

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 та діагностики несправностей автомобілів Ford Transit Minibus з
дослідженням прогнозування випадкових відмов

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи МАМ-61
спеціальності 274

«Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Михайло ВЕРБОВИЙ

(ім'я та прізвище)

Керівник

(підпис)

Михайло ЛЕВКОВИЧ

(ім'я та прізвище)

Нормоконтроль

(підпис)

Роман ХОРОШУН

(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 Вербовому Михайлу Сергійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект автотранспортного підприємства для виконання технічного обслуговування та діагностики несправностей автомобілів Ford Transit Minibus з дослідженням прогнозування випадкових відмов

Керівник роботи Левкович Михайло Геннадійович, к.т.н., доц.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «12» листопада 2024 року №4/7-1089

2. Термін подання студентом завершеної роботи 20 грудня 2024

3. Вихідні дані до роботи Характеристика підприємства, базовий технологічний процес обслуговування та діагностики автомобілів: Ford Transit Minibus

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)

Гідравлічний одноплунжерний підйомник – 1 аркуш формату А1. Платформа – 1 аркуші формату А1.

Гідроциліндр – 1 аркуш формату А1. Деталювання – 1 аркуш формату А1. Стенд для ремонту та перевірки радіатора – 1 аркуш формату А1. Діагностичний пост – 1 аркуш формату А1. Генеральний план – 1 аркуш формату А1. Прогнозування випадкових відмов – 1 аркуш формату А1.

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

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

[illegible]

(підпис)

Михайло ВЕРБОВИЙ
(ім'я та прізвище)

(підпис)

Михайло ЛЕВКОВИЧ
(ім'я та прізвище)

Реферат

до кваліфікаційної роботи на тему:

«Проект автотранспортного підприємства для виконання технічного обслуговування та діагностики несправностей автомобілів Ford Transit Minibus з дослідженням прогнозування випадкових відмов» студента групи МАм-61 ТНТУ імені Івана Пулюя Вербового Михайла Сергійовича. Керівник роботи – к.т.н., доцент кафедри автомобілів Левкович М.Г.

Пояснювальна записка містить: 73 арк. формату А4 та додатки, графічна частина – 8 аркушів формату А1.

Ключові слова: технологічний процес, технічне обслуговування, ремонт, організація ТО, структура АТП, структура управління, діагностика, прогнозування, відмови.

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 ТО та діагностику несправностей автомобілів Ford Transit Minibus.

Приведено обґрунтування вибору обладнання для ТО.

Розглянуто прогнозування випадкових відмов.

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	8
1.2 Виробнича програма з експлуатації рухомого складу	9
1.3 Технічні характеристики HINO EH700 FS1EUUA-QPR	12
1.4 Організація АТП	13
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	
2.1 Вибір і коректування вихідних нормативів технічного обслуговування і ремонту	15
2.2 План обслуговування і виробнича програма з технічного обслуговування і ремонту рухомого складу	19
2.3 Річний об'єм виробництва і штати АТП	24
2.4 Розрахунок кількості виробничих постів, методи організації на постах	28
2.5 Організація рухомого складу, розрахунок місць зберігання та вибір технологічного обладнання виробничих зон і відділень	30
2.6 Склад приміщень і розрахунок їх площ	31
2.7 Характеристика генерального плану, виробничі процеси та компоновка корпусів	34
2.8 Технічний процес в зоні ТО-2 і ПР та агрегатному відділенні	35
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	
3.1 Аналіз конструкції	48
3.2 Призначення, будова та принцип дії	48
3.2 Розрахунок підйомника	49
3.3 Економічна ефективність пристрою	51
4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ	
4.1. Дослідження прогнозування випадкових відмов	53
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	
5.1 Характеристика ділянки з точки зору небезпечності роботи	62
5.2 Розрахунок забезпечення необхідної вентиляції	64

5.3 Розрахунок штучних заземлюючих пристроїв для заземлення стенда	66
5.4 Основні джерела радіаційного випромінювання та забруднення	68
ВИСНОВКИ	70
БІБЛІОГРАФІЯ	71
ДОДАТКИ	74

ВСТУП

Сучасний розвиток автомобільного транспорту вимагає підвищення надійності рухомого складу та ефективності його експлуатації. Зростаючі потреби у перевезеннях пасажирів і вантажів супроводжуються необхідністю зменшення витрат на технічне обслуговування (ТО) та ремонт, забезпечення безперебійної роботи автомобілів, а також підвищення їх екологічної безпеки. Особливо це актуально для автомобілів категорії Ford Transit, які широко використовуються в малому та середньому бізнесі, а також у громадському транспорті.

Проектування автотранспортного підприємства (АТП), яке спеціалізується на виконанні технічного обслуговування, діагностики несправностей і прогнозування випадкових відмов автомобілів, є важливим кроком до забезпечення високої надійності рухомого складу. Впровадження сучасних методів діагностики, таких як аналіз експлуатаційних даних, статистичні моделі прогнозування відмов, дозволяє мінімізувати ризики несправностей, скоротити простої та зменшити експлуатаційні витрати.

В рамках даного проекту розроблено структуру АТП, яка забезпечує ефективне технічне обслуговування автомобілів Ford Transit Minibus, включаючи проведення профілактичних заходів, діагностики та оперативного ремонту. Дослідження з прогнозування випадкових відмов спрямоване на розробку підходів для оцінки ТС, що сприятиме оптимізації графіків ТО і підвищенню експлуатаційної безпеки.

Актуальність теми проекту зумовлена необхідністю впровадження інноваційних рішень у сфері ТО та діагностики авто, що дозволить знизити витрати, підвищити надійність і поліпшити якість надання транспортних послуг.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Аналіз підприємства

Розглянуте АТП займається пасажирськими перевезеннями на міських, приміських та міжнародних маршрутах. Додатково підприємство надає послуги з ремонту та ТО автобусів і ТЗ на замовлення, організовує транспортні послуги для населення, зберігання автомобілів і відкриття нових маршрутів.

Проектується підприємство, що спеціалізується на пасажирських перевезеннях міського і приміського сполучень, виконанні ТО, ПР, матеріально-технічному забезпеченні та зберіганні автомобілів.

Обрано три марки транспортних засобів: для міських перевезень – Iveko Daily, Ford Transit, Богдан А092. Транспортні засоби експлуатуються на дорогах І–ІІІ технічних категорій у місті та приміській зоні.

Таблиця 1.1 – Вибір і обґрунтування техніко-експлуатаційних показників

Техніко-експлуатаційні показник	За даними АТП	Прийняті за марках		
		Iveko Daily	Ford Transit	Богдан А092
Коефіцієнт ефективності використання парку транспортних засобів	0,68136	0,7	0,65	0,64
Коефіцієнт ефективності пробігу	0,99198	0,95	0,9	0,9
коефіцієнт заповнюваності пасажиромісткості	0,52104	0,6	0,72	0,75
Тривалість роботи транспортного засобу у зміні (час у наряді)	14,028	13	14	14
Річна кількість робочих днів	365,00	365	365	365
Середня технічна швидкість транспортного засобу	22,044	20	32	34

Експлуатаційна швидкість руху	14,028	18	24,5	25,2
Середня довжина поїздки з пасажиром	7,515	5	14	15
Час посадки та висадки пасажирів	2,6052	2	3,5	4,0

1.2 Виробнича програма з експлуатації рухомого складу

Програма експлуатації рухомого складу розраховується окремо для кожної групи автомобілів, а також в цілому для всього автотранспортного підприємства (АТП), враховуючи технічні характеристики транспортних засобів, обсяги перевезень та умови експлуатації.

Середнє значення пасажиромісткості парку:

$$\bar{g} = \sum_{i=1}^n g_i \cdot \delta_i. \quad (1.1)$$

$$\bar{g} = 16 \cdot 0,44 + 14 \cdot 0,22 + 15 \cdot 0,33 = 15 \text{ пас.}$$

Річний пробіг автомобіля%

$$L_p = \alpha_b \cdot D_p \cdot V_e \cdot T_H, \quad (1.2)$$

$$L_{p1} = 0,7 \cdot 365 \cdot 18 \cdot 13 = 59787 \text{ км}$$

$$L_{p2} = 0,65 \cdot 365 \cdot 24,5 \cdot 14 = 81376,7 \text{ км}$$

$$L_{p3} = 0,64 \cdot 365 \cdot 25,2 \cdot 14 = 82414,1 \text{ км}$$

$$L_{P_{АТП}} = 59787 \cdot 0,44 + 81376 \cdot 0,22 + 82414,1 \cdot 0,33 = 74604,8 \text{ км.}$$

Річний пробіг всіх авто:

$$L_{3P} = L_p \cdot A_c. \quad (1.3)$$

$$L_{3P_1} = 59787 \cdot 80 = 3587220 \text{ км.}$$

$$L_{3P_2} = 81376,7 \cdot 40 = 4882602 \text{ км.}$$

$$L_{3P_3} = 82414,1 \cdot 60 = 4944846 \text{ км.}$$

$$L_{3P_{АТП}} = 3587220 + 4882602 + 4944846 = 13414668 \text{ км.}$$

Дні експлуатації за рік

$$AD_e = A_c \cdot D_p \cdot \alpha_e. \quad (1.4)$$

$$AD_{e1} = 80 \cdot 365 \cdot 0,7 = 15330.$$

$$AD_{e2} = 40 \cdot 365 \cdot 0,65 = 14235.$$

$$AD_{e3} = 60 \cdot 365 \cdot 0,64 = 14016.$$

$$AD_{e_{ATP}} = 15330 + 14235 + 14016 = 43581.$$

Години експлуатації за рік:

$$AG_e = AD_e \cdot T_n \quad (1.5)$$

$$AG_{e1} = 15330 \cdot 13 = 199290.$$

$$AG_{e2} = 14235 \times 14 = 199290.$$

$$AG_{e3} = 14016 \times 14 = 196224.$$

$$AG_{e_{ATP}} = 199290 + 199290 + 196224 = 594804.$$

Продуктивність:

$$Q_z^n = \frac{g \cdot \gamma \cdot \eta_{3M}}{\frac{l_M}{V_t \cdot \beta} + t_{3n} + t_{3K}}; \text{ (пас/год)} \quad (1.6)$$

$$P_z^n = \frac{g \cdot \gamma \partial}{\frac{1}{V_t \cdot \beta} + \frac{t_{3n} + t_{3K}}{l_M}}; \text{ (пас/год)} \quad (1.7)$$

Iveko Daily

$$\eta_{3M} = \frac{l_M}{l_{in}}; \quad l_M = 12 \text{ км.}$$

$$\eta_{3M} = \frac{12}{5} = 2,4; \quad \gamma_{\partial} = \frac{\gamma_c}{\eta_{3M}}; \quad \gamma_{\partial} = \frac{0,6}{2,4} = 0,25.$$

$$Q_{z1}^n = \frac{16 \cdot 0,6 \cdot 2,4}{\frac{12}{20 \cdot 0,95} + 0,7 + 0,1} = 17 \text{ (пас/год).}$$

$$P_{z1}^n = \frac{16 \cdot 0,25}{\frac{1}{20 \cdot 0,95} + \frac{0,7 + 0,1}{12}} = 31 \text{ (пас/год).}$$

FORD TRANSIT:

$$\eta_{3M} = \frac{30}{14} = 2,14,; \quad l_M = 30 \text{ км.}$$

$$\gamma_\delta = \frac{0,72}{2,14} = 0,34.$$

$$t_{3П} = 0,5 \text{ год.}$$

$$t_{3К} = 0,25 \text{ год.}$$

$$Q_{\varepsilon 2}^n = \frac{14 \cdot 0,72 \cdot 2,14}{\frac{30}{32 \cdot 0,9} + 0,5 + 0,25} = 106 \text{ (пас/год).}$$

$$P_{\varepsilon 2}^n = \frac{14 \cdot 0,34}{\frac{1}{32 \cdot 0,9} + \frac{0,5 + 0,25}{30}} = 105 \text{ (пас/год).}$$

Ford Transit:

$$\eta_{3M} = \frac{35}{15} = 2,33, \quad l_M = 35 \text{ км.}$$

$$\gamma_\delta = \frac{0,75}{2,33} = 0,32.$$

$$t_{3П} = 0,52 \text{ год.}$$

$$t_{3К} = 0,25 \text{ год.}$$

$$Q_{\varepsilon 3}^n = \frac{15 \cdot 0,75 \cdot 2,33}{\frac{35}{34 \cdot 0,9} + 0,52 + 0,25} = 32 \text{ (пас/год).}$$

$$P_{\varepsilon 3}^n = \frac{15 \cdot 0,32}{\frac{1}{34 \cdot 0,9} + \frac{0,52 + 0,25}{35}} = 36 \text{ (пас/год).}$$

Значення по АТП:

$$Q_{\varepsilon АТП}^n = 17 \cdot 0,44 + 106 \cdot 0,22 + 32 \cdot 0,33 = 68,9 \text{ (пас/год).}$$

$$P_{\varepsilon АТП}^n = 31 \cdot 0,44 + 105 \cdot 0,22 + 36 \cdot 0,33 = 76 \text{ (пас/год).}$$

Річний обсяг перевезень:

$$Q_n = A_c \cdot D_p \cdot \alpha_\varepsilon \cdot T_n \cdot Q_\varepsilon^n \quad (1.8)$$

$$Q_{П1} = 80 \cdot 365 \cdot 0,7 \cdot 13 \cdot 16 = 2371551 \text{ пас;}$$

$$Q_{п2} = 40 \cdot 365 \cdot 0,65 \cdot 14 \cdot 14 = 1860040 \text{ пас};$$

$$Q_{п3} = 60 \cdot 365 \cdot 0,64 \cdot 14 \cdot 15 = 2943360 \text{ пас};$$

$$Q_{п \text{ АТП}} = 2371551 + 1860040 + 2943360 = 7174951 \text{ пас.}$$

Річний обсяг транспортної роботи:

$$P_n = A_c \cdot D_p \cdot \alpha_{\epsilon} \cdot T_n \cdot P_z^n \quad (1.9)$$

$$P_{п1} = 80 \cdot 365 \cdot 0,7 \cdot 13 \cdot 31 = 8237320 \text{ пас} \cdot \text{км.}$$

$$P_{п2} = 40 \cdot 365 \cdot 0,65 \cdot 14 \cdot 105 = 13950300 \text{ пас} \cdot \text{км.}$$

$$P_{п3} = 60 \times 365 \times 0,64 \times 14 \times 36 = 7064064 \text{ пас} \times \text{км.}$$

$$P_{п \text{ АТП}} = 8237320 + 13950300 + 7064064 = 29251684 \text{ пас} \times \text{км.}$$

Таблиця 1.2 - Програма з експлуатації складу

Показники	По марках рухомого складу			По АТП
	Iveko	FORD	Богдан А092	
Спискова кількість ТЗ	80	40	60	180
Коефіцієнт використання парку рухомого складу	0,75	0,65	0,64	0,66
Тривалість перебування транспортних засобів у парку	13,55	14	14	13,7
Середня відстань поїздки одного пас.	5,511	5,511	5,511	5,511
Середня технічна швидкість рухомого складу	20,4408	20,4408	20,4408	20,4408
Експлуатаційна швидкість транспортного засобу	18,4368	18,4368	18,4368	18,4368
Пасажиромісткість ТЗ	16,3	14	15	15

Річний пробіг одного ТЗ	59906,574	59906,574	59906,574	59906,574
		4		
Загальний річний пробіг всього парку	3601583,22888	3601583,22888	3601583,22888	3601583,22888
Сукупна пасажиромісткість автобусів	1280,0	560	840	2680
Кількість автомобіле-днів експлуатації за рік	15330,3	14235	14016	43581
Кількість автомобіле-годин експлуатації за рік	199688,8806	199688,8806	199688,8806	199688,8806
Продуктивність транспортних засобів	17,0	36,0	32,0	34,0
Річний обсяг перевезень пасажирів парком ТЗ	31,0	36,0	36,0	340
Річний обсяг транспортної роботи парку	23762942,022	23762942,022	23762942,022	23762942,022
Виробіток (тис. пасажиро-кілометрів) на один автобус	49123391,682	49123391,682	49123391,682	49123391,682
Спискова кількість транспортних засобів	817,0	681,0	1207,0	902,0

1.3 Організація АТП

Організація та управління АТП охоплює процес перевезень та дії, які поїднані з функціонуванням АТП, а також утримання будівель і обладнання в належному стані. Технічна служба відповідає за проведення ТО, ПР, сприяючи безвідмовній роботі транспорту з мінімальними витратами. У проекті

передбачено централізовану систему управління технічною службою, що дозволяє чітко розмежовувати адміністративні та операційні функції, концентруючи всю оперативну діяльність у центрі управління виробництвом.

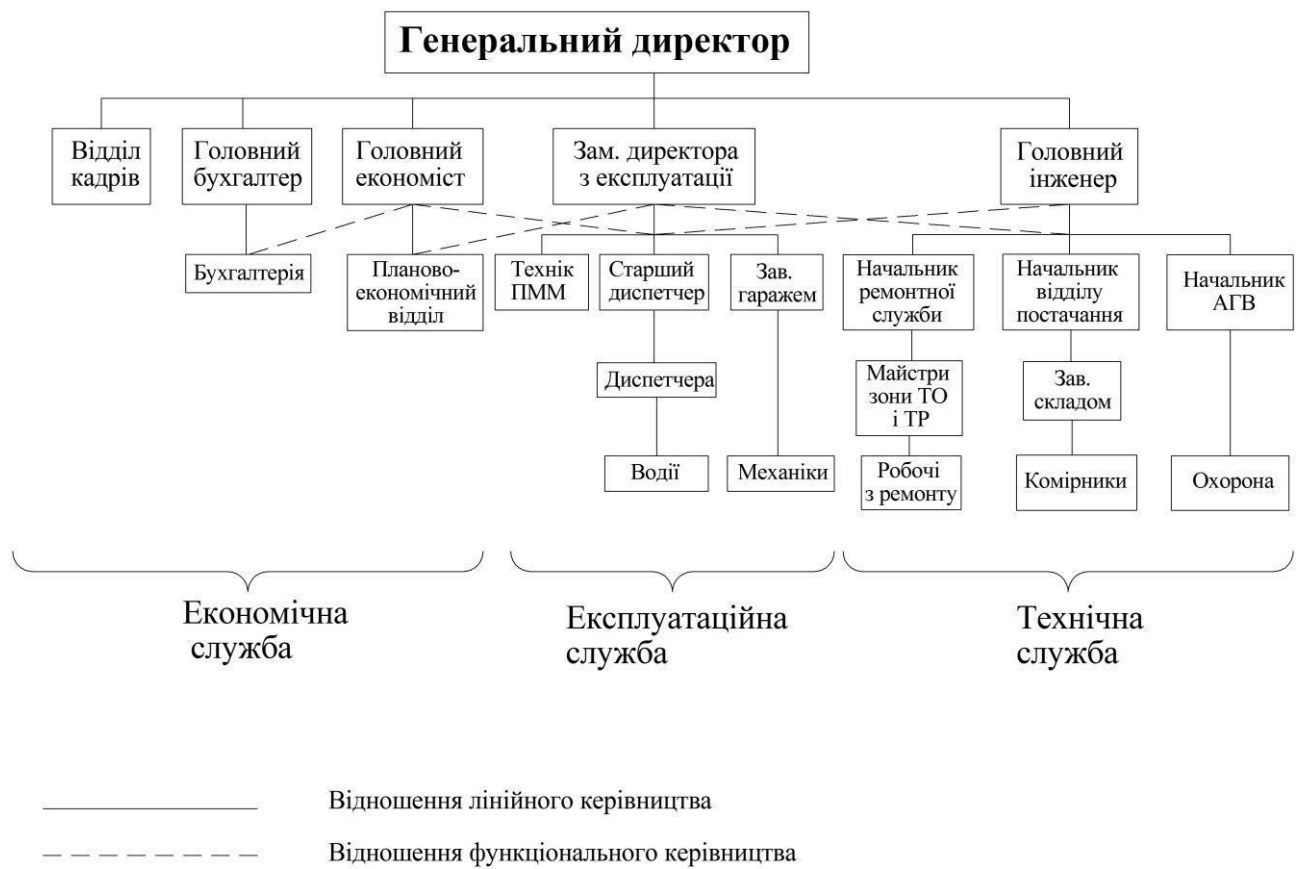


Рисунок 1.1 – Організаційна структура управління АТП

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Вибір і коректування вихідних нормативів технічного обслуговування і ремонту

Вихідними нормативами для технологічного розрахунку АТП є пробіги автомобілів до капітального ремонту (КР), періодичності технічного обслуговування (ТО), трудомісткість виконання ТО і поточного ремонту (ПР) рухомого складу, а також тривалість простою в КР, ТО-2 і ПР. Для визначення режимів ТО і ПР в реальних умовах експлуатації нормативи коригуються залежно від категорії умов експлуатації (К1), модифікації рухомого складу і організації його роботи (К2), природно-кліматичних умов (К3), кількості одиниць технологічно-сумісного рухомого складу (К4) і способу його зберігання (К5), що дозволяє адаптувати процеси обслуговування та ремонту до специфіки експлуатації. З врахуванням перерахованих коефіцієнтів відкориговані значення пробігів до КР і періодичностей ТО для певної моделі рухомого складу визначаються за допомогою залежностей:

$$L'_{кр} = L_{нкр} * K1 * K2 * K3. \quad (2.1)$$

$$L'_{то - 1} = L_{нто - 1} * K1 * K3. \quad (2.2)$$

$$L'_{то - 2} = L_{нто - 2} * K1 * K3. \quad (2.3)$$

Спочатку визначають співвідношення $L_{то - 1} / L_{сд}$, яке округлюється до найближчого цілого числа В, а періодичність $L_{то - 2}$, кратна середньодобовому пробігу, розраховується за формулою:

$$L_{то - 1} = B * L_{сд} \quad (2.4)$$

Періодичність визначається:

$$L_{то - 2} = C * L_{то - 1} \quad (2.5)$$

Пробіг до КР, кратний $L_{сд}$, $L_{то - 1}$, $L_{то - 2}$, отримується:

$$L_{кр} = D * L_{то - 2} \quad (2.6)$$

Відкориговані трудомісткості ТО і ПР:

$$T_{що} = t_{нщо} * K2 * K4 \quad (2.7)$$

$$T_{то - 1} = t_{нто - 1} * K2 * K4 \quad (2.8)$$

$$T_{TO-2} = t_{нто-2} * K_2 * K_4 \quad (2.9)$$

$$T_{пр} = t_{нпр} * K_1 * K_2 * K_3 * K_4 * K_5 \quad (2.10)$$

При виконанні планових робіт ТО-1 і ТО-2 часто виникає потреба в операціях супутнього ремонту, які не включені до планових обсягів робіт ТО. З цієї причини до відкоригованих значень трудомісткостей ТО-1 додають 0,08 – 0,12 люд.-год., а для ТО-2 - 0,33– 0,55 люд.-год., щоб врахувати витрати часу на супутній поточний ремонт. У межах проектування АТП передбачається, що роботи сезонного обслуговування виконуватимуться разом із черговим ТО-2, тому для подальших розрахунків визначають лише додаткові трудомісткості $\Delta T_{со}$ відносно ТО-2, використовуючи відповідну залежність.:

$$\Delta T_{со} = (t_{нсо} - t_{нто-2}) * K_2 * K_4 \quad (2.11)$$

Тривалість простою КР, ТО-2, ПР залишаються незмінними та не підлягають коригуванню.

- для Iveco Daily:

$$\begin{aligned} L'_{кр} &= 720000 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,1 = 576000; & L'_{ТО-1} &= 20000 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 16000 \text{ км}; \\ L'_{ТО-2} &= 60000 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 48000 \text{ км}; & B &= \frac{L_{ТО-1}}{l_{сд}} = \frac{4000}{234} \approx 17; \\ L_{сд1} &= 18 \cdot 13 = 234 \text{ км}; & L_{то-1} &= B \cdot L_{сд} = 17 \cdot 234 = 3978; \\ C &= \frac{L_{то}}{L_{ТО-1}} = \frac{16000}{3978} \approx 4; & L_{то-2} &= C \cdot L_{то-1} = 4 \cdot 3978 = 15912; \\ D &= \frac{L_{кр}}{L_{ТО-2}} = \frac{480000}{15912} \approx 28; & L_{кр} &= D \cdot L_{то-2} = 28 \cdot 15912 = 445536 \text{ км}. \end{aligned}$$

для FORD Transit:

$$\begin{aligned} L'_{кр} &= 350000 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,1 = 300000; & L'_{ТО-1} &= 10000 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 8000 \text{ км}; \\ L'_{ТО-2} &= 20000 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 16000 \text{ км}; & B &= \frac{L_{ТО-1}}{l_{ср}} = \frac{8000}{343} \approx 12; \\ L_{сд2} &= 24,5 \cdot 14 = 343 \text{ км}; & L_{то-1} &= B \cdot L_{сд} = 12 \cdot 343 = 4116; \\ C &= \frac{L_{то}}{L_{ТО-1}} = \frac{8000}{4116} \approx 2. & L_{то-2} &= C \cdot L_{то-1} = 2 \cdot 4116 = 8464; \end{aligned}$$

$$D = \frac{L_{KP}}{L_{TO-2}} = \frac{330000}{8464} \approx 20;$$

$$L_{кр} = D L_{то} - 2 = 20 \cdot 8464 = 169280.$$

- для Богдан А092:

$$L'_{кр} = 350000 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,1 = 280000;$$

$$L'_{ТО} - 2 = 16000 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 12800 \text{ км};$$

$$L'_{ТО} - 1 = 4000 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 3200 \text{ км};$$

$$B = \frac{L_{ТО-1}}{l_{cp}} = \frac{3200}{352,8} \approx 11;$$

$$L_{сд3} = 25,2 \cdot 11 = 352,8 \text{ км};$$

$$L_{то} - 1 = B \cdot L_{сд} = 11 \cdot 352,8 = 3880,8;$$

$$C = \frac{L_{то}}{L_{ТО-1}} = \frac{12800}{3880,8} \approx 4;$$

$$L_{то} - 2 = C \cdot L_{то} - 1 = 4 \cdot 3880,8 = 15523,2;$$

$$D = \frac{L_{KP}}{L_{ТО-2}} = \frac{280000}{15523,2} \approx 28;$$

$$L_{кр} = D L_{то} - 2 = 28 \cdot 15523,2 = 434649,6.$$

Нормативів трудомісткості:

- для Iveco Daily:

$$T_{ТО} - 1 = 8,0 \cdot 1,0 \cdot 1,05 + 0,12 = 10,62 \text{ люд-год.}$$

$$T_{щО} = 0,25 \cdot 1,0 \cdot 1,05 = 0,225 \text{ люд-год.}$$

$$T_{ПР} = 5,0 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,05 \cdot 1,0 = 7,21 \text{ (люд-год./100км)}$$

$$T_{ТО} - 2 = 40,0 \cdot 1,0 \cdot 1,05 + 0,05 = 42,5 \text{ люд-год.}$$

$$\Delta T_{со} = (48,0 - 40,0) \cdot 1,0 \cdot 1,05 = 8,4 \text{ люд-год.}$$

- для FORD Transit:

$$T_{ТО} - 1 = 18,0 \cdot 1,0 \cdot 1,05 + 0,35 = 19,25 \text{ люд-год.}$$

$$T_{щО} = 0,30 \cdot 1,0 \cdot 1,05 = 0,367 \text{ люд-год.}$$

$$\Delta T_{со} = (21,6 - 18,0) \cdot 1,0 \cdot 1,05 = 3,78 \text{ люд-год}$$

$$T_{ТО} - 1 = 7,5 \cdot 1,0 \cdot 1,05 + 0,08 = 5,86 \text{ люд-год.}$$

$$T_{ПР} = 5,5 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,05 \cdot 1,0 = 6,24 \text{ люд-год./100км)}$$

- для Богдан А092:

$$T_{щО} = 0,40 \cdot 1,0 \cdot 1,05 = 0,42 \text{ люд-год.}$$

$$T_{ТО} = 5,8 \cdot 1,0 \cdot 1,05 + 0,10 = 6,19 \text{ люд-год.}$$

$$T_{ТО} - 1 = 24,0 \cdot 1,0 \cdot 1,05 + 0,45 = 25,65 \text{ люд-год.}$$

$$\Delta T_{со} = (28,8 - 24,0) \cdot 1,0 \cdot 1,05 = 5,04 \text{ люд-год.}$$

$$T_{ПР} = 6,2 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,05 \cdot 1,0 = 7,04 \text{ (люд-год./100км)}$$

Результати вибору та коригування нормативів ТО і ремонту представлені у таблиці 2.1, що дозволяє систематизувати дані для подальших розрахунків.

Таблиця 2.1 – Вибір і коректування нормативів ТО і ремонту

Вид	Позначення	Одиниці Виміру	Модель	Норматив	Коефіцієнт					Відкоре – ктована величина
					K1	K2	K3	K4	K5	
КР	Lкр	км	Iveko	720000,0	0,8	1,0	1,1	-	-	576000,0
			FORD TRANSIT	350000,0	0,8	1,0	1,1	-	-	300000,0
			Богдан	350000,0	0,8	1,0	1,1	-	-	280000,0
ТО-1	Lто-1	км	Iveko	20000,0	0,8	-	1,0	-	-	16000,0
			FORD TRANSIT	10000,0	0,8	-	1,0	-	-	8000,0
			Богдан	5000,0	0,8	-	1,0	-	-	3200,0
ТО -2	Lто -2	км	Iveko	60000,0	0,8	-	1,0	-	-	48000,0
			FORD TRANSIT	20000,0	0,8	-	1,0	-	-	16000,0
			Богдан	16000,0	0,8	-	1,0	-	-	12800,0
ЩО	Тщо	люд. год.	Iveko	0,254	-	1,0	-	1,05	-	0,2254
			FORD TRANSIT	0,304	-	1,0	-	1,05	-	0,3673
			Богдан	0,404	-	1,0	-	1,05	-	0,4204
ТО-1	Тто-1	люд. год.	Iveko	8,0	-	1,0	-	1,05	-	10,623
			FORD TRANSIT	5,54	-	1,0	-	1,05	-	5,864
			Богдан	5,83	-	1,0	-	1,05	-	6,20238
ТО -2	Тто -2	люд. год.	Iveko	40,3	-	1,0	-	1,05	-	42,585
			FORD TRANSIT	18,4	-	1,0	-	1,05	-	19,2885
			Богдан	24,4	-	1,0	-	1,05	-	25,7013
СО	ΔТсо	люд. год.	Iveko	8,4	-	1,0	-	1,05	-	8,4168
			FORD TRANSIT	3,64	-	1,0	-	1,05	-	3,78756
			Богдан	4,83	-	1,0	-	1,05	-	5,05008
ПР	Тпр		Iveko	9,1	1,20	1,0	0,9	1,05	1,0	10,23042

		люд. год./ 1000 км	FORD TRANSIT	5,54	1,20	1,0	0,9	1,05	1,0	6,25248
			Богдан	6,23	1,20	1,0	0,9	1,05	1,0	7,05408
ТО -2 і ПР	Ддор	днів 1000 км	Iveko	0,354	-	-	-	-	-	0,3507
			FORD TRANSIT	0,254	-	-	-	-	-	0,2505
			Богдан	0,32	-	-	-	-	-	0,3006
КР	Ддкр	днів	Iveko	23,3	-	-	-	-	-	23,046
			FORD TRANSIT	21,2	-	-	-	-	-	21,042
			Богдан	21,4	-	-	-	-	-	21,042

2.2 План обслуговування і виробнича програма з технічного обслуговування і ремонту рухомого складу

Він включає визначення кількості впливів та їх трудомісткості за рік для кожної моделі автомобіля, а також розрахунок річного і добового об'єму робіт для всього парку транспортних засобів. Розробка плану базується на відкоригованій величині пробігу до КР, де КР за цикл завжди дорівнює 1 ($L_{ц} = L_{кр}$). У випадку досягнення пробігу $L = L_{кр}$ чергові технічні обслуговування не виконуються, оскільки автомобіль направляється на капітальний ремонт. Впливи за цикл розраховується за відповідними залежностями:

$$N_{уТО-2} = \frac{L_{КР}}{L_{ТО-2}} - 1; \quad (2.11)$$

$$N_{уТО-1} = \frac{L_{КР}}{L_{ТО-1}} - N_{уТО-2} - 1; \quad (2.12)$$

$$N_{уЦО} = \frac{L_{КР}}{l_{ед}} \quad (2.13)$$

Iveko	Ford Transit	Богдан
$N_{цто-2} = \frac{576000}{48000} - 1 = 27$	$N_{цто-2} = \frac{300000}{16000} - 1 = 19$	$N_{цто-2} = \frac{400000}{12800} - 1 = 27$
$N_{цто-1} = \frac{576000}{16000} - 27 - 1 = 84$	$N_{цто-1} = \frac{300000}{8000} - 19 - 1 = 60$	$N_{цто-1} = \frac{400000}{3880,8} - 27 - 1 = 84$

$$N_{\text{цщо}} = \frac{576000}{234} = 1904$$

$$N_{\text{цщо}} = \frac{300000}{343} = 960$$

$$N_{\text{цщо}} = \frac{400000}{352,8} = 1232$$

При визначенні постових трудомісткостей враховується, що ТО виконуються на постах. Трудомісткість ПР поділяється на постову, що виконується в зоні ПР, та підготовчу, яка проводиться у виробничих відділеннях. Частка постових робіт у загальній трудомісткості ПР становить 44%. Режим роботи зон технічного обслуговування та ремонту визначено річною тривалістю робочого періоду (365 днів для зон ЩО і ТО-1, 253 дні для зон ТО -2 і ПР), кількістю змін (одна зміна для зон ЩО, ТО -1 і ТО -2, дві зміни для зони ПР), а також добовою тривалістю робочого періоду (6,7 годин для зон ЩО, ТО-1 і ТО-2, 13,4 години для зони ПР). Результати розрахунків зведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – План виробництва і виробнича програма по ТО і ПР

Показники	Одиниця	Позначення	Обґрунтування	ЩО	ТО-1	ТО-2	ПР	Всього
Кількість технологічних впливів на транспортний засіб за цикл		Лц		1904,0	84,0	27,0		—
				960,0	60,0	19,0		
				1232	84	27		
Трудовитрати на виконання постових робіт	люд год	Тп		0,423	5,464	18,83	4,872	—
				0,361	4,273	17,99	5,261	
				0,43	2,85	12,42	5,27	
			Карта	2,0	1,0	4,0	2,0	

Кількість працівників, зайнятих на одному посту	чол.	Рп	поста	2,0	2,0	4,0	3,0	—
				3,0	2	4,0	3,0	
Тривалість одного впливу у міжзмінний період	год.	Дн	ЩО, ТО – 1: Тп/Рп ПР Тп/2Рп	0,20842	5,46591		1,217	—
				0,17936	2,13727		0,877	
				0,20842	1,42184		0,877	
Тривалість одного впливу у період експлуатації	год.	Дд	ТО – 2: Тп/Рп ПР: Тп/2Рп	—		4,71 641	1,2194 3	—
						4,50 7	0,8787 5	
						3,10 62	0,8787 5	
Тривалість простоїв транспортного засобу за цикл	дні в	Ддц	$\frac{ДдорLкр}{+ Ддкр 1000}$	—	—	—	—	206,01 12
								164,12 76
								163,12 56
								1746,4 86
Загальна тривалість одного технологічного циклу	дні в	Дц	$\frac{Lкр}{Lсд} + Ддц$	—	—	—	—	1615,2 24
								1186,3 68
								0,8837 6
								0,8998
Коефіцієнт технічної		СТ	$\frac{Lкр}{Lсд \cdot Дц}$	—	—	—	—	0,8837 6
								0,8998

ГОТОВНОСТІ транспортного засобу								0,8637 2
Коефіцієнт переходу тривалості циклу в річні показники		ηp	$\frac{Dp \cdot Lc \delta \cdot \alpha_B}{L_{кр}}$	—	—	—	—	0,1232 5
								0,1222 4
								0,1783 6
Річний пробіг автомобіля	км	Lp	$L_{кр} \cdot \eta p$	—	—	—	—	49623, 7494
								43121, 3706
								54757, 296
Кількість впливів на транспортний засіб за рік		Np	$N_{ц} \cdot \eta p$	190,129 5	190,129 5	2,22 444		
				177,454 2	9,60918	2,93 586		
				182,524 32	10,03	5,01		
Чисельність ТЗ	шт.	A_c	Дані	—	—	—	—	80,0
								40,0
								60,0
Експлуатаційна чисельність транспортних засобів	шт.	A_e	$A_c \cdot \alpha_B$	—	—	—	—	56,0
								26,0
								38,0

Добовий пробіг рухомого складу	тис. км	ΣLD	$L_{cd} \cdot Ae$	—	—	—	—	13,7274
								8,52702
								17,31456
Річний пробіг парку рухомого складу	тис. км	ΣLP	$Lp \cdot Ac$	—	—	—	—	3594,39444
								4892,3652
								4954,72968
Річна кількість технологічних впливів		ΣNP	$Np \cdot Ac$	13283	327,8	156	—	—
				8855	479,68	146		
				12491	800,4	400		
Річна трив. робочого періоду ТЗ	дні	Φp	Режим вироб.	253	253	253	253	—
				253	253	253	253	
				253	253	253	253	
Добова кількість технологічних впливів		ΣND	$\Sigma NP / \Phi p$	52,50	1,30	0,61	—	—
				49,00	2,65	0,81		
				43,20	2,37	1,18		
Розподіл технологічних впливів за змінами		I II III	Режим вироб.	I, II	II	I	I, II	—
				I, II	II	I	I, II	
				I, II	II	I	I, II	
Добова тривалість робочого періоду	год.	Φd	Режим вироб.	13,40	6,70	6,72	13,43	—
				13,40	6,72	6,72	13,44	
				13,40	6,71	6,72	13,44	

Добова тривалість впливів у міжзмінний період	год.	ΣD_{HD}	ТО: $D_{HD} \cdot \Sigma N_{HD}$ ПР: $D_{HD} \cdot \Sigma L_{HD}$	10,92	7,073	—	16,681	—
				8,76	5,662		10,444	
				9,01	3,371		11,373	
Добова тривалість впливів у період експлуатації	год.	ΣD_{DD}	ТО: $D_{DD} \cdot \Sigma N_{DD}$ ПР: $D_{DD} \cdot \Sigma L_{DD}$	—	—	2,89	16,713	—
						678	36	
						3,66	10,460	
Загальний річний обсяг вик. робіт	люд. год.	ΣT_p	ТО: $T_{TO} \cdot \Sigma N_p$ ТО — 2: $T_{TO} - 2 \cdot \Sigma N_p + m \cdot A_c \cdot \Delta t_{co}$ ПР: $T_{Pr} \cdot \Sigma L_p$	5543,22	1791,72	3450	33829,	44615,
				432	63	,888	89474	73336
				4434,58	2869,86	4187	31767,	43259,
				146	828	,157	73866	37606
				4561,28	1706,45	4468	34577,	45313,
				436	61	,819	12622	78668
						8		

2.3 Річний об'єм виробництва і штати АТП

Обсяг виробництва відображає загальні річні трудозатрати за кожним видом робіт і слугує базою для визначення потреб підприємства в персоналі, робочих постах і обладнанні. Річний обсяг виробничих робіт представлено у вигляді таблиці (таблиця 2.3).

Розрахунок кількості водіїв здійснюється за встановленою формулою:

$$N_b = \frac{A\Gamma_p + 0,3 \cdot A\Delta_p}{\Phi P4 \cdot \eta} \quad (2.14)$$

$$\text{Iveko} \quad N_{b1} = \frac{199290 + 0,3 \cdot 15330}{1765 \cdot 1,02} = 113.$$

$$\text{FORD} \quad N_{b2} = \frac{199290 + 0,3 \cdot 14235}{1765 \cdot 1,02} = 113.$$

$$\text{Богдан} \quad N_{b3} = \frac{196224 + 0,3 \cdot 14016}{1765 \cdot 1,02} = 111.$$

Персонал АТП визначається:

$$P = \frac{T_p}{\Phi_{pp} \cdot K_{nn}}, \quad (2.15)$$

Таблиця 2.3 – Річний об'єм виробничих робіт

Види робіт	Види впливів								Всього люд. год.
	ЩО		ТО-1		ТО-2		ПР		
	%	люд. год..	%	люд. год.	%	люд. год.	%	люд. год.	
Вик. рівняння	ΣТщо		ΣТрто1		ΣТрто2		ΣТрпр		ΣТр
Зони прибирання	64,0	305,01689							9305,01679
Мийні зони	23,0	3343,9906 3							3343,99043
Сушильні та обтиральні ділянки	13,0	1890,0816 2							1890,08152
Діагностичні пости			10,0	636,8054 7	8	968,55925	1,0	1001,7475	2607,11222
Кріпильні ділянки			35,0	2228,818 74	35	4237,4479 8	1,0	1001,7475	7468,01301
Зони регулювання			11,0	700,4859 8	18	2179,2598 2	1,0	1001,7475	3881,49169
Змашувальні ділянки			20,0	1273,611 14	16	1937,1165			3210,72924
Зони розбирання та збирання							36,0	36062,881 8	36062,91386
Агрегатні майстерні							18,0	18031,491	18031,45693
Електротехнічні ділянки			12,0	764,1664 8	10	1208,3	5,0	5008,7374 8	6983,60353
Ділянки обслуговування акумуляторів							1	1001,7475	1001,74762
Ділянки технічного обслуговування та ремонту			5,0	318,4027 3	10	1208,31	4,0	4006,9879 8	5536,09208

системи живлення									
Шиномонтажні пости			7,0	445,7638 5	3	362,479	1,0	1001,7475	1810,72111
Ділянки шиноремонту							1,0	1001,7475	1001,74762
Кузовні майстерні							3,0	3005,2384 8	3005,24289
Арматурні ділянки							1,0	1001,7475	1001,74762
Зварювальні майстерні							2,0	2003,499	2003,49519
Ділянки обробки мідних деталей							2,0	2003,499	2003,49519
Бляхарські майстерні							2,0	2003,499	2003,49519
Ковальсько-ресорні ділянки							3,0	3005,2384 8	3005,24289
Слюсарні майстерні							2,0	2003,499	2003,49519
Механічні майстерні							10,0	10017,474 96	10017,47616
Оббивні зони							1,0	1001,7475	1001,74762
Малярні ділянки							5,0	5008,7374 8	5008,73808

Таблиця 2.4 – Виробничий персонал АТП

Види робіт	Річний об'єм робіт, люд. год.	Річний фонд часу роб., год.	Штатна кількість робітників, чол.				
			Розрахункова	Прийнята			
				Всього	в т. ч. по змінах		
					I	II	III
Прибиральні	9305,01288	1750,0	5,32062	5,0		5,0	
Мийні	3343,99464		1,91382	2,0		2,0	
Сушильні і обтиральні	1890,08262		1,08216	1,0		1,0	
Діагностичні	2607,11382		1,49298	1,0	1,0		

Види робіт	Річний об'єм робіт, люд. год.	Річний фонд часу роб., год.	Штатна кількість робітників, чол.				
			Розрахункова	Прийнята			
				Всього	в т. ч. по змінах		
					I	II	III
Кріпильні	7468,01622		4,26852	4,0	2,0	2,0	
Регулювальні	3881,48748		2,21442	2,0	1,0	1,0	
Змащувальні	3210,72864		1,83366	2,0	1,0	1,0	
Розбирально- збиральні	36062,91186		20,61114	21,0	11,0	10,0	
Агрегатні	18031,46094		10,30056	10,0	5,0	5,0	
Електротехнічні	6983,59932		3,98796	4,0	2,0	2,0	
Акумуделяторні	1001,7495		0,57114	1,0	1,0		
ТО і ремонт системи живл.	5536,09008		3,16632	3,0	2,0	1,0	
Шиномонтажні	1810,72422		1,03206	1,0	1,0		
Шиноремонтні	1001,7495		0,57114	1,0	1,0		
Кузовні	3005,23848		1,71342	2,0	1,0	1,0	
Арматурні	1001,7495		0,57114	1,0	1,0		
Зварювальні	2003,499		1,14228	1,0	1,0		
Мідницькі	2003,499		1,14228	1,0	1,0		
Бляхарські	2003,499		1,14228	1,0	1,0		
Ковальсько-рес.	3005,23848		1,71342	2,0	1,0	1,0	
Слюсарні	2003,499		1,14228	1,0	1,0		
Механічні	10017,47496		5,72142	6,0	3,0	3,0	
Оббивні	1001,7495		0,57114	1,0	1,0		
Малярні	5008,73748	1570,0	3,18636	3,0	2,0	1,0	

Таблиця 2.5 – Допоміжний персонал АТП

Види робіт	Норматив ДР від загальної кількості, %	Кількість допоміжних робітників.			
		Розрахункова	Прийнята		
			Всього	в т.ч. по змінах	
				I	II
Електротехнічні	10	2,3	2	1	1
Слюсарні	6	1,38	1	1	
Механічні	4	0,92	1	1	
Ковальські	1	0,23	1	1	
Зварювальні	2	0,46	1	1	
Бляхарські	2	0,46	1	1	
Мідницькі	1	0,23	1	1	
Санітарно-технічні	8	1,84	1	1	
Ремонтно-будівельні	3	0,69	1	1	
Транспортні	10	2,3	2	1	1
Зберігання і видача матеріальних цінностей	15	3,45	3	2	1
Переміщення рухомого складу	15	3,45	3	1	2
Прибирання виробничих приміщень	10	2,3	2	1	1
Прибирання території	10	2,3	2	1	1

2.4 Розрахунок кількості виробничих постів, методи організації на постах

Пости для організації в АТП зони ЩО:

$$П_{\text{ЩО}} = \varphi * \sum \text{Дн}_{\text{ЩО}} / \eta_{\text{В}} * \Phi_{\text{ДЩО}} \quad (2.16)$$

$$П_{\text{ЩО}} = 1,15 \cdot 26,22 / 0,95 \cdot 6,7 = 4,74.$$

Передбачено чотири пости для виконання робіт ЩО, які розміщуються на одній потоковій лінії. Розподіл робіт наступний: перший пост виконує зовнішнє прибирання, другий – внутрішнє прибирання, третій – мийні роботи, а четвертий – сушильні роботи. Лінія оснащена тягучим конвеєром. Роботи ТО-1 включають контрольно-діагностичні, регулювальні, а також мастильні операції для забезпечення безпеки руху.

Пости ТО-1 з урахуванням Д-1 визначається відповідною залежністю.

$$П_{ТО-1} + Д-1 = \varphi * \sum_{Дндто-1} / \eta_v * \Phi_{дто-1} \quad (2.17)$$

$$П_{ТО-1} + Д-1 = 1,09 \cdot 49,49 / 0,93 \cdot 365 \cdot 6,7 \cdot 2 = 4,03.$$

Значення розр. кількості постів Д-1:

$$П_{Д-1} = \varphi * \sum_{Трдто-1} / \eta_v * \Phi_{рто-1} * \Phi_{дто-1} * Р_{пд-1} \quad (2.18)$$

$$П_{Д-1} = 1,09 \cdot 1369,154 / 0,93 \cdot 365 \cdot 6,7 \cdot 1 = 0,66.$$

Обираємо 1 самостійний пост Д-1, тоді $П_{ТО-1} = 4 - 1 = 3$ пости.

Пости для виконання ТО-2 разом із діагностичними роботами (Д-2) визначається за формулою, що враховує річний обсяг робіт, трудомісткість впливу, режим роботи постів та змінність:

$$П_{ТО-2} + Д-2 = \varphi * \sum_{Дддто-2} / \eta_v * \Phi_{дто-2} \quad (2.19)$$

$$П_{ТО-2} + Д-2 = 1,09 \cdot 26,56 / 0,98 \cdot 6,7 = 4,41.$$

Для виконання діагностичних робіт (Д-2) визначається з урахуванням трудомісткості діагностичних робіт, тривалість зміни, кількість робочих днів у році та змінність роботи постів:

$$П_{Д-2} = \varphi * \sum_{Трдто-2} / \eta_v * \Phi_{рто-2} * \Phi_{дто-2} * Р_{пд-2} \quad (2.20)$$

$$П_{Д-2} = 1,09 \cdot 1373,99 / 0,98 \cdot 253 \cdot 6,7 \cdot 1 = 0,9.$$

Розрахункова кількість постів ТО-2:

$$П_{ТО-2} = П_{ТО-2} + Д-2 - П_{Д-2}.$$

$$П_{ТО-2} = 4,41 - 0,9 = 3,51.$$

Прийнято для виконання робіт ТО-2 три спеціалізовані пости та один додатковий пост для поглибленої діагностики (Д-2). Розрахункова кількість постів для організації цих процесів визначається за спеціальною формулою, яка враховує обсяг робіт, тривалість змін та змінність роботи постів:

$$\begin{aligned} \text{Ппр} &= 2\varphi * \Sigma \text{Дндпр} / \eta_{\text{в}} * \Phi_{\text{дпр}} \\ \text{Ппр} &= 2 \cdot 1,12 \cdot 50,37 / 0,95 \cdot 13,4 = 8,863. \end{aligned} \quad (2.21)$$

Таблиця 2.6 – Робочі пости виробничих зон

Вид впливу	Кількість робочих постів			
	Розрахункова	Прийнята		
		Всього	В тому числі по змінах	
			I	II
ЩО	4,74	4		4
ТО-1	3,37	3		3
ТО-2	3,51	3	3	-
Д-1	0,66	1		1
Д-2	0,9	1	1	
ПР	8,86			

$$\text{Пости КТП визначається: } \text{Пктп} = A_e * t_{\text{ко}} / 60 * t_{\text{пов}} * P_{\text{п}} * K_{\text{в}} \quad (2.22)$$

$$K_{\text{в}} = t_{\text{ко}} / (t_{\text{ко}} + t_{\text{п}}). \quad (2.23)$$

$$K_{\text{в}} = 2 / (2 + 2) = 0,5.$$

$$\text{Пктп} = 119 \cdot 2 / 60 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 0,5 = 1,98.$$

2.5 Організація рухомого складу, розрахунок місць зберігання та підбір технологічного обладнання виробничих зон і відділень

Методи визначаються природно-кліматичними умовами та особливостями експлуатації автомобілів. У АТП також передбачено зберігання автомобілів на відкритих майданчиках, де кількість місць зберігання відповідає списку ТЗ – Ас.

$$M_{\text{з}} = A_{\text{с}} = 180. \quad (2.24)$$

Кількість обладнання розраховується виходячи з річних трудозатрат, фонду робочого часу або пропускної здатності окремих типів обладнання за умови їх повного завантаження. Розрахунок включає лише основне технологічне

обладнання, таке як металообробні верстати, установки для миття автомобілів та паливозаправні колонки.

Затребуване верстатне обл.:

$$B = \Sigma T_{\text{рм}} * \varphi_{\text{д}} / \Phi_{\text{рпр}} * \Phi_{\text{дпр}} * \eta_{\text{в}}. \quad (2.24)$$

$$B = 5748,03 \cdot 1,3 / 253 \cdot 6,7 \cdot 2 \cdot 0,7 = 3,15.$$

Кількість мийних установок відповідає числу потокових ліній ЩО, а їх пропускну здатність визначаємо за відповідною формулою:

$$W = \varphi * A_{\text{е}} / \Phi_{\text{дщо}} * M_{\text{у}} * \eta_{\text{в}}. \quad (2.25)$$

$$W = 1,15 \cdot 119 / 6,7 \cdot 1 \cdot 0,95 = 21,5 \text{ автм./год. Беремо модель М-1126.}$$

2.6 Склад приміщень і розрахунок їх площ

Приміщення АТП включають виробничі зони, відділення, складські приміщення, місця утримання авто, обслуговуючі та технічні приміщення. Їх площі розраховуються за нормативами для забезпечення ефективної роботи підприємства.

$$F_3 = F_A * P_3 * K_3 \quad (2.26)$$

Таблиця 2.7 – Площі зони зберігання складу і виробничих зон

Зона		Габарити, м	Площа, м ²	Пости	Коеф. щільності, Кз	Площа зони, м ²
За марками	Iveko	2,0x5,97	11,940	80,0	3	2870,73
	FORD TRANSIT	2,075x5,50	11,420	40,0	3	1377,75
	Богдан	2,39x7,73	14,740	60,0	3	2658,306
Загальна площа зони зберігання						6893
Зона ЩО		2,21x6,67	14,740	4,0	5	294,8
Зона ТО-1		2,21x6,67	14,740	3,0	6	265,32
Зона Д-1		2,21x6,67	14,740	1,0	6	88,44
Зона ТО -2		2,21x6,67	14,740	3,0	4	176,88
Зона Д -2		2,21x6,67	14,740	1,0	4	58,96
Зона ПР		2,22x6,67	14,740			

$$\text{Виробничі та приміщення ВГМ: } F_{\text{в}} = f_1 + f_2(Pe - 1) \quad (2.27)$$

$$\text{Спеціалізовані пости: } F_{\text{д}} = FA * n * K_{\text{д}} \quad (2.28)$$

Виконавців допоміжних електротехнічних, слюсарно-механічних, ковальських, зварювальних, бляхарських і мідницьких робіт по забезпеченню виробничими площами у відповідних відділеннях основного виробництва.

Розрахунок площ виробничих відділень проводимо у вигляді таблиці 2.8.

Таблиця 2.8 - Площі виробничих відділень

Назва виробничого відділення	Кількість в завантажену зміну, чол.	Питомі площі на працівників,		Додаткова площа для заїзду, м ²	Площа виробничого відділення, м ²
		f_1	f_2		
Агрегатне	6	15	12		75
Електротехнічне	4+1	8	5		28
Акумуляторне	1	15	10		15
ТО і ремонт системи живлення	1	8	5		8
Шиномонтажне	1	15	10		15
Шиноремонтне	1	15	10		15
Арматурно-кузовне	2	15	10	14,74	30,74
Зварювальне	1+1	15	10	14,74	45,74
Мідницьке	1+1	10	8		18
Бляхарське	1+1	12	10		22
Ковальсько-ресорне	1+1	15	10		25
Слюсарно-механічне	3+2	12	10		52
Оббивне	1	15	10		15
Малярне	3	15	10	14,74	45,74
Ремонтно-буд і сантехнічне ВГМ	1	12	10		12

Складські приміщення АТП:

$$Fe = \Sigma Lp * Fn * K6 * K7 * K8 * K9 \quad (2.29)$$

Таблиця 2.9 - Площа складських приміщень

Назва складу	Питома площа по типу, м ²			Розрахункова площа по типу, м ²			Загальна площа складу, м ²	
	Iveko	Ford Transit	Богдан	Iveko	Ford Transit	Богдан	Розрах., м ²	Прийнята, м ²
Запасні частини для ремонту	2,805 6	2,805 6	2,8056	16,433	11,4228	19,29852	47,154	60,0
Ремонтні агрегати	4,609 2	4,609 2	4,6092	27,023 9	18,7374	31,7133	69,639	80,0
Експлуатаційні матеріали	2,705 4	2,705 4	2,7054	15,831 6	11,0320	18,61716	40,882	50,0
Масильні матеріали	2,605 2	2,605 2	2,6052	15,280 5	12,4248	17,92578	43,086	50,
Ремонтний інструмент	0,200 4	0,200 4	0,2004	1,1723 4	0,96192	1,62324	3,507	5,0
Кисень і ацетилен у балонах	0,300 6	0,300 6	0,3006	1,7635 2	1,44288	2,06412	5,01	5,0
Металеві вироби, брухт і цінні утилітарні матеріали	0,400 8	0,400 8	0,4008	2,3446 8	1,91382	2,7555	6,6132	8,0
Шини для транспортних засобів	2,605 2	2,605 2	2,6052	15,230 4	12,4248	21,042	44,288	50,0
Запчастини та матеріали	0,801 6	0,801 6	0,8016	4,7094	3,83766	5,511	12,725	15,0
Списані транспортні засоби та агрегати	10,02	10,02	10,02	8,7172	35,5209	59,94966	26,252	150,0
Фарбувальні та лакувальні матеріали	0,901 8	0,901 8	0,9018	1,29056	4,3086	6,20238	14,228	15,0

2.7 Характеристика генерального плану, виробничі процеси та компоновка корпусів

Для проектування АТП обрано блоковану забудову, яка забезпечує зручність технологічних зв'язків, оптимізацію процесів ТО та ремонту, економічність будівництва та скорочення шляхів руху ТЗ. Всі види ТО і ПР виконуються в головному виробничому корпусі. Додатково на території АТП розміщено контрольно-технічний пункт, диспетчерську, адміністративно-побутовий корпус, склади, очисні споруди, автозаправну станцію, зону відпочинку, майданчик для списаних ТЗ та зону зберігання автомобілів, відповідно до функціональної схеми підприємства.

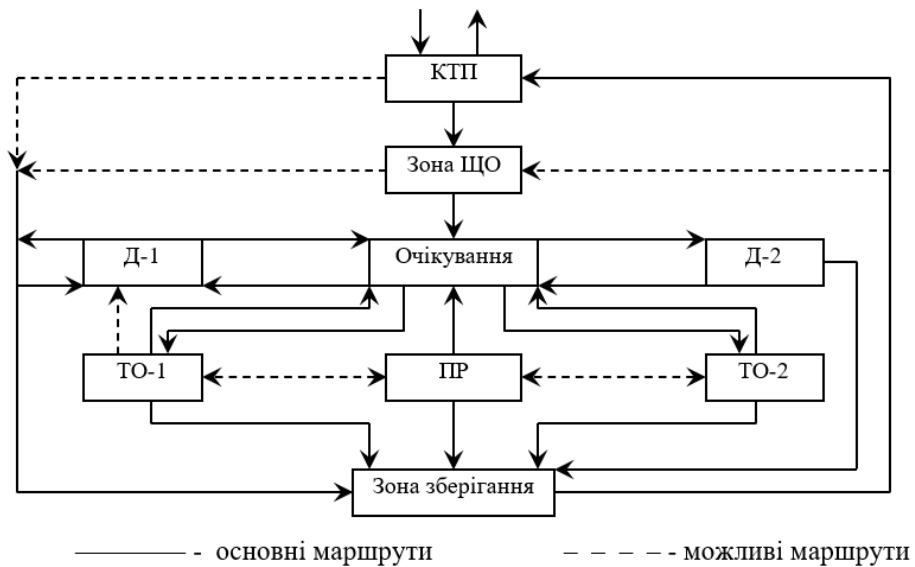


Рисунок 2.1 – Функціональна схема ТО і ремонту ТЗ

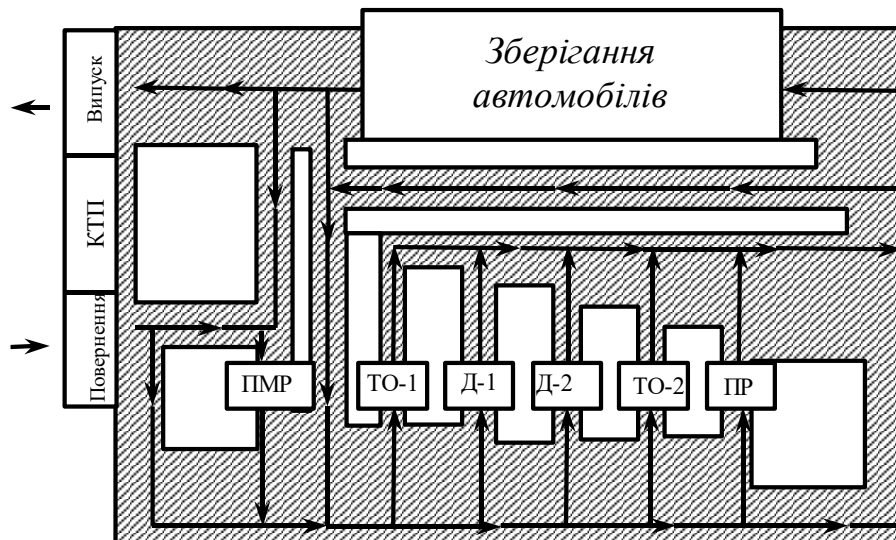


Рисунок 2.2 – Графік виробничого процесу АТП

2.8 Технічний процес в зоні ТО-2 і ПР та агрегатному відділенні

Виконання технічного обслуговування та діагностики несправностей

Двигун

Основні перевірки при утрудненому запуску двигуна. При утрудненому запуску двигуна необхідно перевірити стан ізоляції, відсутність окислення та надійність кріплення контактних з'єднань. Слід переконатися у справності запобіжників у монтажному блоці та працездатності акумулятора. Важливо перевірити правильність укладання, справність і надійність кріплення вакуумних шлангів. Також потрібно оцінити прохідність випускного тракту двигуна за допомогою манометра або вакуумметра. Ці перевірки допоможуть визначити та усунути можливі причини проблем із запуском двигуна.

Не прокручується ДВЗ. При корозії клем акумулятора або ослабленні кріплення проводів на них можуть виникати проблеми з електроживленням. У разі розрядженої або несправної акумуляторної батареї можна перевірити рівень заряду, ввімкнувши запалювання та спостерігаючи за роботою фар чи склоочисників. Збій у їхньому функціонуванні підтверджує низький рівень заряду.

Іншими можливими причинами є заклинювання шестерні стартера в зубчастому кільці ведучого диска, несправності тягового реле стартера, самого стартера або замка запалювання. Усі ці фактори слід перевірити й усунути для забезпечення нормальної роботи системи запуску двигуна.

Двигун крутиться, але не заводиться. Імобілайзер двигуна може бути несправним або не вимикатися. Рівень стиснення недостатній. У двигун заливається надто густе масло, що ускладнює його роботу. У бензинових моделях можливі несправності запобіжника електробензонасоса або електронної системи упорскування. Паливний бак може бути порожнім або заповненим неякісним паливом. Забруднення повітряного фільтра обмежує подачу повітря. Через витоки повітря засмоктується у впускний тракт, що спричиняє втрату вакууму. Це призводить до втрат розрідження в елементах подачі повітря, збоїв у роботі системи упорскування палива і контролю

запалювання. Акумуляторна батарея може бути розрядженою, що знижує швидкість обертання двигуна. Можливе окислення або ослаблення кріплення клем акумулятора. Паливний насос може бути несправним або пошкоджене його реле. Для перевірки справності насоса потрібно прослухати його роботу при ввімкненні запалювання. Компоненти системи запалювання можуть бути пошкоджені або надмірно вологі. Свічки запалювання можуть бути зношеними, несправними або з неправильним зазором. Проводка системи запуску може бути обірваною, від'єднаною або погано закріпленою. Електрична проводка котушки запалювання (модуля) може бути пошкодженою, від'єднаною або мати ослаблене кріплення на клемах. Запобіжник блоку управління двигуном може бути пошкодженим, а датчики системи управління двигуном несправними.

Стартер працює без прокручування двигуна. Можливе заклинювання шестерні стартера або зношення чи пошкодження зубів шестерні стартера чи вінця маховика. При запуску холодного двигуна можуть виникати труднощі через низький рівень заряду акумулятора або недостатню його ємність. Може бути спричинено порушенням роботи компонентів енергосистеми чи електрообладнання. У фільтрі тонкого очищення може утворюватися осад парафіну, що ускладнює подачу палива. У цьому разі потрібно прогріти або замінити фільтруючий елемент і заправити автомобіль зимовим дизельним паливом, або додати в бак низькооктановий бензин у пропорції 1:3. Причиною труднощів також можуть бути несправні свічки розжарювання дизельного двигуна.

Труднощі із запуском гарячого двигуна. Повітряний фільтр може бути засміченим, що ускладнює подачу повітря і негативно впливає на роботу двигуна. Компоненти енергосистеми або електрообладнання можуть бути у неналежному стані, що призводить до порушення їх функціонування. Паливо не надходить у систему упорскування форсунок, що може бути спричинено несправністю паливної системи. Також можливе порушення кута випередження подачі палива в дизельному двигуні, що потребує корекції.

Двигун заводиться, але відразу глухне. Несправний імобілайзер двигуна може блокувати запуск. Електропроводка може бути пошкодженою або кріплення проводів на клемах котушки запалювання чи генератора ослаблене. Відбуваються збої в роботі компонентів системи електроживлення або електрообладнання. Основні налаштування модуля керування двигуном можуть бути порушені. Пошкодження вихлопної системи або каталітичного нейтралізатора також впливають на роботу двигуна. Втрати вакууму можуть спостерігатися на корпусі дросельної заслінки, у впускній магістралі або через вакуумні шланги. Недостатній тиск стиснення у циліндрах погіршує запуск і роботу двигуна. Можливе порушення регулювання холостого ходу або зниження прохідності зворотного паливного тракту дизельного двигуна. Свічки розжарювання можуть вимикатися занадто рано, що ускладнює запуск дизельного двигуна.. Несправний ТНВД або заклинювання клапана відсічення палива дизельного двигуна також призводять до проблем із роботою двигуна.

Двигун мимоволі глохне. Вийшло з ладу регулювання холостого ходу. Порушена прохідність паливного фільтра, або в систему живлення потрапили волога чи бруд, що ускладнює подачу палива. Можуть виходити з ладу компоненти управління двигуном або інформаційні датчики. Несправність компонентів систем зниження викидів вихлопних Ford Transitів також впливає на роботу двигуна. Свічки запалювання можуть бути несправними, забрудненими або мати неправильно встановлений зазор. У разі відповідної конфігурації слід перевірити стан електричної проводки. Втрата вакууму може виникати на корпусі дросельної заслінки або через вакуумні шланги.

Двигун не розвиває повну потужність. Відбуваються збої в роботі компонентів енергосистеми або електрообладнання. Повітроочисник може бути засміченим, або іншим чином порушена прохідність тракту подачі повітря. У бензинових двигунах несправні свічки запалювання або неправильно встановлений зазор між ними. Також можуть бути несправні котушка чи режим запалювання. Паливний фільтр може бути заблокованим, або в систему живлення потрапили бруд чи волога. Використання палива

невідповідного виду може негативно впливати на роботу двигуна. У разі комплектації з турбокомпресором можливе пошкодження регулюючого клапана. Недостатній тиск стиснення або нерівномірний його розподіл між циліндрами погіршує роботу двигуна. Заклинювання клапанів або ослаблення їхніх пружин, прокол прокладки головки блоку циліндрів, а також пробуксовування зчеплення призводять до зниження ефективності. Перегрів ДВЗ може бути спричинений різними несправностями. Можливі втрати вакууму, зношення робочих вушок кулачків розподільного валу, порушення установки фаз Ford Transitorозподілу. Протікання в паливному насосі або порушення прохідності вихлопної системи також впливають на стабільність роботи двигуна.

Є хлопки у впускній системі або постріли у вихлопній системі. Компоненти енергосистеми або електрообладнання працюють неналежним чином. У системі запалювання бензинового двигуна можуть бути дефекти, наприклад, пошкодження ізоляторів свічок запалювання або високовольтної проводки. Система впорскування палива або її компоненти можуть бути зношеними, що знижує ефективність двигуна. Втрата вакууму може спостерігатися на корпусі дросельної заслінки, у впускній магістралі або через вакуумні шланги. Заклинювання клапанів також впливає на стабільність роботи двигуна. Порушення налаштування кута випередження запалювання можливе через неправильне підключення проводки вводу/виводу (залежно від комплектації). Несправність клапана рециркуляції відпрацьованих Ford Transitів може призводити до потрапляння повторно змішаної повітряно-паливної суміші в циліндри, що негативно позначається на роботі двигуна.

Надмірний дим із вихлопу дизельного двигуна. Чорний дим: - Забруднений повітряний фільтр. Необхідно промити або замінити фільтруючий елемент; - Неправильно заправлене паливо. Слід промити паливну систему та заправити якісним паливом; - Неправильне налаштування часу запуску ТНВД або несправність самого насоса; - Протікання клапана форсунки. Рекомендується перевірити форсунки на стенді, розібрати та відшліфувати клапан або замінити

інжектор у зборі; - Несправний клапан EGR. Синій дим: - Масло потрапляє в систему згоряння через зношення поршнів; - Наявність масла в повітряно-фільтрувальній системі через зношення ущільнювачів у турбокомпресорі; - Утворення течії в прокладці між корпусом блоку та турбокомпресором. Рекомендується замінити сальники, підтягнути кріпильні болти турбокомпресора або замінити прокладку; - Порушення подачі палива до однієї з форсунок. Необхідно перевірити прогрів вихлопних труб колектора; - Погіршення якості розпилення через несправність клапана форсунки або обрив розпилювача. Рекомендується очистити клапан або замінити форсунку. Білий або коричневий дим:- Недостатня температура охолоджуючої рідини. Необхідно прогріти двигун до робочої температури.

Виконання ТО

(основних систем та систем, що відповідають за безпеку руху)

Перевірка рівня рідини, контроль витоку. При замасленому двигуні та великій витраті масла необхідно перевірити герметичність прокладки піддону двигуна, ущільнювача пробки зливу моторного масла, ущільнення тиску моторного масла, прокладки масляного фільтра, прокладки між блоком і головкою циліндрів, прокладки кришки головки блоку циліндрів, ущільнення кришки заливної горловини, а також ущільнень колінчастого і розподільного валів. Оскільки масло при витіканні розтікається по великій поверхні двигуна, локалізувати витік одразу складно. Для виявлення витоків двигун необхідно очистити, попередньо накривши генератор і блок запобіжників поліетиленовим пакетом, обробити звичайним засобом для чищення, залишити на короткий час і промити водою. Поверхні з'єднань і ущільнень двигуна посипають вапном або тальком. Перевіряють рівень моторного масла і при необхідності його коригують. Для зниження в'язкості масла та пришвидшення прояву місць витоку проводять тест-драйв, після чого оглядають двигун, локалізують витіки та усувають їх. Якщо витіки не вдалося виявити цим методом, можна застосувати спеціальну присадку до моторного

масла, яка виявляє витоки під ультрафіолетовим світлом відповідно до інструкції з її використання.

Гальмівна рідина. Рівень гальмівної рідини в бачку має бути в нормі. Якщо рівень нижчий за допустимий, спочатку очистіть верхню частину бачка та кришку чистою ганчіркою, щоб уникнути потрапляння бруду в гальмівну систему після відкриття. Після зняття кришки перевірте рідину на наявність забруднень, таких як частинки іржі, бруду або краплі води. У разі їх виявлення рідину необхідно замінити. Також можливе зношення фрикційних накладок гальмівних колодок. У цьому випадку доливання рідини не потрібно, поки рівень залишається біля позначки «MIN», оскільки після заміни колодок він підніметься. Дуже низький рівень може свідчити про значний знос гальмівних колодок, тому їх необхідно перевірити. Постійне падіння рівня гальмівної рідини вказує на можливий витік, і слід негайно оглянути всю гальмівну систему, включно з гальмівними магістралями, шлангами та фітингами. Оскільки гальмівна рідина також використовується в приводі зчеплення, потрібно перевірити магістралі та циліндри виконавчого механізму на наявність пошкоджень і порушених з'єднань. Якщо бачок майже порожній, гальмівну систему необхідно негайно перевірити на витоки.

Рідина гідропідсилювача керма. Рівень рідини в бачку гідропідсилювача керма повинен знаходитися між позначками «MIN» і «MAX». Якщо рівень нижчий за допустимий, додайте рідину гідропідсилювача керма, дотримуючись вимог технічних умов. Перед відкриттям бачка очистіть пробку та область навколо неї, щоб запобігти потраплянню бруду в систему. Використовуйте тільки чисту рідину для гідропідсилювача та уникайте потрапляння повітря в систему. Після доливання рідини прокачайте систему, повертаючи кермо до упору вліво та вправо під час роботи ДВЗ. Якщо під час обертання керма чути незвичайні звуки, повторіть процедуру та перевірте систему. Для перевірки гідравлічних ліній на наявність витоків і видалення повітря вимкніть двигун, поверніть кермо до упору вправо та встановіть адаптер на горловину резервуара. Підключіть вакуумний насос і створіть

вакуум, поки все повітря не вийде з системи (не менше 5 хвилин). Втрата вакууму не повинна перевищувати 50 мм рт. ст. за 5 хвилин. У разі перевищення цих показників локалізуйте та усуньте витіки, перевіривши з'єднання шлангів, пильовики механізму, корпус клапана та насос. Після завершення прокачування поверніть кермо до упору вліво, перевірте рівень рідини, при необхідності відрегулюйте його та затягніть пробку бачка.

Перевірка та заміна шлангів і трубок у підкапотному просторі, виявлення витоків.

Вакуумні шланги. Вакуумні шланги, особливо ті, що використовуються в системі контролю викидів вихлопних Ford Transitів, зазвичай мають кольорове маркування або смугові вставки. Різні системи вимагають використання шлангів із різною товщиною стінок, термостійкістю та стійкістю до руйнування. При заміні шлангів необхідно підбирати нові шланги з таким самим матеріалом, як у старих. Єдиний надійний спосіб перевірити стан шланга — це повне його видалення з автомобіля. Якщо знімається кілька шлангів одночасно, позначте їх кінці та фітинги для правильної збірки. Під час огляду не забудьте перевірити Т-подібні пластикові з'єднання на наявність тріщин, які можуть спричинити витік. Витік у вакуумному шлангу означає всмоктування повітря, що ускладнює його виявлення. Для цього можна використовувати шматок вакуумного шланга як стетоскоп. Прислухайтеся до шипіння, що вказує на витік, перевіряючи всі вакуумні шланги та з'єднання. Увага: під час використання стетоскопа уникайте контакту з рухомими компонентами в моторному відсіку.

Паливні шланги. Паливні шланги працюють під тиском, тому при їх від'єднанні будьте готові збирати розпилене паливо. Використовуйте лише високоякісні паливні шланги. Ніколи не використовуйте вакуумні шланги, прозорі пластикові трубки або шланги для води замість паливних. Для кріплення паливних шлангів застосовуються хомути стрічкового типу, які з часом слабшають і можуть зісковзнути під час зняття. Замінюйте їх на хомути гвинтового типу. Незначні витіки палива важко виявити, оскільки паливо

швидко випаровується, особливо в гарячому підкапотному просторі. Краплі палива можуть зникати до того, як місце витoku буде знайдено. Металеві фітинги після охолодження стискаються, а гумові шланги послаблюються, що робить витoki більш очевидними під час нагрівання двигуна після запуску з холодного стану.

Металеві трубки. Між паливним насосом і системою впорскування палива встановлюються металеві трубки, які необхідно оглядати на наявність вм'ятин, скручувань або тріщин. Для заміни трубок використовуйте тільки безшовні сталеві труби, оскільки мідні та алюмінієві не витримують вібрацій, викликаних роботою двигуна.

Перевіряйте металеві гальмівні магістралі в місцях їх з'єднання з головним гальмівним циліндром (ГГЦ), регулятором тиску або системою ABS. Будь-які ознаки тріщин, ослаблених фітингів або витоків гальмівної рідини вимагають негайного ретельного огляду всієї гальмівної системи.

Перевірка гальмівної системи та зчеплення. Ознаки проблем із гальмівною системою. Будь-яка з наступних ознак може вказувати на несправність гальм:

- Під час натискання на гальма машину «тягне» в сторону.
- Гальма видають скрегіт або вереск під час гальмування.
- Педаль гальма має надмірний хід.
- Педаль гальма пульсує під час роботи системи ABS.
- Є витoki гальмівної рідини, зазвичай помітні на внутрішній стороні шкіль.

Перевірте всі гальмівні магістралі та шланги на наявність тріщин, потертостей, витоків, здуття та деформацій. Огляньте гальмівні шланги передньої та задньої частин автомобіля на розм'якшення, тріщини чи знос, спричинений тертям об інші деталі. Переконайтеся, що всі кріплення магістралей надійно закріплені. Для перевірки шлангів зігніть їх руками в різні боки, уникаючи перекручування. Повертаючи кермо до упору вліво та вправо, переконайтеся, що передні гальмівні шланги не торкаються інших

конструктивних елементів автомобіля. Усі виявлені пошкодження гальмівних магістралей або витоки рідини повинні бути негайно усунені.

Перевірка зносу гальмівних колодок, дисків і барабанів. Виміряйте товщину гальмівних дисків у кількох місцях за допомогою мікрометра або штангенциркуля. Якщо диски мають нерівномірний знос або пошкодження, їх слід проточити чи замінити. Для барабанних гальм (задні колеса) виміряйте товщину фрикційних накладок і огляньте їх на наявність забруднень гальмівною рідиною або мастилом. Якщо товщина накладок менше 1 мм над заклепками або металевою основою, їх необхідно замінити. Тріщини, поліровані поверхні або забруднення рідиною також є причиною заміни.

Перевірте барабани на наявність подряпин, борозен, тріщин або слідів перегріву. Якщо дефекти неможливо усунути за допомогою наждачного паперу, барабани слід проточити у майстерні.

Перевірка гальма стоянки.

Найпростіший спосіб перевірити роботу стоянкового гальма – встановити автомобіль на крутому схилі (25%) із ввімкненим гальмом стоянки та трансмісією в нейтральному положенні. Якщо гальмо стоянки зводиться на 7-9 зубів і не утримує автомобіль від руху, його потрібно відрегулювати.

Перевірка вакуумного підсилювача гальм. При вимкненому двигуні кілька разів натисніть на педаль гальма. З кожним натисканням хід педалі повинен зменшуватися. Утримуючи педаль натиснутою, запустіть двигун - педаль повинна плавно опуститися вниз. Залиште педаль гальма натиснутою і вимкніть двигун. Якщо хід педалі залишається незмінним протягом 30 секунд, вакуумний підсилювач працює справно. Якщо будь-який із тестів не відповідає очікуваним результатам, вакуумний підсилювач потребує ремонту або заміни.

Перевірка стану компонентів підвіски та рульового керування. Щільно натисніть рукою на один із кутів автомобіля і відпустіть. Зверніть увагу на його рух: кузов повинен перестати розгойдуватися і повернутися у вихідне положення після одного-двох коливань. Якщо автомобіль продовжує

розгойдуватися або не повертається в початкове положення, причиною може бути зношений амортизатор. Повторіть цю процедуру для кожного з трьох інших кутів автомобіля. Перевірте правильність установки, надійність кріплення та цілісність амортизаторів. Огляньте верхні опори стійок передньої підвіски на наявність пошкоджень або ознак зносу. У разі їх виявлення замініть стійки. Очистіть поворотний кулак від бруду в зоні кульового шарніра підвіски. Попросіть помічника взятися за нижній край колеса, розгойдати його і при цьому спостерігайте за рухом кульової опори, що з'єднує поворотний кулак з важелем підвіски. Огляньте пильовики кульових опор на предмет розривів. При виявленні люфту або пошкоджених пильовиків кульову опору і пильовик слід замінити. Щоб перевірити рульовий механізм, обхопіть колесо за передній і задній краї та спробуйте повернути його переднім краєм усередину, а заднім краєм назовні. У разі виявлення люфту перевірте, чи не ослаблені кріплення рульового механізму і кінцеві з'єднання рульових тяг. Люфт може бути викликаний зношеними з'єднаннями, тому спочатку перевірте затягування гайок. Перевірте стан пильовиків рульового механізму та кульових шарнірів наконечників рульових тяг. Якщо пильовики пошкоджені або порвані, замініть їх.

Свічки запалювання



Вугільні відкладення. Наявність сажі викликає тільки



Нормальний стан свічок.

Симптоми. Сіро-коричневий наліт,

забір повітряної суміші або низьку легкий знос електродів. Калібр свічок інтенсивність іскри. Викликає запалювання відповідає типу двигуна і пропуски запалювання, ускладнює його загальному стану. запуск і продуктивність, призводить до поломки двигуна.

Рекомендації При заміні свічок запалювання встановлюйте свічки запалювання такого ж типу.



Замаслювання.
Замаслювання
виникає
зношенням

маслознімних ковпачків. Викликає пропуски запалювання, ускладнює запуск і призводить до нестабільності двигуна.

Рекомендації: Проведіть механічні відновлювальні роботи та замініть свічки запалювання.



Попілоутворення.
Симптоми. М'який
коричневий наліт
на одному або обох

електродах. Джерелом їх утворення є використання присадок. Надмірне накопичення може призвести до ізоляції та спричинити пропуски запалювання та нестабільну роботу двигуна. Рекомендації:- У разі швидкого накопичення відкладень поміняйте маслознімні ковпачки для уникнення масла, які запобігатимуть потраплянню масла в камеру згорання.



Перегрів. Пористий,
білий ізолятор. ерозія
електродів і
відсутність

відкладень. призводить до скорочення терміну служби свічки запалювання. Рекомендації. Перевірте, чи відповідає калібрувальне число встановлених свічок вимогам, чи правильно виставлений кут випередження запалювання, чи не занадто збіднена паливно-повітряна суміш, чи не занадто низькі витоки впускного вакууму, чи не заклинило клапани. Також перевірте рівень охолоджуючої рідини і чи не засмічений радіатор.



Зношування.
Симптоми. Округлення
електродів з незначним
накопиченням

відкладень на кінці. Колір нормальний. Призводить до утруднення запуску двигуна в холодну погоду і підвищена витрата палива. Рекомендації. Замініть свічки запалювання на нові, такого ж типу.



Занадто раннє запалювання. Електроди розплавився. Ізолятор

має білий колір, але також може бути брудним через пропуски запалювання або попадання в камеру сторонніх частинок. Може привести до виходу двигуна з ладу.

Рекомендації. Перевірте калильне число встановлених свічок, кут випередження запалювання, якість суміші, чи не засмічена система охолодження і чи нормально функціонує система змащення.



Пропускаючий глянець.

Симптоми. Ізолятор має жовтуватий колір

і полірований вигляд. Це свідчить про раптове підвищення температури в камерах згоряння при різкому прискоренні.

Рекомендації. Поміняйте свічки запалювання).



Детонація. Симптоми. На ізоляторах можуть бути відколи або тріщини

Недбала техніка регулювання зазору свічок запалювання також може призвести до пошкодження ізолятора. Може призвести до пошкодження поршнів.

Рекомендації. Замініть свічки запалювання на нові, або зачистіть.



Забрискування

Симптоми. Після пропусків

запалювання протягом

тривалого періоду часу відкладення можуть розрихлюватися. При високих швидкостях відкладення відриваються від поршня і прилипають до гарячого ізолятора, викликаючи пропуски запалювання.

Рекомендації. Замініть свічки запалювання або очистіть і замініть старі.



Замикання електродів
Симптоми. Продукти
згоряння потрапляють



Механічні пошкодження
Симптоми. Вони можуть
бути викликані

в міжелектродний простір. Тверді відкладення накопичуються, утворюючи місток між електродами. Призводить до збою запалювання в циліндрі. Рекоме́ндації. Видалити відкладення з міжелектродного простору.

попаданням сторонніх предметів в камеру згоряння або виникати при контактуванні поршня в занадто довгу свічку запалювання. Може привести до виходу з ладу циліндра і пошкодження поршня. Рекоме́ндації; Поміняйте свічки запалювання.

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Аналіз конструкції

Під час проектування підйомника було проаналізовано конструкції аналогічних пристроїв, їх переваги та недоліки. Головним критерієм вибору стала здатність підйомника забезпечувати вільний доступ до агрегатів під автомобілем, поєднуючи високу жорсткість і надійність конструкції з відносно невеликою масою. Розташування платформи на рівні підлоги у вихідному положенні дозволяє ефективно використовувати виробничий простір. Вибір приводу зупинили на гідравлічному, що сприяє спрощенню кінематики, зниженню металоємності, підвищенню точності і надійності роботи підйомника. Гідропривод широко використовується завдяки суттєвим перевагам, таким як можливість створення великих зусиль при компактних розмірах, широкий діапазон регулювання швидкості, робота в динамічних режимах, мала інерційність, високий ККД, підвищена жорсткість і довговічність.

3.2 Призначення, будова та принцип дії

Одноплунжерний гідравлічний підйомник призначений для підйому легкових, вантажних автомобілів і автобусів до висоти 1600 мм з максимальною вантажопідйомністю 3 т, що дозволяє виконувати технічне обслуговування та ремонт. Його універсальна несуча конструкція забезпечує можливість обслуговування автомобілів будь-якої моделі із застосуванням додаткових аксесуарів, таких як бруси або клини. Привод насоса підйомника працює від електродвигуна, який нагнітає масло в циліндр, забезпечуючи підйом плунжера. Хід плунжера обмежується упорними шайбами, які контактують з направляючими циліндра, а редукційний клапан захищає систему, перепускаючи масло назад у бак при перевищенні допустимого тиску. Управління підйомником здійснюється за допомогою важеля, який перекидає злив масла при досягненні максимальної висоти. Опускання автомобіля виконується під власною вагою за допомогою відкривання перепускного клапана.

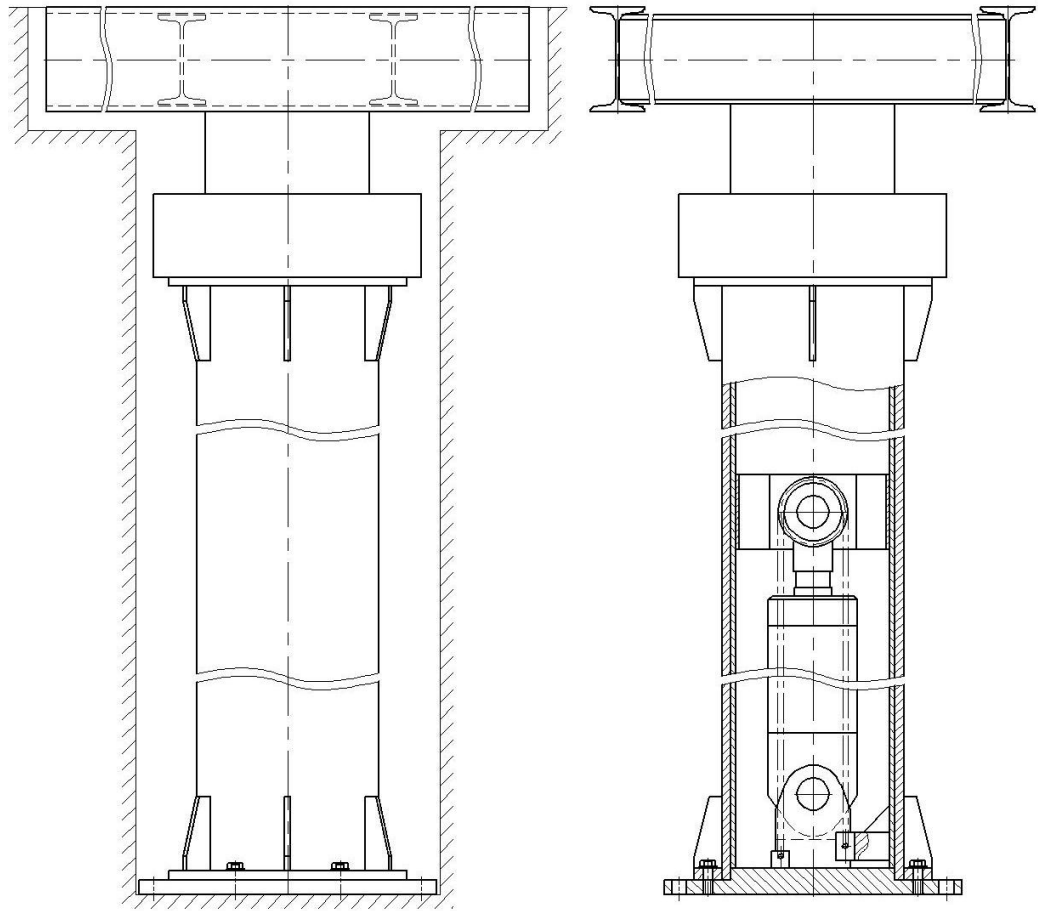


Рисунок 3.1 – Схема гідравлічного одноплунжерного підйомника:

1 – колона; 2 – платформа; 3 – шток; 4 – гідроциліндр;
5 – траверса; 6 – стопорний пристрій; 7 – ланцюг; 8 – кронштейн;
9 – ролик; 10 – плита.

3.2 Розрахунок підйомника

Натяг ланцюга траверсі. Сила на поршні та його швидкість:

$$F = Q / 2\eta; \quad V_3 = V / 2; \quad (3.1)$$

максимальний натяг ланцюга (робочий);

$$S = \frac{Q_3}{2_{in} \eta}, \quad (3.2)$$

$$Q_3 = 2500 + 170 = 2670 \text{ кг}; \eta = 0,98$$

$$S = \frac{2670}{2 \cdot 1 \cdot 0,98} = 1212 \text{ кг} = 12120 \text{ Н}$$

Ланцюги розраховуються за розривним зусиллям, яке визначається на основі найбільшого натягу, з урахуванням запасу міцності, що дорівнює 2.

Мінімальне зусилля ланцюга (розривне):

$$S_p = S \cdot n = 1212 \cdot 5 = 6061 \text{ кз} = 60610 \text{ Н}, \quad (3.3)$$

Діаметр ролика:
$$D_o = \frac{P_{\text{л}}}{\sin \frac{180^\circ}{Z}} = \frac{19,05}{\sin \frac{180}{10}} = 63,5 \text{ мм} \quad (3.4)$$

обираємо $D_o = 80 \text{ мм}$.

Сила на штокці:
$$F \geq Q_3 i k = 2000 \cdot 1,2 = 2400 \text{ кз} = 24000 \text{ Н}. \quad (3.5)$$

Беремо $F = 24000 \text{ Н}$.

Діаметр поршня гідроциліндра:

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{F}{P \eta_{\text{мех}}}}; \quad (3.6)$$

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{24000}{4 \cdot 0,93}} = 80,32 \text{ мм}. \text{ Обираємо } D = 100 \text{ мм}.$$

Кількість масла при подачі в гідроциліндрі:

$$V = 0,785 \cdot 10^{-9} \cdot D^2 \cdot l; \quad (3.7)$$

$$V = 0,785 \cdot 10^{-9} \cdot 0,1^2 \cdot 0,8 = 0,00628 \text{ м}^3.$$

Подача насоса, $\text{м}^3 / \text{с}$:
$$Q = \frac{D^2 \cdot v}{1,27 \cdot 10^6}, \quad (3.8)$$

$$Q = \frac{0,1^2 \cdot 0,038}{1,27 \cdot 10^6} = 0,29 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3 / \text{с};$$

При діаметрі $d = 10 \text{ мм}$, довжині рукава 2 м з потоком масла з в'язкістю $\nu = 20 \text{ мм}^2 / \text{с}$ становить:

$$Re = 21200 \frac{Q}{d \nu} = 21200 \frac{12,5}{10 \cdot 20} = 1325 < 2100 \quad (3.9)$$

При Re менше критичної величини, потік масла в трубопроводі ламінарний, тоді:

$$\Delta P = 0,62 \left(\nu Q L / d^4 \right) = 0,62 \frac{20 \cdot 12,5 \cdot 2}{10^4} = 0,031 \text{ МПа} \quad (3.9)$$

З врахуванням потоку - 40 л/хв: $Re = 21200 \frac{40}{10 \cdot 20} = 4240 > Re_{кр}$.

$$\Delta P = 7,85(LQ^2 / d^5) = 7,85 \cdot \frac{2 \cdot 40^2}{10^5} = 0,251 \text{ МПа}.$$

Таким чином, при збільшенні потоку масла в 3,2 рази втрати тиску зросли в 8,1 рази, що свідчить про недопустимість використання такого режиму подачі масла під час експлуатації підйомника, оскільки це може призвести до надмірного навантаження на гідросистему та її передчасного зносу.

3.3 Економічна ефективність пристрою

Визначення затрат на проектування і виготовлення пристрою може мати вигляд:

$$S = Z_{од} + Z_{дм} + Z_{нф} + Z_{пв} + Z_{ел. ен} + Z_{маст} + Z_{Ппр} + Z_{Пвиг} + \\ \text{Відр} + Z_{екс} + Z_{цех} + Z_{зав}.$$

$$Z_{од} = \text{Мосн. м} \cdot \text{Ц осн. м} = 1000/1000 \cdot 2700 = 2700 \text{ грн.}$$

$$Z_{дм} = 0,2 \cdot Z_{ом} = 0,2 \cdot 2700 = 540 \text{ грн.}$$

$$Z_{нф} = \text{Мнф} \cdot \text{Цнф} = 2 \cdot 2,5 = 5 \text{ грн.}, Z_{пв} = 65 \text{ грн.} Z_{ел. ен} = 140 \text{ грн.}$$

$$Z_{Ппр} = (Z_{Ппр}/\text{ФРЧміс}) \cdot t_{пр} = (800/162) \cdot 66 = 325 \text{ грн.},$$

$$Z_{Ппр} = T_{год} \cdot t_{виг} = 59,9/100 \cdot 340 = 203,66 \text{ грн.},$$

$$\text{Відр} = 0,378 \cdot \Phi_{ЗП} = 0,378 \cdot (Z_{Ппр} + Z_{Пвиг})$$

$$\text{Відр} = 0,378 \cdot (325 + 203,66) = 528,66 \text{ грн.}$$

$$Z_{екс} = 0,7 \cdot \Phi_{ЗП} = 0,7 \cdot (Z_{Ппр} + Z_{Пвиг}).$$

$$Z_{екс} = 0,7 \cdot (325 + 143,76) = 260 \text{ грн.} Z_{цех} = 0,7 \div 1,0(\Phi_{ЗП} + Z_{екс}).$$

$$Z_{цех} = 0,7 \cdot (325 + 143,76 + 360) = 610 \text{ грн.}$$

$$Z_{зав} = 0,5 \div 0,8(\Phi_{ЗП} + Z_{екс})$$

$$Z_{зав} = 0,5 \cdot (325 + 143,76 + 360) = 464 \text{ грн.}$$

$$S = 1700 + 340 + 5 + 55 + 70 + 45 + 73,33 + 325 + 143,76 + 260 + 510 \\ + 464 = 3991 \text{ грн.}$$

$$\text{Вартість обладнання: } \text{Ц} = (S + 0,2S) \cdot 1,2.$$

$$\text{Ц} = (0,2 \cdot 3891 + 3991) \cdot 1,2 = 5723 \text{ грн.}$$

Зарплатня робітників до вводу в дію обладнання:

$$ЗП1 = ФРЧ1 \cdot ТрШ. Відр1 = 0,3865 \cdot ЗП1,$$

$$ЗП1 = 2100 \cdot 59,9/100 = 1257,9 \text{ грн.}$$

$$Відр1 = 0,378 \cdot 1257,9 = 486,18 \text{ грн.}$$

Зарплатня робітників після вводу в дію обладнання:

$$ЗП2 = ФРЧ2 \cdot ТрШ. Відр2 = 0,378 \cdot ЗП2,$$

$$ЗП2 = 1000 \cdot 59,9/100 = 599 \text{ грн.}$$

$$Відр2 = 0,378 \cdot 599 = 231,51 \text{ грн.}$$

Плануємо використання близько 7-ми років.

$$АВ = Цпр/7. АВ = 5500/7 = 785 \text{ грн.}$$

Ремонт і утримання: $Зр = 0,1 \cdot Цпр. Зр = 0,1 \cdot 5500 = 550 \text{ грн.}$

Витрати до і після введення в дію пристрою:

$$S1 = ЗП1 + Відр + АВ + Зр \text{ 1.}$$

$$S1 = 1257,9 + 486,18 + 7000/7 + 0,1 \cdot 7000 = 3444 \text{ грн.}$$

$$S2 = ЗП2 + Відр2 + АВ + Зр.$$

$$S2 = 599 + 231,51 + 785 + 550 = 2165 \text{ грн.}$$

Ефективність впровадження:

$$Е = (S1 - S2)/Цпр. Е = (3444 - 1233,53)/5500 = 0,4.$$

Час за який окупиться дане обладнання: $T = 1/Е; T = 1/0,4 = 2,55 \text{ р.}$

4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

4.1. Дослідження прогнозування випадкових відмов

У сучасних умовах зростання автомобілізації надійність автотранспортних засобів (АТЗ) є ключовим чинником їх конкурентоспроможності. Забезпечення високого рівня цього показника вимагає комплексного підходу, який охоплює всі етапи життєвого циклу АТЗ - від проектування до утилізації.

Ефективне використання цієї інформації дозволяє виявляти специфічні умови експлуатації та визначати напрацювання, при якому ті чи інші компоненти виходять з ладу. Це створює основу для вдосконалення конструкції, підвищення надійності окремих деталей і систем, а також оптимізації ТО. Особливо актуальним є застосування таких підходів для популярних моделей, які широко використовуються у різних сферах діяльності, де висока надійність техніки є критично важливою.

Для забезпечення високої надійності автотранспортних засобів (АТЗ) необхідно зосередитися на деталях, які суттєво впливають на цей показник, або, іншими словами, є "критичними". Дослідження показують, що з 15–18 тисяч деталей, з яких складається автомобіль, близько 3–4 тисяч мають менший термін служби, ніж сам автомобіль. Проте лише близько 400 із них (2,2..2,7%) дійсно можна вважати критичними з точки зору надійності.

Найефективнішим підходом до підвищення експлуатаційної надійності є запобігання відмовам саме критичних деталей. Для цього необхідно прогнозувати технічний стан цих деталей залежно від їх напрацювання та планувати відповідну періодичність ТО. Крім того, здатність прогнозувати можливі відмови, тобто оцінювати ймовірність виходу контрольованих параметрів за допустимі межі в майбутньому, дозволяє вирішувати ще одну важливу задачу - планування поставок запасних частин. Такий підхід враховує умови експлуатації, кліматичні фактори, сезонність, тип і модель автомобіля, його комплектацію тощо. Це дозволяє мінімізувати простой та забезпечити безперебійну роботу автопарку.

Найбільш доцільно використовувати можливості системи управління базами даних по обліку відмов, здатні описати всі види відмов за характером поломки та вузлом, в якому вона виникла, умовами, в яких експлуатувався автомобіль, а також програма статистичного аналізу накопиченої інформації. І тим самим — різко знизити ризик передчасних відмов.

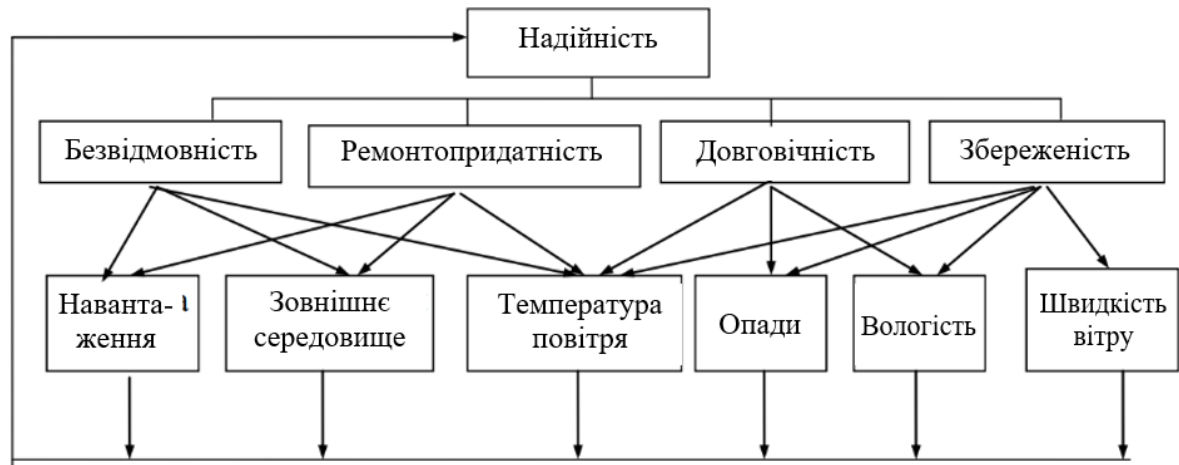


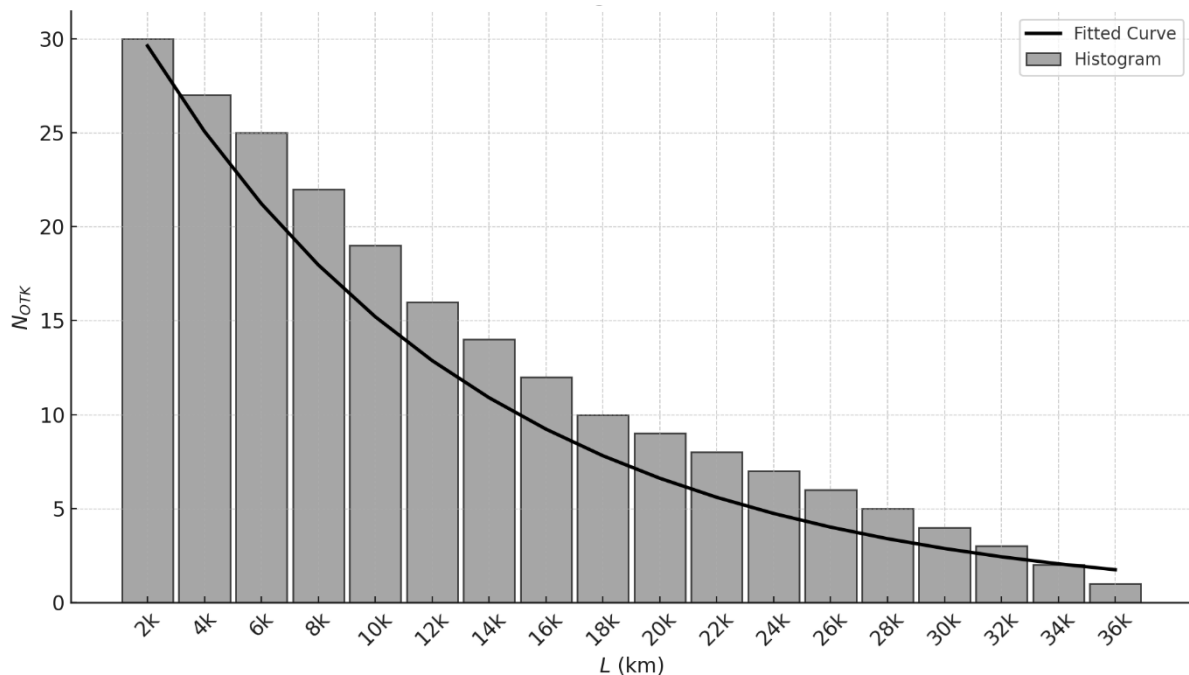
Рисунок 4.1 – Зв'язок надійності автомобіля з навколишніми умовами

Ключову роль у підвищенні надійності автомобілів відіграє ефективна система збору, формалізації та аналізу рекламційних актів. Вона реєструє всі звернення споживачів до сервісних центрів із зазначенням причин звернень, створюючи базу для подальшого аналізу. Завдяки такій системі можна легко формувати вибірки, враховуючи один із факторів як змінний, а інші залишаючи фіксованими, що значно спрощує аналіз та робить його більш системним.

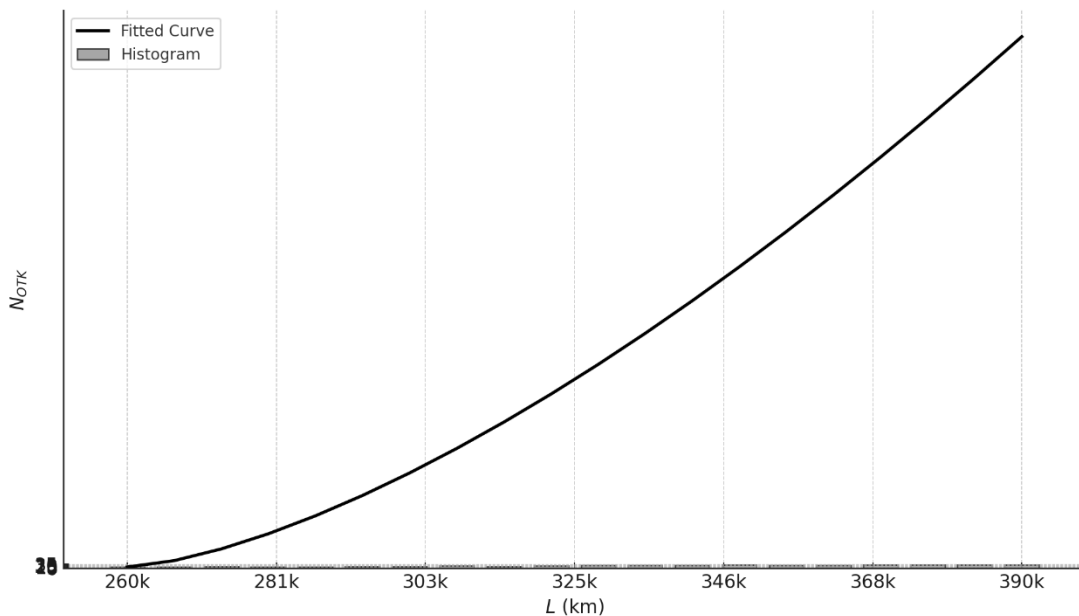
Крім того, параметри законів розподілу випадкових величин напруження до відмови визначаються для зібраних даних за допомогою спеціальних програм. Ці програми, базуючись на гістограмах емпіричних даних, будують графіки розподілу та перевіряють їх відповідність вибіровим даним на основі заданого рівня значущості. Такий підхід дозволяє отримувати точні моделі прогнозування відмов, що є важливим для планування ТО та забезпечення запасними частинами.

Результати аналізу слугують для розробки та коригування інструкцій, призначених як для сервісних центрів, так і для автовласників, підвищуючи тим

самим ймовірність безвідмовної експлуатації автомобіля. І причина полягає в тому, що будь-яка відмова автомобіля виникає в певний момент T_{br} , який з певною ймовірністю можна спрогнозувати. Тому що інтенсивність $X(t)$ відмов автомобілів, як показує аналіз їх експлуатаційних показників, має три чітко виражених експлуатаційних етапи: період приработки, коли спостерігається підвищена інтенсивність відмов, що зумовлено, як правило, виробничими дефектами; період штатної експлуатації, коли відмови носять випадковий характер і з'являються раптово, перш за все через недотримання умов експлуатації, зміни навантаження, впливу несприятливих зовнішніх факторів тощо; період зростання інтенсивності відмов, що викликано старінням техніки та іншими причинами, пов'язаними з тривалою експлуатацією.



a)



б)

Рисунок 4.2 – Розподіл відмов, зумовлених дефектами виробництва (а) та зносом (б) в період припрацювання

Очевидно, що з відмовами приработки в умовах експлуатації боротися неможливо, але тимчасові проміжки, в яких знос досягне критичних значень, що призводять до таких відмов, з певною мірою достовірності все ж можна спрогнозувати. Для цього потрібно мати відповідну базу даних – графіки розподілу відмов критичних деталей. (рис. 4.2, а.).

Відмови, що трапляються після завершення періоду приработки, ще складніше спрогнозувати. Але ось зносні відмови, в тому числі і зносні в період приработки (рис. 4.2, б), проблем немає: статистика дає по них цілком вичерпні дані, що дозволяють отримувати довгостроковий прогноз величини T , рівний тривалості цього періоду (рис. 4.3).

Незважаючи на ці складнощі, задачі прогнозування відмов автомобільної техніки на кожному етапі експлуатації вирішуються. Для цієї мети використовують, як згадувалося раніше, показник $\lambda(t)$ – інтенсивність відмов, який пов'язаний з функцією надійності $P'(t)$:

$$\lambda(t) = -\frac{P'(t)}{P(t)} \quad (4.1)$$

де $P'(t)$ – ймовірність відмови на певну наработку.

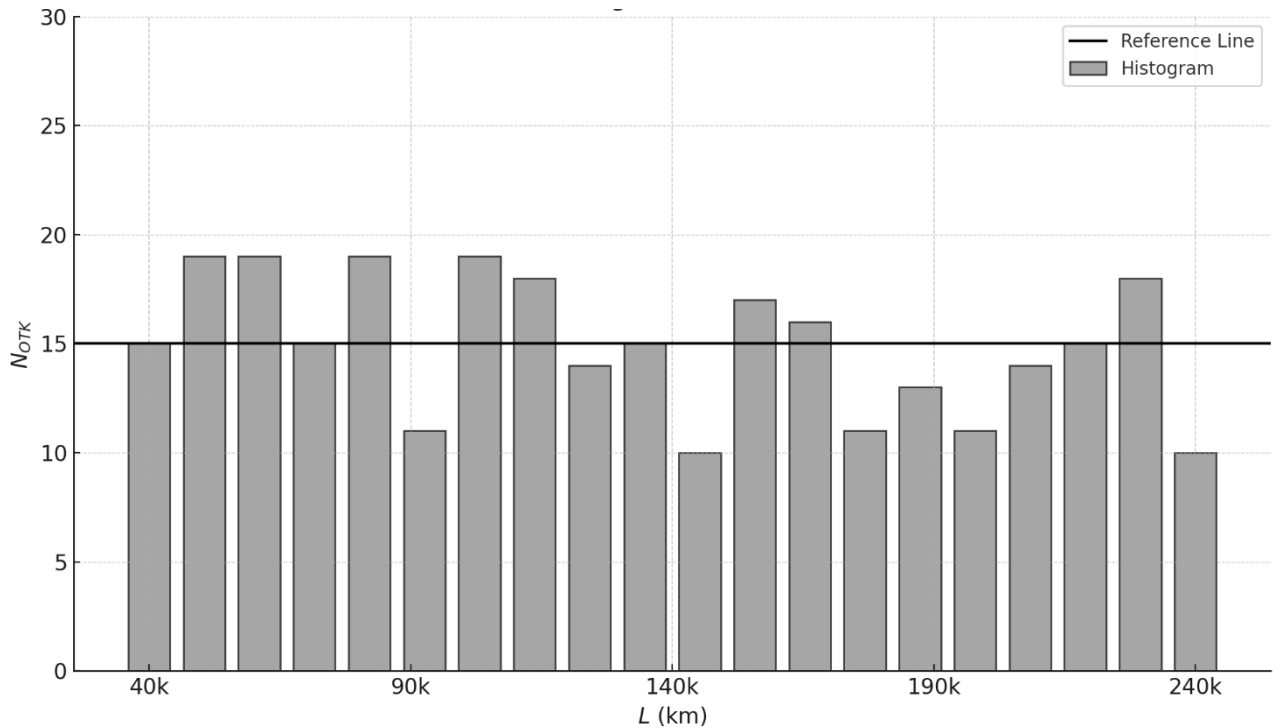


Рисунок 4.3 – Розподіл відмов датчика в період штатної експлуатації, зумовлених зовнішніми впливами

Причому цей показник особливо широко використовується при обробці результатів спостережень за об'єктами в процесі експлуатації. І якщо ймовірності відмов досить малі, то інтенсивність відмови близька до густини ймовірності при $t = T$.

Статистичну оцінку $\check{\lambda}(t)$ для інтенсивності відмов можна прийняти у вигляді:

$$\check{\lambda}(t) = \frac{n(t + \frac{\Delta t}{2}) - n(t - \frac{\Delta t}{2})}{[N - n(t)\Delta t]}. \quad (4.2)$$

де: n – кількість відмовивших систем;

N – загальна кількість експлуатованих систем;

t – час експлуатації;

$n(t)$ – кількість відмовивших за час t систем;

Δt – період роботи системи.

При цьому відрізок часу Δt вибирають таким чином, щоб він містив

достатню кількість значень t_k і був, порівняно з загальною тривалістю випробувань або спостережень, досить малим. Але, хоча для задоволення цих суперечливих вимог потрібні вибірки великих обсягів, витрати праці та часу виправдовуються. Статистична обробка результатів дозволяє вибрати підходящі аналітичні залежності для зміни показників у часі та оцінити числові значення необхідних параметрів.

Якщо інтенсивність відмов задана, то (4.1) можна розглядати як диференціальне рівняння відносно функції $P(T)$, розв'язок якого при початковій умові $P(0) = 1$ дає:

$$P(t) = \exp \left[- \int_0^t \lambda(\tau) d(\tau) \right]. \quad (4.3)$$

де $\lambda(\tau)$ – інтенсивність відмов на час.

А якщо ймовірність $P(t)$ настання відмови в початковий момент $t = 0$ не дорівнює нулю, то:

$$P(t) = P(0) \exp \left[- \int_0^t \lambda(\tau) d(\tau) \right]. \quad (4.4)$$

Якщо ж за початок експлуатації об'єктів прийняти момент завершення приработки, а за граничний стан — момент завершення періоду штатної експлуатації, то на відрізку експлуатації можна вважати, що $\lambda = \text{const}$, тому (4.3) набуде вигляду:

$$P(t) = \exp[\lambda t]. \quad (4.5)$$

Це є закон надійності, широко застосовуваний для розрахунку відмов на етапі штатної експлуатації.

Для розрахунку ймовірності $P(t)$ відмов у період приработки застосовують модель, основою якої є розподіл Вейбулла.

Ймовірність безвідмовної роботи $P_b(t)$ визначається:

$$P(t) = \exp[\lambda t]. \quad (4.6)$$

де t_c і β – позитивні параметри.

Отже, ймовірність відмови дається формулою:

$$P(t) = 1 - P_b(t). \quad (4.7)$$

Як приклад розглянемо процес типової експлуатації якогось

автомобільного агрегату, який, як відомо, включає його експлуатацію до настання відмови, його заміну новим, експлуатацію нового до його відмови, заміну другого агрегату третім і так далі.

Припустимо, що час на заміну одного агрегату іншим, порівняно з часом між послідовними відмовами, дуже малий. Тоді процес можна описати за допомогою послідовності t_1, t_2 , моментів настання відмов. Але оскільки час між відмовами є випадковою величиною, то ця послідовність представляє собою потік випадкових подій. Якщо за умовою ця ймовірність не залежить від номера події в потоці, то потік є стаціонарним, рекурентним і марковським, а якщо функція надійності має вигляд (4.3), то потік випадкових подій є пуассонівським, і ймовірність $Q_k(t)$ настання k відмов на відрізку $[0, t]$ підкоряється закону Пуассона:

$$Q_k(t) = \frac{(\lambda t)^k}{k!} \exp(1 - \lambda t) \quad (4.8)$$

$$k = 0; 1; \dots$$

Очевидно, що при $k=0$ отримуємо: $Q_0(t) = P(t)$.

Моделі випадкових потоків відмов знаходять широке застосування в теорії надійності. У нашому випадку поряд з потоками відмов потрібно вводити потоки відновлень, операцій ТО тощо. І оскільки в системній теорії надійності прийнято, що кількість можливих станів елементів і систем обмежена, то моделі випадкових потоків відмов з кінцевим набором значень служать зручним апаратом для опису об'єктів і в умовах ТО та відновлення.

Так, маючи дані по залишкових ресурсах t_{res} , розраховані на основі ймовірності відмов $P(t)$, можна визначити, використовуючи:

$$T_{ok} = T_n + t_{res} \quad (4.9)$$

де: T_n – дата початку попереднього прогнозу;

t_{res} – залишковий ресурс.

Ймовірну дату T_{br} відмови для будь-якого вузла, агрегату та системи. Тобто дату, яка є одним із основних факторів, що враховуються при плануванні поставок запасних частин. При цьому в умовах роботи на віддаленості

дилерських сервісних центрів від виробника запасних частин, заявка на їх відвантаження повинна бути подана виробнику з таким розрахунком, щоб до передбачуваної дати відмови запасна частина вже була отримана. Інакше кажучи, повинно виконуватись умова:

$$T_z \geq -T_{vuk} \quad (4.10)$$

де: T_z – дата подачі заявки на відвантаження запасних частин;

T_{br} – дата відмови деталі, вузла або агрегату;

T_{vuk} – загальний час виконання заявки.

При виконанні умови $t_{res} = T_{vuk}$ запасні частини цього виду необхідно поповнювати. Причому обов'язково з урахуванням стохастичного характеру часу T_{vuk} виконання поставки і залишкового ресурсу t_{res} , тобто з корекцією умови. На практиці це означає, що заявку слід подавати кілька раніше визначеної дати. Тому що партія запасних частин формується, якщо розумно, виходячи з мінімізації сумарних витрат на зберігання невикористаної їх частини і термінову поставку необхідних, але відсутніх на складі позицій. Якщо $Z_{fine} > Z_{xp}$, то запасна частина включається в комплект поставки, інакше її поставка буде здійснюватися в момент відмови.

Математична модель оптимізації поставок запасних частин полягає в визначенні умовного мінімуму (4.11):

$$Z = 0,5B(\tau - t_p) \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M \lambda_{ij} \cdot h_{ij} \cdot k_{ij} + \\ + \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M g_{ij} \cdot q_{ij} + \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M d_{ij}(S_{ij} + g_{ij})p_{ij} \rightarrow \min.$$

де: Z_{fine} — кількість необхідних запасних частин;

Z_{xp} – їх кількість, що є на складі;

B – загальна кількість поставок за період;

N – загальна кількість номенклатур у партії;

M – кількість регіонів;

g_{ij} ($i = 1, N$), ($j = 1, M$) – обсяг партії запасних частин;

λ_{ij} – інтенсивності відмов iii -х деталей, вузлів і агрегатів в jjj -му регіоні експлуатації;

k_{ij} – існуючий запас на складах дилерських сервісних центрів;

p_{ij} – ймовірність знаходження заявки в системі;

S_{ij} – мінімальний запас;

g_{ij} – витрати;

h_{ij} – витрати на зберігання;

d_{ij} – перевищення вартості екстреної доставки над звичайною.

При обмеженнях, записаних у вигляді:

$$\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M h_{ij} - d_{ij} \sum_{i=S+1}^{\infty} p_i \geq 0$$

$$\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M d_{ij} \sum_{i=S}^{\infty} p_i - h_{ij} \geq 0$$

При цьому, що входить у формулу (4.11), перевищення вартості екстреної доставки над звичайною дає формулу:

$$d_{ij} = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M \left(\frac{\lambda_{ij} B^2}{2g_{ij}} - \frac{1}{h_{ij}} \right). \quad (4.13)$$

Ця модель багатопідхідна, вона об'єднує дискретно-подієву та агентну моделі, агентом в якій є автомобіль певної комплектації та модифікації, експлуатований у заданому регіоні. При передачі модельних потоків з дискретно-подієвої моделі в агентну використовується алгоритм синхронізації.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Характеристика дільниці з точки зору небезпечності роботи

На дільницях ремонтного виробництва присутні різні потенційні небезпеки, які можуть становити загрозу для здоров'я і життя працівників. Їх можна поділити на кілька основних видів залежно від характеру впливу.

До першого виду потенційної небезпеки належить динамічний вплив на людину. Це можуть бути поштовхи, удари чи інші фізичні впливи, спричинені рухомими частинами обладнання або механізмами. Рух виконавчих пристроїв, як-от верстатів чи підйомно-транспортних засобів, є джерелом цих небезпек.

Другий вид потенційної небезпеки – це механічний вплив. Він включає захоплення, притиски або здавлювання працівника виконавчими пристроями чи іншими механічними елементами, які переміщуються відносно один одного.

Третій вид небезпеки пов'язаний із використанням електрообладнання. Основні ризики включають ураження електричним струмом, вплив електродуги чи виникнення короткого замикання. На дільницях ремонтного виробництва електробезпека є критичним питанням, адже електротравми становлять серйозну загрозу.

Причини електротравматизму.

Основними причинами електротравм є:

- Поява напруги на частинах обладнання, які не перебувають під напругою у звичайних умовах (корпуси, пульти). Це трапляється через пошкодження ізоляції в електродвигунах, кабелях або проводах.
- Крокова напруга, яка виникає на поверхні землі через замикання струмоведучих проводів.
- Помилкові дії персоналу або недостатній технічний нагляд за електроустаткуванням.
- Приміщення дільниці за своїми характеристиками належить до категорії звичайних приміщень без підвищеної небезпеки ураження електричним

струмом. Температура і вологість у приміщенні відповідають нормам (вологість до 60%), підлоги ізольовані, а заземлені предмети розміщені у невеликій кількості.

Небезпечні фактори на ділянці.

Крім електробезпек, на ділянці присутні ризики, пов'язані з роботою мостового крана і кран-балок, які використовуються для переміщення важких і великогабаритних предметів. Робота з таким обладнанням потребує чіткого дотримання норм і правил техніки безпеки, зокрема:

- Використання тільки справного обладнання.
- Дотримання граничної ваги вантажів.
- Правильного закріплення вантажів перед підйомом.

Рекомендації для безпечної роботи.

Електробезпека:

- Регулярно перевіряти стан ізоляції кабелів і проводів.
- Забезпечувати заземлення всього електрообладнання.
- Контролювати справність електромереж та своєчасно усувати несправності.

Робота з підйомно-транспортними машинами:

Працівники повинні пройти навчання та отримати відповідні допуски до роботи.

Кран-балки та мостові крани мають регулярно перевірятися на технічну справність.

Зони роботи підйомно-транспортних машин повинні бути огорожені для запобігання випадковому доступу сторонніх осіб.

Механічна безпека:

- Небезпечні зони на обладнанні потрібно огороджувати.
- Використовувати індивідуальні засоби захисту під час роботи з механізмами.

Дотримання цих рекомендацій дозволить мінімізувати ризики і створити безпечні умови роботи на ділянці.

5.2 Розрахунок забезпечення необхідної вентиляції

Приміщення дільниці розбирання ДВЗ обладнується витяжною вентиляцією, яка повинна бути від всіх місць можливого виділення шкідливих речовин: стендів, робочих місць та столів. Проточне повітря на дільницю необхідно подавати розсіяно в робочу або верхню зону. Витяжку слід робити з нижньої зони на висоті 0,5-0,7 м від підлоги. Місцеві відсоси повинні бути передбаченні також від стендів розбирання.

В виробничих приміщеннях не допускається безпосереднє розміщення вентиляції, крім віконних. Працювати в приміщеннях, де несправна або не увімкнена вентиляція, заборонено.

Вентиляційне обладнання повинне працювати по графіку, який складається з розрахунком часу прибуття машини на ремонтні пости, вибуттям з них і рух по ним. Графік затверджується головним інженером ремонтно-механічного заводу за згодою з профспілковим комітетом. Графік повинен знаходитися біля пульта управління вентиляційної установки.

За експлуатацію вентиляційних установок відповідає особа, яка назначається наказом по АРЗ, з числа інженерно-технічних працівників.

Кількість повітря, яке необхідно подавати в приміщення для забезпечення необхідних параметрів повітряного середовища, визначають на основі кількості тепла, вологи і шкідливих речовин, які поступають в приміщення. При цьому повинно враховуватися кількість повітря, яке видаляється місцевим підсосом від обладнання загально обмінної вентиляції, на технологічні або інші потреби. Визначати необхідну кількість повітря, яке подається, необхідно окремо для теплого, перехідного і холодного періодів року. Густина повітря необхідно приймати рівною $1,2 \text{ кг/м}^3$. В тому випадку, коли необхідно враховувати дійсну густину повітря, виконується перерахунок.

Визначаємо об'єм повітря, яке відсмоктується зонтом, встановленим над столом комплектувальним.

Розмір столу $1 \times 1,5 \text{ м}$; швидкість розповсюдження парів речовин та пилу $0,2 \text{ м/с}$; швидкість всмоктування їх біля поверхні ванни $v_{xy} = 0,3 \text{ м/с}$; габарити

зонта на 0,2 м більша за габарити ванни по всьому параметру: $a \times b = 1,7 \times 1,2$ м; висота від борта ванни до зонта 0,6 м; кут розкриття зонта $\alpha = 60^\circ$; висота зонта $H = 1,4$ м.

Визначаємо еквівалентний діаметр зонта прямокутної форми $d_{ек}$, м

$$d_{ек} = \frac{2ab}{(a+b)}, \quad (5.1)$$

де a – довжина зонта, м; b – ширина зонта, м.

$$d_{ек} = \frac{2 \cdot 1,7 \cdot 1,2}{(1,7 + 1,2)} = 1,4. \quad (5.2)$$

Визначаємо відносні величини в долях еквівалентного діаметру

$$x_0 = \frac{x_0}{d_{ек}}, \quad (5.3)$$

де $d_{ек}$ – еквівалентний діаметр зонта прямокутної форми.

$$x_0 = \frac{0,85}{1,4} = 0,67. \quad (5.4)$$

$$y_1 = \frac{y_1}{d_{ек}}, \quad (5.5)$$

Тоді одержимо: $y_1 = \frac{0,6}{1,4} = 0,42. \quad (5.6)$

$$x = \frac{x}{d_{ек}}, \quad (5.7)$$

Тоді: $x = \frac{0,5}{1,4} = 0,35. \quad (5.8)$

$$H = \frac{H}{d_{ек}}, \quad (5.9)$$

де H – висота зонта, м;

$d_{ек}$ – еквівалентний діаметр зонта прямокутної форми.

Тоді

$$H = \frac{1,4}{1,4} = 1,0. \quad (5.10)$$

Знаходимо $y = 0,42$ значення $\frac{v_y}{v_u} = 0,31.$

Визначаємо значення швидкості повітря в центрі зонти v_y , м/с:

$$v_{\ddot{o}} = \frac{v_{xy}}{\left[\frac{v_y}{v_{\ddot{o}}} - 0,1 \frac{x^2}{x_0^2 - (y_1 + 0,27)H} \right]}, \quad (5.11)$$

де v_{xy} – швидкість всмоктування парів біля поверхні ванни, м/с;

x , x_0 , y_1 , H – відносні величини в долях еквівалентного діаметру.

$$v_y = \frac{0,3}{\left[0,31 - 0,1 \frac{0,35^2}{0,67^2 - (0,42 + 0,27) \cdot 1,4} \right]} = 0,83. \quad (5.12)$$

Середня швидкість всмоктування v_0 , м/с

$$v_0 = \eta v_y, \quad (5.13)$$

$$v_0 = 1 \cdot 0,83 = 0,83. \quad (5.14)$$

Об'єм відсмоктуючого повітря L , м³/год., визначається з формули

$$L = abv_0 \cdot 3600, \quad (5.15)$$

де a, b – габарити ванни, м;

v_0 – середня швидкість всмоктування, м/с.

Тоді одержимо:

$$L = 1,7 \cdot 1,2 \cdot 0,83 \cdot 3600 = 6095. \quad (5.16)$$

5.3 Розрахунок штучних заземлюючих пристроїв для заземлення стенда

Розрахунок заземлюючого пристрою полягає у визначенні кількості вертикальних і горизонтальних електродів згідно з вимогами ПУЕ за опором заземлення, питомим опором ґрунту, прийнятими розмірами електродів і конфігурацією заземлення та в порівнянні розрахункового опору заземлення з нормативним значенням.

Визначаємо нормативний опір заземлення R_z (згідно з вимогами ПУЕ) – 10 Ом або 4 Ом.

Обчислюємо розрахунковий питомий опір ґрунту $\rho_{\text{в}} \cdot \psi_{\text{в}}$, Ом×м, для вертикальних електродів

$$\rho_{\text{в}} = \rho_{\text{вим}} \cdot \psi_{\text{в}} = 220 \cdot 1,3 = 286, \quad (5.17)$$

де $\psi_{\text{в}}$ – розрахунковий коефіцієнт сезонності для вертикальних електродів;

$\rho_{\text{вим}}$ – питомий опір ґрунту, виміряний у лабораторних умовах, Ом×м.

3 Визначаємо опір розтіканню вертикальних електродів $R_{\text{в}}$, Ом, із круглої сталі:

$$R_{\text{в}} = \frac{\rho_{\text{в}}}{2\pi\ell} \left(\ln \frac{2\ell}{d} + 0,5 \ln \frac{4t_1 + \ell}{4t_1 - \ell} \right) = \frac{286}{2 \cdot 3,14 \cdot 2} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot 2}{0,05} + \ln \frac{4 \cdot 1,6 + 2}{4 \cdot 1,6 - 2} \right) = 114,5, \quad (5.18)$$

де d – зовнішній діаметр електрода, м.

Попередньо встановлюємо необхідну кількість n , шт, паралельно з'єднаних заземлювачів

$$n = \frac{R_{\text{в}}}{R_{\text{з}} \eta_{\text{в}}} = \frac{114,5}{10 \cdot 0,88} = 13, \quad (5.19)$$

де $\eta_{\text{в}}$ – коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів.

Обчислюємо довжину горизонтального електрода:

$$\text{– при контурному влаштуванні } \ell_{\text{Г}} = a \cdot n, \ell_{\text{Г}} = 2 \cdot 13 = 26 \text{ м}; \quad (5.20)$$

де a – відстань між вертикальними електродами, м;

n – прийнята кількість вертикальних електродів, шт.

Визначаємо розрахунковий питомий опір ґрунту $\rho_{\text{г}}$, Ом×м, для горизонтального електрода

$$\rho_{\text{г}} = \rho_{\text{вим}} \psi_{\text{г}} = 220 \cdot 2,5 = 550, \quad (5.21)$$

де $\psi_{\text{г}}$ – розрахунковий коефіцієнт сезонності для горизонтальних електродів.

Установлюємо опір розтіканню струму $R_{\text{г}}$, Ом, для горизонтального електрода за формулою

$$R_{\text{г}} = \frac{\rho_{\text{г}}}{2\pi \ell_{\text{г}}} \ln \frac{\ell_{\text{г}}^2}{b_1 t_0}, \quad (5.22)$$

де b_1 – ширина штаби, м (для круглої сталі $b_1 = 2d$, де d – діаметр, м).

Тоді

$$R_c = \frac{550}{2 \cdot 3,14 \cdot 26} \ln \frac{26^2}{0,2 \cdot 0,6} = 28,56. \quad (5.23)$$

Загальний опір заземлюючого пристрою R_0 , Ом

$$R_0 = \frac{R_g R_c}{R_g \eta_c + R_c \eta_g} \leq R_z, \quad (5.24)$$

де η_g – коефіцієнт використання горизонтальних електродів з урахуванням вертикальних електродів.

Тоді одержимо:

$$R_0 = \frac{114,5 \cdot 28,6}{114,5 \cdot 0,57 + 28,6 \cdot 0,88} = 9,9 \leq 10. \quad (5.25)$$

Уточнюємо вибрані параметри заземлення. Якщо знайдені значення R_0 та R_z значно відрізняються одне від одного, то необхідно змінити кількість електродів (їх довжину, діаметр, товщину тощо), після чого повторити розрахунок, починаючи з п. 5 до виконання умови:

$$\begin{cases} R_0 \leq R_z, & \begin{cases} 9,9 \leq 10 \\ 9,9 \approx 10 \end{cases} \end{cases}$$

При збільшенні кількості вертикальних електродів значення R_0 зменшується.

Розрахунки заземлюючих пристроїв є приблизними, тому треба округляти проміжні й кінцеві наслідки в запас.

5.4 Основні джерела радіаційного випромінювання та забруднення

Радіація – це невід’ємний елемент нашого буття, один з багатьох факторів навколишнього середовища. Тому повністю уникнути колективної дози радіаційного випромінювання неможливо, є можливість лише її передбачити, зменшити радіаційну небезпеку за допомогою організаційно-технологічних заходів ціною розумних витрат.

В результаті дії іонізуючого випромінювання на організм людини в тканинах виникають складні фізичні хімічні, та біологічні процеси, які в залежності від дози опромінення та терміну їх дії можуть мати позитивний або

негативний вплив. Для того, щоб зменшити ризик для здоров'я людини необхідно, в першу чергу, визначити величину всіх можливих джерел випромінювання та їх відносний внесок у сумарну дозу опромінення населення.

Середньорічна ефективна доза опромінення населення України від джерел природної радіоактивності складає 5,3 мЗв/рік. Найбільшу небезпеку для людини становить опромінення, яке вона одержує від радонової складової -78,2 %. Керованою компонентою є радон – 222 в повітрі, зовнішній гамма – фон і радіоактивність будівельних матеріалів.

Внаслідок вимірювань еквівалентної рівноважної об'ємної активності (ЕРОА) радону – 222 у повітрі помешкань різного типу встановлено, що середнє значення ЕРОА для радону – 222 складає:

- для одноповерхових будинків – 87 Бк/ м³;
- для першого поверху багатоповерхових будинків – 45 Бк/ м³;
- для квартир, розташованих вище першого поверху – 24 Бк/ м³.

Регламентованими радіаційними параметрами в будівництві є:

1. Ефективна сумарна питома активність природних радіонуклідів (ПРН) радію – 226, торію – 232, калію – 40 в сировині та будівельних матеріалах (Бк/кг) визначається із виразу:

$$A_{\text{эф}} = A_{\text{Rd}} + 1,31A_{\text{Th}} + 0,085A_{\text{K}} \quad (5.26)$$

де A_{Rd} , A_{Th} , A_{K} – питома активність радію, торію і калію;

1,31 і 0,085 – вагові коефіцієнти для торію – 232 і калію – 40 по відношенню до радію – 226.

Потужність поглиненої дози (ППД) зовнішнього гамма – випромінювання в повітрі приміщень (мкР/год).

Середньорічна еквівалентна рівноважна об'ємна активність (ЕРОА) радону – 222 (Бк/м³).

ВИСНОВКИ

У пояснювальній записці до кваліфікаційної роботи магістра проведено детальний розрахунок АТП для виконання пасажирських перевезень автобусами Ford Transit Minibus, Iveco Daily та Богдан А092. Підприємство спеціалізується на міських та приміських пасажирських перевезеннях.

На основі техніко-експлуатаційних показників підприємства був проведений порівняльний комерційний аналіз, а також охарактеризовано ринок перевезень. Вибрано оптимальні техніко-економічні показники для проєктованого АТП, що сприятиме підвищенню ефективності його роботи.

На основі ВП АТП проведено технологічний розрахунок, розроблено план обслуговування та виробничу програму для ТО-2 та ПР, а також розраховано кількість виробничих постів, площі приміщень та чисельність працівників. Обрано метод забудови, а також розроблено схему управління підприємством. Важливою частиною роботи є детальна розробка технологічних процесів та підбір необхідного обладнання для зони ТО-2, ПР та агрегатного відділення.

Особливу увагу було приділено розробці конструкції гідравлічного одноплунжерного підйомника. Проведено розрахунки вузлів та деталей, які сприймають основне навантаження, що дозволить забезпечити високу надійність і ефективність роботи підйомника. Оцінка економічної ефективності від впровадження цього обладнання в виробництво показує значний економічний ефект за рахунок скорочення часу на обслуговування та зниження трудомісткості робіт.

Окремо розглянуто питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях, що говорить про комплексний підхід до захисту працівників та підвищення ефективності АТП.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. «Нове в теорії експлуатаційних властивостей автомобілів та тракторів: П44 Навч. посібн. / М.А. Подригало, В.В. Шелудченко – Суми.: Сумський національний аграрний університет, 2015.– 213с.
2. Канарчук В.Є. Надійність машин: Підручник / В.Є. Канарчук, С.К. Полянський, М.М. Дмитрієв. – К.:Либідь, 2003. – 424 с.
3. Павлюк О.М., Медиковський М.О., Ізонін І.В. Основи теорії надійності технічних систем. Павлюк О.М., Медиковський М.О., Ізонін І.В., Львівська політехніка, 2021. – 208 с.
4. Абрамчук Ф.І., Гутаревич Ю.Ф., Долганов К.Є., Тимченко І.І. Автомобільні двигуни: підручник. – К.: Арістей, 2005. – 476 с.
5. 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.
6. Автомобілі. Теорія: навчальний посібник / В. П. Сахно, В. І. Сирота, В. М. Поляков. Одеса: Військова академія, 2017. 414 с.
7. 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.
8. Бойко М.Ф. Трактори та автомобілі. Частина 2. Електрообладнання: Навчальний посібник.- Київ.: Вища освіта, 2001. – 243 с. ISBN: 966-95995-4-7.
9. Диха О.В., Свідерський В.П., Дробот О.С., Машовець Н.С. Технологічне забезпечення довговічності технічних трибо систем: монографія / О.В.Диха, В.П.Свідерський, О.С.Дробот, Н.С.Машовець.- Хмельницький:ХНУ, 2021. – 178 с.
10. 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.

11. Кисляков В.Ф., Лущик В.В. Будова і експлуатація автомобілів: Підручник. – К.: Либідь. 2006. – 400 с.
12. Кіркач Н.Ф. Розрахунок і проектування деталей машин. – м. Харків, 1991р.-274с.
13. 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 .
14. 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.
15. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. – К.: Знання-Прес, 2003. – 511 с.
16. Мигаль, В. Д. Методи технічної діагностики автомобілів: навч. посібник / В.Д. Мигаль, В. П. Мигаль. - М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2014
17. 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.
18. 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.
19. 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
20. Практикум з охорони праці. Навчальний посібник / За ред.. В.Ц. Жидецького. – Львів: Афіша, 2000. – 352 с.
21. Сахно В. П., Безбородова Г. Б., Маяк М. М., Шарай С. М. Автомобілі. Тягово-швидкісні властивості та паливна економічність : навч. посіб. К. : КВІЦ, 2004. 174 с

22. Сахно В. П., Григорашенко О. В., Вакуліч А. В. Автомобілі. Всеколісне керування. К.: Національний транспортний університет, 2013. 200 с.
23. 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.
24. Форнальчик Є. Ю., Качмар Р. Я. Основи технічного сервісу транспортних засобів - Львівська політехніка 2017 – 324 с.

ДОДАТКИ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

1.2 Виробнича програма з експлуатації рухомого складу

g_i – пасажиромісткість автобуса i -тої марки, пас;

δ_i – частка i -тої марки автомобілів в структурі парку;

n – кількість марок рухомого складу.

α_b – коефіцієнт використання парку;

D_p – кількість робочих днів за рік;

V_e – експлуатаційна швидкість, км/год;

T_H – час в наряді.

A_c – спискова кількість автомобілів

$\gamma_{с іуд}$ – коефіцієнт використання пасажиромісткості;

$\eta_{зм}$ – коефіцієнт зміни пасажирів;

l_m – довжина маршруту;

$t_{зп}$ – час на проміжкові зупинки; год.;

$t_{зк}$ – затрати часу на кінцеві зупинки, год.

$t_{зп} = 0,7$ год. – час простою на світлофорах, пішохідних переходах на зупинках та ін.

$t_{зк} = 0,10$ год. – час простою на кінцевих зупинках.

2.1 Вибір і коректування вихідних нормативів технічного обслуговування і ремонту

$L_{нкp}$ – нормативний пробіг до КР певної моделі автомобіля;

$L_{нто-1}$, L_n T_o-2 – нормативи періодичностей для певної моделі автомобіля;

$t_{нщo}$, $t_{нто-1}$, $t_{нто-2}$, $t_{нпp}$ – нормативи трудомісткостей відповідно на ЩО, T_o-1 , T_o-2 , ПР для кожного рухомого складу;

$t_{нco}$, $t_{нто-2}$ – нормативи трудомісткостей відповідно на СО і T_o-2 ;

2.3 Річний об'єм виробництва і штати АТП

$\Phi P_4 = 1765$ год. – фонд робочого часу водія;

$\eta = 1,02$ – коефіцієнт зростання продуктивності праці.

T_p – річний об'єм робіт кожного виду.

Φp_p – річний фонд часу робітника, певної професії.

$K_{пн}$ – $1,02 \dots 1,05$ – коефіцієнт перевиконання норм виробітку.

2.4 Розрахунок кількості виробничих постів, вибір і обґрунтування методів організації виробництва на постах

ϕ – коефіцієнт нерівномірності завантаження робочих постів;

$\Sigma D_{ндщo}$ – добова тривалість впливів ЩО;

η_p – коефіцієнт використання робочого часу постів ЩО;

$\Phi_{\text{дщо}}$ - добова тривалість робочого періоду зони ЩО;
 ϕ - коефіцієнт нерівномірності завантаження робочих постів;
 $\Sigma \text{Дндто-1}$ - добова тривалість впливів ТО-1;
 $\eta_{\text{в}}$ - коефіцієнт використання робочого часу постів ТО-1 і Д-1;
 $\Phi_{\text{дто-1}}$ - добова тривалість робочого періоду зони ТО-1 і Д-1;
 ϕ - коефіцієнт нерівномірності завантаження робочих постів;
 $\Sigma \text{Трдто-1}$ - загальнорічні затрати на діагностику в складі трудозатрат на ТО-1;
 $\eta_{\text{в}}$ - коефіцієнт використання робочого часу постів Д-1;
 $\Phi_{\text{рто-1}}$ - річна тривалість робочого періоду зони ТО-1;
 $\Phi_{\text{дто-1}}$ - добова тривалість робочого періоду зони ТО-1;
 R_{ϕ} - коефіцієнт нерівномірності завантаження робочих постів;
 $\Sigma \text{Дддто-2}$ - добова тривалість впливів ТО-2 і Д-2;
 $\Phi_{\text{дто-2}}$ - добова тривалість робочого періоду зон ТО-2 і Д-2;
 пд-1 - кількість працюючих на постах Д-1 ($R_{\text{пд}} = 1 \dots 2$ чол.);
 ϕ - коефіцієнт нерівномірності завантаження робочих постів;
 $\Sigma \text{Трдто-2}$ - загальнорічні затрати на діагностику в складі трудозатрат на ТО-2;
 $\eta_{\text{в}}$ - коефіцієнт використання робочого часу постів Д-2;
 $\Phi_{\text{рто-2}}$ - річна тривалість робочого періоду зони ТО-2;
 $\Phi_{\text{дто-2}}$ - добова тривалість робочого періоду зони ТО-2 і Д-2;
 $R_{\text{пд-2}}$ - кількість працюючих на постах Д-2 ($R_{\text{пд-2}} = 1 \dots 2$ чол.);
 ϕ - коефіцієнт нерівномірності завантаження робочих постів;
 $\Sigma \text{Дндпр}$ - добова тривалість ПР;
 $\eta_{\text{в}}$ - коефіцієнт використання робочого часу постів ПР;
 $\Phi_{\text{дпр}}$ - добова тривалість робочого періоду зони ПР;
 $A_{\text{е}}$ - експлуатаційна кількість автомобілів;
 $t_{\text{ко}}$ - тривалість одного контрольного огляду ($t_{\text{ко}} = 2 \dots 3$ хв.);
 $R_{\text{п}}$ - кількість працюючих на посту $R_{\text{п}} = 2$ (механік і водій);
 $K_{\text{в}}$ - коефіцієнт використання робочого часу постів КТП;
 $t_{\text{п}}$ - час на постановку і виїзд автомобіля з поста ($t_{\text{п}} = 1 \dots 3$ хв.);

2.5 Організація рухомого складу, розрахунок місць зберігання та підбір технологічного обладнання виробничих зон і відділень

$\Sigma \text{Трм}$ - загальні трудозатрати механічних робіт АТП, люд. год;
 $\phi_{\text{д}}$ - коефіцієнт врахування затрат допоміжних робіт по самообслуговуванню підприємства, які належать до відділу головного механіка ($\phi_{\text{д}} = 1,2 \dots 1,3$);
 $\Phi_{\text{рпр}}$ - річна тривалість робочого періоду верстатів;
 $\Phi_{\text{дпр}}$ - добова тривалість робочого періоду верстатів;
 $\eta_{\text{в}}$ - коефіцієнт використання робочого часу верстата ($\eta_{\text{в}} = 0,7 \div 0,8$);

ϕ - коефіцієнт нерівномірності завантаження робочих постів;
 A_e - експлуатаційна кількість автомобілів;
 $\Phi_{\text{дщо}}$ - добова тривалість робочого періоду зони ЩО;
 M_y - кількість мийних установок.
 η_v - коефіцієнт використання робочого часу постів ЩО;

2.6 Склад приміщень і розрахунок їх площ

F_A - площа автомобіля в плані по габаритних розмірах;
 P_3 - число постів (автомобіле-місць) в даній зоні;
 $K_3 = 6...7$ при односторонньому розташуванні постів в зонах ТО-1 і ПР,
 $K_3 = 4...5$ при двохсторонньому розташуванні постів в зонах ТО і ПР та на потокових лініях ЩО і ТО-14
 $K_3 = 2,5...3$ для зон зберігання рухомого складу;
 f_1, f_2 - питома площа припадає на першого і кожного наступного робітника;
 P_e - кількість робітників в найбільш завантажену зміну;
 F_A - площа автомобіля в плані по габаритних розмірах;
 n - кількість спеціалізованих постів у відділенні (для зварювального, арматурно-кузовного, столярно-кузовного і малярного відділень $n = 1$);
 $K_D = 2,5...3$ - коефіцієнт щільності.
 ΣL_p - загальнорічний пробіг автомобілів певного типу, млн. км;
 F_p - питома площа складських приміщень на 1 млн. км пробігу певного типу рухомого складу;
 K_6 - коригування площ в залежності від чисельності технологічно сумісного рухомого складу, $K_6 = 1,1$;
 K_7 - коригування площ в залежності від типу рухомого складу, $K_7 = 1,0$;
 K_8 - коригування площ в залежності від висоти складування, $K_8 = 1,35$;
 K_9 - коригування площ в залежності від категорії умов експлуатації, $K_9 = 1,1$.

3.2 Розрахунок підйомника

Q - вантажність;
 $\eta = 0,95$ – коефіцієнт корисної дії ланцюгового блоку;
 $i_n = 1$, кількість поліспатів;
 $Q_3 = Q + Q_n$; Q_n - вага платформи;
 P_a - крок ланцюга;
 Z - число зубів зірочки.
 $P = 4 \text{ МПа}$ - тиск масла
 $\eta_{\text{мех}} \leq 0,93$ - механічний коефіцієнт корисної дії
 F - сила на штоці.

D - діаметр поршня;

l - хід поршня.

v - швидкість переміщення поршня при подачі масла, $v = 0,038$ м/с

D - діаметр поршня.

3.3 Економічна ефективність пристрою

Зод – затрати на основні матеріали;

$M_{осн.м}$ – маса матеріалу, кг;

$C_{осн.м}$ – ціна 1 т матеріалу (сталь), грн./т.;

Здм – затрати на допоміжні матеріали;

$M_{нф}$ – маса напівфабрикатів, грн./кг;

$C_{нф}$ – ціна 1 кг напівфабрикатів, грн./кг;

Зпв – затрати на покупні вироби (гайки, болти, шайби і т.п.);

Знф – затрати на напівфабрикати (болти, гайки, шайби і т.п.);

Зел.ен – затрати на електроенергію;

Змас – затрати на мастильні матеріали;

ЗПпр – заробітна плата проектувальників;

ЗПпр – середньомісячна заробітна плата проектувальників (грн.);

ФРЧміс – місячний фонд робочого часу проектувальника (год.);

$t_{пр}$ – середня трудоемкість проектування пристрою IV групи складності (нормо-годин);

ЗПвиг – заробітна плата виготовлювачів пристрою;

$T_{год}$ – годинна тарифна ставка ремонтного робітника III розряду;

$t_{виг}$ – середня трудоемкість виготовлення пристрою IV групи складності;

B_i Зекс – затрати на експлуатацію та утримання обладнання;

др – відрахування в фонд соціального страхування, пенсійний фонд;

Зцех – цехові витрати;

Ззав – заводські витрати;

ФРЧ1 – затрати робочого часу до впровадження пристрою;

$T_{рIII}$ – годинна тарифна ставка ремонтного робітника III розряду;

ФРЧ2 – затрати робочого часу після впровадження пристрою;

$T_{рIII}$ – годинна тарифна ставка ремонтного робітника III розряду.