

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Проект автотранспортного підприємства для виконання  
технічного обслуговування та ремонту системи безпеки "AIR BAG"  
автомобіля Renault Magnum Trucks з дослідженням підвищення  
продуктивності двигунів за рахунок додавання альтернативних речовин.

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

«Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

Петро КАЧОР  
(підпис) (ім'я та прізвище)

|                   |          |                                        |
|-------------------|----------|----------------------------------------|
| Керівник          | (підпис) | Тетяна НАВРОЦЬКА<br>(ім'я та прізвище) |
| Нормоконтроль     | (підпис) | Марія П'ЄНТАК<br>(ім'я та прізвище)    |
| Завідувач кафедри | (підпис) | Олег ЦЬОНЬ<br>(ім'я та прізвище)       |
| Рецензент         | (підпис) | Дмитро РАДИК<br>(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)  
«    » 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 Качору Петру Миколайовичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект автотранспортного підприємства для виконання технічного обслуговування та ремонту системи безпеки "AIR BAG" автомобіля Renault Magnum Trucks з дослідженням підвищення продуктивності двигунів за рахунок додавання альтернативних речовин

Керівник роботи Навроцька Тетяна Дем'янівна, к.т.н., старший викладач  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «14» листопада 2025 року №4/7-970

2. Термін подання студентом завершеної роботи 19 грудня 2025 року

3. Вихідні дані до роботи Характеристика автотранспортного підприємства, базовий технологічний процес обслуговування системи безпеки "AIR BAG" автомобіля Renault Magnum Trucks

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)  
1 Загально-технічний розділ. 2 Технологічний розділ. 3 Конструкторський розділ.  
4 Науково-дослідний розділ. 5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)  
Схема розташування елементів системи пасивної безпеки (AIR BAG) у кабіні автомобіля Renault Magnum – 1 аркуші формату А1.

Складові елементи системи AIR BAG – 1 аркуш формату А1.

Електрична схема системи AIR BAG – 1 аркуш формату А1.

Зняття на встановлення системи AIR BAG – 2 аркуші формату А1.

Схема організаційної структури управління технічною службою та ТП на АТП – 1 аркуш формату А1.

Загальний вигляд випробувального стенда – 1 аркуш А1 формату.

Наукові дослідження – 2 аркуші формату А1.

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

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

(ім'я та прізвище )

# РЕФЕРАТ

кваліфікаційної роботи магістра на тему:

«Проект автотранспортного підприємства для виконання технічного обслуговування та ремонту системи безпеки "AIR BAG" автомобіля Renault Magnum Trucks з дослідженням підвищення продуктивності двигунів за рахунок додавання альтернативних речовин»

студент групи МАм-61 ТНТУ імені Івана Пулюя

Качора Петра Миколайовича

Керівник роботи – канд. техн. наук, ст. виклд. Навроцька Т.Д.

Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки: 74 арк. формату А4, графічної частини: 9 аркушів формату А1 та додатків.

В пояснювальній записці приводяться необхідні розрахунки, вона містить усі необхідні розділи і повністю відповідає завданню та встановленим вимогам, Також оформлена графічна частина до кваліфікаційної роботи.

У ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНОМУ РОЗДІЛІ надано комплексну характеристику АТП та обґрунтовано необхідність реконструкції виробничих потужностей для впровадження послуг із діагностики та відновлення системи Air Bag. Розглянуто конструктивні особливості та принципи функціонування систем пасивної безпеки Renault Magnum Trucks, а також проаналізовано типові несправності та методи їх усунення.

У ТЕХНОЛОГІЧНОМУ РОЗДІЛІ проведено розрахунок річної виробничої програми АТП та визначено обсяги робіт з технічного обслуговування (ТО) і поточного ремонту (ПР). Сформовано штатний розклад та визначено показники економічної ефективності проекту. Встановлено, що модернізація ділянки дозволяє знизити собівартість робіт та забезпечити окупність інвестицій у короткостроковій перспективі.

У КОНСТРУКТОРСЬКОМУ РОЗДІЛІ розроблено конструкцію спеціалізованого пневматичного підйомника для вантажних автомобілів. Виконано інженерні розрахунки вузлів на міцність та стійкість, що гарантує безпеку проведення робіт у зоні ТО та ремонту.

У НАУКОВО-ДОСЛІДНОМУ РОЗДІЛІ проведено експериментальні дослідження впливу додавання альтернативних речовин на продуктивність двигунів вантажних автомобілів. Доведено можливість підвищення потужних характеристик двигуна за рахунок оптимізації робочих процесів.

У РОЗДІЛІ ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ висвітлено систему організації охорони праці на АТП. Виконано розрахунок аварійного освітлення для забезпечення безпеки персоналу у разі збою основних мереж. Розроблено комплекс заходів протипожежної профілактики при експлуатації електроустановок на проєктованій ділянці.

# ЗМІСТ

|                                                                                                         |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВСТУП.....                                                                                              | 7  |
| 1 ЗАГАЛЬНО ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ                                                                             |    |
| 1.1. Загальна характеристика АТП.....                                                                   | 8  |
| 1.2. Обґрунтування проекту реконструкції АТП для впровадження<br>ремонту системи безпеки AIR BAG .....  | 8  |
| 1.3 Загальна характеристика та принцип роботи системи безпеки автомобіля<br>Renault Magnum Trucks.....  | 9  |
| 1.4 Особливості конструкції та усунення несправностей.....                                              | 15 |
| 2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ                                                                                  |    |
| 2.1 Розрахунок виробничої програми та обсягу робіт з ТО та ТР.....                                      | 27 |
| 2.2 Організація ТО.....                                                                                 | 34 |
| 2.3. Розрахунок техніко-економічних показників.....                                                     | 40 |
| 3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ                                                                               |    |
| 3.1 Опис конструкції підйомника.....                                                                    | 44 |
| 3.2 Розрахунок конструкції пневматичного підйомника.....                                                | 46 |
| 4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ                                                                              |    |
| 4.1. Дослідження підвищення продуктивності двигунів за рахунок<br>додавання альтернативних речовин..... | 51 |

|                                                                                                          |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ                                                      |    |
| 5.1 Система організації охорони праці на АТП.....                                                        | 63 |
| 5.2 Розрахунок аварійного освітлення.....                                                                | 66 |
| 5.3 Заходи протипожежної профілактики при експлуатації<br>електроустановок на проєктованій ділянці ..... | 69 |
| ВИСНОВКИ.....                                                                                            | 71 |
| БІБЛІОГРАФІЯ.....                                                                                        | 73 |
| ДОДАТКИ                                                                                                  |    |

## ВСТУП

В умовах реформування економіки України та інтеграції до європейського ринку, підтримка транспортного парку в належному технічному стані набуває стратегічного значення. Автопарк вітчизняних автотранспортних підприємств (АТП) характеризується значним рівнем зносу, що зумовлює гостру потребу у вдосконаленні організації та технологій технічного обслуговування і ремонту (ТО і ТР).

Особлива увага має приділятися високотехнологічним системам безпеки та енергоефективності, оскільки це безпосередньо впливає на безпеку дорожнього руху та експлуатаційні витрати. Надійність вантажних автомобілів, таких як Renault Magnum Trucks, які інтенсивно використовуються у магістральних перевезеннях, вимагає нових підходів до ТО і ТР, що відповідають стандартам розвинених ринкових економік, що базуються на передовому світовому досвіді та забезпечують високу конкурентоспроможність.

Розвиток ринкових відносин супроводжується значним зростанням витрат на утримання та ремонт техніки. Збільшення навантаження на експлуатовані автомобілі вимагає від підприємств постійного пошуку шляхів для зниження експлуатаційних витрат та підвищення надійності складних систем.

Складність сучасного автопарку, включаючи вантажні автомобілі Renault Magnum Trucks, диктує необхідність зосередитися на двох взаємопов'язаних векторах підвищення ефективності:

Виходячи з наведених викликів, метою даного проєкту є розробка комплексного рішення для підвищення ефективності експлуатації вантажного транспорту через технологічне проєктування виробничої бази та дослідження інноваційних технічних рішень.

Реалізація цих завдань дозволить забезпечити високу готовність машин, грамотне обслуговування та суттєво підвищити продуктивність праці персоналу, що є ключовим для успіху АТП в нових економічних умовах.

# **1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ**

## **1.1. Загальна характеристика АТП**

Автотранспортне підприємство (АТП), що є об'єктом аналізу, відіграє ключову роль у системі забезпечення ТО та ремонту ТЗ у регіоні. Ефективна діяльність АТП спрямована на підтримку стабільного та якісного потоку клієнтів протягом усього року.

АТП характеризується значним рівнем виробничої потужності, яка за поточних умов експлуатується максимально ефективно. Це досягається завдяки наявності базової технічної оснащеності та загалом оптимальній організації основного виробничого процесу.

Потік клієнтів на СТО АТП є відносно стабільним у річному вимірі. Проте, спостерігається чітко виражена сезонність, яка має суттєвий вплив на ефективність планування та розподіл виробничих ресурсів.

Найбільша інтенсивність відвідувань СТО припадає на зимовий період.

Найменший попит на послуги сервісу фіксується у літні місяці.

Для забезпечення безперебійної та ефективної роботи, особливо в умовах високого сезону, існує нагальна потреба в заздалегідь спланованому графіку обслуговування та оптимізації робочого процесу.

## **1.2. Обґрунтування проекту реконструкції АТП для впровадження ремонту системи безпеки AIR BAG**

На основі проведеного аналізу встановлено, що основними чинниками, які вимагають негайної реконструкції АТП, є:

- постійне зростання попиту на автосервісні послуги, особливо у холодний період року.
- використання морально та фізично застарілого обладнання, що знижує продуктивність праці та якість ремонту.

Таким чином, реконструкція АТП стає необхідною умовою для підвищення його конкурентоспроможності та розширення ринкової ніші.

Організація дільниці для технічного обслуговування та ремонту системи безпеки "AIR BAG" автомобілів Renault Magnum Trucks є стратегічно важливим кроком у рамках цієї реконструкції, оскільки:

1. Ринок потребує високоспеціалізованих послуг для обслуговування систем безпеки комерційного транспорту. Вибір моделі Renault Magnum Trucks забезпечує цільову спрямованість на сегмент вантажних перевезень.

2. Ремонт та діагностика систем "AIR BAG" вимагає застосування новітнього, високоточного обладнання. Створення такої дільниці виступить каталізатором для повної заміни технічного оснащення у суміжних майстернях.

3. Впровадження цієї послуги дозволить АТП забезпечувати найвищі стандарти безпеки для вантажних автомобілів, підвищуючи лояльність клієнтів та якість обслуговування в цілому.

Реалізація зазначених заходів, включаючи розрахунок необхідних виробничих площ дозволить покращити організацію виробничих процесів, підвищити якість послуг, задовольнити зростаючий попит клієнтів та створити на базі АТП сучасний, високотехнологічний центр обслуговування вантажних автомобілів.

### **1.3 Загальна характеристика та принцип роботи системи безпеки автомобіля Renault Magnum Trucks**

Система додаткових обмежувальних засобів (Supplemental Restraint System – SRS), або система AIR BAG, є ключовим компонентом пасивної безпеки вантажного автомобіля Renault Magnum Trucks. Її основне призначення полягає в зменшенні ризику травмування водія (та опціонально пасажирів) у разі сильного фронтального або бічного зіткнення, шляхом створення м'якої захисної перешкоди між людиною та елементами салону (кермовим колесом, панеллю приладів).

Система AIR BAG працює додатково до ременів безпеки, які є первинним засобом захисту. Для вантажних автомобілів, таких як Renault Magnum, де швидкість руху та маса транспортного засобу значні, SRS є критично важливим

елементом, оскільки енергія удару при зіткненні є набагато вищою, ніж у легкових авто.

Типова архітектура системи AIR BAG в Renault Magnum є електронною та складається з наступних ключових елементів:

Таблиця 1.1 - Основні компоненти системи Airbag (SRS) та їхні функції

| <i><b>Компонент</b></i>           | <i><b>Альтернативна назва</b></i> | <i><b>Функція / Опис</b></i>                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Електронний блок керування</b> | ECU / ACU                         | Центральний елемент системи. Аналізує сигнали датчиків, зберігає діагностичні коди (DTC) та приймає рішення про необхідність спрацювання піропатронів. Розташований, як правило, у центральній частині кабіни. |
| <b>Датчики удару</b>              | Акселерометри                     | Вимірюють різке уповільнення кабіни, необхідне для активації системи. Встановлюються у зоні зіткнення (лонжерони, рама) та/або всередині блоку ECU.                                                            |
| <b>Піропатрони</b>                | Газогенератори                    | Хімічні пристрої, що генерують великий об'єм безпечного газу (азот/аргон) при отриманні електричного імпульсу від ECU.                                                                                         |
| <b>Подушка безпеки</b>            | AIR BAG Module                    | Складена тканинна оболонка, яка наповнюється газом і розкривається за частки секунди (30-50 мс), утворюючи захисну повітряну подушку.                                                                          |
| <b>Контактне кільце</b>           | Спиральний кабель                 | Забезпечує безперервний електричний контакт між рухомим кермовим колесом (з подушкою) та нерухомою проводкою автомобіля.                                                                                       |
| <b>Індикатор несправності</b>     | SRS Lamp                          | Контрольна лампа на панелі приладів, яка сигналізує водієві про будь-яку несправність у системі (обрив ланцюга, несправність датчика тощо).                                                                    |

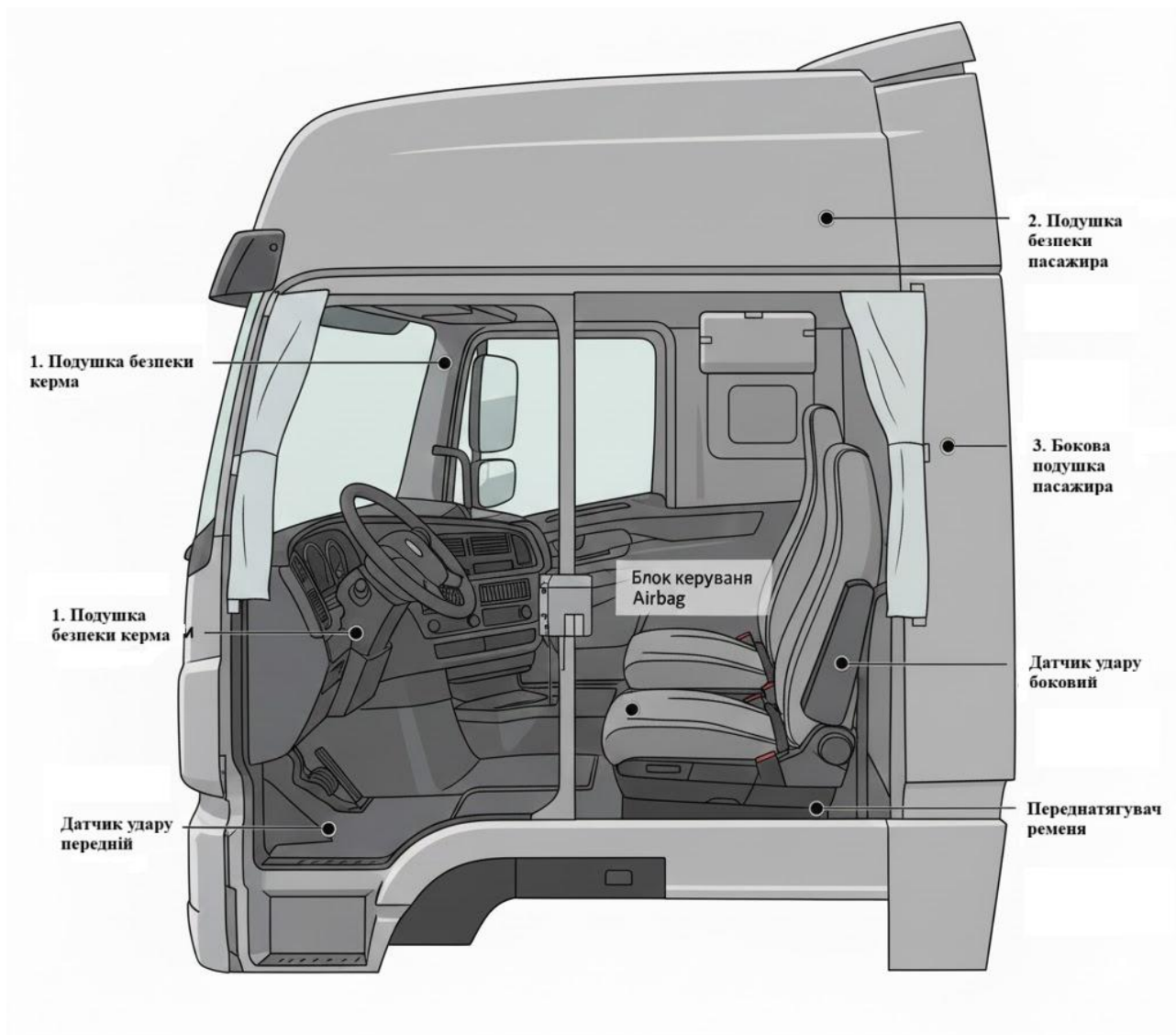


Рисунок 1.1 – Схема розташування елементів системи пасивної безпеки (Airbag) у кабіні автомобіля Renault Magnum

Принцип роботи системи відбувається наступним чином: при ввімкненні запалювання (подачі напруги) індикатор несправності (рис.1.2) загоряється приблизно на 10 секунд і гасне. Це означає, що система успішно пройшла самодіагностику і знаходиться у робочому стані.



Рисунок 1.2 – Індикатор несправності системи AIR BAG

Важливо, якщо індикатор (рис.1.2) не гасне, або якщо виникає обрив контакту чи замикання у ланцюгу сигналу (рис.1.2), система AIR BAG нейтралізується (відключається) і не спрацює в разі ДТП.

Робота системи AIR BAG ґрунтується на високошвидкісному циклі діагностики та реакції:

1. Моніторинг: Блок ECU постійно отримує дані від датчиків уповільнення, які відстежують швидкість зміни швидкості автомобіля.
2. Визначення зіткнення: Якщо уповільнення перевищує критичний поріг (що відповідає сильному удару, наприклад, зіткнення на швидкості вище (20 км/год), ECU ініціює спрацювання.
3. Активація: ECU подає електричний імпульс на піропатрон.
4. Наповнення: Піропатрон генерує газ, який наповнює подушку безпеки. Процес наповнення займає менше, ніж час, необхідний для того, щоб тіло водія просунулося вперед.
5. Здуття: Відразу після спрацювання, газ починає виходити через спеціальні клапани в подушці. Це запобігає травмам від тиску і дозволяє водієві залишатися вільним після удару.

Особливості SRS у Renault Magnum Trucks є те, що кабіна Renault Magnum, на відміну від легкових автомобілів, є значно більшою та, залежно від моделі, може бути підвішеною на пневматичних елементах. Це накладає певні вимоги на SRS:

1. Калібрування датчиків: Датчики уповільнення повинні бути точно відкалібровані, щоб ігнорувати вібрації та різкі поштовхи, які є нормою для вантажівки під час руху, але реагувати на аварійне уповільнення кабіни.
2. Контактне кільце (Clock Spring): Через великий пробіг вантажівок та постійне використання кермового колеса, контактне кільце є однією з найбільш навантажених і вразливих частин системи, схильною до зносу та обриву ланцюга.
3. Висока вартість ремонту: Ремонт SRS на вантажівках часто є більш складним і дорогим, що підкреслює необхідність точної діагностики, яка буде детально розглянута в наступному розділі.

Варто зазначити, що система безпеки в Renault Magnum, як і в будь-якій сучасній вантажівці, є комплексною і поділяється на активну (запобігає ДТП) та пасивну (захищає під час ДТП).

Система безпеки Renault Magnum Trucks (в залежності від року випуску) є поєднанням передових електронних та структурних рішень, що спрямовані на максимальне зниження ризику аварій та мінімізацію травм водія і пасажирів.

#### 1. Активна безпека (запобігання ДТП)

Ці системи спрямовані на підтримання контролю над автомобілем:

- EBS (Electronic Braking System): Електронна гальмівна система.
- ABS (Anti-lock Braking System): Антиблокувальна система, що запобігає блокуванню коліс під час гальмування.
- ASR / Traction Control: Антипробуксовочна система, яка запобігає втраті зчеплення ведучих коліс.
- ESP (Electronic Stability Program): Система курсової стійкості (на пізніх моделях), що допомагає запобігти заносу та перекиданню.

#### 2. Пасивна безпека (захист під час ДТП)

Ці системи забезпечують захист екіпажу безпосередньо в момент зіткнення:

- Унікальна структура кабіни: Кабіна Magnum відома своєю високою, плоскою підлогою, що забезпечує великий простір для виживання у разі сильного удару.
- SRS (Supplemental Restraint System): Додаткова система обмеження, яка включає подушки безпеки.
- Ремені безпеки з переднатягувачами та обмежувачами навантаження.

Принцип роботи активної системи (EBS/ABS/ASR): електронний блок керування постійно моніторить швидкість обертання кожного колеса та зусилля на гальмівній педалі.

Під час екстреного гальмування (ABS) або на слизькій дорозі (ASR) система автоматично регулює тиск гальмівної рідини/повітря у кожному контурі. Це дозволяє колесам продовжувати обертатися (запобігаючи

блокуванню) або зменшує потужність двигуна/підгальмовує колесо, що пробуксовує. Мета - зберегти керованість та оптимізувати гальмівний шлях.

Принцип роботи пасивної системи (SRS), датчики удару: акселерометри, розташовані у ключових точках (наприклад, передні лонжерони, центральний тунель), фіксують різке уповільнення, що перевищує порогове значення.

Електронний блок керування (ЕБК AIR BAG) аналізує сигнал від датчиків і приймає рішення про необхідність активації.

Спрацювання: ЕБК надсилає електричний імпульс на піропатрони, переднатягувачі ременів спрацьовують першими, фіксуючи водія/пасажира в кріслі. Газогенератори подушок миттєво генерують газ (азот/аргон), розкриваючи подушку за 30–50 мс для амортизації удару. Подушка одразу ж здувається через спеціальні клапани, запобігаючи обмеженню рухів після зіткнення.

Система безпеки Renault Magnum Trucks характеризується комплексним підходом, що поєднує електронні засоби запобігання аваріям та потужні механізми захисту екіпажу.

Активні системи (EBS, ABS, ASR) є фундаментом безпеки, оскільки їхня робота спрямована на збереження контролю над багатотонною машиною в критичних ситуаціях, що є першочерговою метою.

Пасивна безпека базується на високій жорсткості та унікальній геометрії кабіни (забезпечує "простір для виживання") та ефективній роботі системи SRS.

Ефективність SRS (подушок) безпосередньо залежить від ременів безпеки та переднатягувачів. Вони працюють як єдине ціле, забезпечуючи правильне положення тіла для контакту з подушкою.

Таким чином, системи безпеки Renault Magnum Trucks демонструють високий стандарт захисту, де сучасна електроніка запобігає аваріям, а конструктивні та піротехнічні елементи мінімізують наслідки, якщо зіткнення уникнути не вдалося.

## 1.4 Особливості конструкції та усунення несправностей

Система пасивної безпеки AIR BAG (SRS - Supplementary Restraint System) є однією з найкритичніших компонентів сучасних вантажних автомобілів, включаючи Renault Magnum Trucks. Її основне призначення – захист водія та пасажирів від травм, несумісних із життям, у разі лобового або сильного бічного зіткнення, доповнюючи дію ременів безпеки. Враховуючи, що Renault Magnum експлуатуються у сфері магістральних перевезень, де швидкість та ризик ДТП високі, надійність системи AIR BAG набуває стратегічного значення.

Незважаючи на високу технологічність, система AIR BAG схильна до різноманітних експлуатаційних відмов. Виникнення несправності в SRS (на що вказує постійно активний сигнальний індикатор на панелі приладів) не лише дезорієнтує водія, але й виводить всю систему захисту з ладу, унеможливаючи її спрацювання в критичний момент, або ж, навпаки, спричиняє несанкціоноване спрацювання.

Наше завдання є систематизація типових несправностей системи AIR BAG Renault Magnum та розробка або адаптація ефективних методів їх діагностики та усунення для забезпечення максимального рівня безпеки транспортного засобу.

Об'єктом дослідження є система AIR BAG (SRS) вантажних автомобілів Renault Magnum Trucks (включно з усіма її поколіннями та модифікаціями), її конструктивні елементи та електронні блоки керування (ECU/ACU).

Предметом дослідження є типові електричні та механічні несправності елементів SRS (зокрема, датчиків удару, подушок, піропатронів та проводки). Діагностичні коди помилок (DTC), характерні для Renault Magnum. Технологічні процеси ремонту та обслуговування системи, спрямовані на відновлення її працездатності.

Для досягнення поставленої мети аналізуються причини виникнення найпоширеніших відмов SRS (обрив ланцюга, коротке замикання, несправність контактних кілець, проблеми з датчиками). Розглядаються методи діагностики

несправностей (використання спеціалізованих сканерів, перевірка опору ланцюгів). Пропонуються конкретні технологічні карти та рекомендації з обслуговування та ремонту SRS відповідно до стандартів безпеки.

Для надання точної ідентифікації та візуалізації розміщення ключових електричних та механічних компонентів, які забезпечують роботу системи пасивної безпеки водія та пасажирів ми розпочинаємо роботу з аналізу схеми на рис.1.3, де представлені наступні вузли, необхідні для діагностики та коректного функціонування системи.



Рисунок 1.3 – Розміщення струмоприймачів в кабіні

Таблиця 1.2 – Перелік компонентів системи AIR BAG (SRS) та їхнє розміщення

| <i>Позначення</i>                                | <i>Компонент</i>           | <i>Функція</i>                                                                                          |
|--------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Модуль "ПОДУШКА БЕЗПЕКИ"</b>                  | З боку водія (1)           | Основний елемент захисту, що включає газогенератор і надувну подушку.                                   |
| <b>Електронний калькулятор "ПОДУШКА БЕЗПЕКИ"</b> | (I)                        | Центральний блок керування (ЕБК), який аналізує сигнали від датчиків і приймає рішення про спрацювання. |
| <b>Обертовий контактор</b>                       | (II)                       | Забезпечує безперервне електричне з'єднання модуля (1) з ЕБК при обертанні керма.                       |
| <b>Сигналізація про дефект подушки безпеки</b>   | З контрольною лампою (III) | Індикатор (SRS Lamp), що відображає стан системи на панелі приладів.                                    |
| <b>Штепсельний насос для діагностики</b>         | (IV)                       | Технологічний роз'єм, який використовується для підключення діагностичного обладнання.                  |

Для повного розуміння принципів функціонування та діагностики системи пасивної безпеки (AIR BAG), необхідно детально розглянути її електричні з'єднання (рис.1.4).

Наведена схема відображає ключові електричні компоненти системи SRS (такі як електронний калькулятор, обертовий контактор та сигналізація дефекту) і їхню взаємодію. Це дозволить нам ідентифікувати ланцюги живлення, передачі даних та активації модуля подушки безпеки.

Ця схема є основою для виконання будь-яких діагностичних та ремонтних робіт у системі AIR BAG, а також відображає основні електричні з'єднання системи додаткового обмеження (SRS), яка забезпечує безпеку водія.

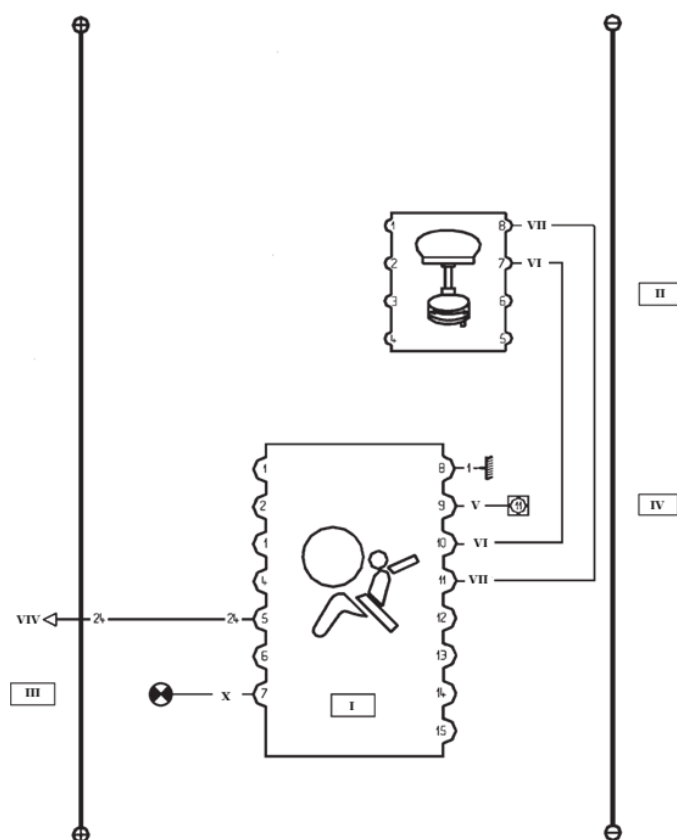


Рисунок 1.4 – Електрична схема системи AIR BAG (SRS)

Таблиця 1.3 - Основні компоненти електричної схеми AIR BAG (SRS)

| Компонент                  | Позначення на схемі                           | Функція / Опис                                                                                                                  |
|----------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Центральний блок керування | I (Електричний калькулятор "ПОДУШКА БЕЗПЕКИ") | "Мозок" системи. Приймає живлення (контакти 6, 7), аналізує дані, керує спрацюванням подушки та індикацією несправностей.       |
| Обертовий контактор        | II                                            | Посередник. Забезпечує надійне електричне з'єднання між нерухомим калькулятором (I) та рухомих модулем подушки безпеки у кермі. |

| <i>Компонент</i>                | <i>Позначення на схемі</i>             | <i>Функція / Опис</i>                                                                                                                                 |
|---------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Модуль AIR BAG (подушка)</b> | (Показано всередині II)                | Виконавчий елемент. Підключається до калькулятора (I) через дроти VI та VII.                                                                          |
| <b>Сигналізація дефекту</b>     | III (з контрольною лампою)             | Індикація. Відображає стан системи водієві. Підключена до калькулятора; загоряння лампи вказує на несправність.                                       |
| <b>Діагностичний роз'єм</b>     | IV (Штепсельний насос для діагностики) | Точка доступу. Використовується для підключення зовнішнього діагностичного обладнання для зчитування кодів несправностей (DTC) та тестування системи. |

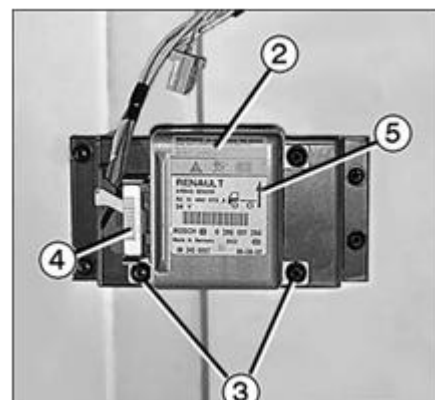
Схема демонструє, як калькулятор (I) є центральною точкою, що керує подушкою (через II), контролює статус (через III) та взаємодіє із зовнішнім світом (через IV).

### **Зняття на встановлення системи AIR BAG**

#### *Електронний калькулятор "ПОДУШКА БЕЗПЕКИ" (ЕБК AIR BAG)*

У разі виконання будь-яких робіт із системою «AIR BAG» (SRS), зокрема з електронним калькулятором, настійно рекомендується довірити цю роботу виключно кваліфікованим фахівцям, які пройшли відповідне навчання.

#### **Демонтаж ЕБК**



1. Видалення живлення: Перед початком робіт обов'язково вимкніть запалювання та від'єднайте акумулятор для знеструмлення системи.
2. Доступ: Зніміть сидіння водія.
3. Від'єднання: Від'єднайте електричний роз'єм (вилку) (4).

4. Кріплення: Відкрутіть гвинт (3).

5. Зняття: Зніміть шість замків електронного калькулятора «AIR BAG» (2).

#### Монтаж ЕБК

1. Встановлення: Встановіть електронний калькулятор «AIR BAG» (2) на місце, орієнтуючи його таким чином, щоб стрілка (5) була спрямована (орієнтована) на передню частину автомобіля.

2. Фіксація: Закрутіть гвинти (3).

3. Затягування: Затягніть гвинти з крутним моментом, який відповідає технічній нормі.

4. Підключення: Приєднайте вилку (4).

5. Завершення: Встановіть сидіння водія на місце.

*AIR BAG\_driver: Модуль "ПОДУШКА БЕЗПЕКИ" з боку водія*

У разі виконання будь-яких робіт по системі «AIR BAG» (SRS), роботу необхідно довіряти виключно кваліфікованим фахівцям, які пройшли відповідну підготовку.

Перед початком робіт колеса автомобіля повинні бути вирівняні по прямій лінії.

Обов'язково від'єднайте акумулятор та дочекайтеся повного знеструмлення системи.

#### Демонтаж

1. Від'єднайте електричний роз'єм (вилку) (3) від модуля подушки.

2. Відкрутіть кріпильні гвинти.

3. Обережно зніміть модуль «AIR BAG» (1).

#### Монтаж

1. Встановіть модуль «AIR BAG» (1) на місце в кермовому колесі.

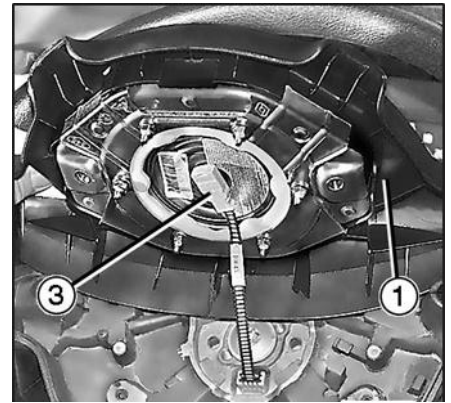
2. Закрутіть кріпильні гвинти (2).



3. Затягніть гвинти з крутним моментом, який відповідає технічній нормі.
4. Надійно підключіть штепсельну вилку (3) до модуля.

#### Контроль (Перевірка системи)

1. Акумулятор: Знову підключіть акумуляторну батарею.
2. Самодіагностика: Поверніть ключ у замку запалювання (до точки контакту).
3. Перевірка індикації: Після ввімкнення запалювання контрольна лампа системи «AIR BAG» повинна загорітися і приблизно через 10 секунд згаснути.
4. Діагностика: У разі, якщо лампа залишається світитися, необхідно провести повну діагностику системи для виявлення та усунення несправності.



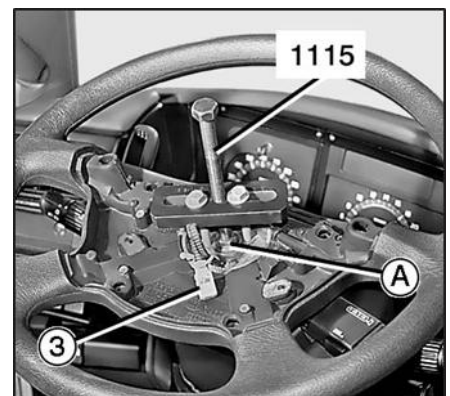
#### Обертний контактор (Спиральний кабель)

Роботи із системою «AIR BAG» (SRS) необхідно довіряти виключно кваліфікованим фахівцям, які пройшли відповідну підготовку.

Перед початком робіт колеса автомобіля повинні бути вирівняні по прямій лінії (в положенні для руху прямо).

#### Демонтаж обертового контактора

1. Модуль AIR BAG: Зніміть модуль «AIR BAG». (Див. посилання на інструкцію (C3)).
2. Роз'єм AIR BAG: Дійте обережно, ні в якому разі не виймаючи вилку (3) з модуля AIR BAG, щоб уникнути пошкодження.
3. Кермо:
  - Видаліть гвинт (або гайку) (2), що кріпить кермо.



- Зніміть кермове колесо.

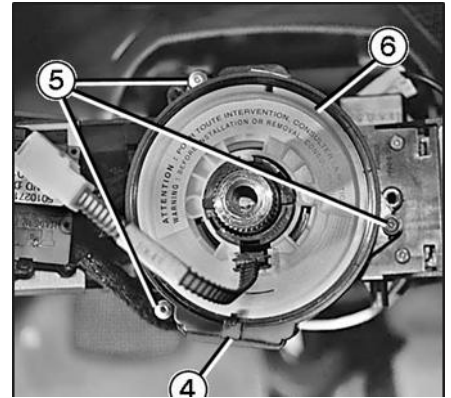
○ *Примітка:* Якщо необхідно, для зняття керма використовуйте

спеціальний інструмент 1 та, можливо, гвинт-адаптер M12 x 1,75 x 20.

4. Електричні з'єднання: Від'єднайте електричний роз'єм (вилку) (4), що підключається до контактора.

Контактний пристрій: Відкрутіть гвинти (5).

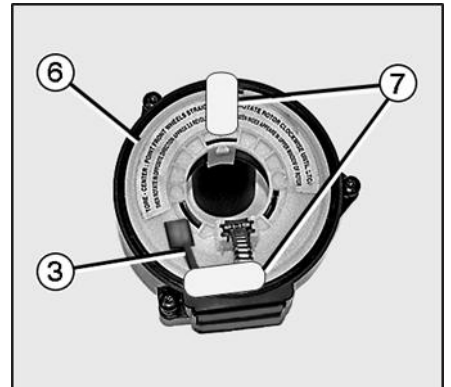
Зніміть обертовий контактор (6).



#### *Монтаж нового обертового контактора*

Перед початком робіт переконайтеся, що ви дотримуетесь усіх заходів безпеки, пов'язаних із системою AIR BAG.

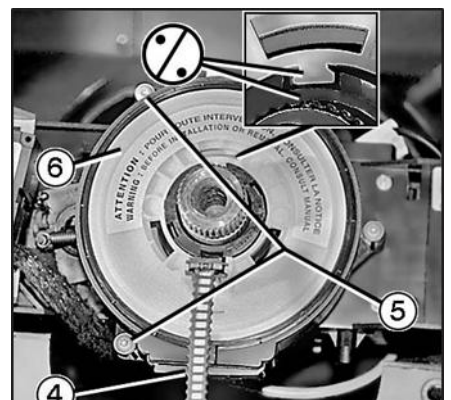
При роботі з модулем AIR BAG дійте обережно, не від'єднуючи вилку (3) від модуля, щоб запобігти його пошкодженню.



#### *Встановлення*

1. Попереднє налаштування: Не знімайте фіксатор/ручку тримача наклейки (7) з нового обертового контактора. Це важливий елемент, який утримує контактор у нульовому положенні.

2. Встановлення контактора: Встановіть обертовий контактор (6) на місце.



Переконайтеся, що штифт обертового контактора правильно вставлений у рульовий вал.

3. Фіксація контактора: Закрутіть гвинти (5), що кріплять контактор. Затягніть їх із крутним моментом відповідно до технічної норми. Надмірне зусилля не допускається.

4. Підключення: Приєднайте електричний роз'єм (вилку) (4).

5. Зняття фіксатора: Зніміть фіксатор (7), потягнувши за відповідну рукоятку або відклеївши його, щоб звільнити механізм контактора.



## Встановлення керма та модуля AIR BAG

1. Кермо: Вирівняйте кермо та встановіть його на рульовий вал.
2. Кріплення керма: Закрутіть гвинт (2), що фіксує кермо. Затягніть його із крутним моментом, відповідно до технічної норми.
3. Модуль AIR BAG: Встановіть модуль «AIR BAG» на місце. (Див. відповідний розділ (С3) для деталей монтажу).

## Встановлення та центрування обертового контактора

Дійте обережно і відповідно до технічних інструкцій.

При роботі з модулем AIR BAG не від'єднуйте вилку (3) від модуля, щоб запобігти його пошкодженню.

### Крок 1: Пошук "Середньої (Нульової) Точки"

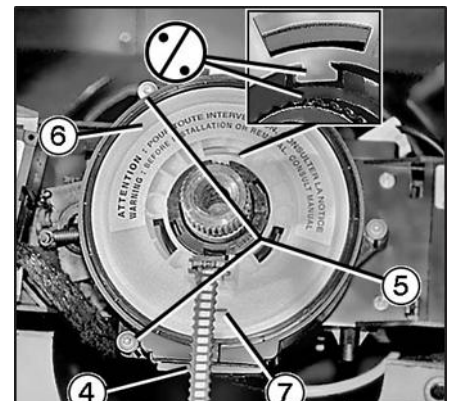
Перед встановленням нового контактора критично важливо відцентрувати його, щоб він не пошкодився під час повороту керма.

1. Крайня точка 1 (Лівий бік): Поверніть обертовий контактор в один бік (наприклад, ліворуч) до упору, не докладаючи надмірного зусилля. Зафіксуйте цю позицію.

2. Підрахунок обертів: Тепер повертайте контактор у протилежний бік (праворуч), рахуючи кількість повних обертів, доки він знову не дійде до упору.

3. Встановлення Середньої Точки: Розділіть пораховану кількість обертів на два. Поверніть контактор назад на цю розрахункову кількість обертів.

○ *Перевірка:* У цій середній (нульовій) точці червона позначка (7) на корпусі центрування (якщо вона є) має бути ідеально вирівняна (або, іншими словами, контактор має бути зафіксований



заводською чекою).

#### Крок 2: Монтаж обертового контактора (6)

1. Встановлення: Встановіть обертовий контактор (6) на місце.
  - Перевірка: Переконайтеся, що штифт обертового контактора правильно вставлено в рульовий вал.
2. Фіксація: Закрутіть гвинти (5), що кріплять контактор. Затягніть їх із крутним моментом відповідно до технічної норми.
3. Підключення: Приєднайте електричний роз'єм (вилку) (4).

#### Крок 3: Встановлення керма та модуля AIR BAG

1. Кермо: Вирівняйте кермо (щоб колеса стояли рівно) і встановіть його на місце.
2. Кріплення керма: Закрутіть гвинт (2). Затягніть його із крутним моментом відповідно до технічної норми.
3. Модуль AIR BAG: Встановіть модуль «AIR BAG» на місце (див. інструкцію С3).

Розглянемо метод утилізації модуля подушки безпеки (AIR BAG) шляхом контрольованого спрацювання, він є обов'язковий і безпечний метод утилізації несправних, пошкоджених або відпрацьованих модулів подушок безпеки (AIR BAG). Через наявність піротехнічного заряду (газогенератора), такі модулі становлять небезпеку і не можуть бути просто викинуті. Мета процедури – ініціювати спрацювання піропатрона в контрольованих умовах.

Таблиця 1.4 – Призначення та необхідне обладнання

| <i><b>Елемент</b></i>    | <i><b>Призначення</b></i>                                                                           |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Модуль AIR BAG (1)       | Об'єкт утилізації, що містить піротехнічний заряд.                                                  |
| Захисний бар'єр (Шини)   | Забезпечує локалізацію звуку та ударної хвилі, а також утримує модуль на місці під час спрацювання. |
| Джерело живлення (4,5 В) | Електричний елемент для подачі мінімально необхідної напруги для активації піропатрона.             |

| <i>Елемент</i>          | <i>Призначення</i>                                                        |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Провід з'єднання<br>(2) | Використовується для безпечної дистанційної подачі електричного імпульсу. |

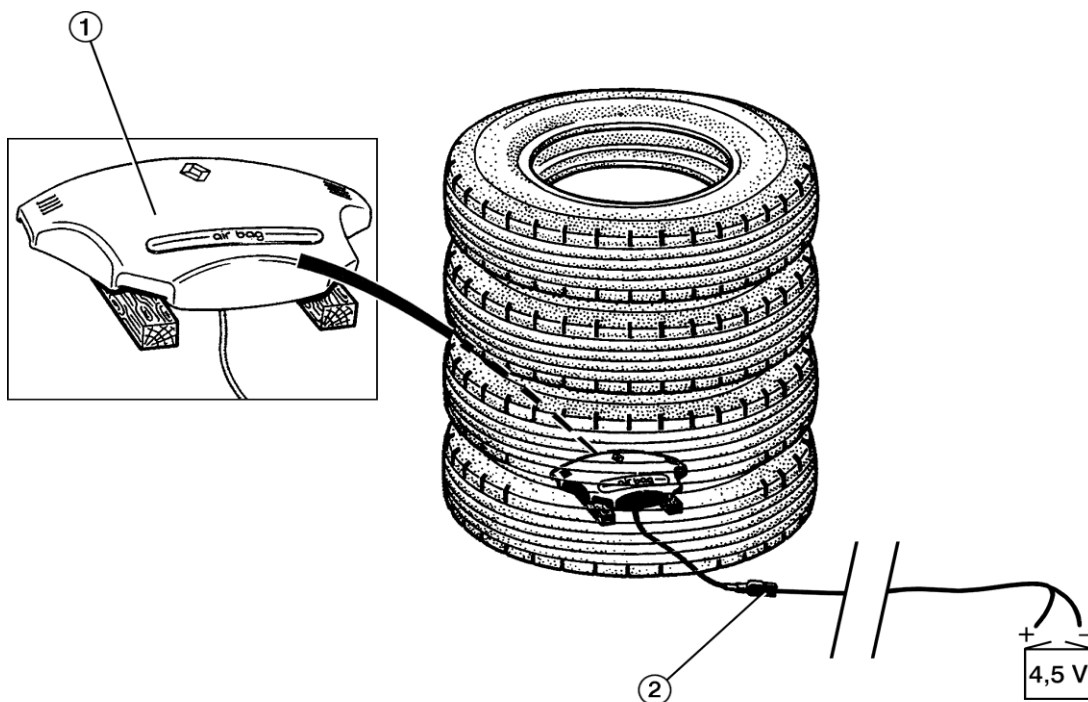


Рисунок 1.5 – Метод безпечного (контрольованого) спрацювання AIR BAG

Метод полягає у безпечному примусовому спрацюванні (підриві) модуля AIR BAG (1) поза автомобілем. Це необхідно для утилізації старих або пошкоджених модулів, які можуть бути небезпечними.

1. Модуль поміщається в захисний контейнер (стопка шин) для поглинання удару.
2. Модуль підключається (2) до зовнішнього джерела живлення з низькою напругою (наприклад, 4,5 В).
3. Подача напруги ініціює піропатрон, викликаючи безпечне розкриття подушки в контрольованих умовах.

Процедура виконується виключно кваліфікованим персоналом у спеціально відведеному місці, з дотриманням усіх норм безпеки.

Підготовка: зберіть модуль AIR BAG (1), захисний бар'єр (наприклад, стопка старих автомобільних шин), джерело живлення (4,5В) та довгі з'єднувальні дроти (2).

Розміщення: розмістіть модуль (1) на землі та накрийте його захисним бар'єром (стопкою шин), забезпечуючи повне охоплення. Це необхідно для гасіння удару та звуку.

Підключення: підключіть з'єднувальні дроти (2) до контактів модуля AIR BAG.

Безпечна дистанція: відійдіть на безпечну відстань.

Активація: підключіть дроти до джерела живлення (4,5 В), подаючи електричний імпульс на піропатрон. Модуль миттєво спрацює, надувши подушку.

Завершення: після спрацювання та повного виходу газу модуль охолоджується, і його можна утилізувати як звичайне металеве та пластикове сміття (після належного очищення).

Контрольоване спрацювання є єдиним безпечним і технічно правильним методом утилізації модуля подушки безпеки. Використання мінімальної напруги (4,5 В) гарантує активацію піропатрона, тоді як захисний бар'єр забезпечує безпеку навколишнього середовища та персоналу.

Систематизація знань про конструкцію, деталізація електричних схем і розробка чітких технологічних карт демонтажу/монтажу забезпечують необхідну методичну базу для ефективної діагностики та відновлення працездатності системи AIR BAG (SRS), що гарантує максимальний рівень пасивної безпеки вантажних автомобілів Renault Magnum Trucks.

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Розрахунок виробничої програми та обсягу робіт з ТО та ТР

Приклад розрахунку наведено для вантажного автомобіля Renault Magnum Truck. Розраховані значення для всіх марок рухомого складу наведено у таблицях.

Коригування періодичності ТО

$$L_{TO} = L_{TO}'' \cdot K_1 \cdot K_2 \quad (2.1)$$

$$L_{TO_1} = 4000 \cdot 0,8 \cdot 0,9 = 2800 \text{ км},$$

$$L_{TO_2} = 1600 \cdot 0,8 \cdot 0,9 = 11520 \text{ км}.$$

Пробіг до капітального ремонту

$$L_{KP} = L_{KP}'' \cdot K_{KP}, \quad (2.2)$$

Результуючий коефіцієнт коригування міжремонтного пробігу

$$K_{KP} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (2.3)$$

$$K_{KP} = 0,8 \cdot 1 \cdot 0,64,$$

$$L_{KP} = 250 \cdot 10^3 \cdot 0,64 = 160 \cdot 10^3.$$

Результати розрахунків за формулами (2.1), (2.2) та скориговані пробіги до ТО-1, ТО-2 та КР представлені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Коригування пробігів до ТО-1, ТО-2 та КР

| <i>Марка автомобіля</i>     | <i>Вид пробігу</i> | <i>Пробіг, км (Нормативний)</i> | <i>Пробіг, км (Скоригований)</i> |
|-----------------------------|--------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| <b>Renault Magnum Track</b> | ТО – 1             | 4000                            | 2880                             |
|                             | ТО – 2             | 12000                           | 10520                            |
|                             | КР                 | 300000                          | 192000                           |
| <b>Volvo FH</b>             | ТО – 1             | 3000                            | 2160                             |
|                             | ТО – 2             | 12000                           | 8640                             |
|                             | КР                 | 300000                          | 192000                           |
| <b>Mercedes-Benz Atego</b>  | ТО – 1             | 3000                            | 2160                             |
|                             | ТО – 2             | 12000                           | 8640                             |
|                             | КР                 | 300000                          | 192000                           |
| <b>MAN TGL</b>              | ТО – 1             | 4000                            | 2880                             |
|                             | ТО – 2             | 16000                           | 11520                            |
|                             | КР                 | 250000                          | 160000                           |

*Коефіцієнт технічної готовності та використання парку*

КТГ визначається з урахуванням середньодобового пробігу та часу простою.

Коефіцієнт технічної готовності

$$K_{\text{ТГ}} = \frac{1}{1 + L_{\text{CC}} \cdot K_i \cdot D_{\text{OP}} / 1000}, \quad (2.4)$$

$$K_{\text{ТГ}} = \frac{1}{1 + 170 \cdot 2,5 \cdot 0,5 / 1000} = 0,83.$$

### Коефіцієнт використання парку

$$K_{\text{вик}} = \frac{K_{\text{ТГ}} \cdot D_{\text{РГ}}}{D_{\text{КГ}}}, \quad (2.5)$$

$$K_{\text{вик}} = \frac{0,83 \cdot 318}{365} = 0,72.$$

Результати розрахунків за формулою (2.5) наведено у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Розрахункові коефіцієнти технічної готовності та випуску парку

| <i>Марка автомобіля</i>    | <i>Середньодобовий пробіг, км</i> | <i>Дні простою в ТО-2 і ТР</i> | <i>Коефіцієнт ат</i> |
|----------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|----------------------|
| <b>Renault</b>             | 170                               | 0,5 - 0,55                     | 0,77                 |
| <b>Volvo</b>               | 150                               | 0,5 - 0,6                      | 0,8                  |
| <b>Mercedes-Benz Atego</b> | 170                               | 0,5 - 0,55                     | 0,79                 |
| <b>MAN</b>                 | 170                               | 0,3 - 0,5                      | 0,72                 |

### Річний пробіг парку та виробнича програма

Річний пробіг парку

$$L_p = A_{\text{КО}} \cdot L_{\text{СС}} \cdot D_{\text{РГ}} \cdot K_{\text{вик}}, \quad (2.6)$$

$$L_p = 28 \cdot 170 \cdot 318 \cdot 0,72 = 1089849.$$

Результати розрахунків за формулою (2.6) наведено у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Розрахунковий річний пробіг

| <i>Марка автомобіля</i> | <b>Renault</b> | <b>Volvo</b> | <b>Mercedes-Benz Atego</b> | <b>MAN</b> |
|-------------------------|----------------|--------------|----------------------------|------------|
| Річний пробіг           | 874150         | 152640       | 1024977                    | 1089849    |

Загальний річний пробіг парку дорівнює 3141616 км.

## Виробнича програма з ТО за рік

$$N_{P_i} = L_P / L_i, \quad (2.7)$$

$$N_{P_{TO-2}} = 1089,8 \cdot 10^3 / 11520 = 62 \text{ од.};$$

$$N_{P_{TO-1}} = 1089,8 \cdot 10^3 / 2880 = 378 \text{ од.};$$

$$N_{P_{ETO}} = 1089,8 \cdot 10^3 / 170 = 6411 \text{ од.}$$

## Кількість ТО на добу

$$N_{C_i} = L_{P_i} / D_{PЗ}, \quad (2.8)$$

$$N_{C_{TO-2}} = 62 / 252 = 0,2 \text{ од.},$$

$$N_{C_{TO-1}} = 378 / 365 = 1,1 \text{ од.},$$

$$N_{C_{ETO}} = 6411 / 365 = 17 \text{ од.}$$

Результати розрахунків за формулами (2.7), (2.8) наведено у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Виробнича програма ТО по парку, одиниць впливів

| <i>Марка автомобіля</i> | <i>Програма на рік, (ЕО, ТО-1, ТО-2)</i> | <i>Програма на добу, (ЕО, ТО-1, ТО-2)</i> |
|-------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|
| <b>Renault</b>          | 5609, 248, 82                            | 14, 0,67, 0,33                            |
| <b>Volvo</b>            | 1144, 48, 14                             | 2,9, 0,13, 0,06                           |
| <b>Mercedes-Benz</b>    | 6336, 362, 82                            | 15,8, 0,85, 0,33                          |
| <b>MAN</b>              | 6411, 378, 62                            | 17, 1,1, 0,2                              |
| <b>Всього</b>           | 19500, 1036, 240                         | 49,7, 2,75, 1,0                           |

*Визначення річного обсягу робіт з ТО*

Річна трудомісткість ТО даного виду

$$T_i = N_p \cdot t_i, \quad (2.9)$$

$$t_i = t_i^{(H)} \cdot K_{TO} \quad (2.10)$$

$$K_{TO} = K_2 \cdot K_5, \quad (2.11)$$

$$K_{TO} = 1 \cdot 1,3 = 1,3.$$

$$t_{EO} = 0,42 \cdot 1,3 = 0,55$$

$$t_{TO-1} = 2,2 \cdot 1,3 = 2,86$$

$$t_{TO-2} = 9,1 \cdot 1,3 = 11,83$$

$$T_{EO} = 6411 \cdot 0,55 = 3526$$

$$T_{TO-1} = 378 \cdot 2,86 = 1081$$

$$T_{TO-2} = 62 \cdot 11,83 = 733 .$$

Результати розрахунків за формулами (2.9), (2.10) наведено у таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Трудомісткість ТО

| <i>Марка автомобіля</i> | <i>Нормативна трудомісткість ТО, люд.-год.</i> | <i>Скоригована трудомісткість ТО, люд.-год.</i> | <i>Річна трудомісткість, люд.-год.</i> |
|-------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------|
|                         | <i>EO, TO-1, TO-2</i>                          | <i>EO, TO-1, TO-2</i>                           | <i>EO, TO-1, TO-2</i>                  |
| <b>Renault</b>          | 0,5; 3,4; 14,5                                 | 0,65; 4,42; 18,85                               | 3644; 1586; 1545                       |
| <b>Volvo</b>            | 0,5; 3,4; 14,5                                 | 0,65; 4,42; 18,85                               | 526; 137; 75                           |
| <b>Mercedes-Benz</b>    | 0,45; 2,5; 10,6                                | 0,59; 3,25; 13,78                               | 3553; 1175; 1129                       |
| <b>MAN</b>              | 0,42; 2,2; 9,1                                 | 0,55; 2,86; 11,83                               | 3468; 1272; 1040                       |

Загальна трудомісткість по всьому парку дорівнює: ЕО – 11191 люд. – год., ТО-1 – 4170 люд. – год., ТО-2 – 3789 люд. – год.

Визначення річного обсягу за ТР

$$T_{TP} = L_P \cdot \frac{t_{TP}}{1000}, \quad (2.12)$$

$$t_{TP} = t_{HTP} \cdot K_{TP}, \quad (2.13)$$

Результуючий коефіцієнт коригування нормативної трудомісткості ТР на 1000 км

$$K_{TP} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5, \quad (2.14)$$

$$K_{TP} = 1,2 \cdot 1,1 \cdot 2,1 \cdot 3 \cdot 1,2 = 2,25.$$

$$t_{TP} = 3,7 \cdot 2,25 = 8,33 \text{ люд.} - \text{год.}$$

$$T_{TP} = 1089,849 \cdot 10^3 \cdot \frac{8,33}{1000} = 5954 \text{ люд.} - \text{год.}$$

Таблиця 2.6 – Трудомісткість ТР

| <i>Марка автомобіля</i> | <i>Коефіцієнт КТР</i> | <i>Трудомісткість ТР на 1000 км, люд. – год. (Нормативна, Розрахункова)</i> | <i>Річна, люд. – год.</i> |
|-------------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| <b>Renault</b>          | 1,7                   | 2,9; 8,5                                                                    | 26443,4                   |
| <b>Volvo</b>            | 1,55                  | 2,6; 8,5                                                                    | 4165,3                    |
| <b>Mercedes-Benz</b>    | 1,6                   | 2,5; 3,6                                                                    | 9202,2                    |
| <b>MAN</b>              | 1,3                   | 2,25; 3,7                                                                   | 8931,2                    |
| <b>Разом по парку</b>   |                       |                                                                             | 48742,11                  |

Річний обсяг робіт по кожному виду ТО із супутнім ремонтом

$$TO_{i(mp)} = T_i + T_{СП.Р.(i)}, \quad (2.15)$$

$$T_{СП.Р.(i)} = C_{mp} \cdot T_i, \quad (2.16)$$

$$T_{СП.Р.(ТО-1)} = 849 \cdot 0,2 = 169,8$$

$$T_{СП.Р.(ТО-2)} = 697 \cdot 0,2 = 139,4$$

$$T_{ТО-1(mp)} = 849 + 169,8 = 1018,8$$

$$T_{ТО-2(mp)} = 697 + 139,4 = 836,4$$

Результати розрахунків за формулами (2.15), (2.16) наведено у таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Річний обсяг робіт по ТО-1 і ТО-2 із супутнім ТР, люд. – год.

| <i>Марка автомобіля</i> | <i>Супутній ТР (ТО-1, ТО-2)</i> | <i>ТО із супутнім ТР (ТО-1, ТО-2)</i> |
|-------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|
| <b>Renault</b>          | 317,2; 309                      | 1903,2; 1854                          |
| <b>Volvo</b>            | 37,6; 23,8                      | 224,7; 143,2                          |
| <b>Mercedes-Benz</b>    | 235; 225,8                      | 1410; 1354,8                          |
| <b>MAN</b>              | 254,4; 208                      | 1526,4; 1248                          |
| <b>Всього</b>           | 844,2; 766,6                    | 5064,3; 4600                          |

*Розрахунок чисельності ремонтних робітників*

Розрізняють технологічно необхідну (явочну) та штатну (спискову) чисельність робітників.

Технологічно необхідна чисельність робітників

$$N_{TH} = \frac{T_{P_i}}{\Phi_n}, \quad (2.17)$$

Номінальний річний фонд часу робочого місяця

$$\Phi_n = (365 - t_{\text{вих}} - t_{\text{св}}) \cdot t_{\text{зм}} \cdot K_n \quad (2.18)$$

$$\Phi_n = (365 - 105 - 12) \cdot 8 \cdot 0,96 = 1905$$

Результати розрахунків за формулою (2.17) наведено у таблиці 2.8.

Штатна чисельність робітників

$$N_{\text{шт}} = \frac{T_{P_i}}{\Phi_o}$$

Дійсний річний фонд часу робочого місяця

$$\Phi_n = (365 - t_{\text{вих}} - t_{\text{нр}} - t_{\text{с}}) \cdot t_{\text{зм}} \cdot K_n \quad (2.19)$$

$$\Phi_o = (365 - 105 - 12 - 24) \cdot 8 \cdot 0,96 = 1720$$

Результати розрахунків за формулою (2.19) наведено у таблиці 2.8.

Таблиця 2.8 – Явочна та спискова кількість ремонтних робітників

| <i><b>Вид впливів</b></i> | <i><b>Трудовісткість, люд.-год.</b></i> | <i><b>Кількість робітників (Явочне, Спискове)</b></i> |
|---------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| ТО – 1                    | 5064,3                                  | 2, 3                                                  |
| ТО – 2                    | 4600                                    | 2, 3                                                  |
| ТР                        | 48742                                   | 24, 27                                                |
| <b>Разом</b>              | 58406,3                                 | 28, 33                                                |

## 2.2 Організація ТО

У цеху виробництво в ремонтних майстернях організовано методом спеціалізованих бригад. Сутність методу полягає в тому, що в транспортному цеху організовуються кілька спеціалізованих бригад, які спеціалізуються за видами технічного обслуговування та ремонту автомобілів. Схема організації виробництва представлена на рисунку 2.1. Переваги цього методу організації

виробництва: спеціалізація виконавців дозволяє підвищити відповідальність за якість робіт; зниження середнього тарифікаційного розряду бригади при досить високій якості; скорочується число однойменного обладнання, інструментів та пристосувань; скорочуються виробничі площі; спрощується керівництво ділянками, облік та контроль над виконанням технічних впливів. Проте виникають труднощі регулювання завантаження та аналізу роботи різних бригад, знижується ефективність використання обладнання загального призначення (підйомників, ям, спеціалізованого обладнання), виникають складності у розподілі запасних частин.

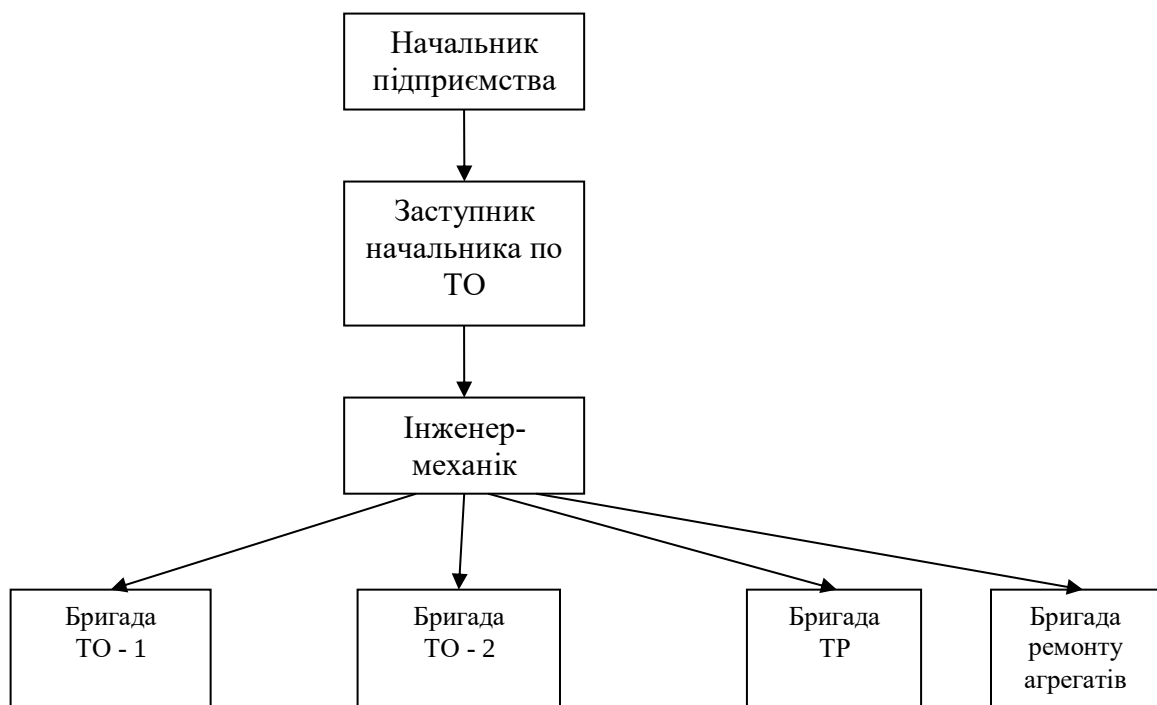


Рисунок 2.1 – Схема організації ТО-1 і ТО-2

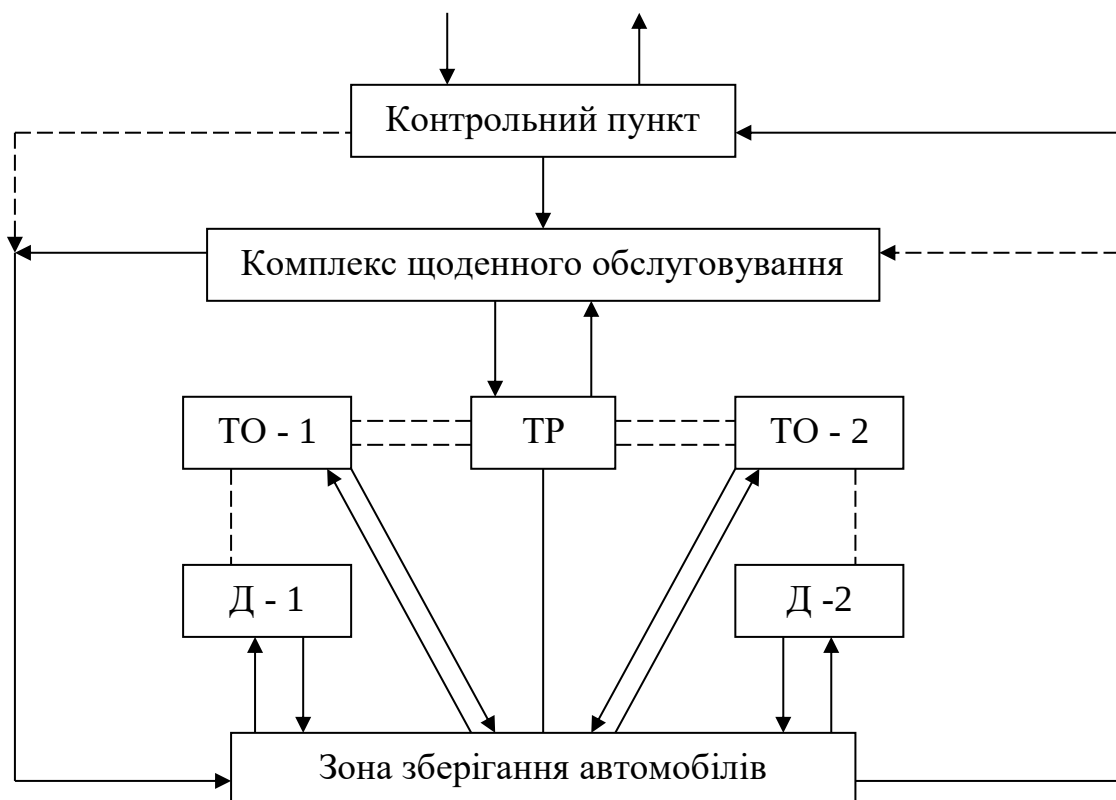
На рис. 2.1 представлена Схема організації ТО-1 і ТО-2 з ієрархією: Начальник підприємства → Заступник начальника по ТО → Інженер-механік та Бригади (ТО-2 , ТР , ремонту агрегатів , ТО-1 ).

Технологічний процес ТО, ТР організований за схемою, зображеною на рис. 2.2. Автомобіль після повернення з лінії проходить контрольний пункт (КП) і прямує до комплексу щоденного обслуговування.

Якщо автомобіль справний, то, пройшовши мийку, він направляється в зону зберігання; якщо несправний – у зону ТР.

Автомобіль, у якого пробіг перевищив пробіг до чергового технічного обслуговування, технічним персоналом спрямовується у відповідну зону (ТО-1, ТО-2). Попередньо, за два-три дні, автомобілі, пробіг яких наближається до чергового технічного обслуговування, заїжджають на ділянку діагностики та проходять перед ТО-1 загальну (Д-1), а перед ТО-2 – поглиблену (Д-2) діагностику.

Якщо під час ТО в автомобілів виявилися роботи з ремонту, що не підлягають виконанню під час проведення ТО, то оформлюється заявка на ремонт, і автомобілі стають на ділянку ТР. Для контролю проведених робіт автомобіль після ТО може бути направлений на ділянку діагностики.



рух машин\_\_\_\_\_

можливий рух автомобіля\_ \_ \_ \_ \_

Рисунок 2.2 – Схема ТП ТО та ТР

На рис. 2.2 представлена схема ТП ТО та ТР: Контрольний пункт → Комплекс щоденного обслуговування. Далі рух розгалужується: у Зону зберігання автомобілів або в зони ТР, ТО-1, ТО-2 після діагностики Д-1 та Д-2. Показано рух машин та можливий рух автомобіля ].

Автомобілі працюють на лінії з [не вказано] до [не вказано]. Враховуючи графік роботи автомашин, пропонується суміщений графік міжзмінного часу, часу роботи на лінії та часу роботи зон ТО-1, ТО-2.

Кількість автомобілів, технічно справних

$$A_{TC} = A_{СП} \cdot d_c, \quad (2.21)$$

$$A_{TC} = 80 \cdot 0,76 = 61 \text{ од.}$$

Зона ТО-1 працює у міжзмінний час з [не вказано] до [не вказано] годин, щоб не знімати автомобіль із лінії, перерва на обід з [не вказано] до [не вказано].

Зона ТО-2 працює в одну зміну з [не вказано] до [не вказано] годин, з перервою на обід з [не вказано] до [не вказано].

Тривалість зміни в зонах ТО-1 становить [не вказано], і ТО-2 становить [не вказано].

Найбільш ефективним методом організації ТО автомобілів є поточна лінія.

Виробнича база транспортного цеху дозволяє організувати ТО-1 на спеціалізованих постах потоковим методом, а ТО-2 – на універсальних постах.

Дозавантаження лінії ТО-1 та постів ТО-2 можливе за рахунок обслуговування вантажних автомобілів, що належать комерційним фірмам, які займаються вантажоперевезеннями, а також приватним громадянам.

Годовий обсяг робіт ТО-1 при поточному методі обслуговування

$$T_{TO-1(П)} = T_{TO-1(мр)} \cdot (1 - C_{П}), \quad (2.22)$$

$$T_{TO-1(П)} = 1018,8 \cdot (1 - 0,2) = 815 .$$

### Скоригована розрахункова трудомісткість

$$t_{TO-1(\Pi)} = T_{TO-1(\Pi)} / N_{TO-1\Gamma} , \quad (2.23)$$

$$t_{TO-1(\Pi)} = 815 / 297 = 3.$$

Результати розрахунків за формулою (2.23) наведено у таблиці 2.9

Таблиця 2.9 – Уточнена трудомісткість ТО-1

| <i>Марка автомобіля</i> | <i>Renault</i> | <i>Volvo</i> | <i>Mercedes-Benz</i> | <i>MAN</i> |
|-------------------------|----------------|--------------|----------------------|------------|
| Одиниці ТО-1, люд.-год. | 11             | 7,3          | 9,1                  | 5,8        |
| Річна, люд.-год.        | 1522,2         | 179,7        | 1127,8               | 1221       |

Середня трудомісткість ТО-1 при потоковому методі обслуговування однієї одиниці дорівнює 3,8 люд.-год., загальна трудомісткість ТО-1 по всьому парку дорівнює 4098 люд.-год.

*Розрахунок чисельності виробничих робітників при потоковому методі обслуговування*

Явочна чисельність виробничих робітників

$$N_{яв.(\Pi)} = T_{\Gamma(\Pi)} / \Phi_n , \quad (2.24)$$

$$N_{яв.(\Pi)} = 4098 / 1905 = 2 \text{ людини.}$$

Спискова чисельність виробничих робітників

$$N_{сп.(\Pi)} = T_{\Gamma(\Pi)} / \Phi_{\partial} , \quad (2.25)$$

$$N_{сп.(\Pi)} = 4098 / 1720 = 2 \text{ людини.}$$

### *Розрахунок кількості постів*

#### Кількість постів ТО-1

$$П_{ТО-1} = \frac{T_{ТО-1} \cdot K_H \cdot \varphi}{\Phi_H \cdot P_{cp} \cdot \eta_{II}}, \quad (2.26)$$

$$П_{ТО-1} = \frac{4098 \cdot 1 \cdot 1,2}{1905 \cdot 2 \cdot 0,9} = 2 \text{ пости.}$$

#### Кількість постів ТО-2

$$П_{ТО-2} = \frac{T_{ТО-2} \cdot K_H \cdot \varphi}{\Phi_{\partial} \cdot P_{cp} \cdot \eta_{II}}, \quad (2.27)$$

$$П_{ТО-2} = \frac{3789 \cdot 1 \cdot 1,2}{1720 \cdot 2 \cdot 0,9} = 2 \text{ пости.}$$

### *Розрахунок поточної лінії ТО-1*

#### Такт посту

$$\tau_{ТО-1} = \frac{T_{ТО-1}^{cp}}{P_{cp}} + t_{III}, \quad (2.28)$$

$$\tau_{ТО-1} = \frac{3,8}{2} + 0,1 = 2 \text{ людини.}$$

#### Ритм виробництва ТО-1

$$R_{ТО-1} = \frac{T_{3M}}{N_{i,3M}}, \quad (2.29)$$

$$T_{cym} = t_{3M} \cdot K_{3M}, \quad (2.30)$$

$$T_{cym} = 8 \cdot 1 = 8 \text{ чол.}$$

$$R_{ТО-1} = \frac{8}{12} = 0,66 \text{ чол.}$$

Кількість поточних ліній для ТО-1

$$П_{л.ТО-1} = \frac{\tau_{ТО-1}}{R_{ТО-1}}, \quad (2.31)$$

$$П_{л.ТО-1} = \frac{2}{0,66} = 3 \text{ лінії.}$$

### 2.3. Розрахунок техніко-економічних показників

Впровадження результатів проекту дозволяє значно скоротити трудомісткість при проведенні технічного обслуговування автомобілів. Пневмопідйомник, що переміщується по горизонтальній площині, дозволяє якісно та швидко проводити технічне обслуговування автомобілів, оскільки забезпечує зручний підхід до вузлів, агрегатів та деталей. Даний проект пропонує відмовитися від додаткового обладнання (домкрати тощо) , що відповідно позначається на собівартості ТО, а також підвищити коефіцієнт технічної готовності та коефіцієнт використання парку, оскільки швидке та якісне ТО – це запорука ефективної роботи автомобілів на лінії.

#### *Розрахунок річного економічного ефекту*

Річний економічний ефект

$$E_{річ} = C_{баз} - C_{пр}, \quad (2.29)$$

$$C_{баз} = A_{бюд} + A_{обл.баз} + МЗ + 3П_{баз} + СН_{баз} + 3B_{заг.вир.} + 3B_{заг.госп.} \quad (2.30)$$

#### *Розрахунок базової собівартості*

1. Амортизаційні відрахування будівель

$$A_{бюд} = \frac{B_{пл} \cdot H_{а.бюд}}{100}, \quad (2.31)$$

Вартість площі ТО

$$B_{пл} = П_{ТО} \cdot B_{юд} \quad (2.32)$$

$$B_{y\partial} = \frac{B_{\text{заг.буд}}}{\Pi_{\text{рем}}} \quad (2.33)$$

$$B_{y\partial} \approx 3443 \text{ грн} / \text{м}^2, \quad B_{\text{пл}} \approx 964040 \text{ грн}, \quad A_{\text{буд}} \approx 24101 \text{ грн} / \text{рік}.$$

## 2. Базові амортизаційні відрахування обладнання

$$A_{\text{обл.баз}} = \frac{B_{\text{факт.обл.}} \cdot H_{\text{а.обл.}}}{100} \quad (2.34)$$

$$A_{\text{обл.баз}} \approx 22602 \text{ грн} / \text{рік}.$$

## 3. Витрати на матеріали та запасні частини (МЗ)

Витрати на матеріали та запасні частини ТО – 1 та ТО – 2 становлять 60 від загальних витрат на ТО

$$MЗ = B_{\text{рем.мат}} \cdot 0,6, \quad (2.35)$$

Вартість ремонтних матеріалів

$$B_{\text{рем.мат}} = \frac{H_{\text{витр.ТО}} \cdot B_{\text{баланс.РС}}}{100} \quad (2.36)$$

$$B_{\text{рем.мат}} \approx 2956676,77 \text{ грн}, \quad MЗ \approx 1774006,06 \text{ грн}.$$

## 4. Загальна базова заробітна плата робітників ТО

$$ЗП_{\text{баз}} = K_{\text{міс}} \cdot ЗП_{\text{сер}} \cdot N_{\text{роб.баз}} \quad (2.37)$$

$$ЗП_{\text{баз}} \approx 460080 \text{ грн}.$$

## 5. Базові витрати на соціальні потреби

$$СН_{\text{баз}} = ЗП_{\text{баз}} \cdot B_{\text{соц}}, \quad (2.38)$$

$$СН_{\text{баз}} \approx 172070 \text{ грн}.$$

## 6. Загальновиробничі витрати

$$ЗВ_{заг.вир.баз} = ЗП_{баз} \cdot П_{з.вир}, \quad (2.39)$$

$$ЗВ_{заг.вир.баз} \approx 220838,4 \text{ грн.}$$

## 7. Базові загальногосподарські витрати

$$ЗВ_{заг.госп.баз} = ЗП_{баз} \cdot П_{з.госп}, \quad (2.40)$$

$$ЗВ_{заг.госп.баз} \approx 12882 \text{ грн.}$$

## Базова собівартість ТО

$$C_{баз} = 24101 + 22602 + 1774006,06 + 460080 + 172070 + 220838,4 + 12882 \approx 2686579,46 \text{ грн.}$$

## Розрахунок Проектованої Собівартості

$$C_{пр} = A_{бюд} + A_{обл.пр} + МЗ + ЗП_{пр} + СН_{пр} + ЗВ_{заг.вир.пр} + ЗВ_{заг.госп.пр}, \quad (2.41)$$

## Проектовані амортизаційні відрахування обладнання

$$A_{обл.пр} = A_{обл.баз} + A_{аневм}, \quad (2.42)$$

$$A_{обл.пр} \approx 23820 \text{ грн.}$$

## Загальна заробітна плата робітників, зайнятих на ТО

$$ЗП_{пр} = K_{міс} \cdot ЗП_{сер} \cdot N_{роб.яв.пр}, \quad (2.43)$$

$$ЗП_{пр} \approx 306720 \text{ грн.}$$

## Проектовані витрати на соціальні потреби

$$СН_{пр} = ЗП_{пр} \cdot B_{соц}, \quad (2.44)$$

$$СН_{пр} \approx 114717 \text{ грн.}$$

Проектовані загальновиробничі витрати

$$ЗВ_{заг.вир.пр} = ЗП_{пр} \cdot П_{з.вир}, \quad (2.45)$$

$$ЗВ_{заг.вир.пр} \approx 147225,6 \text{ грн.}$$

Проектовані загальногосподарські витрати

$$ЗВ_{заг.госп.пр} = ЗП_{пр} \cdot П_{з.госп}, \quad (2.46)$$

$$ЗВ_{заг.госп.пр} \approx 8588 \text{ грн.}$$

Проектована собівартість ТО

$$C_{пр} \approx 2399177,66 \text{ грн.}$$

Річний економічний ефект

$$E_{річ} \approx 287401,8 \text{ грн / рік.}$$

Термін окупності проекту

$$T_{ок} = \frac{K}{E_{річ}}, \quad (2.47)$$

$$T_{ок} = 155180 / 316580 = 0,54 \text{ років.}$$

$$T_{ок} \approx 0,39 \text{ років.}$$

## З КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

### 3.1 Опис конструкції підйомника

Для ТО великогабаритних транспортних засобів, зокрема вантажних автомобілів з напівпричепами, на стаціонарній естакаді використовується інтегрована система з чотирьох пневматичних підйомників. Ця система забезпечує рівномірний та безпечний підйом автомобіля для доступу до його нижньої частини.

Таблиця 3.1 - Головні функції підйомника:

| <i>Назва функції</i> | <i>Призначення</i>                                                                                                                                    |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Доступ               | Надання механікам зручного доступу до шасі, трансмісії, підвіски, гальмівних систем, вихлопної системи та інших вузлів, розташованих під автомобілем. |
| Безпека              | Забезпечення стабільної фіксації піднятого автомобіля, що є критично важливим при роботі з великими масами.                                           |
| Універсальність      | Завдяки регульованій конструкції (як буде деталізовано в пункті 2), система може обслуговувати машини з різною колісною базою (від 3,6 м до 5,4 м).   |

Кожен підйомник являє собою потужний пневматичний домкрат, що працює за принципом стисненого повітря (робочий тиск вказано як 6,5 атм).

Основні компоненти (рис.3.1):

- Корпус - зовнішня циліндрична оболонка, що вміщує рухомі частини.
- Циліндр - внутрішній робочий елемент, в якому рухається шток/поршень.
- Втулка - рухомий елемент, який піднімає опорну поверхню.
- Опорні пластини - верхня та нижня пластини для розподілу навантаження та кріплення до естакади.
- Клапан подачі повітря - механізм для керування подачею та випуском стисненого повітря.

– Запірний пристрій - механізм, ймовірно, для механічної фіксації штока у піднятому положенні, що підвищує безпеку при ТО.

Усі чотири підйомники жорстко кріпляться до конструкції естакади через спеціальні монтажні пластини, які приварюються до естакади методом електродугового зварювання для забезпечення максимальної міцності та надійності. Кріплення здійснюється за допомогою чотирьох болтових з'єднань на кожен підйомник.

Система підйомників розділена на дві функціональні групи для забезпечення гнучкості при обслуговуванні різних моделей автомобілів: нерухомі (для першої осі) та переміщувані (для другої осі).

Нерухомі Підйомники (Обслуговування Першої Осі) призначені для підйому передньої (рульової) осі транспортного засобу. Монтажні пластини цих підйомників мають чотири круглі отвори для фіксації болтами. Після встановлення підйомник нерухомо закріплений на естакаді.

Переміщувані Підйомники (Обслуговування Другої Осі) призначені для підйому ведучої (другої) осі транспортного засобу. Можливість переміщення в горизонтальній площині вздовж естакади. Замість круглих отворів, у монтажних пластинах виконані канавки (пази). Болти проходять через ці канавки, дозволяючи корпусу підйомника ковзати в межах заданого діапазону. Ця регульована конструкція забезпечує можливість обслуговування автомобілів із широким діапазоном колісної бази - від 3,6 м до 5,4 м.

Для налаштування підйомника під конкретний автомобіль необхідно послабити гайки болтового кріплення переміщуваного підйомника до монтажних пластин. Підйомник вручну переміщується вздовж канавки на потрібну відстань, що відповідає колісній базі автомобіля. Гайки кріплення знову закручуються та затягуються, забезпечуючи надійну фіксацію підйомника перед початком роботи.

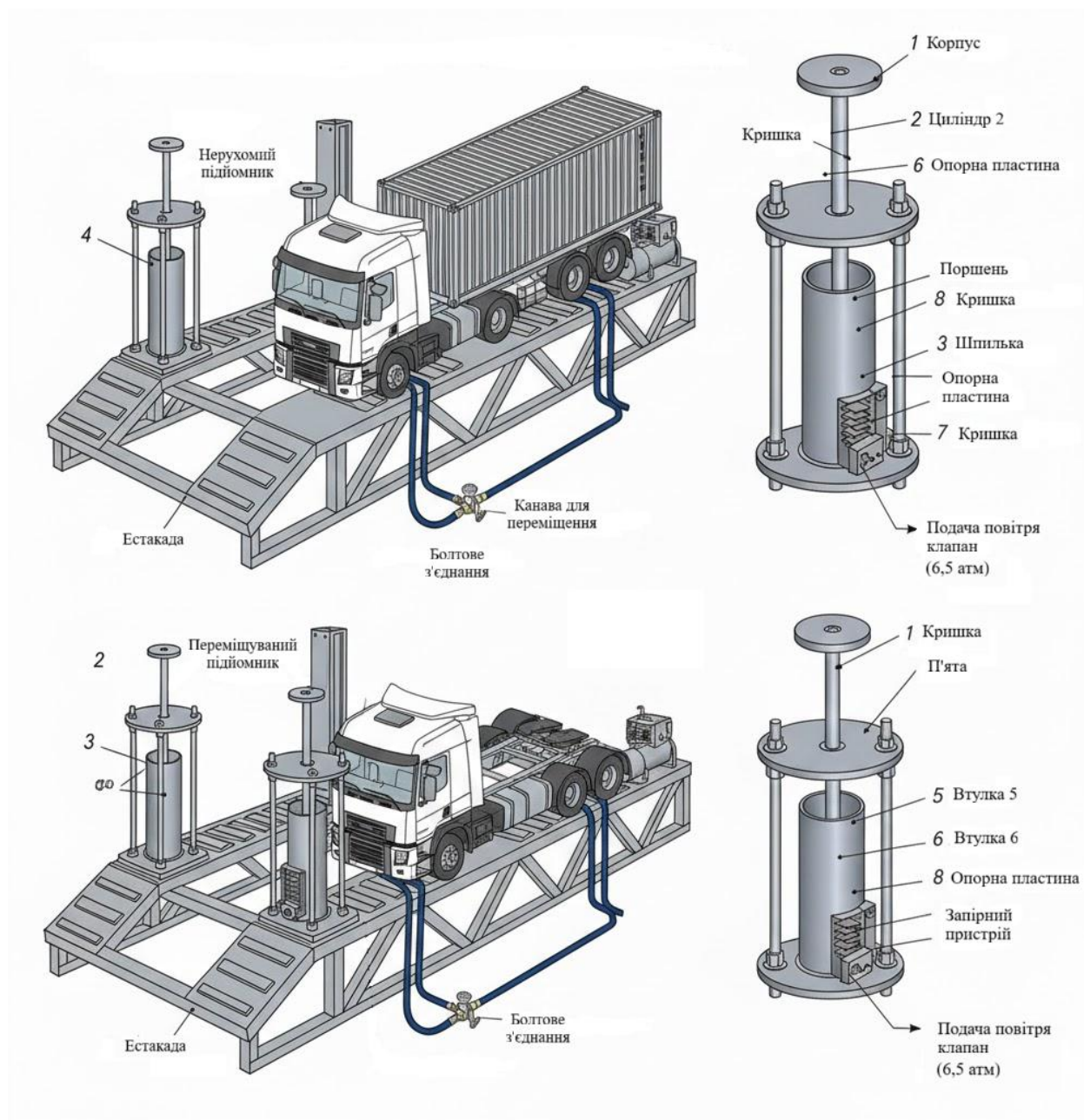


Рисунок 3.1 – Конструкція пневматичного підйомника

### 3.2 Розрахунок конструкції пневматичного підйомника

Чотири болтових з'єднання використовуються для кріплення підйомника до рейкової плити естакади. Навантаження, що подається на штангу підйомника, передається на болти. Утримання прикладеного навантаження відбувається за рахунок створення сил тертя. Сили тертя створюються за рахунок затягування гайок болтового з'єднання. Від сили затягування болти працюють на розтягування. Для надійного кріплення підйомника необхідно виконати наступну умову [15]:

$$4 \cdot N \geq G \cdot f_{mp}, \quad (3.1)$$

$$N = \frac{G \cdot f_{mp}}{4}, \quad (3.2)$$

$$G = \frac{G_{\max} \cdot \kappa_{\partial}}{2}, \quad (3.3)$$

$$G = \frac{62500 \cdot 1,3}{2} = 39812 \text{ N.}$$

$$N = \frac{39812 \cdot 0,15}{4} = 1493 \text{ N.}$$

$$4 \cdot 1493 = 39812 \cdot 0,15$$

$$5972 = 5972$$

Умова (3.1) виконується.

Діаметр підйомних болтів, м [15]:

$$d_{\delta} = \sqrt{\frac{4 \cdot N}{\pi \cdot [\sigma_P]}}, \quad (3.4)$$

$$d_{\delta} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1493}{3,14 \cdot 115 \cdot 10^6}} = 16,5 \cdot 10^{-3} \text{ м.}$$

Розрахунок показав, що болтове з'єднання діаметром, встановленим на підйомнику, відповідає вимогам, що пред'являються до нього 20 мм

Для кріплення підйомника до монтажної пластини приймаємо чотири болтових з'єднання діаметром 20 мм

Розрахунок кріплення підйомної плити.

Кріплення плити до стійки естакади здійснюється ручним електродуговим зварюванням, суцільним швом.

В процесі роботи підйомної сили на монтажну пластину передається сила (G), яка створює момент (M) щодо точки С.

Горизонтальна складова моменту Q, :  $H \cdot m$

$$Q = M / 400, \quad (3.5)$$

$$M = (3,6) G \cdot a \quad (3.6)$$

Схема проектування представлена на рисунку 3.2.

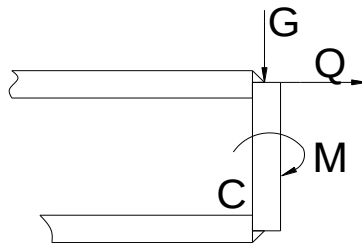


Рисунок 3.2 – Конструктивна схема кріплення підйомної плити

$$M = 39812 \cdot 0,087 = 3463 \text{ H} \cdot \text{м} .$$

$$Q = 3463 / 400 = 8,65 \text{ H} \cdot \text{м} .$$

Ширина зварного шва, м:  $b$

$$b \geq \frac{Q}{\delta \cdot [\tau]}, \quad (3.7)$$

Перевірка зварного шва кріпильної пластини нерухомого підйомника

$$b \geq \frac{8,65}{0,3 \cdot 80 \cdot 10^3} = 3,6 \cdot 10^{-4} \text{ м}.$$

Рулон зварного шва кріпильної пластини кріплення стаціонарного підйомника, прийнятий. Ширина зварного шва підйомника ковзання 5 мм

$$b \geq \frac{8,65}{2,1 \cdot 80 \cdot 10^3} = 5,1 \cdot 10^{-5} \text{ м.}$$

Зварний шов мобільного підйомника приймається з рулоном 5 мм

Розрахунок параметрів підйомника.

Тиск повітря в системі, МПа [8]:  $P$

$$P = \frac{4 \cdot G}{\pi \cdot D_{ц}^2}, \quad (3.8)$$

$$P = \frac{4 \cdot 39812}{3,14 \cdot 0,317^2} = 0,5 \text{ МПа.}$$

Мінімальна товщина стінки пневматичного циліндра, м:  $d_{ц}$

$$d_{ц} = \frac{D_{ц}}{2} \cdot \left( \sqrt{\frac{[\sigma]_p + P \cdot (1 - 2\mu)}{[\sigma]_p - P \cdot (1 + 2\mu)}} - 1 \right), \quad (3.9)$$

$$d_{ц} = \frac{0,317}{2} \cdot \left( \sqrt{\frac{60 + 0,5 \cdot (1 - 2 \cdot 0,3)}{60 - 0,5 \cdot (1 + 2 \cdot 0,3)}} - 1 \right) = 0,133 \cdot 10^{-3}$$

Товщина стінки пневматичного циліндра витримує тиск, що подається на нього. Розрахунок підйомника на стійкість.

Випробування пневмопідйомника на стійкість проводиться при дотриманні наступних умов:

$$P_{кр} \geq G, \quad (3.10)$$

$$P_{кр} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J}{(k \cdot L)^2}, \quad (3.11)$$

$$J = \frac{\pi}{64} \cdot (D_n^4 - D_e^4), \quad (3.12)$$

$$J = \frac{3,14}{64} \cdot (0,327^4 - 0,317^4) = 65,5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^4.$$

$$P_{кр} = \frac{3,14^2 \cdot 2,1 \cdot 10^{11} \cdot 65,5 \cdot 10^{-6}}{(1,1387)^2} = 70,4 \cdot 10^6 \text{ Н}.$$

$$70400000 \text{ Н} > 39812 \text{ Н}.$$

Умову (3.10) дотримано, підйомник стабільний.

Розрахунок втулки підйомника на стійкість здійснюється за критичною силою.

Втулка підйомника стійкий при дотриманні наступної умови:

$$P_{кр} \geq P_{кр}^{ш}, \quad (3.13)$$

Умову (3.13) дотримано, підйомна тяга стійка.

## 4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

### 4.1. Дослідження підвищення продуктивності двигунів за рахунок додавання альтернативних речовин.

Теоретично було передбачено, що подача води в циліндри ДВЗ, тобто розбавлення нею паливно–повітряної суміші, суттєво покращує їхні характеристики, а практика підтвердила це ще в першій половині минулого століття. Наприклад, у передвоєнні роки тракторні двигуни намагалися оснащувати системами впорскування води і отримали непогані результати: така система підвищувала потужність і економічність тракторів у середньому на 10 %. Однак подальшого широкого поширення цей метод не отримав: система виявилася складною в експлуатації – у трубці подачі води до впускного колектора дуже швидко утворювався накіп. Впорскування води почали застосовувати на поршневих авіаційних двигунах як ефективний засіб внутрішнього охолодження та форсування, і були досягнуті відмінні результати: злітна потужність при додаванні води зростала до 30 %.

Схожа ситуація спостерігалася і за кордоном: виробники авіаційних поршневих двигунів, використовуючи впорскування води для збіднення паливоповітряної суміші, змогли зменшити витрату палива на режимах максимальної потужності на 20–25 %.

Крім того, застосування цього методу дозволяло підвищити ступінь стиснення двигуна, а отже – і його літрову потужність без необхідності посилювати вимоги до детонаційної стійкості палива.

Дослідження, що проводилися як у воєнні, так і в післявоєнні роки, також виявили багато інших переваг цього методу. Зокрема, з'ясувалося, що нагароутворення в ДВЗ, які тривалий час працювали на низькооктанових бензинах із впорскуванням води, було меншим, ніж при роботі на високооктанових бензинах без подачі води.

При цьому нагар із стінок камери згоряння видаляла звичайна вода, подана у вигляді струменя точно в оптимальний час і в визначене місце.

Крім того, при оптимальній подачі води двигун не піддавався типовим для таких режимів газовим корозійним процесам та підвищеному зносу деталей, насамперед деталей кривошипно–шатунного механізму (КШМ), які сприймають ударні навантаження.

Впорскування води також істотно знижує вміст регламентованих шкідливих речовин у відпрацьованих газах.

З часом виявилось ще багато інших переваг. Проте стверджувати, що всі потенційні можливості подачі води в ДВЗ вже реалізовані, немає підстав. Про це свідчить постійний потік пропозицій щодо вдосконалення цього методу.

Найпростішу з таких пропозицій показано на рис. 4.1. Суть її полягає у подачі води безпосередньо в змішувальну камеру карбюратора, а перевага – можливість регулювати подачу води так само, як і бензину, тобто залежно від режиму роботи ДВЗ.

Велику практичну цінність мають результати досліджень впливу впорскування води на октанове число бензину. Вони показали, що цей метод дозволяє вирішувати ту ж задачу, що й антидетонаційні присадки, а крім того, знижує вміст оксидів азоту у відпрацьованих газах.

Не менш цікаві результати досліджень шеститактового циклу ДВЗ, який виявляється більш ефективним з енергетичної точки зору, ніж традиційний чотиритактний цикл. Справа в тому, що у звичайному ДВЗ значна частина енергії, що міститься в бензині, втрачається в атмосферу разом із відпрацьованими газами.

Тому з'явилася і була реалізована ідея додати до чотирьох тактів (впуск, стиснення, робочий хід і випуск) ще два додаткові: стиснення частини не видалених відпрацьованих газів із впорскуванням у них води та розширення отриманої суміші. Для цього випускний клапан циліндра на такті «впуск» закривається трохи раніше звичайного, тобто поблизу ВМТ. У цей момент у циліндр впорскується вода, яка за рахунок енергії відпрацьованих газів випаровується, і тиск у циліндрі підвищується.

Цей додатковий тиск перетворює цикл «випуск» у цикл «розширення», що виконує значну корисну роботу. Потім водо–газова суміш, як і зазвичай,

викидається в навколишнє середовище (модифікована послідовність тактів показана на рис. 4.2, а відповідна індикаторна діаграма – на рис. 4.3).

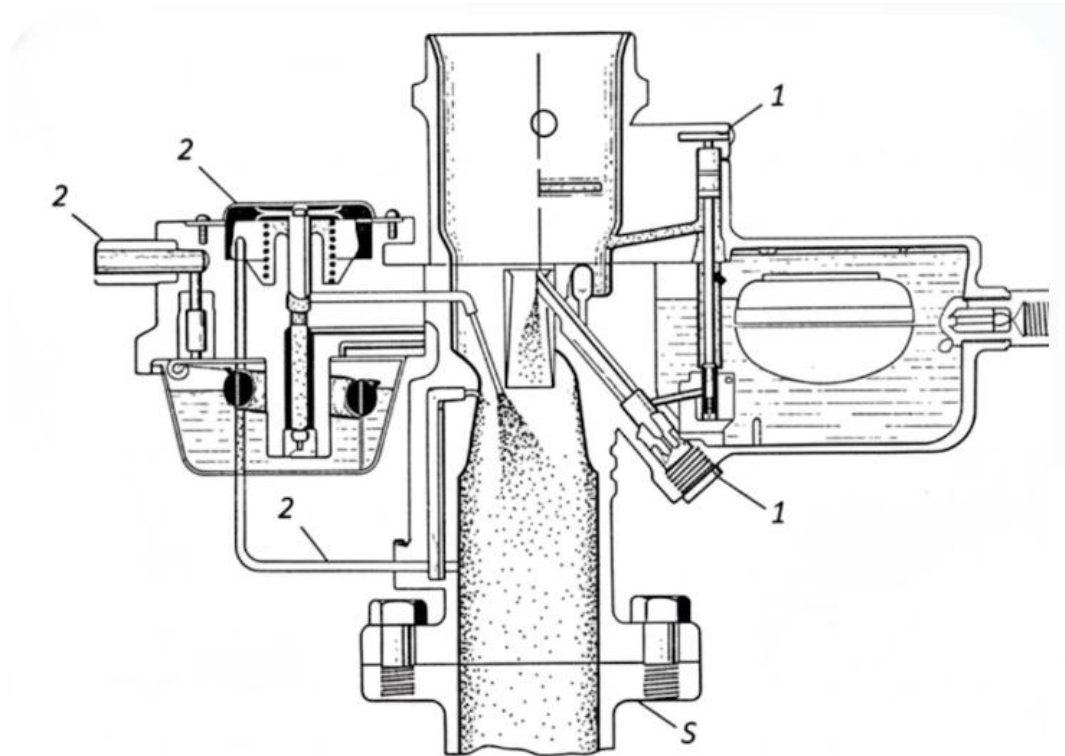


Рисунок 4.1 – Схема подачі води до змішувальної камери карбюратора ДВЗ: 1 – карбюратор; 2 – пристрій уприскування води; S – впускна труба



Рисунок 4.2 – Схема роботи шеститактного двигуна внутрішнього згоряння

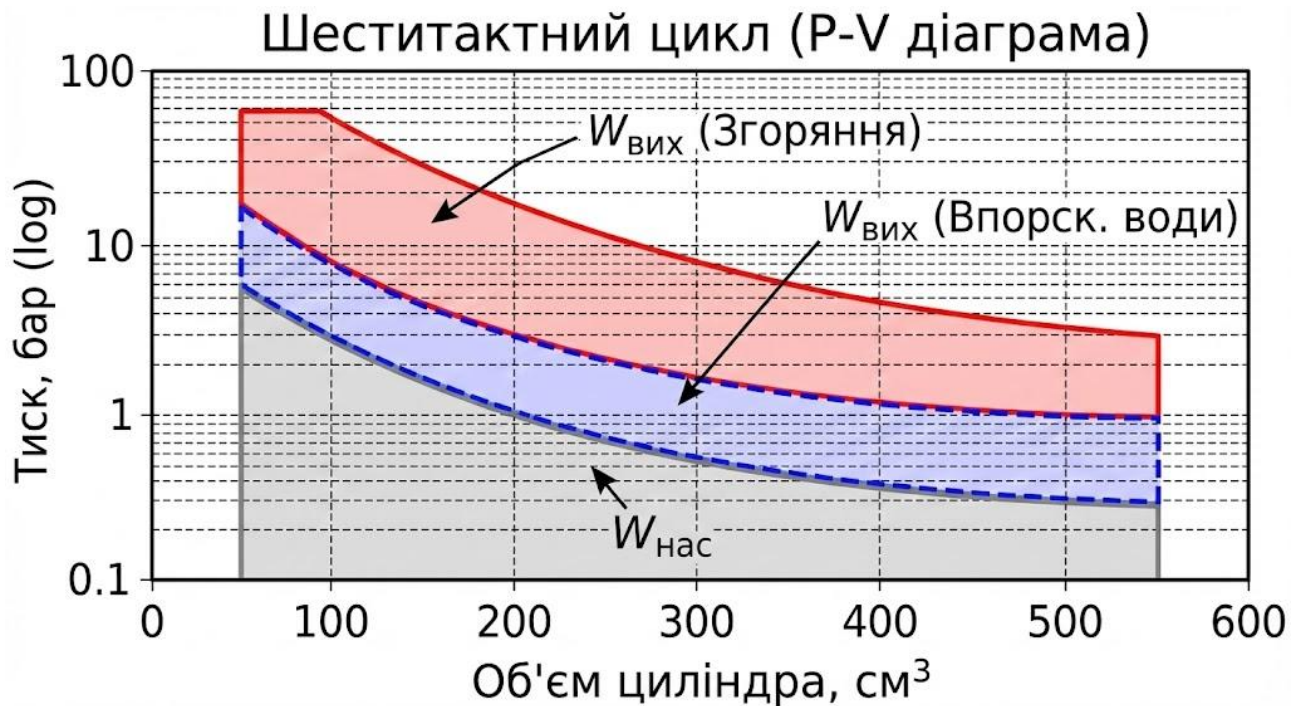


Рисунок 4.3 – Діаграма «тиск – об’єм» для шеститактного ДВЗ

$W_{вих}$  – робота від впорскування води;  $W_{вих}$  – корисна робота;

$W_{нас}$  – робота насоса

Як видно, додаткові такти двигуна забезпечують виконання роботи без додаткового палива, підвищуючи ефективність його використання. Однак для справедливості слід зазначити, що шести тактовий цикл відомий уже давно. Наприклад, одним із перших його описав Дайєр [2], а пізніше його розглядали у своїх дослідженнях багато інших вчених.

Ще одна пропозиція полягала у впорскуванні в циліндр різних кількостей води (0,1; 0,15; 0,2; 0,25 та 0,3 г), нагрітої до 373 К (100°C). Об’єктом дослідження був ДВЗ із діаметром циліндра 86 мм, ходом поршня 86 мм, ступенем стиснення 9,2 та довжиною шатуна 147 мм. Така температура була обрана з таких міркувань: розрахунки показали, що значення середнього ефективного тиску  $p_e$  падає на 40 %, якщо впорскувати воду нормальної температури (298 К або 25 °C), а при температурі води 448 К (175 °C) – навпаки, тиск зменшується на ті ж 40 %. Якщо ж температура води становить 373 К (100 °C), то практично не змінюється [3].

Впорскувана вода бралася з радіатора двигуна та нагрівалася до потрібної температури у теплообміннику. В результаті експерименту встановлено, що при шеститактному циклі відбувається повернення енергії як від радіатора двигуна, так і від відпрацьованих газів, тобто ефективність використання палива підвищується ще більше.

Наприкінці 1980-х років дослідження впорскування води проводилися в Казанському авіаційному інституті, і результати виявилися більш ніж оптимістичними, що підтверджується патентом на винахід. Новизна пропозиції науковців полягає в тому, що реалізувати двоетапний процес згоряння може плунжерний насос (рис. 4.4), який встановлюється у голівці циліндра, працює під впливом максимального робочого тиску в циліндрі та не потребує будь-яких механізмів синхронізації чи складних електронних автоматичних систем.

Такий пристрій працює наступним чином.

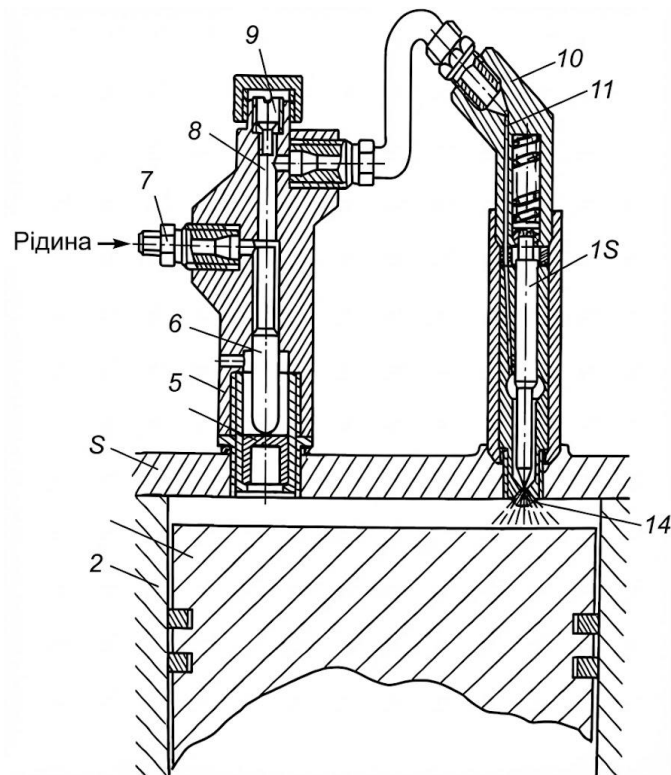


Рисунок 4.4 – ДВЗ з впорскуванням води: 1 – циліндр;

2 – поршень; S – головка циліндра; 4 – проміжний поршень; 5 – корпус насоса; 6 – плунжер насоса; 7 – штуцер підведення води; 8 – плунжерна камера;

9 – регулювальний гвинт; 10 – форсунка; 11 – канал подачі води в накопичувальну камеру запірної голки форсунки; 12 – пружина; 15 – запірна голка; 14 – отвір впорскування.

Поршень S насоса переміщується під дією тиску продуктів згоряння і передає рух на плунжер 4, який має ступінчасту форму. Цей плунжер впливає на воду в плунжерній камері 8, куди вона через вхідний канал 6 і підвідний штуцер 7 надходить під невеликим тиском ( $0,1 \dots 0,2$  МПа, або  $1 \dots 2$  кг/см<sup>2</sup>). Початковий об'єм плунжерної камери регулюється за допомогою регулювального гвинта 9, який обмежує хід плунжера 4.

Під дією плунжера 4 плунжер 6 тисне на об'єм води своїм малим діаметром і через сполучну трубку витісняє її у підвідний канал 11 форсунки 10, звідки вода потрапляє у накопичувальну камеру запірної голки. Тиск води діє на запірну голку 15 та пружину 12, яка розрахована на тиск, рівний тиску газів у камері згоряння в момент, коли поршень 2 знаходиться у ВМТ (максимальний тиск).

Під дією тиску води запірна голка 15 переміщується вгору, стискаючи пружину 12, і відкриває отвір 14 впорскування, через який вода під час зворотного ходу поршня 2 викидається у робочу порожнину циліндра 1.

Коли поршень 2 знаходиться у НМТ, тобто коли над поршнем 2 утворюється максимальний вакуум, поршень 4 під дією плунжера 6, на який діє надлишковий тиск води, що надходить із вхідного каналу через штуцер 7, повертається у своє нижнє положення. Вода з вхідного каналу заповнює плунжерну камеру 8, а пружина 12 повертає запірну голку 15 форсунки у вихідне положення, перекриваючи отвір 14 впорскування.

У подальшому цей процес повторюється з частотою, що відповідає частоті повторення робочого такту. Регулювальний гвинт 9 може бути з'єднаний із педаллю акселератора і змінювати своє положення, а отже – об'єм плунжерної камери, залежно від режиму роботи двигуна.

Правильно розрахований момент впорскування води дозволяє здійснити максимально повне догорання залишків палива в циліндрі, знизити температуру газів завдяки затраті теплоти на випаровування води та сприяє очищенню стінок камери згоряння від нагару. Крім того, це зменшує кількість шкідливих продуктів згоряння в відпрацьованих газах, оскільки вода знижує температуру в циліндрі.

Принципово область застосування цього способу та такої конструкції не обмежена. Іншими словами, розроблений пристрій найбільш доцільно використовувати на потужних автотракторних, тепловозних, суднових та інших дизелях цивільного й військового призначення в умовах обмеженого заправлення паливом (довгі та наддовгі рейси).

Одним із перспективних способів забезпечення малотоксичного згоряння традиційних палив із покращенням (або без погіршення) паливної економічності дизелів є також використання водно–паливних емульсій.

Наприклад, дослідження показали [4], що додавання 10 % води до бензину знижує викиди оксидів вуглецю на 10–20 %. Такі емульсії являють собою системи незмішуваних рідин, де вода у вигляді найдрібніших крапель розташовується всередині палива. Щоб запобігти розшаруванню цих рідин, до суміші доводиться додавати емульгатор.

При цьому всі фізичні властивості такого палива, крім його в'язкості, змінюються відповідно до закону суміші, тобто залежать лише від вмісту води: його в'язкість із збільшенням об'ємного вмісту води зростає до 63,7 % (це фаза «вода всередині палива»). Далі настає фаза «паливо всередині води», і в'язкість суміші зменшується.

У критичних умовах перегріву води, характерних для камери згоряння дизеля ( $773\ldots 923\text{ К}$ , або  $500\text{--}650\text{ }^{\circ}\text{C}$  та  $60\text{ кгс/см}^2$ ), у момент початку впорскування водно–паливної емульсії вода перетворюється на пару за рахунок кипіння, а дизельне паливо – за рахунок випаровування. Тому вода здійснює фазове перетворення швидше, ніж чисте дизельне паливо.

У результаті продовження теплообміну об'єм крапель води, що перетворилися на пару, збільшується, і коли їхній тиск перевищує поверхневий натяг палива, останнє починає розпадатися на дрібні частинки. Внаслідок цього площа їхньої поверхні випаровування зростає, що підвищує швидкість випаровування.

Таке дроблення водно–паливних емульсій називають процесом «мікрровибуху», а підвищення швидкості випаровування дизельного палива внаслідок цього дроблення – «вторинним випаровуванням».

Ще однією причиною дроблення крапель емульсії є розпорошення струменя емульсії через його пружний удар об стінку камери згоряння.

Основним фактором, що визначає вплив на робочий процес ДВЗ при застосуванні води загалом і водно–паливних емульсій зокрема, завжди вважалося співвідношення «вода/паливо».

Проте досвід роботи з водно–паливними емульсіями показує, що відтворюваність результатів їхнього впливу на потужнісно–економічні та екологічні характеристики двигунів при однаковому співвідношенні «вода/паливо» є дуже низькою. Це свідчить про наявність якогось невідомого фактора (або факторів), що впливає на робочий процес.

Ключем до вирішення цієї проблеми, на думку автора, є структура емульсії, тобто характер розподілу середнього розміру крапель води у паливі та ступінь однорідності цього розподілу за розмірами.

Перше визначає площу контакту води з паливом та інтенсивність випаровування води при нагріванні, іншими словами, впливає на такі процеси в камері згоряння дизеля, як макрозмішування емульсії з окисником та термохімічні показники процесу її згоряння.

Друге визначає ступінь однорідності емульсії та впливає на її фізичні параметри.

Так, при згорянні емульсій на основі важких видів палива виявляється, що чим менший розмір крапель води, тим менша її кількість потрібна для досягнення того ж ефекту зниження викидів сажі [5].

Отже, керування структурою емульсії дозволяє отримувати її варіанти з попередньо заданим складом і, відповідно, забезпечувати стабільність та відтворюваність результатів її застосування.

При цьому це залежить, насамперед, від технології приготування емульсії. Наприклад, досвід показує, що при отриманні емульсій традиційними методами (за допомогою гомогенізаторів, ультразвукових пристроїв або інших механічних способів) забезпечити стабільність структури емульсії не вдається.

Вихід – застосування методу мембранного емульгування, принцип якого полягає в тому, що вода (як дисперсна фаза) переміщується під невисоким (але

більшим за капілярний) тиском через мембрану з порами розміром у кілька мікрометрів. У результаті формуються краплі, які далі змиваються з поверхні мембрани потоком палива за рахунок сили в'язкого тертя.

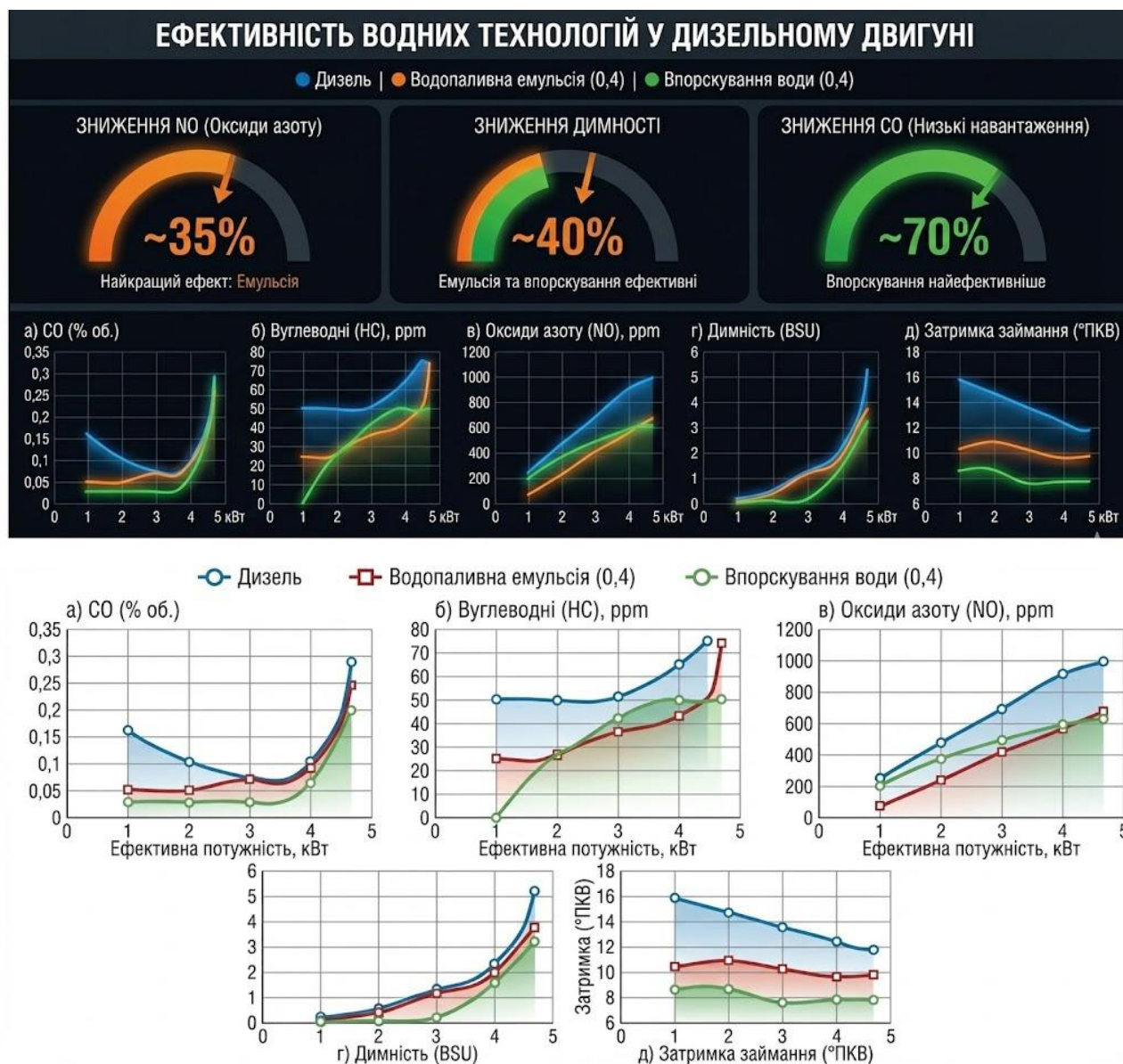


Рисунок 4.5 – Залежність вмісту монооксиду вуглецю (а), незгорілих вуглеводнів (б), оксидів азоту (в), димності (г) та затримки запалення (д)

Отже, підбираючи мембрани за розміром пор, можна забезпечити будь-яку необхідну структуру емульсії, зокрема таку, що гарантує високу стабільність розподілу крапель за розміром.

Експериментальні дослідження впливу впорскування води та додавання водно-паливної емульсії при однаковому співвідношенні «вода/дизельне

паливо» дали дуже цікаві результати: вони по-різному впливають на характеристики ДВЗ.

Так, якщо розглянути рис. 4.5, а, на якому наведені криві, що характеризують вміст монооксиду вуглецю у відпрацьованих газах дизеля, виявляється, що при малих значеннях потужності ( $<3$  кВт) більш доцільний вприскування води, ніж емульсії. Така ж тенденція спостерігається і щодо незгорілих вуглеводнів (рис. 4.5, б) та оксидів азоту (рис. 4.5, в).

Проте емульсія виявляється більш ефективною з точки зору димності відпрацьованих газів (рис. 4.5, г).

Що стосується затримки займання під впливом додавання емульсії, то емульсія впливає на неї сильніше, ніж вода (рис. 4.5, д). Додавання емульсії дозволяє досягти вищих значень «пікового» тиску.

Щодо максимальної швидкості приросту тиску (МПа/°С), то при малих навантаженнях вплив додавання емульсії і вприскування води приблизно однаковий, а при великих навантаженнях ( $>3$  кВт) емульсія дозволяє збільшити максимальну швидкість приросту тиску.

У цілому, аналіз наукових публікацій та патентно–ліцензійної літератури дозволяє зробити наступні висновки.

Вприскування води в автомобільні ДВЗ дозволяє:

- усувати детонацію та передчасне займання палива в циліндрах;
- використовувати бензин із меншим октановим числом, ніж за відсутності вприскування;
- зменшувати витрату палива завдяки більш ранньому або оптимальному запалюванню та більш бідній робочій суміші;
- підвищувати літрову потужність та економічність двигуна за рахунок форсування (збільшення ступеня стиснення та наддуву);
- запобігати перегріву двигуна при експлуатації в жаркому кліматі або під час тривалої роботи в тяжких режимах;
- збільшувати крутний момент до 30 %;
- знижувати витрату палива на 20 % у міському циклі та 30 % у заміському режимі;

- підвищувати компресію та ресурс двигуна;
- зменшувати ударні навантаження на елементи кривошипно-шатунного механізму;
- збільшувати міжсервісний пробіг у 1,5 раза;
- знижувати викиди деяких шкідливих речовин.

Збільшення концентрації води в суміші «паливо – вода» знижує температуру згоряння суміші, а отже, і вміст оксидів азоту у відпрацьованих газах. Комбінація рециркуляції відпрацьованих газів із впорскуванням води дозволяє зменшити викиди оксидів азоту на 40–50 %.

Шеститактний двигун ефективний та економічний, причому при збільшенні витрати води підвищується середній ефективний тиск у циліндрі ДВЗ.

Впорскування води актуальне не лише для роботи двигунів на вуглеводневому паливі, але й на водні – воно знижує ймовірність виникнення теплового удару.

Маса сажі у відпрацьованих газах зменшується при подачі в ДВЗ як розчину перекису водню, так і чистої води. Це пояснюється тим, що вода охолоджує паливо-повітряну суміш на такті стиснення, збільшує час затримки її запалення та інтенсифікує попереднє згоряння суміші.

Найбільш ефективним методом утворення водно–паливної емульсії слід вважати метод мембранного емульгування: він дозволяє отримати емульсію заздалегідь заданого складу та з високим ступенем однорідності.

Водно-паливні емульсії однакового складу по–різному впливають як на екологічні, так і на економічні показники двигуна. Усе залежить від їх структури. Наприклад, незважаючи на однакову теплову ефективність, при малих значеннях потужності з точки зору екології більш доцільним є уприскування води, оскільки у цьому випадку вміст оксиду вуглецю у викидах менший, ніж у паливі без води, а також зменшується вміст вуглеводнів.

Емульсія більш переважна з точки зору зниження димності відпрацьованих газів і затримки запалення паливо-повітряної суміші, що також має велике значення через охолоджуючий ефект. Додавання емульсії дозволяє

досягти більших значень пікового тиску та максимальної швидкості приросту тиску у циліндрах ДВЗ.

При додаванні водно-паливної емульсії можливе збільшення ефективного ККД двигуна у широкому діапазоні навантажень та частот обертання колінчастого валу.

## **5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

### **5.1 Система організації охорони праці на АТП**

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини в процесі трудової діяльності. Ефективна система охорони праці на підприємстві є ключовим елементом забезпечення безпечних умов праці та попередження нещасних випадків.

Основна мета заходів щодо охорони праці - ліквідація виробничого травматизму і професійних захворювань. Проведення заходів щодо поліпшення умов праці дає відчутний економічний ефект - підвищується продуктивність праці, знижуються витрати на відновлення втраченої працездатності.

Міри безпеки праці повинні передбачатися при проектуванні, будівництві, виготовленні і впровадженні в дію об'єктів і устаткування. Усі заходи щодо охорони праці проводяться з метою захисту учасників трудового процесу від впливу небезпечних і шкідливих факторів, що характеризують умови його проведення.

У статті 42 Конституції України закріплене невід'ємне право українських громадян на охорону здоров'я, а в статті 21 записано: “Держава піклується про поліпшення умов і охороні праці, його наукової організації, про скорочення, а надалі заміни важкої фізичної праці на основі комплексної механізації й автоматизації виробничих процесів у всіх галузях народного господарства. ”

Охорона праці розглядається як одне з найважливіших соціально-економічних, санітарно-гігієнічних і економічних заходів, спрямованих на забезпечення безпечних і здорових умов праці. Можливість створення безпечних і здорових умов праці закладена в широкому використанні досягнень науки і техніки. Крім того, розроблені і введені в дію правила техніки безпеки, санітарії, норми і правила, дотримання яких забезпечує безпеку праці.

Відповідальність за стан охорони праці несе адміністрація підприємств, організацій.

Адміністрація підприємства зобов'язана забезпечувати належне технічне оснащення всіх робочих місць і створювати на них умови роботи, що відповідають правилам охорони праці, техніці безпеки, санітарним нормам.

Нові можливості для поліпшення умов і охорони праці на виробництві представляє закон України «Про трудові колективи і підвищення їхньої ролі в управлінні підприємствами, установами, організаціями». В законі чітко визначені повноваження трудових колективів у вирішенні цих питань.

У відповідності до законодавства України посадові особи, винні в порушенні законодавства про працю і правил охорони праці, у невиконанні зобов'язань, включених у колективний договір і угоди по охороні праці, чи у перешкоді діяльності професійних союзів, несуть відповідальність у порядку, встановленому законодавством. Посадові особи за вказані порушення притягуються до дисциплінарної, адміністративної, кримінальної відповідальності.

Інструктаж і навчання працюючих і інженерно-технічних працівників проводяться на основі правил техніки безпеки і виробничої санітарії, діючих в відомчому підрозділі, типових інструкцій з техніки безпеки по професіях і особистого досвіду інженерно-технічних працівників, які проводять інструктаж. Особливу увагу приділяють питанням, обумовленим специфікою робіт конкретного підрозділу.

Навчання персоналу техніки безпеки і правилам виробничої санітарії має наступні форми: ввідний, первинний, щоденний, повторний, позачерговий інструктаж, стажування, курсове навчання.

Ввідний інструктаж проводиться з усіма без винятків працівниками при прийнятті їх на роботу незалежно від спеціальності і кваліфікації. Інструктаж проводять керівники підрозділів в робочий час у вигляді бесіди по спеціальній програмі, що охоплює питання робочого графіка підприємства, перевірки справності інструментів і машин, вимоги електробезпеки, профілактики виробничого травматизму, гігієни праці і санітарії, пожежної безпеки і надання

першої допомоги. Інструктаж проводить інженер з охорони праці. Про проведення ввідного інструктажу і перевірку знань роблять записи в журналі реєстрації ввідного інструктажу або в особовій карточці з обов'язковими підписами.

Первинний інструктаж на робочому місці проводиться з робітниками, що прослухали ввідний інструктаж і з працівниками, переведеними з одного робочого місця на інше або з одного виду обладнання на інше. Первинний інструктаж проводить керівник підрозділу з демонструванням обладнання, станків, інструменту, захисних засобів, сигналізації. Після первинного інструктажу робляться відповідні записи в спеціальному журналі, крім того, робиться запис про допуск до роботи.

Повторний (позачерговий) інструктаж полягає в перевірці знань правил техніки безпеки працівниками шляхом усного опитування і бесіди. Позачерговий інструктаж проводиться один раз в шість місяців в випадку зміни технологічного процесу, заміни обладнання, порушення правил техніки безпеки, виявлення недостатнього рівня знань в ході щоденного інструктажу. Дані про повторний інструктаж заносяться в журнал.

При зміні технологічного процесу, заміні або модернізації обладнання, порушенні працюючими правил, використанні неправильних методів праці, а також після нещасного випадку, з працівниками проводиться позаплановий інструктаж. Цей вид інструктажу проводять індивідуально або з групою працівників однієї професії в об'ємі первинного інструктажу на робочому місці.

При виконанні робіт особливої небезпеки проводиться цільовий інструктаж з врахуванням заходів по техніці безпеки в наряд-допуск до виконання робіт.

Знання, отримані працівниками при інструктажах, перевіряють інженер з охорони праці і майстер цеху. На кожного працюючого оформляють "Контрольний лист проходження інструктажу по охороні праці", в якому роблять відмітки про кожний інструктаж з обов'язковим підписом особи, що інструктується. Контрольний лист є дозволом до самостійної роботи, він зберігається в відділі кадрів підприємства.

Ефективна система організації охорони праці на підприємстві сприяє зниженню рівня виробничого травматизму, покращенню умов праці та підвищенню продуктивності праці. Дотримання вимог законодавства, постійний моніторинг, навчання та залучення працівників до активної участі у процесах охорони праці є ключовими елементами успішної системи охорони праці.

## **5.2 Розрахунок аварійного освітлення**

Освітлення виробничих приміщень – важливий захід гігієни та охорони праці і підвищення її тривалості.

У виробничих приміщеннях застосовують два види освітлення: природне і штучне (у різний час доби).

Численні дослідження показали, що поліпшення умов освітленості підвищує працездатність очей, знижує втомлюваність робітників, знижує травматизм і випадки браку. Недостатня освітленість і неправильне спрямування світла можуть привести до нещасних випадків.

На промислових підприємствах практикуються дві системи штучного освітлення: робоче і спеціальне.

Робоче освітлення забезпечує освітленість робочих поверхонь та допоміжних площ виробничого приміщення. Сюди належить загальне, локалізоване, місцеве, комбіноване і ремонтне освітлення.

До спеціального освітлення входить: чергове, сигналізаційне, аварійне і освітлення безпеки.

Черговим освітленням користуються у нічний час для прибирання, охорони приміщень і здійснюється воно частиною світильників, які забезпечують робоче освітлення.

Сигнальне освітлення обладнується у проходах між небезпечним устаткуванням і на сходах.

Аварійне освітлення передбачається на випадок виходу з ладу загального освітлення у приміщеннях і цехах, де обов'язкове дотримання безперервності виробничого процесу, а також для безпечної евакуації людей при вимкненні

нормального освітлення. Для продовження роботи аварійне освітлення повинно забезпечувати освітленість робочих поверхонь не менш як на 10% від норм робочого освітлення. Для евакуації людей аварійне освітлення облаштовують у виробничих приміщеннях, де мимовільні дії у темряві можуть спричинити вибух, пожежу, травмування, отруєння, тощо.

Аварійне освітлення забезпечується не менш як двома джерелами живлення з автоматичним перемиканням з одного на інше.

Світильники аварійного освітлення за типом, розмірами і кольором повинні відрізнятися від світильників робочого освітлення. Живити їх найкраще від стартерних акумуляторних батарей.

Оскільки при вимкненні робочого освітлення продовження роботи на проєктованій ділянці недопустиме через можливість отримання травм і збільшення кількості браку, то проведемо розрахунок аварійного освітлення для евакуації людей.

Аварійне освітлення для евакуації людей повинно створювати по лінії проходів освітленість не менше 0,3 лк.

Визначимо необхідну потужність ламп аварійного освітлення. Прийmemo, що світильники підключені до освітлювальної мережі з наругою 127 В, розміщені по кутам квадрата із стороною 10 м висоту підвісу світильників

$H=6$  м. Коефіцієнт запасу освітлюваності установки приймаємо  $K=1,3$ , а впливом інших віддалених світильників знехтуємо.

Розрахунок ведемо точковим методом:

1. Визначаємо тангенс кута падіння світлового променя від світильника в розрахункову точку А.

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{l}{H} = \frac{\sqrt{\left(\frac{10}{2}\right)^2 + \left(\frac{10}{2}\right)^2}}{6} = 1,18; \quad (5.1)$$

2. По обрахованому тангенсу визначаємо кут  $\alpha$  і  $\cos^3 \alpha$ :

$$\alpha = 49,7^\circ; \quad \cos^3 \alpha = 0,27.$$

3. По кривій світла знаходимо силу світла, що випромінюється під кутом 49,7 світильником “Універсаль”. Вона складає 167 св.

4. Фактична сила світла світильника визначається по формулі (сумарна сила світла 4-х світильників):

$$\sum T_{\alpha} = \frac{E_z \cdot H^3 \cdot K}{l \cdot \cos^3 a} = \frac{0,3 \cdot 6^3 \cdot 1,3}{7 \cdot 0,27} = 44,6 \text{ св}; \quad (5.2)$$

де  $E_z$  – горизонтальна освітленість проходів.

Необхідний світловий потік ламп:

$$\sum F_l = \frac{1000 \cdot \sum I_{\kappa}}{I_{\alpha}} = \frac{1000 \cdot 44,6}{167} = 267 \text{ лм}; \quad (5.3)$$

де 1000 – світловий потік умовної лампи, лм;

$I_{\alpha}$  – сила світла умовної лампи, св..

Світловий потік кожної лампи:

$$F_{\alpha} = \frac{\sum F_l}{4} = \frac{267}{4} = 66,75 \text{ лм}; \quad (5.4)$$

Згідно визначеного світлового потоку лампи вибираємо освітлювальну лампу розжарювання потужністю 15 Вт.

Місце при цих джерелах:

$$E_{z\phi} = \frac{F_l \cdot 4}{K \cdot 1000} = \frac{124 \cdot 4}{1,3 \cdot 1000} = 0,38 \text{ лк}. \quad (5.5)$$

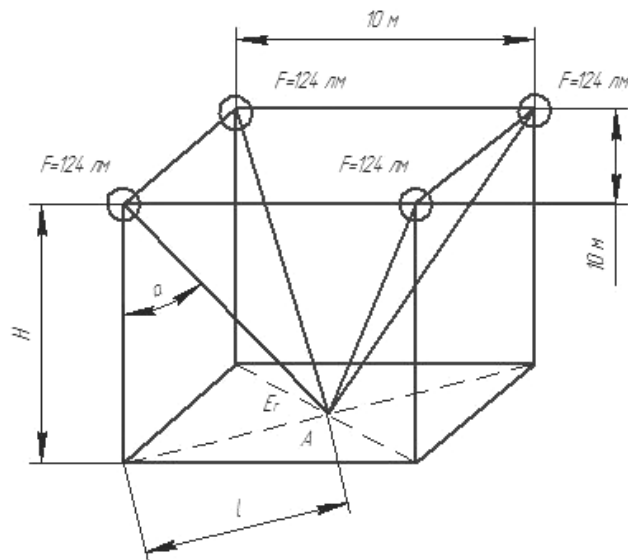


Рисунок 5.1 –Схема визначення освітленості

### 5.3 Заходи протипожежної профілактики при експлуатації електроустановок на проєктованій ділянці

Несправність, перевантаження електроустановок є однією з основних причин пожеж в машинобудуванні.

Аналіз пожеж, що виникають в результаті несправності електроустановок, приводить до висновку, що найбільш частими причинами аварій і пожеж є короткі замикання, перевантаження, великі перехідні опори, електричні іскри та дуги. Крім того, причиною пожежі можуть бути розряди статичної атмосферної електрики.

Коротке замикання виникає в результаті порушення ізоляції дротів мережі, попадання на них вологи, роз'їдаючих ізоляцію речовин, неправильного монтажу електромережі та по інших причинах. Струми коротких замикань сучасних потужних електричних системах можуть сягати десятків і сотень тисяч ампер. При короткому замиканні утворюється велика кількість тепла, в результаті чого температура проводів швидко зростає і викликає загоряння ізоляції.

З метою виключення пожежі вибухів від коротких замикань необхідно своєчасно попереджувати причини, що їх викликають. Найбільш дієвим є правильний підбір і монтаж, а також правильна експлуатація мереж, машин і

приладів у відповідності з ПУЕ-2017 і НПАОП 40.1-1.32-01 та дотримання правил і строків випробувань ізоляції мереж і машин, профілактичних огледів та ремонту електроустановок. Великий ефект досягається застосуванням швидкодіючого релейного захисту, вимикачів і плавки запобіжників. Апарати захисту вибирають в залежності від параметрів, призначення та умов експлуатації електроустановок.

Перевантаження проводів в мережі виникає тоді, коли по них проходить струм, сила якого вища за розрахункову (допустиму) величину. При цьому відбувається перехід електричної енергії в теплову. Перевантаження усувають правильним вибором січень провідників, виключенням можливості під'єднання податкових споживачів до мережі, якщо вона на це не розрахована, а також періодичною перевіркою температури машин і апаратів.

Ефективним засобом захисту електроустановок від струмів перевантаження є захист їх плавкими запобіжниками чи автоматичними вимикачами з тепловим і максимальним захистом (теплові електромагнітні розмикачі).

Перехідні опори обумовлені сильним звуженням шляху протікання струму при переході його з одного контакту на інший через площадки дійсного їх дотикання для збільшення площадок дійсного дотикання контактів використовують пружні контакти або спеціальні пружини.

Для відводу тепла від місць дотикання та розсіювання, його контакти виготовляють з певною масою і поверхнею охолодження. Для зменшення впливу окислення на перехідний опір контактів необхідно слідкувати за тим, щоб розмикання і замикання супроводжувалось тертям, так як при цьому тонка плівка оксиду руйнується і видаляється. Місця з'єднання проводів зварюють або припаюють. Все це сприяє зменшенню переходів опорів.

## ВИСНОВКИ

У ході виконання КРМ "Проект автотранспортного підприємства для виконання технічного обслуговування та ремонту системи безпеки 'AIR BAG' автомобіля Renault Magnum Trucks з дослідженням підвищення продуктивності двигунів за рахунок додавання альтернативних речовин" були успішно вирішені всі поставлені завдання, що дозволило досягти мети проекту – створення ефективної виробничої бази та обґрунтування техніко-економічної доцільності впровадження нових технологій обслуговування.

Була надана загальна характеристика АТП та обґрунтовано необхідність проекту реконструкції виробничих потужностей для впровадження спеціалізованої дільниці обслуговування та ремонту складних систем безпеки "Air Bag" автомобілів Renault Magnum Trucks.

Детально вивчено загальну характеристику, принцип роботи, особливості конструкції та методи усунення несправностей системи безпеки Air Bag. Це стало основою для формування технологічного процесу та переліку необхідного обладнання.

Здійснено розрахунок виробничої програми та річних обсягів робіт з технічного обслуговування та поточного ремонту для парку, що включає Renault Magnum Trucks та інші міжнародні аналоги. Визначено необхідну чисельність ремонтного персоналу та кількість робочих постів.

На основі технологічних розрахунків визначено ключові техніко-економічні показники проекту. За результатами розрахунку, термін окупності проекту становить 0,39 роки, що свідчить про високу економічну доцільність та швидке повернення інвестицій.

З метою підвищення продуктивності та безпеки праці під час виконання ТО на естакаді, був розроблений пневматичний підйомник.

Наведено детальний опис конструкції підйомника, який має переміщувані опорні елементи, що дозволяє обслуговувати автомобілі з різною колісною базою (універсальність).

Виконано необхідні інженерні розрахунки, які підтвердили надійність та працездатність конструкції пневматичного підйомника за заданих робочих навантажень і тиску повітря (6,5 атм).

Проведено науково-дослідну роботу, спрямовану на підвищення продуктивності двигунів шляхом застосування альтернативних речовин (присадок/добавок).

Виконані дослідження дозволили теоретично або експериментально підтвердити (або спростувати) гіпотезу про позитивний вплив альтернативних речовин на паливну ефективність та потужність двигуна, що має важливе значення для подальшої оптимізації експлуатаційних витрат АТП.

Розроблено комплекс заходів щодо охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях. Враховано вимоги екологічної безпеки при роботі.

Реалізація даного проєкту реконструкції АТП дозволить підприємству не лише розширити спектр послуг за рахунок високотехнологічного ремонту систем безпеки, але й суттєво підвищити ефективність виробничого процесу завдяки впровадженню нового обладнання та оптимізації роботи двигунів, що підтверджується позитивним економічним обґрунтуванням.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи магістра за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт» галузі знань 27 «Транспорт» / О.Л. Ляшук, М.Г. Левкович, Д.В. Міронов, В.О. Тесля. – Тернопіль: ТНТУ, 2023. – 60 с.
2. Основи розрахунків, проектування і експлуатації технологічного обладнання для автомобільного транспорту: Навч. посібник / О.М. Коробочка, Е.С. Скорняков, О.О. Сасов – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2007 – 252 с.
3. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів. Технологія: підручник / О.А. Лудченко. – Київ: Знання-Прес, 2007. – 527с.
4. Будова й експлуатація автомобілів / В.Ф. Кисликов, В.В. Лущик – К.: Либідь, 2016. – 400 с.
5. Технічне обслуговування та ремонт вантажних і легкових автомобілів, автобусів. Підручник: У 2 кн. / О.П. Строков, М.Г. Макаренко, В.Ф. Фролов. – К.: Грамота, 2005.
6. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів / І.Б. Гевко, Р.М. Рогатинський, О.Л. Ляшук, М.Г. Левкович, В.З. Гудь, М.Я. Сташків, М.Д. Сіправська – Тернопіль: ТНТУ, 2021. – 550 с.
7. Основи технічного сервісу транспортних засобів / Є.Ю. Форнальчик, Р.Я. Качмар. – Львівська політехніка, 2017 – 324 с.
8. Технічна експлуатація автомобілів. Організація технологічних процесів ТО і ПР навчальний посібник / Ю.Ю. Кукурудзяк, В.В. Біліченко. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 198 с.
9. Техноекологія та цивільна безпека. Частина «Цивільна безпека»: навчальний посібник / В.С. Стручок.– Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2022. – 156 с.
10. Безпека в надзвичайних ситуаціях: методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня "магістр" всіх спец. денної та заочної (дистанційної) форм навч. / В.С. Стручок.– Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2022. – 156 с.
11. Будова й експлуатація автомобілів / В.Ф. Кисляков, В.В. Лущик. –

Київ: Либідь, 2000. – 400 с.

12. Технологічне проектування автотранспортних підприємств / В.З. Докуніхін, Н.Ф. Кущевська, В.В. Малишев/ – Видавництво: Університет "Україна", 2021.– 146 с.

13. Технологічне проектування автотранспортних підприємств: навч. посіб. / С.І. Андрусенко, В.О. Білецький, П.І. Бортницький; за ред. проф. С.І. Андрусенка. – К. : Каравела, 2009. – 368 с.

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

16. 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.

17. Конспект лекцій з дисципліни «Надійність транспортних засобів» для здобувачів освітнього ступеня магістр за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт» / Укладачі: Ткаченко І.Г., Левкович М.Г. – Тернопіль: ТНТУ імені Івана Пулюя, 2024. – 118 с .

18. Сахно В. П. Автомобілі: Тягово-швидкісні властивості та паливна економічність : навч. посіб. / В. П. Сахно, Г. І. Безбородова. – К. : Вища школа, 2004. – 175 с.

19. Двигуни внутрішнього згоряння : підручник : у 6 т. Т. 1 : Розробка конструкцій форсованих двигунів наземних транспортних машин / А.П. Марченко, М. К. Рязанцев, А. Ф. Шеховцов та ін. ; за ред. А. П. Марченка. – Харків : Прапор, 2004. – 384 с.

20. Гандзюк М. П. Основи охорони праці : підручник / М. П. Гандзюк, Є. П. Желібо, М. О. Халімовський ; за ред. М. П. Гандзюка. – 5-те вид. – К. : Каравела, 2011. –384 с.

21. Renault Magnum (Type AE/E-Tech/DXi). Ремонт та технічне обслуговування : навчальний посібник. – К. : Автомайстер, 2012. – 560 с.

22. Інтернет ресурси.