

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ  
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ  
ІМЕНІ ПРОФЕСОРА ОЛЕКСАНДРА СЕМКОВИЧА

# КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: «ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ  
ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І ДІАГНОСТУВАННЯ СИСТЕМИ  
ЖИВЛЕННЯ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ АВТОМОБІЛІВ HYUNDAI MATRIX»

Виконав: студент IV курсу групи Ат-41

Спеціальності 274 «Автомобільний транспорт»  
(шифр і назва)

Васечко Микола Миколайович  
(Прізвище та ініціали)

Керівник: Барабаш Руслан Іванович  
(Прізвище та ініціали)

ДУБЛЯНИ 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ  
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ  
ІМЕНІ ПРОФЕСОРА ОЛЕКСАНДРА СЕМКОВИЧА

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Зав. кафедри \_\_\_\_\_

(підпис)

к.т.н., доцент Шарibuра А.О.

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2024 р.

## ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу студенту  
Васечкові Миколі Миколайовичу

1. Тема роботи: «Підвищення ефективності технологічного процесу технічного обслуговування і діагностування системи живлення дизельних двигунів автомобілів Hyundai Matrix»

Керівник проєкту: Барабаш Руслан Іванович, к.т.н., доцент

Затверджена наказом по університету від 27 листопада 2023 року 641/к-с

2. Строк здачі студентом закінченого проєкту 10.06.2024 року

3. Вихідні дані: інструкції з технічної експлуатації та технічного обслуговування автомобіля Hyundai Matrix, науково-технічна література з питань ремонту та випробування автомобіля Hyundai Matrix, патентний пошук та літературні джерела, які стосуються діагностування системи живлення дизельних двигунів.

4. Перелік питань, які необхідно розробити:

4.1 Аналіз об'єкта проєктування

4.2 Удосконалення технологічного процесу ТО автомобілів Hyundai

4.3 Розробка процесу діагностування системи живлення автомобіля

4.4 Охорона праці та захист навколишнього середовища

4.5 Економічна частина

5. Перелік ілюстраційного матеріалу

5.1 Загальна схема та технічні характеристики автомобіля Hyundai Matrix

5.2 Схему укрупненого технологічного процесу ТО та ПР

5.3 Схема розташування автомобіля та виконавця при використанні канавкового поста

5.4 Схема системи живлення автомобіля

5.5 Структурна схема системи живлення

5.6 Логічна модель системи живлення

5.7 Алгоритм пошуку відмов в системі живлення

5.8 Розрахунки коефіцієнта технічної готовності та річної продуктивності автомобіля

5.9 Залежність коефіцієнта технічної готовності від пробігу та річної продуктивності від пробігу

## 6. Консультанти розділів роботи

| Розділ     | Прізвище, ініціали та посада консультанта  | Підпис, дата   |                  | Відмітка про виконання |
|------------|--|----------------|------------------|------------------------|
|            |  | завдання видав | завдання прийняв |                        |
| 1, 2, 3, 5 | Барабаш Р.І. к.т.н., доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу ім. проф. О. Семковича |                |                  |                        |
| 4          | Городецький І. М., к.т.н., доцент кафедри управління проектами та безпеки виробництва          |                |                  |                        |

7. Дата видачі завдання: 27.11.2023 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| Пор. № | Назва етапів кваліфікаційної роботи  | Строк виконання етапів роботи | Відмітка про виконання |
|--------|--|-------------------------------|------------------------|
| 1      | <i>Написання розділу: «Аналіз об'єкта проектування»</i>  | <i>27.11.23-30.12.23</i>      |                        |
| 2      | <i>Виконання другого розділу: «Удосконалення технологічного процесу ТО автомобілів Hyundai»</i>  | <i>01.01.24-25.02.24</i>      |                        |
| 3      | <i>Виконання третього розділу: «Розробка процесу діагностування системи живлення автомобіля»</i> | <i>26.02.24-30.03.24</i>      |                        |
| 4      | <i>Написання розділу: «Охорона праці та захист навколишнього середовища»</i>                     | <i>31.03.24-30.04.24</i>      |                        |
| 5      | <i>Виконання розділу: «Економічна частина»</i>   | <i>01.05.24-25.05.24</i>      |                        |
| 6      | <i>Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки. Завершення роботи в цілому</i>      | <i>25.05.23-10.06.24</i>      |                        |

Студент \_\_\_\_\_ Микола Васечко  
(підпис)

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Руслан Барабаш  
(підпис)

## ЗМІСТ

|   |    |
|---|----|
| РЕФЕРАТ   | 5  |
| ВСТУП   | 6  |
| <br>  |    |
| 1. АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА ПРОЕКТУВАННЯ  | 7  |
| 1.1 <i>Короткий опис пристрою автомобіля</i>  | 7  |
| 1.2 <i>Визначення показників якості автомобіля</i>  | 9  |
| 1.3 <i>Визначення показників надійності автомобіля</i>  | 13 |
| <br>  |    |
| 2. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ТО АВТОМОБІЛЯ<br>HYUNDAI  | 15 |
| 2.1 <i>Формування нормативів системи ТО та ремонту автомобіля</i>   | 15 |
| 2.2 <i>Розробка план-графіка робіт з ТО та ремонту автомобіля</i>   | 17 |
| 2.3 <i>Формування штату виконавців робіт з ТО та ремонту</i>  | 19 |
| 2.4 <i>Формування переліку робіт технічного впливу</i>  | 22 |
| 2.5 <i>Нормування трудомісткості операцій технічного впливу</i>   | 26 |
| 2.6 <i>Розробка схеми виробничого посту для ТО та ремонту</i>   | 28 |
| <br>  |    |
| 3. РОЗРОБКА ПРОЦЕСУ ДІАГНОСТУВАННЯ СИСТЕМИ ЖИВЛЕННЯ<br>АВТОМОБІЛЯ HYUNDAI   | 31 |
| 3.1 <i>Функціональна схема та опис об'єкта діагностування</i>   | 31 |
| 3.2 <i>Діагностичні параметри та діагностичне обладнання для оцінки технічного<br/>стану об'єкта діагностування</i> | 32 |
| 3.3 <i>Розробка діагностичної моделі об'єкта діагностування</i>   | 35 |
| 3.4 <i>Розробка алгоритмів оцінки виду технічного стану та пошуку місця відмови</i>                                 | 40 |
| 3.5 <i>Аналіз впливу різних факторів на коефіцієнт технічної готовності автомобіля</i>                              |    |

|  |    |
|--|----|
|  | 4  |
| 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА  | 46 |
| <i>4.1 Основні заходи з охорони праці та навколишнього середовища при виконанні ремонтно-обслуговуючих робіт</i> | 46 |
| <i>4.2 Основні вимоги до охорони праці для робітників</i>  | 47 |
| <i>4.3 Розрахунок вентиляції і опалення</i>  | 48 |
| <br>   |    |
| 5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА  | 50 |
| ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ   | 53 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ   | 54 |

УДК 629.114.3

Васечко М.М. Підвищення ефективності технологічного процесу технічного обслуговування і діагностування системи живлення дизельних двигунів автомобілів *Hyundai Matrix* : кваліфікаційна робота. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2024. 54 с.

Табл. 17; рис. 13; бібліогр. джерел 24.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка заходів сервісного обслуговування, ремонту та діагностування системи живлення дизельних двигунів автомобілів *Hyundai Matrix*.

Досліджено конструктивні особливості легкових автомобілів *Hyundai Matrix*, визначено їх показники якості та надійності.

Удосконалено технологічний процес технічного обслуговування автомобілів *Hyundai Matrix*. Проведено розрахунок нормативів системи ТО і ремонту автомобілів та річної та добової програми, кількості виконавців для робіт з ТО та ремонту. Сформовано перелік робіт з технічного впливу, визначено трудомісткість операцій технічного обслуговування усіх видів ТО, розроблено схему виробничого поста для діагностування системи живлення дизельних двигунів.

Розроблено технологічний процес діагностування системи живлення дизельних двигунів автомобіля *Hyundai Matrix*. Визначено діагностичні параметри та діагностичне обладнання для оцінки технічного стану системи живлення дизельних двигунів. Розроблено діагностична модель системи живлення дизельних двигунів та алгоритм оцінки виду технічного стану та пошуку місця відмови. Проаналізовано вплив різних факторів на коефіцієнт технічної готовності автомобіля *Hyundai Matrix*.

Розроблено заходи з охорони праці та захисту навколишнього середовища, проведено економічний розрахунок собівартості технічного обслуговування автомобіля.

## ВСТУП

На сучасному етапі економічного розвитку країни автогосподарства сільськогосподарських підприємств переживають нелегкі часи. Скоротилася кількість автомобілів, знизилися обсяги перевезень, погіршилося матеріально-технічне забезпечення. Разом з тим біль гостро поставлено питання раціонального складу автогосподарства та правильного його використання, а також збереження рухомого складу. Автомобіль є свого роду проміжною ланкою у виробничому процесі вирощування та збуту продукції, а тому його справний стан забезпечить загальну безперебійність будь якого виробництва.

Основна задача автомобільного транспорту - своєчасне та якісне забезпечення потреб народного господарства та населення в перевезеннях, підвищення економічної ефективності його роботи. Якісна робота транспорту залежить від технічного стану рухомого складу. Вирішення цієї проблеми забезпечується за рахунок розробки й виготовлення автомобілів з великою експлуатаційною надійністю і технологічністю, з другого боку – удосконалення методів технічного обслуговування автомобілів.

Автомобільний транспорт є найбільш масовим та зручним видом транспорту, має велику маневреність добру прохідність й пристосовуваність для роботи в різних кліматичних умовах. Він являється ефективним засобом для перевезення вантажів та населення на відносно невеликі відстані.

Задачі служби технічної експлуатації полягають в постійному підтриманні високої технічної готовності рухомого складу, забезпечення його безвідмовності, робото здатності, протягом встановлених термінів експлуатації.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка заходів технічної експлуатації автомобіля *Hyundai Matrix* та, зокрема, розробка системи ТО та діагностування для системи живлення дизельного двигуна.

## 1. АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА ПРОЕКТУВАННЯ

### 1.1 Короткий опис пристрою автомобіля

Автомобілі є складними технічними системами, і заходи з технічної експлуатації автомобілів визначаються, в першу чергу, їх пристроєм, конструктивними особливостями та показниками надійності.

У квітні 2001 року на Auto Mobil International в Лейпцигу був представлений автомобіль з кодовою назвою FC (Family Concept). Він був розроблений у Туреччині для Європи. Дизайн автомобіля був розроблений італійською фірмою Pininfarina. Інтер'єр з п'ятьма місцями має складні спинки сидінь, які можна переміщати і регулювати їх кут нахилу.

Єдиний доступний рівень обладнання GLS стандартно поставляється з чотирма подушками безпеки, ABS з електронним розподілом гальмівного зусилля, натяжною ременів і регульованим по висоті задніми підголівниками. На момент запуску автомобілів в серію у серпні 2001 року Matrix отримав два бензинові двигуни, а з вересня 2001 року дизельний. У 2003 році була представлена спецверсія 1.6 GLS Edition, в якій також були присутні кондиціонер, бортовий комп'ютер, дистанційне, центральне блокування дверей, 15-дюймові легкосплавні диски і окрас автомобіля фарбою «металік». На рисунку 1.1 представлено загальну схему автомобіля Hyundai Matrix.

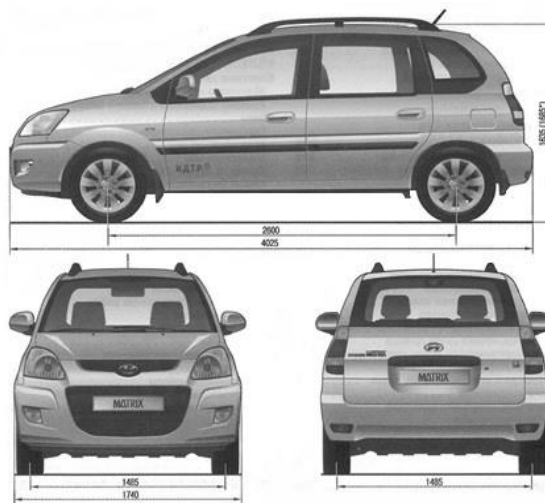


Рисунок 1.1 – Загальна схема автомобіля Hyundai Matrix



Технічні характеристики автомобіля Hyundai Matrix представлені у таблиці 1.1

Таблиця 1.1-Технічні характеристики автомобіля Hyundai Matrix

| Параметр                      | Значення             |
|-------------------------------|----------------------|
| 1                             | 2                    |
| <b>Кузов</b>                  |                      |
| Кількість місць               | 5                    |
| Кількість дверей              | 5                    |
| Тип кузова                    | Мінівен              |
| <b>Габарити</b>               |                      |
| Довжина, мм                   | 4025                 |
| Ширина, мм                    | 1740                 |
| Висота, мм                    | 1685                 |
| Колісна база, мм              | 2600                 |
| Колія передніх коліс, мм      | 1485                 |
| Колія задніх коліс, мм        | 1485                 |
| Споряджена маса, кг           | 1270                 |
| Повна маса, кг                | 1840                 |
| Об'єм багажника, л            | 354                  |
| Об'єм паливного бака, л       | 55                   |
| <b>Двигун</b>                 |                      |
| Розташування двигуна          | Попереду поперечно   |
| Об'єм двигуна, куб. см        | 1493                 |
| Розташування циліндрів        | Рядний               |
| Кількість циліндрів           | 3                    |
| Кількість клапанів            | 12                   |
| Система живлення              | Common Rail          |
| Потужність кВт при об/хв      | 60 при 4000          |
| Крутний момент, Н×м при об/хв | 184 при 1900         |
| Тип палива                    | Дизель               |
| <b>Трансмісія</b>             |                      |
| Коробка передач               | Механічна            |
| Кількість передач             | 5                    |
| Привод                        | Передній             |
| <b>Підвіска</b>               |                      |
| Тип передньої підвіски        | McPherson            |
| Тип задньої підвіски          | Multi-link           |
| <b>Гальмівна система</b>      |                      |
| Передні тормоза               | Дискові вентильовані |
| Гальмівна тормоза             | Барабанні            |

| 1   | 2              |
|---|----------------|
| Рульове керування                             |                |
| Тип   | Шестерня-рейка |
| Підсилювач руля                               | Гідравлічний   |
| Експлуатаційні показники                      |                |
| Максимальна швидкість, км/ч.                  | 157            |
| Час розгону (0-100 км/ч), с                   | 17,9           |
| Витрата палива (міський цикл), л. на 100 км   | 7,6            |
| Витрата палива (змішаний цикл), л. на 100 км  | 6,0            |
| Витрата палива (заміський цикл), л. на 100 км | 5,0            |

### 1.2 Визначення показників якості автомобіля

Номенклатура показників якості автомобіля Hyundai Matrix представлена у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Номенклатура показників якості автомобіля Hyundai Matrix.

| Найменування показника якості                                      | Позначення показника якості | Найменування властивості, що характеризується | Значення та одиниця виміру |
|--|-----------------------------|---|----------------------------|
| 1  | 2                           | 3   | 4                          |
| 1. Показники-призначення   |                             |   |                            |
| 1.1. Тип автомобіля (за типом кузова, надбудови)                   | –                           | –   | Мінівен                    |
| 1.2. Колісна формула   | –                           | Загальна кількість та кількість ведучих коліс | 4x2                        |
| 1.3 Місткість (кількість місць для сидіння, включаючи місце водія) | –                           | Несуча здатність                              | 5                          |
| 1.4 Тип трансмісії   | –                           | –   | Механічна                  |
| 1.5 Тип двигуна, кількість та розташування циліндрів               | –                           | Характеристика двигуна                        | R3                         |
| 1.6 Показники двигуна  |                             | Енергетичні можливості автомобіля             |                            |

| 1  | 2            | 3                          | 4            |
|--|--------------|----------------------------|--------------|
| 1.6.1 Номінальна потужність, кВт (к.с.) при частоті обертання колінчастого валу, мін-1 | $N$          | –                          | 82(112)/4000 |
| 1.6.2 Максимальний крутний момент, Н×м   | $M_{кр.мах}$ | –                          | 184          |
| 1.6.3 Робочий об'єм, л   | –            | –                          | 1,5          |
| 1.6.4 Сорт палива  | –            | –                          | ДТ           |
| 1.7 Показники ваги   |              |                            |              |
| 1.7.1 Вага неспорядженого автомобіля, кг   | $M_n$        | Несуча здатність           | 1200         |
| 1.7.2 Вага спорядженого автомобіля, кг   | $M_c$        | Характеристика конструкції | 1270         |
| 1.7.3 Повна конструктивна маса, кг   | $M_n$        | Те саме                    | 1840         |
| 1.8 Габаритні розміри автомобіля, мм   |              | Характеристика конструкції |              |
| 1.8.1 Довжина, мм  | $L$          | –                          | 4025         |
| 1.8.2 Ширина, мм   | $B$          | –                          | 1740         |
| 1.8.3 Висота (без навантаження), мм  | $H$          | -                          | 1635         |
| 1.9 Корисна довжина салону, мм   | $L_c$        | Місткість                  | 1550         |
| 1.10 Корисна ширина салону, мм   | $B_n$        | Те саме                    | 1510         |
| 1.11 База автомобіля, мм   | –            | Характеристика конструкції | 2600         |
| 1.12 Зовнішній мінімальний габаритний радіус повороту автомобіля, м                    | $R_n$        | Маневреність               | 5,2          |
| 1.13 Коефіцієнт аеродинамічного опору  | $C_z$        | Аеродинамічна досконалість | 0,3          |
| 1.14 Розмір шин  | –            | -                          | 195/55 R15   |
| 1.15 Ємність паливного бака, л   | –            | Автономність               | 55           |

| 1  | 2            | 3                          | 4                        |
|--|--------------|----------------------------|--------------------------|
| 1.16 Питома корисна площа салону, м <sup>2</sup> /чол.                               | $S$          | Комфортабельність          | 0,44                     |
| 1.17 Об'єм багажного відділення, м <sup>3</sup>                                      | $Q_b$        | Вантажомісткість           | 354                      |
| 1.18 Максимальна швидкість, км/год   | $V_{max}$    | Динамічні якості           | 157                      |
| 1.19 Час розгону від 0 до 100 км/год.  | $t_p$        | Те саме                    | 17,9                     |
| 1.20 Час розгону на 4-й и 5-й передачах від 60 до 100км/ч, с                         | $t_{pn}$     | --/---                     | 10,4                     |
| <b>2. Показники надійності</b>   |              |                            |                          |
| 2.1 Встановлений ресурс, тис. км.  | $T_p$        | Довговічність              | 200                      |
| 2.2 Встановлений безвідмовне напрацювання, тис. км.                                  | $T_b$        | Безвідмовність             | 30                       |
| 2.3 Напрацювання на відмову, тис. км.  | $T_o$        | Те саме                    | 120                      |
| 2.4 Корозійна стійкість кузова, років  | $T_c$        | Довговічність              | 6                        |
| 2.5 Гарантійний термін експлуатації, років (тис. км)                                 | —            | Гарантійні зобов'язання    | 3 роки<br>(100 тис. км.) |
| <b>3. Показники економічного використання сировини, матеріалів, палива, енергії,</b> |              |                            |                          |
| 3.1 Питома вага, кг/м <sup>2</sup>   | $K_{ум}$     | Характеристика конструкції | 181,3                    |
| 3.1 Питома вага, кг/м <sup>2</sup>   | $Q_{л(90)}$  | Паливна економічність      | 5,0                      |
| 3.3 Витрата палива під час руху з постійною швидкістю 120 км/год, л/100км            | $Q_{л(120)}$ | То же                      | 6,3                      |
| 3.4 Витрата палива у міському циклі (ДСТУ 20036-95), л/100км                         | $Q_{лг}$     | --/---                     | 8,2                      |
| 3.5 Узагальнена наведена витрата палива, л/100км                                     | $Q_o$        | --/---                     | 6,0                      |

| 1  | 2        | 3   | 4          |
|--|----------|---|------------|
| <b>4. Ергономічні показники</b>  |          |   |            |
| 4.1 Рівень внутрішнього шуму зі швидкістю 100 км/ч, дБА                        | –        | Акустичні умови у кабіні                            | 70         |
| 4.2 Рівень внутрішнього шуму, дБА  | –        | Те саме   | 65         |
| 4.3 Максимальне зусилля на педалі гальма, кг/с                                 | –        | Відповідність силовим можливостям людини            | 50         |
| <b>5. Показники технологічності</b>  |          |   |            |
| 5.1 Питома оперативна трудомісткість, люд×год/тис. км                          |          | Експлуатаційна технологічність та ремонтпридатність |            |
| 5.1.1 Технічне обслуговування  | $S_{mo}$ | -   | 6,2        |
| 5.1.2 Поточний ремонт  | $S_{mp}$ | -   | 3,4        |
| 5.2 Періодичність технічного обслуговування (ТО-1/ТО-2), тис. км.              | $L_{mo}$ | Експлуатаційна технологічність та ремонтпридатність | 15/30      |
| <b>6. Екологічні показники</b>   |          |   |            |
| 6.1 Вміст шкідливих речовин у відпрацьованих газах                             | –        | Ступінь забруднення навколишнього середовища        | 0,2        |
| 6.2 Рівень зовнішнього шуму, дБА   | –        | Те саме   | 60         |
| <b>7. Показники безпеки</b>  |          |   |            |
| 7.1 Відповідність законодавчим вимогам щодо безпеки конструкції правил ЄЕК ООН | –        | Відповідність вимогам активної та пасивної безпеки  | Відповідає |
| <b>8. Естетичні показники</b>  |          |   |            |
| 8.1 Показник досконалості художньо-конструкторського рішення, бал              | $P_c$    | -   | 8          |

### 1.3 Визначення показників надійності автомобіля

Надійність є складною властивістю, яка в залежності від призначення виробу та умов його застосування включає не тільки безвідмовність, довговічність, збереження, але і ремонтпридатність.

Безвідмовність - це властивість автомобіля безперервно зберігати працездатність протягом певного часу або пробігу. Для оцінки безвідмовності застосовують такі основні показники: ймовірність безвідмовної роботи, середнє напрацювання на відмову ( $L_2$ ), інтенсивність відмов для виробів, що не відновлюються, параметр потоку відмов для відновлюваних виробів.

$$L_2 = 30 \text{ тис. км.} \quad (1.1)$$

Довговічність - властивість автомобіля зберігати працездатність до настання граничного стану при встановленій системі проведення робіт та ремонту. До основних показників довговічності належать: середній радіус ( $\bar{L}_P$ ) та середній термін служби ( $\bar{L}_{СЛ}$ ), ймовірність досягнення граничного стану.

$$\bar{L}_P = 1,8 \cdot L_{НКР}; \quad (1.2)$$

$$\bar{L}_P = 1,8 \cdot 150 = 270 \text{ тис. км};$$

$$\bar{L}_{СЛ} = \frac{\bar{L}_P}{L_T}; \quad (1.3)$$

$$\bar{L}_{СЛ} = \frac{270000}{62980} = 4,29 \text{ роки.}$$

Річний пробіг автомобіля визначається так:

$$L_T = l_{CC} \cdot D_{РГ} \cdot \alpha_I; \quad (1.4)$$

$$L_T = 295 \cdot 305 \cdot 0,7 = 62,98 \text{ тис. км},$$

де  $l_{CC}$  – середньодобовий пробіг автомобіля,  $l_{CC} = 295$  км;

$D_{РГ}$  – кількість днів роботи автомобіля в році,  $D_{РГ} = 305$  днів;

$\alpha_I$  – коефіцієнт використання парку (приймається з інтервалу 0,65 – 0,75). Приймаємо  $\alpha_I = 0,7$ .

Збережуваність – властивості автомобіля зберегти значення показників безвідмовності, довговічності та ремонтпридатності протягом та після зберігання та транспортування. Збережуваність характеризується середнім терміном збереження (20...30 років) і терміном на наскрізне іржавіння.

Ремонтпридатність - властивість автомобіля, що полягає в його пристосованості до попередження та відновлення працездатного стану шляхом проведення ТО та ремонту. Основними показниками ремонтпридатності є середня тривалість та трудомісткість виконання операцій ТО та ремонту, які застосовуються при нормуванні та порівнянні автомобілів.

Питома оперативна трудомісткість ТО приймається за пробіг між ТО-2 і включає одне ТО-1 і одне ТО-2. Тоді вираз для її визначення можна записати у вигляді:

$$\overline{S}_{\text{ТО}} = \frac{\left(\frac{L_2}{L_1} - 1\right) \cdot t_1 + t_2}{L_2} = \frac{\left(\frac{30}{15} - 1\right) \cdot 2,6 + 10,2}{30} = 0,43 \text{ чол} \cdot \text{год} / 1000 \text{ км}, \quad (1.5)$$

де  $t_1$ ,  $t_2$  – нормативні трудомісткості відповідно ТО-1 та ТО-2 для заданої моделі автомобіля за ГОСТ 20334-81, чол год;

$L_1 = 15$  тис. км – нормативна періодичність ТО-1;

$L_2 = 30$  тис. км – нормативна періодичність ТО-2.

По ДСТУ 20334-91 визначаємо питому оперативну трудомісткість поточного ремонту:

$$S_{\text{ТР}} = 3,4 \text{ чол} \cdot \text{год} / 1000 \text{ км}. \quad (1.6)$$

Рівень надійності автомобіля Hyundai Matrix знаходиться вище за середні показники в порівнянні з аналогічними моделями сучасних автомобілів.

## 2. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ТО АВТОМОБІЛЯ HYUNDAI

### 2.1 Формування нормативів системи ТО та ремонту автомобіля

До основних нормативів системи ТО та ремонту автомобіля відносяться:

кількість видів ТО (ТО-1, ТО-2);

періодичності ТО;

Періодичність впливу  $L_i$  ТО-1 та ТО-2 з урахуванням експлуатації визначається з виразу:

$$L_1 = L_{H1} \cdot K_1 \cdot K_3; \quad (2.1)$$

$$L_1 = 15 \cdot 0,8 \cdot 0,9 = 10,8 \text{ тис. км};$$

$$L_2 = L_{H2} \cdot K_1 \cdot K_3; \quad (2.2)$$

$$L_2 = 30 \cdot 0,8 \cdot 0,9 = 21,6 \text{ тис. км},$$

де  $L_{H1}$  і  $L_{H2}$  – нормативний пробіг автомобіля для ТО-1 та ТО-2, км;

$K_1$  – коефіцієнт коригування пробігу до  $i$ -го виду ТО залежно категорії умов експлуатації. Вибирається за III категорією експлуатації та за умовами руху у великих містах.

$K_3$  – коефіцієнт коригування пробігу до  $i$ -го виду ТО залежно від природно-кліматичних умов:

$$K_3 = K'_3 \cdot K''_3; \quad (2.3)$$

$$K_3 = 1 \cdot 0,9 = 0,9,$$

де  $K'_3$  – коефіцієнт, що враховує клімат, для помірного клімату, приймаємо  $K'_3 = 0,9$ ;

$K''_3$  – коефіцієнт, що враховує високу агресивність навколишнього середовища, через агресивність середовища та використання лужних реагентів при обробці дорожнього покриття, приймаємо  $K''_3 = 1$ .

– трудомісткості ТО та ремонту;



Скоригована трудомісткість впливу  $t_i$  даного виду (ЩТО, ТО-1 и ТО-2) визначається наступним чином:

$$t_1 = t_{Н1} \cdot K_2 \cdot K_4^2 \cdot K_5 \cdot K_6; \quad (2.4)$$

$$t_1 = 2,6 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1,104 = 3,16 \text{ люд.год};$$

$$t_2 = t_{Н2} \cdot K_2 \cdot K_4^2 \cdot K_5 \cdot K_6; \quad (2.5)$$

$$t_2 = 10,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1,104 = 12,39 \text{ люд.год};$$

$$t_{EO} = t_{HEO} \cdot K_2 \cdot K_4^2 \cdot K_5 \cdot K_6; \quad (2.6)$$

$$t_{EO} = 0,4 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1,125 = 0,5 \text{ люд.год};$$

$$t_{CO} = t_2 \cdot 0,2; \quad (2.7)$$

$$t_{CO} = 12,39 \cdot 0,2 = 2,48 \text{ люд.год},$$

де  $t_1, t_2, t_{EO}, t_{CO}$  – нормативна трудомісткість ТО-1, ТО-2, ЩТО та СО люд.·год;

$K_2$  – коефіцієнт коригування трудомісткості цього виду ТО залежно від модифікації дорожньо-транспортного засобу;  $K_4^2$  – коефіцієнт коригування трудомісткості даного виду ТО в залежності від пробігу автомобіля з початку експлуатації;  $K_5$  – коефіцієнт коригування трудомісткості даного виду ТО в залежності від кількості автомобілів, що обслуговуються і ремонтуються в організації;  $K_6$  – коефіцієнти коригування трудомісткості цього виду ТО залежно від періоду експлуатації.

Скоригована трудомісткість ремонту визначається за такою формулою:

$$t_{TP} = t_{HTP} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6; \quad (2.8)$$

$$t_{TP} = 3,4 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,1375 = 6,13 \text{ люд.год}/1000 \text{ км},$$

де  $t_{TP}$  – нормативна питома трудомісткість ТР, люд.·год /1000 км;

$K_1, K_2, K_3, K_4, K_5, K_6$  – коефіцієнти коригування трудомісткості ремонту відповідно в залежності від категорії умов експлуатації, модифікації дорожньо-транспортного засобу, природно-кліматичних умов, пробігу автомобіля з початку експлуатації, кількості автомобілів, що обслуговуються та ремонтуються в організації та періоду експлуатації.

Корегований пробіг до капітального ремонту визначається за формулою:

$$L_{\text{КР}} = L_{\text{НКР}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3; \quad (2.9)$$

$$L_{\text{КР}} = 150 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 0,9 = 108 \text{ тис. км,}$$

де  $L_{\text{НКР}}$  – нормативний пробіг до капітального ремонту.

Тривалість простою в ТО і ремонті корегується коефіцієнтом  $K_4^1$ :

$$D_{\text{ТО,ТР}} = D_{\text{НТО,ТР}} \cdot K_4^1; \quad (2.10)$$

$$D_{\text{ТО,ТР}} = 0,4 \cdot 0,7 = 0,28 \text{ дн/1000 км,}$$

де  $D_{\text{ТО,ТР}}$  – нормативний простій в ТО і ремонті,  $D_{\text{ТО,ТР}} = 0,4$  днів/1000 км.

## 2.2 Розробка план-графіка робіт з ТО та ремонту автомобіля

Для розробки план-графіка робіт Д-1, Д-2, ТО-1, ТО-2 та сезонного обслуговування (СО) необхідно визначити кількість цих впливів за рік:

$$N_2 = \frac{L_r}{L_2}; \quad (2.11)$$

$$N_2 = \frac{62980}{30000} = 2,92;$$

$$N_1 = \frac{L_r}{L_1} - N_2; \quad (2.12)$$

$$N_1 = \frac{62980}{15000} - 2,92 = 2,92;$$

$$N_{\text{ЕО}} = \frac{L_r}{l_{\text{с}}} ; \quad (2.13)$$

$$N_{\text{ЕО}} = \frac{62980}{295} = 213,5 ;$$

$$N_{\text{Д1}} = 1,1 \cdot N_1 + N_2; \quad (2.14)$$

$$N_{\text{Д1}} = 1,1 \cdot 2,92 + 2,92 = 6,12;$$

$$N_{\text{Д2}} = 1,2 \cdot N_2; \quad (2.15)$$

$$N_{\text{Д2}} = 1,2 \cdot 2,92 = 3,5;$$

$$N_{CO} = 2. \quad (2.16)$$

Добова програма впливу  $i$ -го виду робіт:

$$N_{Ci} = \frac{N_{ri}}{D_{PГi}}, \quad (2.17)$$

де  $D_{PГ}$  - кількість робочих днів у році підрозділу, що виконує той чи інший вид роботи.

$$N_{C1} = \frac{2,92}{305} = 0,0096;$$

$$N_{C2} = \frac{2,92}{305} = 0,0096;$$

$$N_{CEO} = \frac{213,5}{305} = 0,7;$$

$$N_{CD1} = \frac{6,12}{305} = 0,02;$$

$$N_{CD2} = \frac{3,5}{305} = 0,01.$$

В даний час застосовуються два методи оперативного планування ТО автомобілів: за календарним часом та за фактичним пробігом. При першому методі складається графік виконання ТО певний період. У ньому виділяють день виконання ТО по кожному автомобілю виходячи з прийнятої періодичності та середньодобового пробігу.

Таблиця 2.1 – План графік виконання ТО та ремонту (на 2023 рік)

|                                       |                             |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |
|---------------------------------------|-----------------------------|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Порядковий технічний огляд            | 1                           | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  | 13  | 14  |
| тис. км                               | 15                          | 30 | 45 | 60 | 75 | 90 | 105 | 120 | 135 | 150 | 165 | 180 | 195 | 210 |
| Повітряний фільтр П1                  | 3                           | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   |
| Паливний фільтр, П2                   | –                           | 3  | –  | 3  | –  | 3  | –   | 3   | –   | 3   | –   | 3   | –   | 3   |
| Паливні трубопроводи та з'єднання, П3 | П                           | П  | П  | П  | П  | П  | П   | П   | П   | П   | П   | П   | П   | П   |
| Додати паливні присадки               | Кожні 5000 км або 6 місяців |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |

П<sub>і</sub> – перевірка та при необхідності чищення, мастило, підтяжка; З – заміна

### 2.3 Формування штату виконавців робіт з ТО та ремонту

Для розрахунку кількості виконавців робіт з ТО та ремонту спочатку необхідно визначити їх річні обсяги. Розрахунок здійснюється на основі скоригованих разових оперативних трудомісткостей. Річний обсяг робіт з кожного  $i$ -го виду технічного обслуговування (ЩТО, Д-1, Д-2, ТО-1 та ТО-2):

$$T_{ri} = N_{ri} \cdot t_i \cdot A_c, \quad (2.18)$$

де  $t_i$  - скоригована трудомісткість ТО  $i$ -го виду, люд.·год.

$$T_{r1} = 2,92 \cdot 3,16 \cdot 110 = 1012,73 \text{ люд.·год};$$

$$T_{r2} = 2,92 \cdot 12,39 \cdot 110 = 3973,02 \text{ люд.·год};$$

$$T_{reo} = 213,5 \cdot 0,5 \cdot 110 = 11625,08 \text{ люд.·год.}$$

Річний обсяг робіт з поточного ремонту визначається як:

$$T_{TPr} = \frac{L_r}{1000} \cdot t_{TPr} \cdot A_c; \quad (2.19)$$

$$T_{TPr} = \frac{62980}{1000} \cdot 6,13 \cdot 110 = 42442,22 \text{ люд.·год.}$$

Трудомісткість робіт з СО визначається з виразу:

$$T_{cor} = 2 \cdot t_2 \cdot A_c \cdot k_{co}; \quad (2.20)$$

$$T_{cor} = 2 \cdot 2,48 \cdot 110 \cdot 0,2 = 109 \text{ люд.·год,}$$

де  $k_{co}$  - коефіцієнт, що враховує район експлуатації (приймаємо 0,25 - для автобусів і 0,2 - для інших автомобілів для умов України). Приймаємо  $k_{co} = 0,2$ .

Загальна річна трудомісткість робіт ТО-2 та СО складе:

$$T_{2r} = T_{r2} + T_{cor}; \quad (2.21)$$

$$T_{2r} = 3973,02 + 109 = 4082,02 \text{ люд.·год.}$$

Річна трудомісткість діагностичних робіт визначається за формулами:

$$\begin{cases} T_{D1r} = N_{D1r} \cdot a \cdot t_1 \cdot A_c \\ T_{D2r} = N_{D2r} \cdot b \cdot t_2 \cdot A_c \end{cases}, \quad (2.22)$$

де  $a$  – відповідно частка діагностичних робіт в обсягах роботи ТО-1 приймаємо  $a = 0,2$ ;

$b$  – відповідно частка діагностичних робіт в обсягах роботи ТО-2 приймаємо  $b = 0,15$ ;

$t_1, t_2$  – скореговані трудомісткості робіт ТО-1 та ТО-2 відповідно, люд.-год.

$$\begin{cases} T_{Д1г} = 6,12 \cdot 0,2 \cdot 3,16 \cdot 110 = 425,35 \text{ люд.-год.} \\ T_{Д2г} = 3,5 \cdot 0,15 \cdot 12,39 \cdot 110 = 715,14 \text{ люд.-год.} \end{cases}$$

При розрахунку кількості виробничих робітників визначають їх технологічно необхідну (явочну) та штатну чисельність. Вона визначається по кожному  $i$ -му виду робіт відповідно:

$$P_{Ti} = \frac{T_{ri}}{\Phi_{Mi}}; \quad P_{Ши} = \frac{T_{ri}}{\Phi_{Pi}}, \quad (2.23)$$

де  $T_{ri}$  – річний обсяг з  $i$ -му виду робіт, люд.-год;

$\Phi_{Mi}$  – номінальний річний фонд часу робітника;

$\Phi_{Pi}$  – ефективний річний фонд часу.

Номінальний річний фонд часу технологічного необхідного робітника визначається тривалістю робочої зміни  $T_c$  та числа робочих днів на рік  $D_{рг}$ .

$$\Phi_M = T_c \cdot D_{рг} = T_c \cdot (D_{Кг} - D_B - D_{П}); \quad (2.24)$$

$$\Phi_M = 7 \cdot 305 = 2135 \text{ год.}$$

де  $D_{Кг}, D_B, D_{П}$  – відповідно, кількість календарних, вихідних та святкових днів на рік.

Час зміни приймається 7 годин – при шестиденному робочому тижні для нормальних умов праці.

Ефективний річний фонд часу штатного робітника визначається як фактичний час, відпрацьований виконавцем на робочому місці з урахуванням відпустки  $D_{от}$ , що надається працівникові, і невиходів на роботу з поважних причин  $D_{уп}$  (за хвороби, виконання державних обов'язків тощо):

$$\Phi_P = \Phi_M - T_c \cdot (D_{OT} + D_{УП}); \quad (2.25)$$

$$\Phi_P = 2135 - 7 \cdot (24 + 7) = 1918 \text{ год.}$$

Дні невиходу працювати з поважних причин можна приймати рівними 7, а дні відпустки – 24.

Визначаємо технологічно необхідну (явочну) чисельність для кожного виду робіт:

$$P_{T1} = \frac{1012,73}{2135} = 0,47 \text{ чол.};$$

$$P_{T2} = \frac{3973,02}{2135} = 1,86 \text{ чол.};$$

$$P_{Teo} = \frac{11625,08}{2135} = 5,45 \text{ чол.};$$

$$P_{Tтр} = \frac{42442,22}{2135} = 19,88 \text{ чол.};$$

$$P_{TD1} = \frac{425,35}{2135} = 0,2 \text{ чол.};$$

$$P_{TD2} = \frac{715,14}{2135} = 0,33 \text{ чол.}$$

Штатна кількість для кожного виду робіт визначається аналогічно:

$$P_{Ш1} = \frac{1012,73}{1918} = 0,53 \text{ чол.};$$

$$P_{Ш2} = \frac{3973,02}{1918} = 2,07 \text{ чол.};$$

$$P_{Шeo} = \frac{11625,08}{1918} = 6,06 \text{ чол.};$$

$$P_{Штр} = \frac{42442,22}{1918} = 22,13 \text{ чол.};$$

$$P_{ШD1} = \frac{425,35}{1918} = 0,22 \text{ чол.};$$

$$P_{ШD2} = \frac{715,14}{1918} = 0,37 \text{ чол.}$$

Результати розрахунків доцільно подати у табличній формі (таблиця 2.2).

Таблиця 2.2 - Розподіл річної трудомісткості робіт ТО та ПР за видами робіт

| Вид роботи | Трудомісткість робіт, чол.-ч | Число робітників, чол. |          |              |          |
|------------|------------------------------|------------------------|----------|--------------|----------|
|            |                              | Технологічне           |          | Штатне       |          |
|            |                              | Розрахунковий          | Прийняте | Розрахункове | Прийняте |
| 1          | 2                            | 3                      | 4        | 5            | 6        |
| ЩТО        | 11625,08                     | 5,45                   | 6        | 6,06         | 7        |
| Д-1        | 425,35                       | 0,20                   | 1        | 0,22         | 1        |
| Д-2        | 715,14                       | 0,33                   | 1        | 0,37         | 1        |
| ТО-1       | 1012,73                      | 0,47                   | 1        | 0,53         | 1        |
| ТО-2       | 3973,02                      | 1,86                   | 2        | 2,07         | 3        |
| ПР         | 42442,22                     | 19,88                  | 20       | 22,13        | 23       |
| Разом      | 60193,53                     | 28,19                  | 31       | 31,38        | 36       |

#### 2.4 Формування переліку робіт технічного впливу

На рис. 2.1 представлено схему укрупненого технологічного процесу ТО автомобілів, що дозволяє представити можливі шляхи їх руху при проведенні планового ТО з моменту надходження автомобіля в АТП до моменту випуску його на лінію.

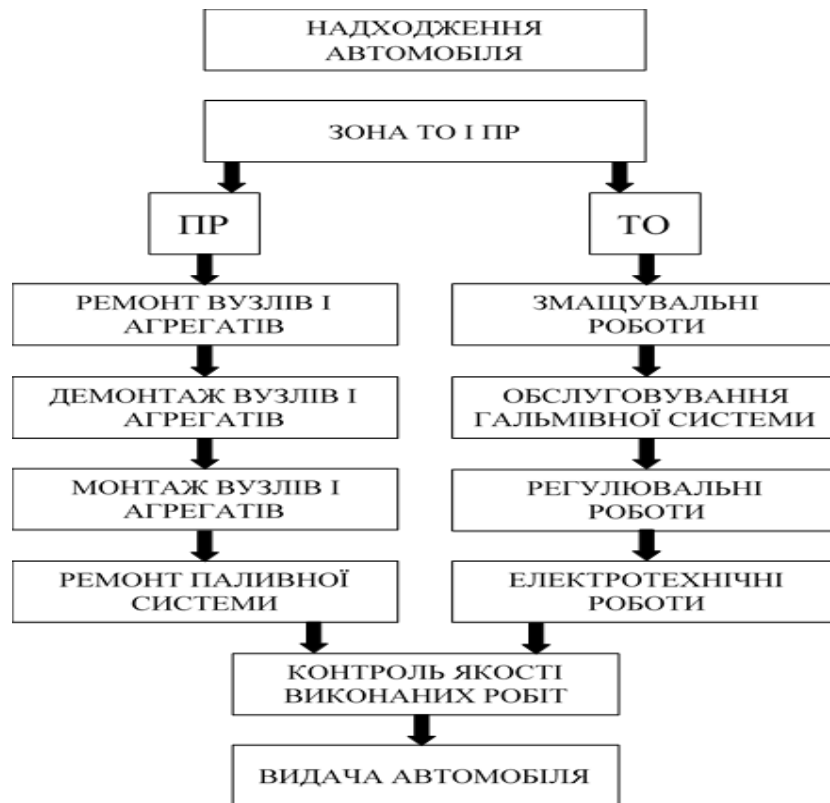


Рисунок 2.1 – Схема укрупненого процесу виконання ТО та ПР

Перелік операцій обслуговування, складений у технологічній послідовності за агрегатами, системами, вузлами базових моделей автомобілів, представимо у вигляді технологічної операційної карти (таблиця 5.1).

Загальна трудомісткість – 20,5 чол. хв

Виконавець – слюсар з ремонту автомобілів 4-го розряду.

Таблиця 2.3 - Операційно-технологічна карта на заміну форсунок дизельної системи живлення

| № | Найменування операції   | Кількість точок впливу | Обладнання, пристрої, інструмент | Технічні вимоги та умови   |
|---|---|------------------------|----------------------------------|--|
| 1 | 2   | 4                      | 5                                | 6  |
| 1 | Встановити автомобіль на пост                                     | 1                      | -                                | Заглушити автомобіль. Встановити противідкатні упори                                 |
| 2 | Відкрити капот  | 1                      | -                                | Встановити капот на упор   |
| 3 | Провести перевірку форсунок                                       | 1                      | BOSCH FSA 500                    | -  |
| 4 | Від'єднати дроти клем від АКБ                                     | 2                      | Ключ 6910-0292                   | Не допускати замикання клем. Потрібно дотримуватися порядку відключення клем від АКБ |
| 5 | Відкрутити болти кріплення декоративного кожуха                   | 2                      | ДСТУ 22402                       | Не допускати зминання граней болтів. Не допускати пошкодження декоративного кожуха   |
| 6 | Зняти декоративний кожух двигуна                                  | 1                      | BOSCH GDX 180-Li                 | Не допускати пошкодження декоративного кожуха  |
| 7 | Від'єднати колодку моторного джгута проводів від роз'єму форсунки | 4                      | ДСТУ Р 50635-94                  | Не допускати пошкодження колодки моторного джгута дротів                             |



| 1  | 2   | 3 | 4                            | 5   |
|----|---|---|------------------------------|---|
| 8  | Від'єднати стопорні скоби                         | 3 | -                            | -   |
| 9  | Від'єднати шланг зворотної подачі палива форсунок | 3 | Викрутка слюсарно-монтажу    | Не допускати пошкодження форсунок. Не допускати пошкодження шлангу  |
| 10 | Зняти заглушки                                    | 3 | -                            | Не допускати пошкодження заглушок.  |
| 11 | Відкрутити гайки кріплення паливопідвідної трубки | 3 | Набір слюсарних інструментів | Не допускати зминання граней гайок  |
| 12 | Зняти паливопідвідну трубку                       | 1 | -                            | Не допускати пошкодження труби для палива   |
| 13 | Відкрутити гвинти кріплення форсунки              | 3 | Ключ 6910-0292               | Не допускати зминання різьблення гвинтів  |
| 14 | Витягти форсунки                                  | 3 | ДСТУ 22402                   | Не допускати пошкодження форсунок   |
| 15 | Встановити форсунки                               | 3 | PSA HDI JTC 8185 FG          | Не допускати пошкодження форсунок   |
| 16 | Закрутити гвинти кріплення форсунок               | 3 | -                            | Не допускати зминання різьблення гвинтів. Зусилля затягування гвинтів має бути 20 Н×м.                                  |
| 17 | Встановити паливопідвідну трубку                  | 1 | Ключ тріскачковий 6910-0292  | Не допускати пошкодження труби для палива   |
| 18 | Закрутити гайки кріплення паливопідвідної трубки  | 3 | ДСТУ 22402                   | Не допускати зминання граней гайок. Не допускати пошкодження труби для палива. Зусилля затискання гайок має бути 25 Н×м |
| 19 | Встановити заглушки                               | 3 | -                            | Не допускати пошкодження заглушок   |

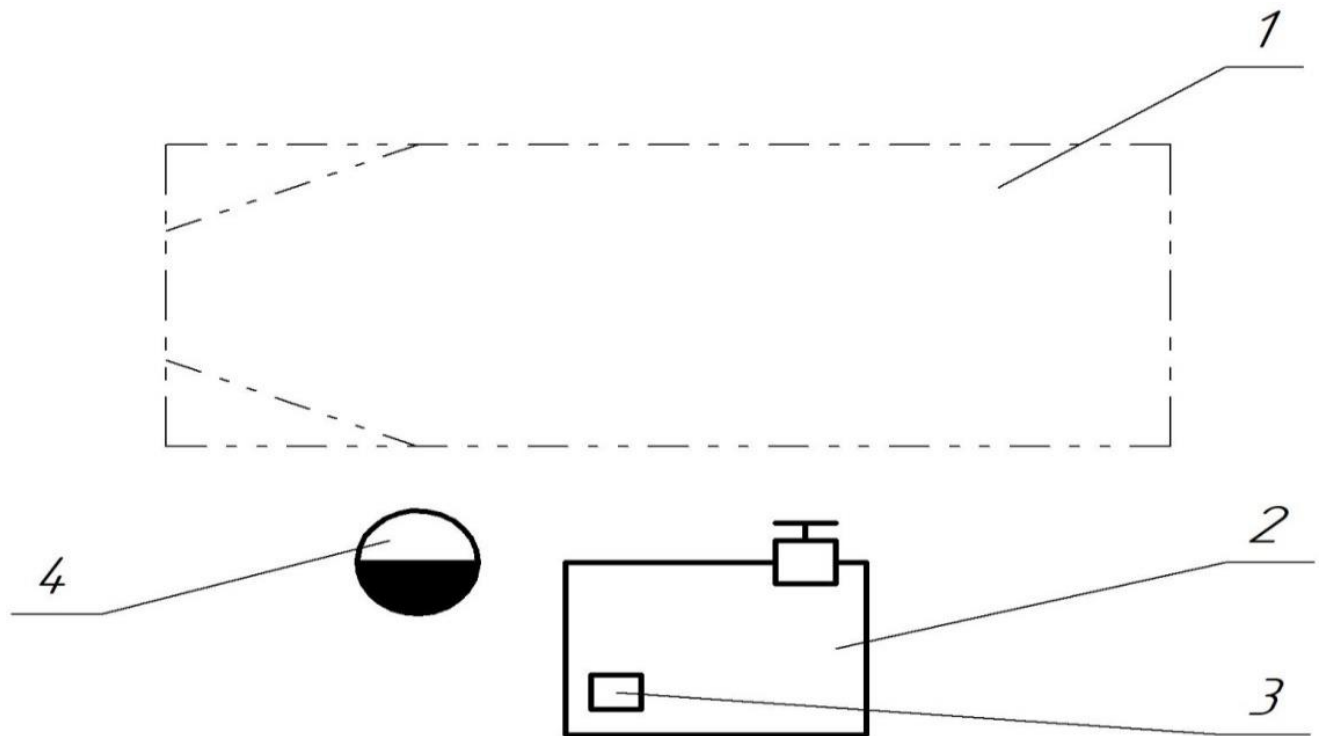
| 1  | 2  | 3 | 4                                | 5  |
|----|--|---|----------------------------------|--|
| 20 | Підключити шланг зворотного подачі палива форсунок               | 1 | Набір слюсарних інструментів     | Не допускати пошкодження шлангу зворотного подавання палива.   |
| 21 | Зафіксувати стопорні скоби                                       | 3 | -                                | -  |
| 22 | Підключити колодку моторного джгута проводів до роз'єму форсунки | 3 | -                                | Не допускати пошкодження колодки моторного джгута дротів.  |
| 23 | Встановити декоративний кожух двигуна                            | 1 | Викрутка слюсарно-монтажна       | Не допускати пошкодження декоративного кожуха.   |
| 24 | Закрутити болти кріплення декоративного кожуха                   | 2 | BOSCH GDX 180-Li ДСТУ Р 50635-94 | Не допускати зминання граней болтів. Не допускати пошкодження декоративного кожуха. Зусилля затягування болтів має бути 4–6 Н×м. |
| 25 | Підключити дроти клем до АКБ                                     | 2 | Ключ 6910-0292 ДСТУ 22402        | Не допускати замикання клем. Потрібно дотримуватися порядку підключення клем до АКБ.   |
| 26 | Закрити капот  | 1 | -                                | Попередньо потрібно прибрати упор. Не допускати пошкодження капоту.  |
| 27 | Видалити автомобіль з посадки                                    | 1 | -                                | Попередньо потрібно прибрати противідкатні упори.  |

При розробці технологічних карт необхідно передбачати застосування високопродуктивного обладнання та спеціалізованого інструменту, підйомо -

транспортних механізмів та оглядового обладнання з метою забезпечення високого рівня механізації робіт та створення зручних та безпечних умов праці ремонтним робітникам.

### 2.5 Нормування трудомісткості операцій технічного впливу

Нормування трудомісткості операцій здійснюється з використанням методу мікроелементних нормативів. На початку роботи виконавець розташовується біля дверцят водія, поряд з ним розташовується слюсарний верстат з розташованими на ньому необхідними приладами та інструментами. Автомобіль стоїть на підлоговому або (якщо необхідно) канавному пості чи стенді.



1 – автомобіль; 2 – слюсарний верстат; 3 – прилад, інструмент; 4 – виконавець.

Рисунок 2.2 – Схема розташування автомобіля та виконавця при використанні поста

Усі операції діагностування, обслуговування чи ремонту подаються у вигляді найпростіших рухів виконавця чи мікроелементів роботи: нагинання корпусу, ходьба, рух руки, суто зорова робота тощо.

Таблиця 2.4 – Нормування операцій зняття та встановлення форсунок у дизельній системі живлення Hyundai Matrix

| N ел-та | Найменування елемента<br>Ходьба | Шифр ел-та | Число рухів | Тривалість у відносних одиницях |          | Трудомісткість, чол. с |
|---------|---------------------------------|------------|-------------|---------------------------------|----------|------------------------|
|         |                                 |            |             | 1 руху                          | загальна |                        |
| 1       | Незначний рух руки та кисті     | 3а         | 3           | 60                              | 180      | 2,7                    |
| 2       | Ходьба                          | 7п         | 4           | 45                              | 180      | 2,7                    |
| 3       | Рух руки                        | 3а         | 3           | 60                              | 180      | 2,7                    |
| 4       | Незначний рух руки та кисті     | 4г         | 2           | 70                              | 140      | 2,10                   |
| 5       | Рух руки                        | 7п         | 1           | 45                              | 45       | 0,7                    |
| 6       | Незначний рух руки та кисті     | 4г         | 1           | 70                              | 70       | 1,05                   |
| 7       | Рух руки                        | 7п         | 1           | 45                              | 45       | 0,7                    |
| 8       | Незначний рух руки та кисті     | 4г         | 1           | 70                              | 70       | 1,05                   |
| 9       | Найменування елемента           | 7п         | 1           | 45                              | 45       | 0,7                    |
| Разом   |                                 |            |             |                                 | 955      | 14,3                   |

Для визначення сумарної тривалості виконання елемента операції у відносних величинах –  $T_0$ , необхідно набути значення трудомісткості помножити на кількість рухів.

При переході до абсолютних значень необхідно використати формулу:

$$T_n = \frac{K_p \cdot T_0}{100}, \quad (2.26)$$

де  $K_p$  - коефіцієнт коригування, що враховує підготовчо-заключний час (приймається 1,5).

$$T_0 = \frac{1,5 \cdot 955}{100} = 14,3 \text{ чол.с.}$$

Для інших значень абсолютної тривалості розрахунок провадиться аналогічно.

## 2.6 Розробка схеми виробничого посту для ТО та ремонту

Пост - це ділянка виробничої площі, оснащена обладнанням і призначена для розміщення автомобіля та виконання по ньому робіт ТО або ремонту. В даний час розроблена та використовується велика гамма різноманітних постів, що класифікуються за конструкцією та технологічною оснащеністю; за технологічним призначенням; за способом встановлення рухомого складу та за взаємним розташуванням. Виходячи з виду та технології виконуваних робіт, необхідно обґрунтовано вибрати тип поста, визначити його площу та підібрати його технологічне обладнання та організаційне оснащення.

Як приклад, на рис. 2.3 представлена схема канавкового поста з витягами, універсального, проїзного, паралельного розташування, призначеного для виконання робіт ТО та ПР.

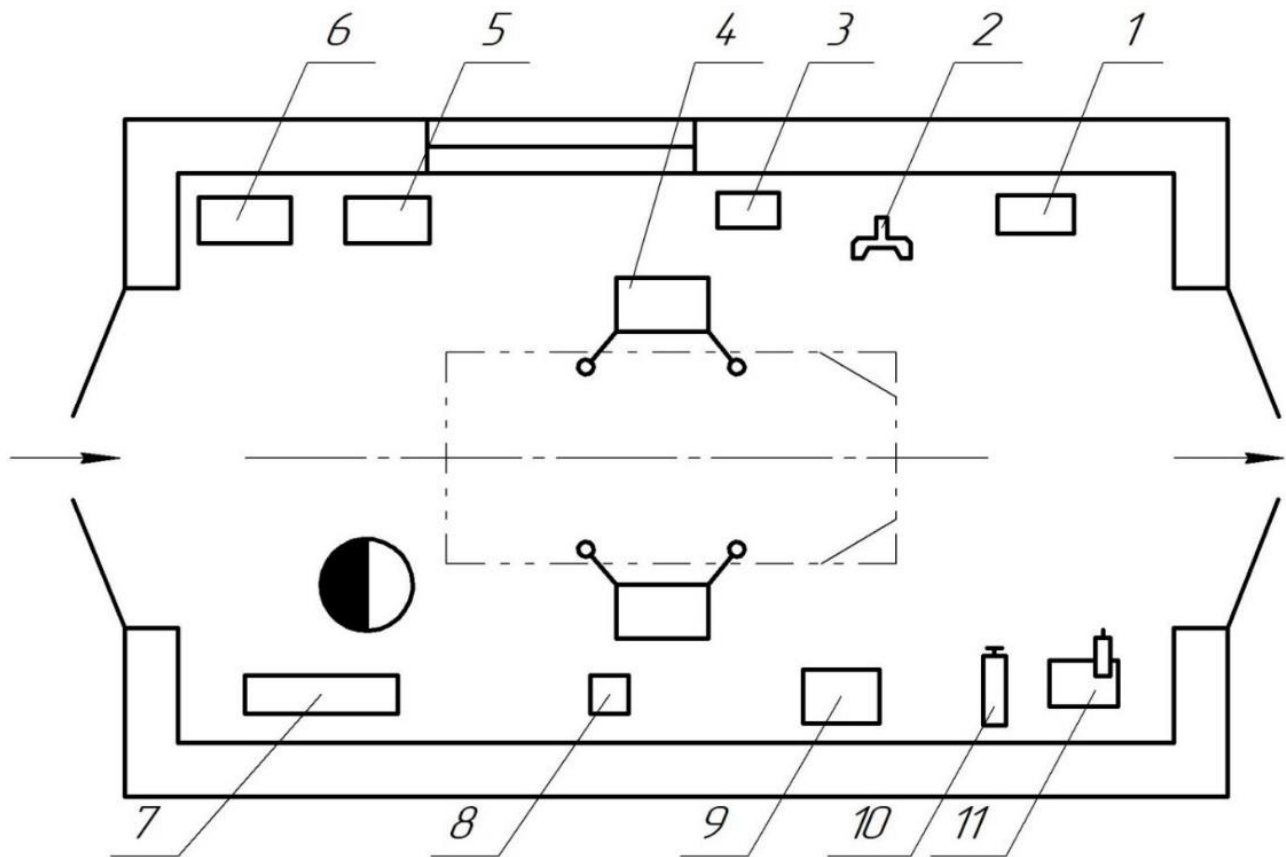


Рисунок 2.3 – Схема розташування автомобіля та виконавця при використанні канавкового поста

1 – набір слюсарного інструменту; 2 - візок для зняття коліс; 3 – установка для заміни оливи; 4 – двостійковий підйомник; 5 – сканер; 6 – стелаж; 7 – страхувальна стійка; 8 – прес гідравлічний; 9 - установка для заміни оливи в АКПП; 10 – гайковерт акумуляторний; 11 - верстак з лещатами.

Площу поста розраховують за такою формулою:

$$F = f_a \cdot k_y \quad (2.27)$$

$$F = 7 \cdot 5 = 35 \text{ м}^2,$$

де  $f_a$  – площа, яку займає автомобіль у плані,  $\text{м}^2$ ;

$k_y$  – питома площа приміщення на  $1 \text{ м}^2$  площі, яку займає автомобіль в плані.

$$f_a = L \cdot B, \quad (2.28)$$

$$f_a = 4,025 \cdot 1,74 = 7 \text{ м}^2.$$

Питома площа  $k_y$  залежить від типу автомобіля, розташування постів, їх обладнання та приймається рівною 4...5 – при односторонньому розташуванні.

При виборі технологічного обладнання слід враховувати досвід роботи сучасних підприємств з обслуговування та ремонту автомобілів та сучасний асортимент обладнання, що випускається. Воно має не тільки забезпечувати виконання всіх необхідних на даній посаді робіт, але й мати прийнятні показники щодо надійності, продуктивності, вартості придбання та витрат на експлуатацію.

Перелік технологічного обладнання подано у таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 - Перелік технологічного обладнання, оснащення та виробничого інвентарю поста зони ТО та ПР

| № | Найменування та модель                                 | Кількість | Маса, кг | Примітка                       |
|---|--|-----------|----------|--------------------------------|
| 1 | 2  | 3         | 4        | 5                              |
| 1 | Набір слюсарного інструменту                           | 1         | 2,5      | 400x350x150 мм,<br>N = 150 шт  |
| 2 | Toptul GCAI150R  | 1         | 50,8     | 790x1090x890 мм,<br>Q = 680 кг |
| 3 | Візок для зняття та встановлення коліс NORDBERG N31007 | 1         | 20       | 530x430x850 мм, V = 70 л       |

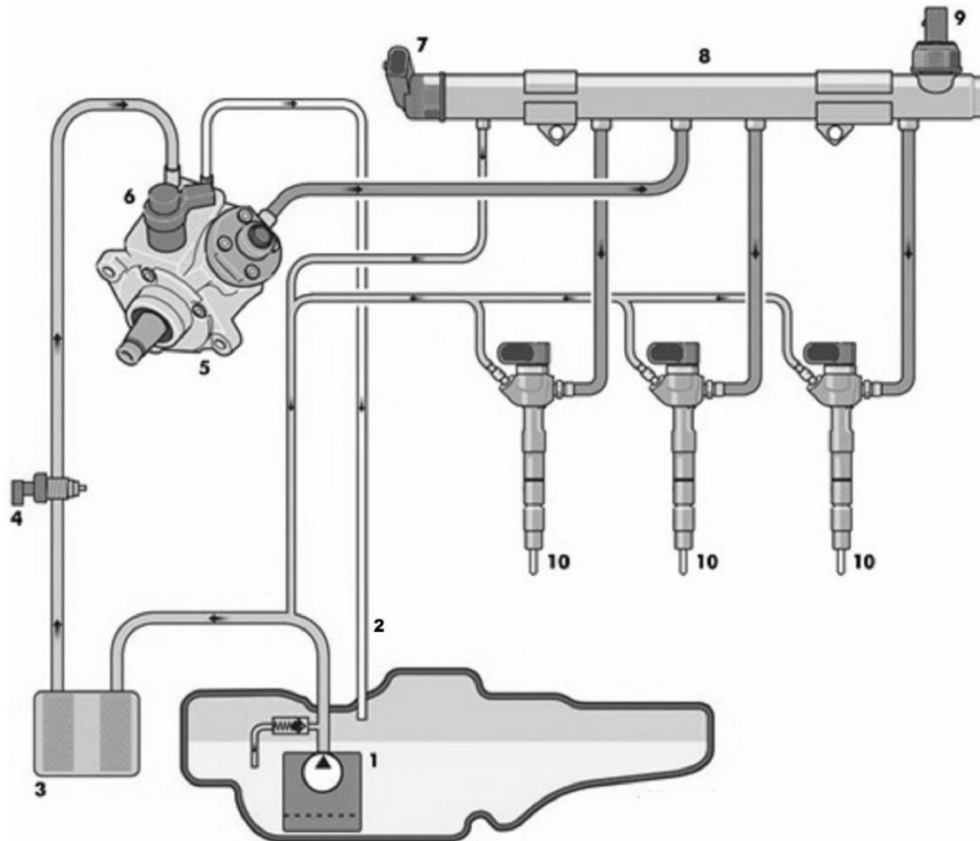
| №  | Найменування та модель                            | Кількість | Маса, кг | Примітка                     |
|----|---|-----------|----------|------------------------------|
| 4  | Установка для заміни олії<br>ARMADA AA-3190       | 1         | 560      | 2795x3420 мм, Q = 4 т        |
| 5  | Підйомник двостійковий                            | 1         | 0,5      | 130x45x185 мм,               |
| 6  | T-34 ARMADA                                       | 1         | 40       | 900x450x1600 мм              |
| 7  | Сканер BOCSH KTS 590                              | 1         | 9        | 207x118 мм, Q=3 т            |
| 8  | Стелаж  | 1         | 58       | 750x500x140 мм,<br>Q = 10 т  |
| 9  | Стійкова страховка N3003E                         | 1         | 42       | 450x780x1150 мм,<br>V = 40 л |
| 10 | Прес гідравлічний AE&T<br>T61210M                 | 1         | 1,7      | 198x225 мм,<br>U = 18 В      |
| 11 | Установка для заміни олії в<br>АКПП Sivic KC-119M | 1         | 72       | 1460x1000 мм                 |

### 3. РОЗРОБКА ПРОЦЕСУ ДІАГНОСТУВАННЯ СИСТЕМИ ЖИВЛЕННЯ АВТОМОБІЛЯ HYUNDAI

#### 3.1 Функціональна схема та опис об'єкта діагностування

Схема системи живлення автомобіля Hyundai Matrix представлена на рисунку

3.1



1 – підкачувальний паливний насос; 2 – зворотня паливна магістраль; 3 – паливний фільтр; 4 – датчик температури палива; 5 – ПНВТ; 6 – клапан дозування палива; 7 – регулятор тиску палива; 8 – паливна рампа; 9 – датчик тиску палива; 10 – форсунки.

Рисунок 3.1 – Основні елементи системи живлення автомобіля *Hyundai Matrix*

Призначення системи живлення: очищення повітря та палива, приготування з них горючої суміші певного складу, подача її (або окремо повітря та палива) до камери згоряння.



Виходячи з цього призначення, система живлення має забезпечити:

- дозування палива (подання потрібної кількості);
- якісне приготування суміші;
- своєчасну подачу палива або суміші.

Система живлення дизельним паливом автомобіля Hyundai Matrix включає наступні основні елементи: повітряний фільтр, паливний бак, паливні фільтри (фільтр грубого очищення, фільтр тонкого очищення), паливний насос високого тиску і форсунки.

### *3.2 Діагностичні параметри та діагностичне обладнання для оцінки технічного стану об'єкта діагностування*

Розглянемо деякі діагностичні прилади, стенди та обладнання для проведення діагностики системи живлення:

Електрогайковерт BOSCH GDХ 180-Li використовується у авто сервісах, виробничих цехах, ремонтних майстернях. Швидкість обертання та кількість ударів регулюються завдяки електронній системі керування зміною сили натискання на вимикач. Перемикач реверсу дає можливість змінити напрямок обертання. Унікальний дворядний тримач поєднує шестигранник 1/4 дюйма і квадрат 1/2 дюйма. Це дозволяє одним інструментом виконувати безліч завдань із закручування-відкручування, свердління.

Таблиця 3.1 – Технічна характеристика BOSCH GDХ 180-Li

|                                    |           |
|------------------------------------|-----------|
| Розмір патрона, дюйм               | 1/2 і 1/4 |
| Напруга, В                         | 18        |
| Максимальний крутний момент, Н×м   | 180       |
| Частота обертання шпинделя, об/хв. | 2800      |
| Частота ударів, уд/хв.             | 3600      |



Рисунок 3.2 – Гайковерт акумуляторний BOSCH GDH 180-Li

Мотортестер FSA 500 – мобільний вимірювальний модуль для перших кроків у діагностиці електрики та електроніки. Діагностика блоків керування та зчитування записів про помилки дозволяють співробітнику автосервісу отримати важливу інформацію перед обслуговуванням та ремонтом транспортного засобу. Однак для точного виявлення несправності та надійної ідентифікації дефектного компонента зазвичай потрібні додаткові перевірки електрики та електроніки. Спеціально для таких завдань розроблено системний аналізатор Bosch FSA 500 як доступний базовий прилад для швидкого та точного аналізу несправностей. FSA 500 дозволяє проаналізувати працездатність та характеристики різних систем та блоків транспортних засобів. Прилад універсальний для різних марок та моделей автомобілів, що дозволяє діагностувати практично всі автомобілі.

Мотортестер BOSCH FSA 500 представлений рис. 3.3



Рисунок 3.3 – Мотортестер BOSCH FSA 500

Мотортестер BOSCH FSA 500 виконаний у вигляді компактного вимірювального модуля, що працює від вбудованого акумулятора з бездротовим підключенням до ПК. Швидке та мобільне використання пристрою дозволяє проводити діагностику максимально ефективно та з економією часу. Прилад оснащений генератором сигналів для імітації сигналів датчиків, універсальним осцилографом з дво- та чотириканальними режимами, аналізатором запалювання та двоканальним мультиметром. Мотортестер BOSCH FSA 500 відповідає всім стандартним вимогам до діагностики електрики та електроніки, тестування двигуна та шинних систем автомобілів. Багатофункціональні та технічні можливості роблять мотортестер BOSCH FSA 500 високопрофесійним пристроєм для проведення моторної діагностики з такими особливостями та перевагами:

- можливість перевірки понад 30 видів основних компонентів із економією часу (без зняття їх з автомобіля);
- спеціальне ПЗ для перевірки найважливіших електричних кіл та електронних компонентів в автомобілі;- можливість роботи як генератор сигналів;
- режим 24-годинного вимірювання струму розряду автомобільного акумулятора;
- комфортний універсальний двоканальний (2x40 Мо/с) та чотириканальний (4x1 Мо/с) осцилограф;
- спеціальні функції моторного тестера;
- тестування шинних систем автомобілів (наприклад, шини CAN), можливість імпорту та зберігання сигналів у вторинному ланцюзі запалювання;
- можливість вимірювання розрідження та надлишкового тиску;
- комфортний показ фактичних параметрів діагностики блоків керування у поєднанні з автосканером Bosch KTS.

Оливо - заправна установка ARMADA AA-3190 з передкамерою, призначена для збору відпрацьованої оливи з коробки передач та двигуна. Набір щупів різного діаметру дозволяють обслуговувати автомобілі різних виробників та моделей.

Манометр дозволяє здійснювати візуальний контроль робочого тиску. Ця бюджетна установка має передкамеру, за допомогою якої можна точно визначити кількість відпрацьованої рідини, що знаходилася в корівці передач або двигуні.

Таблиця 3.2 – Технічна характеристика ARMADA AA-3190

| Привід               | Пневматичний |
|----------------------|--------------|
| Місткість бака, л    | 70           |
| Робочий тиск, бар    | 4–6          |
| Об'єм передкамери, л | 10           |



Рисунок 3.4 – Масто-заправна установка ARMADA AA-3190

### 3.3 Розробка діагностичної моделі об'єкта діагностування

Об'єкт діагностування розглядається як перетворювач одних величин  $Y$ , які вводяться в об'єкт, інші величини  $X$ , які є реакціями об'єкта. Таким чином, роботу об'єкта діагностування можна представити:

$$X = A \cdot Y, \quad (3.1)$$

де  $X$ ,  $Y$  – вектори відповідно вихідних та вхідних величин;

$A$  – оператор об'єкта.

Якщо об'єкт має кінцеву кількість станів, то модель повинна вказувати зміну вихідного сигналу при незмінному вхідному тому:

$$X_i = A_i \cdot Y, \quad (3.2)$$

де  $A_i$  – оператор об'єкта діагностування у разі  $i$ -го відмови.

Об'єкт діагностування має точки контролю. Якщо за одиничного тестового впливу  $y_j$ , що називається елементарною перевіркою  $P_j$ , на виході об'єкта діагностування є реакція  $R_j^{(i)}$  то:

$$R_j^{(i)} = A_j^{(i)} \cdot y_i, \quad (3.3)$$

де  $A_j^{(i)}$  – оператор об'єкта діагностування або його елемента під час проведення  $P_j$  – ой перевірки на  $i$ -ту відмову.

Якщо таке рівняння буде задано для всієї сукупності перевірок та відмов, це буде явна діагностична модель об'єкта.

Найпростішою формою представлення моделі є таблиця станів. Вона будується в такий спосіб. Кожній відмові відповідає стан  $S_i$ . Тому стовпці відповідають станам, а рядки –  $P_j$  елементарним перевіркам. У клітини таблиці  $(i, j)$  заноситься результат  $R_j^{(i)}$ . У першому стовпці  $S_0$  записуються реакції об'єкта контролю на перевірки його справного стану.

Якщо значення входу і виходу позначити подвійними логічними змінними, вони прийматимуть значення «1», коли вони допустимі, і «0» - коли не допустимі. Значення  $R_j^{(i)}$  у таблиці станів прийматимуть значення "0" або "1" залежно від стану об'єкта.

Побудова таблиці станів відбувається у кілька етапів. Першоетапно розглядається та аналізується функціональна схема об'єкта діагностування. Тут необхідно прийняти рішення про необхідність включення у логічну модель, що формується, кожного з елементів функціональної схеми. Якщо елемент не впливає на роботу схеми, то його можна виключити з подальшого розгляду.

Далі будується структурна схема за такими формальними правилами:

- а) якщо якийсь вхідний (вихідний) сигнал блоку характеризується декількома параметрами, то кожен з цих параметрів позначається окремим входом (виходом);
- б) всі блоки позначаються  $P_i$ , входи  $Z_i$ , виходи  $X_i$ ;
- в) якщо вихід будь-якого блоку, що є входом в інший блок, розгалужується на кілька виходів, то вхід також розгалужується на таку ж кількість входів.

Структурна схема системи живлення дизельного двигуна автомобіля Hyundai Matrix складається з 9 блоків: P1 – бак; P2 – паливний насос; P3 – терморегулятор; P4 – паливний фільтр; P5 – паливний насос високого тиску; P6 – паливна рампа; P7, P8, P9 – форсунки. Структурна схема системи живлення Hyundai Matrix представлена на рис. 3.5.

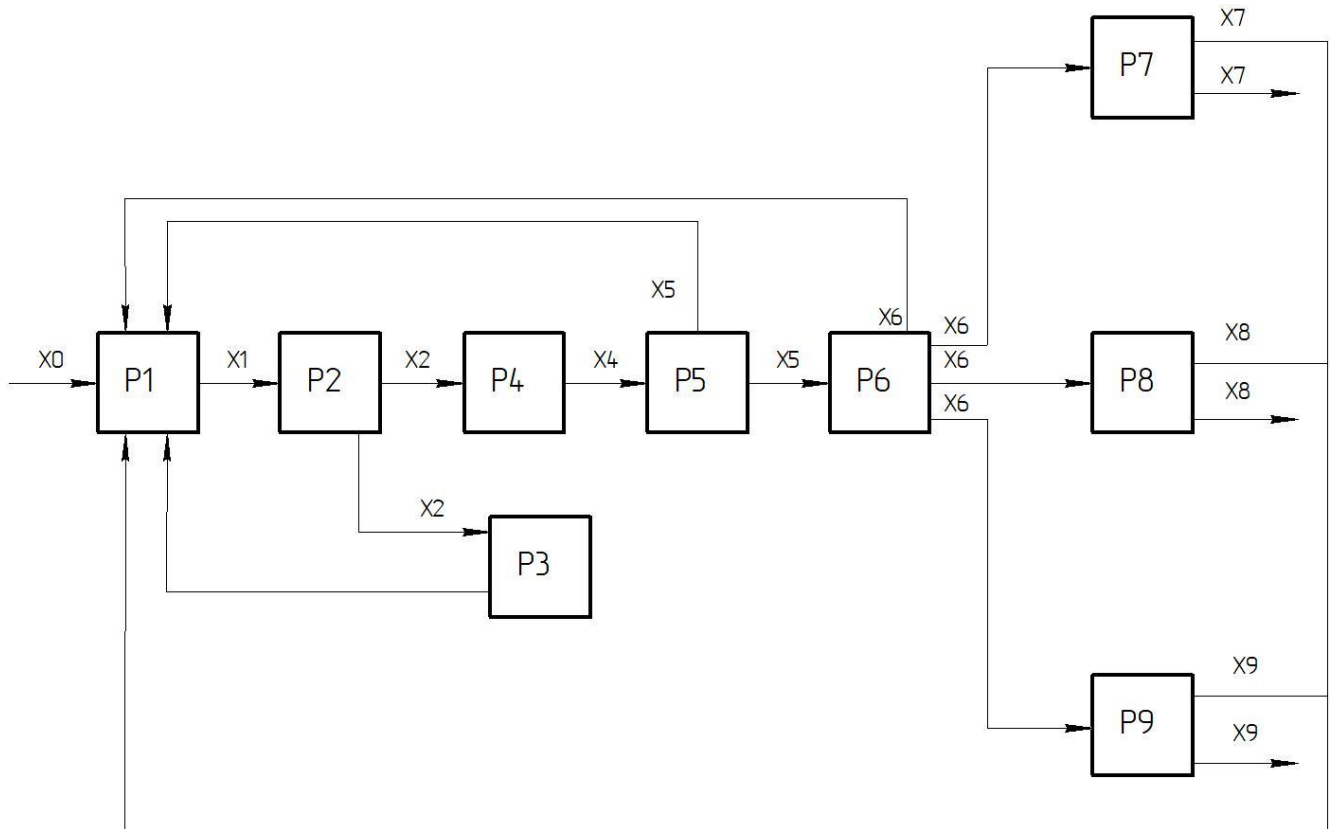


Рисунок 3.5 – Структурна схема системи живлення Hyundai Matrix

Логічна модель виходить з урахуванням структурної. При цьому необхідно дотримуватися таких формальних правил:

- а) блоки  $P_i$  замінюються на  $Q_i$ ;

б) якщо блок  $P_i$  має кілька виходів, то він замінюється такою ж кількістю блоків, кожен з яких має один вихід та певні для нього входи;

в) виходи та входи блоків представляють як  $X_i$ .

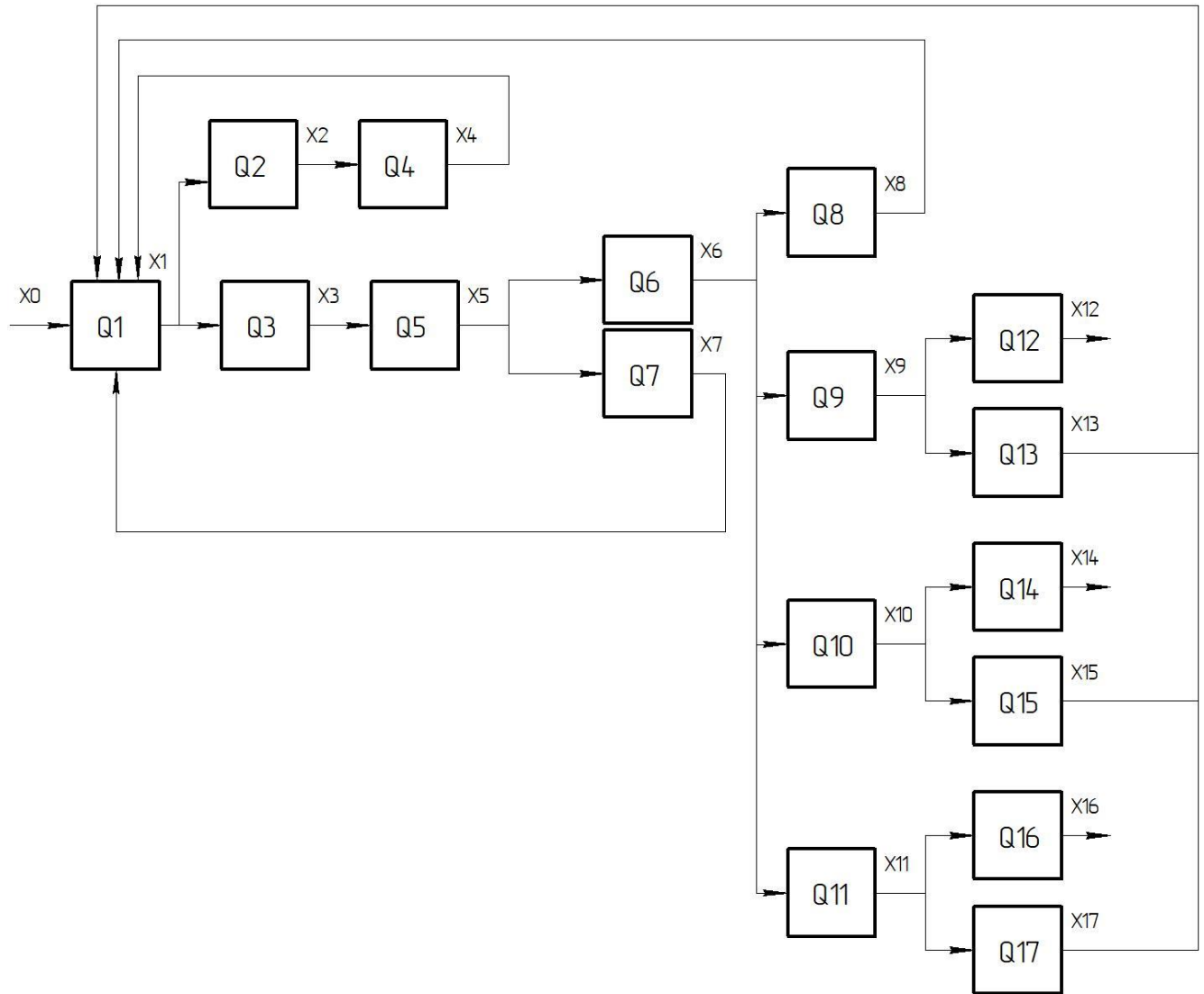


Рисунок 3.6 – Логічна модель живлення Hyundai Matrix

Після побудови логічної моделі об'єкта контролю необхідно для кожного її блоку записати рівняння (3.3), але так як вони записуються для логічної (а не для функціональної) схеми, тому їх записують у трохи відмінному варіанті:

$$X_i = Q_i \cdot F_i, \quad (3.4)$$





|                 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|-----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| П <sub>5</sub>  | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| П <sub>6</sub>  | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| П <sub>7</sub>  | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| П <sub>8</sub>  | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| П <sub>9</sub>  | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| П <sub>10</sub> | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| П <sub>11</sub> | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| П <sub>12</sub> | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| П <sub>13</sub> | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| П <sub>14</sub> | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| П <sub>15</sub> | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| П <sub>16</sub> | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| П <sub>17</sub> | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |

### 3.4 Розробка алгоритмів оцінки виду технічного стану та пошуку місця відмови

Для розробки алгоритму оцінки виду технічного стану системи живлення (працездатний або непрацездатний) необхідно визначити мінімальну перевірку сукупності точок контролю. Вона дорівнює найменшій кількості рядків таблиці станів, що містять нульові значення виходів для всіх можливих станів  $S_1, S_2, \dots, S_n$ . Для нашого випадку це перевірки П<sub>4</sub>, П<sub>6</sub>, П<sub>7</sub>, П<sub>8</sub>, П<sub>13</sub>, П<sub>14</sub>, П<sub>15</sub>, П<sub>16</sub>, П<sub>17</sub>. Повертаючись через логічну та структурну моделі до функціональної схеми, визначаємо, що необхідно перевіряти паливопідкачуючий насос, ПНВТ і всі форсунки. Оцінка виду технічного стану системи живлення полягатиме в тому, що після проведення цих перевірок, якщо хоча б одна з них дасть значення «0» (діагностичний параметр матиме значення, що перевищує допустиме), система має несправність. Якщо всі перевірки дадуть значення «1» – це може бути лише у разі  $S_0$ , коли система працездатна.

Для побудови алгоритму пошуку відмов вихідними даними будуть таблиця станів і ймовірність відмов елементів системи живлення. Можливості станів найбільш відповідальних елементів, таких як фільтри, паливопідкачуюча помпа, ПНВТ приймаєм рівними 0,1 – 0,25; форсунок – 0,05 – 0,1. Фільтр попереднього очищення палива (бак)  $P_1=0,12$ , термостат  $P_2=0,08$ ; паливопідкачуюча помпа

$P_4=0,1$ ; фільтр тонкого очищення палива  $P_5=0,2$ ; ТНВД  $P_6 = 0,25$ ; форсунки  $P_7 = P_8 = P_9 = 0,05$ .

Ймовірності інших станів приймаються однаковими за виразом:

$$P_i = \frac{1 - \sum P_{\text{отк}}}{m}, \quad (3.5)$$

де  $\sum P_{\text{отк}}$  – сума ймовірностей відмов основних елементів;

$m$  – кількість станів (відмов), що залишилися.

$$P_i = \frac{1 - 0,12 - 0,08 - 0,1 - 0,2 - 0,25 - 3 * 0,05}{1} = 0,1$$

Сума ймовірностей всіх станів  $S_1, S_2, \dots, S_n$  дорівнює 1.

Будуємо дерево пошуку відмов. Воно представлено рисунку 7.8.

|                           |          | 0,12     | 0,04     | 0,04     | 0,05     | 0,1      | 0,1      | 0,1      | 0,05     | 0,05     | 0,05     | 0,05     | 0,02     | 0,02     | 0,02     | 0,02     | 0,02     | 0,02     |                  |
|---------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|------------------|
|                           | $S_0$    | $S_1$    | $S_2$    | $S_3$    | $S_4$    | $S_5$    | $S_6$    | $S_7$    | $S_8$    | $S_9$    | $S_{10}$ | $S_{11}$ | $S_{12}$ | $S_{13}$ | $S_{14}$ | $S_{15}$ | $S_{16}$ | $S_{17}$ | $P_{\text{сум}}$ |
| $\Pi_1$                   | 1        | 0        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 0,1              |
| $\Pi_2$                   | 1        | 0        | 0        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 0,1              |
| $\Pi_3$                   | 1        | 0        | 1        | 0        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 0,1              |
| $\Pi_4$                   | 1        | 0        | 0        | 1        | 0        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 0,2              |
| $\Pi_5$                   | 1        | 0        | 1        | 0        | 1        | 0        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 0,2              |
| $\Pi_6$                   | 1        | 0        | 1        | 0        | 1        | 0        | 0        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 0,3              |
| $\Pi_7$                   | 1        | 0        | 1        | 0        | 1        | 0        | 1        | 0        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 0,3              |
| $\Pi_8$                   | 1        | 0        | 1        | 0        | 1        | 0        | 0        | 1        | 0        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 0,4              |
| $\Pi_9$                   | 1        | 0        | 1        | 0        | 1        | 0        | 0        | 1        | 1        | 0        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 0,4              |
| $\Pi_1$                   | 1        | 0        | 1        | 0        | 1        | 0        | 0        | 1        | 1        | 1        | 0        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 0,4              |
| $\Pi_1$                   | 1        | 0        | 1        | 0        | 1        | 0        | 0        | 1        | 1        | 1        | 1        | 0        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 0,4              |
| <b><math>\Pi_1</math></b> | <b>1</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>1</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>1</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>1</b> | <b>1</b> | <b>1</b> | <b>1</b> | <b>0,43</b>      |
| $\Pi_1$                   | 1        | 0        | 1        | 0        | 1        | 0        | 0        | 1        | 1        | 0        | 1        | 1        | 1        | 0        | 1        | 1        | 1        | 1        | 0,43             |
| $\Pi_1$                   | 1        | 0        | 1        | 0        | 1        | 0        | 0        | 1        | 1        | 1        | 0        | 1        | 1        | 1        | 0        | 1        | 1        | 1        | 0,43             |
| $\Pi_1$                   | 1        | 0        | 1        | 0        | 1        | 0        | 0        | 1        | 1        | 1        | 0        | 1        | 1        | 1        | 1        | 0        | 1        | 1        | 0,43             |
| $\Pi_1$                   | 1        | 0        | 1        | 0        | 1        | 0        | 0        | 1        | 1        | 1        | 1        | 0        | 1        | 1        | 1        | 1        | 0        | 1        | 0,43             |
| $\Pi_1$                   | 1        | 0        | 1        | 0        | 1        | 0        | 0        | 1        | 1        | 1        | 1        | 0        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 0        | 0,43             |

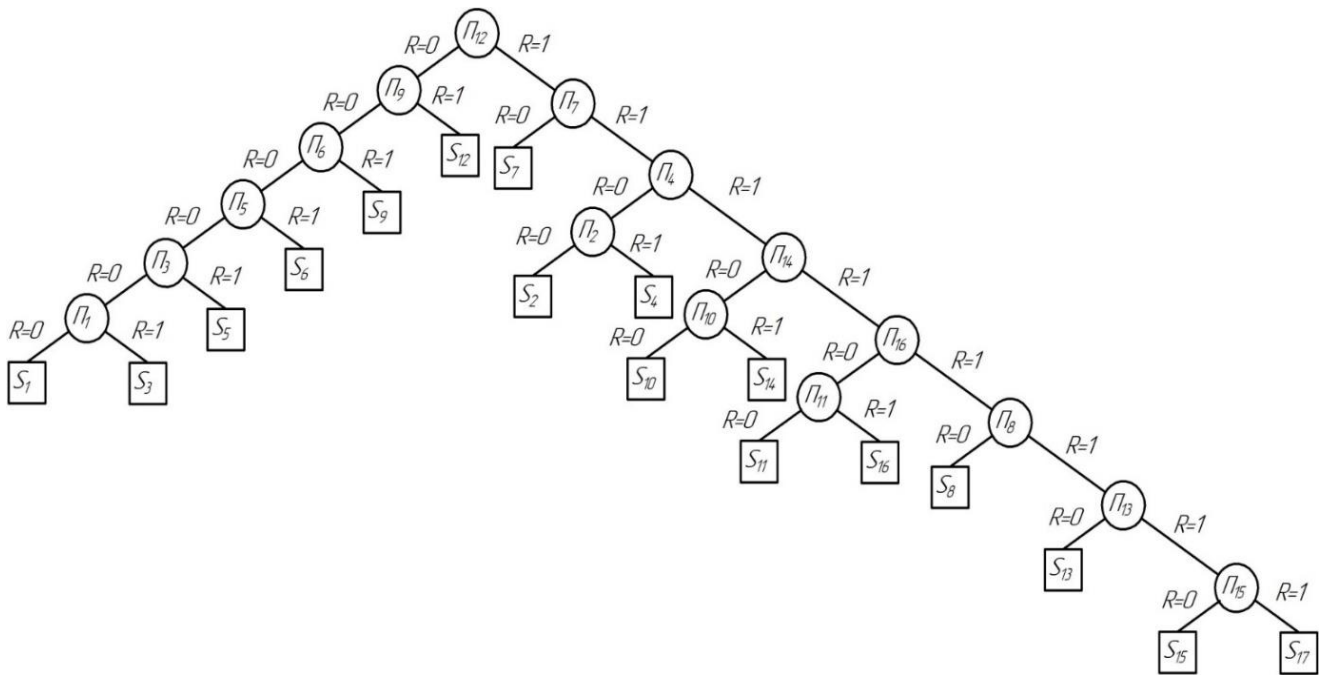


Рисунок 3.7 – Алгоритм пошуку відмов в системі живлення

### 3.5 Аналіз впливу різних факторів на коефіцієнт технічної готовності автомобіля

Одним із основних комплексних показників забезпечення працездатного стану транспортних засобів є технічна готовність. Вона визначається часткою календарного часу, протягом якого автомобіль (автомобілі) перебувають у технічно справному стані та можуть виконувати транспортну роботу. Чим вона більша, тим на вищому рівні здійснюються всі процеси ТО і ремонту цього підприємства. Технічна готовність однозначно оцінюється коефіцієнтом технічної готовності.

Коефіцієнт технічної готовності автомобіля розраховується:

$$\alpha_T = \frac{D_{эц}}{D_{эц} + D_{рц}}, \quad (3.6)$$

де  $D_{эц}$  – кількість днів експлуатації за цикл;

$D_{рц}$  – кількість днів простою автомобіля у ремонтах та ТО за цикл.

Кількість днів експлуатації за цикл дорівнює:

$$D_{эц} = \frac{L_{кр}}{l_{сц}}. \quad (3.7)$$

Кількість днів простою автомобіля в ремонті та ТО за цикл визначається:

$$D_{pc} = 1,1D_{кр} + D_{ТО,ТР} \cdot \frac{L_{кр}}{1000} \cdot K'_4, \quad (3.8)$$

де  $D_{кр}$  – простій автомобілів у капітальному (відновлювальному) ремонті, дні;

$D_{ТО,ТР}$  – питомий простій автомобілів у ТО та ТР, дні/1000 км;

$K'_4$  – коефіцієнт коригування тривалості простоїв у ТО та ТР залежно від пробігу автомобілів з початку експлуатації.

Найбільший вплив на  $\alpha_T$  надають середньодобовий пробіг та вік автомобіля. Тому необхідно оцінити їх вплив у найбільш характерних діапазонах їхньої зміни.

Далі визначається залежність річної продуктивності автомобіля від  $\alpha_T$  та середньодобового пробігу:

$$W_T = 365 \cdot \alpha_T \cdot (1 - \alpha_H) \cdot q \cdot \gamma \cdot \beta \cdot l_{cc} \quad (3.9)$$

де  $\alpha_H = 0,91 - 0,92$  – коефіцієнт неробочих днів, приймаємо  $\alpha_H = 0,91$ ;

$q = 4$  – номінальна вантажопідйомність (або місткість) автомобіля;

$\gamma = 0,5 - 1,0$  – коефіцієнт використання вантажопідйомності (пасажиромісткості). Приймаємо  $\gamma = 0,5$ ;

$\beta = 0,7 - 0,95$  – коефіцієнт використання пробігу. Приймаємо  $\beta = 0,9$ .

Розрахунки коефіцієнта технічної готовності та річної продуктивності автомобіля проводяться для середньодобових пробігів 100, 200, 300 і 400 км.

Розрахунки коефіцієнта технічної готовності та річної продуктивності автомобіля зроблено за допомогою програми *Excel*, а їх результати представлені у табличній (таблиці 3.4 – 3.7) та графічній формі.

Таблиця 3.4 - Результати розрахунків для  $l_c=100$  км.

| Пробіг з початку експлуатації | $K_4^l$ | $D_{э.ц.}$ | $D_{р.ц.}$ | $\alpha_T$ | $W_z$    |
|-------------------------------|---------|------------|------------|------------|----------|
| 0...0,25                      | 0,7     | 972        | 36,02      | 0,964      | 19124,56 |
| 0,25...0,5                    | 0,7     | 972        | 36,02      | 0,964      | 19124,56 |
| 0,5...0,75                    | 1       | 972        | 47,68      | 0,953      | 18905,79 |
| 0,75...1                      | 1,2     | 972        | 55,46      | 0,946      | 1876,71  |

Таблиця 3.5 - Результати розрахунків для  $l_c=200$  км.

| Пробіг з початку експлуатації | $K_4^l$ | $D_{э.ц.}$ | $D_{р.ц.}$ | $\alpha T$ | $W_2$    |
|-------------------------------|---------|------------|------------|------------|----------|
| 0...0,25                      | 0,7     | 486        | 36,02      | 0,931      | 19124,56 |
| 0,25...0,5                    | 0,7     | 486        | 36,02      | 0,931      | 19124,56 |
| 0,5...0,75                    | 1       | 486        | 47,68      | 0,911      | 18905,79 |
| 0,75...1                      | 1,2     | 486        | 55,46      | 0,898      | 1876,71  |

Таблиця 3.6 - Результати розрахунків для  $l_c=300$  км.

| Пробіг з початку експлуатації | $K_4^l$ | $D_{э.ц.}$ | $D_{р.ц.}$ | $\alpha T$ | $W_2$    |
|-------------------------------|---------|------------|------------|------------|----------|
| 0...0,25                      | 0,7     | 324        | 36,02      | 0,900      | 19124,56 |
| 0,25...0,5                    | 0,7     | 324        | 36,02      | 0,900      | 19124,56 |
| 0,5...0,75                    | 1       | 324        | 47,68      | 0,872      | 18905,79 |
| 0,75...1                      | 1,2     | 324        | 55,46      | 0,854      | 1876,71  |

Таблиця 3.7 - Результати розрахунків для  $l_c=400$  км.

| Пробіг з початку експлуатації | $K_4^l$ | $D_{э.ц.}$ | $D_{р.ц.}$ | $\alpha T$ | $W_2$    |
|-------------------------------|---------|------------|------------|------------|----------|
| 0...0,25                      | 0,7     | 234        | 36,02      | 0,871      | 19124,56 |
| 0,25...0,5                    | 0,7     | 234        | 36,02      | 0,871      | 19124,56 |
| 0,5...0,75                    | 1       | 234        | 47,68      | 0,836      | 18905,79 |
| 0,75...1                      | 1,2     | 234        | 55,46      | 0,814      | 1876,71  |

На рисунку 3.8 представлено залежність коефіцієнта технічної готовності від пробігу.

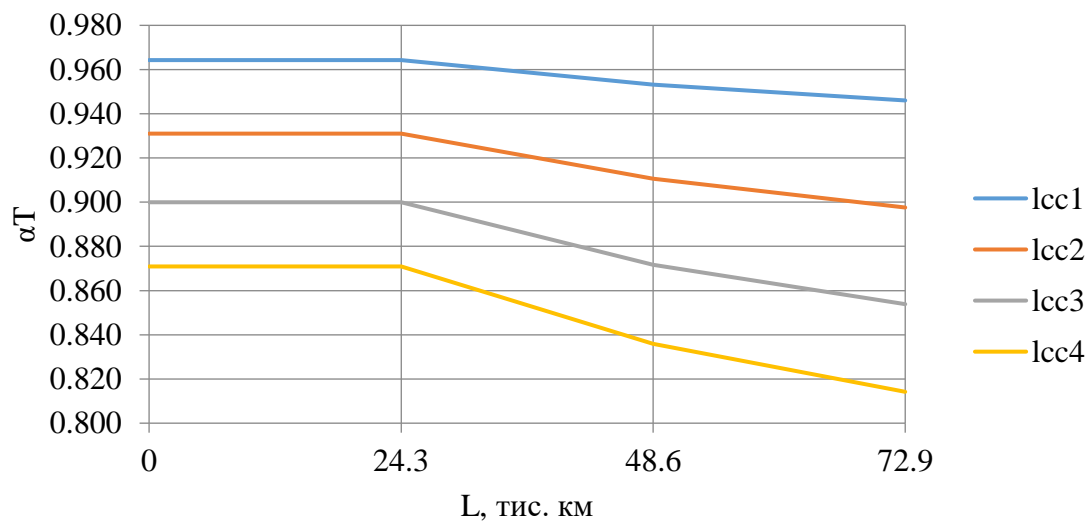


Рисунок 3.8 – Залежність коефіцієнта технічної готовності від пробігу

На рисунку 3.9 представлено залежність річної продуктивності від пробігу.

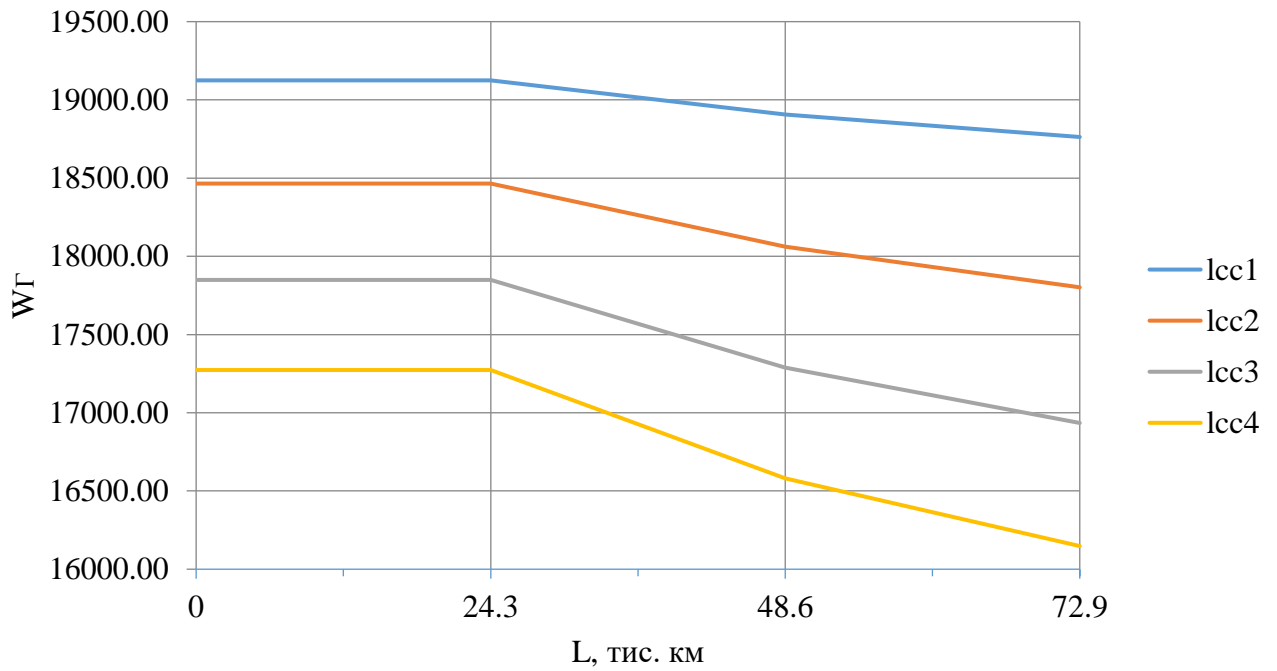


Рисунок 3.9 – Залежність річної продуктивності від пробігу

## 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

### *4.1 Основні заходи з охорони праці та навколишнього середовища при виконанні ремонтно-обслуговуючих робіт*

Заходи по створенню безпечних умов можуть бути поділені на такі групи:

Організаційні по поліпшенню умов праці і удосконалення техніки безпеки по охороні праці. До організаційних належать заходи по своєчасному обслуговуванню обладнання відділення для підтримання його в технічно-справному етапі, навчання працівників безпечних умов праці, забезпечення працівників спецодягом та засобами індивідуального захисту, встановлення і дотримання протипожежного режиму, забезпечити працівників посібниками і інструкціями з техніки безпеки.

До заходів які сприяють поліпшенню умов праці належать удосконалення приміщень, нормалізація вологості в них та зниження заповишеності та загазованості повітря, поліпшення освітленості робочих місць, зниження шумів і вібрацій.

Удосконалення техніки безпеки передбачає огороження, огляд та випробування парових котлів, повітрозбірників та вентиляційних засобів, автоматичної сигналізації та блокування, контроль за етапом заземлення технічного етапу машин, механізмів і обладнання, утримання інструментів і пристроїв у технічно-справному етапі. Забезпечення надійності індивідуальних засобів захисту.

У проектах необхідно передбачати організоване відведення відпрацьованих паливо-мастильних речовин. При необхідності слід виконати планувальну розробку пристроїв для видалення осадків очищення і подальшого їх використання, або зливання їх у спеціальні ємкості і відправляти їх у підприємства для очищення переробки і подальшого їх використання.

При проектування діляниць обслуговування машин випробувальних діляниць необхідно пам'ятати, що хімічно заряджене повітря питної води, відкритих водоймищ, житлових масивів, шкідливими речовинами і газами викликає важкі захворювання і згубно діють на навколишнє середовище.

#### *4.2 Основні вимоги до охорони праці для робітників*

Основні вимоги по охороні праці для робітників відділення по діагностуванню і ТО паливного насоса наведені в інструкції з охорони праці на робочому місці.

Основними положеннями є:

Перед початком виконання роботи робітник повинен одягнути спецодяг і головний убір. Одяг не повинен мати звисаючих кінців, волосся повинне бути заправлене від головний убір.

При обкатці і випробуванні паливної апаратури в робочій зоні виділяються пари палива які шкідливо впливають на організм дихання, щоб запобігти отруєнню парюю паливо-мастильних матеріалів, роботу слід виконувати при включеній вентиляції, при більшій концентрації в повітрі парів палива може відбуватися її спалах або вибух від найменших імпульсів теплоти нагрітого тіла, електричної іскри або іскри електроенергії.

Виконання робіт по розбиранню і складанню паливної апаратури необхідно проводити тільки справними інструментами. Молотки повинні мати злегка випуклий , не перекошений і не збитий бойок, ручка повинна бути надійно закріплена і заклинена, зубила, воротки, повинні мати не збиті і не перекошені потилиці і не пошкоджені робочі частини. Гайкові ключі повинні відповідати розмірам гайок і болтів, знімачі не повинні мати тріщин, зірваних і м'ятих різьб. При пуску стенда випробування паливного насоса повинно проводитись після включення вентиляції, під час роботи слідкувати за справністю трубопроводів високого тиску і їх кріплення.

Перед регулюванням тиску впорскування необхідно надійно закріпити її на стенді. Піднімати тиск в регулювальний слід тільки після перевірки жорсткості, з'єднання паливо проводів і центрального вимірювальних приладів. Впорскування палива повинно створюватись у відповідну ємкість, виключаючи розбризкування. Не записами стенд для випробування паливної частини повинні бути закриті після закінчення роботи.



### 4.3 Розрахунок вентиляції і опалення

Вентиляція – це процес організованої зміни у приміщенні забрудненого повітря на чисте і свіже.

Вентиляція може бути штучна (механічна) і природна, в залежності від кратності повітрообміну.

Природа вентиляція застосовується в приміщенні, якщо кратність повітрообміну  $K \leq 3$ , а якщо  $K \geq 3$  то використовують штучну вентиляцію.

Кратність повітрообміну майстерні ТО і діагностування системи живлення дизельних двигунів  $K=4 \dots 3$  приймаєм  $K=45$ , то дільницю оснащуємо штучною вентиляцією.

Визначаємо необхідну продуктивність вентилятора по формулі:

$$W_B = V_{\text{від}} \cdot K \quad (4.1)$$

де,  $V_{\text{від}}$  - об'єм відділення ( $120 \text{ м}^3$ )

$K$  – кратність повітря.  $K=4$

Підставивши значення у формулу (4.1) отримаємо

$$W_B = 120 \cdot 4 = 480 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$$

Визначати потужність електродвигуна непотрібно так як завод випускає вентилятори разом з двигунами.

Отже, за  $W_B=480$  вибираємо вентилятор типу АО.

Для покращення умов праці на посту То в холодний період необхідно просто отоплювати.

Річну потребу тон в умовному паливі визначаємо по формулі:

$$Q_y = g_t \cdot H \cdot \frac{V_{\text{від}}}{10} \cdot k \cdot n \quad (4.2)$$

де  $g_t$ - витрати палива  $1 \text{ м}^3$ ,  $g_t = 15 \dots 10 \text{ ккслм}^3/\text{год}$ .

$H$  - кількість год. в опалювальному періоді ( $H=189 \cdot 24=4536 \text{ год.}$ );

$V$  – об'єм,  $V=120$ ;

$k$  – теплотворна здатність умовного палива  $k=6540 \text{ кксл}$ ;

$n$  - ККД котельної установки  $\eta=0,65$ .

$$Q_y = 15 \cdot 4536 \cdot 120 / 1000 \cdot 6540 \cdot 0,65 = 1,95 \text{ тон.}$$

Для опалення діляниці, необхідно 1950 кг кам'яного вугілля.

## 5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Собівартість – це грошовий вираз затрат праці і витрат матеріальних засобів на одиницю роботи.

Собівартість ТО на ПТО розраховують за формулою:

$$C_{пто} = Z_p + C_m + P_{тр} + A_{oc} + H_n \quad (5.1)$$

де,  $Z_p$  - заробітна плата з нарахуванням робітникам, грн.

$C_m$  - вартість матеріалів і запасних частин, грн.

$P_{тр}$  - затрати на ПР і ТО

$A_{oc}$  - амортизаційні відрахування на основне технологічне обладнання;

$H_n$  - загальновиробничі накладні витрати.

Основну заробітну плату виробничих процесів працівників визначають по формулі:

$$Z_o = G_{год} \cdot T_n \quad (5.2)$$

де,  $G_{год}$  - годинна ставка працівників;

$T_n$  - норма часу.

Годинна ставка працівників з тарифних ставок наведена в табл. 5.1

Таблиця 5.1 Тарифні ставки (2023)

| Розряд роботи    | 1  | 2    | 3    | 4     | 5   | 6      |
|------------------|----|------|------|-------|-----|--------|
| Погодинна ставка | 78 | 83,6 | 63,6 | 105,3 | 120 | 129,48 |

Підставивши значення у формулу (5.2) отримаємо

Операція 005 виконує слюсар 4 розряду

$$Z_{o1} = 0,46 \cdot 105,3 = 48,44 \text{ грн.}$$

Операція 010 виконує діагност 6 розряду

$$Z_{o2} = 0,23 \cdot 129,48 = 29,78 \text{ грн.}$$

Операція 015 виконує діагност 5 розряду

$$Z_{o3} = 0,25 \cdot 120 = 30 \text{ грн.}$$

Операція 020 виконує діагност 6 розряду

$$Z_{o4} = 0,2 \cdot 129,48 = 25,9 \text{ грн.}$$

Загальну заробітну плату визначають по формулі:

$$Z_o = Z_{o1} + Z_{o2} + Z_{o3} + Z_{o4} \quad (5.3)$$

$$Z_o = 48,44 + 29,78 + 30 + 25,9 = 134,12 \text{ грн.}$$

Додаткову заробітну плату розраховуємо в процентах від основної і залежно від тривалості відпустки, яка становить 6,57%.

Тоді додаткову заробітну плату визначаємо за формулою:

$$Z_{o\delta} = Z_o \cdot \Pi / 100 \quad (5.4)$$

Підставивши значення у формулу (5.4) отримаємо

$$Z_{o\delta} = 134,12 \cdot 6,57 / 100 = 8,81 \text{ грн.}$$

Відрахування у пенсійний фонд, на соціальне страхування і безробіття беруться у розмірі 37,2% від основної і додаткової оплати.

$$H_{соц} = 0,372 \cdot (Z_o + Z_{o\delta}) \quad (5.5)$$

Підставивши значення у формулу (5.5) отримаємо:

$$H_{соц} = 0,372 (134,12 + 8,81) = 53,17 \text{ грн.}$$

Заробітну плату, з нарахуванням персоналу визначаємо по формулі:

$$Z_p = Z_o + Z_{o\delta} + H_{соц} \quad (5.6)$$

$$Z_p = 134,12 + 8,81 + 53,17 = 199,1 \text{ грн.}$$

Вартість матеріалів, які використовувались під час ТО і діагностування подаємо в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 Відомість обліку матеріалів

| Назва матеріалу | Одиниці виміру | Кількість | Ціна, грн. | Сума, грн.. |
|-----------------|----------------|-----------|------------|-------------|
| Дизельне паливо | кг             | 2         | 48         | 96          |
| Моторне масло   | кг             | 5         | 313        | 1565        |
| Вітош           | кг             | 0,5       | 25         | 12,5        |
| Всього          |                |           |            | 1673,5      |

Амортизаційні відрахування по основним засобам ТО:

$$A_{oc}=0,01B_{об}(L_{np}+L_{то}) \quad (5.7)$$

де:  $B_{об}$  - балансова вартість обладнання;

$L_{np}; L_{то}$  - норми відрахувань на ПР і ТО; де  $L_{np}=14\%$

$$B_{об} = 86940 \text{ грн.}$$

Підставивши значення у формулу (5.7) отримаємо:

$$A_{oc} = 0,01 \cdot 86940 \cdot 14 = 12171 \text{ грн.}$$

Витрати на ПР і ТО основних засобів визначаються по формулі:

$$P_n = B_{об} \cdot N_{np} \quad (5.8)$$

де:  $N_{np}$  - норма відрахувань на ПР і ТО = 18%.

Підставивши значення у формулу (5.8) отримаємо:

$$P_n = 86940 \cdot 0,18 = 15649 \text{ грн.}$$

Накладні витрати беруться у розмірі 8...22% від прямої заробітної плати.

$$H_n = 0,2(Z_o + Z_{од}) \quad (5.9)$$

Підставивши значення у формулу (5.9) отримаємо:

$$H_n = 0,2 \cdot (134,12 + 8,81) = 29 \text{ грн.}$$

Підставивши значення у формулу (5.1) отримаємо:

$$C_{пто} = 199,1 + 1673,5 + 12171 + 28,59 = 14072 \text{ грн.}$$

## ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

У процесі написання кваліфікаційної роботи нами було досліджено конструктивні особливості легкових автомобілів *Hyundai Matrix*, визначено їх показники якості та надійності.

Удосконалено технологічний процес технічного обслуговування автомобілів *Hyundai Matrix*. Проведено розрахунок нормативів системи ТО і ремонту автомобілів та річної та добової програми, кількості виконавців для робіт з ТО та ремонту. Сформовано перелік робіт з технічного впливу, визначено трудомісткість операцій технічного обслуговування усіх видів ТО, розроблено схему виробничого поста для діагностування системи живлення дизельних двигунів.

Розроблено технологічний процес діагностування системи живлення дизельних двигунів автомобіля *Hyundai Matrix*. Визначено діагностичні параметри та діагностичне обладнання для оцінки технічного стану системи живлення дизельних двигунів. Розроблено діагностична модель системи живлення дизельних двигунів та алгоритм оцінки виду технічного стану та пошуку місця відмови. Проаналізовано вплив різних факторів на коефіцієнт технічної готовності автомобіля *Hyundai Matrix*.

Розроблено заходи з охорони праці та захисту навколишнього середовища, проведено економічний розрахунок собівартості технічного обслуговування автомобіля.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Лімот А.С. Теоретичні основи забезпечення працездатності машин : навч. посіб. / А.С. Лімот. Житомир. Держ. агроєколог. ун-т, 2008. 410 с.
2. Ільченко В.Ю. Експлуатація МТП в аграрному виробництві / Ільченко В.Ю., Карасьов П. Т., Лімот А.С. та ін. Київ. Урожай, 1993. 288 с.
3. Агулов І.І. Довідник по технічному обслуговуванню сільськогосподарських машин / Агулов І.І., Вознюк Л.Ф., Левчій О.В. Київ. Урожай, 1999. 256 с.
4. Козаченко О.В. Технічна експлуатація сільськогосподарської техніки / О.В. Козаченко. Харків. Торнадо, 2000. 192 с.
5. Козаченко О.В. Практикум з технічної експлуатації сільськогосподарської техніки : Монографія / Козаченко О. В., Сичов І. П. та ін. ; за ред. О.В. Козаченка. Харків. Торнадо, 2001. 374 с.
6. Технологія технічного обслуговування машин : [навч. посіб. для студентів інжен. спец. зі спеціалізації «Технічний сервіс на осв. кваліф. рівні «Спеціаліст», «Магістр»] / І.М. Бендера, С.М. Грушецький, П.І. Роздорожнюк, Я.М. Михайлович. Кам'янець-Подільський. ФОП Сисин О.В., 2010. 320 с.
7. Грушецький С.М. Технологія технічного обслуговування машин : навч.-мет. компл. для студентів інжен. спец. зі спеціалізації «Технічний сервіс» на осв.-кваліф. рівні «Спеціаліст», «Магістр»] / Грушецький С.М. Кам'янець-Подільський. ФОП Сисин О.В., 2012. 400 с.
8. Канарчук В. Є. Надійність машин : Підручник / В.Є. Канарчук, С.К. Полянський, М.М. Дмитрієв. Київ. Либідь, 2003. 424 с.
9. Лімонт А.С. Теоретичні основи забезпечення працездатності машин : Навч. посіб. / А.С. Лімонт. Держ. агроєколог. ун – т. Житомир, 2008. 420 с.
10. Погорілій Л.В. Випробування сільськогосподарської техніки: науково – методичні засади оцінки та прогнозування надійності сільськогосподарських машин / Л.В. Погорілій, В.Я. Анілович. Київ Фенікс, 2004. 208 с.

11. Булей І.А. Проектування підприємств з виробництва і ремонту сільськогосподарських машин. Київ. „Вища школа”, 1993.
12. Гряник Г.М. Охорона праці. Київ. Урожай, 1994.
13. Зерхалов Д.В., Береславський М.Л. Обладнання для технічного обслуговування і ремонту машин. Довідник. Київ. Урожай, 1991.
14. Злобін Ю.А. Основи екології. Київ Лібра, 1998.
15. Лехман С.Д. Запобігання аварійності і травматизму у сільському господарстві. Київ. Урожай. 1993.
16. Ремонт машин., Методичні поради до курсового та дипломного проектування: У 2 – х частинах / За заг. ред. академіка О.Д. Семковича. Частина 2. Львів. держ. агр. ун-т, 1997. 150с.
17. Семкович О.Д. Визначення параметрів ремонтної технологічності. Організаційно-технологічна взаємодія підприємств АПК в процесі ремонту сільськогосподарської техніки // Збірник наукових праць – Львів: Львівський с-г інститут, 1991.
18. Методика визначення економічної ефективності витрат на наукові дослідження і розробки та їх впровадження у виробництво: Затв. Наказом Міністерства економіки та з питань європейської інтеграції та Міністерством фінансів України за № 218/446 від 26.09.01.
19. Технічна експлуатація та надійність автомобілів : навчальний посібник / Є. Ю. Форнальчик, М. С. Оліскевич, О. Л. Мاستикаш, Р. А. Пельо. Львів. Афіша, 2004. 492 с.
20. Канарчук В. Є. Виробничі системи на транспорті : підручник / В. Є. Канарчук, П. П. Куртков. Київ. Вища школа, 1997. 359 с.
21. Канарчук В. Є. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів : підручник / В. Є. Канарчук, О. А. Лудченко, А. Д. Чигиринець. Київ. Вища школа, 1994. (У 3-х кн.): Кн. 1: Теоретичні основи: Технологія. 342 с.; Кн. 2: Організація, планування і управління. 383 с.; Кн. 3: Ремонт автотранспортних засобів. 599 с.



22. Лудченко О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів : підручник / Лудченко О. А. Київ. Знання-Прес, 2003. 511 с.

23. Надійність техніки. Терміни і визначення: ДСТУ 2860:1994. Київ. Держстандарт України, 1994. 36 с. (Національні стандарти України).

24. Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту. Київ. Мінтранс України, 1998. 16 с.