

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Кафедра автомобілів

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Проект автотранспортного підприємства для виконання технічного
обслуговування системи запуску двигуна автомобілів HINO 500 GH8JS7G-XHR з
дослідженням елементів несучої системи передньої підвіски при русі по
криволінійній траєкторії

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи МАМ-63
спеціальності 274

«Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Ярослав ЧІХ

(ім'я та прізвище)

Керівник

(підпис)

Анатолій МАТВІЙШИН

(ім'я та прізвище)

Нормоконтроль

(підпис)

Михайло ЛЕВКОВИЧ

(ім'я та прізвище)

Завідувач кафедри

(підпис)

Олег ЦЬОНЬ

(ім'я та прізвище)

Рецензент

(підпис)

(ім'я та прізвище)

Тернопіль
2024

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)
Кафедра Кафедра автомобілів
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Олег ЦЬОНЬ
(підпис) (ім'я та прізвище)
« » 2024 р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня Магістр
(назва освітнього ступеня)
за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт»
(шифр і назва спеціальності)
студенту Чіх Ярослав Іванович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект автотранспортного підприємства для виконання технічного обслуговування системи запуску двигуна автомобілів HINO 500 GH8JS7G-XHR з дослідженням елементів несучої системи передньої підвіски при русі по криволінійній траскторії

Керівник роботи Матвійшин Анатолій Цосипович, к.т.н., доц.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «11» листопада 2024 року №4/7-1080

2. Термін подання студентом завершеної роботи 20 грудня 2024

3. Вихідні дані до роботи Характеристика підприємства, базовий технологічний процес обслуговування системи запуску двигуна автомобілів HINO 500 GH8JS7G-XHR

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1 Загально-технічний розділ. 2 Технологічний розділ. 3 Конструкторський розділ.

4 Науково-дослідний розділ. 5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

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

Аналіз підприємства та його показників – 2 аркуші формату A1. Стенд пневматичний клепальний – 1 аркуш формату A1. Пневмоциліндр – 1 аркуш формату A1. Система запуску GH8JS7G-XHR – 1 аркуш формату A1. План допоміжного виробничого корпусу – 1 аркуш формату A1. Генеральний план АТП – 1 аркуш формату A1. Дослідження – 1 аркуш формату A1.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях			

7. Дата видачі завдання 11.11.2024

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

[illegible]

Студент

(підпис)

Ярослав ЧІХ

(ім'я та прізвище)

Керівник роботи

(підпис)

Анатолій МАТВІЙШИН

(ім'я та прізвище)

Реферат

до кваліфікаційної роботи на тему:

«Проект автотранспортного підприємства для виконання технічного обслуговування системи запуску двигуна автомобілів HINO 500 GH8JS7G-XHR з дослідженням елементів несучої системи передньої підвіски при русі по криволінійній траєкторії» студента групи МАм-63 ТНТУ імені Івана Пулюя Чіх Ярослава Івановича. Керівник роботи – к.т.н., доц. кафедри автомобілів Матвійшин А.Й.

Пояснювальна записка містить: 68 арк. формату А4 та додатки, графічна частина – 8 аркушів формату А1.

Ключові слова: технологічний процес, технічне обслуговування, ремонт, організація ТО, структура АТП, структура управління, система запуску, система живлення.

Наведено аналіз підприємства, виробничу програму та організацію АТП.

Зроблено технологічні розрахунки: виробничу програму ТО та поточного ремонту автомобілів, виробничі пости, площі і кількість працівників. Наведено обслуговування систему запуску двигуна автомобілів HINO 500 GH8JS7G-XHR.

Приведено вибір обладнання для ТО.

Розглянуто елементи несучої системи передньої підвіски при русі по криволінійній траєкторії.

Описано питання з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях. Оформлено графічну частину роботи.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ	
1.1 Аналіз підприємства та його показників	9
1.2 Принципи і методи управління АТП	14
1.3 Форма управління АТП	14
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	
2.1 Виробнича програма ТО	16
2.1.1. Для автомобілів Ford Cargo 1830	16
2.1.2. Для автомобілів Nino 500	18
2.2. Річний обсягу робіт і чисельності працівників	19
2.3 Річний обсяг робіт по самообслуговуванню підприємства	22
2.4 Кількість робітників	24
2.5 Виробничі площі	26
2.6 Підбір обладнання	26
2.7 Генеральний план	30
2.8 Організація виробництва в зоні ТО	32
2.9 Система запуску GH8JS7G-XHR	33
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	
3.1 Обґрунтування вибору солідолонагнітача	40
3.2 Розрахунок складових технологічного обладнання	42
4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ	
4.1. Дослідження елементів несучої системи передньої підвіски при русі по криволінійній траєкторії	46
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	
5.1 Розробка положень, інструкцій і наказів з охорони праці	57

5.2 Визначення процедур оповіщення та інформування працівників про небезпеку	59
5.3 Розрахунок аварійного освітлення проектного цеху, ділянки	62
ВИСНОВКИ	64
БІБЛІОГРАФІЯ	66
ДОДАТКИ	69

ВСТУП

Автотранспортні підприємства відіграють важливу роль у забезпеченні надійної та безперебійної роботи транспортних засобів, які є основними учасниками сучасної логістичної системи. Одним із важливих аспектів ефективної експлуатації АТЗ є належне технічне обслуговування та ремонт їхніх систем, що забезпечують безпеку та функціональність. Такою системою є система запуску двигуна, від якої залежить стабільність роботи двигуна та його здатність до запуску в будь-яких умовах експлуатації.

У кваліфікаційній роботі розглядається проект автотранспортного підприємства, яке спеціалізується на виконанні технічного обслуговування системи запуску двигуна автомобілів HINO 500 GH8JS7G-XHR. Це підприємство має за мету забезпечити високу ефективність та надійність обслуговування цієї системи, що є важливим для гарантування безпеки та ефективної експлуатації транспорту.

Крім того, увага приділяється дослідженню елементів несучої системи передньої підвіски автомобілів HINO 500 GH8JS7G-XHR, що є особливо важливим при русі по криволінійній траєкторії. Робота передбачає аналіз впливу навантажень на ці елементи, що дозволить поліпшити їхню конструкцію та підвищити експлуатаційні характеристики автомобіля, зокрема стійкість і комфорт при русі на кривих ділянках доріг.

Метою цієї роботи є розробка проекту автотранспортного підприємства, яке буде здатне забезпечити високоякісне обслуговування та ремонт технічних систем автомобілів, а також дослідження та оптимізація елементів підвіски для підвищення їхньої довговічності та надійності в умовах реальної експлуатації. Окрім того, проект передбачає детальне вивчення та обґрунтування організаційних і технологічних аспектів, що дозволяють створити ефективну систему обслуговування автомобільного транспорту та підвищити економічну ефективність роботи підприємства.

Завдяки застосуванню інноваційних підходів і сучасних технічних рішень, запропоноване підприємство зможе забезпечити високий рівень ТО системи запуску двигуна, а також підвищити експлуатаційні характеристики передньої підвіски автомобілів HINO 500 GH8JS7G-XHR.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Аналіз підприємства та його показників

Автотранспортне підприємство є ключовим елементом транспортної інфраструктури району та спеціалізується на виконанні вантажних перевезень для різних категорій клієнтів. Основний рухомий склад підприємства представлений вантажними автомобілями марки Ford Cargo, які активно використовуються для транспортування товарів на місцевих і міжміських маршрутах. Ці автомобілі характеризуються високою надійністю, великою вантажопідйомністю та економічністю, що сприяє зниженню витрат і підвищенню якості транспортних послуг.

Окремий напрям діяльності пов'язаний з обслуговуванням господарюючих суб'єктів району. Для цього залучено автомобілі марки Hino 500, які ефективно виконують задачі з перевезення різноманітних вантажів, забезпечуючи своєчасну доставку та оптимізацію логістичних процесів. Завдяки цьому підприємство робить значний внесок у розвиток економіки району, створюючи сприятливі умови для господарської діяльності та товарообігу.

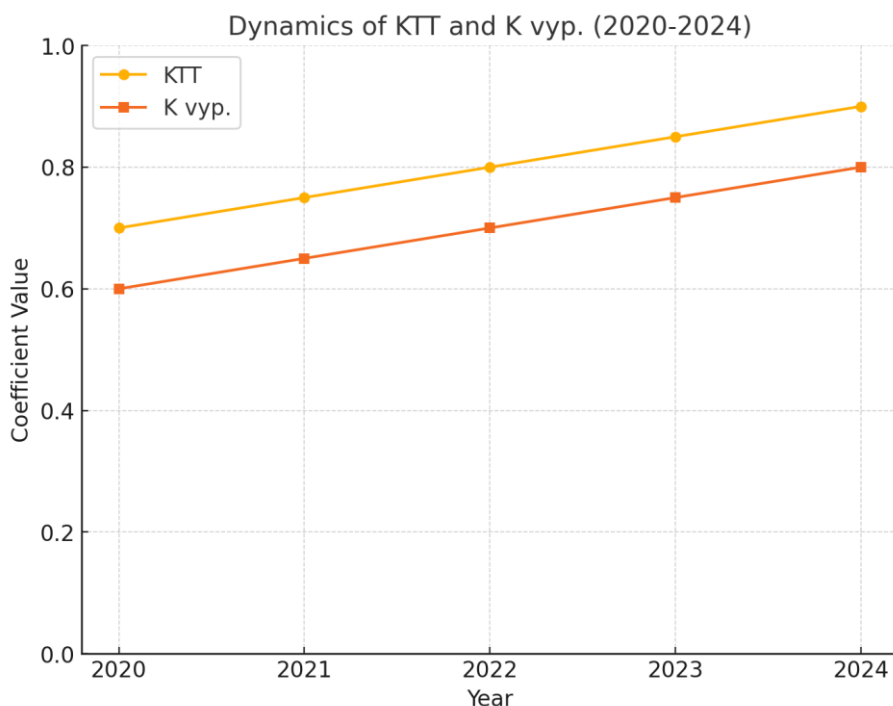


Рисунок 1.1 – Технічна готовність

Підприємство працює на одному виробничому майданчику, що дозволяє централізовано управляти автопарком і оперативно виконувати технічне обслуговування автомобілів. Завдяки ефективному управлінню, сучасному технічному оснащенню та надійному рухомому складу, підприємство забезпечує стабільну роботу та високу якість транспортних послуг.

У період 2020-2024 років коефіцієнт технічної готовності коливався в межах від 0,6 до 0,8. Як видно з графіка, за останні два роки його значення стабільно трималося на рівні не нижче 0,8, що свідчить про покращення технічного стану рухомого складу. Коефіцієнт виробітку також демонстрував зростання, вказуючи на позитивні тенденції в роботі підприємства. У середньому за цей період коефіцієнт виробітку становив 0,6.

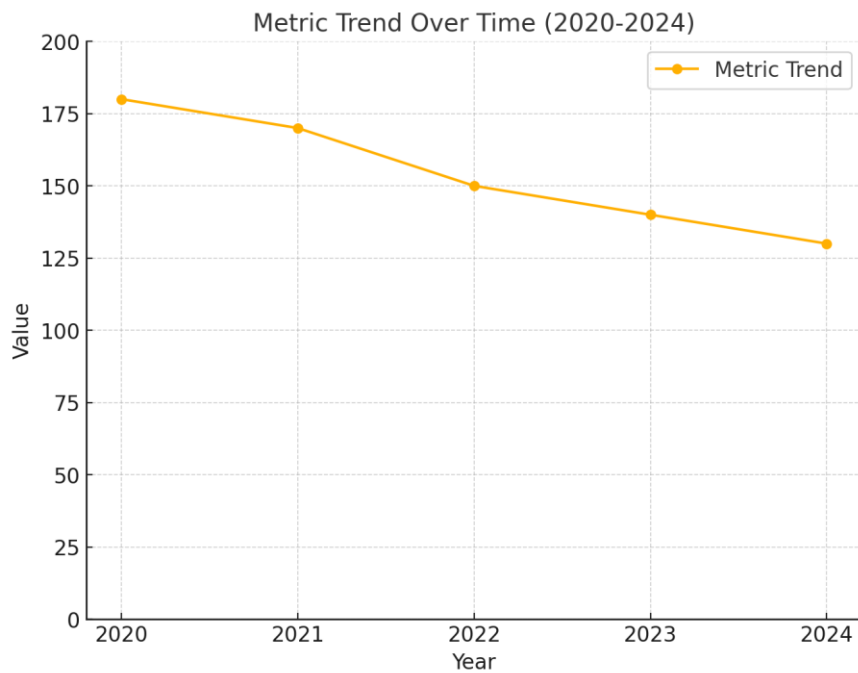


Рисунок 1.2 – Кількість автомобілів

За останні роки кількість автомобілів у списку зменшилася зі 150 до трохи більше 100. Це скорочення пояснюється фізичним і моральним зносом рухомого складу, об'єктивним зниженням виробничих потужностей підприємства, а також впливом зовнішніх факторів, таких як збройна агресія, що призвела до економічної нестабільності та складніших робіт на АТП.

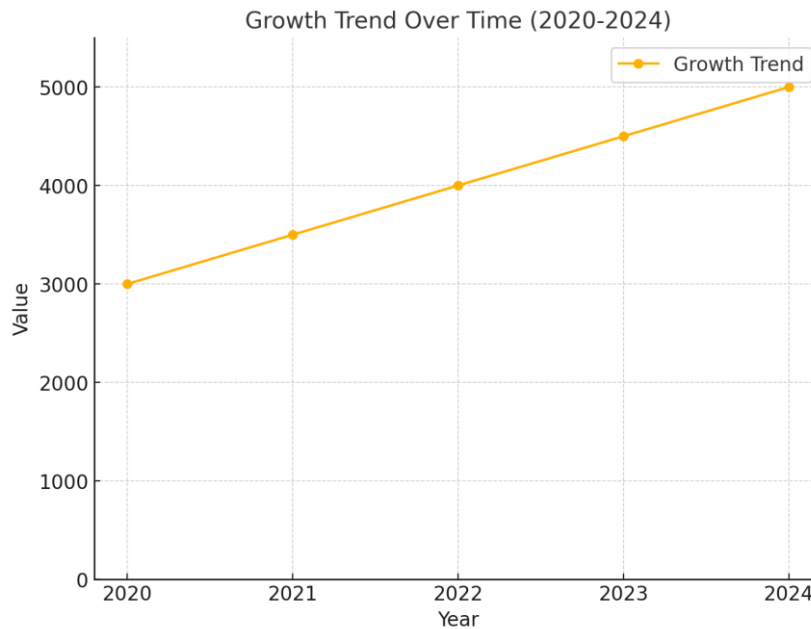


Рисунок 1.3 – Пробіг по АТП

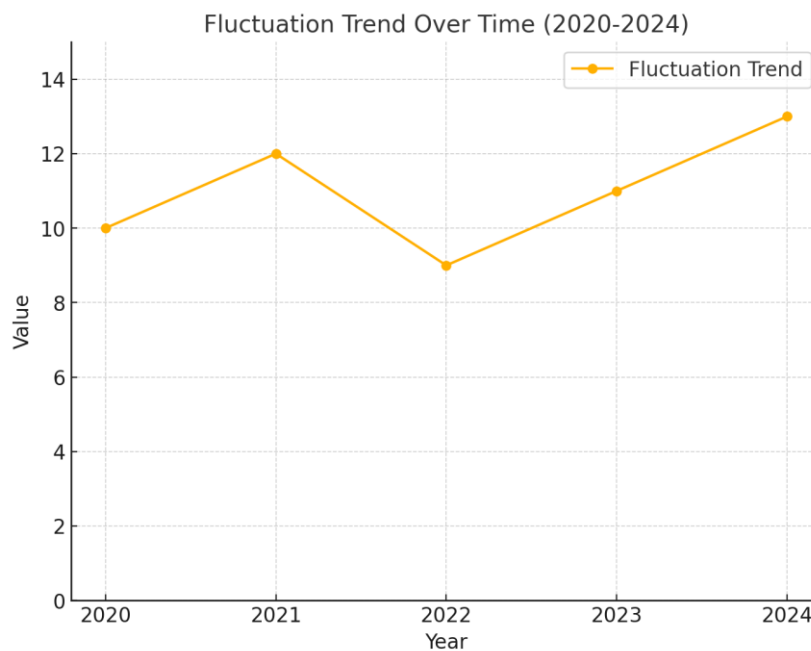


Рисунок 1.4 – Час у роботі

Автомобіль в середньому проводить у роботі близько 8 годин. В останні роки спостерігається повна зайнятість водіїв на лінії, що підтверджується графіком. У 2024 році зафіксовано найвищий показник. Збільшення тривалості роботи водіїв досягається завдяки правильній організації праці та оптимальному плануванню робочого часу.

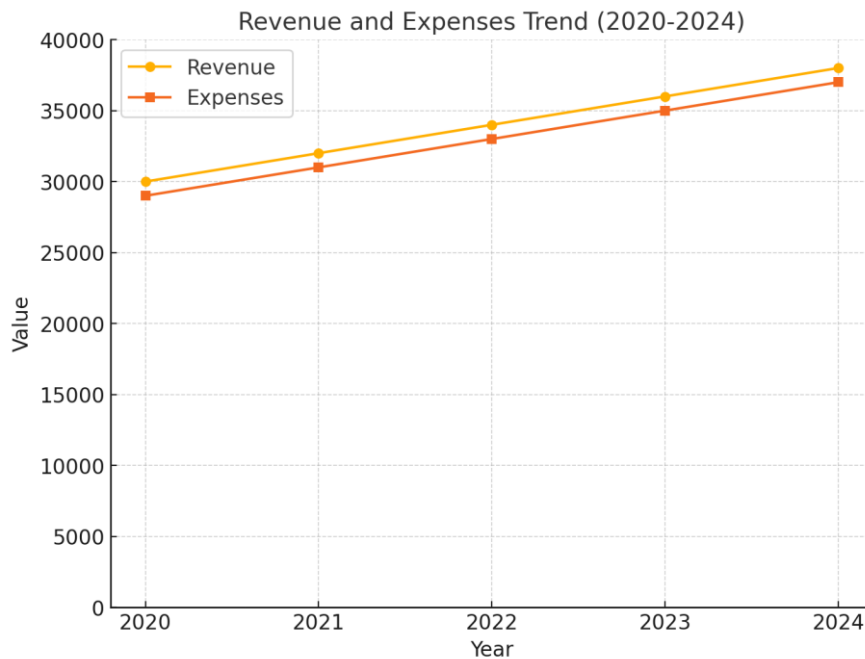


Рисунок 1.5 – Кількість автомобіле – днів в експлуатації

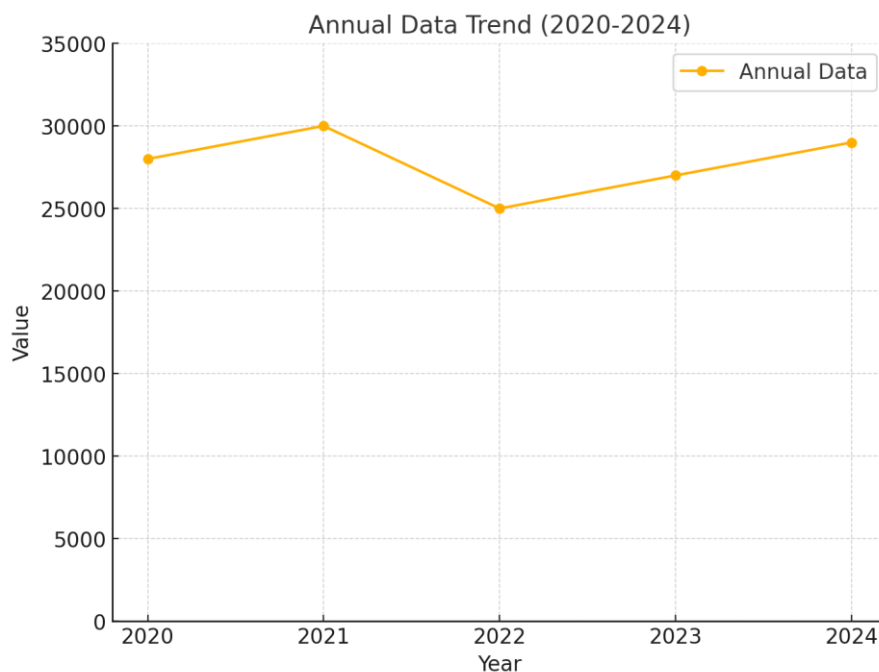


Рисунок 1.6 – Кількість авто-днів

Зміна кількості машино-днів в експлуатації протягом цього періоду була нестабільною, характеризуючись стрибками та падіннями. Наприклад, у 2021 і 2024 роках показники досягали пікових значень, тоді як у проміжку між цими роками спостерігалось їхнє зниження.

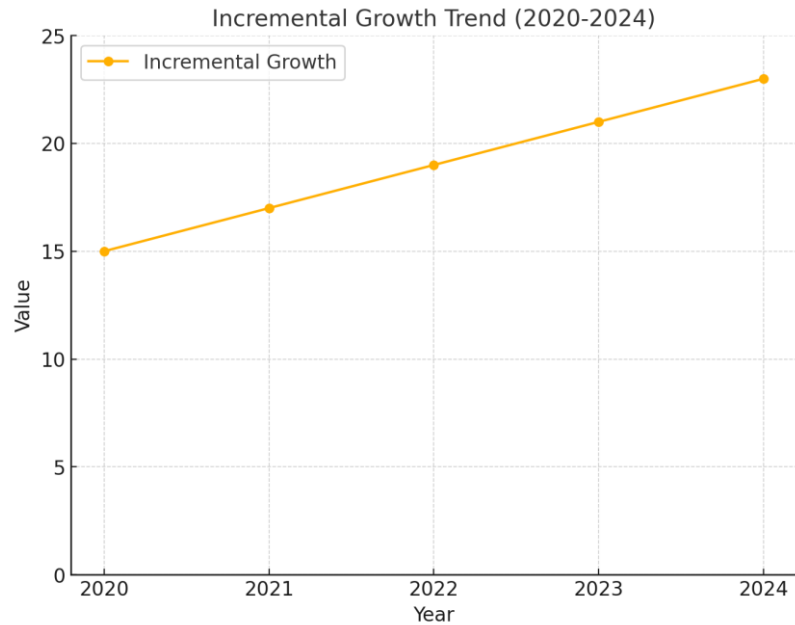


Рисунок 1.7 – Експлуатаційна швидкість

Як видно з графіка, швидкість роботи на підприємстві в останні роки зросла. Це стало можливим завдяки впровадженню заходів для скорочення простоїв під час кожної зупинки під час перевезення вантажів, а також за рахунок деякого збільшення протяжності маршрутів обслуговування. Такі зміни сприяли підвищенню ефективності транспортного процесу.

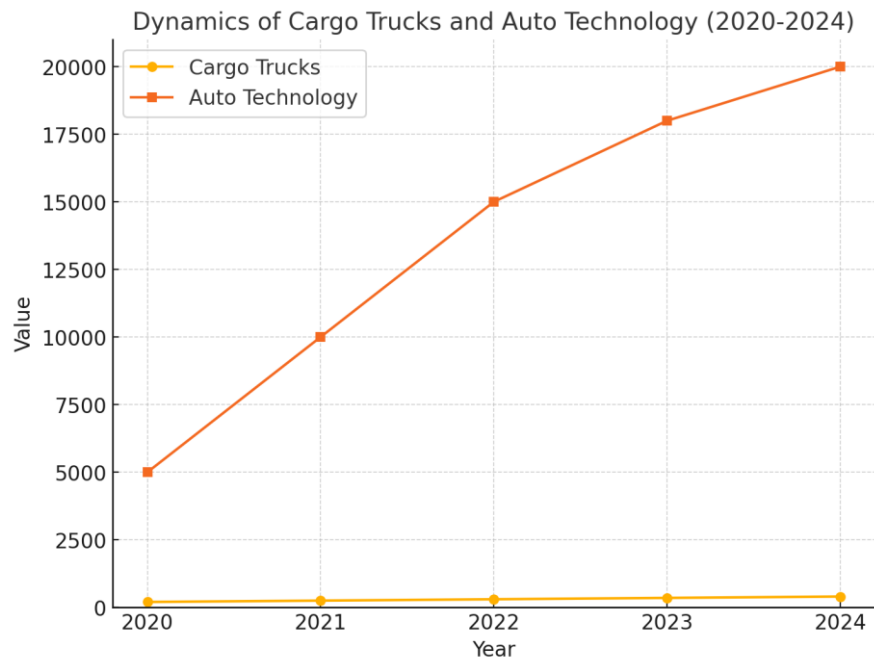


Рисунок 1.8 – Обсяг трафіку

1.2 Принципи і методи управління АТП

Управління підприємством є складним процесом, який повинен забезпечувати узгодженість дій і спрямованість роботи всіх підрозділів, ефективне використання обладнання та злагоджену взаємодію працівників. Управління визначається як цілеспрямований вплив на з метою забезпечення його ефективного функціонування. АТП

Система АТП складається з двох основних частин: керованої та керуючої системи. Керована система включає взаємопов'язані виробничі комплекси, такі як основний і допоміжний цехи та різні служби. Керуюча система – це сукупність органів управління, які впливають на діяльність підприємства. Зв'язок між цими системами забезпечується інформаційними потоками: інформація надходить до системи управління від об'єктів контролю та зовнішніх джерел, а прийняті рішення передаються до керованої системи у вигляді команд.

Для ефективного функціонування системи важливо підтримувати пропорційність її складових частин. Водночас система не є статичною, вона змінюється, розвивається та вдосконалюється. Вплив на підприємство може здійснюватися як з боку самої системи, так і зовнішніх факторів.

Специфічні особливості виробничого процесу визначають необхідність встановлення відповідних форм і функцій управління. Управління виробництвом можна уявити як послідовність основних етапів: збір необхідної вихідної інформації, її передача керівникам підрозділів, обробка та аналіз, розробка рішень і оцінка результатів виконаної роботи. Цикл завершується збором нової інформації для подальшого вдосконалення управлінських рішень.

1.3 Форма управління АТП

АТП поєднує елементи лінійної та функціональної систем управління. У цій системі керівник має повноваження одноосібного управління, але працює у співпраці зі штабом, який складається з функціональних підрозділів, таких як відділи, групи чи окремі фахівці. Кожен із них відповідає за виконання конкретних функцій управління.

Лінійно-штабна система забезпечує ефективне поєднання централізованого керівництва та діяльності кваліфікованих фахівців, що сприяє підвищенню рівня управління виробництвом і покращенню загальної ефективності роботи підприємства.

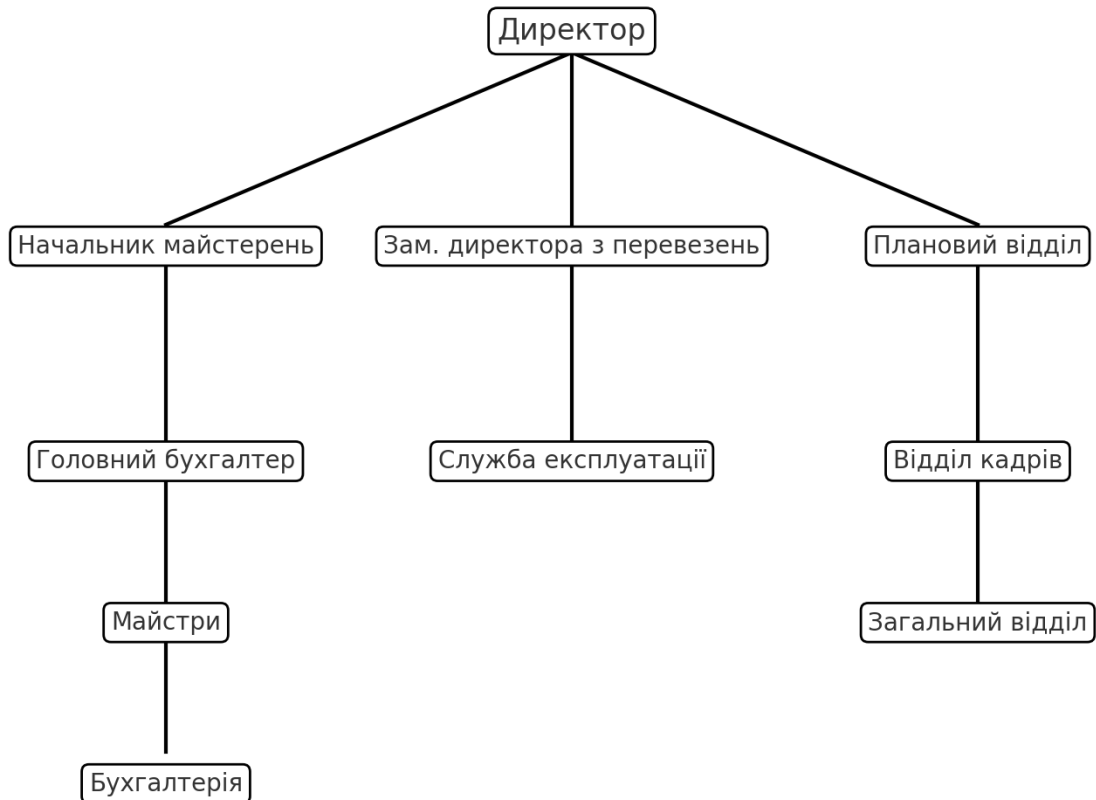


Рисунок 1.8 – Адміністративне підпорядкування АТП

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Виробнича програма ТО

2.1.1. Для автомобілів Ford Cargo 1830

Пробіг до КР і періодичність ТО-1 і ТО-2:

$$L_k = 300000 \text{ км};$$

$$L_2 = 20000 \text{ км};$$

$$L_1 = 5000 \text{ км}.$$

Періодичність ТО приймається рівною середньодобовому пробігу:

КР:

$$N_k = L_{\text{ц}}/L_k = L_{\text{к}}/L_k; \quad (2.1)$$

$$N_k = 300000/300000 = 1.$$

ТО-1:

$$N_1 = L_{\text{к}}/L_1 - (N_k + N_2); \quad (2.2)$$

$$N_1 = 300000/5000 - (1 + 14) = 45.$$

ТО-2:

$$N_2 = L_{\text{к}}/L_2 - N_{\text{к}}. \quad (2.3)$$

$$N_2 = (300000/20000) - 1 = 14.$$

ЕО:

$$N_{\text{ЕО}} = L_{\text{к}}/L_{\text{с}}; \quad (2.4)$$

$$N_{\text{ЕО}} = 300000/209 = 1435.$$

Оскільки виробнича програма підприємства розраховується на рік, необхідно виконати перерахунок кількості технічного обслуговування (ЕО, ТО-1, ТО-2) із циклових значень на річні. Для цього використовується коефіцієнт переходу від циклу до року.

Першим кроком є розрахунок коефіцієнта доступності α_t , який характеризує частку часу, протягом якого автомобіль є технічно справним і здатним працювати на лінії. Наступним етапом є визначення річного пробігу одного автомобіля L_g , що залежить від середньодобового пробігу та кількості робочих днів у році.

Ці два параметри дозволяють визначити коефіцієнт перерахунку та виконати точний перерахунок кількості ТО на річний період.

Коеф. тех. доступності:

$$\alpha_t = 1/(1 + l_{cc}(ДТО - ТР/1000 + Д_k/L_k)), \quad (2.5)$$

$$\alpha_T = 1/(1 + 209 (0,2/1000 + 15/300000)) = 0,95.$$

Річний пробіг:

$$L_{\Gamma} = Д_{раб.\Gamma} l_{cc} \alpha_T; \quad (2.6)$$

$$L_{\Gamma} = 356 * 209 * 0,95 = 72470,75 \text{ км.}$$

Коефіцієнт переходу від циклу до року:

$$\eta_{\Gamma} = L_{\Gamma}/L_k; \quad (2.7)$$

$$\eta_{\Gamma} = 72470,75/300000 = 0,24.$$

$$N_{EO.\Gamma} = N_{EO} * \eta_{\Gamma}; \quad (2.8)$$

$$N_{EO\Gamma} = 1435 * 0,24 = 344,4.$$

$$N_{1.\Gamma} = N_1 * \eta_{\Gamma}; \quad (2.9)$$

$$N_{1.\Gamma} = 45 * 0,24 = 10,8;$$

$$N_{2.\Gamma} = N_2 * \eta_{\Gamma}; \quad (2.10)$$

$$N_{2.\Gamma} = 14 * 0,24 = 3,36.$$

Для групи авто:

$$\Sigma N_{EO.\Gamma} = N_{EO.\Gamma} * A_{И}; \quad (2.11)$$

$$N_k = 344,4 * 40 = 13776.$$

$$\Sigma N_{1.\Gamma} = N_{1.\Gamma} * A_{И}; \quad (2.12)$$

$$\Sigma N_{1.\Gamma} = 10,8 * 40 = 432;$$

$$\Sigma N_{2.\Gamma} = N_{2.\Gamma} * A_{И}; \quad (2.13)$$

$$\Sigma N_{2.\Gamma} = 3,36 * 40 = 134,4.$$

Роботи з діагностики інтегруються в обсяг ТО і ПР. Залежно від способу організації, діагностика може виконуватися на окремих постах або бути частиною процесу ТО. Для ефективного планування роботи визначається кількість діагностичних операцій, що необхідно для розрахунку діагностичних постів і організації їх роботи.

Передбачено виконання двох видів діагностики: Д-1 і Д-2. Д-1 призначена переважно для визначення ТС вузлів, агрегатів і систем ТЗ, які впливають на безпеку руху. Д-2 - з частотою ТО-1.

Д-1:

$$\Sigma N_{Д-1Г} = \Sigma N_{1.Г} + 0,1 \Sigma N_{1.Г} + \Sigma N_2.$$

Діагностики Д-2:

$$\Sigma N_{Д-2Г} = \Sigma N_{2.Г} + 0,2 \Sigma N_{2.Г}; \quad (2.15)$$

$$\Sigma N_{Д-2Г} = 134,4 + 0,2 * 134,4 = 161.$$

2.1.2. Для автомобілів Nino 500

Коефіцієнт технічної готовності α_T :

$$\alpha_T = 1 / (1 + l_{cc} (D_{ТО-ТР} / 1000 + D_K / L_k)) =$$

$$1 / (1 + 67(0,2/1000 + 12/300000)) = 0,98.$$

Річний пробіг:

$$L_{Г} = D_{раб.Г} l_{cc} \alpha_T = 365 * 67 * 0,98 = 23965,9 \text{ км.}$$

$$\eta_{Г} = L_{Г} / L_k = 23965,9 / 300000 = 0,08.$$

Щорічна кількість ЕО, ТО-1, ТО-2:

$$N_{ЕО.Г} = N_{ЕО} * \eta_{Г} = 1435 * 0,08 = 114,8;$$

$$N_{1.Г} = N_1 * \eta_{Г} = 45 * 0,08 = 3,6;$$

$$N_{2.Г} = N_2 * \eta_{Г} = 14 * 0,08 = 1,12;$$

$$\Sigma N_{ЕО.Г} = N_{ЕО.Г} * A_{и} = 114,8 * 75 = 8610;$$

$$\Sigma N_{1.Г} = N_{1.Г} * A_{и} = 3,6 * 75 = 270;$$

$$\Sigma N_{2.Г} = N_{2.Г} * A_{и} = 1,12 * 75 = 84.$$

Діагностування Д-1:

$$\Sigma N_{Д-1Г} = \Sigma N_{1p} + 0,1 \Sigma N_{1p} + \Sigma N_{2p} = 270 + 0,1 * 270 + 84 = 381.$$

Д-2:

$$\Sigma N_{Д-2p} = \Sigma N_{2p} + 0,2 \Sigma N_{2p} = 84 + 0,2 * 84 = 101.$$

2.2. Річний обсягу робіт і чисельності працівників

❖ «Ford Cargo 1830». Для розрахунку річного обсягу робіт спочатку визначають нормативну трудомісткість ТО та ремонту рухомого складу, яке планується на автотранспортному підприємстві. Ці нормативи встановлюються відповідно до базових умов, визначених у положенні, а потім коригуються з урахуванням конкретних умов експлуатації. Положення враховує, що ТО виконуються в умовах першої категорії експлуатації, з використанням базових моделей автомобілів у помірному кліматичному регіоні. Пробіг ТЗ становить від 50 до 70% від встановленого пробігу до капітального ремонту. На підприємстві обслуговуються 200–300 одиниць техніки, які поділяються на три групи за технологічною сумісністю. Також передбачається, що підприємство оснащено необхідними засобами механізації відповідно до затвердженого переліку технологічного обладнання. Врахування цих умов дозволяє забезпечити точне планування робіт, ефективне використання ресурсів, а також підвищення продуктивності ТО та ремонту.

$$t_{EO} = t_{EO(H)} * K_4 * K_M; \quad (2.16)$$

$$t_{EO} = 0,7 * 0,45 * 1,15 = 0,36 \text{ люд} - \text{год};$$

$$t_1 = t_{1(H)} * K_4; \quad (2.17)$$

$$t_1 = 5,5 * 1,15 = 6,3 \text{ люд} - \text{год};$$

$$t_2 = t_{2(H)} * K_4; \quad (2.18)$$

$$t_2 = 18 * 1,15 = 20,7 \text{ люд} - \text{год};$$

$$t_{TP} = t_{TP(H)} * K_1 * K_2 * K_3 * K_4; \quad (2.19)$$

$$t_{TP} = 5,5 * 1,1 * 1,2 * 1,6 * 1,15 = 13,4 \text{ люд} - \text{год}.$$

Трудомісткість сезонного обслуговування:

$$t_{CO} = (\delta/100) * t_2; \quad (2.20)$$

$$t_{CO} = (20/100) * 20,7 = 4,14 \text{ люд} - \text{год},$$

Д-1:

$$t_{1 + Д1} = 1,1 t_1; \quad (2.21)$$

$$t_{1Д1} = 1,1 * 6,3 = 6,93 \text{ люд} - \text{год};$$

$$t_{д-1} = 0,25t_1; \quad (2.22)$$

$$t_{д1} = 0,25 * 6,3 = 1,6 \text{ люд} - \text{год};$$

$$t'_1 = 0,85t_1; \quad (2.23)$$

$$t'_1 = 0,85 * 6,3 = 5,4 \text{ люд} - \text{год}.$$

Д-2:

$$t_{д-2} = 0,17t_2; \quad (2.24)$$

$$t_{д2} = 0,17 * 20,7 = 3,5 \text{ люд} - \text{год}.$$

Обсяг робіт протягом року з ТО, ПР

$$T_{EOГ} = \Sigma N_{EOГ} * t_{EO}; \quad (2.25)$$

$$T_{EOp} = 13776 * 0,36 = 4959,4 \text{ люд} - \text{год};$$

При одночасному проведенні ТО-1 і Д-1, річний становить:

$$T_{д1} = \Sigma N_{1Г} * t_{1д1} + (0,1 \Sigma N_{1,p} + \Sigma N_{2,p}) * t_{д1}; \quad (2.26)$$

$$T_{1д1} = 432 * 6,93 + (0,1432 + 134,4) * 1,6 = 3277,9 \text{ люд} - \text{год}.$$

При роздільному ТО-1:

$$T_{1p} = \Sigma N_{1p} * t_1; \quad (2.27)$$

$$T_{1p} = 432 * 6,3 = 2722 \text{ люд} - \text{год};$$

Д-1:

$$T_{д1p} = \Sigma N_{д1p} * t_{д1}; \quad (2.28)$$

$$T_{д-1p} = 609 * 1,6 = 974,4 \text{ люд} - \text{год};$$

При роздільному ТО-2:

$$T_{2p} = \Sigma N_{2p} * t_2 + A_{и} * t_{CO}; \quad (2.29)$$

$$T_{2p} = 134,4 * 20,7 + 40 * 4,14 = 2948 \text{ люд} - \text{год};$$

Д-2:

$$T_{д2p} = \Sigma N_{д2p} * t_{д2p}; \quad (2.30)$$

$$T_{д-2p} = 161 * 3,5 = 564 \text{ люд} - \text{год};$$

Щорічний ПР:

$$T_{TP} = (A_{и} * L_p / 1000) * t_{TP}; \quad (2.31)$$

$$T_{TP} = (40 * 72470,75 / 1000) * 13,4 = 38844,3 \text{ люд} - \text{год}.$$

Річний обсяг робіт на АТП для Ford Cargo 1830:

$$T_{\text{ПР}} = T_{\text{ЕОр}} + T_{1\text{р}} + T_{\text{д1р}} + T_{2\text{р}} + T_{\text{д2р}} + T_{\text{ТР}}; \quad (2.32)$$

$$T_{\text{ПР}} = 4959,4 + 2722 + 974,4 + 2948 + 564 + 38844,3 = 51012 \text{ люд} - \text{год}.$$

❖ «Nino 500». Роботи на АТП включає роботи з ТО-1, ТО-2, ПР. при визначенні, спочатку встановлюється нормативна трудомісткість ТО і ПР.

$$t_{\text{ЕО}} = t_{\text{ЕО(Н)}} * K_4 * K_{\text{М}} = 0,5 * 0,45 * 1,15 = 0,26 \text{ люд} - \text{год};$$

$$t_1 = t_{1(\text{Н})} * K_4 = 2,9 * 1,15 = 3,3 \text{ люд} - \text{год};$$

$$t_2 = t_{2(\text{Н})} * K_4 = 11,7 * 1,15 = 13,5 \text{ люд} - \text{год};$$

$$t_{\text{тр}} = t_{\text{тр(Н)}} * K_1 * K_2 * K_3 * K_4 = 3,2 * 1,1 * 1,2 * 2,0 * 1,15 \\ = 9,7 \text{ люд} - \text{год}.$$

Сезонне обслуговування:

$$t_{\text{СО}} = (\delta/100) * t_2 = (20/100) * 13,5 = 2,7 \text{ люд} - \text{год},$$

Діагностування:

$$t_{1+\text{д1}} = 1,1t_1 = 1,1 * 3,3 = 3,63 \text{ люд} - \text{год};$$

$$t_{\text{д1}} = 0,25t_1 = 0,25 * 3,3 = 0,83 \text{ люд} - \text{год};$$

$$t_{\text{д2}} = 0,17t_2 = 0,17 * 13,5 = 2,3 \text{ люд} - \text{год}.$$

$$t_{\text{д1}} = 0,85t_1 = 0,85 * 3,3 = 2,8 \text{ люд} - \text{год}.$$

Річні роботи ТО, ПР:

$$T_{\text{ЕОГ}} = \sum N_{\text{ЕОр}} * t_{\text{ЕО}} = 8610 * 0,26 = 2239 \text{ люд} - \text{год}.$$

При об'єднанні ТО-1 та Д-1:

$$T_{1+\text{д1}} = \sum N_{1\text{р}} * t_{1+\text{д1}} + (0,1 \sum N_{1.\text{р}} + \sum N_{2.\text{г}}) * t_{\text{д1}} \\ = 270 * 3,63 + (27 + 84) * 0,83 = 1072 \text{ люд} - \text{год};$$

Окремо ТО-1:

$$T_{1\text{р}} = \sum N_{1\text{р}} * t_1 = 270 * 3,3 = 891 \text{ люд} - \text{год};$$

Д-1:

$$T_{\text{д1р}} = \sum N_{\text{д1р}} * t_{\text{д1}} = 381 * 0,83 = 316 \text{ люд} - \text{год}.$$

Річні роботи ТО-2:

$$T_{2\text{р}} = \sum N_{2\text{р}} * t_2 + A_{\text{и}} * t_{\text{СО}} = 84 * 13,5 + 75 * 2,7 = 1337 \text{ люд} - \text{год};$$

Діагностування Д-2:

$$T_{\text{д2р}} = \sum N_{\text{д2р}} * t_{\text{д2р}} = 101 * 2,3 = 232 \text{ люд} - \text{год}.$$

Річні ПР:

$$T_{TP} = (A_{\text{и}} * L_{\Gamma} / 1000) * t_{TP} = (75 * 23232,25 / 1000) * 9,7 \\ = 16902 \text{ люд} - \text{год};$$

Загальні річні роботи:

$$T_{\text{ПР}} = T_{\text{ЕОГ}} + T_{1\text{р}} + T_{\text{д1р}} + T_{2\text{г}} + T_{\text{д2р}} + T_{\text{ТР}} \\ = 2239 + 891 + 316 + 1337 + 232 + 16902 = 21917 \text{ люд} - \text{год}.$$

2.3 Річний обсяг робіт по самообслуговуванню підприємства

На автотранспортному підприємстві виконуються допоміжні роботи, які складають 20–30% від зповного обсягу робіт з ТО та ремонту рухомого складу. До таких робіт відносяться завдання, пов'язані з самообслуговуванням підприємства. Це включає ремонт технологічного обладнання зон і діляниць, інженерних комунікацій, будівель, а також виготовлення та ремонт нестандартного обладнання і інструменту. Допоміжні роботи зазвичай виконуються у спеціалізованих підрозділах.

Обсяг цих робіт охоплює як стандартні загальноприйняті завдання, так і роботи, взаємозв'язані з самообслуговуванням підприємства. У розрахунках враховується загальний обсяг усіх виконуваних робіт, включаючи ТО двох груп автомобілів, що перебувають в експлуатації. Це дозволяє оптимально розподілити трудові ресурси, підвищити ефективність організації робіт та забезпечити раціональне функціонування підприємства.

$$T_{\text{доп}} = T_{\text{заг}} + T_{\text{сам}} \quad (2.33)$$

$$T_{\text{доп}} = B * T_{\text{пр}} \quad (2.34)$$

Отримуємо:

$$T_{\text{доп}} = 0,3 * 21917 = 6575 \text{ люд} - \text{год}.$$

$$T_{\text{заг}} = (0,37 \dots 0,4) T_{\text{доп}}, \quad T_{\text{сам}} (0,6 \dots 0,63) T_{\text{доп}}:$$

$$T_{\text{заг}} = 0,38 * 6575 = 2499 \text{ люд} - \text{год};$$

$$T_{\text{сам}} = 0,62 * 6575 = 4076 \text{ люд} - \text{год}.$$

Роботи ТО розподіляється залежно від місця проведення, технологічних і організаційних характеристик. Роботи з ЩО та ТО-1 проводяться в незалежних зонах, що дозволяє забезпечити їх ефективну організацію. Постові роботи з ТО-2 виконуються на універсальних постах, тоді як ПР зазвичай проводиться у зоні загального користування. У деяких випадках ТО-2 може виконуватися на постах лінії ТО-1, але в іншу зміну.

Діагностичні роботи Д-1 організовуються на окремих постах або лініях, а також можуть поєднуватися з роботами, які виконуються на постах ТО-1. Діагностика Д-2, як правило, проводиться на окремих спеціалізованих постах.

З урахуванням цих особливостей організації робіт складається розподіл обсягу робіт і всі значення заносяться до таблиці для подальшого аналізу та планування.

Таблиця 2.1 – Річний обсяг робіт АТП

Найменування	ЕО (%), люд- год.	ТО – 1, (%) люд- год.	ТО – 2, (%)люд- год.	ТР (%), люд-год.	Само- обсл. % люд- год.
Прибиральні	2689,865	—	—	—	—
Мийні	7601,901	—	—	—	—
Обтирочні	1403,382	—	—	—	—
Діагностичні	—	486,826	524,891	1115,4	—
Кріпильні	—	1891,210	2296,898	—	—
Регулювальні	—	594,008	1181,004	557,3	—
Мастильні, заправ.-очисні	—	1134,926	1049,782	—	—
Електротехнічні	—	594,008	656,114	—	—
Обслуговування системи живлення	—	270,459	656,114	—	—

Шинні	—	432,734	197,335	—	—
Кузовні	—	—	—	—	—
Розбірно-складальні	—	—	—	20069,44	—
Агрегатні	—	—	—	524,891	—
Слюсарно-механічні	—	—	—	2296,898	4314,3
Електротехнічні	—	—	—	1181,004	—
Акумуляторні	—	—	—	1049,782	—
Ремонт системи живлення	—	—	—	656,114	—
Шиномонтажні	—	—	—	656,114	—
Вулканізаційні	—	—	—	197,335	—
Рессорні	—	—	—	524,891	332,564
Мідницькі	—	—	—	2296,898	166,282
Зварювальні	—	—	—	1181,004	665,129
Жерстяницькі	—	—	—	1049,782	665,129
Арматурні	—	—	—	656,114	—
Деревообробні	—	—	—	656,114	—
Малярні	—	—	—	197,335	—
Обдирочні	—	—	—	524,891	—
Електротехнічні	—	—	—	—	4155,052
Трубопровідні	—	—	—	—	3656,205
Ремонтно-будівельні	—	—	—	—	2659,514

2.4 Кількість робітників

До виробничих робітників належать працівники ділянок і ділень, які безпосередньо виконують технічне обслуговування та ремонт. Існує два типи чисельності робітників: технологічно необхідна та штатна.

Технологічно необхідна чисельність визначає мінімальну кількість працівників, потрібну для виконання добових і регулярних виробничих програм,

зокрема обсягу робіт з технічного обслуговування та ремонту. Штатна чисельність включає весь персонал, який значиться у списку, та враховує всі організаційні потреби підприємства.

Технологічно необхідна кількість робітників:

$$P_T = T_T / \Phi_T. \quad (2.35)$$

Кількість працівників:

$$P_{\text{ш}} = T_T / \Phi_{\text{ш}}. \quad (2.36)$$

Таблиця 2.2 – Кількість виробничих робітників

Найменування зон і ділянок	Річний обсяг робіт по зоні або ділянці, чол-рік.	Орієнтовна кількість робітників, Рт	Прийнята кількість робітників, Рт		Щорічний фонд робочого часу робітника Фр.
			Всього	Зміни	
				1	
Зона ТО і ремонту:					
ЕО	11695,148	5,610		6	
ТО-1	5404,172	2,604	40,0	3	1830
Д-2	1262,142	0,601		1	
Д-1	1924,266	0,902		1	
ТО-2	6563,639	3,205		3	
ТР (дільниця)	55841,069	27,046		27	
Виробнича дільниця:			19,02		
Агрегатний	10051,058	4,808		5	
Електро-техн.	8361,190	4,007		4	
Акумуляторний	722,226	0,301		1	
Система живлення	926,572	0,401		1	

Шиномонтажний	1631,769	0,801		1	
Вулканізаційний	837,421	0,401		1	
Мідницький	1283,178	0,621		1	
Зварний	1782,024	0,902		1	
Ресорний	2007,407	1,0		1	
Слюсар.+столяр.	10463,758	5,0		5+1	
	1674,842	0,83			

Площі утримання та зони обслуговування:

$$F_{\text{з}} = f_{\text{а}} * X_{\text{з}} * K_{\text{п}}. \quad (2.37)$$

2.5 Виробничі площі

Зони зберігання:

$$F_{\text{хр}} = A_{\text{и}} * f_{\text{а}} * K_{\text{хр}}. \quad (2.38)$$

Допоміжні приміщення:

$$P_{\text{т}} = P_{\text{рр}} + P_{\text{мог}} + P_{\text{в}} + P_{\text{итр}}. \quad (2.39)$$

2.6 Підбір обладнання

Технологічне обладнання включає стаціонарні та переносні машини, стенди, пристрої, а також виробничий інвентар, такий як верстаки, стелажі, столи та шафи. Це обладнання забезпечує виконання виробничого процесу на автотранспортному підприємстві. За призначенням технологічне обладнання поділяється на кілька категорій: основне (наприклад, верстати, демонтажні та монтажні пристрої), комплектне, підйомно-ревізійне, підйомне, -транспортне, верстаки, стелажі тощо та складське.

Кількість основного обладнання визначається на основі трудомісткості робіт і фонду робочого часу, а також залежить від рівня використання обладнання та його продуктивності.

Таблиця 2.3 – Технологічне оснащення

№	Назва	Тип	Розміри, мм	Кількість, шт.
1	Щітка для миття автомобілів	M906	1100×274×180	2
2	Пістолет для обдуву стисненим повітрям	C417	148×25×175	2
3	Установка для миття деталей	196M	1900×2200×2000	1
4	Установка для миття автомобілів	M130	6500×3500×3000	1
5	Домкрат	П310	2010×310×350	5
6	Нагнітач мастила	3154M	510×485×920	2
7	Нагнітач мастила	C321	590×415×830	1
8	Маслороздаточний бак	133M	410×380×900	2
9	Установка для заправки трансмісійним маслом	3119Б	525×400×415	2
10	Установка для антикорозійних покриттів	183M	635×370×900	2
11	Наконечник для повітророздавального шланга	458-M1	800×55×130	2
12	Колонка повітророздавальна для автомобілів	C411	430×400×325	1
13	Компресор	113-B2	1100×370×600	1
14	Компресометр	179	365×70×170	1
15	Прилад для визначення технічного стану циліндропоршневої групи двигунів	K69M	258×175×132	1
16	Вимірювач ефективності роботи циліндрів двигунів	Є216M	325×175×270	1
17	Прилад для перевірки паливного насоса карбюраторних двигунів	527Б	320×190×100	1
18	Прилад для перевірки паливного насоса карбюраторних двигунів	K436	570×500×465	1
19	Пробники акумуляторні	Є107	165×120×160	2
20	Пробники акумуляторні	Є108	165×125×160	2
21	Комплект приладів і інструментів для акумуляторних батарей	Є401	350×280×340	1

22	Прилад для перевірки якорів генераторів стартерів і електродвигунів	Є236	380×160×170	1
23	Прилади для перевірки розподільників-прерывателів	Є213	260×276×280	2
24	Комплект виробів для очищення і перевірки свічок запалювання	Є203	-	1
25	Стенд для перевірки генераторів, реле-регуляторів і стартерів	Є211	675×872×1455	1
26	Прилад для перевірки і регулювання фар автомобілів	K303	1150×818×1400	1
27	Прилад для перевірки і регулювання фар автомобілів	K310	825×700×1550	1
28	Установка для прискореної зарядки акумуляторних батарей	Є411	900×600×600	1
29	Універсальна установка для пуску двигунів у холодний період часу	Є307	1300×700×1000	1
30	Лінійка для перевірки сходження передніх коліс автомобілів	2182	842×46,5×36	2
31	Стенд для контролю і регулювання кутів установки автомобілів	K111	-	1
32	Станок для балансування коліс автомобілів	K125	1015×370×590	1
33	Прилад для перевірки рульового управління автомобілів	K187	125×116×108	1
34	Деселерометр	1155M	140×50×124	2
35	Стенд для перевірки гідроприводів гальм і зчеплення автомобілів	K230	930×620×1262	1
36	Стенд перевірки гальм автомобілів	K208M	2700×860×320	1
37	Комплекс діагностичного обладнання	K455M	-	2
38	Комплекс ключів гайкових двосторонніх з відкритими зубами	И105М-1	-	1
		И105М-2		1
		И105М-3		1
39	Комплект ключів гайкових комбінованих	И137-1	-	2

40	Ключі гайкові торцеві	2336М-1	-	2
41	Комплект інструменту слюсаря-монтажника	2446	-	2
42	Комплект інструменту великого слюсаря-монтажника	2216	-	2
43	Комплект інструменту регулювальника-карбюраторщика	2216	-	2
44	Комплект інструменту автомеханіка	И131 И132 И133	-	2
45	Комплект інструменту для регулювання кутів установки керованих коліс автомобілів	И112	-	1
46	Комплект інструменту для рульових управлінь з гідравлічним підсилювачем	И135	-	2
47	Комплект інструменту для електрообладнання автомобілів	И143	-	1
48	Набори інструментів і пристосувань з гідравлічним приводом для правки кузова автомобілів	И305М	-	1
49	Гайковерт для гайок коліс	И318	1200×650×1100	2
50	Дриль для притирки клапанів двигунів	2213	29272	1
51	Стенд для зборки і розборки двигунів автомобілів	2451М	860×970×1013	1
52	Стенд для розборки і зборки переднього мосту автомобілів	Р723	780×470×1030	1
53	Пресове і станочне обладнання	Р335	420×430×575	2
54	Станок для розточування гальмівних барабанів і обточки накладок гальмівних колодок	Р117	860×720×630	2
55	Стенд для монтажу і демонтажу шин коліс автомобілів	Ш514	1162×715×1190	1

Таблиця 2.4 – Оснастка

№	Назва	Кількість
1	Слюсарні тиски	2
2	Молоток слюсарний вагою 500 г	3
3	Молоток мідний вагою 500 г	3
4	Портативний дефектоскоп	3
5	Магнітометр	1
6	Молоток дерев'яний (киянка)	2
7	Станок для ручних ножівкових	2
8	Полотно ножівкове 300×13×0,8 мм	8
9	Пінцет прямиий, довжина 175 мм	3
10	Зубило слюсарне 15°×60°	3
11	Кисть волосна	3
12	Мітчики ручні М4-М12	8
13	Навантажувальна вилка	2
14	Кислотометр	2
15	Електропаяльник	2
16	Воронка для заливання електроліту	2
17	Електроплитка	2
18	Кружка керамічна	1
19	Ковш для розливу свинцю	1
20	Сушильна шафа	1
21	Дрель ручна	1
22	Повітряний шланг з манометром	2
23	Комплект шорохувального інструменту	1

2.7 Генеральний план

При проєктуванні автотранспортного підприємства важливим є вибір земельної ділянки. Її характеристики впливають на економічність будівництва та зручність експлуатації. Ділянка повинна мати оптимальний розмір, рівнинний

рельєф, прямокутну форму зі співвідношенням сторін 1:1–1:3 і сприятливі гідрогеологічні умови. Вона має бути розташована поблизу доріг і інженерних мереж із можливістю підключення до водопостачання, газу, електрики та систем водовідведення.

На ділянці не повинно бути будівель, що потребують знесення, але бажано мати резервні площі для розвитку підприємства. Генеральний план проєктується разом із об'ємно-планувальними рішеннями будівель. Визначаються розміри і габарити основних споруд для забезпечення повного використання усієї території.

Площа ділянки АТП:

$$F_{уч} = 10^{-6} (F_{з.пс} + F_{з.вс} + F_{вп}) K_з \quad (2.40)$$

Забудова ділянки автотранспортного підприємства може бути комбінованою, коли всі приміщення розташовані в одній будівлі, або павільйонною, коли кожне приміщення знаходиться в окремих будівлях. При розробці генерального плану враховується характер виробничих процесів. Будівлі, взаємозв'язані з викидами диму, пилу або вибухонебезпечними процесами, розташовуються з навітряного боку щодо інших споруд, тоді як склади горючих матеріалів – з підвітряного боку. Світлоаeratorні ліхтарі орієнтують під оптимальним кутом до переважаючого літнього вітру.

Розташування будівель враховує рельєф місцевості та гідрогеологічні умови для зменшення обсягів земляних робіт. Прямокутні будівлі бажано розташовувати так, щоб їхні довгі сторони були перпендикулярні до ухилу території.

Площа забудови визначається як сума площ, зайнятих будівлями, спорудами, навісами та резервними зонами, не враховуючи площу доріг, тротуарів, спортивних майданчиків і зон відпочинку. Щільність забудови визначається відношенням площі забудови до загальної площі ділянки.

Коефіцієнт використання території відображає співвідношення площі, зайнятої будівлями, спорудами, майданчиками, дорогами та елементами благоустрою, до загальної площі ділянки. Коефіцієнт озеленення розраховується

як відношення площі зелених зон до загальної площі території підприємства. Ці показники є важливими для ефективного планування території та забезпечення її функціональності.

2.8 Організація виробництва в зоні ТО

Таблиця 2.5 – Обладнання ТО-1

№	Найменування	Тип	Габаритні розміри, мм	Прийнято
1	Кран-балка	НС-12111	900×900×950	1
2	Підйомник	П133	2800×1650×2610	2
3	Солідолонагнітач	170	690×375×680	1
4	Колонка повітро-роздавальна для автомобілів	С411	430×400×325	1
5	Компресор	1105-В5	2350×700×1950	1
6	Ящик з піском		500×400	1
7	Заточувальний станок	ЗЭ-631	1450×350×450	2
8	Стелаж для інструменту	506-00	1400×500×1400	4
9	Стелаж для деталей	1019-501	1400×500×1400	4
10	Візок для зняття та встановлення коліс	Н-217	1000×800×600	1
11	Слюсарний верстак	2248	1650×1600×1600	2
12	Переміщуваний інструментальний візок	ПИМ-507	700×400×800	1
13	Настільний вертикальний ручний прес	ОКС-918	920×220	1
14	Кладова для обтирочних матеріалів	2249	800×400×60	1
15	Кладова для відходів	2240	800×400×60	1

2.9 Система запуску GH8JS7G-XHR

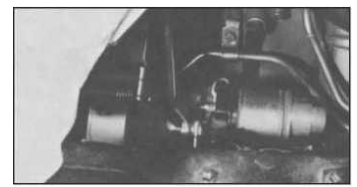
Система запуску автомобіля складається з акумуляторної батареї, стартера, тягового реле стартера, вимикача «запалювання», перемикача блокування запуску (на автомобілях із автоматичною коробкою передач), електропроводки та акумуляторних проводів.

Коли ключ «запалювання» переводиться в положення, струм надходить у обмотку тягового реле. Це викликає рух сердечника реле та вилки стартера, яка з'єднує ведучу шестерню стартера із зубчастим вінцем маховика. У цей момент ланцюг між акумулятором і стартером замикається, і якорь стартера починає обертатися, забезпечуючи запуск двигуна.

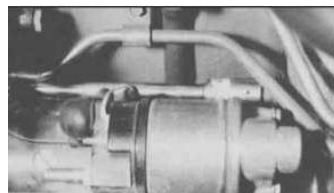
Після того як двигун запущений, ведуча шестерня стартера обертається вільно завдяки обгінній муфті, що запобігає її пошкодженню від високої швидкості обертання маховика.

Стартер (24 В/5,5 кВт)

Для зняття стартера спочатку необхідно від'єднати батарею, щоб уникнути короткого замикання. Від'єднати всі дроти, підключені до стартера, запам'ятовуючи їхнє розташування.



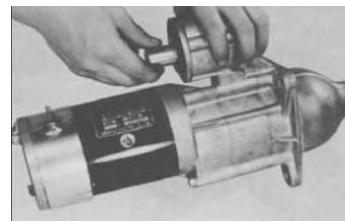
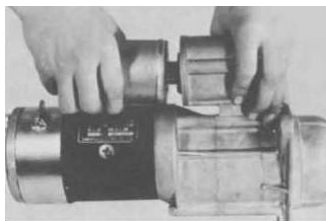
Відкрутіть кріпильний болт і акуратно зніміть стартер.



Для розбирання стартера зніміть тягове реле, після цього демонтуйте планку. Відкрутіть два затяжні болти, що фіксують конструкцію.



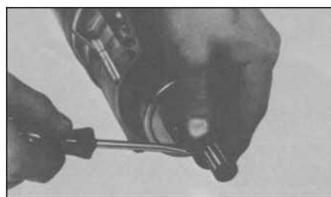
Зніміть тягове реле та
витягніть його шток.



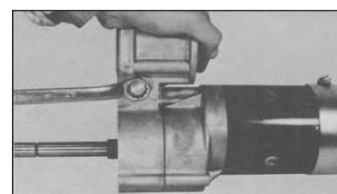
Зніміть вузол обгінної муфти,
відкрутіть стяжний болт і
демонтуйте корпус з боку
приводу.



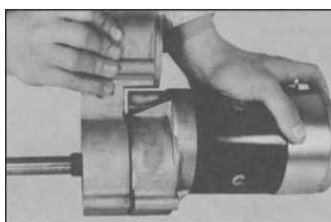
Зніміть стопорне кільце, а
потім обмежувач.



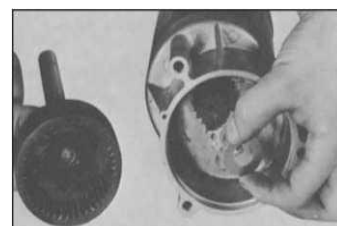
Зніміть обгінну муфту в зборі,
а потім демонтуйте важіль
приводу.



Зніміть приводний вал, після
цього демонтуйте
центральный корпус обгінної
муфти та прокладку між
приводним валом і
центральним корпусом.



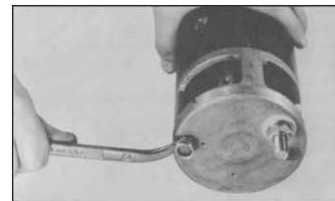
Витягніть приводний вал і
зніміть шайбу.



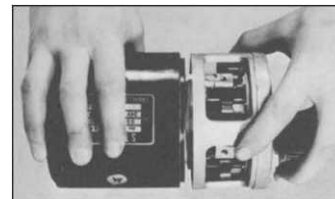
Зніміть задню кришку,
демонтуйте стяжне кільце та
відкрутіть гвинти кріплення
проводів щіткотримача.



Зніміть щітку та відкрутіть
стяжний болт.

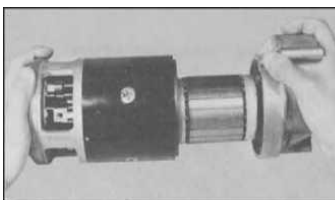
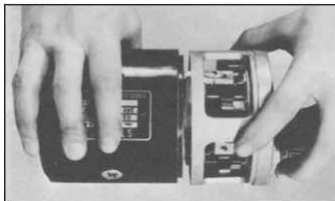


Зніміть корпус редуктора,
потім демонтуйте кришку
корпусу редуктора і задню
кришку.

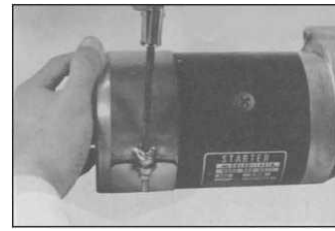


Перевірка та ремонт

Під час збирання встановіть
ротор у зборі, потім закріпіть
задню кришку. Вставте якір у
кришку корпусу редуктора.
становіть якір у задню кришку
та затягніть стяжні болти.



Розмістіть щітку та встановіть
стяжне кільце.



Зберіть приводний вал,
помістіть шайбу та змастіть
внутрішні зуби шестерні.
Після цього встановіть
приводний вал.



Встановіть центральний
корпус обгінної муфти, а
потім змонтуйте обгінну
муфту.



Встановіть важіль приводу, нанесіть змазку на рухоме з'єднання, а потім змонтуйте обгінну муфту.

Встановіть обмежувач, а потім закріпіть стопорне кільце.

Розмістіть корпус із боку приводу та затягніть затяжний болт.

Встановіть тягове реле, попередньо помістивши його шток та нанісши мастило на рухомий шарнір.

Затягніть та зафіксуйте затяжний болт, а потім встановіть планку.

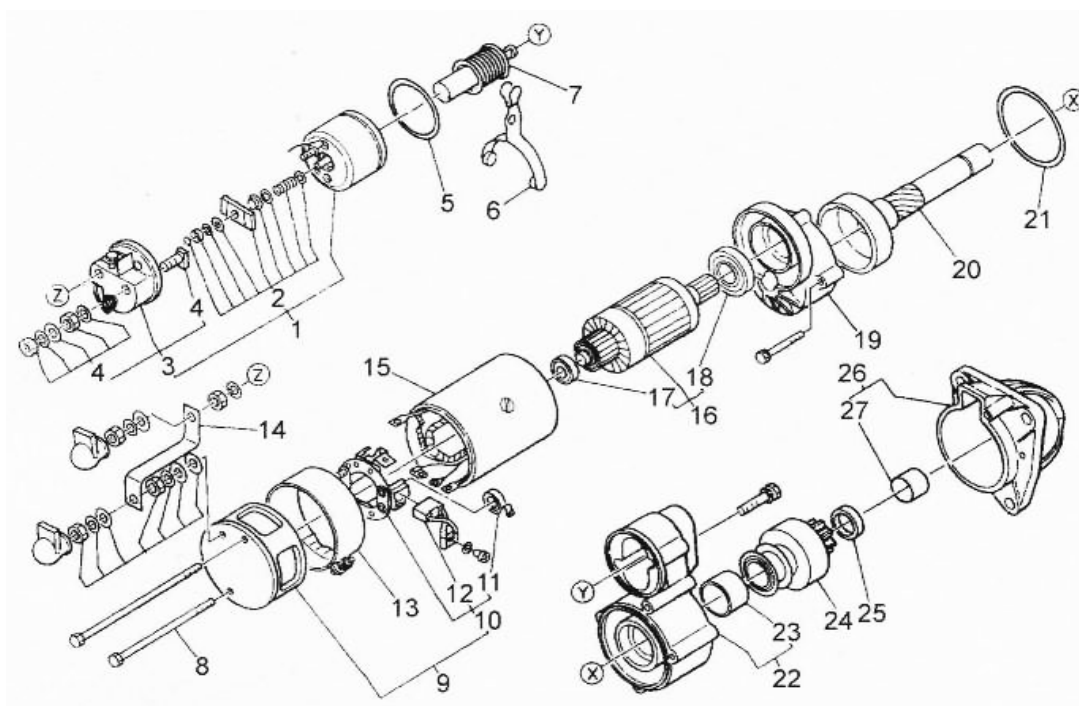
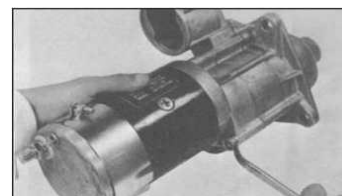
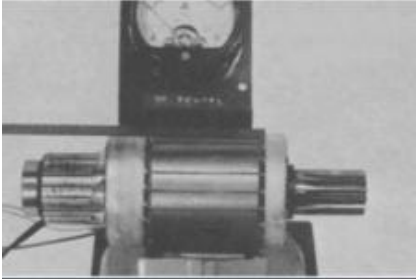
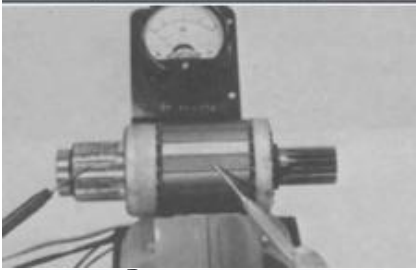
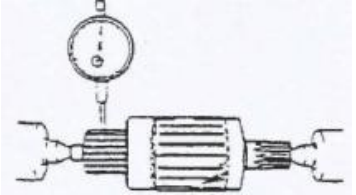
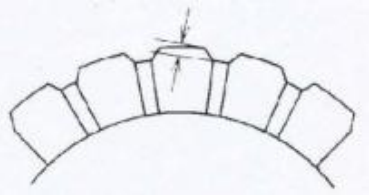


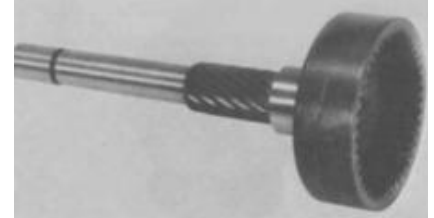
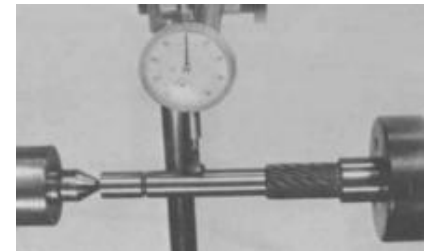
Рисунок 2.1 – Розбирання та монтаж стартера (24В/5,5 кВт)

1 - тягове реле в зборі, 2 - контактна пластина, 3 кришка, 4 - провід, 5 - прокладка, 6 - важіль приводу, 7 - шток тягового реле, 8 - стяжний болт, 9 - статор і задня кришка в зборі, 10 - щіткотримач в зборі, 11 - пружина щітки, 12 - щітка, 13 - стяжне кільце, 14 - бар, 15 - обмотка статора, 16 - якір в зборі, 17 - підшипник, 18 - підшипник, 19 - корпус редуктора, 20 - ведучий вал, 21 - кільцеве ущільнення, 22 - центральний корпус обгінної муфти, 23 - підшипник, 24 - обгінна муфта, 25 - обмежувач, 26 - корпус з боку приводу, 27 - підшипник.

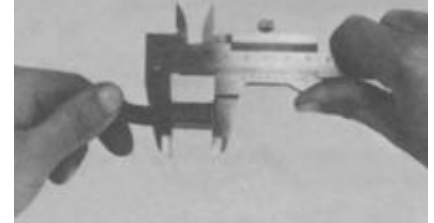
Дані для перевірки та ремонту

Об'єкт обстеження	Номінальний розмір	Граничний розмір	Спосіб виправлення	Процедура верифікації
Перевірка короткого замикання в якорі	—	—	Якщо вібрації металевої пластини немає, то якір знаходиться в справному стані	
Ізоляція якоря	Більше 1 мОм	Менше 0,5 мОм	Замінити	
Биття колектора якоря	—	0,02 мм	Замінити	
Зовнішній діаметр колектора якоря	40 мм	38 мм	Замінити	
Величина виступу ламелей колектора	0,5 - 0,8 мм	0,2 мм	Замінити	

Електропровідність між обмоткою збудження і корпусом	Повинна бути електропровідність	—	Замінити
Ізоляція обмотки збудження	Більше 1 мОм	Менше 0,5 мОм	Замінити
Биття валу приводу	0,05 мм	0,1 мм	Замінити
Зношення або пошкодження зачеплення шестерень	—	—	При необхідності замінити
Внутрішній діаметр корпусу з боку приводу	17 мм	17,3 мм	Замінити
Внутрішній діаметр центрального корпусу обгінної муфти	28,0 мм	28,3 мм	Замінити
Ізоляція між щіткотримачем і кронштейном	Більше 1 мОм	Менше 0,5 мОм	Замінити



Натяг щіткових пружин	1,4 кг	1,0 кг	Замінити
Довжина щітки	20,0 мм	12,0 мм	Замінити
Електропровідність між клемою «С» і корпусом реле	—	Повинна бути	Замінити
Електропровідність між клемою «С» і клемою втягуючої котушки	—	Повинна бути	Замінити
Перевірка обгінної муфти		При необхідності замінити	
Обертання обгінної муфти	6-8 кг см	Замінити, якщо шестерня повертається в обидві сторони або не обертається зовсім	



3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Обґрунтування вибору солідолонагнітача

Надійність і довговічність роботи агрегатів та автомобіля в цілому значною мірою залежать від своєчасного виконання змащувальних робіт, а також від якості використовуваних масел і мастил. У процесі експлуатації автомобіля мастильні матеріали в картерах двигуна і механізмів трансмісії, а також у відкритих вузлах тертя зазнають змін, поступово втрачають свої властивості та стають непридатними для подальшого використання.

Крім того, кількість масла в картерах двигуна і трансмісії зменшується через вигорання або витіки через неплотності в прокладках, сальниках та інших відкритих з'єднаннях. Основним видом змащувальних робіт є заміна відпрацьованого масла та поповнення його до встановленого рівня.

Змащувальні та супутні їм очисні роботи становлять значну частину загального обсягу ТО. При ТО-1 їхня частка складає 25 – 30%, а при ТО-2 - 12–17%. Для виконання змащувальних робіт використовуються різні типи мастильних матеріалів, класифікація яких наведена на відповідній схемі.

Обладнання для змащування характеризується низькою ємністю, але здатне створювати високий тиск. До такого типу обладнання належать твердопаливні компресори, в яких основним робочим механізмом є плунжерна пара. Для забезпечення подачі мастильних матеріалів при високому тиску застосовується спеціалізоване обладнання, яке дозволяє ефективно прокачувати мастила навіть через вузькі канали.

Як механізми для подачі мастил використовуються солідолонагнітачі, які забезпечують подачу мастильних матеріалів до точок тертя під високим тиском, сприяючи надійній роботі вузлів і механізмів і як узагальнення, являють собою пристрої, призначені для подачі густих мастильних матеріалів, таких як солідол, до вузлів і механізмів ТЗ. Вони забезпечують ефективне змащування, що зменшує знос деталей і подовжує термін їх експлуатації.

Солідолонагнітачі поділяються на три основні типи. Ручні або механічні солідолонагнітачі працюють за допомогою важеля чи курка і підходять для невеликих робіт. Пневматичні солідолонагнітачі використовують стиснене повітря і забезпечують високу продуктивність для великих обсягів. Електричні солідолонагнітачі оснащені електродвигуном і зручні для тривалої роботи.

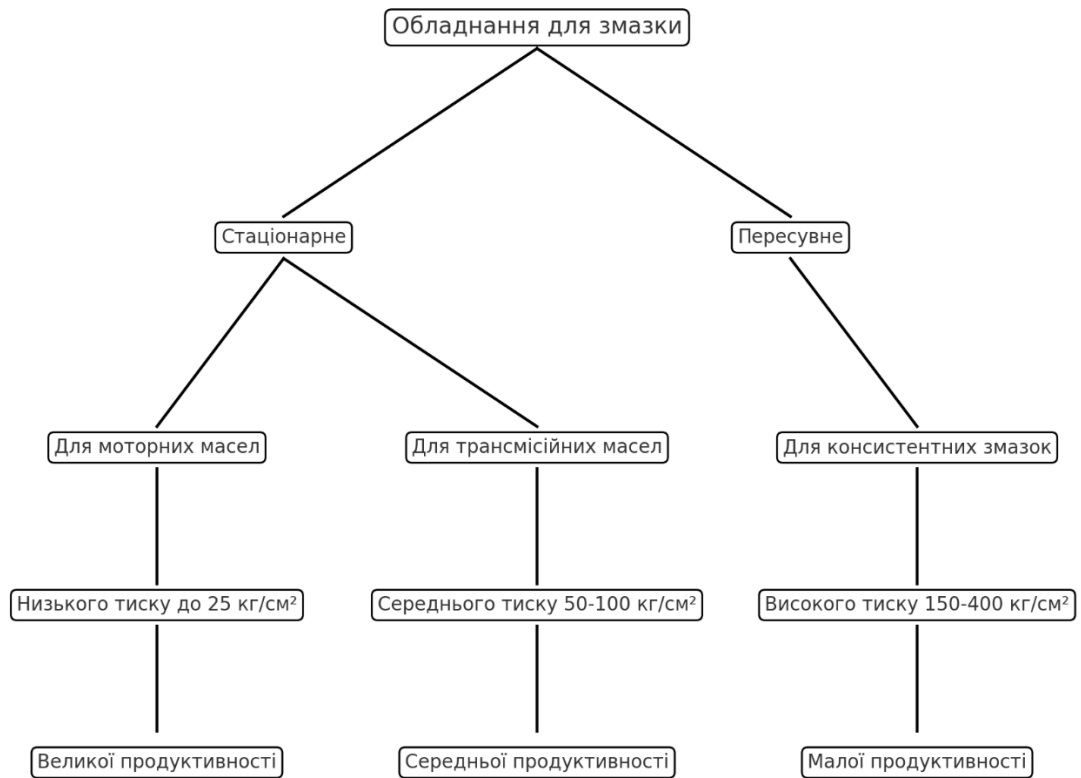


Рисунок 3.1 – Класифікація маслороздавального обладнання

Приклади пневматичних солідолонагнітачів подано нижче.



Рисунок 3.2 – Meclube 013-1121-000



Рисунок 3.3 – GP3

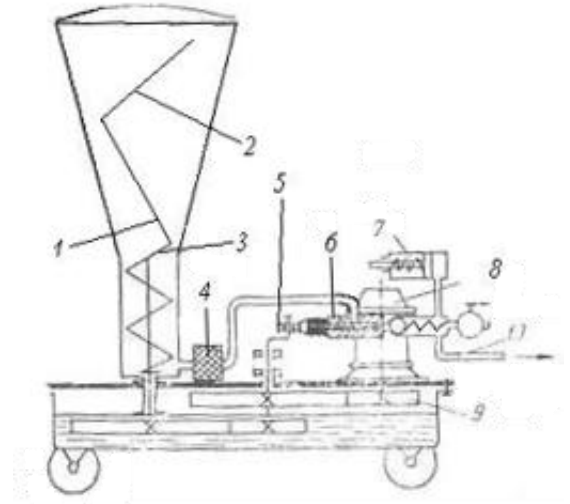


Рисунок 3.4 – Солідолонагнітач з електроприводом Ніат – 390

Для обслуговування вантажних автомобілів, які мають велику кількість точок змащування та потребують регулярного технічного обслуговування, оптимальним вибором є пневматичні солідолонагнітачі. Вони забезпечують високу продуктивність, що дозволяє швидко та ефективно змащувати всі необхідні вузли. Крім того, пневматичні моделі зменшують фізичне навантаження на оператора, що важливо при обслуговуванні великої кількості транспортних засобів.

При виборі солідолонагнітача для обслуговування вантажних автомобілів слід враховувати обсяг робіт, частоту використання та наявність додаткового обладнання, такого як компресор. Пневматичні моделі є оптимальним вибором для професійного використання завдяки їх високій продуктивності та зручності в експлуатації.

3.2 Розрахунок складових технологічного обладнання

Розрахунок ланцюгової передачі першого ступеня.

➤ Крок ланцюга:

$$P = 2,8 \sqrt[3]{\frac{T_1 \times 10^3 \times K_d}{v \times z_1 \times [P_d]}} \quad (3.1)$$

Кутова швидкість вхідного валу:

$$\omega = \pi n_{\text{НОМ}} / \quad (3.2)$$

$$\omega = 3,14 \times 1500 / 30 = 157 \text{ 1/с.}$$

$$T_{\text{ДВ}} = N_{\text{ДВ}} / \omega \quad (3.3)$$

$$T_{\text{ДВ}} = 0,9 \cdot 1000 / 157 = 5,7 \text{ Н.}$$

$$T_1 = T_{\text{ДВ}} \eta_{\text{ПК}} \quad (3.4)$$

$$T_1 = 5,7 \times 0,995 = 5,67 \text{ Н.}$$

Зуби ведучої зірочки:

$$z_1 = 29 - 2u \quad (3.5)$$

$$z_1 = 29 - 2 \times 2 = 25.$$

Підставляючи ($p_{\text{Ц}} = 15,625 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$, $v = 1$), крок ланцюга:

$$p = 2,8 \times 2,56 = 7,17 \text{ мм,}$$

Вибираємо ланцюг: $p = 8 \text{ мм.}$

➤ Кількість зубів веденої зірочки:

$$z_2 = z_1 u \quad (3.6)$$

$$z_2 = 25 \times 2 = 50.$$

Після заокруглення:

$$z_2 = 51.$$

➤ Передавальне число:

$$u_{\text{ф}} = z_1 / z_2 \quad (3.7)$$

$$u_{\text{ф}} = 25/51 = 2,04;$$

$$\Delta u = (u_{\text{ф}} - u / u) \times 100\% \leq 4\% \quad (3.8)$$

$$\Delta u = (2,04 - 2 \times 100) / 2 = 2\%.$$

➤ Міжосьова відстань ланцюга:

$$a = (30 \dots 50)p \quad (3.9)$$

Обираємо: $a = 32 \times 8 = 256 \text{ мм, то } a_p = a/p = 30 \dots 50.$

➤ Кількість ланок в ланцюзі:

$$l_p = 2 a_p + (z_1 + z_2) / 2 + [(z_1 - z_2) / 2\pi]^2 / a_p \quad (3.10)$$

$$l_p = 102,54, \text{ обираємо } - l_p = 104.$$

➤ Міжосьова відстань:

$$a_t = 0,25 \left\{ l_p - 0,5(z_1 + z_2) + \sqrt{[l_p - 0,5(z_2 + z_1)]^2 - 8[(z_2 - z_1)/2\pi]^2} \right\} \quad (3.11)$$

$$a_t = 32,738 \text{ мм.}$$

➤ Фактична міжосьову відстань:

$$a = a_p \times p \quad (3.12)$$

$$a = 32,738 \times 8 = 261,9 \text{ мм.}$$

Відстань між центрами:

$$a_M = 0,995a \quad (3.13)$$

$$a_M = 260,59 \text{ мм.}$$

➤ Довжина ланцюга:

$$l = l_p \times p \quad (3.14)$$

$$l = 104 \times 8 = 832 \text{ мм.}$$

➤ Ведучі зірочки:

$$d_{\delta 1} = p / \sin (180^\circ / z_1) \quad (3.15)$$

$$d_{\delta 1} = 10,1 \text{ мм,}$$

➤ Ведена зірочка:

$$d_{\delta 2} = p / \sin (180^\circ / z_2) \quad (3.16)$$

$$d_{\delta 2} = 21,15 \text{ мм.}$$

➤ Діаметр окружності западин:

Ведуча та ведена зірочки:

$$D_{i1} = d_{\delta 1} - (d_1 - 0,175 \sqrt{d_{\delta 1}}) \quad (3.17)$$

$$D_{i1} = 8,35 \text{ мм.}$$

$$D_{i2} = d_{\delta 2} - (d_1 - 0,175 \sqrt{d_{\delta 2}}) \quad (3.18)$$

$$D_{i2} = 19,6 \text{ мм.}$$

Обираємо: $d_{\delta 1} = 40 \text{ мм, } d_{\delta 2} = 83,7 \text{ мм,}$

➤ Перевірка швидкості меншої зірочки:

$$n_1 \leq [n_p]_1 \quad (3.19)$$

$$1500 < 1875.$$

➤ Кількість ударів ланцюга об зубці зірочки:

$$U \leq [U] \quad (3.20)$$

$$U = 4z_1 p n_1 / (60 l_p) \quad (3.21)$$

$$U = 24,04.$$

$$[U] = 508/p = 63,5 \quad (3.22)$$

➤ Фактична частота обертання ланцюга:

$$v = z_1 p n_1 / (60 \times 10^3) \quad (3.23)$$

$$v = 5 \text{ м/с.}$$

➤ Сила, що передається ланцюгом:

$$F_t = P_1 \times 10^3 / v \quad (3.24)$$

$$F_t = 180 \text{ Н.}$$

➤ Тиск у шарнірах ланцюга:

$$p_{\text{ц}} = F_t \times K_{\text{э}} / A \leq [p_{\text{ц}}] \quad (3.25)$$

$$A = d_1 \times b_1 \quad (3.26)$$

$$A = 9,24.$$

$$p_{\text{ц}} = 14,9 \text{ Н/мм}^2, \text{ задовольняє умові (3.25): } 14,9 < 15,625.$$

➤ Перевірка міцності ланцюга.

$$S = F_p / (F_t K_d + F_o + F_v) \quad (3.27)$$

$$F_o = K_f q a g \quad (3.28)$$

$$F_o = 3,08 \text{ Н.}$$

$$F_v = q v^2 \quad (3.29)$$

$$F_v = 5 \text{ Н.}$$

$$\text{Відповідно: } S = 2,45.$$

Беремо у відповідності з рекомендаціями – $S = 8$.

➤ Сила тиску ланцюга на вал:

$$F_{\text{оп}} = k_B F_t + 2 F_o \quad (3.30)$$

$$F_{\text{оп}} = 210,1 \text{ Н.}$$

4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

4.1. Дослідження елементів несучої системи передньої підвіски при русі по криволінійній траєкторії

Криволінійний рух автомобіля є одним із найбільш несприятливих режимів для напружено-деформованого стану несучих елементів підвіски. У таких умовах найбільші навантаження припадають на елементи автомобіля, розташовані поза центром повороту. Крім перевантажень цих елементів, криволінійний рух може призводити до високого ризику відхилення автомобіля від заданого курсу, занесення або навіть перекидання.

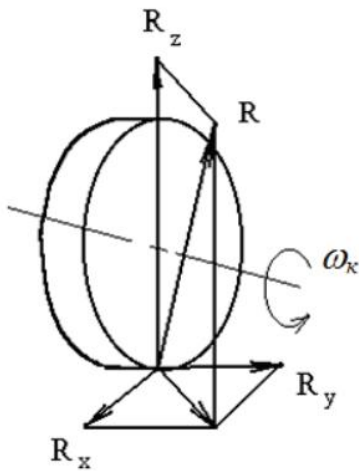


Рисунок 4.1 – Реакції опорної поверхні: R_x – поздовжня (дотична) реакція дороги, яка виникає в результаті сил тяги або гальмування; R_y – бічна (поперечна) реакція дороги, що діє під час криволінійного руху автомобіля; R_z – нормальна реакція дороги, яка спрямована перпендикулярно до опорної поверхні та відображає вагу автомобіля

Також під час такого руху значні бічні навантаження діють на шини, що збільшує кути ковзання коліс. У зоні контакту шин із дорогою виникає часткове прослизання, яке не лише погіршує зчеплення автомобіля з опорною поверхнею, але й знижує довговічність шин, прискорюючи їх зношування.

Усі сили, які впливають на автомобіль із боку дороги, передаються через колеса. Радіус колеса із пневматичною шиною може змінюватися залежно від ваги вантажу, режиму, внутрішнього тиску повітря та ступеня зношення протектора. У коліс розрізняють кілька типів радіусів: вільний, статичний, динамічний та кінематичний.

Реакції, що діють на колесо, формують реакцію опорної поверхні, яка подається у вигляді вектора R . Цей вектор зручно

представити у вигляді трьох складових, що ілюструють різні компоненти впливу опорної поверхні на колесо.

Коли колесо нерухоме, вектор нормальної реакції розташований у центрі плями контакту з опорною поверхнею. Однак під час кочення колеса вертикальна реакція зміщується вперед, у напрямку його руху. Це зсув формує плече «а» відносно осі обертання колеса (рис. 4.2).

Зміщення вектора нормальної реакції пояснюється кількома факторами. По-перше, це перерозподіл тиску в зоні контакту через гістерезисні втрати в шині. По-друге, поздовжнє зміщення осі колеса відносно плями контакту виникає через деформацію шини під навантаженням. По-третє, пляма контакту зміщується вперед через деформацію самої опорної поверхні. Усі ці чинники впливають на взаємодію колеса з дорогою і динаміку руху автомобіля.

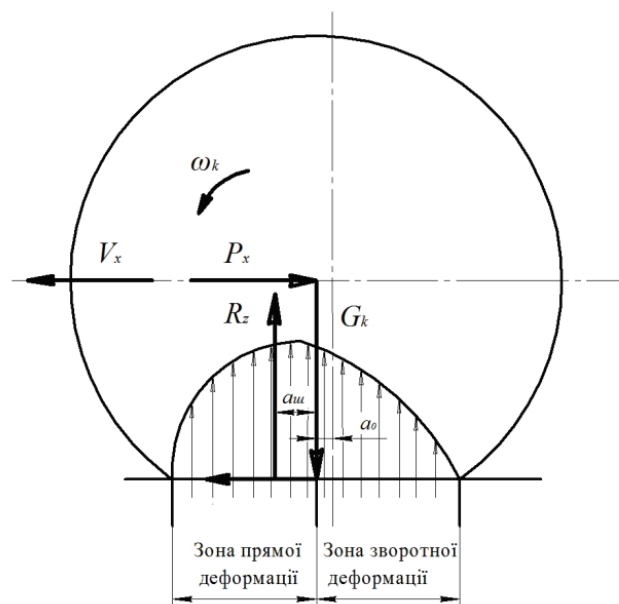


Рисунок 4.2 – Реакції у плямі контакту

Із літератури знаємо, що нахил площини керованих коліс до центру повороту зменшує інтенсивність зносу шин, що підвищує ефективність автомобіля та знижує забруднення навколишнього середовища продуктами зносу. Однак у більшості випадків, як у вітчизняних, так і в багатьох іномарках та вантажних автомобілях, параметри установки керованих коліс вибирають

так, щоб під час повороту внутрішнє колесо нахилилося до центру повороту, а зовнішнє – від центру.

Цей підхід обумовлений пріоритетом, який розробники надають стабільності автомобіля при виконанні поворотів. Таким чином, конструкція спрямована на забезпечення максимальної керованості та безпеки, навіть якщо це супроводжується збільшенням зносу шин у певних умовах

$$\sin\beta_{H(B)} = \frac{r}{L} \sin\alpha_{H(B)}. \quad (4.1)$$

$$tgP_{H(B)} = \frac{\omega^2 H(B) r_{dn}}{g}. \quad (4.2)$$

$$\cdot \frac{2r_{dn} \sin(\alpha_{H(B)} - \delta_{H(B)})(tg\delta_3 + tg(\alpha_{H(B)}))}{tg(\alpha_{H(B)} - \delta_{H(B)})(2L \pm Btg\delta_3)}.$$

Нахил площини керованих коліс до центру повороту може не тільки не погіршити, але й значно покращити стійкість автомобіля, збільшити довговічність шин і знизити навантаження на несучі елементи підвіски, що знаходяться поза центром повороту. Це стає особливо важливим для вантажних автомобілів із залежною передньою підвіскою.

Для демонстрації цього проаналізуємо вплив нахилу площини зовнішнього колеса на напружений стан зовнішнього поворотного кулака та частини балки. Ці елементи передньої осі зазнають найбільших навантажень під час руху автомобіля по криволінійній траєкторії.

Зусилля, які передаються від опорної поверхні до передньої осі через зовнішнє колесо, є проекціями осьового та радіального зусиль на горизонтальну та вертикальну площини, що проходять через пляму контакту. Осьове зусилля визначається впливом сил, спрямованих уздовж осі, а радіальне – сил, спрямованих перпендикулярно до осі. Ці зусилля впливають на напружений стан несучих елементів і визначають їх довговічність та ефективність роботи в умовах криволінійного руху автомобіля.

$$Y_n = Y'_{Fyn} \cos\beta_n; Z_n = Z_{pn} \cos\beta_n. \quad (4.3)$$

При зовнішньому кермуванні зовнішнє колесо нахилиється в напрямку дії бічної складової інерційної сили Y_y , яка діє на передню вісь автомобіля у бік від центру повороту. Цей нахил впливає на розподіл осьових і радіальних реакцій колеса, які визначаються відповідними формулами.

Осьова реакція та радіальна реакції характеризують вплив опорної поверхні на колесо і залежать від силового впливу інерційної сили, маси автомобіля, а також геометрії нахилу колеса. Ці сили взаємодіють через пляму контакту з дорогою, впливаючи на динамічний стан і стійкість автомобіля під час проходження поворотів. Формули для розрахунку осьової та радіальної реакцій дозволяють визначити напружено-деформований стан компонентів підвіски та оцінити їхню ефективність і довговічність у реальних умовах експлуатації.

$$\begin{aligned} Y_{ocn} &= Y'_{yn} + Z'_{oz}; \\ Z_{Gz} &= Y''_{Gz} - Y''_{Fv}; \end{aligned} \quad (4.4)$$

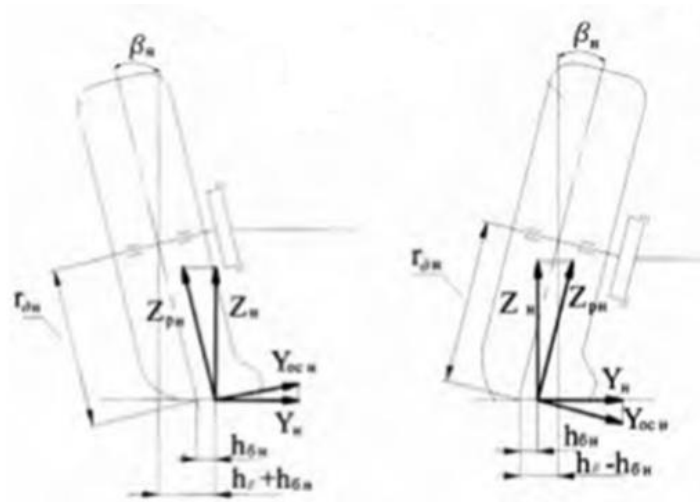


Рисунок 4.3 – Бічна та нормальна реакція дорожнього покриття.

При нахилі зовнішнього керованого колеса в бік, протилежний напрямку дії бічної сили, потрібно розрахувати наступні параметри для оцінки динаміки і стійкості автомобіля:

$$\begin{aligned} Y_{ocn} &= Y'_{yn} - Z'_{Gn}; \\ Z_{pn} &= Z_{Gn} + Y''_{Fn}. \end{aligned} \quad (4.5)$$

Поперечний вигин осі зовнішнього поворотного кулака визначається реакцією Z_{pn} , лінія дії якої перпендикулярна поздовжній осі цапфи. Ця реакція знаходиться на відстані h_b від середньої площини колеса, що відповідає поперечній деформації шини.

Згинальні моменти, спричинені реакціями Y_{ocn} і Z_{pn} , розраховуються як моменти M_{nk} , приведені до центру секції цапфи, яка розташована в середній площині колеса.

Результуючий момент є сумою згинальних моментів:

$$\begin{aligned} M'_{uk} &= Y_{ocn} r_{dz}; \\ M''_{uk} &= Z_{pz} h_{\delta z}; \\ h_{\delta z} &= \frac{F_{\delta z}}{C_{\delta}}. \end{aligned} \quad (4.6)$$

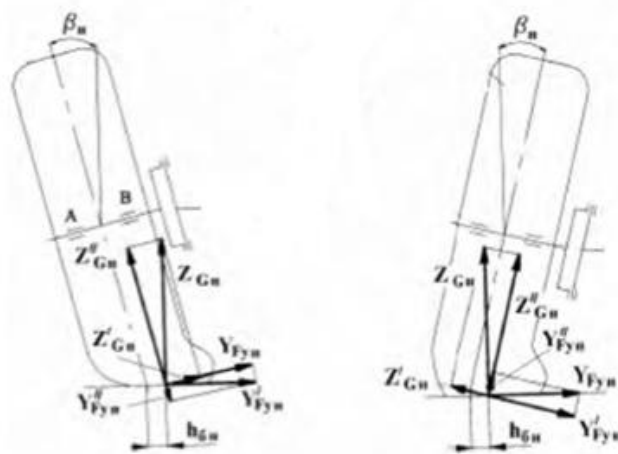


Рисунок 4.4 – Осьові радіальні реакції дорожньої поверхні.

Реакція Z_{pn} передається на цапфу через підшипникові кріплення і проявляється у вигляді реакцій $AB Z_{pn}$, які діють у центральних поперечних перерізах відповідних шийок цапфи. Ці реакції враховують розподіл навантаження між опорними точками цапфи та впливають на її напружено-деформований стан.

Значення реакцій у точках A і B розраховуються за допомогою формул, які враховують геометрію конструкції, положення підшипників та їхнє розташування відносно цапфи. Розрахунки дозволяють визначити розподіл

навантаження та оцінити, наскільки ефективно підшипники сприймають сили, що діють під час експлуатації. Це важливо для забезпечення довговічності і надійності вузла поворотного кулака.

$$Z'_{pz} = Z_{pn} \frac{l_{\delta} - l_{\delta n}}{l_a + l_b} \cdot Z''_{pz} = Z_{pn} \frac{l_{\delta} - l_{\delta n}}{l_a + l_b}. \quad (4.7)$$

Бічний вигин у розглянутому фрагменті балки переднього моста виникає під впливом нормальної реакції і згинального моменту. Цей момент є результатом суми моментів, що створюються реакціями відносно точки, де поздовжня вісь цапфи поворотного кулака перетинається з поздовжньою віссю шворневого отвору балки.

Згинальний момент враховує розподіл навантажень у поперечному перерізі балки, який впливає на стан її конструкції. Величина бічного вигину залежить від дії цих моментів, а також від жорсткості балки та її геометричних характеристик. Оцінка цього вигину є важливою для забезпечення надійності й безпеки конструкції в умовах експлуатації автомобіля.

$$M_s = M'_{u\delta} + M''_{u\delta}; M'_{u\delta} = Y_n h_e; \quad (4.8)$$

$$h_e = r_{dn} \cos \beta_n; M''_{u\delta} = Z_n l_e.$$

При нахилі колеса від центру обертання створюється плече, яке впливає на величину моменту, що виникає під дією нормальної реакції. Відповідно, реакція щодо вибраної точки розраховується за формулою, яка враховує значення плеча, величину нормальної реакції і розподіл навантаження на конструкцію.

Формула дає змогу визначити, як момент, що створюється реакцією, впливає на напружено-деформований стан компонентів підвіски і несучих елементів, що забезпечує точність розрахунків і оптимізацію конструкції для підвищення її довговічності та стійкості в експлуатаційних умовах.

$$l_e = l_z - h_{\delta z} + h_{\beta z}. \quad (4.9)$$

Для визначення зміщення точки прикладання реакції, яке виникає внаслідок нахилу колеса, використовується формула, яка враховує геометричні

параметри нахилу колеса, величину нормальної реакції та характеристики площини контакту колеса з опорною поверхнею.

Ця формула дозволяє розрахувати вертикальне зміщення точки реакції, що є критично важливим для оцінки змін у напружено-деформованому стані конструкції. Такі розрахунки забезпечують оптимізацію конструктивних параметрів підвіски та допомагають мінімізувати негативні впливи, які можуть виникати під час експлуатації автомобіля на криволінійних траєкторіях або нерівностях дороги:

$$h_{\beta n} = r_{dn} \sin \beta_n. \quad (4.10)$$

При нахилі колеса до центру обертання плече розраховується за формулою, яка враховує кут нахилу колеса, геометричні параметри підвіски та положення точки контакту шини з опорною поверхнею. Формула дозволяє визначити величину плеча як відстань між точкою прикладання нормальної реакції та віссю обертання колеса.

Цей розрахунок є важливим для аналізу силових впливів на підвіску, оскільки величина плеча прямо впливає на згинальні моменти в елементах конструкції. Правильне визначення цього параметра допомагає оптимізувати конструкцію підвіски для забезпечення стійкості, надійності та довговічності під час експлуатації автомобіля:

$$l_e = l_z - h_{\delta z} + h_{\beta z}. \quad (4.11)$$

У критичних режимах криволінійного руху, коли бічна сила, що діє на ТЗ, досягає межі зчіпних властивостей шин і дорожнього покриття, зростає ймовірність перекидання автомобіля. У таких умовах крутний момент, що виникає під дією цієї сили, перевищує момент який створюється реакцією.

Це відбувається тому, що величина реакції у таких випадках лише трохи збільшується, однак плече, через яке вона діє, стає більше ніж у два рази довшим порівняно з плечем. Така зміна геометрії силового впливу значно підвищує момент перекидання, що потребує врахування при розрахунку стійкості автомобіля в умовах криволінійного руху.

Якщо під час руху автомобіля бічна сила досягає граничного значення, серед силових коефіцієнтів, що діють на цапфу поворотного кулака, найбільший вплив має згинальний момент. Це зумовлено тим, що реакція діє на важелі, рівному динамічному радіусу колеса, який перевищує довжину цапфи більш ніж у два рази. Зменшення реакції спричиняє зниження згинального моменту, що полегшує навантаження на цапфу поворотного кулака.

Коли зовнішнє кероване колесо нахилиється до центру обертання автомобіля, осьова реакція, зменшується. Крім того, нахил колеса до центру зменшує поперечну деформацію шини. У результаті цього згинальні моменти, які створюють навантаження на цапфу поворотного кулака, знижуються.

Навпаки, якщо колесо відхиляється від центру обертання, реакція і поперечна деформація шини зростають. Це призводить до збільшення згинального моменту, що підвищує навантаження на цапфу поворотного кулака та може негативно впливати на її довговічність. Таким чином, нахил колеса до центру повороту є важливим фактором для зменшення навантаження на конструктивні елементи та підвищення їхньої стійкості.

Нахил колеса до центру повороту сприяє зменшенню крутного моменту який діє на розглянутий фрагмент балки. Це досягається завдяки подовженню реакційного плеча, через яке діє сила. У той же час зменшення бічної деформації шини також сприяє зниженню моменту, що зменшує навантаження на елементи конструкції.

Навпаки, якщо колесо нахилиється від центру повороту, реакція збільшується, а плече стає коротшим. Це призводить до збільшення крутного моменту, що створює додаткове навантаження на балку та інші елементи підвіски. Таким чином, нахил колеса до центру повороту є більш сприятливим для зменшення напруженості в конструктивних елементах і підвищення їхньої довговічності.

Відхилення площини зовнішнього керованого колеса до центру повороту сприяє зниженню згинального моменту, що дозволяє зменшити напружений стан елементів передньої осі. Це особливо важливо для деталей, які зазнають значних

навантажень під час криволінійного руху автомобіля. У протилежному випадку, коли колесо відхиляється від центру повороту, як це зазвичай реалізовано у конструкціях, навантаження на деталі зовнішньої частини передньої осі зростають, що підвищує ризик перевантажень і прискорює зношування елементів.

Аналіз стану, проведений методом кінцевих елементів для поворотного кулака та балки передньої осі вантажних автомобілів за різних варіантів нахилу керованого колеса, повністю підтвердив ці висновки. Результати підкреслюють важливість оптимального нахилу керованих коліс для забезпечення довговічності та стійкості конструктивних елементів передньої осі.

У зоні концентраторів напружень довжина ребра елемента склала 2 мм, що дозволило наростити якість розрахунків у критичних ділянках конструкції. У зонах, де концентратори напружень відсутні, застосовувалася сітка більшого розміру, що є типовою практикою для оптимізації обчислювальних ресурсів.

Граничні умови моделювання передбачали жорстке закріплення поворотного кулака в області розташування шворня. Оскільки використані кінцеві елементи не забезпечували можливості обертання, згинальний момент задається парою сил, прикладених у точках А і В, які імітують дію моменту на цих ділянках. Такий підхід дозволив ефективно відобразити реальні умови роботи конструкції під навантаженням.

Елементна модель фрагмента балки передньої осі була побудована з елементів, розташованих уздовж базової лінії конструкції. Кожен елемент мав три вузли, кожен із яких мав три ступені свободи. Це забезпечувало високу точність розрахунків і дозволяло враховувати складну напружено-деформовану поведінку балки.

Оскільки форма і розміри поперечних перерізів балки змінювалися вздовж її поздовжньої осі, геометричні характеристики кожного елемента визначаються залежно від його положення.

Нормальна реакція приймалася рівною вазі автомобіля, що припадає на передню вісь. При цьому коефіцієнт зчеплення шин із опорною поверхнею становив 0,7.

Було розглянуто три варіанти нахилу площини зовнішнього керованого колеса автомобіля, що рухається по криволінійній траєкторії. У першому варіанті кут нахилу від центру обертання визначався виключно за значеннями кутів установки рульових коліс автомобіля. Обчислення кута здійснюється за спеціальною формулою, яка враховує параметри траєкторії, геометрію підвіски та кути повороту керованих коліс. Цей підхід дозволяє оцінити вплив налаштувань рульової системи на динаміку автомобіля при криволінійному русі.

$$\beta_n = \beta_0 + \varepsilon(-1\cos\alpha_n) - \gamma\sin\alpha_n + \psi_n. \quad (4.12)$$

Зовнішнє кероване колесо відхиляється до центру обертання на величину, яка визначається за формулою, що враховує геометричні та динамічні параметри руху автомобіля.

$$\operatorname{tg}\beta_n = \frac{Y_{Fn}}{Z_{Gn}}. \quad (4.13)$$

Аналіз напруженого стану зовнішнього поворотного кулака вантажного автомобіля, що рухається по криволінійній траєкторії з різними кутами нахилу зовнішнього рульового колеса, показав, що залежності, які забезпечують узгодження кутів повороту та нахилу керованих коліс до центру повороту, дозволяють значно знизити напруження в елементах підвіски.

При русі по круговій траєкторії з радіусом 10 м напруження на критичній ділянці жолобника знижувалися на 11,50%. У випадку руху по траєкторії з радіусом 60 м напруження зменшувалися на 7,50%.

Ця різниця в навантаженнях пояснюється тим, що при меншому радіусі кривини зовнішнє кероване колесо у другому варіанті мало більший нахил до центру повороту, тоді як у першому варіанті воно було нахилене від центру. Більший нахил до центру при меншому радіусі дозволяє краще розподілити навантаження і зменшити напруження у вузлах підвіски.

Відхилення зовнішнього керованого колеса до центру повороту на певний кут призводить до значного зниження напружень на критичній ділянці цапфи

поворотного кулака. При русі автомобіля по круговій траєкторії радіусом 10 або 60 метрів напруження знижуються на 87,5%.

Це пояснюється тим, що величина нахилу зовнішнього керованого колеса до центру повороту залежить від бічної сили, яка, у свою чергу, вважається постійною для кожного з розглянутих радіусів. Через цю постійність напруження в цапфі поворотного кулака залишається незмінним незалежно від радіуса траєкторії. Такий ефект дозволяє забезпечити стабільність роботи елементів підвіски за різних умов руху автомобіля.

Нахил зовнішнього керованого колеса до центру обертання сприяє зменшенню напружень у балці. При русі по круговій траєкторії радіусом 10 м напруження знижувалися в середньому на 19,00%, а при русі по траєкторії радіусом 60 м на 11,70%.

Звищевказаного відомо, що нахил керованих коліс до центру повороту дозволяє значно знизити навантаження на елементи підвіски автомобіля під час руху в екстремальному режимі по криволінійній траєкторії. Такий підхід сприяє зменшенню напруженого стану несучих компонентів, покращуючи їхню довговічність і стійкість.

Вдосконалення конструкції автомобіля, ґрунтоване на використанні запропонованої формули, дозволить практично повністю розвантажити елементи несучої системи, які зазнають найбільших навантажень під час руху по криволінійній траєкторії. Це сприятиме покращенню стійкості, керованості, економічності та інших експлуатаційних і споживчих характеристик автомобіля.

Особливо важливим є те, що для реалізації цього вдосконалення використовуються значні кути нахилу керованих коліс, що робить цей підхід надзвичайно актуальним для автомобілів із незалежною передньою підвіскою. Такий напрямок удосконалення кінематики керованих коліс дозволить не лише покращити динамічні характеристики автомобіля, але й підвищити довговічність його конструктивних елементів.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Розробка положень, інструкцій і наказів з охорони праці

Розробка внутрішніх документів з охорони праці є важливою складовою системи управління охороною праці (СУОП) на автотранспортному підприємстві (АТП). Ці документи визначають порядок, вимоги і правила безпеки, яких повинні дотримуватись працівники під час виконання своїх обов'язків. Вони забезпечують організованість, підвищують рівень безпеки та сприяють зменшенню ризиків травматизму.

Головна мета – впровадження чіткої системи організації праці, яка забезпечить відповідність законодавчим нормам, запобігання нещасним випадкам і професійним захворюванням, а також сприяє формуванню культури безпеки на підприємстві.

Документи спрямовані на:

- Захист працівників від небезпечних виробничих факторів.
- Регулювання дій у стандартних та аварійних ситуаціях.
- Створення прозорої системи відповідальності.

Типи документів. Положення – це загальні документи, які регламентують організацію охорони праці на підприємстві. Вони визначають структуру та функції служби охорони праці, порядок проведення інструктажів, атестацію робочих місць, забезпечення засобами індивідуального захисту (ЗІЗ).

Інструкції з охорони праці – детальні документи, які описують безпечні методи роботи з обладнанням, інструментами та транспортними засобами. Наприклад, інструкція для водіїв, механіків чи електриків.

Накази – розпорядчі акти керівництва підприємства, які встановлюють відповідальність, затверджують графіки інструктажів, призначають відповідальних осіб і впроваджують конкретні заходи з охорони праці.

Процес розробки документів.

Вивчення нормативних вимог. Спершу аналізуються закони, державні

стандарти та нормативно-правові акти, що регулюють охорону праці, наприклад, Закон України «Про охорону праці», нормативи Державної служби з питань праці.

Підготовка тексту документів. Розробляються проекти положень, інструкцій та наказів з урахуванням специфіки роботи підприємства та особливостей виконуваних завдань.

Документи проходять перевірку у службі охорони праці, юридичному відділі, а за потреби – у зовнішніх експертів.

Обговорення і затвердження. Проекти документів обговорюються з керівниками підрозділів, узгоджуються зі службою охорони праці, затверджуються керівником підприємства.

Ознайомлення працівників. Організовується навчання, під час якого працівників ознайомлюють із новими документами. Підтвердженням є підписи у відповідних журналах чи відомостях.

Оновлення і перегляд. Документи періодично переглядаються, особливо у разі змін у законодавстві, умовах праці чи впровадженні нового обладнання.

Зміст документів.

Положення регламентують:

- структуру служби охорони праці;
- порядок інструктажів;
- процедуру розслідування нещасних випадків;
- правила забезпечення ЗІЗ.

Інструкції описують:

- заходи безпеки під час виконання робіт;
- правила експлуатації обладнання;
- дії у разі аварійних ситуацій.

Накази фіксують:

- призначення відповідальних осіб;
- затвердження графіків навчань;
- впровадження заходів із забезпечення безпеки.

Ключові вимоги до документів.

Документи повинні бути чіткими, зрозумілими для працівників, відповідати законодавству та враховувати специфіку підприємства. Важливо забезпечити їх доступність, регулярне оновлення і контроль за виконанням.

Розробка якісних внутрішніх документів допомагає підприємству дотримуватись норм законодавства, уникати нещасних випадків, покращувати умови праці та формувати культуру безпеки. Це створює надійну основу для ефективної роботи системи охорони праці, захисту персоналу і збереження матеріальних цінностей.

5.2 Визначення процедур оповіщення та інформування працівників про небезпеку

Ефективні процедури оповіщення та інформування працівників про небезпеку є ключовим елементом безпеки автотранспортного підприємства (АТП). Чіткий і оперативний обмін інформацією під час надзвичайних ситуацій (НС) допомагає мінімізувати ризики для здоров'я та життя персоналу, зменшити матеріальні збитки і забезпечити злагодженість дій.

Основна мета процедур оповіщення – організувати швидке інформування персоналу про можливу або вже існуючу загрозу для:

- забезпечення безпеки працівників;
- уникнення паніки та хаосу;
- своєчасного виконання заходів щодо локалізації або ліквідації небезпеки;
- підтримання координації під час евакуації.

Етапи розробки процедур оповіщення.

Аналіз можливих загроз. На початковому етапі визначаються можливі небезпеки, які можуть виникнути на підприємстві: пожежі, вибухи, розлив хімічних речовин, стихійні лиха чи техногенні аварії. Особлива увага приділяється місцям підвищеного ризику: складам пального, ремонтним майстерням, електрощитовим.

Вибір засобів оповіщення. На підприємстві встановлюються технічні засоби оповіщення, такі як сирени, гучномовці, світлові сигнали, інформаційні табло. Для

додаткового інформування використовуються мобільні додатки, SMS-розсилки, внутрішня телефонна мережа або електронна пошта. Обов'язково передбачаються резервні засоби на випадок відсутності електропостачання, наприклад, ручні мегафони чи свистки.

Розробка алгоритмів дій. Для кожного типу надзвичайної ситуації створюється детальний план дій. Він охоплює:

- подачу сигналу тривоги;
- евакуацію працівників та обладнання;
- інформування зовнішніх служб (ДСНС, поліції, медиків).

Призначення відповідальних осіб. Визначаються працівники, відповідальні за запуск системи оповіщення, керівництво евакуацією та координацію персоналу. Також призначаються особи для зв'язку з екстреними службами.

Навчання працівників. Персонал повинен вміти розпізнавати сигнали тривоги і знати алгоритм дій. Для цього проводяться регулярні інструктажі, тренування та ознайомлення з планами евакуації.

Тестування системи оповіщення. Регулярна перевірка обладнання (сирен, табло, гучномовців) та засобів зв'язку дозволяє своєчасно виявити недоліки і забезпечити безперебійну роботу системи у разі надзвичайної ситуації.

Компоненти системи оповіщення

Технічні засоби:

Звукові: сирени, гучномовці.

Світлові: сигнальні лампи, інформаційні табло.

Електронні: SMS-розсилки, мобільні додатки, електронна пошта.

Резервні: мегафони, ручні сигнальні пристрої.

Організаційні заходи:

- Розробка планів оповіщення.
- Встановлення зон дії сигналів.
- Узгодження процедур з планами евакуації.

Інформування зовнішніх служб:

- Своєчасна передача даних про НС до ДСНС, поліції, медичних установ.

- Забезпечення зв'язку з екстреними службами через визначених працівників. Алгоритм дій при оповіщенні.

Активація системи оповіщення. Сигнал тривоги подається автоматично (наприклад, пожежною сигналізацією) або вручну відповідальним працівником.

Інформування персоналу. Через гучномовці чи сирени передається сигнал тривоги. Додатково надсилаються повідомлення через електронні чи мобільні засоби зв'язку.

Організація евакуації. Відповідальні особи координують виведення людей із небезпечної зони, перевіряють приміщення та забезпечують дотримання маршрутів евакуації.

Оповіщення зовнішніх служб. Інформуються відповідні служби (ДСНС, поліція, швидка допомога) про характер загрози та її масштаби.

Післяаварійне інформування. Після ліквідації НС працівників повідомляють про завершення небезпеки. Аналізуються результати дій, виявляються недоліки системи оповіщення.

Документальне забезпечення. Для реалізації процедур оповіщення створюються:

- Плани оповіщення з детальним описом порядку дій.
- Накази про призначення відповідальних осіб.
- Інструкції для працівників із розпізнавання сигналів і реагування на них.
- Журнали перевірок для реєстрації результатів тестувань системи.
- Результати впровадження ефективної системи оповіщення.

Захист працівників: своєчасне сповіщення мінімізує ризики для життя та здоров'я.

Організованість дій: чіткі інструкції забезпечують швидку евакуацію і координацію персоналу.

Мінімізація матеріальних збитків: оперативне реагування допомагає зберегти обладнання та транспорт.

Підвищення культури безпеки: регулярні навчання формують обізнаність і готовність працівників до дій у НС.

Ефективні процедури оповіщення забезпечують готовність підприємства до надзвичайних ситуацій, підвищують безпеку працівників і сприяють злагодженій роботі у кризових умовах.

5.3 Розрахунок аварійного освітлення проектного цеху, ділянки

Аварійне освітлення включають при виході з ладу робочого освітлення.

Світильники аварійного освітлення живляться від автономного джерела й повинні забезпечувати освітленість не менше 5 % величини робочого освітлення, але не менше 2 лк на робочих поверхнях і не менше 1 лк на території підприємства. Аварійне освітлення передбачається на підприємствах, де зупинка технологічних процесів може призвести до людських жертв або значних економічних втрат.

Дані для проектування аварійного освітлення проектного цеху:

- система освітлення – загальна рівномірна;
- вид освітлення – аварійне;
- тип джерела світла – лампа розжарювання;
- тип світильника – НСП 03 (60 Вт);
- лампа типу – Б 215-225-60, $P_{\text{л}}=60\text{Вт}$, $\Phi_{\text{л}}=715\text{ Лм}$.

Розраховуємо нормовану освітленість:

$$E_{\text{ав}}=5\% E_{\text{р.о.л.н.}} \quad (5.1)$$

де $E_{\text{р.о.л.н.}}$ - робоче освітлення

$$E_{\text{ав}}=0,05 \cdot 30=1,5\text{ Лк}$$

$E_{\text{ав}}$ повинно бути не менше 2 Лк, приймаємо $E_{\text{ав}}=2\text{ Лк}$.

Розраховуємо кількість світильників для аварійного освітлення:

$$N_{\text{ав}} = \frac{E_{\text{ав}} \cdot K_3 \cdot z \cdot S}{\Phi_{\text{л}} \cdot \eta}, \quad (5.2)$$

де $E_{\text{н}}$ – нормована освітленість, лк;

K_3 – коефіцієнт запасу, який враховує старіння джерел світла, для лампа розжарювання $K_3 = 1,15$;

z – коефіцієнт нерівномірності освітлення, $z = 1,15$;

S – площа приміщення, $S = 4521 \text{ м}^2$;

η – коефіцієнт використання світлового потоку освітлювальної установки у відносних одиницях.

Коефіцієнт використання світлового потоку визначається в залежності від типу світильника, коефіцієнта відбиття стелі – $\rho_c = 50 \%$, стін – $\rho_{cm} = 30 \%$ та індексу приміщення i .

Індексу приміщення i визначають за формулою

$$i_n = \frac{A \cdot B}{h_p \cdot (A + B)}, \quad (5.3)$$

де A – довжина приміщення;

B – його ширина;

h_p – розрахункова висота підвісу світильників.

Для визначення геометричних параметрів розташування світильників необхідно враховувати наступне:

- відстань від стелі до краю світильника, рекомендується приймати для світильників з лампами розжарювання - $h_3 = 0,5 \pm 1,0$ м. Приймаємо $h_3 = 0,5$ м.

- висоту, на якій знаходиться розрахункова поверхня над підлогою, рекомендується приймати $h_p = 0,8 \div 1,0$ м. Приймаємо $h_p = 1,0$ м.

Висота світильників над робочою поверхнею визначається за формулою:

$$h_p = H - h_3 - h_p \text{ м}, \quad (5.4)$$

де H – висота приміщення, яка для нашого випадку становить 7,8 м.

$$H_p = 7,8 - 0,5 - 1,0 = 6,3 \text{ м.}; \quad i = \frac{4521}{6,3 \cdot (30 + 150,7)} = 3,97$$

Вибираємо коефіцієнт використання світлового потоку $\eta = 0,42$.

$$N_{ав} = \frac{2 \cdot 1,15 \cdot 1,15 \cdot 4521}{715 \cdot 0,42} = 40 \text{ св.}$$

Встановлена потужність ламп в приміщенні:

$$P_{вст} = P_{л} \cdot N_{ав} \quad (5.5)$$

$$P_{вст} = 60 \cdot 40 = 2400 \text{ Вт.}$$

Встановлена потужність ламп в приміщенні $P_{вст} = 2400 \text{ Вт.}$

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі на тему: «Проект автотранспортного підприємства для виконання технічного обслуговування системи запуску двигуна автомобілів HINO 500 GH8JS7G-XHR з дослідженням елементів несучої системи передньої підвіски при русі по криволінійній траєкторії» було розроблено проект автотранспортного підприємства, що спеціалізується на технічному обслуговуванні та ремонті зазначених автомобілів.

Перш за все, проведено детальний аналіз існуючого стану підприємства та його показників, що дозволило обґрунтувати необхідність створення нового АТП. Розглянуто принципи і методи управління АТП, вибір форми управління, що відповідає потребам ефективної організації ТО та ремонту.

Визначено виробничу програму ТО, що включає планування річного обсягу робіт та чисельності працівників, що дозволяє забезпечити безперебійне функціонування підприємства. Враховано річний обсяг робіт по самообслуговуванню, що також впливає на ефективність роботи АТП та його економічну складову.

Розрахована потрібна затребуваність працівників, що сприяє оптимізації трудових ресурсів, а також визначено виробничі площі для виконання затребуваних робіт, включаючи технічне обслуговування системи запуску двигуна та елементів підвіски. Підбір обладнання для підприємства враховує сучасні вимоги до технологічного процесу, що дозволяє забезпечити високу якість обслуговування автомобілів.

Забезпечення безпеки та ефективності функціонування підприємства підтверджується розробленим генеральним планом і організацією виробництва в зоні ТО, що включає оптимальне розташування робочих постів і необхідного обладнання для зручності виконання технічних робіт.

Дослідження елементів несучої системи передньої підвіски при русі по криволінійній траєкторії дозволяє покращити конструктивні рішення для зниження зношування елементів підвіски та підвищення стійкості автомобіля

під час руху по вигинах, що є важливим для підвищення експлуатаційних характеристик.

Завдяки обґрунтуванню вибору солідолонагнітача та проведеним розрахункам складових технологічного обладнання забезпечено раціональний підхід до вибору технічних засобів для обслуговування системи запуску двигуна та інших систем автомобіля.

Також в КРМ було приділено увагу питанням охорони праці та безпеки життєдіяльності, що підтверджує комплексний підхід до забезпечення безпечних умов праці на підприємстві, зокрема з урахуванням особливостей ТО та ремонту ТЗ.

Таким чином, розроблений проект дозволяє створити ефективне автотранспортне підприємство для ТО та ремонту автомобілів HINO 500 GH8JS7G-XHR, забезпечуючи високу якість виконання робіт, оптимальне використання ресурсів і підвищення безпеки при їх експлуатації.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Абрамчук Ф.І., Гутаревич Ю.Ф., Долганов К.Є., Тимченко І.І. Автомобільні двигуни: підручник. – К.: Арістей, 2005. – 476 с.
2. Автомобілі. Теорія : навч. посіб. / В.П. Сахно, В.І. Сирота, В.М. Поляков, В. Г. Головань, О.В. Лисий; Військ. акад. - Одеса: Військ. акад., 2017. - 412 с.
3. Автомобілі. Теорія: навчальний посібник / В. П. Сахно, В. І. Сирота, В. М. Поляков. Одеса: Військова академія, 2017. 414 с.
4. Андрусенко С. І. Технологічне проектування автотранспортних підприємств: навч. посіб. / Андрусенко С. І., Білецький В. О., Бортницький П. І.; за ред. проф. С. І. Андрусенка. – К. : Каравела, 2009. – 368 с.
5. Бойко М.Ф. Трактори та автомобілі. Частина 2. Електрообладнання: Навчальний посібник.- Київ.: Вища освіта, 2001. – 243 с. ISBN: 966-95995-4-7.
6. Гунько І.В., П'ясецький А.А., Бурлака С.А. Система паливopодачі дизельного двигуна з електронним регулюванням складу дозованої паливної суміші. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2017. №2 (97). С.47-51.
7. Канарчук В.Є. Надійність машин: Підручник / В.Є. Канарчук, С.К. Полянський, М.М. Дмитрієв. – К.:Либідь, 2003. – 424 с.
8. Канарчук В.Є. та ін. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. У 3-х кн. Кн.2. Організація, планування й управління: Підручник / В.Є. Канарчук, О.А. Лудченко , А.Д. Чигринець, - К.: Вища шк., 1994. – 383 с.
9. Кисляков В.Ф., Лущик В.В. Будова і експлуатація автомобілів: Підручник. – К.: Либідь. 2006. – 400 с.
10. Кіркач Н.Ф. Розрахунок і проектування деталей машин. – м. Харків, 1991р.-274с.
11. Конспект лекцій з дисципліни «Надійність транспортних засобів» для здобувачів освітнього ступеня магістр за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт» / Укладачі: Ткаченко І.Г., Левкович М.Г. – Тернопіль: ТНТУ імені Івана Пулюя, 2024. – 118 с .

12. Кукурудзяк, Ю. Ю. Технічна експлуатація автомобілів. Організація технологічних процесів ТО і ПР навчальний посібник / Ю. Ю. Кукурудзяк, В. В. Біліченко. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 198 с.
13. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. – К.: Знання-Прес, 2003. – 511 с.
14. Мигаль, В. Д. Методи технічної діагностики автомобілів: навч. посібник / В.Д. Мигаль, В. П. Мигаль. - М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2014
15. О.П. Строков, М.Г. Макаренко, В.Ф. Фролов Технічне обслуговування та ремонт вантажних і легкових автомобілів, автобусів. Підручник: У 2 кн. К.: Грамота, 2005.
16. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів / Уклад. Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Левкович М.Г., Гудь В.З., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. – Тернопіль: Видавництво ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 550 с.
17. Пилипець М. І. Правила заповнення основних форм технологічних документів : навч.-метод. посіб. / Уклад. Пилипець М. І., Ткаченко І. Г., Левкович М. Г., Васильків В. В., Радик Д. Л. Тернопіль : ТДТУ, 2009. 108
18. Практикум з охорони праці. Навчальний посібник / За ред.. В.Ц. Жидецького. – Львів: Афіша, 2000. – 352 с.
19. Сахно В. П., Безбородова Г. Б., Маяк М. М., Шарай С. М. Автомобілі. Тягово-швидкісні властивості та паливна економічність : навч. посіб. К. : КВЦ, 2004. 174 с
20. Сахно В. П., Григорашенко О. В., Вакуліч А. В. Автомобілі. Всеколісне керування. К.: Національний транспортний університет, 2013. 200 с.
21. Техніко-економічне обґрунтування інженерних рішень на СТО та АТП: Навчальний посібник / Укладачі: Гевко І.Б., Ляшук О.Л., Луциків І.В., Плекан У.М., Клендій В.М. - Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 276 с.

22. Транспортні енергетичні установки: навч. посіб. / О. М. Артюх, О. В. Дударенко, В. В. Кузьмін та ін. Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2021. – 264 с.
23. Формальчик Є. Ю., Качмар Р. Я. Основи технічного сервісу транспортних засобів - Львівська політехніка 2017 – 324 с.

ДОДАТКИ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

2.1.1. Для автомобілів Ford Cargo 1830

$D_{ТО-ТР}$ – питомий простій транспортного засобу в ТО і ТП в днях на 1000 км пробігу;

D_k – кількість днів простою транспортного засобу в КР;

$A_{и}$ – кількість автомобілів;

2.1.3. Річний обсягу робіт і чисельності працівників

δ – питома вага цих робіт в залежності від кліматичного регіону. У нашому випадку $\delta=20\%$.

2.3 Річний обсяг робіт по самообслуговуванню підприємства

B – частка допоміжних робіт в залежності від кількості транспортних засобів підприємства. У нашому випадку $B=0,3$ для автотранспортних підприємств з місткістю до 200 автомобілів.

2.4 Кількість робітників

T_r – річний обсяг робіт в зоні технічного обслуговування, на рік;

Φ_t – річний фонд робочого часу технологічно необхідного працівника з 1-змінним робочим днем, Φ_t приймається рівним 2070 рік;

$\Phi_{ш}$ – річний фонд робочого часу «звичайного» робітника Г. $\Phi_{ш}$ приймається рівним 1830 год;

f_a – площа, яку займає автомобіль в плані (за габаритними розмірами), м²;

X_z – кількість постів;

K_p – коефіцієнт щільності поста. Коефіцієнт K_p - це відношення площі, зайнятої автомобілями, проїздами, робочими місцями, до суми площ автомобілів в плані. Величина K_p залежить від габаритів автомобіля і розташування постів.

2.5 Виробничі площі

f_a – площа, яку займає автомобіль в плані;

K_{xp} – фактор залежно від місця розташування. $K_{xp} = 3,0$;

2.7 Генеральний план

$F_{з.пс}$ – площа забудови виробничих і складських будівель, м²;

$F_{з.вс}$ – площа забудови виробничих і складських будівель, м²;

$F_{вп}$ – площа відкритих майданчиків для зберігання рухомого складу, м²;

K_z – щільність забудови території, %.

3.2 Розрахунок ланцюгової передачі

T_1 – крутний момент на провідній зірочці, Нм;

K_e – коефіцієнт дії, що є добутком п'яти поправочних коефіцієнтів з урахуванням різних умов експлуатації трансмісії, $K_e = 1,15$;

$n_{ном}$ – обороти двигуна;

u – співвідношення стадій;

$[n1] = 15 \times 10^3 / p = 1875$, об/хв – допустима швидкість;

U – приблизна кількість ударів по ланцюгу;

$P1$ – потужність провідної зірочки;

A – площа проекції несучої поверхні шарніра;

$[S]$ – допустимий коефіцієнт запасу міцності для роликів (втулок) ланцюгів;

S – Розрахунковий коефіцієнт запасу міцності;

F_0 – попереднє натягування ланцюга проти провислої гілки;

K_f – коефіцієнт провисання; $K_f = 1$ – для вертикальних передач;

q – масового 1 м Ланцюг, кг;

a – відстань між центрами;

$g = 9,31 \text{ м/с}^2$ – прискорення під дією сили тяжіння;

F_v – натяг ланцюга від відцентрових сил;

k_v – коефіцієнт навантаження на вал, $k_v = 1,15$.

4.1. Дослідження елементів несучої системи передньої підвіски при русі по криволінійній траєкторії

$\beta_{H(B)}$ – кут нахилу зовнішнього (внутрішнього) колеса до центру повороту автомобіля;

$\alpha_{H(B)}$ – кут повороту зовнішнього (внутрішнього) колеса;

r – радіус колеса;

L – база транспортних засобів;

$\omega^2_{H(B)}$ – кутова швидкість обертання рульового колеса;

r_{dn} – динамічний радіус зовнішнього (внутрішнього) керованого колеса;

g – прискорення під дією сили тяжіння;

$\delta_{H(B)}$ – кут ковзання зовнішнього (внутрішнього) керованого колеса;

δ_z – кут пробуксовки задньої осі;

B – колія.

Y'_{yn}, Y''_{Fv} – проекція реакції несучої поверхні за рахунок поперечної інерційної сили на передню вісь автомобіля;

r_{dz} – динамічний радіус зовнішнього колеса;

h_δ – бічна деформація шини;

F_δ – бічне навантаження на зовнішнє колесо дорівнює реакції;

C_δ – поперечна жорсткість шини;

β_0 – кут розвалу керованих коліс;

ε – кут поперечного нахилу осей повороту керованих коліс;

γ – кут поздовжнього нахилу осей повороту керованих коліс;

ψ_n – кут нахилу зовнішнього керованого колеса від центру рульового керування за рахунок радіальної деформації шин.