

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Проектування першого технічного обслуговування вантажних автомобілів з його дослідженням.

Виконав: студент 6 курсу, групи МАм-62

спеціальності 274

«Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

Тарас БАЛКО

(підпис)

(ім'я та прізвище)

Керівник

Іван ГЕВКО

(підпис)

(ім'я та прізвище)

Нормоконтроль

Михайло ЛЕВКОВИЧ

(підпис)

(ім'я та прізвище)

Зав. кафедри

Олег ЦЬОНЬ

(підпис)

(ім'я та прізвище)

Рецензент

(підпис)

(ім'я та прізвище)

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)
«14» листопада 2025 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 Балку Тарасу Степановичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проектування першого технічного обслуговування вантажних автомобілів з його дослідженням.

Керівник роботи Гевко Іван Богданович., д.т.н., проф.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 14 » листопада 2025 року № 4/7-972

2. Термін подання студентом завершеної роботи 19 грудня 2025

3. Вихідні дані до роботи Базовий ТП першого технічного обслуговування вантажних автомобілів

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 безпеки в надзвичайних ситуаціях.

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

Технологічна карта проведення ТО-1 – 1А1.

Гайковерт – 1А1.

Домкрат боковий – 1А1.

Домкрат центральний – 1А1.

Канавний підйомник – 1А1.

Штовхаючий конвеєр – 1А1.

Технологічне планування зони ТО-1 – 1А1.

Показники економічної оцінки ефективності іноваційних рішень – 1А1.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Посада, ім'я та прізвище консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	к.т.н. доц. Ткаченко І.Г.		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	ст. викл. Стручок В.С.		

7. Дата видачі завдання 14.11.2025р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально-технічний розділ	18.11.25	
2	Технологічний розділ	25.11.25	
3	Конструкторський розділ	02.12.25	
4	Науково-дослідний розділ	09.12.25	
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	16.12.25	
6	Оформлення графічної частини	16.12.25	
7	Захист кваліфікаційної роботи магістра		

Студент

(підпис)

Тарас БАЛКО

(ім'я та прізвище)

Керівник роботи

(підпис)

Іван ГЕВКО

(ім'я та прізвище)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційної роботи магістра на тему: «Проектування першого технічного обслуговування вантажних автомобілів з його дослідженням.».

Робота виконана на кафедрі автомобілів ТНТУ ім. І. Пулюя. Керівник кваліфікаційної роботи магістра д.т.н. професор Гевко Іван Богданович.

Пояснювальна записка складається з п'яти розділів і 66 сторінок формату А4 та 8 аркушів формату А1 графічної частини 2 сторінок додатків.

Ключові слова: працездатність, міжсервісний пробіг, трудомісткість робіт, організація технічного сервісу, обладнання, оптимізація процесів ТО.

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	7
1.1 Загальнотехнічні положення та особливості ТО-1 вантажних автомобілів	7
1.2 Висновки та постановка завдання на кваліфікаційну роботу магістра.....	12
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	14
2.1 Роботи, що виконуються в зоні ТО-1.....	14
2.2 Розрахунок кількості технологічного обладнання в зоні ТО-1.....	24
2.3 Розрахунок площі зони технічного обслуговування.....	26
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....	27
3.1 Конструктивні особливості та технічна характеристика канавного підйомника.....	27
3.2 Розрахунок гідроциліндра канавного підйомника.....	28
3.3 Розрахунок рами підйомника на міцність.....	30
3.4 Технологічні особливості та принцип дії інерційно-ударного гайковерта..	31
3.5 Розрахунок основних параметрів гайковерта.....	34
3.6 Конструктивні особливості та принцип дії штовхаючого конвеєра.....	39
3.7 Розрахунок параметрів зірочки штовхаючого конвеєра.....	41
3.8 Кінематичний розрахунок зірочки конвеєра.....	42
4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ.....	44
4.1 Пошук інноваційних підходів до вдосконалення технологічних процесів ТО-1.....	44
4.2 Економічне обґрунтування вдосконалення та механізації технологічного процесу зони ТО-1.....	48
4.3 Оцінювання економічної ефективності інноваційного проєкту.....	49
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	57
5.1 Вимірювання параметрів мікроклімату.....	57
5.2 Об'ємно-планувальні рішення сховищ.....	60
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	63
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	65

ВСТУП

Сучасний розвиток автомобільного транспорту супроводжується зростанням обсягів вантажних перевезень, ускладненням умов експлуатації рухомого складу та підвищенням вимог до надійності, безпеки й економічної ефективності роботи автотранспортних підприємств. У цих умовах особливого значення набуває раціонально організована система технічного обслуговування вантажних автомобілів, яка забезпечує підтримання їх працездатного стану протягом усього життєвого циклу.

Перше технічне обслуговування (ТО-1) є однією з базових ланок планово-попереджувальної системи обслуговування, оскільки виконується з найбільшою періодичністю та безпосередньо впливає на інтенсивність зносу агрегатів, рівень відмов, витрати на поточний ремонт і загальні експлуатаційні показники автомобіля. Недостатня якість або нераціональна організація ТО-1 призводить до прихованих дефектів, прискореного зношування вузлів і систем, підвищення простоїв рухомого складу та зниження ефективності використання транспортних засобів.

Актуальність теми кваліфікаційної роботи зумовлена необхідністю удосконалення технології та організації першого технічного обслуговування вантажних автомобілів з урахуванням сучасних конструктивних особливостей транспортних засобів, реальних умов експлуатації та вимог до техніко-економічної доцільності. Проектування ТО-1 повинно базуватися на комплексному підході, який поєднує технічні, організаційні та економічні аспекти, а також передбачає використання сучасних методів діагностування і раціонального оснащення постів обслуговування.

Метою даної кваліфікаційної роботи є проектування першого технічного обслуговування вантажних автомобілів із проведенням його дослідження для підвищення надійності та ефективності експлуатації рухомого складу. Для досягнення поставленої мети в роботі передбачається аналіз чинної системи ТО-1, розроблення технологічного процесу виконання робіт, обґрунтування вибору обладнання й організаційних рішень, а також оцінювання впливу запропонованих заходів на експлуатаційні показники.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Загальнотехнічні положення та особливості ТО-1 вантажних автомобілів

Технічне обслуговування першого рівня (ТО-1) вантажних автомобілів є обов'язковою складовою системи планово-попереджувального обслуговування рухомого складу та відіграє ключову роль у забезпеченні його експлуатаційної надійності. Основне призначення ТО-1 полягає у своєчасному виявленні та усуненні початкових відхилень технічного стану вузлів і систем автомобіля, які можуть призвести до зниження безпеки руху, підвищення витрат палива та матеріалів, а також передчасного зносу деталей.

З технічної точки зору ТО-1 виконується без розбирання або з мінімальним розбиранням агрегатів і базується на поєднанні візуального контролю, функціональних перевірок та регулювальних операцій. При цьому забезпечується контроль працездатності елементів, що зазнають найбільших навантажень у процесі експлуатації вантажного автомобіля, зокрема системи гальмування, рульового керування, підвіски, трансмісії та силового агрегату.

Особливістю ТО-1 вантажних автомобілів є значна маса транспортних засобів, високі осьові навантаження та інтенсивні режими роботи, що зумовлює підвищені вимоги до точності контролю та надійності регулювань. У процесі технічного обслуговування особлива увага приділяється стану гальмівних механізмів, з'єднань рульових тяг, ресорних елементів підвіски, коліс і шин, оскільки саме ці вузли безпосередньо впливають на керованість і стійкість автомобіля.

Загальнотехнічна структура ТО-1 передбачає виконання таких груп робіт:

1. Контрольні операції, спрямовані на перевірку відповідності параметрів систем нормативним значенням, являють собою сукупність технічних заходів, метою яких є оцінювання фактичного стану основних вузлів і агрегатів вантажного автомобіля шляхом порівняння виміряних або спостережуваних показників із установленими нормативами, регламентами та технічними вимогами виробника. Зазначені операції виконуються з метою своєчасного

виявлення відхилень, які ще не призвели до відмови, але можуть негативно впливати на безпеку руху, надійність і економічність експлуатації транспортного засобу.

У межах контрольних операцій здійснюється перевірка геометричних, кінематичних, силових та гідравлічних параметрів систем автомобіля. Зокрема, контролюється величина вільних і робочих ходів педалей гальмівної системи та зчеплення, зазори в елементах рульового керування, тиск у шинах, натяг приводних ременів, рівні та стан експлуатаційних рідин у системах змащення, охолодження і гідроприводах. Отримані значення порівнюються з допустимими межами, установленими нормативно-технічною документацією.

Особлива увага в процесі контрольних операцій приділяється системам, що безпосередньо впливають на активну безпеку вантажного автомобіля. До них належать гальмівна система, рульове керування та ходова частина. Для цих систем здійснюється не лише візуальний контроль, але й функціональна перевірка їх роботи під навантаженням або в умовах, максимально наближених до експлуатаційних. У разі виявлення відхилень параметрів від нормативних значень приймається рішення щодо виконання регулювальних робіт або направлення автомобіля на поточний ремонт.

Контрольні операції також охоплюють оцінювання герметичності систем, надійності різьбових і болтових з'єднань, стану кріпильних елементів та відсутності механічних пошкоджень. Таким чином, ці операції забезпечують об'єктивну технічну інформацію про стан автомобіля та створюють основу для прийняття обґрунтованих рішень щодо подальших технологічних дій у межах ТО-1.

2. Регулювальні роботи, що забезпечують відновлення оптимальних зазорів, натягів і просторових положень деталей, є важливою складовою технічного обслуговування першого рівня та виконуються з метою приведення параметрів роботи вузлів і механізмів вантажного автомобіля до нормативних значень. Необхідність проведення таких робіт зумовлена поступовими змінами геометричних і кінематичних характеристик деталей у процесі експлуатації внаслідок зношування, деформацій і ослаблення кріплень.

У межах регулювальних операцій здійснюється коригування вільних і робочих зазорів у механізмах рульового керування та гальмівної системи, відновлення нормованого ходу педалей, а також регулювання приводу зчеплення. Особливу увагу приділяють встановленню правильного натягу приводних ременів допоміжних агрегатів двигуна, оскільки відхилення цього параметра призводить до зниження ефективності роботи систем і прискореного зношування елементів приводу.

Регулювальні роботи також охоплюють відновлення правильного взаємного розташування деталей і вузлів, зокрема положення елементів підвіски, стабілізаторів поперечної стійкості та механізмів керування. У разі потреби виконують підтягування різьбових з'єднань і фіксацію кріпильних елементів із дотриманням установлених моментів затягування, що забезпечує надійність з'єднань і знижує ймовірність виникнення вібраційних пошкоджень.

Результатом виконання регулювальних робіт є стабілізація кінематичних і силових параметрів систем автомобіля, підвищення точності їх роботи та зменшення додаткових динамічних навантажень на деталі. Це сприяє зростанню ресурсу агрегатів, покращенню керованості та гальмівних властивостей вантажного автомобіля, а також забезпечує безпечну та економічно ефективну його експлуатацію у міжсервісний період.

3. Профілактичні операції, пов'язані з доливанням або заміною експлуатаційних рідин, очищенням фільтрувальних елементів і контактних поверхонь, спрямовані на запобігання передчасному зносу вузлів та підтримання стабільних робочих параметрів систем вантажного автомобіля. Такі операції виконуються в межах ТО-1 з урахуванням установлених міжсервісних інтервалів і фактичного стану робочих середовищ.

У процесі профілактичного обслуговування здійснюється контроль рівня та, за необхідності, доливання моторної оливи, охолоджувальної рідини, гальмівної та робочої рідин гідроприводів. У випадках, передбачених регламентом або за наявності ознак втрати експлуатаційних властивостей, проводиться часткова чи повна заміна робочих рідин. Це дозволяє підтримувати належні змащувальні, охолоджувальні та гідравлічні характеристики систем, зменшуючи тертя, теплові навантаження й корозійні процеси.

Очищення фільтрів повітря, палива та мастильних систем є важливим елементом профілактичних операцій, оскільки забруднення фільтрувальних елементів призводить до погіршення умов роботи двигуна та допоміжних агрегатів. Регулярне видалення накопичених забруднень або заміна фільтрів забезпечує стабільну подачу робочих середовищ і знижує ймовірність потрапляння абразивних частинок у зони тертя.

Крім того, у ході профілактичних операцій виконується очищення контактних поверхонь і з'єднань від пилу, бруду, мастильних відкладень та продуктів корозії. Це сприяє покращенню умов тепловідведення, надійності електричних контактів і якості з'єднань, а також створює передумови для своєчасного виявлення тріщин, витоків і інших прихованих дефектів. У сукупності профілактичні операції підвищують експлуатаційну надійність вантажного автомобіля та зменшують ризик відмов у міжсервісний період.

4. Оглядові роботи, метою яких є виявлення механічних пошкоджень, ослаблення кріпильних з'єднань і порушення герметичності систем, виконуються як один із базових етапів технічного обслуговування першого рівня та мають переважно діагностично-профілактичний характер. Їх основне завдання полягає у своєчасному встановленні зовнішніх ознак несправностей, що виникають у процесі експлуатації вантажного автомобіля під дією вібраційних, ударних і змінних навантажень.

У ході оглядових робіт здійснюється візуальна оцінка технічного стану елементів кузова, рами, ходової частини та навісного обладнання двигуна. Особливу увагу приділяють наявності тріщин, деформацій, слідів ударів, корозійних уражень і зношування деталей, які можуть свідчити про порушення міцності або перевантаження окремих вузлів. Паралельно перевіряється надійність болтових, шпилькових і різьбових з'єднань, що в умовах експлуатації вантажних автомобілів схильні до самовідгвинчування та втрати попереднього натягу.

Важливим складником оглядових робіт є контроль герметичності систем змащення, живлення, охолодження, гальмівних і гідравлічних приводів. Наявність слідів підтікання робочих рідин, забруднення поверхонь або накопичення мастильних відкладень розглядається як ознака порушення

ущільнень, зносу трубопроводів або ослаблення з'єднань. Виявлення таких дефектів на ранній стадії дозволяє запобігти прогресуванню несправностей і виникненню аварійних ситуацій.

Оглядові роботи також створюють умови для об'єктивної оцінки загального технічного стану автомобіля та є підґрунтям для прийняття рішень щодо виконання регульовальних або ремонтних операцій. Їх систематичне проведення в межах ТО-1 підвищує надійність експлуатації вантажного автомобіля, зменшує ризик раптових відмов і сприяє підтриманню належного рівня виробничої та дорожньої безпеки.

З технологічної точки зору виконання ТО-1 організовується на спеціалізованих постах, обладнаних оглядовими канавами або підйомними пристроями, що забезпечує доступ до нижніх елементів шасі та агрегатів. Застосування механізованого й пневматичного інструменту дозволяє не лише зменшити трудомісткість операцій, але й підвищити повторюваність і стабільність результатів технічного обслуговування.

Важливим загальнотехнічним аспектом ТО-1 є дотримання вимог виробничої безпеки та ергономіки. Роботи виконуються з урахуванням допустимих навантажень на персонал, правил фіксації автомобіля на посту, а також заходів захисту від падіння елементів, витоків робочих рідин і ураження електричним струмом. Раціональна організація робочого місця сприяє підвищенню якості обслуговування та зниженню виробничих ризиків.

Загальнотехнічне значення ТО-1 полягає також у формуванні інформаційної бази для подальшої експлуатації автомобіля. Результати оглядів і перевірок дозволяють прогнозувати технічний стан агрегатів, планувати обсяги поточного ремонту та оптимізувати графіки технічного обслуговування. Таким чином, ТО-1 виступає не лише як обов'язковий елемент регламентного обслуговування, але й як інструмент технічного моніторингу стану вантажних автомобілів.

Регулярне та якісне виконання технічного обслуговування першого рівня забезпечує стабільну роботу рухомого складу, знижує ймовірність відмов у міжсервісний період і сприяє підвищенню техніко-економічних показників автотранспортного підприємства в цілому.

1.2 Висновки та постановка завдання на кваліфікаційну роботу магістра

У технологічному розділі необхідно розробити та обґрунтувати організацію і технологію виконання першого технічного обслуговування вантажних автомобілів в умовах автотранспортного підприємства. Слід визначити перелік і зміст робіт, що виконуються в зоні ТО-1, з урахуванням регламентів технічного обслуговування, вимог безпеки та експлуатаційної доцільності.

Потрібно виконати розрахунок кількості технологічного обладнання, необхідного для забезпечення заданої виробничої програми зони ТО-1, виходячи з трудомісткості робіт, режиму роботи ділянки та ступеня механізації процесів. Окрему увагу слід приділити вибору обладнання, яке забезпечує підвищення продуктивності праці та зниження простоїв рухомого складу.

Також у розділі необхідно виконати розрахунок площі зони технічного обслуговування з урахуванням кількості робочих постів, габаритів обслуговуваних автомобілів, технологічних проходів, зон безпеки та вимог охорони праці, що забезпечують раціональне планування виробничих приміщень.

У конструкторському розділі слід розробити та обґрунтувати технічні рішення щодо вдосконалення механізації робіт у зоні ТО-1. Необхідно розглянути конструктивні особливості та надати технічну характеристику канавного підйомника, призначеного для обслуговування вантажних автомобілів.

Потрібно виконати розрахунок гідроциліндра канавного підйомника з визначенням його основних геометричних і силових параметрів, а також провести перевірку рами підйомника на міцність із урахуванням діючих навантажень і властивостей матеріалу.

Окремим завданням є аналіз технологічних особливостей та принципу дії інерційно-ударного гайковерта, який застосовується для виконання кріпильних операцій, і виконання розрахунку його основних параметрів.

Крім того, необхідно розглянути конструктивні особливості та принцип дії штовхаючого конвеєра для переміщення вантажних автомобілів у зоні ТО-1, виконати розрахунок параметрів зірочки конвеєра та здійснити її кінематичний розрахунок з метою забезпечення надійної та безпечної роботи транспортуючого обладнання.

У науково-дослідному розділі необхідно виконати пошук та аналіз інноваційних підходів до вдосконалення технологічних процесів першого технічного обслуговування вантажних автомобілів. Слід обґрунтувати доцільність упровадження сучасних технічних і організаційних рішень з позицій підвищення ефективності та надійності експлуатації рухомого складу.

Також потрібно провести економічне обґрунтування заходів з удосконалення та механізації технологічного процесу зони ТО-1, визначити основні показники витрат і результатів, а також виконати оцінювання економічної ефективності інноваційного проєкту з використанням відповідних техніко-економічних критеріїв.

У розділі з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях необхідно проаналізувати умови праці персоналу зони ТО-1 та виконати вимірювання параметрів мікроклімату виробничих приміщень із порівнянням отриманих значень з чинними нормативними вимогами.

Крім того, слід розглянути об'ємно-планувальні рішення захисних споруд (сховищ), призначених для укриття персоналу в умовах надзвичайних ситуацій, із урахуванням вимог цивільного захисту, функціонального призначення приміщень та можливості їх ефективного використання в мирний час.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Роботи, що виконуються в зоні ТО-1

У зоні технічного обслуговування першого рівня (ТО-1) здійснюється комплекс регламентних контрольних і перевірочних операцій, спрямованих на забезпечення справного технічного стану автомобіля, його безпеки та надійності експлуатації. До основних робіт належать такі заходи:

Зовнішній огляд автомобіля. Оцінюється технічний стан кабіни та кузовних елементів, прозорих поверхонь (лобового та бокового скла), дзеркал заднього виду, сонцезахисних козирків, елементів оперення, номерних знаків, механізмів дверей, капота та кришки багажного відділення, а також світлотехнічних приладів – фар, покажчиків повороту та задніх ліхтарів.

Контроль роботи систем забезпечення оглядовості та мікроклімату. Перевіряється справність склоочисників і омивачів вітрового скла, ефективність системи вентиляції салону, а в холодний період року – працездатність системи опалення та обігріву скла.

Огляд систем двигуна на герметичність. Візуально контролюється відсутність підтікань у системах змащення, живлення та охолодження двигуна, а також надійність кріплення навісного обладнання і приладів (операція виконується через одне ТО-1).

Перевірка привідного ремня генератора. Оцінюється технічний стан ремня та відповідність його натягу нормативним вимогам.

Контроль елементів випускної системи. Перевіряється надійність кріплення складових випускного тракту двигуна (через одне ТО-1).

Контроль рівня моторної оливи. Визначається рівень оливи в картері двигуна з подальшим коригуванням у разі необхідності.

Перевірка рівня охолоджувальної рідини. Оцінюється відповідність рівня рідини в системі охолодження встановленим нормам.

Контроль щільності охолоджувальної рідини. Вимірювання виконується один раз на рік перед початком зимового періоду експлуатації з метою запобігання замерзанню системи.

Перевірка елементів приводу зчеплення. Контролюється справність відтяжної пружини та величина вільного ходу педалі зчеплення.

Огляд гідроприводу зчеплення. Перевіряється герметичність гідравлічної системи вимикання зчеплення.

Контроль рівня робочої рідини гідроприводу зчеплення. Оцінюється рівень рідини в бачку та її стан.

Перевірка роботи механізму перемикання передач. На нерухомому автомобілі контролюється чіткість і плавність вмикання передач.

Контроль ходу педалі гальм. Визначається вільний і робочий хід педалі гальмівної системи.

Перевірка рівня гальмівної рідини. Оцінюється рівень рідини в бачку головного гальмівного циліндра.

Контроль кріплення коліс. Перевіряється надійність затягування колісних кріпильних елементів.

Оцінювання стану шин. Виконується огляд шин на наявність пошкоджень та вимірювання тиску повітря з приведенням його до нормативних значень.

Технічне обслуговування автомобільного парку являє собою систематизований комплекс регламентованих профілактичних заходів, спрямованих на збереження працездатності транспортних засобів упродовж усього періоду експлуатації. Основною метою таких робіт є обмеження темпів зношування деталей і вузлів, запобігання виникненню відмов та несправностей, своєчасне їх виявлення і усунення, а також забезпечення належного естетичного стану автомобілів. Проведення технічного обслуговування здійснюється у примусовому плановому режимі після досягнення встановленого пробігу, незалежно від фактичного технічного стану конкретного транспортного засобу.

Дільниця ТО-1 функціонально орієнтована на підтримання автомобіля у справному технічному стані та створення умов для його надійної, безпечної, комфортної й економічно доцільної експлуатації. Зона ТО-1 має тісні виробничо-логістичні зв'язки із зонами зберігання рухомого складу, які в даному випадку представлені відкритими майданчиками, а також із допоміжними приміщеннями – адміністративно-побутовими та об'єктами громадського харчування. Окрім

цього, вона безпосередньо взаємодіє з виробничими підрозділами поточного ремонту, зокрема агрегатною, діагностичною та збирально-мийною дільницями.

У разі виявлення під час обслуговування дефектів або відмов окремі вузли, механізми чи агрегати знімаються з автомобіля та направляються на ремонт безпосередньо на посту або на відповідні спеціалізовані дільниці зони поточного ремонту. Такий підхід забезпечує раціональну організацію виробничого процесу та мінімізує простої транспортних засобів.

У таблиці 2.1 подано технологічну карту виконання робіт з ТО-1 до впровадження інноваційних технічних і організаційних рішень, тоді як у таблиці 2.2 наведено оновлену технологічну карту, сформовану з урахуванням реалізації запропонованих інновацій.

Таблиця 2.1. Технологічна карта виконання робіт з технічного обслуговування першого рівня (ТО-1) в умовах базової технології, до впровадження інноваційних рішень.

№ опер. і пер.	Найменування операції і зміст переходу	Обладнання, пристрої і інструмент	Технічні умови	Норма часу, люд-год
1	Переміщення автомобіля	Своїм ходом		0,31
2	Зовнішній огляд автомобіля. Перевірка стану кузова, оперення, номерних знаків, зовнішнього забарвлення, буферів	Стетоскоп, щупи товщиною 0,25 і 0,30 мм, Викрутка, ключі відкриті 12, 14, 17 і 19 мм; пасатижі	При роботі двигуна на середніх оборотах колінчастого вала тиск масла не повинен бути нижче 2,5 кг / см ² (при повністю прогрітому двигуні). Повітряний манометр повинен вказувати величину тиску в системі пневматичного приводу гальм не менше 7 кг / см ² .	0,43
3	Перевірка роботи двигуна			0,55
4	Перевірка дії склоочисників	Зовнішній огляд	Склоочисники повинні після включення стійко і рівномірно переміщати щітки в обидві сторони	0,81

			без заїдань, щільно притискаючи їх до стекол.	
5	Перевірка герметичності системи охолодження	Ключі відкриті 10, 12, 14, 17, 19, 24 і 36 мм; ключі торцеві 12,17 мм; викрутка, пасатижі, подовжувач	Перевірка проводиться в нижче приведеній послідовності: головка циліндрів і її прокладка, корпус водяного насоса, шланги системи охолодження, зовнішні мастилопроводи, картер двигуна. Не повинно бути підтікань води, масла і слідів просочування, що вказують на нещільність з'єднань.	0,65
6	Перевірка герметичності системи змащення двигуна і кріплення на двигуні масляних фільтрів	Ключі відкриті 12, 14, 17, 19, 27 мм; пасатижі	При затягуванні гайок слід враховувати, що двигун кріпиться на м'яких подушках, Затяжка гайок повинна бути надійною, але не повною. На поверхні кронштейнів рами, на лапах картера маховика і на поверхні передньої опори двигуна не повинно бути тріщин і зламів	0,55
7	Перевірка правильності роботи дроселя		Педаль управління дроселем повинна переміщатися без заїдань і тертя об підлогу кабіни і безперешкодно повертатися у верхнє положення під дією пружини, причому заслінка повинна повністю відкриватися і закриватися.	0,8
8	Перевірка вільного ходу педалі зчеплення і роботи відтяжної пружини		Величина вільного ходу педалі зчеплення повинна бути 30 ÷ 40 мм. Відтяжна	0,74

			пружина повинна повністю відводити педаль в верхнє положення	
9	Перевірка кріплення фланців карданного валу	Ключ гайковий 17 мм	Гайки болтів, що кріплять фланці, повинні бути затягнуті	0,65
10	Перевірка кріплення болтів картера редуктора	Ключ гайковий 14 мм або гайковерт ПГ-М14	Болти, що кріплять картер редуктора, повинні бути затягнуті. Картер редуктора не повинен мати тріщин	0,5
11	Перевірка стану та герметичності (при необхідності зміцнити) гайки трубопроводів пневматичного приводу гальм, гальмівного крана, компресора, регулятора тиску, гальмівних камер	Ключ на 12	Ретельно оглянути всі трубопроводи і гнучкі шланги приводу гальм, звертаючи особливу увагу на місця їх з'єднань; на зовнішній поверхні трубопроводів не повинно бути пошкоджень і слідів тертя об сусідні деталі	0,75
12	Перевірка кріплення болтів кронштейнів передніх і задніх ресор	Ключ гайковий 22 мм	Гайки болтів, що кріплять кронштейни повинні бути затягнуті	0,83
13	Перевірка кріплення гайок тяг важелів передніх амортизаторів і стійок задніх амортизаторів	Ключ гайковий 30 мм, пасатижі	Гайки болтів, що кріплять накладки передніх амортизаторів і стійки задніх амортизаторів, повинні бути затягнуті. Тяги важелів і стійки не повинні бути погнуті. Пальці тяг важелів і стійок не повинні мати люфтів у втулках.	0,41
14	Перевірка кріплення гайок дисків коліс	Ключ для гайок дисків коліс 22 × 28 мм	На поверхні дисків коліс не повинно бути вм'ятин і тріщин, гайки повинні бути надійно затягнуті	0,91

15	Перевірка величини ходу штоків гальмівних камер і при необхідності відрегулювати	Ключі відкриті 11, 12, 14, 17 і 19 мм	Вилки штоків гальмівних камер повинні бути закріплені контргайками, з'єднувальні валики важелів зашплінтувати, на поверхні штоків, важелів і валів не повинно бути тріщин і зламів	0,57
16	Перевірка приводу гальмівного крана		Валики, що з'єднують зчленування приводу від педалі гальма до гальмівного крана, повинні бути зашплінтовані,	0,15
17	Перевірка стану внутрішньої оббивки і забарвлення	Зовнішній огляд		0,3
18	Очищення акумуляторної батареї від пилу, бруду і електроліту	обтиральний матеріал	Рівень електроліту повинен бути на 10-12 мм вище пластин. При необхідності долити дистильовану воду в акумулятори	0,8
19	Перевірка дії звукового сигналу		При натисканні на кнопку звуковий сигнал повинен давати гучний безперервний звук	0,2
20	Перевірка дії фар, підфарників, стельових плафонів, ліхтаря освітлення номерного знака, задніх ліхтарів, стоп-сигналу, покажчика повороту, покажчиків габариту і маршруту. При необхідності замінити лампи		Ручний і ножний перемикачі світла повинні справно діяти; включати при відповідному їхньому становищі підфарники і задній ліхтар, дальнє і ближнє світло	0,3
21	Перевірка стану проводів і справності запобіжників. При необхідності ізолювати	пасатижи	Проводи не повинні мати пошкодженої ізоляції. Наконечники проводів пови-	0,4

	пошкоджені місця і замінити запобіжники		нні бути щільно притиснуті гвинтами затискачів.	
22	Промивання подушок і спинок сидінь мильним розчином і теплою водою	Відро, волосяна щітка, обтиральний матеріал	Промити мильним розчином і теплою водою за допомогою волосяної або губки подушки і спинки сидінь, а потім протерти сухим чистим обтиральним матеріалом	0,5
23	Очищення двигуна, мотовідсіка	Пістолет зі шлангом для обдування стисненим повітрям	Двигун і мотовідсік протерти кінцями, злегка змоченими в гасі, а потім чистою ганчіркою.	0,15
Всього				12,26

Таблиця 2.2. Технологічна карта виконання робіт з технічного обслуговування першого рівня (ТО-1) після впровадження інноваційних технічних та організаційних рішень.

№ опер. і пер.	Найменування операції і зміст переходу	Обладнання, пристрої і інструмент	Технічні умови	Норма часу, люд-год
1	Переміщення автомобіля	Штовхаючий конвеєр		
2	Зовнішній огляд автомобіля. Перевірка стану кузова, оперення, номерних знаків, зовнішнього забарвлення, буферів	Стетоскоп, щупи товщиною 0,25 і 0,30 мм, Викрутка, ключі відкриті 12, 14, 17 і 19 мм; пасатижі	При роботі двигуна на середніх оборотах колінчастого вала тиск масла не повинно бути нижче 2,5 кг / см ² (при повністю прогрітому двигуні). Повітряний манометр повинен вказувати величину тиску в системі пневматичного приводу гальм не менше 7 кг / см ² .	0,2
3	Перевірка роботи двигуна			0,43

4	Перевірка дії склоочисників	Зовнішній огляд	Склоочисники повинні після включення стійко і рівномірно переміщати щітки в обидві сторони без заїдань, щільно притискаючи їх до стекол.	0,55
5	Перевірка герметичності системи охолодження	Ключі відкриті 10, 12, 14, 17, 19, 24 і 36 мм; ключі торцеві 12,17 мм; викрутка, пасатижі, подовжувач	Перевірка проводиться в нижче приведеній послідовності: головка циліндрів і її прокладка, корпус водяного насоса, шланги системи охолодження, зовнішні мастилопроводи, картер двигуна. Не повинно бути підтікань води, масла і слідів просочування, що вказують на нещільність з'єднань.	0,81
6	Перевірка герметичності системи змащення двигуна і кріплення на двигуні масляних фільтрів	Ключі відкриті 12, 14, 17, 19, 27 мм; пасатижі	При затягуванні гайок слід враховувати, що двигун кріпиться на м'яких подушках, Затяжка гайок повинна бути надійною, але не повною. На поверхні кронштейнів рами, на лапах картера маховика і на поверхні передньої опори двигуна не повинно бути тріщин і зламів	0,65
7	Перевірка правильності роботи дроселя		Педаль управління дроселем повинна переміщатися без заїдань і тертя об підлогу кабіни і безперешкодно повертатися у верхнє положення під дією пружини, причому заслі-	0,55

			нка повинна повністю відкриватися і закриватися.	
8	Перевірка вільного ходу педалі зчеплення і роботи відтяжної пружини		Величина вільного ходу педалі зчеплення повинна бути $30 \div 40$ мм. Відтяжна пружина повинна повністю відводити педаль в верхнє положення	
9	Перевірка кріплення фланців карданного валу	Ключ гайковий 17 мм	Гайки болтів, що кріплять фланці, повинні бути затягнуті	0,8
10	Перевірка кріплення болтів картера редуктора	Ключ гайковий 14 мм або гайковерт ПГ- М14	Болти, що кріплять картер редуктора, повинні бути затягнуті. Картер редуктора не повинен мати тріщин	0,74
11	Перевірка стану та герметичності (при необхідності зміцнити) гайки трубопроводів пневматичного приводу гальм, гальмівного крана, компресора, регулятора тиску, гальмівних камер	Ключ на 12	Ретельно оглянути всі трубопроводи і гнучкі шланги приводу гальм, звертаючи особливу увагу на місця їх з'єднань; на зовнішній поверхні трубопроводів не повинно бути пошкоджень і слідів тертя об сусідні деталі	0,65
12	Перевірка кріплення болтів кронштейнів передніх і задніх ресор	Ключ гайковий 22 мм	Гайки болтів, що кріплять кронштейни повинні бути затягнуті	0,5
13	Перевірка кріплення гайок тяг важелів передніх амортизаторів і стійок задніх амортизаторів	Ключ гайковий 30 мм, пасатижі	Гайки болтів, що кріплять накладки передніх амортизаторів і стійки задніх амортизаторів, повинні бути затягнуті. Тяги важелів і стійки не повинні бути погнуті. Пальці тяг ва-	0,75

			желів і стійок не повинні мати люфтів у втулках.	
14	Перевірка кріплення гайок дисків коліс	Ключ для гайок дисків коліс 22 × 28 мм	На поверхні дисків коліс не повинно бути вм'ятин і тріщин, гайки повинні бути надійно затягнуті	0,83
15	Перевірка величини ходу штоків гальмівних камер і при необхідності відрегулювати	Ключі відкриті 11, 12, 14, 17 і 19 мм, молоток	Вилки штоків гальмівних камер повинні бути закріплені контргайками, з'єднувальні валики важелів зашплінтувати, на поверхні штоків, важелів і валів не повинно бути тріщин	0,41
16	Перевірка приводу гальмівного крана		Валики, що з'єднують зчленування приводу від педалі гальма до гальмівного крану, повинні бути зашплінтовані,	0,91
17	Перевірка стану внутрішньої оббивки	Зовнішній огляд		0,57
18	Очищення акумуляторної батареї від пилу, бруду і електроліту	обтиральний матеріал	Рівень електроліту повинен бути на 10-12 мм вище пластин. При необхідності долити дистильовану воду в акумулятори	0,8
19	Перевірка дії звукового сигналу		При натисканні на кнопку звуковий сигнал повинен давати гучний безперервний звук	0,2
20	Перевірка дії фар, підфарників, стельових плафонів, ліхтаря освітлення номерного знака, задніх ліхтарів, стоп-сигналу, показчика повороту, показчиків габариту і маршру-		Ручний і ножний перемикачі світла повинні справно діяти; включати при відповідному їхньому становищі підфарники і задній ліхтар, дальнє і ближнє світло	0,3

	ту. При необхідності замінити лампи			
21	Перевірка стану проводів і справності запобіжників. При необхідності ізолювати пошкоджені місця і замінити запобіжники	пассатижи	Проводи не повинні мати пошкодженої ізоляції. Наконечники проводів повинні бути щільно притиснуті гвинтами затискачів.	0,4
22	Промивання подушок і спинок сидінь мильним розчином і теплою водою	Відро, волосяна щітка, обтиральний матеріал	Промити мильним розчином і теплою водою за допомогою волосяної або губки подушки і спинки сидінь, а потім протерти сухим чистим обтиральним матеріалом	0,5
23	Очищення двигуна, мотовідсіка	Пістолет зі шлангом для обдування стисненим повітрям	Двигун і мотовідсік протерти кінцями, злегка змоченими в гасі, а потім чистою ганчіркою.	0,15
Всього				9,25

2.2 Розрахунок кількості технологічного обладнання в зоні ТО-1

Формування складу та кількості технологічного обладнання в зоні технічного обслуговування першого рівня здійснюється з урахуванням функціонального призначення постів, типу рухомого складу та організаційних особливостей виробничого процесу. Робочі пости зони ТО-1, як правило, оснащуються оглядовими канавами та підйомно-транспортними пристроями, що забезпечують зручний доступ до агрегатів і вузлів автомобіля знизу. При обслуговуванні вантажних автомобілів доцільним вважається використання комбінованого оснащення, при якому близько 40 % постів обладнуються оглядовими канавами, а приблизно 20 % – підйомниками різних типів.

Визначення кількості основного технологічного обладнання базується на аналізі інтенсивності його використання впродовж робочої зміни. У випадку

безперервної експлуатації обладнання протягом усієї зміни його кількість встановлюють на підставі розрахункової трудомісткості відповідних робіт. Якщо ж обладнання застосовується періодично або епізодично, його кількість приймають відповідно до нормативних табелів оснащення, характерних для спеціалізованих ділянок, зокрема карбюраторних, акумуляторних та електротехнічних.

Обладнання загального призначення, до якого належать металорізальні та допоміжні верстати, визначають виходячи з чисельності виробничого персоналу, задіяного в зоні ТО-1, з урахуванням нормативів забезпеченості робочих місць та раціональної організації праці. Такий підхід дозволяє оптимізувати структуру обладнання, підвищити ефективність його використання та зменшити простой в процесі технічного обслуговування автомобілів.

Кількість технологічного обладнання визначається на основі розрахункових показників виробничої програми та інтенсивності виконання робіт у зоні технічного обслуговування:

$$M_{об} = \frac{T_{об}}{\Phi_{об}} = \frac{T_{об}}{D_{роб} \cdot t_{зм} \cdot n \cdot P \cdot \eta_{об}}, \quad (2.1)$$

$$M_{об} = \frac{7092}{251 \cdot 7 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,5} = 8 \text{ од.}$$

Перелік технологічного обладнання, призначеного для виконання регламентних робіт у зоні технічного обслуговування першого рівня (ТО-1), узагальнено та подано в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3. Відомість технологічного обладнання.

№ п/п	Найменування, тип і модель обладнання	Кількість	Габаритна площа, , м ²	Потужність електродвигуна, кВт
1	Конвеєр для переміщення вантажних автомобілів	1	5,3	N=7,5 кВт.
2	Гайковерт для гайок коліс	1	1,02	Електромеханічний, M= 50...1600

				Нм. N= 1,1 кВт. 2,24×0,54
3	Слюсарний верстак	2	1,44	
4	Бак для відпрацьованих мастил	4	1,2	
5	Підйомник канавочний	1	2,68	
6	Секційний шафа	1	0,7	
7	Верстат з лещатами	3	0,65	
8	Ванна для мийки деталей	1	1,3	
9	Ящик для непридатних деталей	2	1,1	
10	Компресор	2	1,4	
11	Установка для мийки фільтрів	3	1,23	
12	Солідолонагнітач	2	1,2	
13	Секційна шафа	4	1,35	
	Всього	27	19,37	

2.3 Розрахунок площі зони технічного обслуговування

Площа зони технічного обслуговування визначається на основі кількості робочих постів, габаритних розмірів обслуговуваних автомобілів, необхідних технологічних проходів і зон безпеки. Вона встановлюється з урахуванням раціонального розміщення обладнання та забезпечення нормативних умов праці, що в сукупності дозволяє організувати ефективний і безпечний виробничий процес.

$$F_o = f_o k_o X_o, \quad (2.3)$$

де f_o – проєкційна площа, яку займає автомобіль у плані приміщення, м²;

k_o – коефіцієнт питомої площі, що характеризує частку допоміжних зон, проходів і зазорів, віднесених до одиниці площі, зайнятої автомобілем;

X_o – кількість робочих постів у зоні технічного обслуговування.

$$F_o = 8,7 \cdot 4 \cdot 4 = 139,2 \text{ м}^2$$

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Конструктивні особливості та технічна характеристика канавного підйомника

Канавний підйомник призначений для підймання та часткового вивішування вантажних автомобілів з метою забезпечення доступу до елементів шасі під час виконання регулювальних, обслуговувальних і ремонтних робіт. Підйомник типу ТГГ-600 набув широкого застосування під час виконання операцій з регулювання кутів розвалу та сходження керованих коліс, а також у процесі технічного обслуговування і ремонту елементів ходової частини автомобіля.

Конструктивно підйомник може експлуатуватися як у складі чотиристійкових підйомних установок, так і в поєднанні з пантографними підйомниками. Окрім цього, його допускається монтувати в оглядових каналах відповідних геометричних параметрів і міцності, які обладнані напрямними для переміщення траверси. Як напрямні елементи зазвичай застосовують сталевий кутик із шириною полиці не менше 50 мм або швелер, що забезпечує необхідну жорсткість і стабільність руху підйомного механізму.

Основні технічні та експлуатаційні параметри канавного підйомника ТГГ-600, які визначають його вантажопідймальність, габаритні розміри та робочі характеристики, наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1. Технічна характеристика канавного підйомника ТГГ-600.

Вантажопідйомність	10000
Робочий тиск повітря	6-8 атм
ширина колії	1120/820мм
Висота підйому	350мм
Вага	152кг

3.2 Розрахунок гідроциліндра канавного підйомника

Проектування гідроциліндра канавного підйомника виконується з урахуванням необхідної величини робочого зусилля та заданого ходу поршня, що визначають силові й геометричні параметри виконавчого механізму. Вихідними даними для розрахунку є максимальне навантаження на шток і величина робочого переміщення.

Діаметр штока визначають залежно від ходу поршня та зусилля, яке передається на нього під час підймання автомобіля. За умови ходу поршня $S = 630\text{мм}$ та розрахункового зусилля $P = 100\,000\text{Н}$ отримане значення діаметра штока становить $d = 65\text{мм}$, що забезпечує необхідну міцність і стійкість елемента при осьовому навантаженні.

Внутрішній діаметр гідроциліндра приймається рівним $D = 75\text{мм}$, що узгоджується з конструктивними та експлуатаційними вимогами. Для подальшого використання обрано типовий гідроциліндр, виконаний відповідно до вимог стандарту, що забезпечує уніфікацію та спрощує процес експлуатації і технічного обслуговування.

Основні технічні параметри прийнятого гідроциліндра:

$D = 75\text{мм}$ – внутрішній діаметр циліндра;

$Q = 50\text{л/хв}$ – номінальна подача робочої рідини;

$F = 190,3\text{кН}$ – максимальне штовхаюче зусилля;

$p = 0,79\text{МПа}$ – граничний робочий тиск у системі.

Подальший етап розрахунку передбачає визначення зусилля, прикладеного до рукоятки керування, а також підбір необхідної площі поршня. Площа робочої поверхні поршня встановлюється на основі рівняння рівноваги сил у гідравлічній системі, що дозволяє забезпечити задані експлуатаційні характеристики підйомника при мінімальних енерговитратах:

$$A_{\pi} = \frac{\pi \cdot D^2}{4}; \quad (3.1)$$

$$A_{\pi} = \frac{3.14 \cdot 0.075^2}{4} = 0.0044\text{м}^2$$

Визначення зусилля, що розвивається на штоці поршня F_2 , здійснюється на основі переданого початкового навантаження $F_1 = 150\text{H}$ із використанням відповідної розрахункової залежності:

$$F_2 = 15 \cdot F_1; \quad (3.2)$$

$$F_2 = 15 \cdot 150 = 2250\text{H}$$

Визначення робочого тиску в гідروциліндрі здійснюється з використанням відповідної аналітичної залежності, яка встановлює співвідношення між зусиллям, що розвивається виконавчим органом, та ефективною площею поршня:

$$P = A_{\Pi} \cdot F_2; \quad (3.3)$$

$$P = 0,0044 \cdot 2250 = 9,9\text{МПа}$$

Перевірку штока гідроциліндра на стійкість виконують шляхом порівняння фактичного осьового навантаження з допустимим критичним зусиллям. Умова працездатності штока за стійкістю має вигляд нерівності $F \leq [F]$,

де F – розрахункове зусилля, що діє на шток. Для заданих умов експлуатації величина навантаження приймається рівною $F = 10\,000\text{H}$.

$$[F] = \frac{F_{kp}}{[n_y];} \quad (3.4)$$

$$[F] = \frac{101850}{4} = 25462.5\text{H}$$

де $n_y=4$,

$$F_{kp} = \frac{\pi \cdot 2 \cdot E \cdot J_{\min}}{(\mu \cdot l)^2}; \quad (3.5)$$

$$F_{kp} = \frac{3.14 \cdot 2 \cdot 1011 \cdot 8.2 \cdot 10^{-8}}{(2 \cdot 0.63)^2} = 101850.2$$

$E = 2 \cdot 10^{11}$; $\mu=2$.

Момент інерції поперечного перерізу штока визначається за відповідною розрахунковою залежністю, яка враховує геометричні параметри перерізу та його форму:

$$J_{\min} = \frac{\pi \cdot d^4}{64}; \quad (3.6)$$

$$J_{\min} = \frac{3.14 \cdot 0.065}{64} = 8.2 \cdot 10^{-8} H$$

У результаті виконаних розрахунків встановлено, що умова стійкості штока дотримується, оскільки фактичне осьове навантаження не перевищує допустимого значення. Зокрема, за співвідношення $F \leq [F]$ маємо $10\,000 \leq 20\,000$, що свідчить про наявність необхідного запасу стійкості та підтверджує працездатність штока гідроциліндра в заданих умовах експлуатації.

3.3 Розрахунок рами підйомника на міцність

Під час проєктування рами (станини) для встановлення гідроциліндра геометричні розміри конструкції приймаються з урахуванням компоновочних та експлуатаційних вимог. Довжина станини визначається виходячи з типових габаритів оглядової канави. З огляду на те, що стандартна ширина канави становить 1200 мм, раціональним є прийняття робочої довжини рами $l = 1150$ мм, що забезпечує достатній монтажний зазор і зручність встановлення підйомника.

Перевірка рами на міцність виконується за умовами допустимих напружень. Як матеріал конструкції приймається вуглецева конструкційна сталь марки Ст3, для якої допустиме напруження приймається рівним $\sigma_{\text{доп}} = 160$ МПа.

$$W = \frac{M_{\max}}{\sigma}; \quad (3.7)$$

$$W = \frac{3700}{160 \cdot 106} = 0,23 \cdot 10^{-6} \text{ см}^3$$

Відповідно до чинного сортаменту металопрокату для виготовлення несучих елементів рами приймається швелер №10 із конструкційної сталі марки Ст3, що забезпечує необхідну жорсткість і міцність конструкції при відносно невеликій масі.

Під час розрахунку осі колеса вихідні геометричні параметри задаються з урахуванням умов монтажу та експлуатаційних зазорів. Ширину колеса приймають рівною $H = 64$ мм, а технологічний зазор між рамою підйомника та колесом встановлюють на рівні $s = 25$ мм, що забезпечує вільне обертання

колеса та запобігає виникненню додаткових контактних навантажень у процесі роботи механізму/

Визначення згинаючого моменту здійснюється за відповідною розрахунковою залежністю, яка враховує величину прикладеного навантаження та геометричні параметри елемента, що працює на згин:

$$M = R_1 \cdot (H + s) \quad (3.8)$$

$$M = 3700 \cdot (0.064 + 0.025) = 329,3 \text{ Нм}$$

Перевірка міцності елемента виконується на основі відповідної розрахункової залежності, яка встановлює співвідношення між діючими напруженнями та допустимими значеннями для обраного матеріалу

$$M = \frac{M}{[\sigma]}; \quad (3.9)$$

$$M = \frac{329.3}{160 \cdot 106} = 0.0194 \text{ см}^3$$

Діаметр осі колеса визначається за розрахунковою залежністю, що враховує величину згинаючого моменту, умови навантаження та допустимі напруження для матеріалу осі:

$$d = 3 \sqrt{\frac{32 \cdot W}{\pi}}; \quad (3.10)$$

$$d = 3 \cdot \sqrt{\frac{32 \cdot 0.000023}{3.14}} = 2.092 \text{ см}$$

За результатами виконаних розрахунків раціональним є прийняття діаметра осі колеса $d = 2,1 \text{ см}$, що забезпечує виконання умови міцності та достатній запас надійності під час роботи підйомного механізму в заданих експлуатаційних режимах.

3.4 Технологічні особливості та принцип дії інерційно-ударного гайковерта

Для виконання операцій із загвинчування та відгвинчування колісних кріпильних елементів автомобілів у виробничих умовах застосовують електромеханічні реверсивні інерційно-ударні гайковерти, зокрема типу І-330. Такі пристрої призначені для роботи з різьбовими з'єднаннями, що потребують

значних моментів затягування, характерних для кріплення колісних дисків, ресорних драбин та інших відповідальних вузлів ходової частини.

Під час виконання важких кріпильних операцій використовують як електромеханічні, так і пневматичні гайковерти. Вибір конкретного типу обладнання зумовлюється необхідною величиною крутного моменту, умовами експлуатації та рівнем механізації робочого місця. Конструктивно гайковерти можуть виконуватися у ручному варіанті або у вигляді пересувних установок, змонтованих на візках, що переміщуються по підлозі виробничого приміщення чи вздовж напрямних в оглядових канавах.

Інерційно-ударний гайковерт змонтований на триколісному візку зі вертикальною стійкою, по якій у напрямку вгору-вниз переміщується каретка з монтажною плитою. На плиті розташовано електродвигун, маховик, що приводиться в обертання через клинопасову передачу, а також електромагніт, призначений для ввімкнення ударного механізму. Передача крутного моменту на робочий інструмент здійснюється через систему напівмуфт: рухома напівмуфта, що переміщується по шліцах вала, входить у зачеплення з нерухомою, унаслідок чого накопичена в маховику енергія передається на торцевий ключ у вигляді короткочасного ударного імпульсу. Одночасно з активацією електромагніта електродвигун вимикається, що дозволяє використовувати кінетичну енергію маховика максимально ефективно.

Величина крутного моменту, що реалізується на вихідному валу, визначається часом вибігу маховика. Чим менша тривалість вибігу, тим більший імпульсний момент передається на різьбове з'єднання. У зв'язку з цим максимальні значення моменту досягаються на завершальній стадії затягування гайки або на початковому етапі її відгвинчування, тобто саме тоді, коли це найбільш необхідно. Використання інерційно-ударного принципу роботи дає змогу отримувати значні крутні моменти – до 1,5 кН·м – за відносно невеликої потужності електродвигуна та простої, легкої трансмісії.

Разом з тим до недоліків інерційно-ударних гайковертів слід віднести підвищений рівень шуму під час роботи, а також обмежені можливості точного регулювання моменту затягування, що потребує додаткового контролю якості виконання кріпильних операцій.

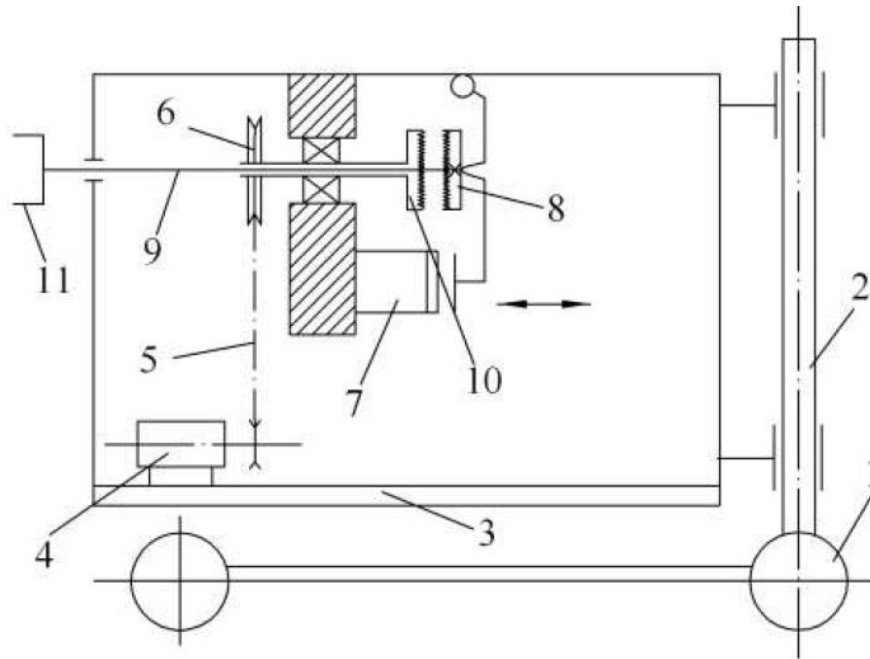


Рис. 3.1. Інерційно- ударний гайковерт.

Під час експлуатації інерційно-ударного гайковерта необхідно враховувати, що за відсутності фіксації колеса гальмівним механізмом можливе його мимовільне обертання під дією прикладеного крутного моменту. Така особливість роботи інструмента потребує обов'язкового застосування додаткових заходів фіксації колеса з метою підвищення безпеки та якості виконання кріпильних операцій.

Основні техніко-експлуатаційні параметри інерційно-ударного гайковерта типу І-330, які визначають його функціональні можливості та сферу застосування, наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2. Технічні характеристики гайковерта І-330.

Найменування параметра, одиниця виміру	Значення параметра
Тип	Підлоговий, пересувний
привід	Електричний, реверсивний
Принцип дії	інерційний
Максимально крутний момент, Н · м	1776/120
Межі установки ключа по висоті, мм	300-800
Максимальний діаметр різьби гайки, мм	27
Потужність електродвигуна, кВт	0.55
Габарити, мм Довжина / Ширина / Висота	1250x650x1100
Маса нетто, кг	95

3.5 Розрахунок основних параметрів гайковерта

Обґрунтування параметрів інерційно-ударного гайковерта доцільно розпочинати з визначення крутного моменту, який є необхідним для надійного загвинчування різьбового з'єднання заданого типорозміру. Саме величина цього моменту визначає вибір конструктивної схеми інструмента, його енергетичні можливості та доцільність застосування в умовах технічного обслуговування автомобілів.

$$T_z = T_t + T_p \quad (3.11)$$

$$T_t = \frac{F \cdot f \cdot D_{cp}}{2} \quad (3.12)$$

Для умов сухого контакту металевих поверхонь у різьбовому з'єднанні коефіцієнт тертя приймається рівним 0,15, що відповідає характерним експлуатаційним умовам роботи кріпильних елементів без додаткового змащення.

Осьове зусилля F , яке виникає під час затягування різьбового з'єднання, визначається з урахуванням умов міцності різьби за напруженнями зрізу. При цьому найбільш навантаженим елементом є різьба гвинта, оскільки діаметр його западин менший за відповідний внутрішній діаметр різьби гайки. Така геометрична особливість зумовлює концентрацію напружень саме в тілі гвинта, що необхідно враховувати під час розрахунку допустимого осьового навантаження та відповідного крутного моменту затягування.

$$F \leq [\tau] \cdot \pi \cdot d_1 \cdot H \cdot k \cdot k_n \quad (3.13)$$

$$[\tau] = 0,6\sigma_T; H = 0,8d_1; d_1 = d - 1,08P; k = 0,87$$

$$k = 0,87; k_n = 0,6 \quad [\sigma_T] = 250 \dots 400 \text{ Мпа.}$$

Середній діаметр різьби гайки визначається за відповідною розрахунковою залежністю, яка враховує номінальний діаметр різьбового з'єднання та його геометричні параметри:

$$D_{cp} = \frac{D_1 + d_{отв}}{2} D_1$$

Момент сил, що виникає в різьбовому з'єднанні під час затягування, визначається за розрахунковою залежністю, яка встановлює взаємозв'язок між

осьовим зусиллям, середнім діаметром різьби та коефіцієнтом тертя на контактних поверхнях:

$$T_p = 0,5 \cdot F \cdot d_2 \cdot \tan(\alpha + \varphi) \quad (3.14)$$

$$d_2 = d - 0,54P$$

Для різьбових з'єднань сталевих кріпильних елементів коефіцієнт приведенного тертя приймається рівним $f_{\text{пр}} = 0,174$. Відповідне значення кута тертя становить $\varphi = 9,87^\circ$.

Підставивши зазначені параметри у розрахункову залежність, одержуємо подальше числове значення шуканого моменту, яке використовується на наступному етапі аналізу процесу затягування різьбового з'єднання:

$$d_2 = 48 - 0,54 \cdot 2 = 46,92 \text{ мм};$$

$$d_1 = 48 - 1,08 \cdot 2 = 45,84 \text{ мм}$$

Використання цих залежностей дозволяє комплексно оцінити вплив сил тертя в різьбі на загальний крутний момент і забезпечує коректне визначення енергетичних параметрів роботи гайковерта:

$$F = 180 \cdot 3,14 \cdot 45,84 \cdot 36,67 \cdot 0,87 \cdot 0,6 = 440834,6 \text{ Н};$$

$$T_p = 0,5 \cdot 440834,6 \cdot 46,92 \cdot 0,19 = 1964976 \text{ Н} \cdot \text{мм};$$

$$D_{\text{ср}} = \frac{53 + 49}{2} = 77 \text{ мм};$$

$$T_T = \frac{440834,6 \cdot 0,15 \cdot 77}{2} = 2545819 \text{ Н} \cdot \text{мм};$$

$$T_3 = 2545819 + 1964976 = 4510795 \text{ Н} \cdot \text{мм}.$$

Для забезпечення надійного роз'єднання різьбового з'єднання крутний момент відкручування повинен перевищувати момент затягування T_3 . У зв'язку з цим при розрахунках доцільно враховувати підвищений опір тертю, який виникає в процесі експлуатації з'єднання. Значення коефіцієнта тертя в такому випадку приймають у межах $f = 0,25 \div 0,30$. Підставивши обране значення коефіцієнта тертя у вираз для моменту затягування:

$$T_T = \frac{440834,6 \cdot 0,25 \cdot 77}{2} = 4243033,025 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$T_{\text{отв}} = 4243033,025 + 1964976 = 6207709,025 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Діаметр вала під робочий ключ визначається з урахуванням максимального крутного моменту, який необхідно реалізувати під час операції відгвинчування різьбового з'єднання. За вихідний параметр приймають розрахункове значення моменту відкручування $T_{отк}$, на основі якого перевіряється здатність вала сприймати діючі крутильні навантаження без перевищення допустимих напружень:

$$d_B = \sqrt[3]{\frac{T_{отв}}{0,16[\sigma]}}; \quad (3.15)$$

$$d_B = \sqrt[3]{\frac{6207709,025}{0,16 \cdot 50}} = 79,63 \text{ мм.}$$

Визначення діаметра вала кулачкової зчіпної муфти виконується на основі розрахункової залежності, що пов'язує максимальний переданий крутний момент із допустимими напруженнями кручення для матеріалу вала:

$$d_{BH} = d_B + 10 = 92,63 \text{ мм.}$$

Зовнішній діаметр кулачків визначається за рівнянням:

$$D_H = 2d_B = 165,26 \text{ мм.}$$

Частота обертання маховика визначається найбільшою частотою обертання, при якій допускається включення муфти на ходу:

$$n_0 = \frac{V}{\pi D}; \quad (3.16)$$

$$n_0 = \frac{0,8}{3,14 \cdot 2,11575} = 4,3 \text{ с}^{-1};$$

$$D = \frac{D_n + d_{BH}}{2}; \quad (3.17)$$

$$D = \frac{165,26 + 92,63}{2} = 211,575 \text{ мм} = 2,11575 \text{ м.}$$

Кутова швидкість обертання маховика встановлюється на основі розрахункової залежності:

$$\omega = \frac{\pi n_0}{30} = 0,35 \text{ с}^{-1}.$$

Момент інерції маховика за умови заданого кутового прискорення має відповідати розрахунковому значенню:

$$\varepsilon = \omega \quad (3.18)$$

$$J = \frac{T_3}{\varepsilon}; \quad (3.19)$$

$$J = \frac{4510,795}{0,35} = 6065,7 \text{ Н} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^2;$$

$$\varepsilon = \frac{\omega^2}{2\varphi_1};$$

$$\varepsilon = \frac{0,1225}{2 \cdot 0,14} = 0,43$$

Наближене значення кута φ_1 доцільно визначати на основі величини кутового закручування вала робочого ключа:

$$\varphi_1 = \varphi_B \cdot k_1, \quad (3.20)$$

де $k_1 = 10 \dots 15$

$$\varphi_B = \frac{T_3 \cdot l}{G \cdot J_p}; \quad (3.21)$$

$$\varphi_B = \frac{873\,417,9 \cdot 720}{80000 \cdot 511\,832,42} = 0,014,$$

$l = 20d; G = 8 \cdot 10^4 \text{ МПа.}$

$$J_p = \frac{\pi \cdot d_B^4}{32}; \quad (3.22)$$

$$J_p = \frac{3,14 \cdot 77,63^4}{32} = 511\,832,42 \text{ Н} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^2;$$

$$\varphi_1 = 0,014 \cdot 10 = 0,14;$$

$$\varepsilon = \frac{0,1225}{2 \cdot 0,14} = 0,43 \text{ с}^{-2}.$$

Для суцільного маховика, виконаного у формі диска, попередньо приймають радіус маховика рівним 100 мм. За заданого геометричного розміру його маса визначається за відповідною розрахунковою залежністю, яка враховує об'єм диска та густину матеріалу:

$$m = \frac{2J}{r^2}; \quad (3.23)$$

$$m = \frac{2 \cdot 6065,7}{2500} = 5,29 \text{ кг.}$$

У випадку виконання маховика у вигляді кільця його маса визначається за розрахунковою залежністю:

$$m = \frac{2J}{(r_2^2 - r_1^2)}; \quad (3.24)$$

$$m = \frac{2 \cdot 6065,7}{2500 - 900} = 7,11 \text{ кг.}$$

Товщина маховика визначається за відповідною розрахунковою залежністю:

$$h_{\text{сп}} = \frac{m}{\pi \cdot r^2 \cdot \gamma}; \quad (3.25)$$

$$h_{\text{сп}} = \frac{3,27}{3,14 \cdot 0,05^2 \cdot 7800} = 0,053 \text{ м;}$$

$$h_{\text{кол}} = \frac{m}{\pi \cdot (r_2^2 - r_1^2) \cdot \gamma}; \quad (3.26)$$

$$h_{\text{кол}} = \frac{7,11}{3,14 \cdot (0,05^2 - 0,03^2) \cdot 7800} = 0,015 \text{ м.}$$

Потужність електродвигуна визначається з урахуванням вимоги забезпечення достатньо інтенсивного розгону маховика разом із ротором двигуна до заданої кутової швидкості, а також компенсації енергетичних втрат, що виникають у клинопасовій передачі та підшипникових опорах. Обґрунтований вибір потужності приводу гарантує стабільну роботу інерційного механізму та необхідну динаміку накопичення енергії.

Кінетична енергія обертального руху маховика визначається за відповідною розрахунковою залежністю:

$$W = \frac{J \cdot \omega^2}{2}; \quad (3.27)$$

$$W = \frac{6065,7 \cdot 0,1225}{2} = 371,52 \text{ Дж.}$$

Потужність електродвигуна визначається за розрахунковою залежністю:

$$N_{\text{дв}} = \frac{W \cdot k}{\eta_p \cdot \eta_{\pi}^2}; \quad (3.28)$$

$$N_{\text{дв}} = \frac{250,4 \cdot 2}{0,98 \cdot 0,98^2} = 617,45 \text{ Вт.}$$

$$k = 2 \dots 3$$

$$\eta_p, \eta_{\pi} = 0,98$$

3.6 Конструктивні особливості та принцип дії штовхаючого конвеєра

У виробничих зонах технічного обслуговування та ремонту автомобілів широкого застосування набули штовхаючі конвеєри, які вирізняються простотою конструкції та зручністю експлуатації. Такі транспортні системи призначені для організованого переміщення автомобілів між робочими постами з мінімальними витратами часу та фізичних зусиль персоналу.

Типовий штовхаючий конвеєр складається з приводної та натяжної станцій, тягового органу, а також системи напрямних шляхів. Переміщення транспортних засобів здійснюється за допомогою штовхаючих елементів – важелів або несучих візків, які передають зусилля безпосередньо на автомобіль. Залежно від конструктивного виконання штовхачі можуть упиратися у передній або задній міст, а також у заднє колесо автомобіля, що дозволяє адаптувати конвеєр до різних типів рухомого складу.

Як тягові органи у штовхаючих конвеєрах застосовують втулично-роликові або пластинчато-втулочні ланцюги, сталеві троси чи жорсткі штанги з гнучкими з'єднувальними елементами на кінцях. Тросові та штангові системи, як правило, використовуються у конвеєрах періодичної дії зі зворотно-поступальним рухом штовхачів, тоді як ланцюгові механізми можуть працювати як у періодичному, так і в безперервному режимі.

Як приклад на рис. 3.2 наведено принципову схему штовхаючого конвеєра періодичної дії. Приводна станція призначена для приведення в рух тягового органу та включає електродвигун, редуктор, клинопасову передачу і ведучу зірочку. Регулювання швидкості переміщення конвеєра здійснюється за допомогою двоступеневого шківа, що дає змогу адаптувати режим роботи до технологічних вимог. Конструктивно передбачена можливість як правого, так і лівого розташування приводної станції відносно осі конвеєра.

Натяжна станція виконує функцію підтримання оптимального натягу тягового ланцюга та оснащується гвинтовим механізмом регулювання, який забезпечує компенсацію подовження ланцюга в процесі експлуатації. Тяговий орган складається з однієї робочої гілки ланцюга, у яку з визначеним кроком

інтегровані штовхаючі візки. Крок розташування штовхачів обирають залежно від колісної бази та загальної довжини автомобіля, що транспортується, забезпечуючи стабільне та безпечне переміщення транспортних засобів уздовж конвеєрної лінії.

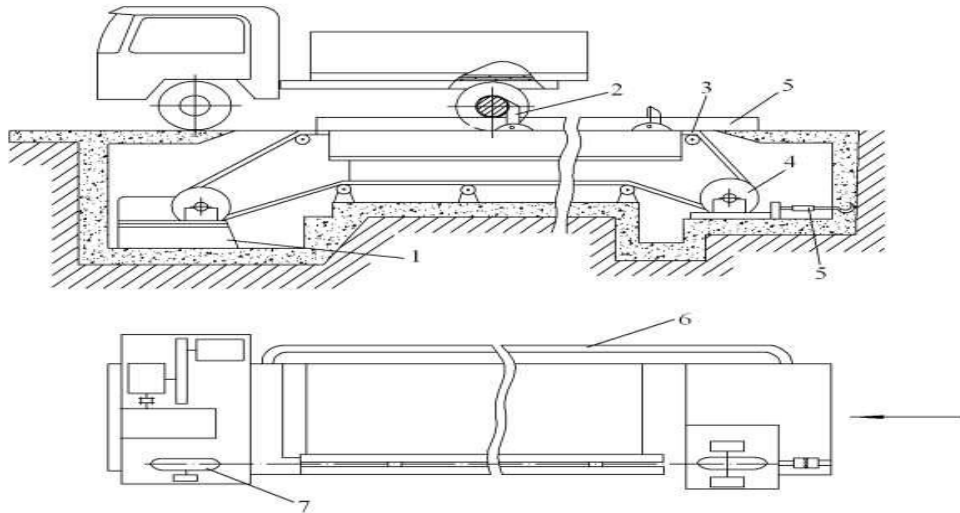


Рис. 3.2. Схема штовхаючого конвеєра:

1 - привідна станція; 2 – штовхаючий візок; 3 - ланцюг; 4 - натяжна станція; 5 - натягувач; 6 - колесовідбійник; 7 - привідна зірочка.

Кожен транспортний візок конвеєрної системи спирається на чотири опорні ковзанки, за допомогою яких він переміщується по напрямних рейкових шляхах. Кількість таких візків визначається числом робочих постів, розташованих уздовж технологічної лінії. За участю приводної станції та системи кінцевих вимикачів візки здійснюють зворотно-поступальний рух на відстань, що відповідає кроку між сусідніми постами, забезпечуючи поетапне переміщення автомобіля тросовим або ланцюговим конвеєром.

Штовхаючі елементи, які передають зусилля на балку заднього моста автомобіля, шарнірно закріплюються на ланцюзі, що дозволяє їм відхилятися у напрямку руху конвеєра. Така конструктивна особливість забезпечує безперешкодний прохід штовхачів під низько розташованими елементами кузова та шасі. Повернення штовхаючих важелів у вихідне положення здійснюється за допомогою пружин, що запобігає їх пошкодженню у разі самостійного руху автомобіля вздовж лінії.

Для стабілізації траєкторії переміщення транспортного засобу передні колеса автомобіля розміщують у спеціально виконаних бетонних або металевих

напрямних жолобах. У випадку, коли колія передніх і задніх коліс збігається, використання жолобів є недоцільним, і для забезпечення прямолінійного руху обмежуються встановленням колесовідбійників. Така організація руху підвищує безпеку експлуатації конвеєрної системи та точність позиціонування автомобіля на робочих постах.

3.7 Розрахунок параметрів зірочки штовхаючого конвеєра

Розрахунок геометричних параметрів зірочки штовхаючого конвеєра виконується на основі прийнятих характеристик тягового ланцюга, які визначають умови зачеплення, плавність руху та довговічність елементів приводу. Вихідними даними для проектування є основні розміри та конструктивні параметри ланцюга.

Для даного конвеєра прийнято такі характеристики тягового ланцюга:

крок ланцюга $t = 200\text{мм}$;

діаметр середньої частини валика $d = 30\text{мм}$;

відстань між внутрішніми пластинами $B_1 = 17\text{мм}$;

ширина пластини ланцюга $B_2 = 20\text{мм}$;

кількість зубів зірочки $Z = 8$.

На основі зазначених параметрів визначається діаметр ділильного кола зірочки, який становить $d = 522,62\text{мм}$. Отримане значення є базовим для подальшого конструювання зубчастого вінця та забезпечує правильну кінематику зачеплення ланцюга із зірочкою.

Діаметр допоміжної окружності зірочки визначається за відповідною розрахунковою залежністю:

$$D = d - 0.2 \cdot t; \quad (3.29)$$

$$D = 522.6 - 0.2 \cdot 200 = 482.62\text{мм}$$

Радіус западини зуба зірочки визначається за розрахунковою залежністю, яка враховує крок ланцюга та геометричні параметри його шарнірних елементів:

$$r = 0.53 \cdot d; \quad (3.30)$$

$$r = 0.53 \cdot 30 = 15.9\text{мм}$$

Радіус головки зуба зірочки визначається за відповідною аналітичною залежністю:

$$R = t - r; \quad (3.31)$$

$$R = 200 - 15.9 = 184.1 \text{ мм}$$

Діаметр кола вершин зубів зірочки визначається за розрахунковою залежністю

$$D = d + 1.2d; \quad (3.32)$$

$$D = 522.62 + 1.2 \cdot 30 = 558.62 \text{ мм}$$

Діаметр кола западин зірочки визначається за відповідною розрахунковою залежністю

$$D = d - d; \quad (3.33)$$

$$D = 522.62 - 30 = 492.62 \text{ мм}$$

Діаметр вінця зірочки прямокутного перерізу визначається за відповідною розрахунковою залежністю[^]

$$D = d - 1.1B; \quad (3.34)$$

$$D = 522.62 - 1.1 \cdot 20 = 500.62 \text{ мм}$$

Ширина основи зуба зірочки визначається за розрахунковою залежністю:

$$B = 0.9 \cdot B; \quad (3.35)$$

$$B = 0.9 \cdot 17 = 15.3 \text{ мм}$$

Ширина вершини зуба зірочки визначається за відповідною розрахунковою залежністю:

$$B = B - 0.016 \cdot t; \quad (3.36)$$

$$B = 15.3 - 0.016 \cdot 200 = 12.1 \text{ мм.}$$

3.8 Кінематичний розрахунок зірочки конвеєра

Кінематичний розрахунок приводу штовхаючого конвеєра передбачає визначення основних параметрів руху його елементів, зокрема частоти обертання приводної зірочки

$$(3.37)$$

$$n_3 = \frac{60v}{\pi D}; \quad (3.38)$$

$$n_3 = \frac{60 \cdot 0.48}{3.14 \cdot 522.62} = 17.55 \text{ об / хв.}$$

Передавальні числа приводу для кожного табличного значення частоти обертання приводної зірочки визначаються за розрахунковою залежністю, яка встановлює співвідношення між частотою обертання електродвигуна та частотою обертання зірочки:

$$u = \frac{n_{\text{дв}}}{n_3}; \quad (3.39)$$

$$u = \frac{\{709; 950\}}{17.55} = \{40.4; 54.13\}$$

Крутний момент на валу приводної зірочки визначають за розрахунковою залежністю:

$$T_3 = \frac{WD_3}{2}; \quad (3.40)$$

$$T_3 = \frac{4221 \cdot 0.52262}{2} = 1103 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Пошук інноваційних підходів до вдосконалення технологічних процесів ТО-1

Застосування традиційної системи виконання профілактичних і ремонтних робіт автомобільної техніки за фіксованими інтервалами часу або напрацюванням не повною мірою відповідає сучасним вимогам забезпечення безпеки дорожнього руху та підвищення економічної ефективності експлуатації вантажних автомобілів. Навіть за дотримання встановлених регламентів залишаються можливими виникнення відмов і несправностей, що негативно впливають на надійність рухомого складу. В окремих випадках профілактичні операції виконуються передчасно або, навпаки, із запізненням, що призводить до нераціональних витрат ресурсів і зниження ефективності технічного обслуговування.

Ключовою причиною зазначених недоліків є те, що значна частина операцій з технічного обслуговування і ремонту виконується без урахування реального технічного стану агрегатів, вузлів і систем автомобіля. Такий підхід не дозволяє повною мірою адаптувати обсяги та періодичність робіт до фактичних умов експлуатації, що обумовлює необхідність подальшого розвитку і вдосконалення системи ТО і ремонту автомобільної техніки.

Найбільш прогресивною слід вважати таку систему технічного обслуговування і ремонту, яка забезпечує тісний взаємозв'язок між процесами зміни технічного стану автомобіля, що характеризуються динамікою діагностичних параметрів, і процесами їх відновлення. У цьому контексті особливої уваги заслуговує обслуговування автомобілів за технічним станом, яке ґрунтується на результатах діагностування та оцінюванні фактичного рівня працездатності.

Технічне обслуговування за технічним станом належить до планово-попереджувальних систем, у межах яких обсяги та періодичність діагностичних і профілактичних робіт визначаються на основі аналізу змін експлуатаційних параметрів. Запобіжний характер такої системи реалізується шляхом

безперервного або періодичного контролю надійності й технічного стану автомобілів з метою своєчасного виявлення передвідмовних станів. При цьому провідним є принцип випереджального попередження відмов і несправностей, що досягається, зокрема, використанням граничних і попереджувальних допусків на контрольовані параметри.

Застосування інноваційних підходів у процесі проектування ТО-1, заснованих на технічному стані, створює передумови для підвищення надійності вантажних автомобілів, зменшення непродуктивних витрат та оптимізації експлуатаційних показників автотранспортних підприємств.

Попереджувальний допуск слід розглядати як інтервал допустимих значень контрольованого параметра, що розташовується між передвідмовним і граничним станами. Перевищення граничного значення параметра свідчить про настання відмови, тоді як досягнення передвідмовного рівня є сигналом необхідності завчасного виконання профілактичних заходів з метою запобігання порушенню працездатності.

Система технічного обслуговування автомобілів за фактичним технічним станом базується на комплексному аналізі показників надійності вузлів і агрегатів, використанні сучасних та об'єктивних методів технічного діагностування, а також на високому рівні експлуатаційної технологічності конструктивних рішень. Інформаційним підґрунтям такого підходу є сукупність даних про надійність елементів автомобіля, їхній поточний технічний стан і величину витрат, пов'язаних із проведенням технічного обслуговування та ремонту.

Ефективна реалізація обслуговування за технічним станом можлива лише за умови забезпечення заданого рівня безвідмовності елементів автомобіля та можливості прогнозування їхньої залишкової працездатності. Важливу роль при цьому відіграє своєчасне виявлення несправностей і відмов, зокрема на початкових етапах їх розвитку, що досягається за наявності достатнього рівня контролепридатності, систем індикації, а також відповідних методів і засобів контролю. Не менш значущим чинником є експлуатаційна технологічність конструкцій, яка забезпечує швидке й раціональне відновлення справності та працездатності автомобільних елементів.

З позицій системного підходу функціонування технічного обслуговування за технічним станом орієнтоване на досягнення оптимального значення цільової функції, що полягає в мінімізації сумарних питомих витрат на технічне обслуговування і ремонт за умови своєчасної окупності додаткових капіталовкладень у засоби діагностування та контролю.

Залежно від організації контролю розрізняють два основні різновиди технічного обслуговування і ремонту за технічним станом: перший ґрунтується на оцінюванні рівня надійності окремих елементів автомобіля, другий – на безпосередньому контролі параметрів агрегатів і систем у процесі експлуатації.

У разі організації технічного обслуговування і ремонту автомобілів за фактичним технічним станом із контролем показників надійності окремих елементів рухомого складу експлуатація деталей і вузлів здійснюється без жорстко регламентованого ресурсного обмеження – до моменту виникнення відмови. При цьому реальний рівень надійності елементів автомобіля, зокрема інтенсивність потоку відмов, не повинен перевищувати встановлене граничне статистичне значення. Якщо за однакових умов експлуатації цей показник перевищується для певних елементів, автомобіль спрямовують на позапланове технічне обслуговування або ремонт. Одночасно тимчасово встановлюється міжремонтний ресурс, який розглядається як індикатор необхідності підвищення надійності відповідних конструктивних елементів. Реалізація такого підходу потребує чітко налагодженої системи збору, накопичення та аналітичної обробки інформації про відмови й несправності елементів автомобілів на автотранспортному підприємстві.

Інший підхід до технічного обслуговування за технічним станом ґрунтується на контролі параметрів агрегатів після відпрацювання ними встановленого нормативного ресурсу. У цьому випадку передбачається безперервний або періодичний моніторинг параметрів, що визначають технічний стан відповідних агрегатів і систем. За результатами такого контролю приймається обґрунтоване рішення щодо можливості подальшої експлуатації автомобіля до наступної перевірки без проведення ремонтних втручань.

Контроль зміни функціональних і діагностичних параметрів агрегатів здійснюється з визначеною періодичністю як у процесі руху автомобіля, так і під

час виконання регламентних операцій технічного обслуговування та ремонту.

Прогнозування технічного стану або рівня надійності агрегату проводиться на інтервал часу не менший за період до наступного контрольного вимірювання параметрів. При цьому додатково залучається статистична інформація щодо надійності відповідних елементів автомобіля.

Отримані прогностичні дані слугують технічною основою для прийняття рішень про допуск агрегатів до подальшої експлуатації. Загалом система технічного обслуговування і ремонту автомобілів за технічним станом із контролем параметрів експлуатованих агрегатів належить до найбільш ефективних з точки зору підвищення надійності рухомого складу, зниження експлуатаційних витрат та забезпечення належного рівня безпеки дорожнього руху.

З метою підвищення результативності виробничо-господарської діяльності автотранспортного підприємства доцільним є впровадження сучасних технологічних рішень і високопродуктивного автоматизованого обладнання для виконання операцій технічного обслуговування та діагностування. Застосування таких засобів забезпечує підтримання рухомого складу у працездатному стані, підвищує точність оцінювання технічного стану автомобілів і дає змогу своєчасно визначати потребу у виконанні ремонтних заходів.

У межах завдання кваліфікаційного проєкту передбачалося обґрунтування організаційних і технологічних рішень щодо створення спеціалізованої дільниці технічного обслуговування та діагностики для парку з 110 вантажних автомобілів. Перспективні плани підприємства включають подальше розширення кількості експлуатованих транспортних засобів, а також надання сервісних послуг з їх технічного обслуговування стороннім замовникам, зокрема приватним перевізникам, що здійснюють міські перевезення.

Головне призначення технічного обслуговування автомобіля полягає у запобіганні передчасному досягненню ним граничного технічного стану або максимальному відтермінуванні цього моменту. Реалізація зазначеної мети досягається, по-перше, шляхом профілактики виникнення відмов через систематичний контроль параметрів технічного стану автомобіля, агрегатів і механізмів та приведення їх до номінальних або близьких до номінальних

значень. По-друге, ефективність ТО забезпечується зниженням інтенсивності деградації технічних параметрів і темпів зношування сполучених деталей завдяки своєчасному виконанню мастильних, регулювальних, кріпильних та інших регламентних робіт.

Операції технічного обслуговування виконуються з обов'язковим попереднім контролем, основним інструментом якого є технічна діагностика. Діагностування призначене для визначення фактичного технічного стану автомобіля, його систем, вузлів і агрегатів без розбирання та виступає невід'ємним технологічним елементом процесу ТО. Окрім власне технічних операцій, до комплексу робіт технічного обслуговування належать також заходи з підтримання належного зовнішнього вигляду і санітарного стану автомобіля, зокрема очищення, миття та сушіння.

У процесі періодичного технічного обслуговування параметри технічного стану транспортних засобів підтримуються в установлених допустимих межах. Водночас унаслідок природного зношування деталей, виникнення пошкоджень і інших експлуатаційних чинників відбувається поступове вичерпання ресурсу автомобіля, його агрегатів і механізмів. На певному етапі експлуатації настає граничний стан, усунення якого вже неможливе виключно профілактичними методами технічного обслуговування, що обумовлює необхідність відновлення втраченої працездатності шляхом виконання ремонтних робіт.

4.2 Економічне обґрунтування вдосконалення та механізації технологічного процесу зони ТО-1

Економічне обґрунтування виступає підсумковим етапом розроблення та оцінювання запропонованих техніко-технологічних рішень, спрямованих на підвищення ефективності функціонування зони технічного обслуговування та скорочення тривалості виконання регламентних робіт. Його метою є кількісна оцінка доцільності впровадження інновацій з позицій зниження витрат і зростання результативності виробничої діяльності.

Сутність запропонованих інновацій полягає у впровадженні сучасних засобів механізації технологічних операцій у зоні ТО-1, зокрема канавного

підйомника, інерційно-ударного гайковерта та конвеєрної системи для переміщення автомобілів між постами.

Реалізація зазначених технічних рішень спрямована насамперед на зменшення трудомісткості операцій технічного обслуговування та підвищення продуктивності праці персоналу. Застосування канавного підйомника, інерційно-ударного гайковерта і штовхаючого конвеєра дозволяє скоротити витрати праці на виконання обслуговувальних робіт у середньому на 1,2–1,8 люд.-год на одне обслуговування. При прогнозованому річному обсязі виробничої програми 177 обслуговувань це забезпечує зростання продуктивності праці обслуговуючого персоналу на 8–10 %.

Окрім безпосереднього економічного ефекту, впровадження сучасного технологічного обладнання сприяє підвищенню якості виконання окремих операцій, поліпшенню умов праці працівників та зниженню їх фізичного навантаження. Водночас забезпечується більш високий рівень виробничої безпеки та надійності експлуатації обладнання, що в комплексі підвищує загальну ефективність роботи зони технічного обслуговування.

4.3 Оцінювання економічної ефективності інноваційного проєкту

Оцінювання економічної доцільності впровадження інноваційних рішень у технологічний процес технічного обслуговування першого рівня вантажних автомобілів здійснюється на основі системного аналізу сукупності техніко-економічних показників. Такий підхід дозволяє кількісно визначити результативність модернізації та обґрунтувати ефективність вкладення інвестиційних ресурсів.

Для всебічної оцінки економічної ефективності інноваційного проєкту визначаються такі основні показники:

- сумарний обсяг капітальних вкладень, необхідних для реалізації проєкту;
- собівартість виконання операцій ТО-1 у проєктному періоді;
- річний обсяг очікуваного чистого прибутку, отриманого в результаті модернізації;
- абсолютний економічний ефект від упровадження інноваційних заходів;

– строк повернення інвестиційних витрат.

$$B_{oz} = \sum_{i=1}^n C_{obi} \cdot n_i \cdot (1 + K_{mp} + K_m), \quad (4.1)$$

У подальших економічних розрахунках приймаємо нормативні коефіцієнти: $\alpha = 0,15$ та $\beta = 0,10$, які враховують додаткові витрати, пов'язані з логістикою та монтажно-налагоджувальними роботами.

Витрати на придбання технологічного обладнання визначаються відповідно до складеної специфікації з урахуванням чинних договірних (ринкових) цін постачальників. До загальної суми інвестицій також включаються витрати на транспортування обладнання до місця експлуатації та його встановлення на виробничій ділянці. Узагальнені результати розрахунку витрат на закупівлю, доставку та монтаж обладнання наведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1. Витрати на придбання, транспортування та монтаж технологічного обладнання.

Найменування технологічного обладнання	Кількість, од.	Вартість за одиницю, грн.	Загальні витрати, тис. грн.
Інерційно-ударний гайковерт	1	22000	27500
Канавний підйомник	1	35360	44200
Штовхаючий конвеєр	1	108640	135800
Разом:	3	166000	207500

Собівартість виконання робіт з технічного обслуговування першого рівня вантажних автомобілів у проектному періоді доцільно визначати на основі поелементного підходу. При цьому до складу витрат включаються такі основні статті: оплата праці ремонтного персоналу, нарахування єдиного внеску на загальнообов'язкове державне соціальне страхування, витрати на матеріали та запасні частини, витрати, пов'язані з утриманням і експлуатацією технологічного обладнання, а також загальновиробничі витрати.

Загальний фонд оплати праці ремонтних робітників визначається на основі встановлених тарифних ставок, фактичної трудомісткості робіт і річного обсягу виробничої програми:

$$ЗФЗП = \Phi ОЗП + \Phi ДЗП, \quad (4.2)$$

Фонд основної заробітної плати виробничих робітників визначається за розрахунковою залежністю:

$$\Phi ОЗП = ТС_{ср} \cdot Т_{рем}, \quad (4.3)$$

Середня тарифна ставка робітників визначається за розрахунковою залежністю

$$ТС_{ср} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i \cdot ГТС_i}{P_i}, \quad (4.4)$$

Чисельність виробничих робітників визначається за розрахунковою залежністю:

$$P = \frac{T_{рем}}{\Phi_p \cdot k_n}, \quad (4.5)$$

$$k_n = 1,05.$$

Фонд додаткової заробітної плати приймається у межах 15–20 % від величини фонду основної заробітної плати та враховує виплати за відпустки, доплати за роботу в особливих умовах, преміальні та інші передбачені законодавством і колективними угодами нарахування.

Розмір заробітної плати робітників, що включається до калькуляції собівартості виконання одного технічного обслуговування вантажного автомобіля, визначається за відповідною розрахунковою залежністю, яка враховує сумарний фонд оплати праці та обсяг виконаних обслуговувань у розрахунковому періоді:

$$ЗП_{рем} = \frac{ЗФЗП}{Q}, \quad (4.6)$$

Використовуючи розрахункові залежності (3.1)–(3.5), здійснюємо послідовний розрахунок відповідних економічних показників, необхідних для визначення собівартості та оцінювання ефективності виконання робіт з технічного обслуговування у проектному періоді:

$$P = \frac{7092}{1893,3 \cdot 1,05} = 3,93$$

У розрахунках приймається штатна чисельність у кількості чотирьох виробничих робітників, з яких двоє мають кваліфікацію 2-го тарифного розряду, а ще двоє – 3-го тарифного розряду:

$$TC_{cp} = \frac{2 \cdot 60,1 + 2 \cdot 63,5}{2} = 61,80 \text{ грн./год.}$$

$$\Phi OЗП = 61,80 \cdot 7092 = 438285,6 \text{ грн.}$$

$$\Phi ДЗП = 0,2 \cdot 438285,6 = 87657,12 \text{ грн.}$$

$$ЗФЗП = 438285,6 + 87657,12 = 525942,72 \text{ грн.}$$

$$ЗП_{обсл} = \frac{525942,72}{177} = 2971,42 \text{ грн.}$$

Єдиний внесок на загальнообов'язкове державне соціальне страхування визначається за розрахунковою залежністю:

$$B_{внес} = \frac{ЗП_{рем}}{100} \cdot a_{внес}, \quad (4.7)$$

$$a_{внес} = 22 \text{ \%}.$$

$$B_{внес} = 2971,42 \cdot 0,22 = 653,71 \text{ грн.}$$

Зокрема, для кожного виду матеріалів під час розроблення операційної карти встановлюються нормативи витрат у натуральних показниках, після чого визначається їх грошова оцінка. З метою формування прогнозної собівартості робіт матеріальні витрати на проведення одного технічного обслуговування приймаються відповідно до фактичних даних і становлять 5500,00 грн.

Витрати, пов'язані з утриманням та експлуатацією технологічного обладнання, визначаються за відповідною розрахунковою залежністю, яка враховує амортизаційні відрахування, витрати на енергоресурси, технічне обслуговування і поточний ремонт обладнання.

$$B_o = \frac{\alpha_{вуро} \cdot ЗП_{рем}}{100}, \quad (4.8)$$

$$\alpha_{вуро} = 70\%.$$

$$B_o = 0,7 \cdot 2971,42 = 2079,9 \text{ грн.}$$

Витрати за статтею загальновиробничі витрати визначаються за розрахунковою залежністю, яка враховує сукупність непрямих витрат, пов'язаних з організацією та обслуговуванням виробничого процесу в зоні

технічного обслуговування. Застосування цієї формули дає змогу коректно розподілити загальновиробничі витрати між окремими видами робіт і включити їх до складу собівартості виконання ТО-1:

$$B_{\text{заг.вир}} = \frac{\alpha_{\text{заг.вир}} \cdot 3П_{\text{рем}}}{100}, \quad (4.9)$$

$$\alpha_{\text{заг.вир}} = 110\%.$$

$$B_{\text{заг.вир}} = 1,1 \cdot 2971,42 = 3268,56 \text{ грн.}$$

Розрахункові результати формування виробничої собівартості виконання робіт з технічного обслуговування автомобіля узагальнено та подано у таблиці 4.2. У ній відображено структуру витрат за основними статтями, що дозволяє оцінити їх частку в загальній собівартості та проаналізувати економічну ефективність організації першого технічного обслуговування.

Таблиця 4.2. Калькуляція виробничої собівартості проведення першого технічного обслуговування автомобіля.

Найменування статей витрат	Величина витрат на одиницю, грн.
Заробітна плата ремонтних робітників	2971,42
Єдиний внесок на загальнообов'язкове державне соціальне страхування	653,71
Матеріальні витрати	5500,00
Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	2079,9
Загальновиробничі витрати	3268,56
Всього виробнича собівартість	14473,59

Виробнича собівартість виконання першого технічного обслуговування вантажного автомобіля у базовому періоді становить 15 920,9 грн. Для оцінювання економічного ефекту від упровадження інноваційних рішень визначається зміна собівартості проведення ТО-1, яка розраховується за відповідною аналітичною залежністю

$$\Delta C_1 = C_{1\text{баз}} - C_{1\text{пр}}, \quad (4.10)$$

Собівартість виконання першого технічного обслуговування вантажного автомобіля у базовому та проектному періодах відповідно, грн:

$$\Delta C_1 = 15920,949 - 14473,59 = 1447,35 \text{ грн.}$$

Загальний обсяг економії витрат на виконання першого технічного обслуговування вантажного автомобіля визначається за розрахунковою залежністю:

$$\Delta C = \Delta C_1 \cdot Q, \quad (4.11)$$

$$\Delta C = 1476,41 \cdot 177 = 261324,57 \text{ грн.}$$

Річний обсяг очікуваного прибутку від упровадження інноваційного проєкту визначається за розрахунковою залежністю:

$$\Pi_t = (C - C) \cdot Q, \quad (4.12)$$

Річний обсяг очікуваного чистого прибутку від реалізації інноваційного проєкту визначається за розрахунковою залежністю:

$$\Pi_{t(q)} = \Pi_t - \Pi_t \cdot \frac{\Pi_n}{100}, \quad (4.13)$$

$$\Pi_n = 18 \text{ \%}.$$

$$\Pi_{t(q)} = 358779,57 - 358779,57 \cdot 0,18 = 294199,24 \text{ грн.}$$

Очікуваний грошовий потік t -го року визначається за розрахунковою залежністю:

$$CF_t = \Pi_{t(q)} + A_t, \quad (4.14)$$

Річний обсяг амортизаційних відрахувань визначається за розрахунковою залежністю:

$$A_t = \frac{B_{oz} \cdot H_a}{100}, \quad (4.15)$$

Норма амортизації, виражена у відсотках, визначається за розрахунковою залежністю:

$$H_a = \frac{1}{T_{к.в.}} \cdot 100, \quad (4.16)$$

$$H_a = \frac{1}{5} \cdot 100 = 20 \text{ \% [10]}$$

$$A_t = 207500 \cdot 0,20 = 41500 \text{ грн.}$$

$$CF_t = 294199,24 + 41500 = 335699,24 \text{ грн.}$$

Попередній термін окупності проєкту визначається за розрахунковою залежністю:

$$T_{ок} = \frac{IC}{\Pi_{l(q)}} \quad (4.17)$$

$$T_{ок} = \frac{207500}{294199,24} = 0,70 \text{ року}$$

Загальний абсолютний економічний ефект від упровадження проєкту модернізації визначається за розрахунковою залежністю:

$$NPV = \sum_{t=1}^{n_2} \frac{CF_t}{(1+r)^t} - \sum_{j=0}^{n_1} \frac{IC_j}{(1+r)^j}, \quad (4.18)$$

$$NPV = \frac{335699,24}{1,23^1} - \frac{207500}{1,23^0} = 272926,21 - 207500 = 65426,21 \text{ грн.}$$

Запропоноване управлінське рішення є економічно обґрунтованим і рекомендованим до впровадження, оскільки значення чистої теперішньої вартості має додатний знак, що свідчить про перевищення дисконтованих доходів над інвестиційними витратами. Для подальшої кількісної оцінки ефективності вкладень визначають індекс прибутковості інвестицій, який розраховується за відповідною аналітичною залежністю

$$PI = \sum_{t=1}^{n_2} \frac{CF_t}{(1+r)^t} : \sum_{j=0}^{n_1} \frac{IC_j}{(1+r)^j}. \quad (3.19)$$

$$PI = \frac{335699,24}{1,23^1} : \frac{207500}{1,23^0} = \frac{272926,21}{207500} = 1,3$$

Запропонований інноваційний захід доцільно реалізовувати, оскільки значення індексу прибутковості інвестицій перевищує одиницю, що підтверджує економічну ефективність вкладених коштів.

Проміжок часу, упродовж якого фінансовий результат, отриманий від упровадження інноваційного проєкту, забезпечує повне відшкодування початкових інвестицій, визначається показником терміну окупності. Для більш точної оцінки цього показника розрахунок здійснюють на основі дисконтованих грошових потоків, що враховують зміну вартості грошей у часі.

Дисконтований період окупності інноваційного проєкту визначається за відповідною розрахунковою залежністю:

$$DPP = \frac{IC}{CF_{np}}, \quad (4.20)$$

$$DPP = \frac{207500}{272926,21} = 0,73 \text{ років.}$$

Дисконтований термін повернення інвестицій перебуває в межах запланованого періоду реалізації проєкту, що є свідченням його фінансової обґрунтованості та практичної доцільності.

У таблиці 4.3 наведено узагальнені показники економічної оцінки ефективності інноваційного проєкту, спрямованого на вдосконалення та механізацію технологічного процесу технічного обслуговування автомобілів.

Отримані в результаті розрахунків значення основних економічних показників відповідають встановленим нормативним критеріям. Це підтверджує економічну ефективність і доцільність упровадження проєкту модернізації технологічного процесу технічного обслуговування автомобілів у виробничих умовах.

Таблиця 4.3. Показники економічної оцінки ефективності вдосконалення та механізації технологічного процесу технічного обслуговування автомобілів.

Найменування показника	Одиниця виміру	Величина показника
Річна виробнича програма ремонтної дільниці	од.	177
Собівартість проведення одного поточного ремонту	грн.	14473,59
Вартість проведення одного поточного ремонту	грн.	16500,00
Загальна економія собівартості проведення поточного ремонту	грн.	261324,57
Загальна величина інвестиційних витрат	грн.	207500,00
Річна сума очікуваного прибутку від реалізації проєкту	грн.	358779,57
Річна сума очікуваного чистого прибутку від реалізації проєкту	грн.	294199,29
Чиста теперішня вартість	грн.	65426,21
Індекс прибутковості інвестицій	-	1,3
Дисконтований період окупності	років	0,73

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Вимірювання параметрів мікроклімату

Оцінювання параметрів мікроклімату у виробничих приміщеннях здійснюється шляхом інструментального контролю температури, відносної вологості та швидкості руху повітря. Для визначення температурно-вологісного режиму широко застосовують аспіраційні психметри, укомплектовані ртутними термометрами. Конструктивно такий прилад складається з двох однакових термометрів, резервуари яких обдуваються повітряним потоком із сталою швидкістю, що створюється вбудованим аспіратором.

Один із термометрів використовується як «сухий», тоді як резервуар іншого обгортають тонкою тканиною (батистом) і зволожують дистильованою водою – це так званий «змочений» термометр. За умов, коли відносна вологість повітря є меншою за 100 %, з поверхні зволоженої тканини відбувається випаровування води, що супроводжується додатковим відведенням теплоти й зниженням температури резервуара змоченого термометра. Чим нижчою є вологість повітря, тим інтенсивнішим стає процес випаровування і, відповідно, більшою є різниця показань між сухим і змоченим термометрами.

Для визначення відносної вологості фіксують показання обох термометрів, обчислюють температурну різницю та, використовуючи психметричні таблиці або відповідні графічні залежності, встановлюють шукане значення вологості за показанням сухого термометра.

Швидкість руху повітря в зоні робочих місць визначають за допомогою анемометрів ротаційного типу. Основним чутливим елементом таких приладів є крильчатка, частота обертання якої прямо пропорційна лінійній швидкості повітряного потоку. Обертальний рух передається на вимірювальний механізм – механічний або електронний, що забезпечує перетворення сигналу у зручну для зчитування числову форму.

Приклади засобів вимірювання параметрів мікроклімату наведені на рис. 5.1.

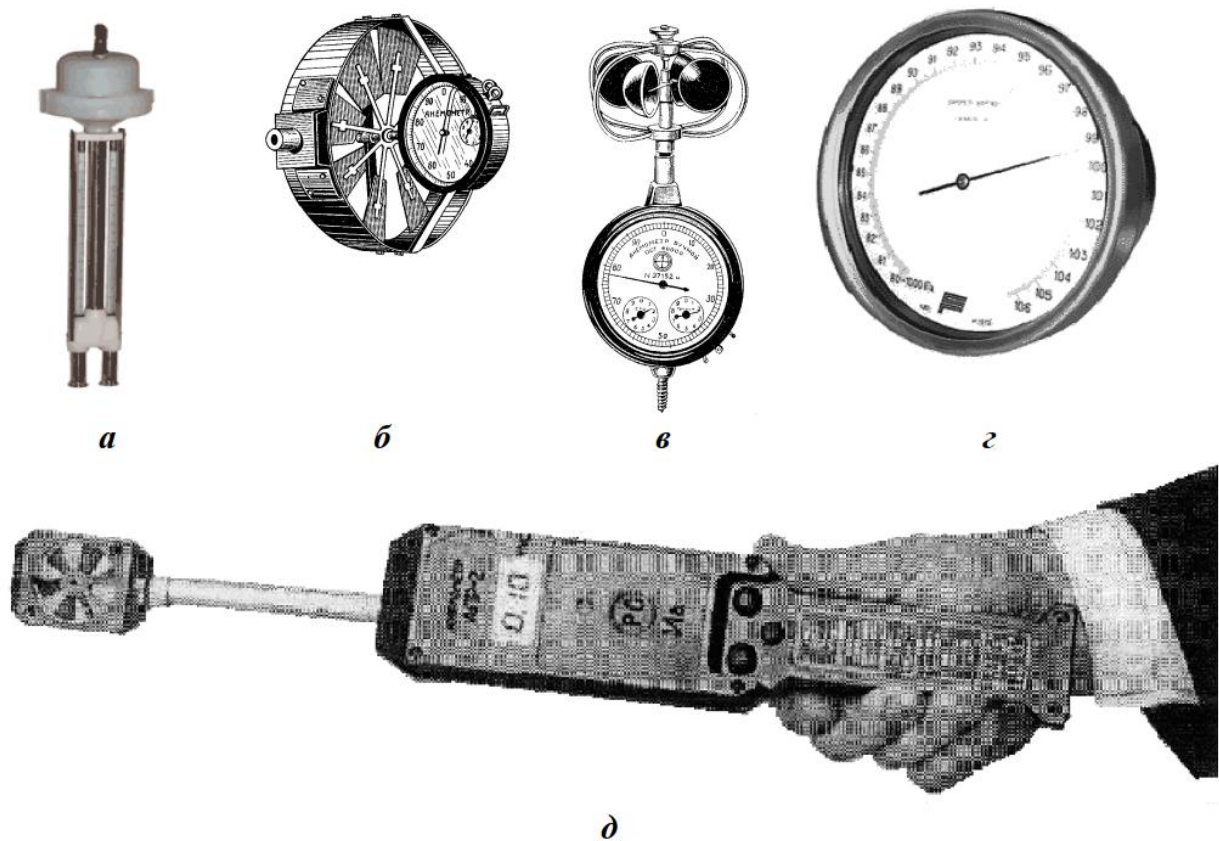


Рис. 5.1. Прилади для вимірювання параметрів мікроклімату:

а – психрометр аспіраційний МВ-4М; б – крильчастий анемометр АСО-3; в – чашковий анемометр МС-13; г – барометр-анероїд БАММ-1; д – анемометр АПР-2.

Забезпечення допустимих параметрів мікроклімату насамперед має здійснюватися за рахунок раціонального проєктування виробничих приміщень і науково обґрунтованого розміщення обладнання, яке є джерелом тепло-, холодо- або вологовиділення. З метою зменшення термічного навантаження на працюючих доцільно мінімізувати їх перебування в зонах із несприятливими умовами, максимально впроваджувати механізацію та автоматизацію виробничих операцій, а також використовувати дистанційне керування технологічним устаткуванням.

Підтримання нормативних кліматичних умов у холодний період року, як правило, забезпечується системами опалення, тоді як у теплий період основну роль відіграє вентиляція. У виробничих приміщеннях із підвищеними тепловиділеннями ефективним є застосування природної вентиляції у вигляді аерації. Для цього аераційні ліхтарі розміщують безпосередньо над основними джерелами тепла, зазвичай уздовж однієї осі. У випадках, коли природний

повітрообмін є технічно неможливим або недостатньо ефективним, використовують механічну загальнообмінну вентиляцію. Якщо тепловиділення мають локальний характер, обладнання оснащують місцевими витяжними пристроями — витяжними зонтами, локальними відсмоктувачами тощо.

Найбільш сприятливі метеорологічні умови у виробничих приміщеннях досягаються шляхом кондиціонування повітря. Кондиціонування передбачає формування та автоматичне підтримання незалежно від зовнішніх умов оптимальних для людини значень температури, відносної вологості, чистоти та швидкості руху повітря. Реалізація цього процесу здійснюється за допомогою кондиціонерів, які поділяються на системи повного кондиціонування, що регулюють усі зазначені параметри, та системи часткового кондиціонування, орієнтовані переважно на стабілізацію температурного режиму.

Хоча кондиціонування повітря потребує більших капітальних і експлуатаційних витрат порівняно з вентиляцією, такі витрати є економічно виправданими. Поліпшення мікрокліматичних умов сприяє підвищенню працездатності, зменшенню захворюваності персоналу та загальному зростанню продуктивності праці, що забезпечує швидку окупність впроваджених заходів.

У приміщеннях із великою площею закслених поверхонь необхідно передбачати заходи захисту від перегрівання в теплу пору року, зокрема шляхом раціональної орієнтації віконних прорізів за напрямком схід–захід, використання сонцезахисних екранів і жалюзі. У зимовий період, навпаки, слід вживати заходів для запобігання радіаційному охолодженню, у тому числі шляхом екранування робочих місць.

За наявності інтенсивних джерел теплового випромінювання застосовується комплекс рішень із теплоізоляції обладнання та нагрітих поверхонь із використанням теплозахисних матеріалів і конструкцій. Вибір конкретних засобів теплозахисту визначається рівнем теплового випромінювання та особливостями технологічного процесу.

У ситуаціях, коли технічними або організаційними методами неможливо забезпечити дотримання гігієнічних нормативів теплового опромінення, на робочих місцях застосовують засоби індивідуального захисту. До них належать спеціальний одяг і взуття, а також засоби захисту голови, очей, обличчя та рук.

У виробничих приміщеннях, де через технологічні обмеження або економічну недоцільність неможливо знизити інтенсивність теплового впливу до нормативних значень, використовують додаткові заходи — обдув повітрям, повітряні та водно-повітряні душі. За умов підвищених температур працівникам доцільно вживати газовану підсолену воду, що сприяє компенсації втрат рідини, солей і мікроелементів. Паралельно рекомендується збільшувати частку білкової їжі в раціоні, що в комплексі позитивно впливає на самопочуття та працездатність персоналу при роботі в умовах теплового навантаження.

5.2 Об'ємно-планувальні рішення сховищ

Сховища належать до підземних захисних споруд, у зв'язку з чим їх доцільно розміщувати в підвальних або цокольних поверхах будівель і споруд різного призначення. Водночас протирадіаційні укриття (ПРУ) допускається влаштовувати не лише в підземних рівнях, але й на перших поверхах виробничих, допоміжних, лікувальних, громадських і житлових будівель. Розміщення ПРУ вище першого поверху вважається недоцільним, оскільки в таких умовах істотно ускладнюється забезпечення нормативного рівня радіаційного захисту.

У складі сховищ передбачаються основні приміщення, функціональне призначення яких безпосередньо пов'язане з перебуванням укритих осіб. До них належать приміщення для розміщення людей, пункт управління (за потреби) та медичний пункт, наявність якого визначається розрахунковою місткістю та умовами експлуатації сховища.

Окрім основних, у сховищах проєктують допоміжні приміщення, що забезпечують автономність і безпеку їх функціонування. До таких приміщень відносять фільтровентиляційне приміщення (ФВП), приміщення для розміщення захищеної дизельної електростанції (ДЕС), санітарні вузли, комори для зберігання продовольства, а також станцію перекачування фекальних вод, яка може не передбачатися за певних умов. Крім того, у складі захисної споруди обов'язково передбачаються тамбури та тамбури-шлюзи, що виконують функції герметизації та зниження впливу зовнішніх шкідливих факторів.

Перебування людей у захисних спорудах організовується з використанням спеціальних лав або нар, які можуть мати один, два або три яруси. Місткість сховища визначається загальною кількістю місць для сидіння на нижньому ярусі та місць для лежання на верхніх ярусах. Для сховищ, як правило, приймається розрахункова місткість не менше ніж 150 осіб, що забезпечує доцільність їх використання та ефективність захисних функцій.

Під час проєктування приміщень, які пристосовуються під захисні споруди, необхідно орієнтуватися на раціональні й економічно обґрунтовані об'ємно-планувальні та конструктивні рішення. Геометричні параметри приміщень слід приймати мінімально допустимими, але такими, що гарантують дотримання нормативних вимог і забезпечують можливість ефективного використання цих площ у мирний час для господарських або виробничих потреб.

Об'ємно-планувальна структура приміщень для укриття людей формується з урахуванням нормативних площ і об'ємів на одну особу. Це дозволяє забезпечити мінімально допустимі умови життєдіяльності, зокрема можливість сидіння, лежання, пересування та виконання елементарних санітарно-побутових потреб. Проходи між лавами або нарами повинні забезпечувати вільний доступ до виходів, санітарних вузлів і допоміжних приміщень навіть за умов максимальної заповненості сховища.

Фільтровентиляційні приміщення розміщують таким чином, щоб мінімізувати довжину повітропроводів і забезпечити рівномірний розподіл очищеного повітря по всіх зонах перебування людей. При цьому планування має враховувати можливість переходу між режимами чистої вентиляції, фільтровентиляції та повної ізоляції. Приміщення для дизель-електростанції, за наявності, ізолюють від основних зон перебування людей, передбачаючи додаткові заходи з шумо- та віброізоляції.

Санітарні вузли у сховищах проєктують з урахуванням автономної роботи інженерних систем. Їх розташування повинно забезпечувати зручність користування та мінімізувати перетин потоків людей. У разі відсутності централізованої каналізації передбачаються накопичувальні ємності або станції перекачування фекальних вод. Приміщення для зберігання продовольства та

запасів води доцільно розміщувати поблизу основних приміщень укриття, забезпечуючи при цьому захист від вологи та забруднення.

Важливим аспектом об'ємно-планувальних рішень є можливість подвійного використання сховищ у мирний час. Приміщення можуть експлуатуватися як склади, архіви, майстерні або допоміжні виробничі площі, що знижує загальні витрати на будівництво й утримання захисних споруд. У цьому випадку конструктивні та планувальні рішення мають забезпечувати швидке приведення приміщень у режим захисної споруди без значних додаткових робіт.

Таким чином, об'ємно-планувальні рішення сховищ повинні базуватися на поєднанні вимог цивільного захисту, економічної доцільності та функціональної гнучкості, що дозволяє ефективно використовувати захисні споруди як у надзвичайних ситуаціях, так і в умовах повсякденної експлуатації.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі магістра на тему «Проектування першого технічного обслуговування вантажних автомобілів з його дослідженням» виконано комплексне вирішення науково-прикладної задачі, спрямованої на підвищення ефективності системи технічного обслуговування рухомого складу автотранспортних підприємств.

У ході виконання роботи в загально-технічному розділі проаналізовано призначення, зміст і особливості першого технічного обслуговування вантажних автомобілів у системі планово-попереджувального обслуговування. Обґрунтовано ключову роль ТО-1 у забезпеченні надійності, безпеки руху та економічної доцільності експлуатації вантажного автотранспорту. Сформульовано основні групи робіт ТО-1 (контрольні, регулювальні, профілактичні та оглядові) і визначено їх значення як інструменту технічного моніторингу стану автомобілів.

У технологічному розділі розроблено та проаналізовано технологічний процес виконання робіт у зоні ТО-1. Складено базову та удосконалену технологічні карти, що дозволило кількісно оцінити вплив інноваційних технічних і організаційних рішень на трудомісткість обслуговування. У результаті впровадження механізованих засобів переміщення автомобілів, сучасного обладнання та раціональної організації робочих місць досягнуто істотного зменшення сумарної трудомісткості ТО-1. Виконано розрахунок кількості технологічного обладнання та визначено раціональну площу зони технічного обслуговування, що забезпечує дотримання нормативних умов праці й ефективну організацію виробничого процесу.

У конструкторському розділі розроблено та обґрунтовано конструктивні рішення канавного підйомника, призначеного для обслуговування вантажних автомобілів у зоні ТО-1. Проведено розрахунки гідроциліндра, штока та рами підйомника на міцність і стійкість, які підтвердили працездатність і надійність прийнятих конструктивних параметрів. Також детально розглянуто принцип дії інерційно-ударного гайковерта, обґрунтовано доцільність його використання для виконання кріпильних операцій, характерних для вантажного рухомого складу.

У науково-дослідному розділі виконано аналіз результатів удосконалення організації ТО-1, що дозволило встановити закономірності впливу технічного оснащення та організаційних заходів на тривалість і якість обслуговування. Отримані результати підтверджують, що раціоналізація технологічного процесу сприяє зниженню простоїв автомобілів, підвищенню міжсервісного ресурсу агрегатів і стабільності їх роботи в експлуатації.

У розділі з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях проаналізовано умови праці персоналу зони ТО-1, визначено потенційні небезпечні та шкідливі виробничі фактори й обґрунтовано комплекс технічних та організаційних заходів щодо їх мінімізації. Запропоновані рішення забезпечують дотримання чинних нормативних вимог, підвищують рівень виробничої безпеки та сприяють збереженню працездатності обслуговуючого персоналу.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. О.Л. Ляшук, М.Г. Левкович, Д.В. Міронов, В.О. Тесля. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи магістра за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт» галузі знань 27 «Транспорт». – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2023. – 60 с.
2. Шапко В.Ф. Автомобільні двигуни. Основи теорії та характеристики поршневих двигунів внутрішнього згоряння: Навчальний посібник. - Кременчук: КНУ, 2011. - 194 с.
3. Коробочка О.М. Основи розрахунків, проектування і експлуатації технологічного обладнання для автомобільного транспорту: Навч. посібник / Коробочка О.М., Скорняков Е.С., Сасов О.О. – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2007 – 252 с.
4. 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.
5. Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту. – К.: Мінтранс України, 1998. – 16 с. – (Нормативний документ Мінтрансу України).
6. 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.
7. Законодавство України про автомобільний транспорт: збірник законодавчих актів : станом на 1 травня 2005 р. / Верховна Рада України. – К.: Парламентське видавництво, 2005. – 140 с. – (Нормативні директивні правові документи).
8. Канарчук В. Є. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. Книга 1 :теоретичні основи. Технологія: підручник / В. Є. Канарчук, О. А. Лудченко, А. Д. Чигиринець – К. : "Вища школа", 1994. – 342 с.
9. Канарчук В. Є. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. Книга 2: організація, планування і управління : підручник / В. Є. Канарчук, О. А. Лудченко, А. Д. Чигиринець – К.: "Вища школа", 1994. – 383 с.

10. Курніков І. П. Технологічне проектування підприємств автомобільного транспорту : навчальний посібник / І. П. Курніков, М. К. Корольов, В. М. Токаренко. – К. : Вища школа, 1993. – 191 с.
11. 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.
12. Кисликов В.Ф., Лущик В.В. Будова й експлуатація автомобілів: Підручник. – 8-те вид. - К.: Либідь, 2018. – 400 с.
13. Кисликов В.Ф. Лущик В.В. Будова й експлуатація автомобілів. – К.: Либідь, 2016. – 400 с. 5. Ю.А.
14. 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.
15. Ляшук, О., Гевко, І., Гупка, А., Слободян, Л., Гевко, Б., & Хорошун, Р. (2023). Розробка моделі узагальненого діагностичного показника технічного стану ходової частини автомобіля з використанням математичних методів теорії планування експерименту. сучасні технології в машинобудуванні та транспорті, 2(21), 135-144.
16. Практикум з охорони праці. Навчальний посібник / За ред.. В.Ц. Жидецького. – Львів: Афіша, 2000. – 352 с.
17. Стручок В.С. Техноекологія та цивільна безпека. Частина «Цивільна безпека»: навчальний посібник / В.С. Стручок.– Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2022. – 156 с.
18. 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.
19. Паливода Ю. Є., Ткаченко І. Г., Капаціла Ю. Б., Гевко Ів. Б. Технологія оброблення корпусних деталей : навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2016. 156 с.
20. Дикань С.А., Зима О.Є. Безпека в галузі та надзвичайних ситуаціях. Університетський курс [Текст]: підручник для студ. вищ. навч. закл. С.А. Дикань, О.Є. Зима. – Полтава: ТОВ «АСМІ», 2015. – 273 с.: табл., іл.