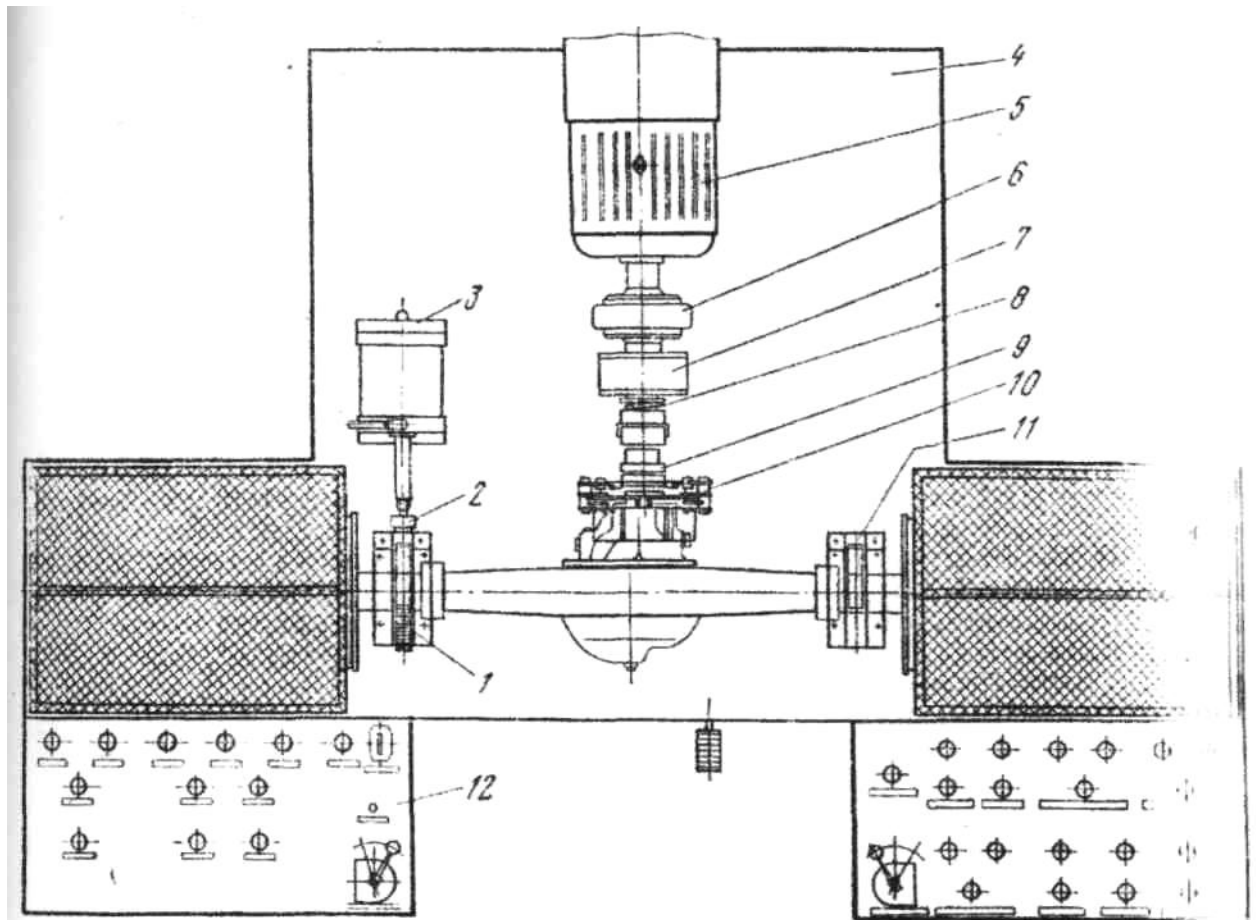


Рисунок 3.1 – Стенд для випробування тягового моста моделі НР-7103/1

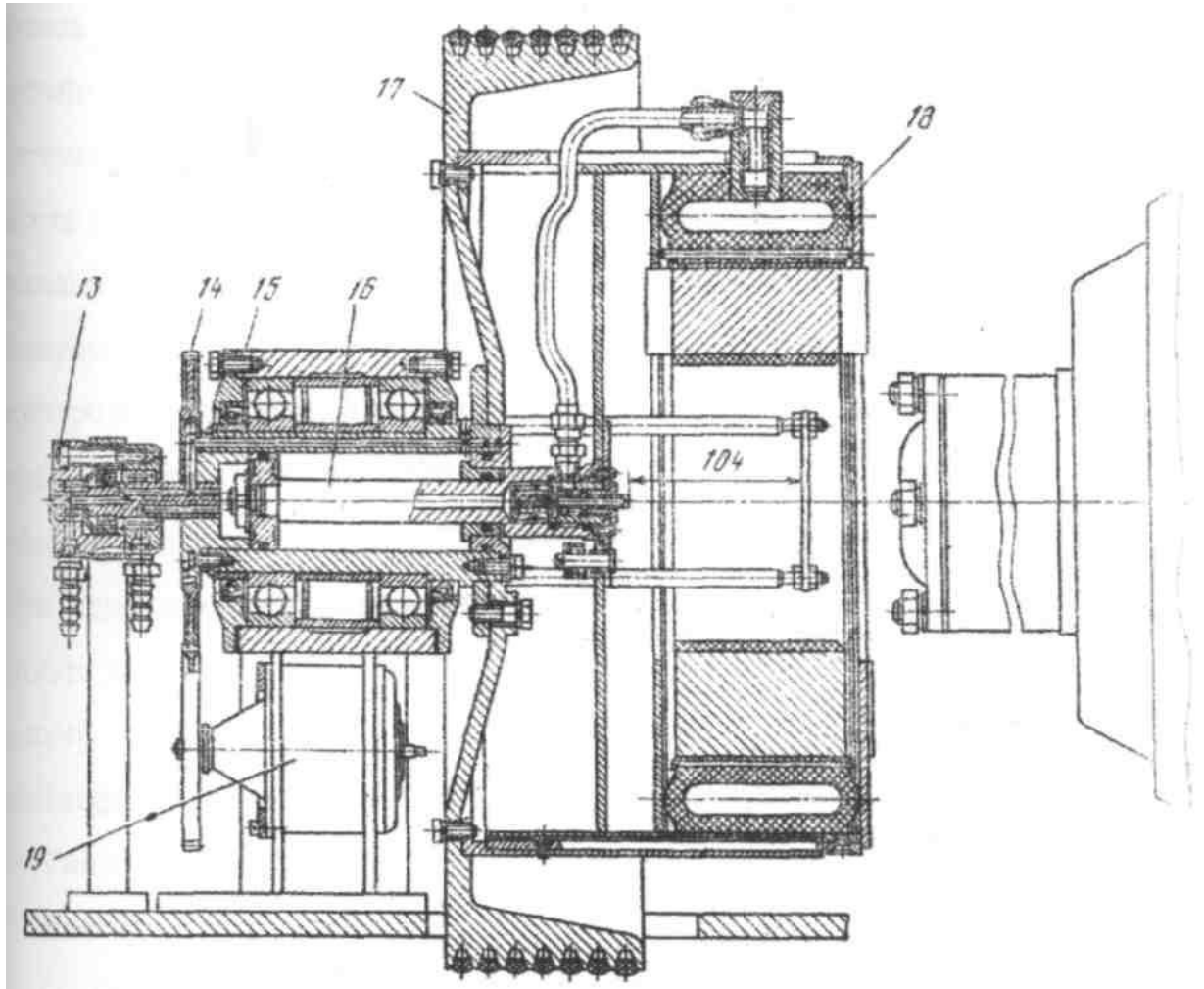


Рисунок 3.2 – Механізм передачі обертання і навантаження від півосей до навантажувальних двигунів

навантажувальному електродвигуну. Аналогічна система є в наявності і на другій півосі. Гальмування півосей здійснюється стисненням повітрям, яке подається в гальмівні колісні циліндри (замість гальмівної рідини) від компресорної установки стенда. Насосна установка призначена для циркуляції і очищення мастила. Реостати для привідного і навантажувальних електродвигунів застосовуються рідинні з дистанційним керуванням. Робота стенда здійснюється в напівавтоматичному режимі. Привідний двигун плавно розкручується від 1000 до 1500 хв⁻¹ протягом 20 хвилин з допомогою автоматично працюючого реостата. В цей час здійснюється обкатування моста без навантаження і перевірка його на шум і нагрів в місцях розташування підшипників. Потім частота обертання автоматично зменшується до 750 хв⁻¹ і вмикаються реостати навантажувальних електродвигунів. За 2,5 хвилини частота обертання вала привідного двигуна плавно доводиться до 1500 і навантаження до 13 кВт. На цьому цикл обкатування і випробування закінчується і проводиться регулювання гальм. При одночасному гальмуванні обох барабанів стрілка сельсин-приймача на пульті керування 12 буде на нулю. Під час випередженого гальмування одного з барабанів стрілка відхилиться в сторону барабана, який запізнюється. Описаний стенд має наступну технічну характеристику.

Тип стендустаціонарний

Електродвигун приводу:

Тип.....АОК2-62-4

Потужність, кВт.....13

Частота обертання вала, об/хв. (хв⁻¹).....1500

Електродвигун навантажувального гальма:

Тип.....АОК2-61-8

Потужність, кВт.....5,5

Частота обертання вала, об/хв. (хв⁻¹).....750

Кількість двигунів2

Електродвигун приводу систем стенда

Тип.....АО2-22-2

Потужність, кВт.....2,2

Насосна установка.....ВГ-11-11

Продуктивність л/ хв.8

Габаритні розміри стенда, мм: довжина.....3200

Ширина..... 2600

Висота.....1450

Маса стенду, кг3000

Одним з недоліків даного стенда є його висока споживча потужність яка становить 20,7 кВт та значна матеріалоемність. Крім того на даному стенді можна обкатувати лише зняті з автомобіля тягові мости, що незадовольняє нас у тих випадках, коли усуваються несправності моста без його знімання з автомобіля та повного розбирання.

Відома також конструкція стенда для випробування редуктора тягового моста на герметичність моделі С416-722 (ПКБ Головенергобудмеханізації) [2]. Стенд призначений для перевірки на герметичність редуктора тягового моста автомобіля. На рамі 4 стенда з плитою 1 встановлений ресивер 2, оснащений гумовим ущільнювальним кільцем 3 для герметичного з'єднання його з випробовуваним редуктором. Фланець випробовуваного редуктора притискається до гумового кільця 3 за допомогою силових камер 5 та упорів 11. Подача повітря в силові камери здійснюється краном 6. Подача повітря в ресивер здійснюється краном 10. Тиск повітря в ресивері регулюється регулятором тиску 9 і контролюється манометром 8. Манометр 7 контролює витік повітря з ресивера під час випробування редуктора на герметичність. Під час випробування штоки камер через упори 11 притискають фланець редуктора до кільця 3, герметизуючи з'єднання редуктора з ресивером. Перевірка редуктора на

герметичність проводиться в наступному порядку. Встановлюють випробовуваний редуктор фланцем на

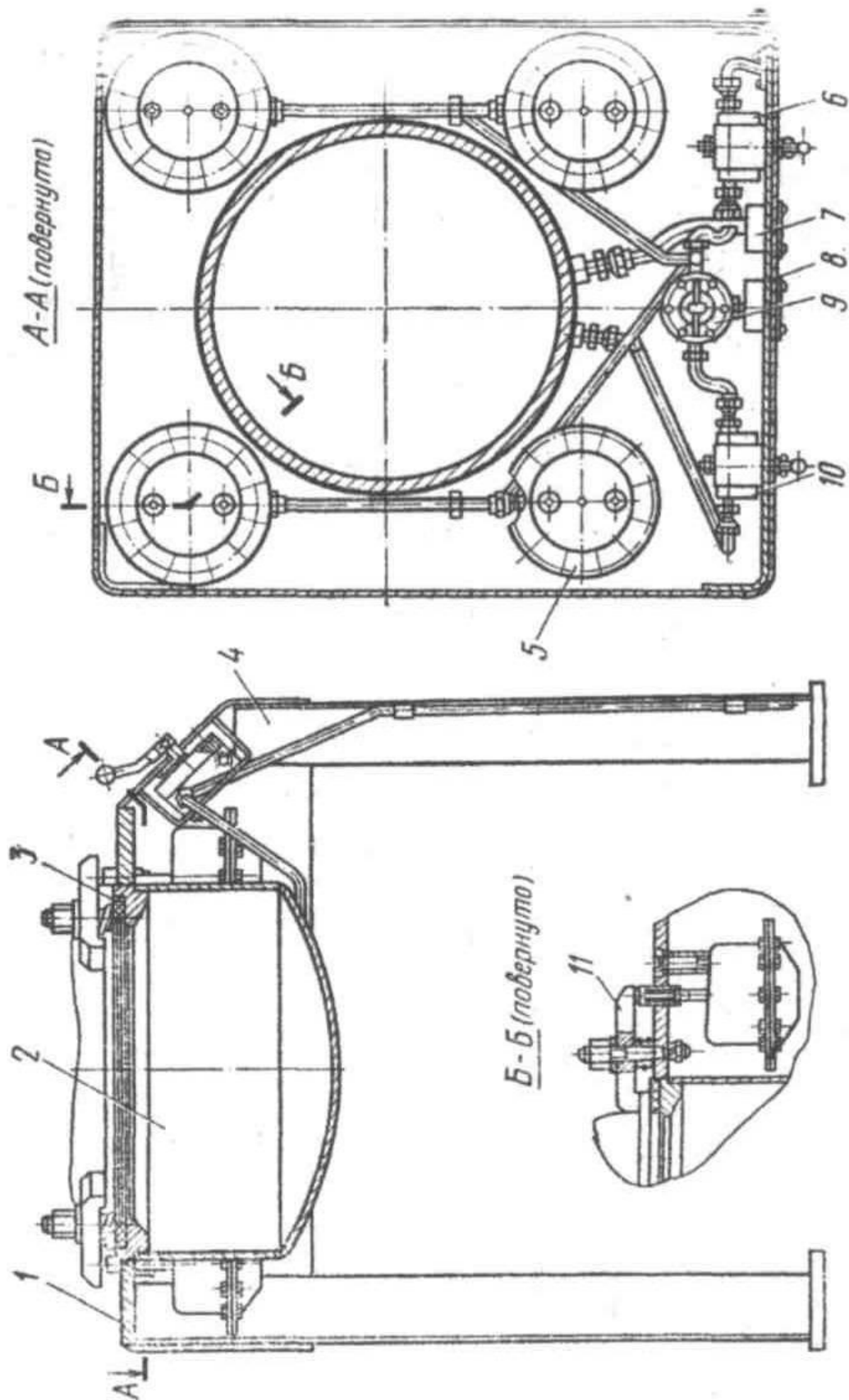


Рисунок 3.3 – Стенд для випробування на герметичність редукторів тягових мостів

ущільнювальне кільце ресивера; упори 11 повертають на фланець редуктора ; потім подають краном 6 повітря в силові камери 5, а краном 10 – в ресивер 2. При досягненні тиску повітря в ресивері 1 кгс/см² (0,1МПа) кран 10 закривають. Слідкують за зміною тиску повітря в ресивері за манометром 8; при цьому, якщо тиск повітря в ресивері протягом 5 хвилин падає до 0,3 кгс/см² (0,3МПа), то випробовуваний редуктор герметичний. При падінні тиску в ресивері потрібно знайти місце витікання повітря в з'єднаннях редуктора за допомогою мильного розчину. Даний стенд має наступну технічну характеристику.

Тип	стаціонарний
Привід робочих органів	пневматичний
Тиск повітря в ресивері кгс/см ² (МПа)	0,8- 1,2 (0,08-0,12)
Габаритні розміри стенда, мм: довжина.....	760
Ширина.....	640
Висота.....	920
Маса стенду, кг	130

Даний стенд має дуже вузьке функціональне призначення і його недоцільно використовувати в умовах проектованої ділянки. Аналіз решти спеціального технологічного обладнання для обкатування і випробування тягових мостів і їх вузлів показав, що немає конструкцій обладнання, яке можна було б використовувати для обкатування тягових мостів після їх ремонту безпосередньо на автомобілі [9]. В даній кваліфікаційній роботі передбачається розробити конструкцію для обкатування на холостому ходу тягових мостів автомобілів категорії N1 та втомобілів, що мають аналогічний міст. Обкатування під навантаженням вважаємо за доцільне проводити сумісно з експлуатацією автомобіля, так як в умовах сільськогосподарського виробництва є багато вантажоперевезень, коли вантажопідйомність автомобіля, його швидкість і потужність використовуються менше ніж на 25 %.

3.1. Будова і принцип дії стенду для обкатування тягових мостів автомобілів категорії N1

Пересувний стенд для обкатування на холостому ході тягових мостів автомобілів категорії N1 (арк.2 граф. част.) складається з підвісної рами 1, яка кріпиться до поздовжніх лонжеронів рами автомобіля за допомогою чотирьох спеціальних Г-подібних болтів 5. На шарнірно закріпленій моторній плиті 7 змонтований електродвигун 24. Шарнірне встановлення моторної плити дає змогу за допомогою регульовального болта 10 змінювати кут нахилу двигуна 24 так, щоб наблизити співвісність вала електродвигуна і ведучої шестерні тягового моста.

На валу електродвигуна 24 закріплена ведуча півмуфта втулково-пальцевої пружної муфти 25.

Ведена частина втулково-пальцевої муфти закріплена на внутрішній частині карданного телескопічного вала 2, який за допомогою трьох шпонок з'єднаний з зовнішньою частиною телескопічного карданного вала, що кріпиться до фланця ведучої шестерні головної пари тягового моста автомобіля.

Стенд працює наступним чином. Задня частина автомобіля піднімається і встановлюється на стійкі підставки, а передні колеса надійно фіксують від перекочування.

До фланця ведучої шестерні головної пари тягового моста прикріплюють чотирма болтами телескопічний карданний вал. За допомогою пересувного гаражного домкрата, з спеціальною підставкою, під автомобіль завозять підвісну раму з двигуном, з'єднують втулково-пальцеву еластичну муфту і закріплюють підвісну раму обладнання на поздовжні ланжерони автомобіля за допомогою чотирьох спеціальних Г-подібних болтів. Якщо автомобіль встановлений на оглядовій ямі то для підведення гаражного домкрата з обладнанням на яму встановлюють місток.

3.2. Визначення потужності електродвигуна приводу обладнання

Для обкатування на холостому ході, вихідна потужність (на гальмівних барабанах), необхідна для приведення тягового моста в дію має становити $P_0 = 0,5$ кВт [7,8].

Потужність на ведучому валу редуктора визначається з виразу:

$$P_1 = P_0 / \eta \text{ кВт.} \quad (3.1)$$

де η - загальний коефіцієнт корисної дії тягового моста, який визначаємо за наступною формулою:

$$\eta = \eta_p \cdot \eta_c^4 \cdot \eta_{п}^4 \cdot \eta_{ст}^4, \quad (3.2)$$

де η_p - к.к.д. конічної передачі 0,93;

η_c - к.к.д. в зачепленні сателітів $\eta_c = 0,98$;

$\eta_{п}$ - к.к.д. пари підшипників $\eta_{п} = 0,99$;

$\eta_{ст}$ - к.к.д. пари сателіт-вісь $\eta_{ст} = 0,98$.

$$\eta = 0,97 \cdot 0,98^4 \cdot 0,99^4 \cdot 0,98^4 = 0,79$$

$$P_1 = 0,6 / 0,79 = 0,76 \text{ кВт.}$$

Враховуючи те, що тяговий міст після ремонту, то можливі певні утруднення в початкові моменти з приведенням системи в дію. Зупиняємося на розрахунковій потужності, $P = 1$ кВт.

Приймаємо мінімальну кутову швидкість обкатування $\omega_1 = 1$ р/с (тобто 10 об/хв. або 10 хв^{-1}).

Крутний момент валу приводу визначаємо з виразу

$$T_1 = P / \omega \cdot 10^3, \text{ Нмм,} \quad (3.3)$$

$$T_1 = 1 / 1 \cdot 10^3 = 10000 \text{ Нмм}$$

3.3. Розрахунок елементів конструкції стенду на міцність

3.3.1. Розрахунок елементів втулково-пальцевої муфти.

Втулково-пальцева муфта складається з таких основних елементів: ведучої півмуфти 1, веденої півмуфти 2, пальців 3, гумових втулок 4.

Розрахункові підлягають: пальці муфти за напруженням згину (консоль) та гумова втулка за напруженнями зминання.

Колова сила, що діє на один палець муфти визначається з виразу:

$$F_t = 2T_1/d_o \cdot Z, \text{ Н}, \quad (3.4)$$

де T_1 – крутний момент на валу муфти;

d_o - діаметр, на якому розміщені пальці;

Z – кількість пальців.

$$F_t = 2 \cdot 10000/85 \cdot 4 = 59 \text{ Н}$$

Палець сталевий, сталь 45, межа текучості $\sigma_T = 56 \text{ МПа}$

Допустимі напруження згину пальця

$$[\sigma]_F = \sigma_T/[\delta] \quad (3.5)$$

де $[\delta] = 3$ – допустимий коефіцієнт безпеки

$$[\sigma]_F = 36/3 = 12 \text{ МПа}$$

Напруження згину пальця

$$\sigma_F = Ft \cdot l_n / \pi \cdot d_n^3 \leq [\sigma]_F \quad (3.6)$$

де l_n – довжина пальця (конструктивно), $l_n = 33 \text{ мм}$;

d_n – діаметр пальця мм; $d_n = 10 \text{ мм}$.

$$\sigma_{3M} = F_t/d_n \cdot l_{BT} \quad (3.7)$$

де l_{BT} – довжина втулки, $l_{BT} = 30 \text{ мм}$

$$\sigma_{3M} = 59/10 \cdot 30 = 0,19 \text{ МПа}$$

Втулка гумова, допустимі напруження зминання $[\sigma]_{3M} = 2 \text{ МПа}$

Елементи муфти мають достатній запас міцності.

3.3.2. Розрахунок шпонкового з'єднання на телескопічному карданному валу

Оскільки шпонкові з'єднання стандартизовані і їхні розміри вибирають залежно від діаметра вала за відповідними стандартами, розрахунок

шпонкових з'єднань у більшості випадків виконують як перевірочний. Виконаємо розрахунок за схемою зображеною на рис. 3.4.

Для даного телескопічного з'єднання допустиме напруження зминання $[\sigma]_{зм} = 110$ МПа.

Обчислюємо потрібну робочу довжину шпонки за формулою:

$$l_o = 2 \cdot T / [d \cdot (h - t_1) \cdot [\sigma]_{зм}], \text{ мм}, \quad (3.8)$$

де T – номінальний обертовий момент, що передає з'єднання, Н·мм;

d – діаметр труби, з якої виготовлене телескопічне з'єднання, мм;

h – висота шпонки, мм;

t_1 – глибина паза, мм.

Підставивши значення, отримаємо:

$$l_o = 2 \cdot 180 \cdot 10^3 / 50(10 - 4) \cdot 110 = 10,91 \text{ мм}$$

Повна довжина шпонки розраховується з виразу:

$$l = l_o + b \quad (3.9)$$

де b – ширина шпонки, мм.

Підставивши значення, одержимо:

$$l = 10,91 + 16 = 26,91$$

За стандартом беремо довжину шпонки $l = 28$ мм.

Отже, дане з'єднання можна здійснити призматичною шпонкою 16x10x28.

Перевіряємо міцність з'єднання на зминання за формулою:

$$\sigma_{зм} = 2 \cdot T / [d \cdot l_o \cdot (h - t_1) \cdot z] \leq [\sigma]_{зм}, \quad (3.10)$$

де z – число шпонок у з'єднанні

Підставивши відповідні значення, отримаємо:

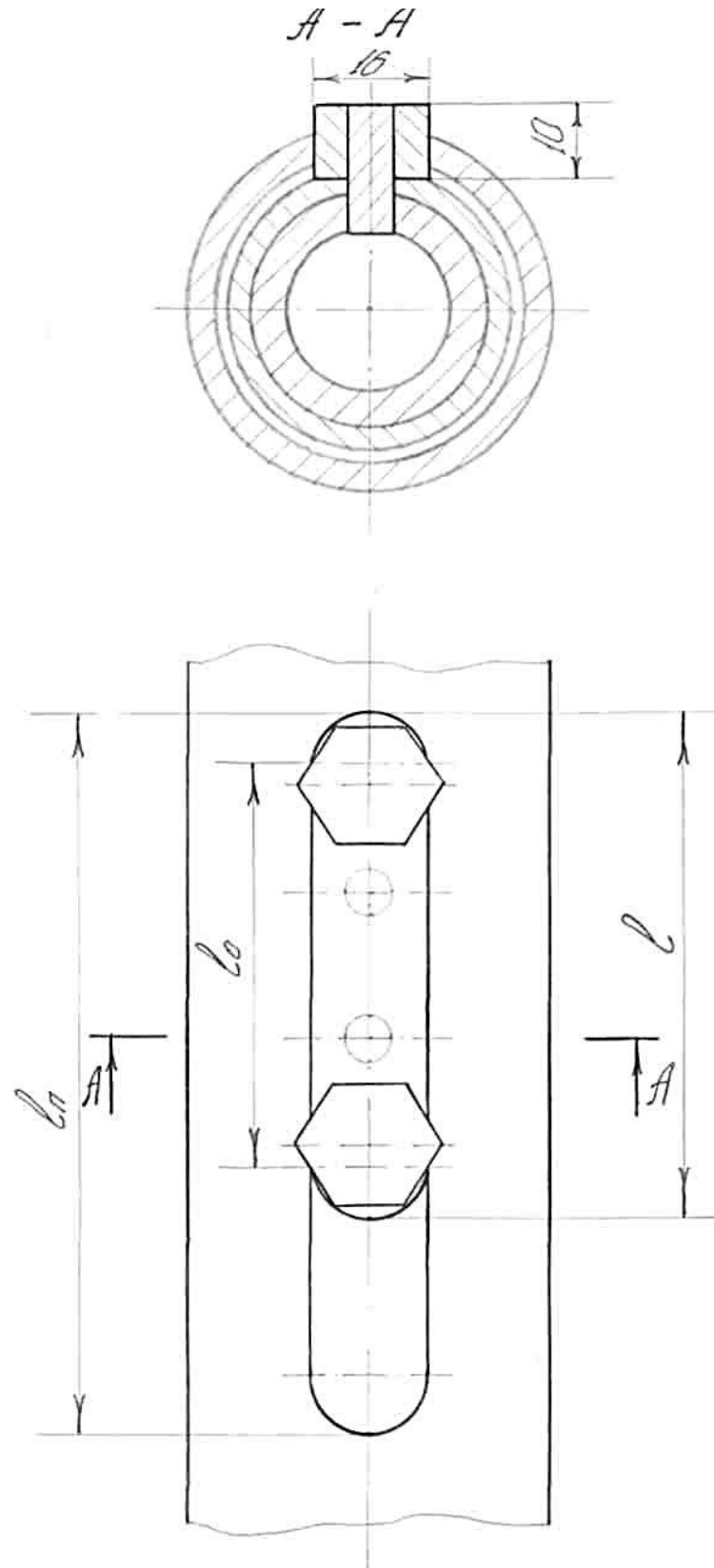


Рисунок 3.4 – Схема для розрахунку шпонкового з'єднання карданного вала

$$\sigma_{зм} = 2 \cdot 180 \cdot 10^3 / [50 \cdot 10.91(10 - 4) \cdot 3] = 36.7 \text{ МПа.}$$

Міцність з'єднання забезпечується, бо розрахункове напруження менше допустимого для вибраних призматичних шпонок.

3.3.3. Розрахунок болтових з'єднань кріплення піврам обладнання

Знаходимо момент, який розвивається на валу електродвигуна за формулою [7,8]:

$$T = P/w \cdot 10^3; \quad (3.11)$$

де P – потужність двигуна, кВт;

w – кутова швидкість, рад/с;

Підставивши значення одержимо:

$$T = 1000/100 = 10 \text{ н·м.}$$

Обчислюємо силу, яка спричинює руйнування болта (рис. 3.5) за формулою:

$$F = T/l, \text{ Н,} \quad (3.12)$$

де l – відстань від осі вала електродвигуна до точки M кріплення деталей болтом, м

Після підставлення значень, одержимо:

$$F = 10/0,38 = 26,3 \text{ Н}$$

Розкладемо силу F на дві складові: горизонтальну F_1 та вертикальну F_2 .

Сила F_1 призводить до руйнування болта розтягом, а F_2 – зрізом.

Силу F_1 знаходимо за формулою [7,8]:

$$F_1 = F \cdot \cos \alpha, \text{ Н,} \quad (3.13)$$

де α - кут між напрямками дії сил F і F_1 , град.

Підставивши значення, отримаємо:

$$F_1 = 26,3 \cdot \cos 66^\circ = 10,7 \text{ н.}$$

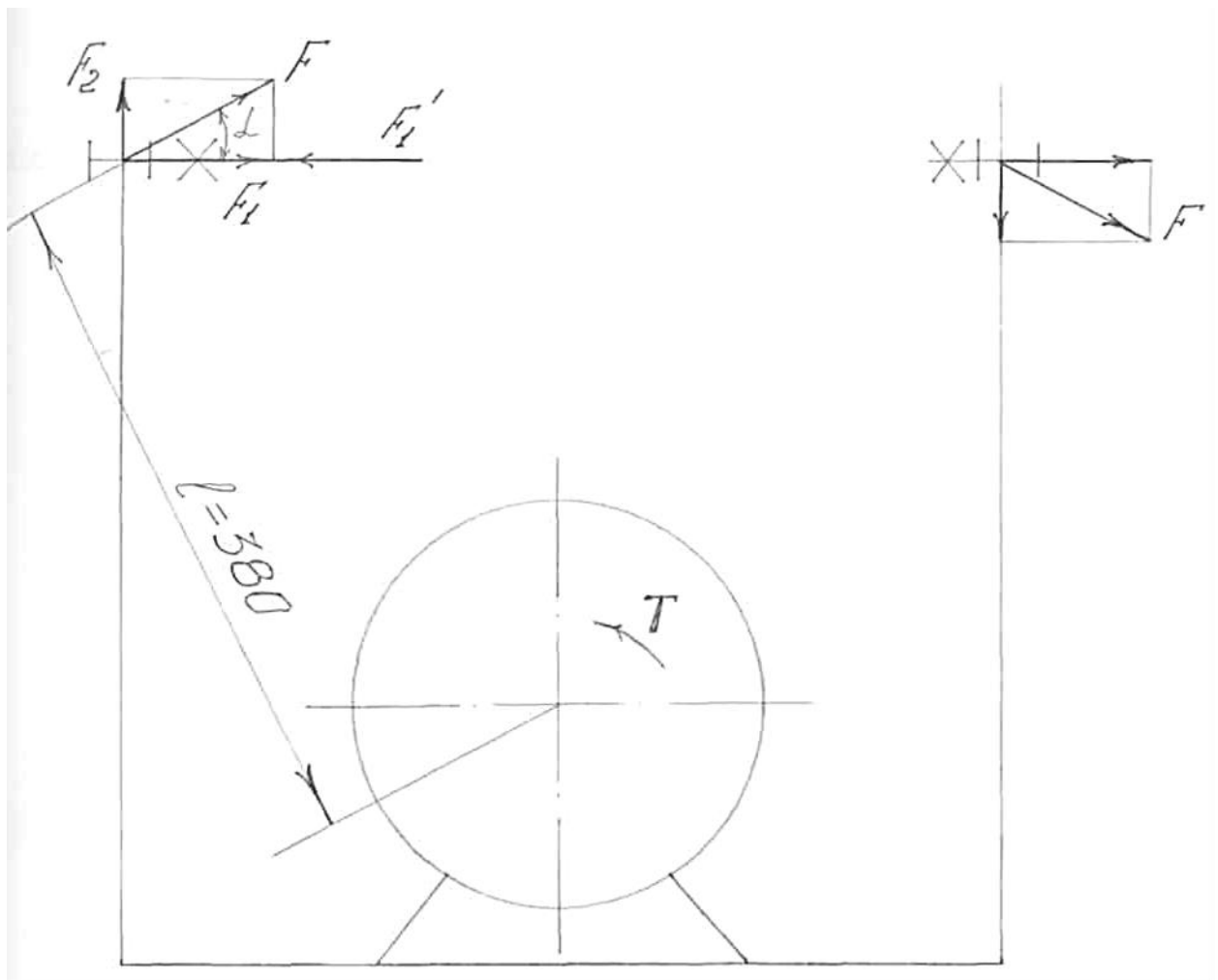


Рисунок 3.5 – Схема розрахунку болта для з'єднання піврам обладнання

Силу F_2 знаходимо за формулою:

$$F_2 = F \cdot \sin \alpha, \text{ Н} \quad (3.14)$$

Підставивши відповідні значення, одержимо:

$$F_2 = 26,3 \cdot \sin 66^\circ = 24 \text{ н.}$$

Знаходимо силу F_1^1 , яка притискає гайку до деталі, створюючи цим тертя між ними за формулою:

$$F_1^1 = F_2 / f \cdot k, \text{ Н}, \quad (3.15)$$

де f – коефіцієнт тертя між гайкою і деталлю, яка скріплюється;

k – коефіцієнт запасу на тертя.

Підставивши значення, отримаємо:

$$F_1^1 = 24/0,15 \cdot 1,2 = 192 \text{ н}$$

Силу розтягу болта знаходимо за формулою:

$$F_p = F_1 + F_1^1, \text{ Н} \quad (3.16)$$

Підставивши значення, одержимо:

$$F_p = 10,7 + 192 = 202,7 \text{ н.}$$

Приймаємо болти М12

Перевіряємо умову міцності болтів з наступного співвідношення:

$$\sigma_p = 1,3 \cdot 4 \cdot F_p / \Pi \cdot d_1^2 \leq [\sigma]_p; \quad (3.17)$$

де $[\sigma]_p$ – допустиме напруження розтягу болта, МПа.

Підставивши значення, отримаємо:

$$\sigma_p = 1,3 \cdot 4 \cdot 202,7 / 3,14 \cdot 10,106^2 = 3,3 \text{ МПа.}$$

Умова міцності виконується, так як $[\sigma]_p = 120 \text{ МПа}$, значить болти кріплення піврам вибрано правильно.

Перевіримо правильність підбору болта-фіксатора кріплення швелера до рами автомобіля, за формулою [7,8,23]:

$$\sigma_{зг} = F_6 \cdot l / 0,1 \cdot d^3 \leq [\sigma]_{зг}. \quad (3.18)$$

де F_6 – сила розтягу болта, Н;

l – діаметр стержня болта, мм;

d – відстань від осі болта до краю захоплювача, мм.

Силу F_6 розраховуємо за формулою [7,8,23]:

$$F_6 = F_2 + \frac{1}{2} \cdot F_6; \quad (3.19)$$

де F_6 – сила ваги стенда, Н.

Силу F_6 визначаємо за формулою:

$$F_6 = m \cdot g; \quad (3.20)$$

де m – маса стенда, кг;

g – прискорення вільного падіння, $g = 9,8 \text{ Н/кг}$.

Підставивши значення, отримаємо:

$$F_{\delta} = 28 \cdot 9,8 = 274,4 \text{ Н}$$

Тоді сила F_{δ} становитиме

$$F_{\delta} = 24 + \frac{1}{2} \cdot 274,4 = 161,2 \text{ Н.}$$

Перевіряємо умову міцності за формулою (6.18)

$$\sigma_{\text{зг}} = 161,2 \cdot 18 / 0,1 \cdot 16^3 = 7,1 \text{ МПа.}$$

Допустиме значення напруження згину $[\sigma]_{\text{зг}}$ для даного болта становить 120 МПа. Умова міцності виконується. Значить геометричні параметри болта-фіксатора вибрані правильно.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Аналіз стану охорони праці в господарстві

Наказом по господарству відповідальність за охорону праці у виробничих підрозділах покладено на головних спеціалістів. Рада в свою чергу розробляє план заходів по покращенню умов праці у господарстві, організовує працю і навчання робітників, контролює санітарно-технічні умови праці і дотримання правил експлуатації засобів виробництва. Головні спеціалісти слідкують за впровадженням у виробництво механізації і автоматизації виробничих процесів, керують розробкою пристосувань, спрямованих на полегшення і поліпшення безпечності умов праці, перевіряють правильність експлуатації технічних засобів, стежать за правильністю виконання всіх вимог з охорони праці, проводять з робітниками вступні інструктажі та інструктажі на робочих місцях з техніки безпеки. Інженер з охорони праці здійснює контроль за дотриманням техніки безпеки на кожній ділянці, проводить навчання і слідкує за видачею спецхарчування, спецодягу.

Разом з тим у господарстві іноді має місце виробничий травматизм. Основними причинами травматизму є недостатня кількість відповідних інструментів і пристосувань для ремонту і технічного обслуговування машинно-тракторного парку, незадовільний технічний стан машин, а також відсутність належних сум фінансування.

4.2 Основні вимоги правил безпеки праці під час ремонту вузлів автомобілів і заходи для застереження нещасних випадків

Зняті під час розбирання вузли і деталі потрібно укладати на спеціально встановлені стелажі, столи, підставки розташовані так, щоб залишилось місце для безпечної роботи і проходу. Верстаки, монтажні столи, підставки та інше обладнання повинно бути стійким від перекидання від ваги

об'єкту ремонту та від прикладеної робітником сили, а їх робочі поверхні з дерева, повинні бути покритими металевим листом. Якщо верстаки встановлені поблизу проходів або звернені до інших робочих місць чи один до одного, то між ними потрібно встановити захисну стінку висотою не менше 600 мм над поверхнею столу (наприклад з густої металевої сітки).

Однією з найбільш непривабливих складових частин процесу ремонту машин є їх очищення та миття. Мийні роботи, як правило, виконують із застосуванням мийних розчинів, що містять луги а також вогнебезпечні та гарячі розчини, які інтенсивно випаровуються. Робітники під час виконання таких робіт повинні користуватися спецодягом, окулярами, рукавицями, а при потребі респіраторами. Відкриті ділянки шкіри попередньо потрібно обробляти захисними пастами і кремами. Необхідно проводити інтенсивне вентилявання приміщень мийного відділення та робочих місць де такі роботи виконуються. Особливу увагу потрібно приділяти зберіганню на робочих місцях використовуваного для витирання деталей ганчір'я та знятих консервуючих матеріалів. Такі матеріали повинні зберігатися у металевій тарі, яка встановлюється в зоні недоступній для сонячного проміння, джерел тепла та іскроутворення.

В даний час основну частку трудомісткості ремонту складають розбирально-складальні операції які в більшості випадків виконуються вручну і значно рідше з використанням механізованих інструментів. Отже головне завдання техніки безпеки полягає у контролі за правильністю організації робочих місць, технічним станом інструментів та засобів механізації процесів розбирання і складання. Під час розбирання та складання пресових з'єднань використовувати лише інструменти відповідного типорозміру, спеціальні знімачі та інші пристрої, справні молотки, молоти, зубила, вибивачі, кернери, напрямні, наставки і інші інструменти, постійно слідкуючи за цілісністю їх ручок, відсутністю у молотків, зубил, кернерів, надставок тріщин на ударних і робочих поверхнях.

Під час виконання слюсарних робіт потрібно пам'ятати, що хвостовики напилків, шаберів, ручки ножівок і інших аналогічних інструментів повинні бути надійно заправлені в дерев'яну ручку з металевим кільцем. Слюсарно – механічні роботи з використанням відрізних та шліфувальних кругів, встановлених на шпинделях з пневматичним та електричним приводом, потрібно виконувати в спецодязі, рукавицях і респіраторі.

Основні правила техніки безпеки для верстатників наступні: під час роботи на токарних верстатах заборонено використовувати спрацьовані або несправні центри, притримувати рукою відрізувану деталь, обробляти довгі деталі без люнета, працювати без захисних огорожень, залишати ключ в затискному патроні, зачищати деталі під час обертання шпинделя шліфувальним папером вручну без спеціальних тримачів, прибирати стружку з верстата під час його роботи, або руками без рукавиць, здувати її струменем стисненого повітрям.

Під час роботи на свердлувальних верстатах забороняється притримувати деталі руками, закріплювати деталь під час роботи верстата, зупиняти шпиндель руками. На шліфувальних і точильних верстатах не допускати ударів по кругу, використання круга з тріщинами та надломами, стояння навпроти круга під час роботи верстата, працювати на верстатах не оснащених гідравлічними вловлювачами пилу, підручниками для утримування деталей, прозорими захисними щитками. Після заміни круга потрібно надійно закріпити кожухи, перевірити роботу верстата на холостому ходу протягом трьох хвилин та при потребі провести балансування круга.

Під час проведення електрозварювальних робіт потрібно слідкувати за надійним заземленням обладнання. Електрокабелі не можуть мати пошкоджень ізоляції. Зварювання проводити не ближче як 5 метрів від горючих матеріалів, предметів. Особливу небезпеку становлять роботи з тарою з під паливо-мастильних матеріалів які необхідно промити розчином

каустичної соди або продути гарячою водяною паром, чи витримати у відпрацьованих газах двигунів не менше трьох годин, а зварювати тільки при відкритих горловинах. Біля поста електрозварювальника повинні бути протипожежні засоби, захисні щити від випромінюючої дії дуги.

На робочих місцях повинні бути аптечки укомплектовані засобами першої допомоги, які постійно поповнюються витраченими медичними препаратами і засобами, а також проводиться заміна препаратів, що втратили термін придатності.

На дільниці потрібно постійно поновлювати наочну інформацію з питань охорони праці, утримувати в належному стані документацію проведення інструктажів, вести постійну роботу з усіма працівниками, запроваджувати в дію вимоги нових нормативних документів з охорони праці, техніки безпеки, пожежної безпеки та виробничої санітарії.

4.3 Розрахунок виробничого освітлення

Розрахунок виробничого освітлення проводять в два етапи. Спочатку розраховують природне освітлення а потім штучне.

Вихідною величиною для розрахунку є значення коефіцієнта природного освітлення залежно від розряду зорової роботи, що визначається у СНіП.

Визначаємо нормоване значення коефіцієнта природного освітлення за формулою [10, 12, 24]:

$$e_n = e \cdot m \cdot c, \quad (4.1)$$

де e – коефіцієнт природного освітлення залежно від розряду зорової роботи, $e = 1,6$;

m – коефіцієнт світлового клімату, $m = 2,0$,

c – коефіцієнт сонячного клімату, $c = 0,7$,

$$e_n = 1,6 \cdot 2,0 \cdot 0,7 = 2,24$$

Площу освітлювальних щілин S_B для забезпечення нормованого значення КПО визначаємо за формулою [10, 12, 24]:

$$S_B = \frac{e_n * \eta_d * S_n * K_{e.б.}}{100 * \tau_0 * r_1}, \text{ м}^2 \quad (4.2)$$

де e_n – нормативне значення КПО, $e_n = 2,24$;

η_d – світлова характеристика вікон, $\eta_d = 20$;

S_n – площа підлоги, $S_n = 160 \text{ м}^2$;

$K_{e.б.}$ – коефіцієнт, який враховує затінення вікон будинками, що стоять навпроти, $K_{e.б.} = 1,4$

τ_0 – загальний коефіцієнт світло проникнення світлових щілин, $\tau_0 = 0,3$,

r_1 – коефіцієнт, що враховує відбивання світла від внутрішніх стін приміщення, $r_1 = 2,8$

$$S_B = 2,24 \cdot 20 \cdot 160 \cdot 1,4 / 100 \cdot 0,3 \cdot 2,8 = 89,6 \text{ м}^2$$

За обчисленою світло пропускнуою площею S_B визначаємо чи відповідають розміри вікон і їх кількість в приміщенні.

Розрахунок проводимо у повній послідовності, залежно від розряду зорової роботи, джерела світло системи освітлення, контрасту об'єкта, розпізнання, з фоном і характеристики фону встановлюємо норму освітленості і вибираємо тип світильника і висоту його підвішування, після чого визначаємо відстань між освітлювачами та їх кількість. При цьому враховуємо, що рівномірність освітлення залежить від висоти підвішування світильників і схеми їх розташування.

Отже, відношення відстані між освітлювачами до висоти їх підвішування $L_c/H_p = 1,4 - 1,8$, при шаховому $L_c/H_p = 1,8 - 2,5$. [10, 12, 24]

Обчислюємо індекс (показник) приміщення за формулою [10, 12, 24]:

$$i = \frac{S}{H_p * (L + B)}, \quad (4.3)$$

де S – площа приміщення, $S = 160 \text{ м}^2$,

H_p – розрахункова висота підвішування світильника, $H_p = 4,1 \text{ м}$,

L та B – довжина і ширина основного приміщення, $L = 18 \text{ м}$, $B = 9 \text{ м}$

$$i = 18 \cdot 9 / 4,1 (18+9) = 1,46$$

Розраховуємо світловий потік, який повинні створити в основному приміщенні всі лампи за формулою [10, 12, 24]:

$$\Phi_n = \frac{E * K * S * z}{\eta}, \text{ лк}, \quad (4.4)$$

де E – мінімальна нормована освітленість, $E = 200 \text{ лк}$,

K – коефіцієнт запасу світлового потоку, $K = 1,2 - 1,7$

S – площа приміщення, $S = 160 \text{ м}^2$,

z – поправочний коефіцієнт, який враховує нерівномірність освітлення, $z = 0,9 - 1,4$,

η – коефіцієнт використання світлового потоку, $\eta = 0,85$

$$\Phi_n = 200 \cdot 1,3 \cdot 160 \cdot 0,8 / 0,85 = 39642 \text{ лк}$$

Відстань між освітлювачами визначаємо за формулою:

$$L_c = Y \cdot H_p \quad (4.5)$$

де Y – коефіцієнт взаємного розташування світильників залежно від висоти підвісу, $Y = 1,4 - 2,5$ (для шахового розташування) і $Y = 1,4 - 1,8$ для лінійного розташування

$$L_c = 1,7 \cdot 4,1 = 6,97 \text{ м}$$

Кількість світильників для основного приміщення визначаємо з виразу

$$N_c = (L/L_c + 1) \cdot (B/L_c + 1), \text{ шт.} \quad (4.6)$$

$$N_c = (18/6,97 + 1) \cdot (9/6,97 + 1) = 8 \text{ шт.}$$

Світловий потік одного освітлювача визначаємо з виразу

$$\Phi_l = \Phi_n / N_c, \text{ лк} \quad (4.7)$$

$$\Phi_l = 26428 / 6 = 4405 \text{ лк}$$

За таблицями світлотехнічних характеристик електричних ламп добирають відповідну за світловим потоком лампу, враховуючи, що світловий потік дібраної лампи може відрізнятись від розрахункового на 10-20 %.

4.4 Пожежна безпека

В запропонованому пункті ремонту вузлів і агрегатів автомобілів пропонуємо встановити пожежний щит, укомплектований необхідним інвентарем і скриню для піску. У майстерні повинні бути крани на водяній мережі із пожежними рукавами і брандспойтами, а недалеко від майстерні повинен бути пожежний резервуар з безперешкодним під'їздом, при будь-яких погодних умовах.

Біля ділянки повинно бути оснащення для подачі сигналу у випадку виникнення пожежі. Також робоче місце повинна бути обладнана відповідною сигналізацією і телефоном, щоб можна було своєчасно викликати пожежну охорону. Трактори, які знаходяться в майстерні повинні мати справні пристрої для їх буксирування.

Для своєчасного запобігання та ліквідації пожежі в ділянці передбачені комплекс заходів, організаційно-технічного і протипожежного напрямку, зокрема: а) заняття з працівники майстерні з питань уникнення пожежонебезпечних ситуацій; б) дотримання вимог пожежної безпеки; в) набуття навиків у діях, відповідно табелю бойового розрахунку на випадок пожежі; г) систематичне поновлення і поповнення засобів пожежегасіння

4.5. Розробка заходів щодо захисту цивільного населення

Захист цивільного населення у разі загрози та виникнення надзвичайних ситуацій є одним з найважливіших завдань, яке покладається на службу з охорони праці та цивільної оборони.

Захист населення базується на дотриманні систем заходів, що забезпечують виконання організаційних, протиепідемічних та інших заходів у сфері запобігання і ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, сюди включають: а) - розробку наглядно-методичних та інформативних заходів; б) - планування та проведення навчально практичних занять з питань надзвичайних ситуацій; в) - ознайомлення всіх працюючих і учнів з функціональними обов'язками системи дій при надзвичайних ситуаціях; г) - ознайомлення всіх працюючих з системою оповіщення при надзвичайних ситуаціях на підприємстві.

На випадки надзвичайних ситуацій розробляється план дій включаючи використання засобів індивідуального захисту, схеми і маршрути евакуації з приміщень дільниці та маршрути подальшого переміщення і транспортування в безпечні зони. Інженером з техніки безпеки систематично проводиться навчання і практичні заняття з вирішенням ситуаційних задач з різними варіантами стихійного лиха та дії різноманітних катастроф техногенного характеру. Розглядаються також варіанти хімічної та радіаційної дії.

5. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОГО ЕФЕКТУ ВІД ЗАПРОВАДЖЕННЯ СТЕНДУ ДЛЯ ОБКАТУВАННЯ ТЯГОВИХ МОСТІВ АВТОМОБІЛІВ КАТЕГОРІЇ N1

Досвід роботи ремонтних підприємств та результатів проведених наукових досліджень стверджують, що використання в експлуатації не обкатаних тягових мостів після їх ремонту знижує їх загальний ресурс на 15 - 35%, а в окремих випадках приводить до руйнування деталей протягом перших п'яти тисяч кілометрів пробігу. Через появу шуму і порушення температурного режиму на перших десятках кілометрів пробігу до 40 % тягових мостів підлягають повторному розбиранню та регулюванню. Крім того в більшості випадків приходиться замінювати пошкоджені деталі. Запровадження у виробництво розробленого в даному дипломному проекті стенду для обкатування на холостому ході тягових мостів автомобілів можна буде своєчасно виявити і усунути можливі несправності і отримати економічний ефект за рахунок зменшення витрат на запасні частини, витрат на додаткові ремонтні роботи, та уникнення втрат від простою автомобілів.

Розрахунковий економічний ефект від запровадження стенду для обкатування тягових мостів визначаємо за формулою [1] :

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

де B_p - вартісна оцінка результатів, отриманих за розрахунковий період, грн;

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

При розрахунках береться до уваги строк служби устаткування t , а вартісну оцінку результатів, які будуть отримані за весь строк його використання, визначаємо за формулою [1]:

$$B_p = \sum_{t=i^*n}^{t=i^*k} B_t * \alpha_t ; \text{ грн.} \quad (5.2)$$

де, B_t - вартісна оцінка результатів в t-тому році розрахункового періоду, грн;

t_n - початковий рік розрахункового періоду;

t_k - кінцевий рік розрахункового періоду;

α_t - коефіцієнт зведення до розрахункового року.

Вартісну оцінку результатів в t-тому році визначаємо за формулою [1]:

$$B_t = C_t \cdot \Pi_t, \text{грн.} \quad (5.3)$$

де, C_t - економія коштів на одному обкатуванні тягового моста автомобіля, грн;

Π_t - загальна кількість обкатаних в даному році тягових мостів автомобілів з використанням розробленого обладнання.

Коефіцієнт зведення до розрахункового року визначаємо за формулою [1]:

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

де, E_n - норматив зведення різночасових витрат і отримання результатів, що чисельно прирівнюються до нормативу ефективності номінальних вкладень, $E_n = 0,1$;

t_p - розрахунковий рік;

t - рік, затрати якого зводяться до розрахункового року.

Результати розрахунків коефіцієнта α_t заносимо в таблицю 5.1.

Для визначення економічного ефекту користуємося наступною методикою. Під час розрахунків приймаємо до уваги, що всі автомобілі будуть обслуговуватися з використанням обладнання для діагностування ходової частини. Загальну кількість обслуговуваних протягом року автомобілів визначаємо за формулою [1]:

$$\Pi_t = T_{pa} / t_{ц}, \text{ шт.}, \quad (5.5)$$

де T_{pa} – загальна трудомісткість ремонту тягових мостів для робочого місця, $T_{pa} = 1361$ люд. год;

$t_{\text{ц}}$ – трудомісткість ремонту одного тягового моста з врахуванням часу на обкатування, $t_{\text{ц}} = 21,4$ люд.год

$$P_t = 1361 / 21,4 = 64 \text{ шт.}$$

В подальших розрахунках будемо приймати до уваги, що кількість ремонтів і обкатуваних тягових мостів буде зростати щорічно на 5%, за рахунок збільшення чисельності автомобілів та зони обслуговування дільницею [1].

Для того, щоб визначити економію коштів за рахунок обкатування одного тягового моста впродовж терміну служби стенду скористаємося наступною формулою [1]:

$$C_t = (C_{\text{зп}} + C_{\text{оп}} + C_{\text{пр}}) \cdot \alpha_t, \text{ грн.} \quad (5.6)$$

де $C_{\text{зп}}$ – економія коштів за рахунок зменшення витрати запасних частин внаслідок проведення обкатування тягових мостів, грн.,

$$C_{\text{зп}} = 1190 \text{ грн.};$$

$C_{\text{оп}}$ - економія коштів за рахунок зменшення трудомісткості повторних ремонтних робіт внаслідок проведення обкатування тягових мостів, грн., $C_{\text{оп}} = 1260 \text{ грн.};$

$C_{\text{пр}}$ - зменшення збитків від простою автомобіля в повторному ремонті внаслідок проведення обкатування тягових мостів, грн.,

$$C_{\text{пр}} = 1220 \text{ грн.}$$

$$C_{2024} = (1190 + 1260 + 1220) \cdot 1 = 3670 \text{ грн}$$

Аналогічно визначаємо для решти років і результати розрахунків заносимо в таблицю 6.1

Підставивши отримані значення у формулу (5.3) визначаємо вартісну оцінку результатів для першого розрахункового року

$$B_{2024} = 3670 \cdot 64 = 234880 \text{ грн}$$

Аналогічно визначаємо для решти років і результати розрахунків заносимо в таблицю 5.1

Вартісну оцінку витрат визначаємо за формулою [1]:

$$Z_p = \sum_{t=1}^{e=e} Z_t * \alpha_t, \text{ грн.} \quad (5.7)$$

де Z_t - величина витрат в t-тому році, грн.

Для першого розрахункового року вартісну оцінку витрат визначаємо з виразу [15,19]:

$$Z_{2024} = Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 + Z_5 + Z_6 + Z_e, \text{ грн.} \quad (5.8)$$

де Z_1 - вартість виготовлення конструкторської та технічної документації, $Z_1 = 3800$ грн;

Z_2 - вартість матеріалів на комплект стенду, $Z_2 = 6200$ грн;

Z_3 - вартість комплектуючих, $Z_3 = 5600$ грн;

Z_4 - вартість виготовлення деталей, $Z_4 = 1200$ грн;

Z_5 - вартість складальних, монтажних та налагоджувальних і випробувальних робіт, $Z_5 = 1020$ грн;

Z_6 - витрати на організацію і підготовку виробництва з використанням розробленого стенду, $Z_6 = 400$ грн.

Z_e - експлуатаційні витрати включаючи вартість електроенергії, визначаємо з виразу [1]:

$$Z_e = P_t \cdot (Z_{\text{оп}} + Z_{\text{ел}} + Z_{\text{тр}}), \text{ грн.}, \quad (5.9)$$

де $Z_{\text{оп}}$ - оплата праці та нарахування на зарплату за обкатування одного моста, грн.;

$Z_{\text{ел}}$ - вартість електроенергії, грн.;

$Z_{\text{тр}}$ - затрати від продовження циклу ремонту за рахунок виконання операцій обкатування, грн

$$Z_e = 64 \cdot (9,80 + 1,68 + 43,00) = 3486,72 \text{ грн}$$

Значення показників $Z_1 \dots Z_6$ прийняті на підставі експертних оцінок спеціалістів господарств та працівників кафедри агроінженерії та технічного сервісу імені професора Олександра Семковича ЛНУП

$$Z_{2024} = 3800 + 6200 + 5600 + 1200 + 1020 + 400 + 3486,72 = 21706,72 \text{ грн.}$$

Для решти років вартісну оцінку витрат визначаємо за формулою:

$$Z_t = (Z_{ам} + Z_е) \cdot \alpha_t, \text{ грн.} \quad (5.10)$$

де, $Z_{ам}$ - амортизаційні відрахування, що визначаються з виразу:

$$Z_{ам} = \eta_з \cdot C_{об}, \text{ грн.} \quad (5.11)$$

де $\eta_з$ - частка початкової вартості стенду, необхідна для підтримання його роботоздатності, $\eta = 0,15$;

$C_{об}$ – початкова вартість обладнання, грн

$$C_{об} = Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 + Z_5 + Z_6, \text{ грн.} \quad (5.12)$$

$$C_{об} = 3800 + 6200 + 5600 + 1200 + 1020 + 400 = 18220 \text{ грн.}$$

$$Z_{ам} = 0,15 \cdot 18220 = 2733 \text{ грн.}$$

$$Z_{2025} = (2733 + 3486,72) \cdot 0,9091 = 5654,35 \text{ грн.}$$

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

Скориставшись формулою (5.1) економічний ефект для першого розрахункового року:

$$E_{2024} = 234880 - 21706,72 = 213173 \text{ грн}$$

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

Строк окупності запропонованого стенду визначаємо за формулою [1]:

$$T_{ок.} = \frac{\sum Z_t}{\sum E_t} * t_{вик.}, \text{ років,} \quad (5.13)$$

де $t_{вик.}$ - термін використання стенду приймаємо $t_{вик.} = 8$ років.

$$T_{ок.} = 51982 \cdot 8 / 2142817 = 0,19 \text{ року}$$

Отже, строк окупності стенду для обкатування на холостому ходу тягових мостів автомобілів майже 2,5 місяці.

Таблиця 5.1 Розрахунок економічного ефекту від запровадження стенду для обкатування тягових мостів автомобілів категорії N1

Показники	Роки використання обладнання								Разом
	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	
P_t - річна програма ремонту і обкатування мостів, шт.	64	67	71	74	78	82	86	90	612
C_t -економія коштів на одному обкатаному мості, грн.	3670	3336	3033	2757	2507	2279	2072	1883	
α_t - коефіцієнт приведення до розрахункового року	1	0,9091	0,8264	0,7513	0,6830	0,6209	0,5645	0,5131	
V_t -вартісна оцінка результатів, грн.	234880	223512	215343	204018	782507	186878	178192	169470	
Z_t -вартісна оцінка затрат, грн.	21706	5654	5139	4672	4248	3861	3511	3191	51982
E_t -економічний ефект, грн..	213173	217858	210204	199346	778259	183017	174681	166279	2142817

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1) Вивчення ситуації, що склалася в господарствах в питанні технічного обслуговування та ремонту автомобілів вказує на те, що майже у 65% господарств відсутня матеріально-технічна база для своєчасного і якісного ремонту автомобілів. Найбільш несприятливою є ситуація в малих новостворених господарствах які не мають взагалі ремонтних майстерень. Крім того економічна скрута привела до значного скорочення штатних виробничників, що займалися ремонтом і обслуговуванням техніки.

2) Обслуговування наявних автомобілів потребує докорінної зміни, так як існуюча раніше система була марнотратною і малоефективною, то замінити її можна лише поступово запроваджуючи в дію невеликі дільниці ремонту автомобілів на існуючій базі ремонтних майстерень і гаражів господарств.

3) На сьогоднішній день ситуація склалася так, що в Україні не проектується і не виробляється потрібне технологічне обладнання для діагностування, обслуговування, ремонту та обкатування автомобілів та їх агрегатів і вузлів, а обладнання закордонного виробництва немає за що придбати та й воно не розраховане на обслуговування наявних в господарствах марок автомобілів. Тому залишається актуальною потреба в розробці, виготовленні і запровадженні у виробництво нескладного технологічного обладнання, зокрема для обкатування без навантаження тягових мостів.

4) Охоплення послугами дільниці автомобільного парку господарств зони обслуговування, що не мають можливості виконувати ремонтні роботи власними силами, дасть можливість додатково працевлаштувати 7 чоловік при їх коефіцієнті завантаження рівному майже одиниці, що частково вирішить питання працевлаштування для колишніх ремонтних працівників господарства.

5) Запропонований стенд для обкатування без навантаження тягових мостів вантажних автомобілів категорії N1 та їх модифікацій обладнання є доступної для виготовлення конструкції, може легко транспортуватися і використовуватися в умовах майстерень та гаражів, а після його запровадження, дасть змогу отримати економічний ефект понад 2,142817 млн. грн. за вісім років його використання.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Аветісян В.К., Бантковський В.А., Луценко А.П., Польотов В.А., Рижов В.Г. Економіка ремонтного підприємства; За ред. В.К. Аветісяна – Харків, ХНТУСГ, 2005 – 389 с
2. Біліченко В.В. Матеріали для сервісу та ремонту автомобілів: навчальний посібник [Електронний ресурс]. URL: https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/fmbt/bilichenko_servis_ta_remont_avto/index.html#
3. Білоконь Я.Ю. Трактори і автомобілі: Підр. для вищ. агр. закл. освіти II-IV рівнів акредитації за напрямом "Агрономія" / Я.Ю. Білоконь, А.І. Окоча. – Київ: Урожай, 2002. – 324с.
4. Білоконь Я.Ю., Окоча А.І., Войцехівський С.О. «Трактори та автомобілі», Київ; Вища освіта 2003р.; с.18-22
5. Білоконь Я.Ю., Окоча А.І. «Трактори і автомобілі» Київ. Урожай 2002р.; с.8,11-12.
6. Будова автомобіля і трактора. Частина 3. (Трансмісія, механізми керування, ходова частина). Посібник до лабораторних робіт: для студентів технологічного факультету / Укл. Люлька В.С., Коньок М.М., Перинський Ю.Є., Бивалькевич Л.М. – Чернігів: ЧНПУ, 2015. – 108 с.
7. Деталі машин. Конспект лекцій : навч. посіб. / В. О. Малащенко, Б. В. Сологуб ; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т "Львів. політехніка". Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2013. 152 с.
8. Деталі машин. Проектування елементів механічних приводів : навч. посіб. / В. О. Малащенко, В. В. Янків. Львів : Новий Світ-2000, 2013. 264с.
9. Діагностика і технологія ремонту автомобілів: підруч. / В. М. Коваленко, В. К. Щуріхін. — Київ : Літера ЛТД, 2017. — 224 с.
10. Запорожець О.І., Протоєрейський О.С., Франчук Г.М., Боровик І.М. Основи охорони праці. Підручник. Київ: центр учбової літератури. 2009.

264 с.

11. Захарчук О.В. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів : навч. посіб. для студ. вищих навч. закладів / Олег Вікторович Захарчук. – Луцьк : ІВВ Луцького НТУ, 2017. – 140 с.

12. Катренко Л.А. Кіт Ю.В., Пістун І.П. Охорона праці. Курс лекцій, практикум: навч. посіб. Суми: Університетська книга, 2009. 240 с.

13. Кисликов В.Ф., Луцик В.В. Будова й експлуатація автомобілів: Підручник. Київ : Либідь, 2018. 400 с.

14. Костів Б.І. Експлуатація автомобільного транспорту: Підручник. – Львів: Світ, 2004. – 496с.

15. Лебедев А.Т. та інші «Трактори та автомобілі» ч.1 «Автотракторні двигуни»,Київ; Вища школа 2000р.; с.7-9.

16. Лебедев А.Т. та інші «Трактори та автомобілі» ч.3 «Автотракторні двигуни» ,Київ; Вища школа 2000р.; с.9-13.

17. Лудченко О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: Технологія : підручник / ЛудченкоО.А. – Київ : Вища школа, – 2007. – 527 с.

18. Лудченко, О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. Організація і управління : підручник / О. А. Лудченко. – Київ : Знання-Прес, 2004. – 478 с. : іл.

19. Сукач О.М., Миронюк О.С., Паславський Р.І. Шевчук В.В. Методичні рекомендації до виконання дипломних проєктів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для студентів факультету механіки, енергетики та інформаційних технологій за спеціальністю 274 "Автомобільний транспорт". Львів. ЛНУП. 2023. 50 с.

20. Підручник: Кисликов В.Ф., Луцик В.В. Будова й експлуатація автомобілів: Підручник. – Київ: Либідь, 2013. – 400 с.

21. Ремонт автомобілів: навч. посіб., кн. 1/ В. Я. Чабанний, С. О. Магопець, О. Й. Мажейка та ін. ; за ред. В. Я. Чабанного. - Кіровоград : Центральноукраїнське вид-во, 2007. - 392 С.

22. Ремонт автомобілів: Навчальний посібник/ Упор. В.Я. Чабанний. - Кіровоград: Кіровоградська районна друкарня, 2007. - 720 с

23. Сирота В. І., Сахно В.П. Автомобілі. Основи конструкції, теорія: Навчальний посібник. – 2 – ге видання, виправлене та доповнене. – К.: Арістей, 2008.–288с.

24. Ткачук К.Н., Халімовський М.О., Зачарний В.В. та ін. Основи охорони праці: Підручник. Київ: Основа, 2003. 472 с.

25. Черновол М.І., Чабанний В.Я. та ін. Технічна експлуатація автомобілів: Лабораторний практикум. – Кіровоград: РВП КНТУ, 2007. – 125 с.

26. Класифікація вантажних автомобілів <https://dolphincargo.com.ua/ua/klasifikaciya-vantazhnix-avtomobiliv/> (дата звернення: 8.08.2023).

27. Типи і види вантажних автомобілів. <https://specmash.org.ua/article/tipi-i-vidi-vantazhnih-avtomobiliv> (дата звернення: 8.08.2023).

28. Типи та види вантажних автомобілів. <https://www.soloviy-trans.com.ua/dlia-zamovnykiv/chy-znaiete-vy/typy-ta-vydy-vantazhnykh-avtomobiliv> (дата звернення: 8.08.2023).

29. Вантажні автомобілі, нові моделі – Київ. <https://vidi.ua/ua/new-truck/all/?page=2> (дата звернення: 8.08.2023) ()

30. Автомобілі КрАЗ. <https://www.autokraz.com.ua/index.php/uk/produksiya/automobile/civil> (дата звернення: 8.08.2023).

31. Вантажівки MAN. <https://man-ag.com.ua/uk/main/truck/> (дата звернення: 8.08.2023).