

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на здобуття освітнього ступеня

Бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Удосконалення ремонтно-обслуговуючих робіт СТО
Інтеравтотехсервіс з розробкою стенда для монтажу та демонтажу муфт
зчеплення

Виконав: студент 4 курсу, групи МА-41
спеціальності 274

«Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

Станіслав ВАЩУК
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Роман РОГАТИНСЬКИЙ
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль Марія СПРАВСЬКА
(підпис) (прізвище та ініціали)

Зав. кафедри Олег ЦЬОНЬ
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент
(підпис) (прізвище та ініціали)

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) (прізвище та ініціали)
«29» січня 2024 р.

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)
за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт»
(шифр і назва спеціальності)
студенту Ващуку Станіславу Юрійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення ремонтно-обслуговуючих робіт СТО
Інтеравтотехсервіс з розробкою стенда для монтажу та демонтажу муфт
зчеплення

Керівник роботи Рогатинський Р.М., д.т.н., професор.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «29» січня 2024 року № 4/7-73
2. Термін подання студентом завершеної роботи 17 червня 2024
3. Вихідні дані до роботи Базовий технологічний процес ремонтно-обслуговуючих робіт
4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)
1 Загально-технічний розділ. 2 Технологічний розділ. 3 Конструкторський розділ.
4 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
Зчеплення автомобіля – А1;
Схема технологічного процесу ремонту – А1;
Стенд для розбирання, збирання і регулювання зчеплення – А1;
Приспособлення для ви пресування запірного кільця підшипника – А1;
Приспособлення для контролю зчеплення автомобіля – А1;
План ділянки – А1;

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.	к.т.н. доц. Сенчишин В.С.		

7. Дата видачі завдання 29.січня 2024р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально-технічний розділ	15.02.2024	
2	Технологічний розділ	14.03.2024	
3	Конструкторський розділ	18.04.2024	
4	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	08.05.2024	
5	Оформлення графічної частини	22.05.2024	
6	Захист кваліфікаційної роботи бакалавра	26.06.2024	

Студент

(підпис)

Станіслав ВАЩУК

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Роман РОГАТИНСЬКИЙ

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра на тему: «Удосконалення ремонтно-обслуговуючих робіт СТО Інтеравтотехсервіс з розробкою стенда для монтажу та демонтажу муфт зчеплення».

Робота виконана на кафедрі автомобілів Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Керівник кваліфікаційної роботи бакалавра д.т.н., професор Рогатинський Р.М.

Пояснювальна записка складається з чотирьох розділів і 51 сторінки формату А4 та 6 аркушів формату А1 графічної частини 3 сторінок додатків.

Ключові слова: технічне обслуговування, ремонт, автомобіль, монтаж, демонтаж.

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	7
1.1 Категорії технічного обслуговування.....	7
1.2 Ключові напрямки подальшого розвитку системи технічного сервісу автотранспорту.....	10
1.3. Постановка завдання на виконання кваліфікаційної роботи бакалавра...	13
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	15
2.1 Обчислення технічного сервісу СТО.....	15
2.2 Обчислення трудовитрат на технічне обслуговування.....	16
2.3 Розподіл ремонтних та обслуговувальних заходів за місцем проведення..	18
2.4 Обчислення ключових показників виробничого процесу станції технічного обслуговування автомобілів.....	21
2.5 Обрахунок вартості основних виробничих активів.....	23
2.6 Розрахунок витрат на ремонт техніки.....	24
2.7 Економічні показники.....	26
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....	29
3.1 Перелік обладнання для проведення ТО.....	29
3.2 Структура та механізм дії стенду.....	35
3.3 Визначення параметрів пневматичного циліндра.....	35
3.4 Розрахунок та вибір посадки з натягом.....	37
3.5 Обчислення параметрів зварювального з'єднання.....	40
3.6 Обчислення параметрів різьбленого сполучення.....	41
4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	43
4.1 Аналіз стану охорони праці на СТО.....	43
4.2 Розрахунок штучного заземлювального пристрою.....	45
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	49
БІБЛІОГРАФІЯ.....	50
ДОДАТКИ	

ВСТУП

У сучасному світі, де технічний прогрес неухильно рухається вперед, важливість надійності та ефективності автосервісних послуг постійно зростає. СТО "Інтеравтотехсервіс", як один з лідерів у сфері автомобільного сервісу, стикається з необхідністю адаптації до змінюваних умов ринку та зростаючих вимог споживачів. Однією з ключових зон для вдосконалення є процеси ремонту та обслуговування, зокрема монтаж та демонтаж муфт зчеплення. Ці роботи є одними з найбільш технічно складних та часомістких, а тому вимагають особливої уваги та інноваційних підходів.

Метою даної кваліфікаційної роботи бакалавра є розробка стенда для монтажу та демонтажу муфт зчеплення, який дозволить зменшити часові та трудові витрати на виконання цих робіт, а також забезпечить підвищення якості обслуговування та безпеки процесів. Проект включає аналіз існуючих рішень, виявлення потреби в новому обладнанні, проектування стенда, а також оцінку його ефективності.

Ця робота спирається на теоретичні дослідження та аналіз ринку сучасного обладнання для СТО, зокрема вивчення новітніх технологій, які застосовуються у цій галузі. Інноваційний підхід до розробки стенда дасть змогу не тільки оптимізувати виконання ремонтних робіт, але й значно покращити ергономіку робочих місць, що безпосередньо впливає на задоволення працівників та зниження рівня професійного вигорання.

У результаті, робота покликана надати практичні рішення для "Інтеравтотехсервіс", які можуть бути впроваджені для підвищення конкурентоспроможності на ринку автосервісів, забезпечуючи високу якість обслуговування автомобілів, ефективність робочих процесів та безпеку персоналу.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Категорії технічного обслуговування

Обслуговування транспортних засобів згідно з регулярністю, обсягом і вимогами до роботи категоризується на щоденне (ЩО), первинне (ТО-1), вторинне (ТО-2) та сезонне (СО). З узгодженням від основного проектувальника, дозволяється внесення обґрунтованих коректив у кількість категорій ТО відповідно до змін в конструкції автотранспорту та умов його використання. Для сучасних автомобілів замість ТО-1 та ТО-2 здійснюється єдине періодичне обслуговування (ПО).

Щоденне обслуговування включає перевірку, спрямовану на забезпечення безпеки руху, а також дії для збереження відповідного зовнішнього вигляду, доливання пального, масла та охолоджувальної рідини. Для певних категорій транспортних засобів також виконується гігієнічна обробка кузова після завершення рейсу на автомобільному підприємстві. Перевірка технічного стану автомобілів перед виходом на маршрут, а також при передачі машини іншому водієві, проводиться у час, відведений для підготовки та завершення зміни.

Очищення та миття виконуються за потребою, проте завжди перед проведенням обслуговування або ремонту. Спеціальні автомобілі підлягають обробці кузовів у відповідності з вимогами та настановами для транспортування певних вантажів.

Контроль технічного стану проводиться щоденно кваліфікованими технічними працівниками після повернення транспортного засобу на базу, а також водієм перед виїздом та під час зміни водіїв. У випадках, коли транспортні засоби використовуються без повернення на базу в кінці дня, технічний огляд здійснюється водієм щодня перед робочим днем.

Обслуговування транспортних засобів здійснюється за встановленим планом, враховуючи перелік робіт, які вимагаються згідно з положеннями та інструкціями виробників. Наприклад, у новітніх моделях автомобілів замість окремих ТО-1 та ТО-2 передбачено проведення єдиного періодичного

обслуговування, яке виконується після досягнення певного кілометражу, визначеного нормативами.

Регулярне обслуговування, включаючи щоденні перевірки, ТО-1, ТО-2, та сезонні процедури для транспортних засобів, не відносяться до категорій реконструкції, модернізації чи технічного вдосконалення та інших заходів із покращення транспортних засобів.

Технічні сервіси ТО-1 та ТО-2 включають заходи контрольно-діагностичного характеру, фіксаційні, налаштувальні, змащувальні та інші дії, спрямовані на попередження та виявлення дефектів, зниження швидкості погіршення технічних характеристик транспортного засобу, зекономлення палива та інших ресурсів, а також мінімізацію шкідливого впливу на довкілля.

Рекомендується проводити первинне технічне сервісування з частотою, вказаною в таблиці 1.1.

Рекомендовано виконувати друге технічне сервісування згідно з інтервалами, зазначеними у таблиці 1.1, та здійснювати його спільно з наступним ТО-1. Приблизний перелік процедур ТО-2.

Таблиця 1.1. Частота технічного сервісування автодорожніх транспортних засобів, в кілометрах.

Тип ТЗ	ЩО	ТО-1	ТО-2
Легкові авто, автобуси	Одного разу на робочий день, незалежно від кількості змін.	5000	20000
Вантажні автомобілі, автобуси на основі вантажних авто або з використанням їхніх компонентів, повнопривідні машини, причепа та напівпричепа		4000	16000

Сезонне технічне сервісування, яке виконується двічі на рік, включає заходи для адаптації транспортних засобів до зимових та літніх умов експлуатації. Окремий плановий тип сезонного сервісу (СО) рекомендується

для транспортних засобів, що експлуатуються в регіонах з дуже холодним, спекотним сухим та надзвичайно спекотним сухим кліматом. Для інших кліматичних умов СО поєднують з ТО-2 з відповідним збільшенням обсягу робіт. СО включає заходи.

Частота технічного сервісу, вказана у таблиці 1, може бути скорочена власником транспортного засобу до 20% в залежності від умов його використання.

Технічне сервісування повинно гарантувати надійне функціонування транспортних засобів відповідно до встановлених інтервалів для дій, які є частиною обов'язкового набору процедур.

Залежно від призначення та характеру виконуваних робіт ремонт класифікують на капітальний (КР) та поточний (ПР).

Ремонт охоплює заходи з контролю та діагностики, налаштувань, демонтажу, монтажу, слюсарні, механічні, мідницькі, листові, ковальські, зварювальні, оббивні, електричні, шиномонтажні, лакофарбові та інші види робіт. Ремонт може бути здійснений як для окремих компонентів та вузлів, так і для автомобіля в цілому.

Капітальний ремонт транспортних засобів, їх агрегатів та компонентів спрямований на відновлення їх функціональності та максимальне поновлення робочого ресурсу. Цей тип ремонту здійснюється, як правило, за методом, що включає повний розбір об'єкта, оцінку стану, ремонт або заміну елементів, збірку, налаштування та тестування.

Капітальний ремонт проводиться відповідно до потреб, встановлених на основі діагностичного огляду технічного стану та має на меті збільшення терміну використання транспортних засобів.

Капітальний ремонт включає дії, такі як заміна кузова для автобусів і легкових машин, або рами для вантажівок, чи одночасна заміна щонайменше трьох основних компонентів. Для причепів, капітальний ремонт передбачає заміну рами. Технічний стан компонентів чи вузлів, які підлягають капітальному ремонту, а також якість виконання цих робіт мають відповідати стандартам та технічній документації для капітального ремонту. Транспортні засоби та їх компоненти відправляються на капітальний ремонт на підставі

аналізу їхнього технічного стану, використовуючи діагностичні інструменти, з урахуванням пробігу з моменту початку експлуатації або після попереднього капітального ремонту, загальної вартості використаних запасних частин з початку експлуатації та інших витрат на поточний ремонт. Протягом життя повнокомплектного автомобіля зазвичай проводиться один капітальний ремонт, не враховуючи капітальний ремонт окремих компонентів і вузлів до і після капітального ремонту автомобіля.

Для уточнення тривалості експлуатації автомобілів до капітального ремонту необхідно звертатися до актуальних інструкцій автовиробників та компаній.

Фінансову вигоду від капітального ремонту автомобіля (агрегату) можна оцінити, визначаючи мінімальні витрати на ремонт за допомогою наступної формули:

$$C = (Q + \sum q) / L - (Q_1 + \sum q_1) / L_1.$$

ПР спрямований на підтримання робочого стану транспортних засобів шляхом відновлення або заміни окремих компонентів, елементів та деталей (не включаючи основні), які досягли межі свого використання.

ПР т проводиться за необхідністю, на основі результатів діагностики технічного стану транспортного засобу, або у випадках виявлення дефектів, і має на меті забезпечити або відновити робочий стан транспортного засобу.

ПР транспортного засобу включає заходи, пов'язані з одночасною заміною не більше двох основних компонентів (за винятком кузова та рами).

1.2 Ключові напрямки подальшого розвитку системи технічного сервісу автотранспорту

Здійснення запобіжних та відновлювальних заходів з обслуговування автомобільної техніки у визначений час або після належного використання не повністю задовольняє підвищені стандарти забезпечення безпеки на дорогах та економічного використання транспортних засобів. Є випадки, коли техніка

виходить з ладу або зазнає поломок. Деякі запобіжні заходи проводяться надто рано або з опізненням. Основною причиною таких обставин є те, що більшість обслуговувань та ремонтів автотехніки відбувається без врахування реального технічного стану компонентів автомобіля. Тому виникає необхідність подальшого поліпшення системи обслуговування та ремонту автотехніки.

Оптимальною системою обслуговування та відновлення автомобілів варто визначати ту, яка найкраще підтримує взаємодію процесів оновлення технічних параметрів автомобіля (тобто процесів оцінювання діагностичних характеристик) та процесів ремонту. Зразковим прикладом такої системи є обслуговування та ремонт автотехніки, засновані на фактичному технічному стані.

Обслуговування автомобілів з урахуванням їхнього фактичного стану відоме як планово-профілактичне. Регулярність та обсяг робіт з діагностики техніки передбачаються заздалегідь. Профілактичний аспект такої підтримки гарантується постійним контролем за надійністю і станом автомобілів з метою раннього виявлення симптомів майбутніх несправностей. Основою є принцип запобігання поломкам та відмов, і для цього можуть ефективно застосовуватися методи профілактичних заходів.

Профілактичний допуск – це набір показників, які знаходяться між критичними та передаварійними рівнями. Перевищення показника критичного стану свідчить про поломку, тоді як досягнення передаварійного рівня вказує на необхідність введення профілактичних заходів.

Сервісне обслуговування та відновлення автомобілів з урахуванням їхнього стану базуються на детальному розумінні показників довговічності компонентів транспорту, використанні точних методів технічного аналізу та забезпеченні високої якості технологічних процесів в експлуатації. Дані про довговічність, стан та витрати на обслуговування та ремонт автомобілів становлять інформаційну базу для цих підходів.

Імплементация цих факторів можлива при дотриманні визначеного рівня надійності автомобільних компонентів та здатності передбачати їхню ефективність; ранньому розпізнаванні поломок і дефектів, включаючи їх

початкові етапи, а також належному рівні можливостей контролю, наявності індикаторів поломок, методологій і інструментарію перевірки; достатньому рівні технологічності у використанні, що дозволяє швидко відновлювати функціональність та стан компонентів; критичній величині цільової функції – мінімізації загальних умовних витрат на обслуговування і ремонт при ефективній віддачі від інвестицій.

Існують два підходи до обслуговування та відновлення автомобілів залежно від їхнього стану: один заснований на моніторингу надійності компонентів автомобіля, а другий - на відстеженні характеристик агрегатів.

Під час технічного обслуговування та ремонту автомобілів з моніторингом надійності компонентів, ці елементи використовуються без обмежень ресурсу до моменту їхньої поломки. Реальний рівень надійності компонентів (наприклад, частота поломок) не повинен перевищувати встановленого максимального статистичного порогу. У випадку перевищення цього порогу при інших незмінних умовах, певні компоненти автомобіля відправляють на обслуговування чи ремонт; тимчасово визначають міжремонтний інтервал, який вважається індикатором необхідності підвищення надійності цих елементів. Для реалізації цього методу обслуговування та ремонту важливо налагодити систему збору та аналізу даних про несправності та поломки компонентів автомобілів.

При технічному обслуговуванні та ремонті автомобілів з моніторингом параметрів компонентів, коли закінчується призначений ресурс, запроваджується постійне чи періодичне спостереження і коригування показників, що вказують на стан цих компонентів. Відповідно до даних моніторингу ухвалюють рішення про продовження використання автомобіля до наступної інспекції. Регулювання функціональних та діагностичних характеристик компонентів здійснюється з дотриманням встановленої частоти під час руху та при виконанні обслуговування та ремонтів.

Прогнозування технічного стану або довговічності компоненту здійснюють мінімум до часу наступної перевірки показників. Одночасно застосовують статистичні дані про надійність автомобільних елементів. Ці прогнозовані дані служать технічною базою для ухвалення рішень щодо

продовження використання компоненту. Технічне обслуговування та ремонт автомобілів з фокусом на моніторинг параметрів експлуатованих компонентів є найефективнішими, а для найбільш складних та критичних компонентів - єдиними можливими варіантами.

Здійснення технічного обслуговування та ремонту автомобілів відповідно до їхнього стану вимагає масштабного застосування діагностичних інструментів і методик, цифрових комп'ютерних систем для оцінки та прогнозування стану компонентів, а також для збору та аналізу даних про їх надійність; організацію на підприємствах спеціалізованих відділів, які займаються оцінкою та прогнозуванням стану автомобілів і вирішують питання щодо їх подальшого використання чи вжиття відповідних заходів щодо профілактики та ремонту.

Застосування обслуговування та ремонту автомобілів відповідно до їх технічного стану дозволить оптимальніше використовувати "особливі" характеристики компонентів автомобіля без підвищення ризику поломок, а також сприятиме вдосконаленню конструкцій нових моделей автомобілів.

1.3 Постановка завдання на виконання кваліфікаційної роботи бакалавра

Визначити поточний стан обслуговування автопарку, включаючи частоту та типи обслуговувань.

Провести аналіз кількості трудовитрат, необхідних для здійснення регулярних та випадкових технічних обслуговувань.

Оцінити, які заходи варто проводити на місці, а які потребують виїзної бригади або спеціалізованої майстерні.

Розробити ключові показники ефективності для станції, включаючи час обслуговування, вартість за годину та кількість обслуговувань на співробітника.

Визначити вартість устаткування, необхідного для обслуговування та ремонту.

Проаналізувати загальні витрати на ремонт техніки за останній рік і порівняти їх з попередніми періодами.

Розглянути економічні показники, що впливають на фінансову стійкість та прибутковість сервісу.

Підібрати перелік обладнання для проведення ТО та провести вдосконалення стенду для розбирання і складання муфти зчеплення.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Обчислення технічного сервісу СТО

У розрахунок включені типи ремонтних та обслуговувальних заходів, які передбачені стандартно-технічною документацією, з врахуванням реального стану обладнання та існуючої практики проведення ремонтів та технічних сервісів на підприємстві.

Для автомобілів визначено кількість повних ремонтів (КР) та двох типів стандартних технічних сервісів (ТО-1, ТО-2). Сезонні технічні сервіси для автомобілів не обраховувались окремо, адже їх проведення інтегровано з плановими технічними обслуговуваннями. Це дозволяє ефективніше управляти ресурсами і забезпечує більш гладке функціонування транспортних засобів, уникнення перерв в експлуатації автопарку та зменшення витрат на нещодавні ремонти.

Розрахунок кількості ремонтів та технічних сервісів для автомобілів виконано на основі наступних залежностей.

$$K_K = \frac{B_{\text{пл}} \times N}{B_K},$$

$$K_{\text{п}} = \frac{B_{\text{пл}} \times N}{B_{\text{п}}} - K_K,$$

(2.1)

$$K_{\text{ТО-2}} = \frac{B_{\text{пл}} \times N}{B_{\text{ТО-2}}} - K_K - K_{\text{п}};$$

$$K_{\text{ТО-1}} = \frac{B_{\text{пл}} \times N}{B_{\text{ТО-1}}} - K_K - K_{\text{п}} - K_{\text{ТО-2}},$$

Оскільки співвідношення середнього віку автомобілів до нормативного терміну їхньої експлуатації до списання не перевищує 0,9, коефіцієнт залучення до поточного ремонту встановлено на рівні $\varphi = 0,7$.

Це означає, що значна частина автопарку потребує планових ремонтних робіт менше, ніж один раз на рік, забезпечуючи оптимальне утримання автомобілів в робочому стані і зниження витрат на непередбачені ремонти.

Таблиця 2.1. Щорічний план ремонтів та технічних сервісів (тисячі км).

Назва і марка машини	Кількість машин	Планова наробка на одну машину	Заплановані ремонти і технічні обслуговування				
			КР	ПР	ТО-3	ТО-2	ТО-1
Власна техніка підприємства							
Автомобілі:							
TOYOTA	1	32,5	-	-	-	4	15
SKODA	3	30	-	2	-	12	43
VOLKSWAGEN	5	35	1	3	-	22	80
Nissan	2	31,8	-	1	-	8	37
HYUNDAI	15	27	3	10	-	51	184
AUDI	3	25,6	2	8	-	12	36
MAZDA	2	18,5	3	10	-	4	18
Chevrolet	1	20	-	-	-	2	9
FORD	1	21	-	-	-	3	9
MITSUBISHI	1	23,5	-	-	-	3	10

2.2 Обчислення трудовитрат на технічне обслуговування

Використані для обрахунків стандарти трудовитрат наведено у таблиці 2.2. З огляду на фактичний стан обладнання, згідно з рекомендаціями, вказаними у стандартно-технічній документації, стандарти трудовитрат для капітальних та поточних ремонтів тракторів та автомобілів збільшено на 30%, стандарти для поточних ремонтів комбайнів - на 50%, а стандарти для поточних ремонтів сільськогосподарських машин - на 30%.

Трудові витрати на ремонти та технічне сервісування автопідприємства обраховані згідно з наступними кореляціями.

$$T_i = T_{ni} \cdot n_i, \quad (2.2)$$

$$T_z = \sum T_i, \quad (2.3)$$

Таблиця 2.2. Стандарти трудовитрат на ремонти та технічне обслуговування СТО на один ремонт або ТО (людино-години).

Назва і марка машини	Вид ремонтно-обслуговуючих дій				
	КР	ПР	ТО-3	ТО-2	ТО-1
Власна техніка підприємства					
Автомобілі, Автобуси					
TOYOTA	615	14,3	-	35,1	8,1
SKODA	615	14,3	-	35,1	8,1
VOLKSWAGEN	345	6,9	-	22,1	7,2
Nissan	368	7,7	-	19,5	5,2
HYUNDAI	271	7,3	-	16,9	6,5
AUDI	328	7,2		23,4	5,2
MAZDA	312	13,4	-	20,8	5,9
Chevrolet	328	15,1	-	29,4	6,0
FORD	247	12,6	-	18,6	3,1
MITSUBISHI	215	9,4	-	13,1	2,8

Обчислення підсумовано у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3. Трудові витрати на ремонти та технічне сервісування СТО.

Назва і марка машини	Кількість машин	Трудомісткість ремонтів і технічних обслуговувань , люд.-год.				
		КР	ПР	ТО-3	ТО-2	ТО-1
Власна техніка підприємства						
Автомобілі:						
TOYOTA	1	-	-	-	140,4	121,5

SKODA	3	-	800	-	388,8	365,5
VOLKSWAGEN	5	345	420	-	486,2	576
Nissan	2	-	305,3	-	156	194,2
HYUNDAI	15	813	2322	-	861,9	1196
AUDI	3	328	278		362	143,4
MAZDA	2	-	-	-	83,2	106,2
Chevrolet	1	-	-	-	58,2	54
FORD	1	-	-	-	55,8	27,9
MITSUBISHI	1	-	-	-	39,3	28

2.3 Розподіл ремонтних та обслуговувальних заходів за місцем проведення

Однак розподіл робіт за місцем проведення, де більшість ремонтів та складних видів технічного сервісу здійснювались у спеціалізованих підприємствах системи, універсальних ремонтних майстернях та станціях техобслуговування автомобілів, і застосований підхід до ремонту та технічного обслуговування, який домінує в бригадній формі виробництва з елементами цехового виробництва, організованого за технологічним принципом, не відповідає сучасним умовам.

Ураховуючи, що підприємство вимушено виконувати майже увесь комплекс робіт з ремонту та технічного обслуговування обладнання, за винятком відновлення особливо складних компонентів (таких як паливна система, колінчасті вали, розподільні вали тощо) за допомогою власної сервісної бази, рекомендується перерозподілити завдання між підрозділами інженерно-технічного комплексу та внести зміни в організацію виробничих процесів. Такі зміни мають на меті забезпечити обробку збільшеного обсягу робіт шляхом підвищення ефективності праці та покращення якості ремонтів і технічного обслуговування, що, в свою чергу, підвищить післяремонтний ресурс обладнання.

При перерозподілі ремонтних та обслуговувальних робіт за місцями виконання та зміні у формах організації виробництва використані наступні підходи: значне зростання пропорції ремонтів та складних технічних обслуговувань у ремонтній СТО; зміна в ремонтній СТО до переважно стаціонарної форми ремонту та технічного обслуговування, організованої за технологічними та предметними критеріями, з використанням бригадної форми лише для загального демонтажу та складання машин; розробка набору дій у пунктах технічного обслуговування та в автогаражах спеціалізованих станцій для здійснення технічного обслуговування, з проведенням ремонтів техніки переважно агрегатним методом у цих підрозділах; збільшення кількості демонтажних та монтажних робіт з наступним ремонтом вузлів сільськогосподарських машин і відновленням деталей на спеціалізованих ділянках і станціях ремонтної СТО для більш ефективного використання їх ремонтних місць.

Виходячи з вищезазначених засад, відбулася переорганізація завдань з ремонту та технічного обслуговування обладнання серед підрозділів інженерно-технічного комплексу, деталі якої представлені у таблицях 2.4-2.7.

Таблиця 2.4. Заплановані завдання для виконання в СТО.

Об'єкти ремонтно-обслуговуючих дій	Загальна трудо-місткість	Вид робіт	Трудомісткість	
			Від загальної даного виду робіт, %	люд.-год.
Автомобілі, автобуси	1158	КР	80	926,4
	15023,3	ІР	50	7511,6
Всього				8438

Таблиця 2.5. Завдання, призначені для виконання на станції технічного обслуговування автомобілів

Об'єкти ремонтно-обслуговуючих дій	Загальна трудо-місткість	Вид робіт	Трудомісткість	
			Від загальної даного виду робіт, %	Люд.-год.
Автомобілі, автобуси	15023,3	ІР	15	2253,5
	5056,4	ТО-2	80	4045,1
	6005,4	ТО-1	85	5104,1
Технологічне обладнання та інструмент майстерень АТП	877,7	Ремонт і технічне обслуговування	25	219,4
Деталі	1462	Ремонт, відновлення і виготовлення	20	292,4
	1754,3	Інші роботи	20	350,8
Всього				12265,3

Таблиця 2.6. Завдання, заплановані для виконання в СТО

Об'єкти ремонтно-обслуговуючих дій	Загальна трудо-місткість	Вид робіт	Трудомісткість	
			Від загального даного виду робіт, %	Люд.-годин
Автомобілі	15023,3	ІР	35	5258,1
	5056,4	ТО-2	20	1011,2
	6005,4	ТО-1	15	900,8
Всього				10170,2

Таблиця 2.7. Трудові витрати на додаткові завдання

Вид робіт	Трудомісткість	
	Від загальної трудомісткості і ТО, %	Люд.- годин
Ремонт технологічного обладнання, інструменту майстерень і машинного двору	6	877,7
Ремонт, відновлення і виготовлення деталей	10	1462
Інші роботи	12	1754,3
Всього		4094

2.4 Обчислення ключових показників виробничого процесу станції технічного обслуговування автомобілів

Фундаментом для визначення ключових показників виробничого процесу станції технічного обслуговування автомобілів служить загальна річна трудовитратність ремонтно-обслуговувальних робіт, які проводяться на цій станції, що за проектом становить 12265,3 людини-години (див. таблицю 2.5).

Враховуючи, що трудовитрати на один умовний ремонт становлять 300 людини-години, річний обсяг N ремонтно-обслуговувальних заходів на станції технічного обслуговування автомобілів дорівнює 41 умовному ремонту.

Для максимально ефективного використання обладнання, з огляду на особливості ремонтного процесу, вирішили вести роботу станції технічного обслуговування автомобілів у одну зміну при шестиденному робочому тижні, з можливістю переключення станції на двозмінний режим під час піків робочого навантаження.

В таких умовах реальний середній річний фонд часу працівника становить 1840 годин, а реальний середній річний фонд часу станції технічного обслуговування автомобілів - 2020 годин.

Оскільки на станції технічного обслуговування одночасно проводиться ремонт автомобілів різних брендів, необхідно встановити умовне значення зазначеного параметра. Для визначення умовного середнього часу циклу виробництва τ , використовується наступна формула

$$\tau = \Phi_M / N.$$

Згідно з наведеними даними τ дорівнює 49 годин.

У СТО загальна чисельність працівників P становить

$$P = P_o + P_d + P_i + P_c + P_m, \quad (2.4)$$

Число основних виробничих працівників визначається за допомогою наступного рівняння.

$$P_o = T_p / \Phi_p, \quad (2.5)$$

Відповідно до зазначених джерел, частка підсобних працівників має становити від 6 до 10% від основних виробничих кадрів. Частка інженерно-технічного персоналу повинна бути в межах 10-12% від усіх основних та підсобних працівників. Офісні співробітники повинні складати 3-4%, а молодший обслуговуючий персонал – від 2 до 4% від загальної кількості працівників СТО.

Засновано на проведених обчисленнях, враховуючи, що через низьке завантаження офісні співробітники виконують роботу за декілька посад, утворюємо такий склад персоналу ремонтної СТО:

основні виробничі кадри – 7 осіб;

підсобні кадри – 1 особа;

інженерно-технічний персонал – 2 особи;

молодший обслуговуючий персонал – 1 особа.

Усього в автосервісному пункті зайнято 11 працівників.

2.5 Обрахунок вартості основних виробничих активів

Ключовими критеріями економічного успіху проекту створення системи технічного обслуговування авто у кооперативі з обмеженою відповідальністю на території авторемонтної СТО є вартість типового ремонту, щорічний фінансовий прибуток та підвищення ефективності трудових процесів.

Ціна основних виробничих активів станції технічного сервісу автомобілів визначається згідно з формулою.

$$C_o = C_{зд} + C_{об} + C_{nn}, \text{ грн.}, \quad (2.6)$$

Ціна виробничих будівель у запланованій станції техобслуговування розраховується відповідно до наступної формули:

$$C_{зд} = C\phi_{зд} \times F_{\phi}, \text{ грн.}, \quad (2.7)$$

$$C'_{зд} = 263,9 \text{ грн} / \text{м}^2.$$

$$F_{\phi} = 279 \text{ м}^2.$$

Тоді:

$$C_{зд} = 263,9 \times 279 = 73628,1 \text{ грн} / \text{м}^2 \quad (2.8)$$

Оцінка вартості обраного устаткування, апаратури, пристроїв, інструментів та інвентарю у центрі технічного сервісу визначається відповідно до наступної формули:

$$C_{об} = C'_{об} \times F_{\phi}, \text{ грн.} / \text{м}^2. \quad (2.9)$$

$$C_{nn} = C'_{nn} \times F_{\phi}, \text{ грн.} / \text{м}^2,$$

$$C'_{об} = 97,5 \text{ грн} / \text{м}^2, C'_{nn} = 31,4 \text{ грн.} / \text{м}^2.$$

Площа робочої зони СТО складає $F_p = 227 \text{ м}^2$.

Отже:

$$C_{об} = 97,5 \times 227 = 22132,5 \text{ грн},$$

$$C_{м} = 31,2 \times 227 = 7082,4 \text{ грн}.$$

Оціночна величина основних виробничих активів станції у плановому варіанті робочої організації буде наступною:

$$C_0 = 73628,1 + 22132,5 + 7082,4 = 102843 \text{ грн}.$$

Основна вартість виробничих активів у базовому розряді дорівнює 87244 грн., тому додаткові інвестиції складатимуть $\Delta K = 15499$ грн.

2.6 Розрахунок витрат на ремонт техніки

При обчисленні вартості ремонту техніки, витрати визначаються згідно з наступною формулою:

$$C_{y.p.} = \frac{B_{зав.}}{n_{yp.}}, \text{ грн.} \quad (2.10)$$

$$n_{yp.} = \frac{12265.3}{300} = 41 - \text{умовний ремонт.}$$

В такому випадку вартість ремонтних робіт техніки становитиме:

$$C_{y.p.} = \frac{125086.5}{41} = 3316,8 - \text{грн.},$$

За поточною моделлю управління технічними обслуговуваннями, вартість ремонту муфти зчеплення дорівнює $C_{y.p.} = 3316,8$ грн.

2.7 Економічні показники

Оптимальне застосування робочої сили на СТО визначається обчисленням ефективності трудових витрат, яка розраховується відповідно до наступної формули:

$$P_m = \frac{P_{yp}}{P_{cp}} - \text{ум. рем./працівників} \quad (2.11)$$

$$P_m = \frac{41}{7} = 5.9 - \text{ум./рем./працівників},$$

Характеристики ефективності використання виробничих активів. Рентабельність активів розраховується за допомогою наступної формули:

$$\Phi_0 = \frac{n_{yp.}}{C_0} - \text{ум. рем./1 тис. грн.} \quad (2.12)$$

$$\Phi_0 = \frac{41}{102,843} = 0.4 \text{ грн},$$

Дані ефективності використання виробничих просторів обчислюємо згідно з наступною формулою:

$$S_n = \frac{n_{yp.} \times 100}{S} \text{ ум. рем. / } 100 \text{ м}^2, \quad (2.13)$$

$$S_n = \frac{41 \times 100}{279} = 14.6 \text{ ум. рем. / } 100 \text{ м}^2,$$

Заощадження, отримане внаслідок зменшення витрат на виробництво, розраховуємо відповідно до наступної формули:

$$E_n = (C'_{yp} - C_{yp}) \times n_{yp}, \text{ грн.} \quad (2.14)$$

$$E_{II} = (3316,8 - 3050,8) \times 41 = 10906 \text{ грн. / ум.рем.,}$$

Термін повернення додаткових інвестицій розраховуємо за допомогою наступної формули:

$$Q_r = \frac{\Delta K}{E_n}, \text{ років.} \quad (2.15)$$

$$Q = \frac{15499}{10906_r} = 1.42 \text{ роки,}$$

Розрахунок актуальних витрат на поточній СТО проводимо відповідно до наступної формули:

$$П_{з.існ} = C'_{yp} + 0.15 \frac{K}{n_{yp}}, \text{ грн.} \quad (2.16)$$

$$П_{з.існ} = 3316,8 + 0.15 \frac{87344}{35} = 3691,1, \text{ грн.}$$

Визначення стандартизованих витрат у діючій СТО проводимо згідно з наступною формулою:

$$П_{з.нр} = C + 0,15 \frac{K}{n_{yp}}, \text{ грн.}$$

$$П_{з.нр} = 3050,8 + 0.15 \frac{102843}{41} = 3427.05, \text{ грн.}$$

Щорічний фінансовий результат обчислюємо відповідно до наступної формули:

$$E_{pe} = (\Pi_{з.існ} - \Pi_{з.пр}) * n_{ур}, \text{ грн.} \quad (2.17)$$

$$E_{pe} = (3691,1 - 3427,05) * 41 = 10826,05, \text{ грн.}$$

Фінансові показники поточного та планового СТО представлені в таблиці 2.8, де можна порівняти різні параметри, такі як собівартість ремонтів, річний дохід, вартість активів та інші ключові економічні індикатори, що дозволяє оцінити ефективність інвестицій у модернізацію і розширення сервісу.

З аналізу даних у таблиці 2.8 випливає, що планована СТО є більш економічно ефективною, з продуктивністю праці на рівні 14.6 ум. рем./чол., що перевищує показники поточної майстерні. Вартість типового ремонту в планованій майстерні на 266 грн нижча.

Таблиця 2.8. Економічні показники роботи.

Показники	Варіанти		Відхилення “+”, “-”
	Базовий	Проектний	
Щорічний план, ум. рем.	35	41	6
Основні активи, грн.	87344	102843	-15499
Інвестиції, грн.	-	15499	-
Обсяг виробництва на 100 м ² площі, ум. рем.	12,5	14,6	2,1
Рентабельність активів, ум. рем. на 1000 грн. основних активів.	0,34	0,4	0,06
Ефективність роботи співробітника, ум. рем.	5,89	6,57	0,68
Вартість типового ремонту, грн.	33316,8	33050,8	266
Щорічний фінансовий результат, грн.	-	10837,2	-
Період відшкодування інвестицій, роки.	-	1,4	-

На основі обчислень можемо визначити, що з невеликими інвестиціями в виробництво досягається щорічний фінансовий прибуток приблизно у 11000 грн.

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Перелік обладнання для проведення ТО

Для очищення інтер'єрів легкових авто використовують промислові вакуумні чистильники (рис. 3.1) з потужністю від 0,5 до 1,5 кВт, тоді як для очистки салонів автобусів, вантажних платформ та спеціалізованих фургонів використовують устаткування з потужністю від 5 до 7 кВт. Вакуумні чистильники для салонів легкових та автобусних автомобілів здатні працювати в режимах сухого або вологого прибирання. Ці пристрої можуть бути як стаціонарними, так і мобільними.



Рис. 3.1. Пилосос.

Для ручного очищення використовують мийні апарати з водяним струменем високого тиску (рис. 3.2). Щоб забезпечити легший доступ до нижніх частин транспортного засобу під час миття, слід використовувати спеціалізований підйомник-платформу.



3.2. Установка для миття під високим тиском.

Автоматизоване чищення АТЗ проводиться за допомогою мийних систем порталного типу (рис. 3.3), що поділяються на категорії за такими критеріями:

- типом робочого елемента (струменеві, щіткові, комбіновані);
- відносним рухом АТЗ та робочих елементів установки (проїзні);
- рухом АТЗ крізь установку: вручну - із рухом робочих елементів уздовж нерухомого АТЗ;
- умовами використання (стаціонарні та мобільні).



Рис. 3.3. Установка щіткова для миття автомобіля.

Під час проведення кріпильних робіт основні інструменти, що використовуються, включають спеціалізовані інструментальні тележки (рис. 3.4), оснащені комплектами різноманітних гайкових ключів — від простих накидних до передових (динамометричних, обмежувальних).



Рис. 3.4. Шава з ручним інструментом.

У виконанні кріпильних завдань використовуються ручні інструменти, такі як пневматичні, електричні чи гідравлічні гайковерти, які бувають ударними та класичними (рис. 3.5). Сучасне пневматичне обладнання укомплектоване легкими алюмінієвими оболонками, міцними пневмодвигунами, поступовими регуляторами потужності, а також зворотними механізмами. Спектр крутних моментів досить великий і варіюється від 100 до 4000 Нм, з тиском повітря 0,6 МПа і частотою обертання в діапазоні від 4000 до 8000 об/хв.



Рис. 3.5. Електричний та пневматичний гайкокрут.

Нагнітач консистентних мастил (рис. 3.6) - це пристрої, розроблені для транспортування мастила за допомогою масляних пресів до вузлів що труться автомобілів.



Рис. 3.6. Ручний та пневматичний солідолонагнітач.

Для доливання олії в трансмісійні системи застосовують дозуючі резервуари з механічним або пневматичним управлінням (рис. 3.8).



Рис. 3.7. Оливна заправочна станція.

Для збору використаної оливи часто застосовують апарати зі спеціалізованим контейнером на коліщатах та з приймальним жолобом. Серед сучасних пристроїв такого класу виділяється обладнання для вакуумного засмоктування використаної оливи (створюване розрідження 0,05 МПа) (рис. 3.8).



Рис. 3.8. Установка відкачувальна відпрацьованої оливи.

Автомобільні електричні агрегати, такі як генератори та стартери, включають численні стандартизовані компоненти та процеси ремонту. Вони охоплюють елементи, такі як обмотки, щіткові вузли, якорі, статори, підшипники та матеріали для електроізоляції. Велика частина робіт з технічного обслуговування генераторів, стартерів і регуляторів напруги,

особливо під час їх ремонту, проводиться на фіксованих діагностичних стендах (рис. 3.9).



Рис. 3.9. Контрольний стенд генераторів і стартерів.

Під час технічного обслуговування застосовують набір приладів, устаткувань та інструментів, включаючи навантажувальну вилку, тестер для акумуляторів (рис. 3.10), денсиметр, термометри, а також інше обладнання (загалом 15 позицій). Вони дозволяють проводити процедури, що стосуються оцінки технічного стану та рівня заряду батарей. Також використовують мобільні системи для швидкісного заряджання батарей.

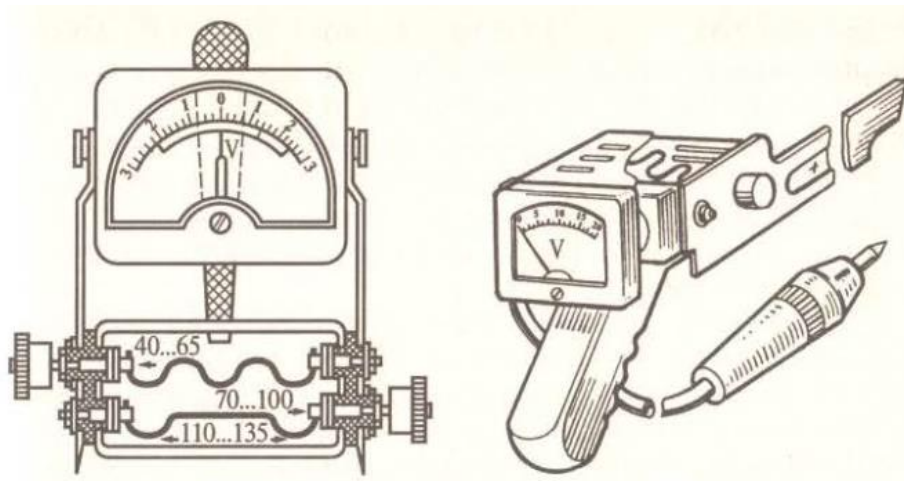


Рис. 3.10. Навантажувальна вилка.

Ключовим компонентом технічного обслуговування дизельної паливної системи є установки для тестування та налаштування високотискних паливних насосів (ПНВТ) (рис. 3.11).



Рис. 3.11. Стенд для ТО ПНВТ дизельних двигунів.

Окрім зазначеного устаткування, застосовують інструменти для тестування дизельних інжекторів (рис. 3.12) за тиском у 40-60 МПа. Ці інструменти комплектуються спеціалізованими контейнерами зі створеним у них вакуумом для збору паливної аерозолі.



Рис. 3.12. Стенд для перевірок форсунок.

Установки для перевірки та чищення інжекторів бензинових моторів (рис. 3.13) дозволяють відтворювати всі етапи роботи систем подачі палива в сучасних двигунах.



Рис. 3.13. Стенд для ТО форсунок бензинових.

3.2 Структура та механізм дії стенду

Стенд складається з металевої рами 1, яка виготовлена з труб діаметром 60 мм і має на ній прикріплену основну плиту 2. На нижній частині плити закріплений двосторонній пневматичний циліндр 5, який за допомогою хрестовини 4 сполучений з тягами 3. На верхній частині плити розміщені установчий диск 22 і фланцева втулка 21 з регулювальною шайбою 8.

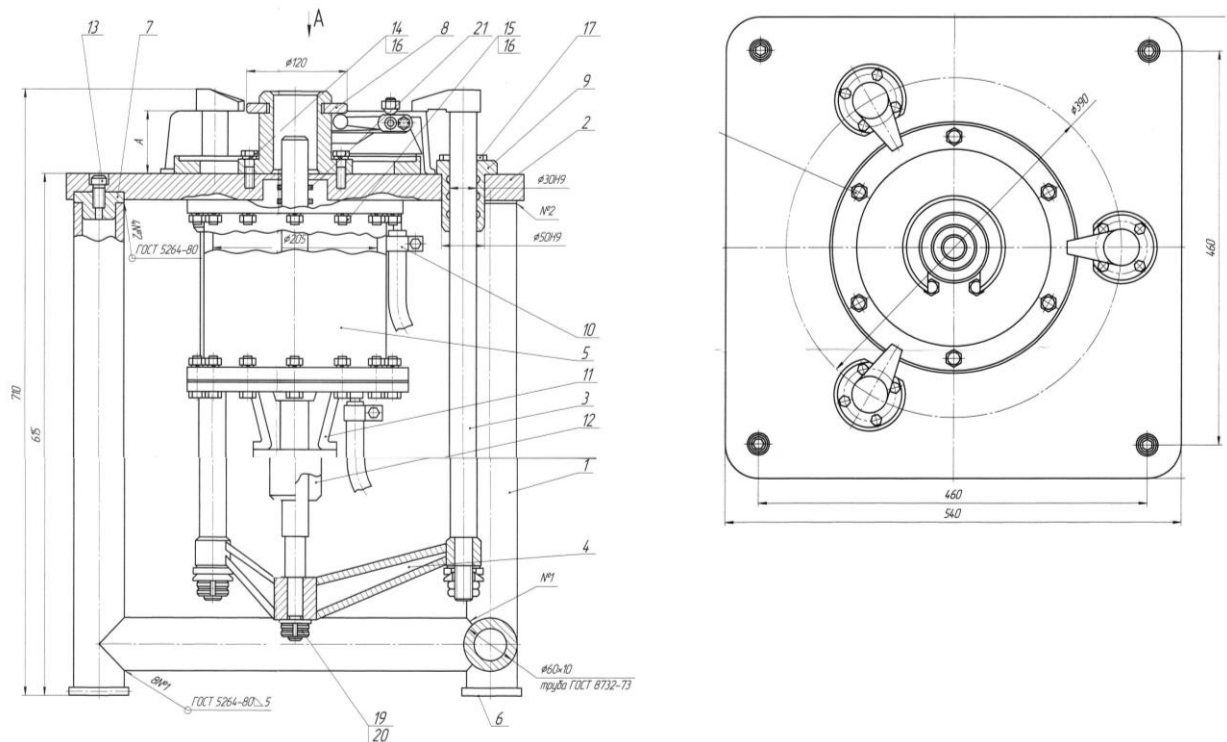


Рис. 3.4. Стенд для розбирання і збирання зчеплення.

Муфту зчеплення монтуємо на установчий диск, і активувавши робочий рух штока пневматичного циліндра, за допомогою кулачків 23 через тягу опускаємо кожух. Під кожухом розміщені пружини, які при стисненні вивільняють важелі, дозволяючи здійснювати монтаж, демонтаж та налаштування муфт зчеплення. Обертаючи тяги горизонтально, ми вивільняємо муфту і знімаємо її зі стенду. Тиск у системі становить 0,4 МПа.

3.3 Визначення параметрів пневматичного циліндра

У цій ситуації сили P та W , а також напруга від пружини працюють у зворотних напрямках.

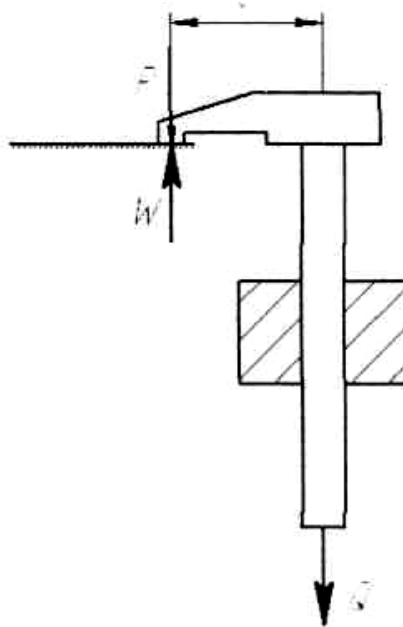


Рис. 3.15. План для обчислення пневматичного циліндра.

У даній ситуації величина сили P має бути наступною:

$$P = k \cdot W \quad (3.1)$$

$$k = 2.$$

Ефект впливу однієї пружини g становить 600Н, кількість усіх пружин n складає 6 одиниць. Отже:

$$W = ng = 6 \cdot 600 = 3600 \text{ Н}.$$

Величина сили P складе:

$$P = 2 \cdot 3600 = 7200 \text{ Н}.$$

Розраховуємо силу Q , яка потрібна для досягнення вказаної сили затиску P за допомогою наступної формули:

$$Q = 3 \left(\frac{P}{1 - \frac{3 \cdot l}{H \cdot f}} \right) \frac{1}{\eta}. \quad (3.2)$$

$$f = 0,1.$$

$$\eta = 0,9.$$

$$H = 85 \text{ мм.}$$

$$l = 50 \text{ мм.}$$

$$Q = 3 \left(\frac{3600}{1 - \frac{3 \cdot 50}{85 \cdot 0,1}} \right) \frac{1}{0,9} = 14790 \text{ Н.}$$

Обираємо для нашої установки пневматичний циліндр з двосторонньою дією, де процес стиснення пружин у муфті відбувається за наявності тиску стислого повітря у штоковому просторі.

Розраховуємо діаметр цього пневматичного циліндра, виходячи з потреби забезпечення сили $Q = 14790 \text{ Н}$ при атмосферному тиску в системі $P = 0,4 \text{ МПа}$, використовуючи наступну формулу:

$$Q = \frac{\pi D^2 P \eta}{4} \quad (3.3)$$

Отже, діаметр пневматичного циліндра становить:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi P \eta}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 14790}{3,14 \cdot 0,4 \cdot 0,9}} = 114 \text{ мм.}$$

Встановлюємо діаметр пневматичного циліндра розміром 110 мм.

3.4 Розрахунок та вибір посадки з натягом

Розраховуємо розмір мінімального специфічного тиску на контактну площу зчленування

$$P_{\min} = \frac{P_{oc}}{\pi d_n^2 \cdot l \cdot f}. \quad (3.4)$$

$$N_{\min} = 828,9 \cdot 10^5 \cdot 0,024 \left(\frac{2,57 + 0,7}{2,1 \cdot 10^4} \right) = 30,98 \cdot 10^{-6} \text{ м} = 30,98 \text{ мкм.}$$

$$P_{oc} = 30000 \text{ Н}; d_n = 0,024 \text{ м}; l = 0,02 \text{ м}; f = 0,1.$$

$$P_{\min} = \frac{30000}{3,14 \cdot 0,024^2 \cdot 0,02 \cdot 0,1} = 828,9 \cdot 10^5 \text{ Па.}$$

Розраховуємо значення коефіцієнтів CD та Cd .

$$CD = \frac{1 + \left(\frac{d_H}{D_2} \right)^2}{1 - \left(\frac{d_H}{D_2} \right)^2} + \mu_o \quad (3.5)$$

$$D_2 = 0,038 \text{ м}; \mu = 0,3.$$

$$CD = \frac{1 + \left(\frac{0,024}{0,038} \right)^2}{1 - \left(\frac{0,024}{0,038} \right)^2} + 0,3 = 2,57$$

Розмір Cd встановлюємо так само, $C_d = 0,7$.

Визначаємо мінімальне натягання.

$$N_{\min} = P_{\min} \cdot d_H \left(\frac{CD}{ED} + \frac{Cd}{Ed} \right) \quad (3.6)$$

$$ED = Ed = 2 \cdot 10^4 \text{ Па.}$$

$$N_{\min} = 828,9 \cdot 10^5 \cdot 0,024 \left(\frac{2,57 + 0,7}{2,1 \cdot 10^4} \right) = 30,98 \cdot 10^{-6} \text{ м} = 30,98 \text{ мкм.}$$

Розраховуємо розмір обчислювального натягу використовуючи формулу

$$N_{розр} = N_{min} + 2k \cdot (R_{zd} + R_{zD}) . \quad (3.7)$$

$$k = 0,6.$$

$$N_{розр} = 30,98 + 2 \cdot 0,6 \cdot (10 + 10) = 54,98 \text{ мкм}.$$

Згідно з даними літератури, вибираємо посадку, яка задовольняє критерій $N_{min} \geq N_{розр}$.

Для спряженого діаметра $d_n = 0,024 \text{ м}$, з урахуванням критерію, підходить посадка Н8/З8 з характеристиками $N_{min} = 55 \text{ мкм}$, $N_{max} = 121 \text{ мкм}$.

Обчислюємо максимальний тиск, який може виникати після монтажу, використовуючи посадку для діаметра спряження 24 мм Н8/З8.

$$P_{max} = \frac{[N_{max} - 2 \cdot k (R_{zD} + R_{zd})] \cdot 10^{-6}}{d_n \left(\frac{CD}{ED} + \frac{Cd}{Ed} \right)} . \quad (2.8)$$

$$P_{max} = \frac{[121 - 2 \cdot 0,6 (10 + 10)] \cdot 10^{-6}}{0,024 \left(\frac{2,57}{2,1 \cdot 10^{-6}} + \frac{0,7}{2,1 \cdot 10^{-6}} \right)} = 321,5 \text{ МПа}.$$

Розраховуємо максимальне напруження, що з'являється у місці спряження.

$$\sigma_o = \frac{1 + \left(\frac{d_H}{D_2} \right)^2}{1 - \left(\frac{d_H}{D_2} \right)^2} \cdot P_{max} \quad (2.9)$$

$$\sigma_o = \frac{1 + \left(\frac{0,024}{0,038} \right)^2}{1 - \left(\frac{0,024}{0,038} \right)^2} \cdot 321,5 = 748,2 \text{ МПа}.$$

Критерій міцності дотриманий, оскільки для сталі 45 межа текучості становить $\sigma_o = 830 \text{ МПа}$, тому спряження залишиться функціональним.

3.5 Обчислення параметрів зварювального з'єднання

Перевіримо на міцність точку сполучення втулки з хрестовиною (біля тяги), рисунок 3.2. Обчислюємо навантаження стикового шва, який піддається згину через згинальний момент, використовуючи наступну формулу:

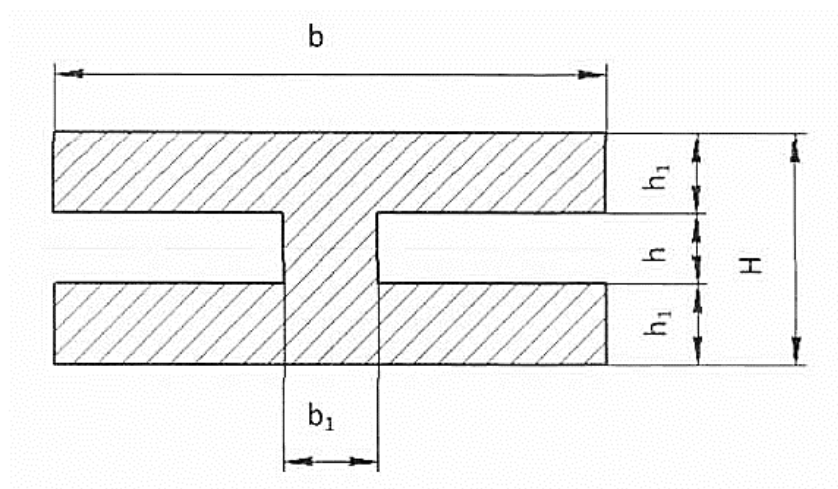


Рис. 3.2. План для обчислення зварювального з'єднання.

$$\delta = \frac{M}{W_c} \leq [\delta]'_p. \quad (2.10)$$

$$M = 122,45 \text{ Нм.}$$

$$W_c = \frac{Y_x}{H - V_o}, \quad (2.11)$$

Інерційний момент відносно осі x для цього з'єднання розраховуємо за допомогою наступного рівняння:

$$Y_x = \frac{b_1 \cdot h^3 + (B+b) \cdot h^3}{12} + b \cdot h \cdot \left(\frac{h}{2} + h_1 - v_o \right)^2 + h_1 \cdot \left[B \cdot \left(v_o - \frac{h_1}{2} \right)^2 + b \cdot \left(H - v_o - \frac{h_1}{2} \right)^2 \right] \quad (2.12)$$

Розраховуємо коефіцієнт положення центру мас відносно осі x за формулою:

$$V_o = \frac{B \cdot h_1^2 + b_1 \cdot h \cdot (h + 2 \cdot h_1) + b \cdot h_1 \cdot (2 \cdot H - h_1)}{2 \cdot (b \cdot h_1 + b_1 \cdot h + B \cdot h)} \quad (2.13)$$

$$V_o = \frac{4 \cdot 1^2 + 1 \cdot 1 \cdot (1 + 2 \cdot 1) + 4 \cdot 1 \cdot (2 \cdot 3 - 1)}{2 \cdot (4 \cdot 1 + 1 \cdot 1 + 4 \cdot 1)} = 1,5 \text{ см}^4.$$

$$Y_x = \frac{1 \cdot 1^3 + (4 + 4) \cdot 1^3}{12} + 1 \cdot 1 \cdot \left(\frac{1}{2} + 1 - 1,5 \right)^2 + 1 \cdot \left[4 \cdot \left(1,5 - \frac{1}{2} \right)^2 + 4 \cdot \left(3 - 1,5 - \frac{1}{2} \right)^2 \right] = 4,75 \text{ см}^3.$$

$$W_c = \frac{4,75}{3 - 1,5} = 3,17 \text{ см}^3.$$

$$\delta = \frac{1224,5}{3,17} = 386,3 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2} = 38,63 \text{ МПа}.$$

З відповідної літератури встановлюємо допустиму границю міцності для сталі 45, яка становить $[\delta p] = 160 \text{ МПа}$. Згідно з розрахунками, зварне з'єднання функціонує при навантаженні приблизно 40 МПа. Таким чином, вимоги до міцності задовольняються, і з'єднання залишається працездатним.

3.6 Обчислення параметрів різьбленого сполучення

Обчислюємо параметри різьбленого кріплення тяги зі затисками. У даній ситуації на болт впливає навантаження, що спричиняє напруження на розтягнення та згинання.

Визначаємо діаметр болта за наступною формулою:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot [\delta]}}. \quad (2.14)$$

$$[\delta] = 160 \text{ МПа}.$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 14790}{3,14 \cdot 160}} = 10,85 \text{ мм.}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 14790}{3,14 \cdot 160}} = 10,85 \text{ мм.}$$

Згідно з обчисленнями, діаметр болта становить 10,85 мм, тому обираємо найближчий стандартний розмір - 12 мм. Таким чином, для виробництва болтів ми використовуємо стандартну серію з діаметром 12 мм, що забезпечує їхню працездатність.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Аналіз стану охорони праці на СТО

Відповідальність за стан охорони праці в СТО покладено на керівника СТО та відповідального за охорону праці. В СТО обладнано куточки по охороні праці, де знаходяться медичні аптечки, інструкції та нормативи, а також засоби пожежегасіння. Тут проводять повторні, позапланові та первинні інструктажі, що реєструються відповідними записами в журналі первинного інструктажу. В СТО розроблений план заходів з охорони праці, пункти якого виконуються.

Контроль та нагляд за станом охорони праці в СТО ведеться згідно з планом, що ведеться і реєструється в журналі реєстрації 3-х ступеневого контролю. Знаки безпеки, попереджувачі про небезпечну зону, встановлені на всіх небезпечних місцях. Інженер з охорони праці реєструє всі випадки травматизму та професійних захворювань, аналізує їх причини, а також провадить навчання робітників правилам першої допомоги потерпілим. Всі робітники СТО забезпечуються спеціальним одягом та іншими засобами індивідуального захисту в залежності від виду робіт в достатній кількості.

Будівля СТО відповідає вимогам СН і По та санітарним нормам проектування промислових підприємств СН 245-71. Ділянки де по умовах праці виділяється пил, газу, ізольовані одна від одної. Ширина проходів 1,4м, відстань між обладнанням більше 1м, ширина проїздів 2,5м, що відповідає вимогам стандартів. Поли рівні, бетоновані, систематично прибираються. Площа на одного працюючого 58 м², об'єм більше 100 м³, що відповідає санітарним нормам. Для захисту від дії шкідливих і небезпечних факторів, передбачені наступні заходи з охорони праці.

- вивішені відповідні знаки безпеки
- використовуються блокуючі пристрої
- захист частин обладнання, яке рухається, спеціальними кожухами, щитками, екранами.

Все обладнання, що розміщено в СТО має санітарно-технічний паспорт. Закріплені особи, які відповідають за технічний стан обладнання. Електрообладнання в СТО працює від 3-фазної 4х-провідної мережі напругою 380/220В.

Для захисту від ураження електричним струмом в СТО виконано ряд організаційних та технічних заходів та засобів.

Приміщення СТО відноситься до приміщень без залишку тепла (таблиця 4.1).

Таблиця 4.1. Карта умов праці на робочому місці механіка.

Назва фактора	Рівень		Час дії год.
	Норматив	Фактично	
Мікроклімат в СТО			
а) $t^{\circ}C$	18-23	18-20	8
б) В %	30-70	6,5	8
в) $V \text{ м/с}$	0,4	0,3	8
Залежність, $\text{м}^2 / \text{м}^3$	4	2	8
Шум, д Б	85	85	8
Освітленість			
а) Природна, КПО	2	2	8
б) Штучна, Лк	300	400	8
<u>Загазованість а) CO_2 мг/м³</u>	15	10	8
б) пари бензину $\text{м}^2 / \text{м}^3$	100	80	8

Запиленість повітря відповідає нормі.

Мікрокліматичні умови забезпечені задовільно. Приміщення СТО обладнано центральним опаленням і вентиляцією. В приміщенні СТО використовуються штучне та природне освітлення згідно СН і П 11-4-79. Штучне освітлення загальне і місцеве, на робочих місцях, природне верхнє. Для штучного освітлення використовують газорозрядні лампи потужністю 100Вт напругою 220В. Для місцевого освітлення використовують лампи розжарювання напругою 12 і 36 В потужністю 50 Вт. Приміщення СТО по пожежній та вибуховій небезпеці відноситься до категорії Д, по ступеню

вогнестійкості до II, виконані евакуаційні виходи шириною 0,7м. В середині приміщення СТО розміщені пожежні крани, пожежні щити. В наявності вогнегасники ОХП 10- 9шт, 09-5-6 шт. Між будівлями СТО та іншими спорудами витримані протипожежні розриви. Призначений відповідальний за пожежну безпеку, створена пожежна охорона з двох чоловік, ведеться чергування. Контролюється стан пожежної безпеки.

4.2 Розрахунок штучного заземлювального пристрою

Розрахунок штучного заземлювального пристрою пункту технічного обслуговування проводимо за такою методикою.

Вихідні дані:

1. Захищувальний об'єкт – обладнання пункту технічного обслуговування.
2. Захищувальний об'єкт – стаціонарний.
3. Напруга мережі – 380 В.
4. Виконання – з глухозаземленою нейтраллю.
5. Тип заземлювального пристрою – вертикальний (труби).
6. Розміри вертикальних заземлювачів: довжина – $l_b = 3$ м; діаметр труби – $d_t = 0,04$ м ; товщина стінки труби – $q_t = 3,5$ м.
7. Відношення відстані між трубами до їхньої довжини $\frac{L_g}{l_g} = 1$.
8. Розміри горизонтального заземлювача (з'єднувальної стрічки): довжина $L_g = L_{3.C.}$ – згідно з розрахунком, м; ширина стрічки $b_c = 0,04$ м.
9. Глибина закладання вертикальних заземлювачів $h_b = 0,8$ м; горизонтальних $h_b = 0,8$ м.
10. Розташування заземлювачів попередньо приймають за чотирикутним контуром при числі стержнів від 4 до 100 та в один ряд при числі стержнів від 2 до 20.
11. Ґрунт – чорнозем; склад – однорідний; вологість – середня; агресивність – нормальна.

12. Кліматична зона – 4.

Визначаємо характеристику навколишнього середовища в пункті технічного обслуговування : за вибухонебезпекою згідно з ПУЕ – до класу В-1; за ступенем ураження електричним струмом – без підвищеної та особливої небезпеки.

Визначаємо R_d – допустиме (нормативне) значення опору розтіканню струму в заземлювальному пристрої; $K_d < 4$ Ом.

Визначаємо R_{CB} – приблизне значення питомого опору ґрунту, що рекомендується для розрахунку. За приймаємо $\rho_{ТАБЛ.} = 20$ Ом×м.

Визначаємо $R_{C.B.}$ - коефіцієнт сезонності для вертикальних заземлювачів для даної кліматичної зони 4. За приймаємо $R_{C.B.} = 1,1$.

Визначаємо значення $K_{C.Г.}$ - коефіцієнт сезонності для горизонтального заземлювача згідно з кліматичною зоною. За, приймаємо $K_{C.Г.} = 1,5$.

Визначаємо $\rho_{POЗP.B}$ – розрахунковий питомий опір ґрунту для вертикальних заземлювачів за формулою:

$$\rho_{POЗP.B} = \rho_{ТАБЛ.} \times K_{C.B} \quad (4.1)$$

$$\rho_{POЗP.B} = 20 \times 1,1 = 22 \text{ Ом м}$$

Визначаємо $\rho_{POЗP.Г}$ – розрахунковий питомий опір ґрунту для горизонтальних заземлювачів за формулою [27]:

$$\rho_{POЗP.Г} = \rho_{ТАБЛ.} \times K_{C.Г} \quad (4.2)$$

$$\rho_{POЗP.Г} = 20 \times 1,5 = 30 \text{ Ом м.}$$

Визначаємо t - відстань від поверхні землі до середини вертикального заземлювача за формулою:

$$t = h_B + \frac{l_B}{2} = 0,8 + \frac{3}{2} = 2,3 \text{ м} \quad (4.3)$$

$$t = 0,8 + \frac{3}{2} = 2,3 \text{ м}$$

Визначаємо R_B - опір, Ом, розтіканню струму в одному вертикальному заземлювачі за формулою:

$$R_B = 0,366 \times \frac{\rho_{POЗP.B}}{L_B} \left(\lg \frac{2L_B}{d} + \frac{1}{2} \lg \frac{4t + L_B}{4t - L_B} \right) \quad (4.4)$$

$$R_B = 0,366 \times \frac{22}{3} \left(\lg \frac{2 \times 3}{0.04} + \frac{1}{2} \lg \frac{4 \times 2.3 + 3}{4 \times 2.3 - 3} \right) = 6,6 \text{ Ом}$$

Визначаємо $n_{T.B.}$ - теоретична кількість вертикальних заземлювачів без врахування коефіцієнта використання $\eta_{B.B.}$, тобто $\eta_{B.B.} = 1$ за формулою:

$$n_{T.B.} = \frac{R_B}{R_D \times \eta_{B.B.}} \quad (4.5)$$

$$n_{T.B.} = \frac{6.6}{4 \times 1} = 1,65$$

Приймаємо $n_{T.B.} = 2$. Визначаємо $\eta_{B.B.}$ - коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів при розташуванні їх згідно з вихідними даними або за чотирикутним контуром при числі заземлювачів $n_{T.B.} = 2$ та при відношенні $\frac{L_g}{l_g} = 1$. Приймаємо $\eta_{B.B.} = 0.85$.

Визначаємо $n_{H.B.}$ - необхідна кількість, шт., вертикальних однакових заземлювачів з врахуванням коефіцієнта використання, за формулою:

$$n_{H.B.} = \frac{R_B}{R_D \times \eta_{B.B.}} \quad (4.6)$$

$$n_{H.B.} = \frac{6.6}{4 \times 0.85} = 1.94$$

Приймаємо $n_{H.B.} = 2$. Визначаємо $R_{POЗP.B.}$ - розрахунковий опір, Ом, розтіканню струму у вертикальних заземлювачах при $n_{H.B.} = 2$ без врахування з'єднувальної стрічки за формулою:

$$R_{POЗP.B.} = \frac{R_B}{n_{H.B.} \times \eta_{B.B.}} \quad (4.7)$$

$$R_{POЗP.B.} = \frac{6.6}{2 \times 0.85} = 3.88 \text{ Ом}$$

Приймаємо $R_{POЗP.B.} = 4 \text{ Ом}$. Визначаємо L_B - відстань між вертикальними заземлювачами за відношенням $\frac{L_B}{l_B} = 1$. Звідси $L_B = 1 \times l_B = 1 \times 3 = 3 \text{ м}$.

Визначаємо з'єднувальної стрічки - горизонтального заземлювача за формулою:

$$L_{3.C} = 1.05 \times L_B (n_{H.B.} - 1) \quad (4.8)$$

$$L_{3.C} = 1,05 \cdot 3(2-1) = 3.15$$

Визначаємо $R_{Г.3.C.}$ – опір, Ом, розтіканню струму в горизонтальному заземлювачі (з'єднувальній стрічці) за формулою [27]:

$$R_{Г.3.C.} = 0.366 \frac{\rho_{розр.Г.}}{L_{3.C.}} \times \lg \frac{2L_{3.C.}^2}{h_3 b_C} \quad (4.9)$$

$$R_{Г.3.C.} = 0,366 \frac{30}{3,15} \times \lg \frac{2 \times 3.15^2}{0.8 \times 0.04} \approx 1$$

Визначаємо $\eta_{Б.Г.}$ – коефіцієнт використання горизонтального заземлювача при розташуванні вертикальних заземлювачів згідно з вихідними даними або за чотирикутним контуром при відношенні $\frac{L_B}{l_B} = 1$ та необхідній кількості

вертикальних заземлювачів $n_{Н.В.} = 2$. Приймаємо $\eta_{Б.Г.} = 0,85$.

Визначаємо $R_{розр.Г.}$ – розрахунковий опір, Ом, розтіканню струму в горизонтальному заземлювачі (з'єднувальній стрічці) при числі електродів $n_{Г.} = 1$ за формулою:

$$R_{розр.Г.} = \frac{R_{Г.3.C.}}{n_{\epsilon} \times \eta_{Б.Г.}} \quad (4.10)$$

$$R_{розр.Г.} = \frac{1}{1 \times 0,85} = 9,41 \text{ Ом},$$

Визначаємо $R_{розр.В.Г.}$ – розрахунковий теоретичний опір, Ом, розтіканню струму у вертикальних та горизонтальних заземлювачах за формулою:

$$R_{розр.В.Г.} = \frac{1}{\frac{1}{R_{розр.В.}} + \frac{1}{R_{розр.Г.}}} \quad (4.11)$$

$$R_{розр.В.Г.} = \frac{1}{\frac{1}{4} + \frac{1}{9,41}} \approx 2,8 \text{ Ом}$$

Вибираємо матеріал та поперечний перетин з'єднувальних провідників. Вибираємо голі мідні $S_M = 4 \text{ мм}^2$ провідники. Вибираємо матеріал та поперечний перетин магістральної шини. Приймаємо сталеву шину товщиною $\delta_c = 4 \text{ мм}$ і перетином не менше $\sigma = 100 \text{ мм}^2$.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Робота охоплює наступні ключові аспекти:

Загально-технічний розділ зосереджується на категоріях обслуговування та відновлення автомобілів, а також аналізує основні напрямки розвитку системи технічного сервісу.

Технологічний розділ включає розрахунки, які стосуються технічного сервісу автопарку, трудовитрат, розподілу ремонтних робіт, оцінки ключових показників ефективності станцій обслуговування, вартості основних виробничих активів та витрат на ремонт техніки. Це демонструє детальний аналіз виробничих і економічних аспектів діяльності сервісних станцій.

Конструкторський розділ містить деталізацію обладнання, механізмів стендів, параметрів пневматичних циліндрів, розрахунки зварювальних і різьблених з'єднань, що є важливим для розробки і вдосконалення технічних установок та обладнання.

Розділ безпеки життєдіяльності включає аналіз стану охорони праці на станціях технічного обслуговування та розрахунки для забезпечення безпеки, такі як штучне заземлювальне устрій.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Кузьмінський Р.Д., Шарибура А.О. Технічний сервіс. Ремонт електрообладнання тракторів і автомобілів Львів 2017 – 376 с
2. Сукач М.К. Технічний сервіс машин. Навч. пос.. Гриф МОНМСУ - Ліра-К, 2017 – 288 с.
3. Форнальчик Є. Ю., Качмар Р. Я. Основи технічного сервісу транспортних засобів - Львівська політехніка 2017, - 324 с.
4. О.Л. Ляшук, Ю.І. Пиндус, М.Г. Левкович, Гупка А.Б., Хорошун Р.В. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра за освітнім рівнем «бакалавр галузі знань 27 «Транспорт» спеціальність 274 «Автомобільний транспорт» – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2022. – 61 с.
5. Біліченко В.В. Виробничо-технічна база підприємства автомобільного транспорту: Навчальний посібник / В. В. Біліченко, В. Л. Крещенецький, С. О. Романюк, Є. В. Смирнов. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 182 с.
6. Конспект лекцій з курсу «Технології обслуговування автотransпортних засобів». / Р.В. Хорошун, О.Л. Ляшук, Н.Т. Навроцька. – Тернопіль: Вид-во ТНТУ, 2021. – 194 с.
7. Ляшук О.Л. Конспект лекцій з дисципліни «Технічна експлуатація автомобілів» для студентів спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» / О.Л. Ляшук, В.М. Клендій, Р.В. Хорошун. – Тернопіль: Вид. ТНТУ – 2018. – С. 302.
8. Конспект лекцій (частина I) з дисципліни «Транспортні засоби» для студентів усіх форм навчання першого рівня освіти за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт», 275 «Транспортні технології» галузі знань 27 «Транспорт» / О.Л. Ляшук, Т.Д. Навроцька., Р.Р. Заверуха., Л.М. Слободян., Р.В. Хорошун. – Тернопіль, ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 132 с.
9. Конспект лекцій (частина II) з дисципліни «Транспортні засоби» для студентів усіх форм навчання першого рівня освіти за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт», галузі знань 27 «Транспорт» / О.Л. Ляшук, Т.Д. Навроцька., Л.М. Слободян., Р.В. Хорошун. – Тернопіль, ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 184 с.

10. Техніко-економічне обґрунтування інженерних рішень на СТО та АТП : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Ляшук О.Л., Луциків І.В., Плекан У.М., Клендій В.М. - Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 276 с.

11. 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.

12. Кукурудзяк, Ю. Ю. Технічна експлуатація автомобілів. Організація технологічних процесів ТО і ПР навчальний посібник / Ю. Ю. Кукурудзяк, В. В. Біліченко. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 198 с.

13. 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.

14. 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 с.

15. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці. Курс лекцій: Навчальний посібник для студентів вищих педагогічних навчальних закладів всіх спеціальностей за освітньо-кваліфікаційним рівнем "бакалавр" / А.І. Ткачук, О.В. Пуляк. – Перевидання, доповнене та перероблене. – Кропивницький: ПП "Центр оперативної поліграфії "Авангард". – 2017. – 184с.

16. Курников У. П. Технологічне проектування підприємств автомобільного транспорту. навч. пос. видання 2 перероб. і доп. / І. П. Курніков, М. К. Корольов, В. М. Токаренко. – К. : Вища школа, 1993. – 291с.

17. Волков В.П., Міщенко В.М., Кравченко О.П., Шаша І.К., Мармут І.А., Міщенко А.В., Байцур М.В., Сараєва І.Ю. Технологічне обладнання для підприємств автомобільного транспорту: Підручник/ Під загальною редакцією В.П. Волкова–Харків: ХНАДУ, 2010. – 556 с.