

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Кафедра автомобілів

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Проект автотранспортного підприємства для виконання технічного
обслуговування та ремонту систем живлення Weber IAW та запалювання Digiplex
автомобілів Fiat Tempra з дослідженням високовольтної системи запуску двигунів
внутрішнього згоряння

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи МАм-62
спеціальності 274

«Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

Андрій РИФУН

(підпис)

(ім'я та прізвище)

Керівник

(підпис)

Володимир ТЕСЛЯ

(ім'я та прізвище)

Нормоконтроль

(підпис)

Марія П'ЄНТАК

(ім'я та прізвище)

Завідувач кафедри

(підпис)

Олег ЦЬОНЬ

(ім'я та прізвище)

Рецензент

(підпис)

Дмитро РАДИК

(ім'я та прізвище)

Тернопіль
2025

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.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня Магістр
(НАЗВА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ)
за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт»
(шифр і назва спеціальності)
студенту Рифуну Андрію Ігоровичу
(ПРІЗВИЩЕ, ІМ'Я, ПО БАТЬКОВІ)

1. Тема роботи Проект автотранспортного підприємства для виконання технічного обслуговування та ремонту систем живлення Weber IAW та запалювання Digiprix автомобілів Fiat Tempra з дослідженням високовольтної системи запуску двигунів внутрішнього згоряння

Керівник роботи Тесля Володимир Олегович, к.т.н., доц.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

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

2. Термін подання студентом завершеної роботи 20 грудня 2025

3. Вихідні дані до роботи Характеристика підприємства, базовий технологічний процес обслуговування автомобілів: Fiat Tempra

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)
Типові несправності Weber IAW та вплив параметрів – 1 аркуш формату А1. Типові несправності Digiprix та вплив параметрів на систему живлення – 1 аркуш формату А1. Класифікація систем запалювання та паливно-емісійних систем – 1 аркуш формату А1. Комплектація стенду для перевірки форсунок – 1 аркуш формату А1. Стенд для перевірки і промивки форсунок – 1 аркуш формату А1. План дільниці діагностики легкових автомобілів – 1 аркуш формату А1. 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

[illegible]

Андрій РИФУН
(ім'я та прізвище)

Володимир ТЕСЛЯ
(ім'я та прізвище)

РЕФЕРАТ

до кваліфікаційної роботи на тему: «Проект автотранспортного підприємства для виконання технічного обслуговування та ремонту систем живлення Weber IAW та запалювання Digipix автомобілів Fiat Tempra з дослідженням високовольної системи запуску двигунів внутрішнього згоряння», виконана студентом групи МАМ-62 ТНТУ імені Івана Пулюя Рифуном Андрієм Ігоровичем. Керівник роботи – к.т.н., доц. Тесля В.О.

Пояснювальна записка містить 68 аркушів А4, додатки та 8 аркушів А1.

Ключові слова: Fiat Tempra, Weber IAW, Digipix, високовольна система, технічне обслуговування, діагностика, ремонт.

У роботі виконано аналіз будови й особливостей роботи систем живлення Weber IAW та системи запалювання Digipix автомобіля Fiat Tempra. Визначено виробничу програму автотранспортного підприємства, розраховано кількість постів, площі приміщень і необхідну чисельність персоналу. Охарактеризовано основні технологічні операції технічного обслуговування та методи діагностики систем живлення і запалювання.

У конструкторському розділі розроблено стенд для діагностики високовольної системи запалювання. Подано опис конструкції, принцип дії та результати розрахунків параметрів високовольного імпульсу, що забезпечують можливість точного контролю працездатності елементів запалювання.

Науково-дослідна частина присвячена аналізу роботи високовольної системи запуску двигуна та впливу технічного стану її елементів на надійність запалювання. У розділі з охорони праці наведено основні вимоги безпечного виконання робіт під час технічного обслуговування та діагностики.

ВСТУП	7
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ	
1.1 Особливості електронного управління процесом згоряння в системі Weber IAW	9
1.2 Порівняльна характеристика систем Weber IAW та Digipix з аналогами інших виробників	9
1.3 Типові несправності системи живлення Weber IAW та їх вплив на роботу двигуна	10
1.4 Типові несправності системи запалювання Digipix	12
1.5 Особливості технічного обслуговування систем живлення та запалювання	12
1.6 Конструкція та принцип роботи системи живлення ДВЗ	13
1.7 Конструкція та принцип роботи системи запалювання автомобіля Fiat Tempra	14
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	
2.1 Технологічний розрахунок СТО	16
2.1.1 Розрахунок річного обсягу робіт	16
2.1.2 Розподіл обсягу робіт за видами робіт	17
2.1.3 Розрахунок чисельності персоналу	18
2.1.4 Допоміжні робітники	22
2.2 Підбір обладнання	23
2.2.1 Зона ТО та ТР	23
2.3 Розрахунок площ	25
2.3.1 Площа виробничого корпусу	25
2.3.2 Адміністративно-побутові приміщення	25
2.3.3 Площа складських приміщень	26
2.3.4 Площі стоянок авто	26
2.4 Генеральний план	27
2.5 Системи живлення	27

2.6 Виявлення несправностей – система запалювання Digipix	28
2.7 Обслуговування систем живлення Weber IAW та запалювання Digipix	29
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	
3.1 Обґрунтування вибору конструкції дослідного стенда	38
3.2 Аналіз існуючих діагностичних приладів високовольтних систем	38
3.3 Конструктивна схема стенда ів	39
3.4 Розрахунок параметрів високовольтного імпульсу	39
3.5. Опис конструкції стенда діагностики високовольтної системи запалювання	40
4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ	
4.1. Дослідження високовольтної системи запуску двигунів внутрішнього згоряння	42
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	
5.1 Застосування засобів індивідуального захисту при обслуговуванні систем Weber Iaw та Digipix Fiat Tempra	57
5.1.2 Небезпечні фактори, характерні для систем Weber IAW та Digipix	57
5.1.3 Види засобів індивідуального захисту, необхідних для ПРЦ (посту ремонту систем живлення)	58
5.1.4 Дії персоналу в НС та застосування ЗІЗ	59
5.1.5 Організація системи ЗІЗ на підприємстві	60
5.1.6 Відновлення роботи після НС	60
5.2 Інженерні (технічні) рішення з охорони праці	61
ВИСНОВКИ	63
БІБЛІОГРАФІЯ	65
ДОДАТКИ	67

ВСТУП

Сучасний етап розвитку автотранспортної галузі в Україні характеризується зростанням кількості легкових автомобілів, ускладненням їх конструкцій та підвищенням вимог до технічного обслуговування. Особливого значення набуває підтримання у справному стані систем живлення та запалювання, адже саме вони визначають ефективність роботи двигуна, рівень паливної економічності та екологічність транспортного засобу. Для автомобілів Fiat Tempra, які й досі активно експлуатуються на території Тернополя та області, найбільш проблемними залишаються питання діагностики та ремонту систем Weber IAW та Digipix. З віком автомобілів кількість відмов у цих системах зростає, що потребує від автотранспортних підприємств відповідного технічного оснащення та кваліфікованого персоналу.

У багатьох сервісних станціях Тернопільського регіону спостерігається нестача спеціалізованих постів для обслуговування електронних систем керування двигуном, що ускладнює виконання якісної діагностики високовольтних елементів і вузлів упорскування. Своєчасне технічне обслуговування системи Weber IAW та системи запалювання Digipix є критично важливим, оскільки від їх роботи залежить стабільність і надійність запуску двигуна внутрішнього згоряння. Дослідження параметрів високовольтної системи дозволяє глибше оцінити процес утворення іскри, виявляти приховані несправності та оптимізувати роботу силового агрегату.

Проектоване автотранспортне підприємство покликане забезпечити комплексне ТО та ремонт автомобілів Fiat Tempra у спеціалізованій зоні, оснащеній сучасними діагностичними стендами й обладнанням. Це дозволяє підвищити якість сервісу, скоротити час простою автомобілів та забезпечити відповідність вимогам безпеки й екологічним нормам. Додатковим завданням є систематизація та удосконалення процесів діагностики високовольтної системи запуску, що сприятиме підвищенню ефективності роботи двигуна та зниженню експлуатаційних витрат.

Метою кваліфікаційної роботи є розроблення проєкту автотранспортного підприємства для ТО живлення Weber IAW та систем запалювання Digipix автомобілів Fiat Tempra, а також проведення дослідження параметрів високовольтної системи запуску двигунів внутрішнього згоряння. Необхідно проаналізувати конструктивні особливості автомобіля, оцінити умови експлуатації в Тернопільському регіоні, визначити технологічні процеси, підібрати обладнання та обґрунтувати структуру і потужність підприємства.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Особливості електронного управління процесом згоряння в системі Weber IAW

Система Weber IAW використовує комбінований підхід до формування паливно-повітряної суміші та контролю процесу згоряння. Основу становить електронний блок управління, який отримує інформацію від датчиків температури охолоджувальної рідини, положення дроселя, розрідження у впускному колекторі та кисневого датчика. На основі цих даних ЕБУ коригує тривалість імпульсу відкриття форсунок, забезпечуючи оптимальне співвідношення паливо–повітря незалежно від умов експлуатації.

Особливістю системи є використання замкненого циклу керування, коли лямбда-зонд постійно коригує подачу палива відповідно до вмісту кисню у відпрацьованих газах. Це дозволяє стабілізувати процес згоряння навіть при коливаннях температури та тиску, характерних для клімату Тернополя. Крім того, Weber IAW виконує додаткові корекції під час холодного запуску, компенсуючи знижену леткість бензину та збільшені втрати на тертя.

Завдяки комплексному аналізу сигналів система автоматично визначає момент, коли двигун потребує збагачення, а коли – збіднення суміші, що позитивно впливає на економічність та екологічність роботи автомобіля Fiat Tempra.

1.2 Порівняльна характеристика систем Weber IAW та Digipix з аналогами інших виробників

Системи Weber IAW (упорскування) та Digipix (запалювання) створювалися як універсальні рішення для автомобілів середнього класу 1990-х років, тому мають низку особливостей порівняно з аналогічними системами Bosch Motronic, Magneti Marelli та Siemens.

У порівнянні з Bosch Motronic, система Weber IAW є простішою за алгоритмами, але забезпечує достатню точність дозування палива та надійність при експлуатації у складних кліматичних умовах. Bosch має розширені

можливості самодіагностики, тоді як Weber IAW обмежена базовими кодами помилок, що ускладнює роботу сервісів.

Система запалювання Digipix схожа на рішення Magneti Marelli AEI, однак суттєво простіша за конструкцією – застосовується одна котушка запалювання без індивідуальних модулів. Це підвищує ремонтпридатність та здешевлює обслуговування. Недоліком є чутливість до стану ВВ-проводів та менша стабільність іскри на високих обертах.

У порівнянні з Siemens FM система Weber IAW демонструє більшу витривалість до перепадів напруги та вологості, але поступається точністю регулювання паливоподачі. Для умов Тернопільської області, де значна частина експлуатації припадає на непередбачувані температурні коливання, Weber IAW вважається достатньо надійною та адаптованою.

1.3 Типові несправності системи живлення Weber IAW та їх вплив на роботу двигуна

Таблиця 1.1 – Типові несправностей системи Weber IAW

Несправність	Ознаки	Наслідки	Ймовірна причина
Засмічення форсунок	нестабільний холостий хід	збільшення витрати палива	неякісне паливо
Несправність ДПДЗ (TPS)	провали при розгоні	затримка реакції двигуна	знос доріжки сенсора
Помилки MAP-датчика	нестійкі оберти	неправильна подача палива	підсмоктування повітря
Падіння тиску палива	важкий запуск	збіднення суміші	знос насоса
Збій ЕБУ	нестабільний режим	неправильні імпульси на форсунки	корозія контактів



Рисунок 1.1 – Структурна схема впливу параметрів системи Weber IAW на роботу ДВЗ

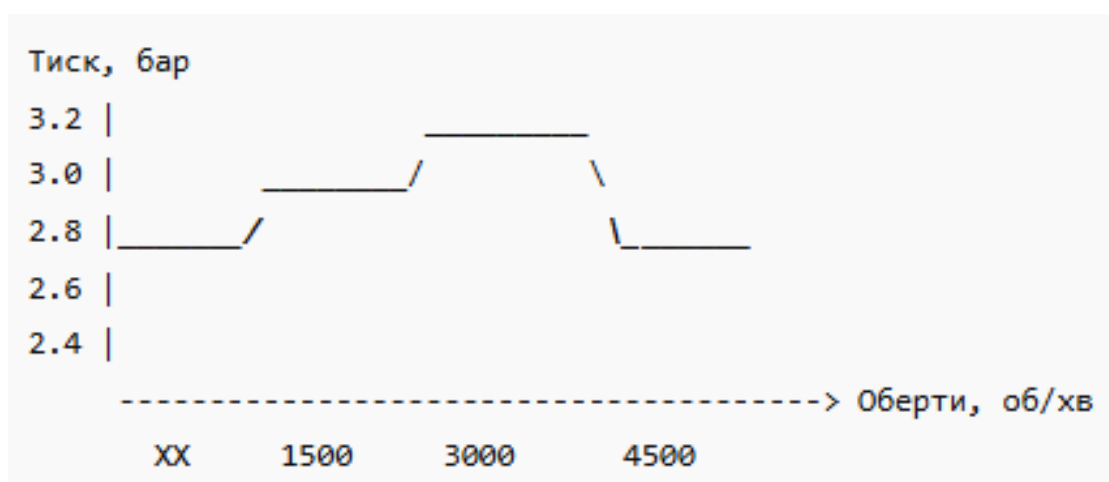


Рисунок 1.2 – Залежність тиску палива від режиму роботи двигуна

1.4 Типові несправності системи запалювання Digiplex

Таблиця 1.2 – Типові несправностей Digiplex

Несправність	Ознаки	Наслідки	Причина
Пробій ВВ-проводів	детонація, «троїння»	відсутність іскри на одному циліндрі	старіння ізоляції
Вихід з ладу катушки	важкий запуск	слабка іскра	перегрів
Збій комутатора	двигун глухне	відсутність імпульсу	поганий контакт маси
Деградація свічок	перевитрата палива	пропуски запалювання	нагар, неправильний зазор

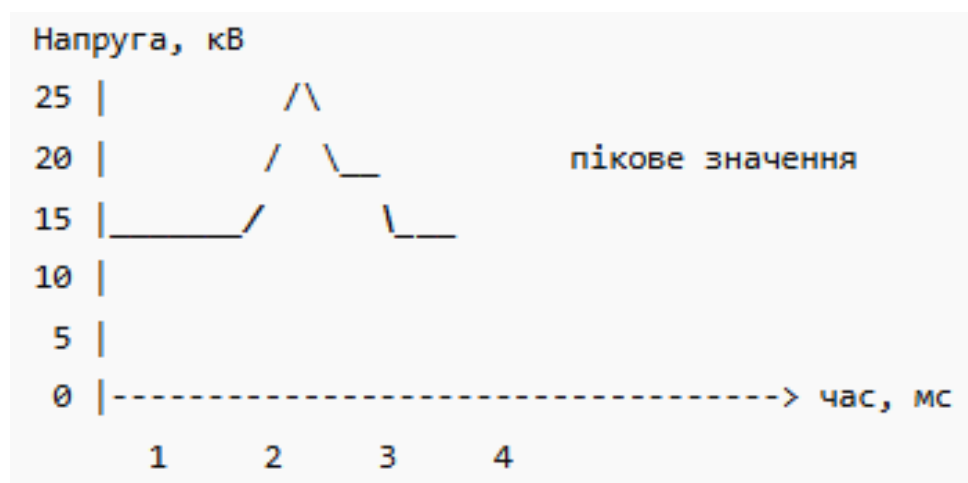


Рисунок 1.3 – Графік зміни напруги у ВВ-ланцюзі при утворенні іскри

1.5 Особливості технічного обслуговування систем живлення та запалювання

Системи живлення та запалювання автомобілів Fiat Tempra є взаємопов'язаними і впливають на ефективність згоряння паливно-повітряної суміші. До складу системи живлення входять паливний бак, паливний насос, фільтри, паливопровод, форсунки та ЕБУ. Система запалювання складається з

катушки, високовольтних проводів, розподільника та свічок запалювання. Їхня справність безпосередньо визначає потужність двигуна, витрату палива й екологічні показники автомобіля.

Під час технічного обслуговування виконуються такі операції: перевірка тиску палива в системі, очищення або заміна паливного фільтра, контроль роботи форсунок, діагностика ЕБУ, вимірювання опору високовольтних проводів, очищення контактів та заміна свічок запалювання. Особливу увагу приділяють високовольтній системі запуску — вона відповідає за формування іскри необхідної енергії для запалювання суміші.

Для якісного виконання діагностики доцільно застосовувати стендові установки, осцилографи та сканери, які дозволяють аналізувати імпульси високої напруги, синхронність подачі палива та момент запалювання. Це сприяє своєчасному виявленню відхилень у роботі систем, підвищенню ресурсу двигуна та зниженню експлуатаційних витрат.



Рисунок 1.1 – Схема взаємозв'язку систем живлення та запалювання Fiat Tempra

1.6 Конструкція та принцип роботи системи живлення ДВЗ

Система живлення Fiat Tempra побудована за інжекторним типом із електронним керуванням подачею палива. Вона забезпечує оптимальне співвідношення палива й повітря для повного та економного згоряння суміші в циліндрах двигуна.

Подача палива здійснюється під постійним тиском, який контролюється регулятором. ЕБУ аналізує сигнали і коригує тривалість імпульсів на форсунки, забезпечуючи стабільну роботу двигуна за будь-яких умов.

Особливу увагу під час обслуговування приділяють чистоті паливних елементів, тиску в магістралі, стану ущільнень і фільтрації палива. Недотримання цих вимог може спричинити порушення подачі палива, збільшення витрати та зниження потужності двигуна.

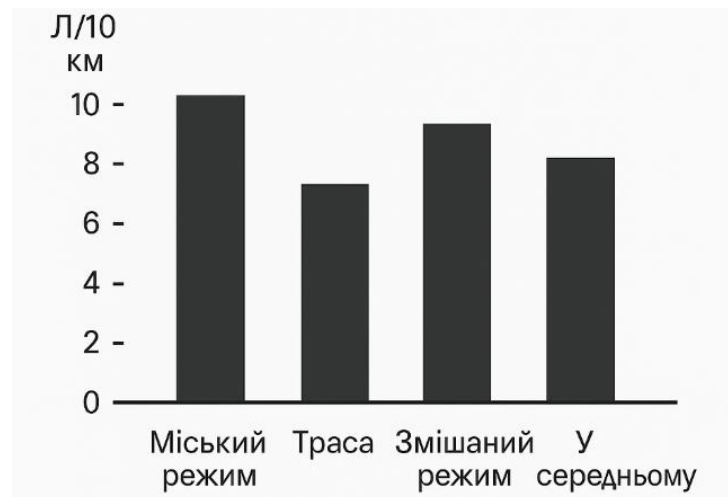


Рисунок 1. 2 – Діаграма витрати палива Fiat Tempra

1.7 Конструкція та принцип роботи системи запалювання автомобіля Fiat Tempra

Система запалювання автомобіля Fiat Tempra є безконтактною електронною системою, що забезпечує утворення іскрового розряду у свічках запалювання в оптимальний момент з урахуванням режиму роботи двигуна. Основними елементами системи є датчики положення колінчастого вала, котушка запалювання, модуль керування, розподільник та високовольтні дроти.

Датчик положення колінчастого вала фіксує кутове положення та частоту обертання, передаючи сигнал до ЕБУ. На основі цих даних ЕБУ розраховує момент запалювання та подає імпульси до котушки запалювання, яка підвищує напругу до 20–30 кВ. Далі струм передається до свічок запалювання, де утворюється іскровий розряд, що ініціює займання паливно-повітряної суміші.

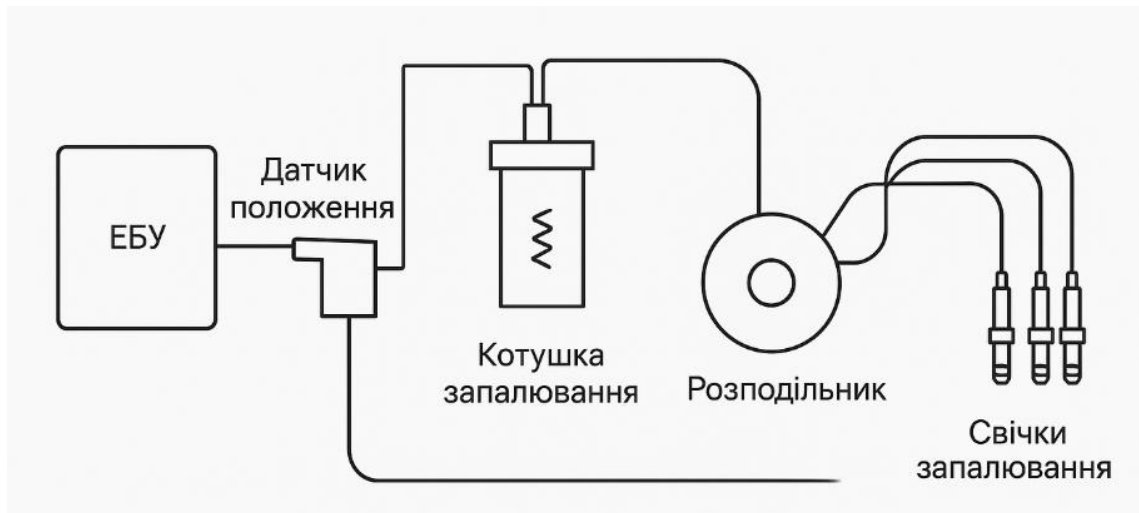


Рисунок 1.3 – Схема системи запалювання

Перевагою цієї системи є висока стабільність роботи двигуна, зменшення витрати палива та токсичності відпрацьованих газів, а також відсутність механічного зносу контактів. Для проведення технічного обслуговування необхідно здійснювати періодичну перевірку цілісності високовольтних проводів, стану ізоляції, величини опору та правильності моменту запалювання.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Технологічний розрахунок СТО

2.1.1 Розрахунок річного обсягу робіт

Річний обсяг визначається за формулою (2.1):

$$W = N_{\text{обсл}} \cdot L \cdot q \quad (2.1)$$

Кількість автомобілів, що звертаються на СТО протягом року, визначається за залежністю:

$$N_{\text{обсл}} = N_{\text{регіон}} \cdot k \quad (2.2)$$

Таблиця 2.1 – Структурний склад парку легкових авто регіону

Марка та модель	Кількість, од.
Fiat Tipo / Fiat Tempra та модифікації	605
Opel Kadett / Opel Vectra	204
Suzuki Jimny	1
Subaru Forester	125
Daewoo Tico	19
Skoda Felicia / Skoda Forman	163
Ford Escort / Ford Orion	18
Volvo Amazon	3
Opel Omega (B)	122
Mitsubishi Pajero	78
Іномарки різних моделей	486
Інші легкові автомобілі	20

Середньорічний пробіг автомобіля приймаємо:

$$L = 10000 \text{ км} \quad L = 10000 \text{ км}$$

Питома трудомісткість ТО та ремонту авто:

$$q = 2,7 \text{ люд.-год.}$$

Тоді визначаємо кількість авто, які реально звернуться на СТО:

$$N_{\text{обсл}} = 1844 \cdot 0,5 = 922 \text{ автомобілі.}$$

Річний обсяг робіт СТО

$$W = 922 \cdot 10000 \cdot 2,7 = 24\,894\,000 \text{ люд.-км/год.}$$

$$W_{\text{річний}} = 922 \cdot 2,7 = 2\,489,4 \text{ люд.-год.}$$

Скоригований річний обсяг:

$$W_{\text{кор}} = W_{\text{річний}} \cdot k_{\text{пост}} \cdot k_{\text{клімат.}}$$

$$W_{\text{кор}} = 2489,4 \cdot 1,05 \cdot 1,2 = 3137,3 \text{ люд.-год.}$$

2.1.2 Розподіл обсягу робіт за видами робіт

Розподіл загального річного обсягу робіт між основними категоріями виконується відповідно до вимог, що визначають частку конкретних видів обслуговування в загальній трудомісткості СТО.

Таблиця 2.2 — Розподіл робіт за видами

Вид робіт	Частка, %	Трудомісткість, люд.-год	Постові роботи – частка, %	Постові, люд.-год	Дільничні роботи – частка, %	Дільничні, люд.-год
Контрольно- діагностичні роботи	6	188	100	188	0	0
ТО у повному обсязі	35	1098	100	1098	0	0
Змащувальні роботи	5	157	100	157	0	0

Регулювання кутів встановл. керованих коліс	10	314	100	314	0	0
Ремонт та регулювання гальмівної системи	10	314	100	314	0	0
Електротехнічні та акумуляторні роботи	3	94	30	28	70	66
Ремонт агрегатів, систем і механізмів	15	470	50	235	50	235
Шиномонтажні роботи	16	502	10	50	90	452

2.1.3 Розрахунок чисельності персоналу

Правильне визначення чисельності СТО ТО Fiat Tempra є одним із ключових етапів технологічного розрахунку. Від кількості ремонтних робітників залежить пропускна спроможність СТО, рівень завантаження постів, якість виконання ТО та ремонтних робіт систем живлення Weber IAW та запалювання Digipix.

Чисельність визначають за формулою:

$$R_{\tau} = \frac{W_{\Sigma}}{F_{\tau}} \quad (2.3)$$

Штатну чисельність визначають за формулою:

$$R_{\text{шт}} = \frac{W_{\Sigma}}{F_{\text{шт}}} \quad (2.4)$$

Фонди робочого часу ведуть за такими узагальненими залежностями.

Для технологічного (номінального) фонду:

$$F_{\tau} = (D_{\text{к}} - D_{\text{вих}} - D_{\text{празд}}) \cdot t_{\text{зм}} \quad (2.5)$$

для штатного (ефективного) фонду:

$$F_{\text{шт}} = (D_{\text{к}} - D_{\text{вих}} - D_{\text{псв}} - D_{\text{о}} - D_{\text{доп}} - D_{\text{уч}} - D_{\text{лік}} - D_{\text{г.о.}}) \cdot t_{\text{зм}} - D_{\text{п/св}} \cdot t_{\text{скор}} \quad (2.6)$$

Таблиця 2.3 – Технологічний фонду робочого часу

Показник	Одиниця вимірювання	Значення
1. Кількість календарних днів у році	дні	365
2. Невиходи за режимом, у т.ч.:		
– у святкові дні	дні	12
– у вихідні дні	дні	52
Разом неявок за режимом	дні	64
3. Номінальний фонд часу	дні	301
4. Тривалість робочого дня	год	12
5. Технологічний (номінальний) фонд часу одного робітника	год	3612

Таблиця 2.4 – Штатний фонду робочого часу

Показник	Одиниця вимірювання	Значення
1. Кількість календарних днів у році	дні	365
2. Невиходи за режимом, у т. ч.:		
у святкові дні	дні	12
у вихідні дні	дні	104
3. Номінальний фонд часу	дні	249
4. Плановані невиходи , у т.ч.:		
основні відпустки	дні	28
додаткові відпустки	дні	3
відпустки у зв'язку з навчанням	дні	2
відпустки за хворобою	дні	3
декретні відпустки	дні	0
Виконання держ. та гром обов.	дні	1
прогули	дні	0
5. Ефективний фонд часу одного	дні	212

робітника		
6. Тривалість робочого дня	год	8
7. Максимальна кількість робочих годин за рік	год	1691
8. Внутрішньозмінні втрати робочого часу, у т. ч.:		
у передсвяткові дні	год	6
у передвихідні дні	год	0
для підлітків і неповнолітніх	год	0
для жінок, що годують	год	0
9. Штатний (ефективний) фонд часу одного робітника	год	1685

Таблиця 2.5 – Чисельність робітників

Вид робіт	Постові роботи – частка, %	Постові роботи – трудомісткість, люд.-год	Дільничні роботи – частка, %	Дільничні роботи – трудомісткість, люд.-год	Фонд часу F _т , год	Кількість робітників на дільницях R _{т.уч}	Кількість робітників на постах R _{т.пост}
Контрольно-діагностичні роботи	100	1817	0	0	3612	0,5	0
ТО у повному обсязі	100	10585	0	0	3612	2,9	0
Змащувальні роботи	100	1512	0	0	3612	0,42	0
Регулювання кутів встановлення керованих коліс	100	3024	0	0	3612	0,84	0

Ремонт і регулювання гальмівної системи	100	3024	0	0	3612	0,84	0
Електротехнічні та акумуляторні роботи	30	272	70	636	3612	0,07	0,18
Ремонт вузлів, систем і агрегатів	50	2268	50	2268	3612	0,6	0,6
Шиномонтажні роботи	10	484	90	4353	3612	0,13	1,2

Таблиця 2.6 – Штатна чисельності робітників

Вид робіт	Постові роботи – частка, %	Постові роботи – трудомісткість, люд.-год	Дільничні роботи – частка, %	Дільничні роботи – трудомісткість, люд.-год	Фонд часу $F_{ш}$, год	Кількість робітників на дільницях $R_{ш.уч}$	Кількість робітників на постах $R_{ш.пост}$
Контрольно-діагностичні роботи	100	1818	0	0	1690	1,07	0
ТО у повному обсязі	100	10586	0	0	1690	6,3	0
Змащувальні роботи	100	1513	0	0	1690	0,9	0
Регулювання кутів керованих коліс	100	3024	0	0	1690	1,8	0
Ремонт і регулювання гальмівної системи	100	3024	0	0	1690	1,8	0

Електротехнічні та акумуляторні роботи	30	272	70	635	1690	0,16	0,37
Ремонт вузлів, систем і агрегатів	50	2268	50	2269	1690	1,34	1,34
Шиномонтажні роботи	10	484	90	4353	1689	0,28	2,6

Загальна чисельність ремонтних робітників визначається підсумовуванням чисельності за дільницями та постами.

Для технологічно необхідної чисельності:

$$R_t = R_{t.уч} + R_{t.пост} \quad (2.7)$$

Для штатної:

$$R_{ш} = R_{ш.уч} + R_{ш.пост} \quad (2.8)$$

Отже, для забезпечення якісної роботи СТО з обслуговування та ремонту систем живлення Weber IAW і запалювання Digipix автомобілів Fiat Tempra необхідно передбачити 8 технологічно необхідних та 18 штатних робітників.

2.1.4 Допоміжні робітники

Кількість допоміжних робітників визначають у відсотковому співвідношенні до штатної чисельності виробничого персоналу. Для СТО з кількістю ремонтних робітників до 50 осіб норматив становить 30% від штатного складу.

За розрахунком допоміжних робітників має бути 5,4 особи, проте для проекрованої станції приймається 2 працівники, а саме:

- слюсар з ремонту та обслуговування обладнання – 1 особа;
- слюсар з обслуговування комунікацій, який також виконує функції двірника – 1 особа.

Чисельність інженерно-технічних працівників (ІТР) визначається у розмірі 20 % від штатної чисельності виробничих робітників.

Розрахункова кількість – 3,6 особи, для проєкту приймається 4 працівники, у тому числі:

- директор (з виконанням обов’язків головного інженера) – 1 особа;
- бухгалтер (з функціями касира) – 1 особа;
- майстер – 2 особи.

До молодшого обслуговуючого персоналу належить 1 прибиральник.

Виробничі пости:

$$X = \frac{T_{\text{п}} \cdot c}{F_{\text{п}} \cdot R_{\text{ср}}} \quad (2.9)$$

Річний фонд часу поста:

$$F_{\text{п}} = D_{\text{роб.г}} \cdot T_{\text{см}} \cdot S \cdot \eta \quad (2.10)$$

$$X = \frac{30243 \cdot 1,15}{4876 \cdot 2} = 3,56 \approx 4 \text{ пости.}$$

2.2 Підбір обладнання

2.2.1 Зона ТО та ТР

Вони повинна забезпечувати виконання широкого спектра робіт. Автомобілі Fiat Tempra, що надходитимуть на обслуговування, потребують гнучкої організації процесів, оскільки можливі різні варіанти технічних робіт та усунення несправностей систем Weber IAW та Digiprix.

Таблиця 2.7 – Технологічне обладнання зони ТО та ТР

Найменування	Габарити, мм	Потужність	Орієнтовна вартість, грн
Гідравлічний двостійковий підйомник Nordberg 2.0...4.0 т	3600 × 2800	3 кВт	78000
Пневмовакуумна установка для відбору відпрацьованої оливи (Trommelberg UOL-90)	600 × 600	—	18000

Стійка для зливу мастила пересувна	—	—	6 500
Стенд регулювання розвал- сходження Hunter / Trommelberg	—	0,1 кВт	350000
Комплексна комп'ютерна діагностика Launch X-431 PRO3	—	—	45000
Стенд для перевірки гальмівної системи (роликовий)	—	7...8 кВт	520000
Установка заміни трансмісійної оливи (Trommelberg TWM-20)	600 × 900	0,02 кВт	29000
Установка заміни оливи в АКПП	—	0,03 кВт	42000
Установка для заміни охолоджувальної рідини	700 × 450 × 600	0,1 кВт	18500
Установка для обслуговування кондиціонерів ArcticPRO / BrainBee	—	0,1 кВт	58000

Таблиця 2.8 – Технологічна оснастка зони ТО та ТР

Найменування	Кількість	Орієнтовна вартість, грн
Комплект захисних накидок на сидіння та крила	4	1200
Пневмогайковерт 1/2" (King Tony / Intertool)	2	7000
Інструментальна тележка з набором інструментів (173 од.)	2	34000
Набір комбінованих ключів (King Tony)	3	6800
Набір знімачів фільтрів (8 шт.)	1	3200
Свічний ключ 21 мм з шарніром	1	380
Динамометричний ключ 5–25 Нм	1	2200
Динамометричний ключ 19–110 Нм	1	2800

Знімач кульових опор	1	850
Пристрій для стиснення пружин стійки	2	900
Знімач гальмівних колодок	2	1100

2.3 Розрахунок площ

2.3.1 Площа виробничого корпусу

Площа зони ТО і ТР визначається за питомими площами та кількістю робочих постів:

$$S_z = a_g \cdot n_p \cdot K_p \quad (2.11)$$

$$S_z = 10 \cdot 3 \cdot 7 = 210 \text{ м}^2.$$

Площа мийної дільниці:

$$S_{\text{мийки}} = 6 \cdot 12 = 72 \text{ м}^2.$$

Загальна площа виробничих дільниць:

$$S_{\text{заг}} = 210 + 24 + 12 + 24 + 72 = 343 \text{ м}^2.$$

Приймається округлене значення – 350 м².

2.3.2 Адміністративно-побутові приміщення

Площі службових приміщень визначаються за нормами:

- кабінети ІТП – 10–15 м² на людину;
- службові приміщення/відділи – 5 м², якщо працює 1 особа.

Приймаємо:

- кабінет директора – 10 м²,
- кабінет майстра – 10 м²,
- бухгалтерія/каса – 10 м².

Разом: 30 м².

Гардеробні.

Площа:

$$F_{\text{гارد}} = 0,25 \cdot 11 \cdot 0,9 \cdot 3,5 = 8,7 \approx 9 \text{ м}^2.$$

Умивальники та душові.

$$A_y = 13 \cdot 0,1 \cdot 0,9 = 1,17 \approx 1 \text{ м}^2,$$

$$A_d = 10 \cdot 0,1 \cdot 0,9 = 0,9 \approx 2 \text{ м}^2.$$

Вбиральні.

$$A_{т.м} = 12 \cdot 0,08 \cdot 0,9 = 0,864 \approx 1 \text{ м}^2,$$

$$A_{т.ж} = 2 \cdot 0,08 \cdot 0,9 = 0,144 \approx 1 \text{ м}^2.$$

Курильна/кімната відпочинку.

$$A_{кур} = 14 \cdot 0,1 \cdot 0,9 = 1,26 \approx 9 \text{ м}^2.$$

Клієнтська.

Приймаємо на 3 осіб:

$$A_{клієнт} = 3 \cdot 3 = 9 \text{ м}^2.$$

Підсумок.

$$A_{адм.бут} = (30 + 9 + 1 + 2 + 2 + 9 + 9) \cdot 1,15 = 66 \text{ м}^2.$$

Приймаємо округлено: 90 м².

2.3.3 Площа складських приміщень

Площа складів приймається як 10% від загальної площі виробничих приміщень:

$$A_{склад} = (210 + 24 + 12 + 24 + 72 + 28 + 197) \cdot 0,1 = 54 \text{ м}^2.$$

2.3.4 Площі стоянок авто

Стоянка авто, що очікують обслуговування:

$$N_{ст.об} = 3 \cdot 4 = 12 \text{ місць.}$$

Стоянка для персоналу і клієнтів:

$$N_{ст.пер} = 2 \cdot 4 = 8 \text{ місць.}$$

Площа стоянки авто, що очікують обслуговування:

$$A_{ст.об} = f_a \cdot N_{ст.об} \cdot K_p = 10 \cdot 12 \cdot 3 = 360 \text{ м}^2.$$

Площа навісу:

$$A_{нав} = 6 \cdot 60 = 360 \text{ м}^2.$$

Площа стоянки для персоналу:

$$A_{ст} = 8 \cdot 25 = 200 \text{ м}^2.$$

2.4 Генеральний план

Генеральний план відображає структуру земельної ділянки СТО, з урахуванням розміщення будівель, під'їзних шляхів, зон зберігання автомобілів та технологічного обладнання. Найбільш вигідною формою для забудови є прямокутна або квадратна ділянка з орієнтацією будівель відносно проїзної частини та внутрішньої логістики.

Під час планування враховують:

- прив'язку до дорожньої мережі;
- взаємне розташування виробничих і адміністративних корпусів;
- послідовність технологічного процесу (приймання авто → ТО/ТР → мийка → видача);
- наявність зон для розвитку підприємства в майбутньому;
- організацію безпечних транспортних потоків на території.

Загальна площа земельної ділянки:

$$S_{\text{уч}} = S_{\text{пс}} + S_{\text{аб}} + S_{\text{опкз}} \quad (2.12)$$

Площа забудови:

$$S_{\text{застр}} = 343 + 197 + 360 = 900 \text{ м}^2.$$

2.5 Системи живлення

Деякі моделі автомобілів обладнані електронними системами упорскування палива, які працюють спільно із системою запалювання. Керування обома системами здійснюється ЕБУ, який працює за програмою, що враховує стиль водіння та умови руху.

Система живлення Weber IAW є багатоточковою, оскільки має окрему форсунку для кожного циліндра. Кількість палива для впорскування визначається мікропроцесором на основі температури всмоктуваного повітря та абсолютного тиску. Контролюється положення вала, частота обертання, температура та положення дросельної заслінки.

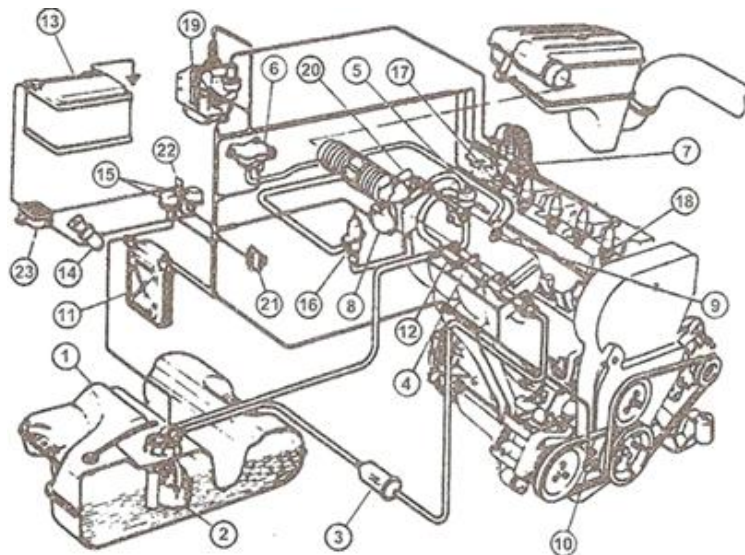


Рисунок 2. 1 – Система живлення WEBER IAW

1 – Паливний бак; 2 – Паливний насос; 3 – Паливний фільтр; 4 – Розподільна магістраль; 5 – Регулятор тиску; 6 – Датчик абсолютного тиску всмоктуваного повітря; 7 – Розподільник запалювання; 8 – Датчик дросельної заслінки; 9 – Датчик температури всмоктуваного повітря; 10 – Датчик ВМТ / частоти обертання двигуна; 11 – Блок керування; 12 – Інжектор; 13 – Акумуляторна батарея; 14 – Вимикач запалювання; 15 – Реле керування системою упорскування та запалювання; 16 – Клапан регулювання холостого ходу; 17 – Датчик температури охолоджувальної рідини; 18 – Свічки запалювання; 19 – Блок запалювання; 20 – Дросельна заслінка; 21 – Діагностичний роз'єм; 22 – Запобіжник IAW; 23 – Контакт електронної бортової системи.

2.6 Виявлення несправностей – система запалювання Digiplex

Якщо система запалювання працює справно, але двигун все ж має збої, то проблема може бути пов'язана з системою Digiplex 2. Не варто відразу підозрювати несправність електронного модуля. Спочатку потрібно переконатися, що електропроводка ціла, усі з'єднання надійно під'єднані, а вакуумна трубка не пошкоджена.

Електронний модуль має функцію самодіагностики, яка підключається до спеціального діагностичного обладнання.

Слід також враховувати, що реле, модулі та інші елементи не завжди взаємозамінні між різними автомобілями. Електронний блок керування може бути налаштований під конкретний тип двигуна, коробку передач або регіон експлуатації.

Елементи системи відсікання подачі пального перевіряються за загальними принципами діагностики паливної системи.

2.7 Обслуговування систем живлення Weber IAW та запалювання Digipix

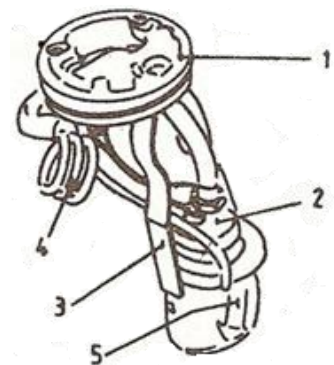
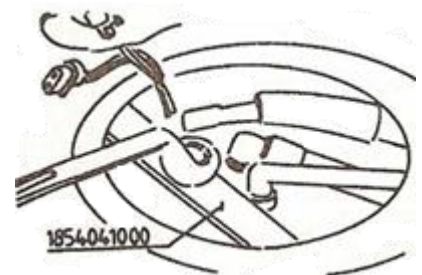
Паливний насос

Працює за принципом шибєрного механізму з роликами всередині. Він розташований безпосередньо в паливному баку, а його електродвигун охолоджується самим паливом. Редукційний клапан обмежує максимальний тиск у системі до п'яти барів.

Для перевірки продуктивності насоса від'єднують регулятор тиску від паливної магістралі, під'єднують шланг і спрямовують його у вимірювальну ємність, щоб визначити кількість палива, яке подається насосом.

Щоб зняти насос, необхідно відігнути килимок у багажнику та зняти кришку на дні. Потім від'єднують електричні роз'єми та паливопроводи, після чого герметично закривають отвори. Запірне кільце послаблюють за допомогою спеціального інструмента, після чого насос разом із тримачем знімають із бака.

Монтаж проводиться у зворотній послідовності, уважно перевіряючи герметичність з'єднань.

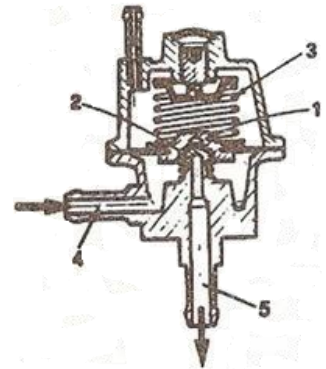


- 1 – кріпильна пластина;
- 2 – насос;
- 3 – кріплення;
- 4 – змійовик;
- 5 – попередній фільтр

Регулятор тиску

Необхідна різниця тиску становить близько трьох барів. Пристрій з'єднаний із впускним колектором за допомогою вакуумного шланга, що дозволяє автоматично підтримувати стабільний тиск незалежно від режиму роботи двигуна. Додаткове регулювання не передбачене. Обслуговування полягає лише у перевірці тиску в паливній системі. Для контролю тиску від'єднують трубопровід від паливного фільтра та під'єднують манометр. Потім замикають контакти реле, щоб увімкнути паливний насос. Якщо тиск становить близько трьох барів, система працює правильно. Якщо тиск нижчий або вищий, проводять додаткову перевірку. У разі, коли показник перевищує норму, від'єднують зворотний шланг і перевіряють, чи не засмічений трубопровід.

Якщо трубка чиста, а тиск залишається завищеним, замінюють сам регулятор. Пневматичну частину пристрою перевіряють на працюючому двигуні. Для цього знімають вакуумний шланг із регулятора і тимчасово його перекривають. Якщо тиск падає нижче ніж 2,5 бар, перевіряють герметичність шланга. Якщо він у справному стані, причина несправності – сам регулятор.



- 1 – Пластина діафрагми;
- 2 – клапанні;
- 3 – Пружина тиску;
- 4 – Труба подачі;
- 5 – Зворотний трубопровід.

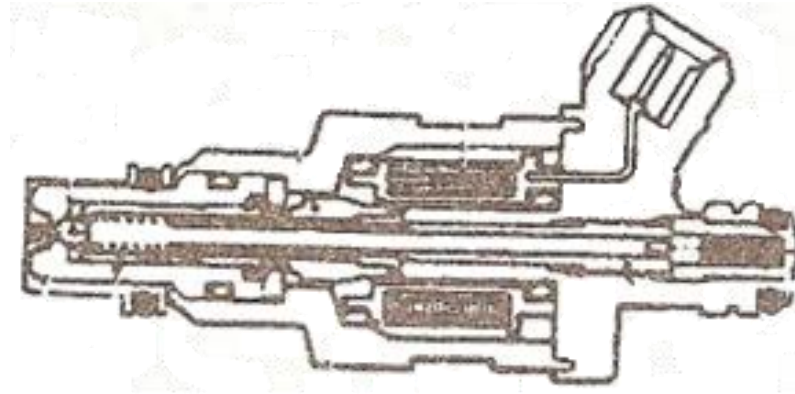
Інжектор

Інжектори подають у впускний канал кожного циліндра необхідну кількість палива. Вони відкриваються під дією електромагніту, а спеціальна пружина утримує їх у закритому стані. Кількість палива, що впорскується, визначається тривалістю відкриття форсунки.

Для перевірки герметичності інжекторів під'єднують манометр із триходовим краном до паливної магістралі. Потім вимикають реле керування та замикають відповідні контакти, щоб увімкнути насос. Коли тиск досягає трьох барів, кран перекривають і насос вимикають. Якщо протягом хвилини тиск залишається

стабільним, система герметична. Якщо ж він падає, одна або кілька форсунок пропускають паливо.

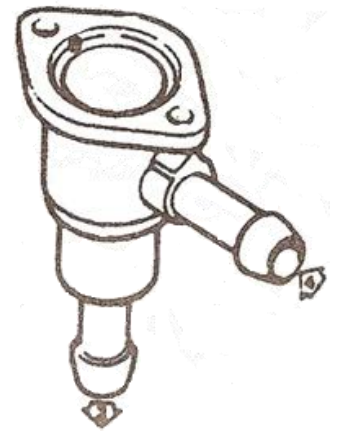
У такому випадку паливну магістраль разом із інжекторами знімають і проводять повторну перевірку, спостерігаючи, яка саме форсунка має підтікання.



Інжектор

Клапан холостого ходу

Цей клапан регулює оберти на холостому ходу як під час прогрівання, так і при нормальній робочій температурі. Усередині клапана поршень змінює площу отвору, через який проходить повітря. Електронна система керує роботою клапана, отримуючи сигнали від датчиків обертів ДВЗ та температури повітря. Якщо оберти холостого ходу залишаються підвищеними, необхідно перевірити герметичність усіх з'єднань. Якщо витоків повітря не виявлено, слід замінити клапан.



Регулювання частоти обертів

Датчик положення верхньої мертвої точки (ВМТ) і частоти обертання розташований біля шківів приводного ремня генератора або насоса підсилювача гальм. Для перевірки працездатності до нього під'єднують омметр – опір повинен бути в межах 618–748 Ом. Якщо потрібно відрегулювати зазор: відстань між датчиком і кулачком має становити від 0,6 до 1,2 мм. Потім виймають свічки запалювання 1-го та 4-го циліндрів, обертають колінвал, доки поршні не досягнуть положення ВМТ. Через отвір

свічки встановлюють індикатор і точно виставляють колінчастий вал у положення верхньої мертвої точки. Якщо датчик розташований неправильно, його кріплення послаблюють і зміщують до точного положення. Датчик абсолютного тиску у впускному колекторі знаходиться за самим колектором на перегородці моторного відсіку та з'єднаний з ним шлангом. Перевірка цього елемента можлива лише за допомогою спец. діагностичного обладнання Fiat.

Керуючі реле системи упорскування палива розташовані за впускним колектором у гніздах на перегородці моторного відсіку. Вони забезпечують подачу живлення на електронні елементи керування. Одне з реле має вбудований таймер, який залежно від температури навколишнього середовища перериває живлення паливного насоса. При температурі нижче 0 °С живлення відключається через 1 с, при понад 70°C – через 10 с. У проміжному діапазоні 0–70°C подача струму не переривається.

Перед регулюванням частоти хол. ходу та рівня СО двигун потрібно прогріти до робочої температури, перевірити стан повітряного фільтра, клапанні зазори та переконатися, що всі споживачі електроенергії вимкнені. Далі перевіряють герметичність впускного трубопроводу та його фланця. Після прогріву двигуна, коли вентилятор двічі вмикався, вимикають усі прилади та під'єднують точний тахометр. Потім від'єднують дроти від клапана регулювання холостого ходу. Якщо оберти не відповідають нормі, контргайку послаблюють і регулюють частоту спеціальним гвинтом.

Після підключення клапана частота короткочасно підвищується до 1500–2000 об/хв, а потім плавно повертається до 820 ± 50 об/хв. Якщо цього не відбувається, перевіряють герметичність перепускних шлангів або змінюють клапан. У разі відсутності змін причина може бути в електронному блоці керування.

Для перевірки рівня СО у вихлопі прилад вставляють у трубу якомога глибше. Доступ до регулювального гвинта здійснюють, знявши облицювання під панеллю приладів. Регулювання проводять акуратно, оскільки потенціометр

дуже чутливий і має малий кут обертання – близько 270° . Якщо елемент пошкоджено, блок керування слід замінити. Після завершення робіт гвинт знову закривають заглушкою.

Система запалювання Digiplex 2

Є вдосконаленою електронною системою запалювання, яка, крім котушки та свічок, включає набір датчиків і електронний модуль керування. Розподільник у цій системі виконує лише функцію розподілу високої напруги між свічками запалювання. Він містить бігунок, який обертається від розподільного вала, та кришки розподільника.

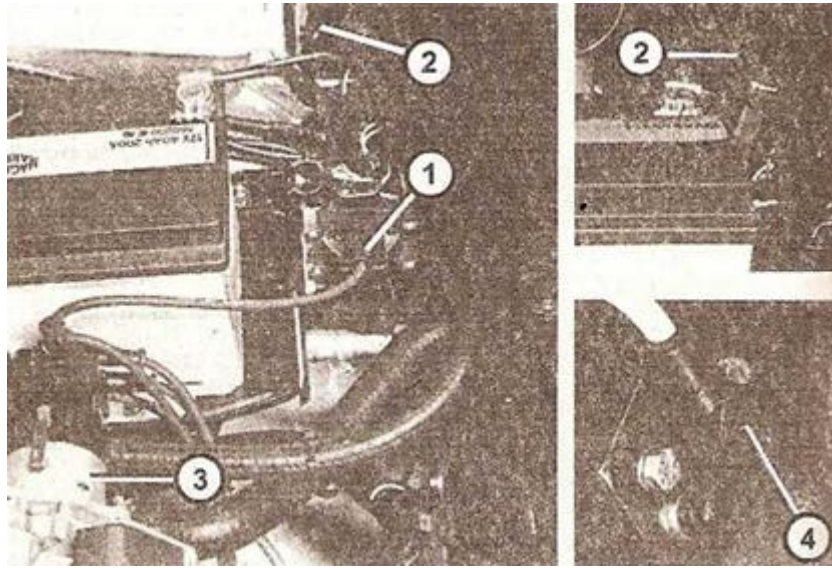
Основний імпульс, необхідний для вимкнення низьковольтного кола, формується датчиком частоти обертання та положення колінчастого вала. Цей датчик реагує на спеціальне зубчасте колесо з п'ятьма виступами, розташованими на колінвалі. Чотири з них, розміщені через кожні 90° , визначають швидкість обертання двигуна, а п'ятий – слугує орієнтиром для розпізнавання ВМТ поршнів 1-го та 4-го циліндрів.

Дані про навантаження двигуна надходять від вакуумного перетворювача, з'єднаного трубкою з впускним колектором. Крім того, на карбюраторі встановлено вимикач “закрита дросельна заслінка”, який повідомляє модуль керування про стан двигуна під час уповільнення.

Отримуючи інформацію від усіх датчиків, модуль Digiplex 2 автоматично обирає оптимальний кут випередження запалювання з великої кількості можливих значень, що зберігаються у його пам'яті. Вибір кута є компромісом між економічністю, екологічністю та потужністю.

На сповільненні система зменшує кут випередження, щоб мінімізувати шкідливі викиди. У цей момент електронний модуль тимчасово перериває подачу струму до клапана відсічення палива на карбюраторі, припиняючи подачу палива. Коли оберти двигуна падають до певного рівня (приблизно 1600–1700 об/хв), подача струму відновлюється, запобігаючи зупинці двигуна. Це рішення дозволяє знизити витрату палива та зменшити викиди в атмосферу.

Важливо зазначити, що система Digiplex 2 не потребує ручного регулювання кута випередження запалювання, оскільки всі налаштування виконуються автоматично електронним блоком.



Система запалювання Digiplex 2: 1 – котушка; 2 – Блок Digiplex 2;
3 – розподільник; 4 – датчик обертання/положення

Обслуговування Digiplex 2

Необхідно перевіряти стан свічок запалювання та за потреби замінювати їх. Слід оглядати кришку переривника-розподільника, ротор і високовольтні дроти. Важливо перевіряти усі електричні та вакуумні з'єднання системи. Свічки запалювання мають великий вплив на роботу двигуна. Вони повинні відповідати рекомендованому типу. При правильній роботі двигуна свічки не потребують обслуговування між замінами. Перед перевіркою слід зняти повітряний фільтр і від'єднати високовольтні дроти, запам'ятавши їхнє положення. Після очищення свічок спеціальним ключем їх викручують і оцінюють стан. Якщо ізолятор білий і чистий – це свідчить про збіднену суміш або надто гарячу свічку. Чорний нагар означає, що суміш занадто багата, а якщо свічка в маслі – є знос. Наявність легкого коричневого нальоту говорить про нормальну роботу. Величина зазору між електродами має бути точною, адже від неї залежить сила іскри. Зазор регулюють підгинанням бічного електрода, не торкаючись центрального. Перед установленням свічок потрібно

очистити різьбу та обережно вкрутити їх вручну, після чого підтягнути динамометричним ключем із потрібним моментом. Потім під'єднують високовольтні дроти і встановлюють повітряний фільтр. Проводи та кришку розподільника слід регулярно очищати і перевіряти на наявність тріщин або пошкоджень.

Котушка запалювання знаходиться з лівого боку моторного відсіку та прикріплена біля акумулятора. Перед перевіркою потрібно від'єднати мінусовий дріт акумулятора. Потім знімають дроти з котушки і вимірюють опір первинної та вторинної обмоток омметром. Якщо показники не відповідають нормі, котушку змінюють. Після перевірки всі дроти під'єднують назад.

Для зняття котушки від'єднують високовольтний провід, відкручують кріплення і витягують деталь. Установка проводиться у зворотній послідовності.

Кришка розподільника і бігунок знімаються після відключення акумулятора. Від'єднують високовольтний провід від котушки, знімають хомути і піднімають кришку. Потім знімають бігунок з вала. На деяких моделях під кришкою є пластиковий кожух, який теж знімають. Контакти в кришці мають бути чистими, а центральна щітка повинна рухатися вільно. У разі пошкодження кришку або бігунок замінюють. Якщо контакти лише трохи підгоріли, їх можна обережно зачистити дрібним наждаком.

Після перевірки проводи очищають, оглядають на тріщини й встановлюють усі елементи назад. Бігунок можна поставити лише в одному положенні, тому помилитися при збиранні неможливо.

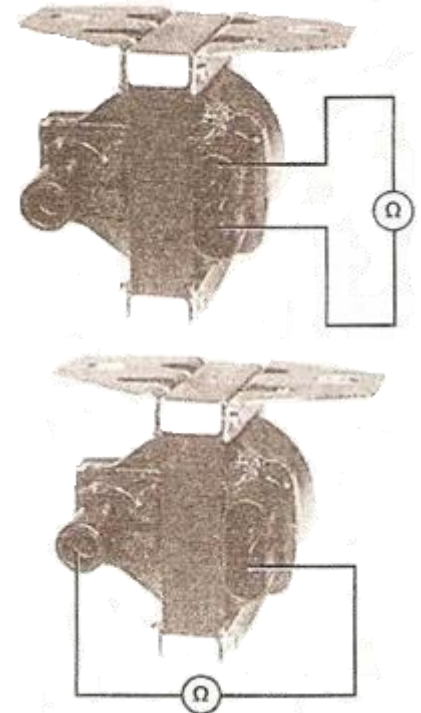
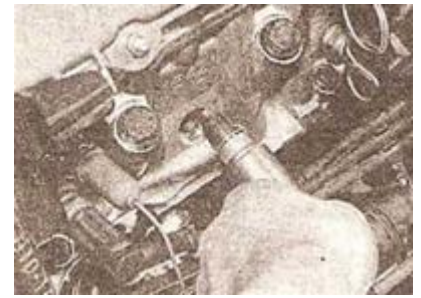
У системі Digiplex 2 регулювання кута випередження запалювання не передбачене, проте орієнтовну перевірку моменту запалювання можна виконати за різних обертів двигуна. Перед перевіркою слід прогріти двигун до робочої температури, під'єднати вакуумну трубку до модуля Digiplex 2, а також переконатися, що частота холостого ходу та паливна суміш відрегульовані правильно.

Під час перевірки потрібно направити стробоскоп на отвір у картері зчеплення. Мітка на маховику повинна бути трохи правіше позначки 10° до верхньої мертвої точки, тобто близько 12° до ВМТ у режимі хол. ходу. Якщо під час збільшення обертів мітка на маховику рухається проти годинникової стрілки, це свідчить про нормальну роботу системи. Якщо мітка залишається нерухомою, можливо, модуль несправний. Після перевірки двигун зупиняють, знімають стробоскоп і закривають отвір гумовою заглушкою.

Блок Digiplex 2 розташований у лівій частині моторного відсіку, за фарею. Для демонтажу від'єднують мінусову клему акумулятора, відкручують кріплення, від'єднують вакуумний шланг і дроти, після чого знімають блок.

Датчик положення вала розташований у кронштейні, закріпленому болтами до корпусу заднього сальника. Для зняття від'єднують АКБ, роз'єм проводки, виймають датчик. Під час монтажу потрібно забезпечити правильне положення кронштейна.

Блок відсічення подачі палива розміщений у лівій частині моторного відсіку, за фарею. Для цього знімають мінусову клему, відкручують гайки, від'єднують провід і виймають блок. Встановлення проводиться у зворотній послідовності.



Клапан відсічення палива перевіряють на наявність живлення при ввімкненому запаленні. Якщо напруга відсутня, пошкоджена проводка. Якщо напруга є, клапан перевіряють, під'єднавши його до АКБ: при подачі живлення шток має втягуватися всередину. У разі несправності клапан замінюють. Для зняття викручують його з карбюратора, перевіряють ущільнювальне кільце та за потреби міняють.

Вимикач дроселя розташований біля гвинта регулювання хол. ходу. При закритій дросельній заслінці контакти замикаються, подаючи живлення на корпус карбюратора. Якщо вимикач не працює, спочатку слід очистити контакти гвинта та важеля дроселя. Можливі причини несправності – пошкодження втулки або розрив проводки. При перевірці визначають наявність контакту при закритому дроселі. Для зняття викручують гвинт хол. ходу, запам'ятавши кількість обертів. Після встановлення потрібно перевірити частоту та склад суміші.



3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Обґрунтування вибору конструкції дослідного стенда

Система запалювання автомобіля Fiat Tempra типу Digiplex є електронною, безконтактною, з цифровим керуванням кутом випередження запалювання та формуванням високовольтного імпульсу. У реальних умовах експлуатації автомобілів на території Тернопільської області спостерігаються часті відмови, пов'язані з деградацією ВВ-проводів, зниженням енергії іскри, пробоями ізоляції та нестабільною роботою котушки запалювання.

Більшість існуючих діагностичних пристроїв (ручні тестери, сканери OBD, мультиметри, осцилографи) не дозволяють моделювати навантаження, вимірювати напругу пробою, визначати форму ВВ імпульсу, оцінювати енергію іскри та виявляти мікропробої. Тому виникає потреба у розробленні універсального стенда, який забезпечить комплексну оцінку:

- напруги пробою;
- форми високовольтного імпульсу;
- тривалості та повторюваності розрядів;
- втрат у вторинному колі;
- навантажувальної спроможності котушки.

Таким чином, створення спеціалізованого лабораторно-діагностичного стенда обґрунтовано необхідністю точної оцінки параметрів високовольтної системи та підвищенням якості технічного обслуговування Fiat Tempra.

3.2 Аналіз існуючих діагностичних приладів високовольтних систем

У ході аналізу доступних засобів діагностики встановлено:

1. Осцилографи (Hantek, UNI-T, Rigol).

Переваги: показують форму імпульсу, відображають коливання в первинному та вторинному колі.

Недоліки: не дозволяють відтворити навантаження, небезпечні при роботі з високою напругою, потребують досвіду інтерпретації сигналів.

2. Автомобільні сканери (Launch, Bosch KTS).

Переваги: зчитування помилок, робота з Digiplex.

Недоліки: не працюють з ВВ частиною, неможливо оцінити іскру.

3. Стенди Bosch FSA, Magneti Marelli Checkstar.

Переваги: професійне обладнання, вимір форми імпульсу.

Недоліки: дуже висока вартість (250...500 тис. грн), відсутність можливості моделювання навантаження, не призначені для Fiat Tempra.

4. Побутові тестери іскри.

Переваги: низька ціна, зручні у польових умовах.

Недоліки: показують лише факт наявності іскри, відсутня кількісна оцінка параметрів.

Отже, не існує недорогого універсального стенда, який би одночасно дозволяв:

- створити штучне навантаження на котушку,
- регулювати зазор іскрового проміжку,
- знімати форму імпульсу,
- оцінювати енергію розряду.

3.3 Конструктивна схема стенда

Корпус стенда
1. Модуль живлення
2. Блок формування керуючих імпульсів
3. Навантажувальний високовольтний модуль
4. Регульований іскровий проміжок
5. Датчик високої напруги (HV prob)
6. Осцилографічний вихід
7. Панель керування
8. Місце кріплення котушки запалювання

3.4 Розрахунок параметрів високовольтного імпульсу

Напруга пробою:

$U_{\text{пр}} = 30 \cdot d$ (приблизно, для сухого повітря)

Для 8 мм:

$$U_{\text{пр}} \approx 30 \cdot 8 = 240 \text{ кВ/м} = 24 \text{ кВ.} \quad (3.1)$$

Енергія іскри:

$$E = \frac{1}{2} L I^2 \quad (3.2)$$

При $L = 4 \text{ мГн}$ та $I = 7 \text{ А}$:

$$E = 0,5 \cdot 0,004 \cdot 49 = 0,098 \text{ Дж.}$$

Тривалість іскри:

$$t_{\text{иск}} = \frac{L}{R} \quad (3.3)$$

Для $R = 15 \text{ кОм}$:

$$t_{\text{иск}} = 0,00415000 = 0,27 \text{ мс.}$$

3.5. Опис конструкції стенда діагностики високовольтної системи запалювання

Стенд має компактний корпус прямокутної форми. Корпус виготовлений із металу та має прозорий захисний кожух для безпечного спостереження за іскровим розрядом. У середині корпусу розміщено модуль керування, який формує імпульси для роботи котушки запалювання. На передній панелі розташовані регулятори, перемикачі та світлові індикатори.

Котушка запалювання встановлюється на спеціальний кронштейн, який забезпечує її надійне кріплення. Поруч знаходиться регульований іскровий проміжок, який складається з двох металевих електродів. Мікрогвинт дозволяє плавно змінювати відстань між електродами для імітації різних умов роботи свічки.

Для створення навантаження на високовольтне коло використовується блок резисторів. Високовольтний датчик підключається до котушки та передає зменшений сигнал на осцилограф або комп'ютер для аналізу імпульсу. Усі

електричні з'єднання виконані через ізольовані проводи та закриті канали у корпусі.



Рисунок 3.1 – Стенд для діагностики високовольтної системи запалювання

При роботі створюється високовольтний імпульс, який проходить через навантаження та електроди. Оператор може бачити розряд через прозорий кожух, а прилад передає параметри імпульсу на вимірювальний пристрій. Уся конструкція забезпечує безпечну та наочну діагностику високовольтної системи запалювання Fiat Tempra.

4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

4.1. Дослідження високовольтної системи запуску двигунів внутрішнього згоряння

Конденсаторні системи запуску ДВЗ, про які свого часу багато говорили, як відомо, так і не дійшли до масового чи навіть серійного виробництва. І, можливо, це навіть добре. Протягом тридцяти років, що минули з моменту створення подібних систем, було проведено сотні експериментів і вирішено десятки теоретичних задач. У результаті досліджень стало очевидно, що за умови використання низької напруги такі системи не мають практичних перспектив. Причини цього цілком зрозумілі.

Добре відомо, що одним із найважливіших показників акумуляторних батарей, які застосовуються в системах запуску ДВЗ, є їхній внутрішній опір. Саме він визначає максимальну потужність, яку можна отримати від батареї. Ця потужність дорівнює відношенню квадрата напруги на її затискачах до чотирикратного значення внутрішнього опору. Водночас, при зниженні темп. навколишнього середовища, а отже, і електроліту, а також при частковому розряді батареї, її внутрішній опір істотно збільшується. Це призводить до того, що потужність, яку батарея може віддати в електричну мережу, суттєво знижується.

У той самий час потужність, необхідна для провертання колінчастого вала при низьких температурах, навпаки – зростає. Таким чином, спроби впровадження конденсаторних систем запуску фактично були спробами усунути це суперечливе явище. Передбачалося, що акумуляторна батарея в такій системі виконуватиме лише допоміжну функцію – заряджатиме конденсатори, які, у свою чергу, забезпечуватимуть безпосередній запуск двигуна. Оскільки внутрішній опір конденсаторів за інших рівних умов значно менший, ніж у батареї, очікувалося, що потужність пускової системи в цілому помітно зросте.

Однак численні експерименти та практичні випробування показали, що на практиці ці очікування не виправдалися. Незважаючи на менший внутрішній опір, конденсатори мали низку інших обмежень – зокрема, пов'язаних з їхньою

ємністю, часом заряджання, енергетичними втратами під час розряду та чутливістю до температурних умов. У підсумку виявилось, що в умовах низької напруги й обмежених енергетичних можливостей акумуляторів застосування конденсаторних систем запуску не дає суттєвого приросту ефективності.

Таким чином, хоча сама ідея конденсаторного пуску виглядала перспективною з точки зору зниження струмових навантажень на акумулятор і підвищення стабільності запуску, практична реалізація виявилася надто складною та малоефективною. Саме тому сьогодні ці системи не отримали поширення в серійному виробництві, поступившись місцем більш досконалим рішенням, які базуються на вдосконалених акумуляторних технологіях і стартерних пристроях.

Для звичайних імпульсних конденсаторів дійсно спостерігається така закономірність. Однак у випадку низьковольтних молекулярних конденсаторів, на які згодом було зроблено основний акцент через їх високу питому енергоємність, ситуація виявилася дещо іншою – їхній внутрішній опір виявився приблизно таким самим, як і в акумуляторів, що використовуються в автомобільних стартерних системах.

Конструкція молекулярного конденсатора за своєю суттю подібна до будови акумуляторної батареї. Різниця полягає лише в принципі накопичення енергії: якщо в акумуляторі енергія зберігається в результаті хімічної реакції, то в молекулярному конденсаторі – у так званому подвійному електричному шарі, який формується на межі між поляризованим електродом (зазвичай вуглецевим, що є електронним провідником) і електролітом (що є іонним провідником). Таким чином, обидва ці пристрої мають спільну рису – наявність електроліту, який визначає їхній внутрішній опір.

Це легко підтвердити, звернувшись до рис 4.1, у якій наведено питомі електропровідності різних типів електролітів. Як видно з даних таблиці, в акумуляторних батареях і молекулярних конденсаторах найчастіше використовується один і той самий тип електроліту – кислотний або лужний.

Тому основні електричні характеристики цих накопичувачів енергії, зокрема внутрішній опір у перерахунку на одиницю маси, виявляються одного порядку.

Крім того, слід ураховувати, що конденсатор у системі запуску ДВЗ є проміжною ланкою між акумуляторною батареєю та електростартером, тобто додатковим елементом у ланцюгу, який має власний внутрішній опір. У результаті цього під час процесів заряджання та розряджання конденсатора відбуваються подвійні енергетичні втрати – спочатку під час передавання енергії від акумулятора до конденсатора, а потім від конденсатора до стартера. Це суттєво знижує загальну ефективність системи.

На сьогодні у науково-технічній літературі та спеціалізованих публікаціях розглядаються переважно два основних варіанти побудови систем пуску з використанням енергонакопичувачів. Перший варіант передбачає живлення стартера безпосередньо від накопичувача енергії, який попередньо заряджається від акумуляторної батареї. Другий – передбачає паралельну роботу акумулятора та конденсатора, коли обидва джерела одночасно забезпечують живлення пускового механізму, частково компенсуючи недоліки один одного.

Проте, як показує аналіз і практика, навіть такі схеми поки що не забезпечують істотного підвищення ефективності або надійності запуску двигунів у складних температурних умовах, що й обмежує їх широке впровадження в автомобільну техніку.

Під час використання першої схеми (рис. 4.3) ємність конденсаторної батареї визначається кількістю енергії, яку вона здатна накопичити. Обсяг цієї енергії має відповідати витраті потужності стартером, помноженій на час пуску. При низьких температурах час пуску значно збільшується і може досягати 10 секунд для бензинових двигунів та 15 секунд – для дизельних. У результаті цього маса конденсаторної батареї наближається до маси звичайного акумулятора, тоді як її вартість у кілька разів вища. Очевидно, що ефективніше збільшити ємність акумуляторної батареї або встановити додаткову батарею, ніж ускладнювати конструкцію системи запуску конденсаторами.

У другій схемі, яка передбачає використання накопичувача енергії, під'єданого паралельно до акумуляторної батареї (рис. 4.4), ситуація дещо інша. У цьому випадку накопичувач (наприклад, конденсатор) спочатку заряджається від акумулятора, а потім розряджається разом із ним, забезпечуючи живлення стартера. Проте слід враховувати, що енергія, накопичена в конденсаторі, визначається згідно з формулою:

$$W = \frac{cu^2}{2} \quad (4.1)$$

Для того, щоб зарядити конденсатор до певного рівня енергії, необхідно витратити таку ж кількість енергії з акумулятора. Іншими словами, на сам процес заряджання витрачається половина тієї енергії, яку конденсатор потім зможе віддати – тобто загальні втрати становлять подвійну величину.

Доказ цього можна наочно продемонструвати на простому прикладі. Припустимо, що конденсатор (C_2) заряджається не від акумулятора, а від іншого, повністю зарядженого, такого ж конденсатора (C_1), який містить запас енергії, визначений:

$$W_1 = \frac{c_1 u_1^2}{2} \quad (4.2)$$

У цьому випадку, після завершення процесу передачі заряду, обидва конденсатори матимуть однаковий потенціал, а загальна енергія системи зменшиться удвічі порівняно з початковою. Це ще раз підтверджує, що під час передавання енергії від одного накопичувача до іншого неминуче відбуваються значні втрати, що знижує ефективність паралельної схеми пуску.

Таким чином, аналіз показує, що обидва підходи – як із використанням лише конденсаторної батареї, так і з паралельним підключенням до акумулятора – не дають помітних переваг у надійності або енергетичній ефективності системи запуску двигуна. У більшості випадків простіше й економічніше вдосконалити акумуляторну систему – збільшити її ємність, застосувати сучасні типи батарей або поліпшити теплову ізоляцію для зниження впливу низьких температур.

Визначити кількість енергії, яку містить кожен із конденсаторів після досягнення стану рівноваги, не складно. Цей процес описується формулами

$$u_1 = ri + u_2 \quad (4.3)$$

$$i = -c_1 \frac{du_1}{dt} = c_2 \frac{du_2}{dt} \quad (4.4)$$

$$u_2 = u_1 + c_1 r \frac{du_1}{dt} \quad (4.5)$$

В них параметр r враховує електричний опір матеріалу обкладок і виводів конденсатора, а також втрати енергії в діелектрику.

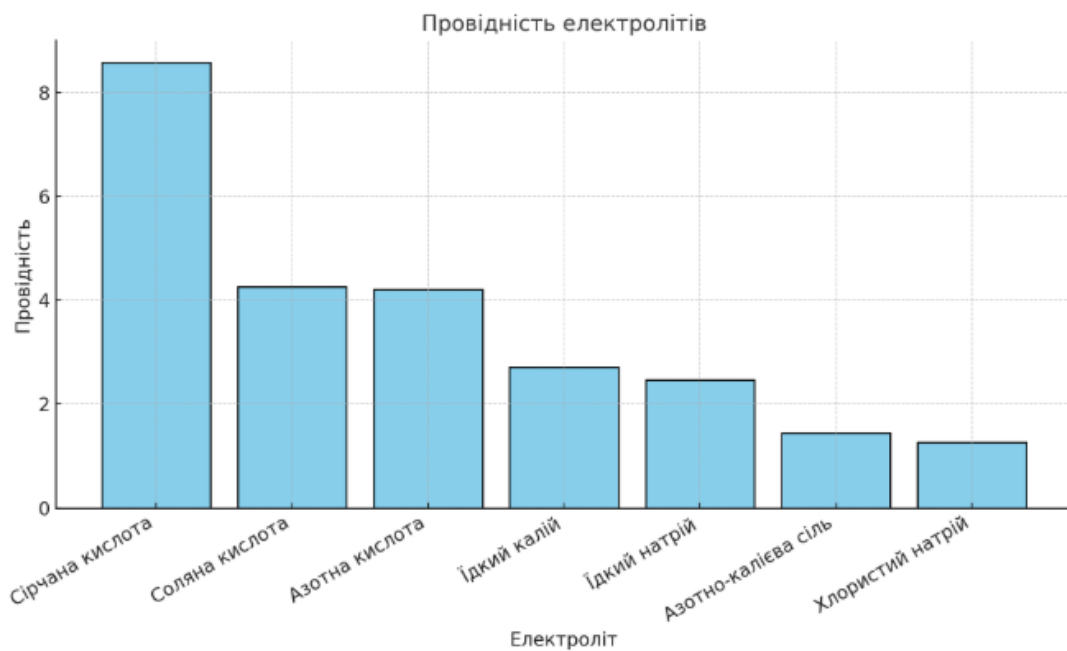


Рисунок 4.1 – Абсолютні частки провідності елементів

Якщо продиференціювати 4.5 за часом і помножити результат на C_2 , отримаємо залежність:

$$c_2 \frac{du_2}{dt} = c_2 \frac{du_1}{dt} + c_1 c_2 r \frac{d^2 u_1}{dt^2} \quad (4.6)$$

Надалі приводить до диференціального рівняння:

$$\frac{d^2 u_1}{dt^2} + \frac{(c_1 + c_2)}{c_1 c_2 r} \frac{du_1}{dt} = 0 \quad (4.7)$$

$$\frac{d^2 u}{dt^2} + a_1 \frac{du}{dt} = 0,$$

Розв'язання якого подано:

$$u_1 = A_0 + A_1 e^{-t/\tau} \quad (4.8).$$



Рисунок 4.2 – Відносні частки провідності елементів

Підставивши це рішення у формулу (4.4), дістанемо перетворене рівняння:

$$\begin{aligned} i &= -c_1 \frac{du_1}{dt} = A_1 \frac{c_1}{\tau} e^{-t/\tau} = \\ &= A_1 \frac{c_1 + c_2}{rc_2} e^{-t/\tau} \end{aligned} \quad (4.9)$$

Воно описує зміну напруги та струму під час процесу заряджання або розряджання.

На початковому етапі розряду (при $t = 0$) значення напруг дорівнюють:

$u = u_1, u_2 = 0$, а струм $i = u_1/r$.

Підставивши ці початкові умови у формули (4.8) та (4.9), отримуємо вирази:

$$\begin{aligned} u_1|_{t=0} &= A_0 + A_1; \\ i|_{t=0} &= \frac{u_1}{r} = \frac{A_1(c_1 + c_2)}{rc_2} \end{aligned} \quad (4.10)$$

$$\begin{aligned} A_1 &= \frac{c_2}{c_1 + c_2} u_1; \\ A_0 &= u_1|_{t=0} - A_1 = \frac{c_1}{c_1 + c_2} u_1 \end{aligned} \quad (4.11),$$

Які описують поведінку напруги та струму в початковий момент часу.

Коли процес заряджання-розряджання завершується ($t \rightarrow \infty$), напруги на обох конденсаторах вирівнюються, що відображено у залежності:

$$u_1 = u_2 = A_0 \quad (4.12).$$

Відповідно, енергія, накопичена кожним конденсатором, визначається:

$$\frac{c_1 A_0^2}{2} = \frac{c_1^3 u_1^2}{2(c_1 + c_2)^2} \quad (4.13)$$

$$\frac{c_2 A_0^2}{2} = \frac{c_1^2 c_2}{2(c_1 + c_2)^2} u_1^2 \quad (4.14).$$

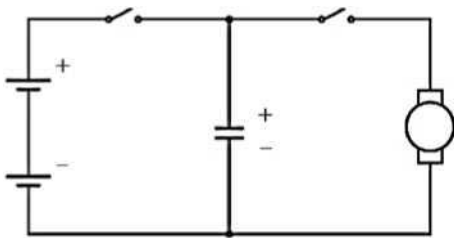


Рисунок 4.3

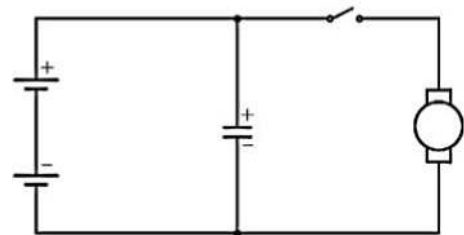


Рисунок 4.4

Якщо ж обидва конденсатори мають однакову ємність ($C_1 = C_2$), то спрощене рівняння для енергії набуває вигляду:

$$\frac{c_1 A_0^2}{2} = \frac{c_2 A_0^2}{2} = \frac{c_1 u_1^2}{8} \quad (4.15).$$

Розглядаючи задачу заряджання одного конденсатора енергією W_0 від іншого такого ж, отримуємо:

$$\frac{W_0}{2} = \frac{c_1 u_1^2}{4} \quad (4.16).$$

Але якщо врахувати ще й втрати в діелектрику, то фактична енергія, накопичена обома конденсаторами, визначатиметься:

$$\frac{W_0}{4} = \frac{c_1 u_1^2}{8} \quad (4.17).$$

Із проведених розрахунків можна зробити однозначний висновок: для того, щоб зарядити конденсатор до енергії W_0 , необхідно витратити щонайменше подвійну кількість енергії. Саме цей факт часто ігнорують розробники систем, де застосовуються низьковольтні ємнісні накопичувачі енергії.

На практиці ситуація ще гірша, ніж передбачає теорія. Сучасні молекулярні конденсатори з неводними або полімерними електролітами, хоч і мають підвищену енергомісткість, характеризуються значно більшим внутрішнім опором, ніж традиційні стартерні акумуляторні батареї. Це призводить до ще більших втрат енергії та зниження ефективності таких систем пуску двигуна.

Отже, навіть при дотриманні оптимальних електричних параметрів, низьковольтні конденсаторні системи не можуть забезпечити ефективний енергетичний обмін через обмеження, пов'язані з їх фізичними властивостями.

Подвійний електричний шар, використаний у молекулярних конденсаторах із кислотними або лужними електролітами, може стабільно існувати лише при напрузі, що не перевищує 0,8 В. Тому для отримання робочої напруги 12 В потрібно послідовно з'єднати щонайменше 15 елементарних конденсаторів. Це не лише значно збільшує внутрішній опір отриманої батареї, а й створює серйозні технологічні труднощі під час її виготовлення. Особливо складною ситуація стає, якщо врахувати, що для забезпечення потреб світового

автопарку у разі переходу на конденсаторні пускові системи щороку знадобиться приблизно 190 млн таких пристроїв за ціною, яка не повинна перевищувати вартість традиційного автомобільного акумулятора. Наразі ж вартість молекулярного конденсатора для пускових систем у кілька разів вища.

Таке становище спостерігається не лише з самими конденсаторами. Вже давно виникають сумніви щодо доцільності використання в автомобілях бортових електричних систем із напругою 12 В. Вже створені й активно працюють комітети, які вивчають можливість переходу на системи з підвищеною напругою. Авто, оснащені бортовою мережею з підвищеною напругою. Багато фахівців переконані, що навіть 60 В не є граничним рівнем для сучасних автомобільних систем.

Проте щодо використання високовольтних пускових систем одностайності поки немає. Імовірно, поява молекулярних конденсаторів породила сподівання, що їх швидко інтегрують у пускові системи без необхідності зміни існуючої електричної архітектури автомобіля. Однак труднощі, пов'язані з низьковольтними системами, найімовірніше, змусять інженерів звернутися до розробки високовольтних варіантів.

Як показали дослідження, маса високовольтної конденсаторної батареї приблизно у чотири рази менша, ніж у низьковольтної. Це зумовлено рядом причин, які мають як технічний, так і економічний характер.

По-перше, у високовольтних системах можна застосовувати звичайні електролітичні конденсатори масового виробництва. Вони являють собою одношарові структури, що складаються з алюмінієвої фольги, яка виконує роль електродів, та шару оксиду алюмінію, який виступає діелектриком. Такі конденсатори розраховані на робочу напругу до 500 В. Це означає, що їх внутрішній опір при однакових умовах може бути у 500 разів меншим, ніж у окремої комірки молекулярного конденсатора з тією ж енергоємністю або масою. Відповідно, потужність джерела енергії, яка прямо пропорційна квадрату напруги й обернено пропорційна внутрішньому опору, може бути значно збільшена – практично без обмежень.

По-друге, відомо, що коефіцієнт корисної дії (ККД) низьковольтного електростартера не перевищує 40%. Підвищення робочої напруги дозволяє зменшити силу струму в його обмотках, а отже, знизити електричні втрати як у самих обмотках, так і в підвідних проводах. Це також призводить до зменшення маси провідників, колекторних пластин і щіток, а зниження тиску щіток на колектор додатково підвищує ККД стартера. У результаті підвищується ефективність усієї системи та зменшується маса конденсаторної батареї.

По-третє, електролітичні конденсатори мають ще одну важливу властивість – зі зростанням їх номінальної напруги підвищується питома енергія. Тому створення ефективних пускових систем із такими конденсаторами стає доцільним лише при робочих напругах понад 60 ... 65В. При нижчих значеннях маса батареї стає надмірно великою, тоді як із підвищенням напруги вона істотно зменшується. Так, розрахунки, підтверджені експериментально, показали, що при напрузі 300 В маса конденсаторної батареї, призначеної для пуску двигуна сучасного автомобіля, не перевищує 5кг. Її попередній заряд можна здійснити навіть від невеликого мотоциклетного акумулятора. Підвищення напруги до 300 В легко забезпечується за допомогою компактних і недорогих перетворювачів, які працюють короткочасно, лише під час пуску.

Додатковою перевагою є те, що у світі нині функціонує багато підприємств, які спеціалізуються на виробництві електролітичних конденсаторів. У той час заводів, що виготовляють низьковольтні молекулярні конденсатори для пускових систем двигунів внутрішнього згорання, існує лише одиниці, що також ускладнює їх масове впровадження.

Нарешті, варто зупинитися на питанні електростартерів. Необхідності налагоджувати спеціальне виробництво високовольтних електростартерів фактично немає, оскільки ця проблема вже давно вирішена промисловістю ручного електрифікованого інструменту. Сучасна індустрія електроінструментів випускає високовольтні електродвигуни у кількостях, що значно перевищують потреби автомобілебудування, тож технічна база для створення таких стартерів уже існує.

Якщо врахувати, що стартер майбутнього являтиме собою високовольтну електричну машину з постійними магнітами у системі збудження та вбудованим редуктором, то його конструкція буде набагато компактнішою, а ефективність – вищою. При цьому зменшаться габаритні розміри, маса та собівартість виробу, що зробить такі стартери технічно і економічно більш доцільними порівняно з традиційними низьковольтними електродвигунами.

Система високовольтного конденсаторного пуску часто викликає настороженість як у споживачів, так і у виробників через наявність високої напруги. Однак такі побоювання є безпідставними.

Як відомо, на початкових етапах розвитку транспортних засобів бортова напруга їхніх електричних систем становила лише 6 В. Проте зі зростанням кількості електроспоживачів і підвищенням їхньої потужності, наприклад, на водному транспорті та в авіації, давно відмовилися від низької напруги на користь високої, а згодом – навіть від постійного струму на користь змінного. Низька напруга (28 В) залишилася лише як допоміжна.

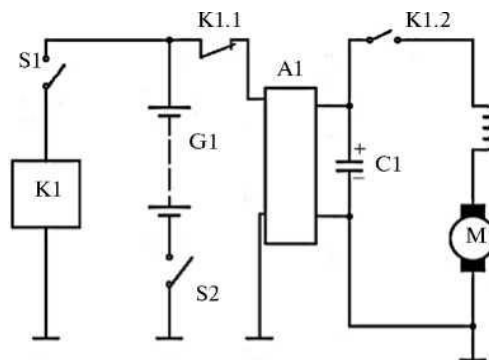


Рисунок 4.5

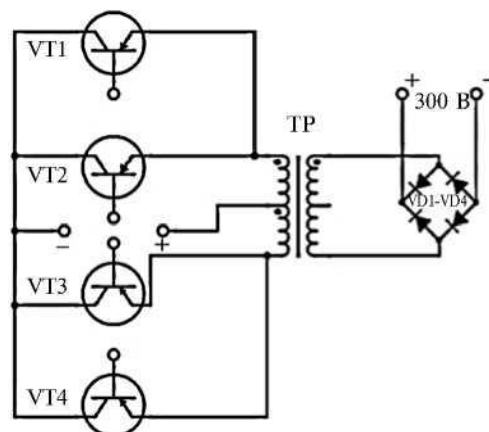


Рисунок 4.6

Лише автомобільна галузь продовжує використовувати бортові мережі з напругою 12 В, а для систем пуску багатоциліндрових двигунів – 24 В.

Однак такі аргументи вже давно не витримують жодної критики. Адже сучасні електромобілі мають бортові мережі з напругою 110 – 400 В, і при цьому питання електробезпеки успішно вирішуються завдяки застосуванню перевірених технічних засобів захисту.

Перехід бортових систем автомобіля на підвищену напругу є неминучим і закономірним процесом сучасного автомобілебудування. Це зумовлено рядом об'єктивних чинників, які свідчать про необхідність адаптації електросистем до сучасних потреб.

По-перше, кількість електроспоживачів на борту автомобіля постійно зростає. Якщо на ранніх моделях автомобілів було всього дві електричні машини, що споживали електроенергію, то на сучасних автомобілях їх кількість стала великою. Це включає не тільки стандартні системи освітлення та запалювання, але й численні електронні модулі, датчики, системи допоміжного водіння та мультимедійні пристрої.

По-друге, збільшується потужність цих споживачів. За прогнозами, сумарна потужність електросистем автомобіля може досягати 5 – 7 кВт, що значно перевищує можливості стандартної 12-вольтової.

По-третє, розвиток напівпровідникових перетворювачів та інверторної техніки дозволяє легко забезпечувати оптимальне напруження для різних підсистем автомобіля. При цьому слабкострумові споживачі, такі як датчики та прилади індикації, можна залишити на традиційній низькій напрузі, не порушуючи їхню роботу. Така гнучкість робить можливим поступовий перехід до високовольтної бортової мережі без значних технічних проблем.

По-четверте, застосування сучасних технологій освітлення, таких як газорозрядні та світлодіодні лампи, дозволяє значно підвищити ефективність і надійність систем освітлення при зниженій споживаній потужності. При цьому газорозрядні лампи потребують живлення не менше 80 В, що робить високовольтну мережу необхідною для їхньої стабільної роботи.

По-п'яте, впровадження високовольтних конденсаторних систем пуску усуває головну обмежувальну ланку при переході на підвищене напруження – традиційні акумуляторні батареї, обмежені своєю номінальною напругою. Високовольтні конденсатори дозволяють передавати стартеру значно більшу енергію при меншій масі та компактних розмірах системи.

Проста схема високовольтної системи пуску наведена на рис. 4.5. Як видно, її конструкція майже не відрізняється від звичайної 12-вольтової системи, за винятком високовольтного стартера та перетворювача напруги (схема якого показана на рис. 4.6). Конструкція перетворювача надзвичайно проста – від 2 до 4 транзисторів, що працюють у ключовому режимі на високій частоті до 40 кГц, завдяки чому його маса не перевищує 200 г.

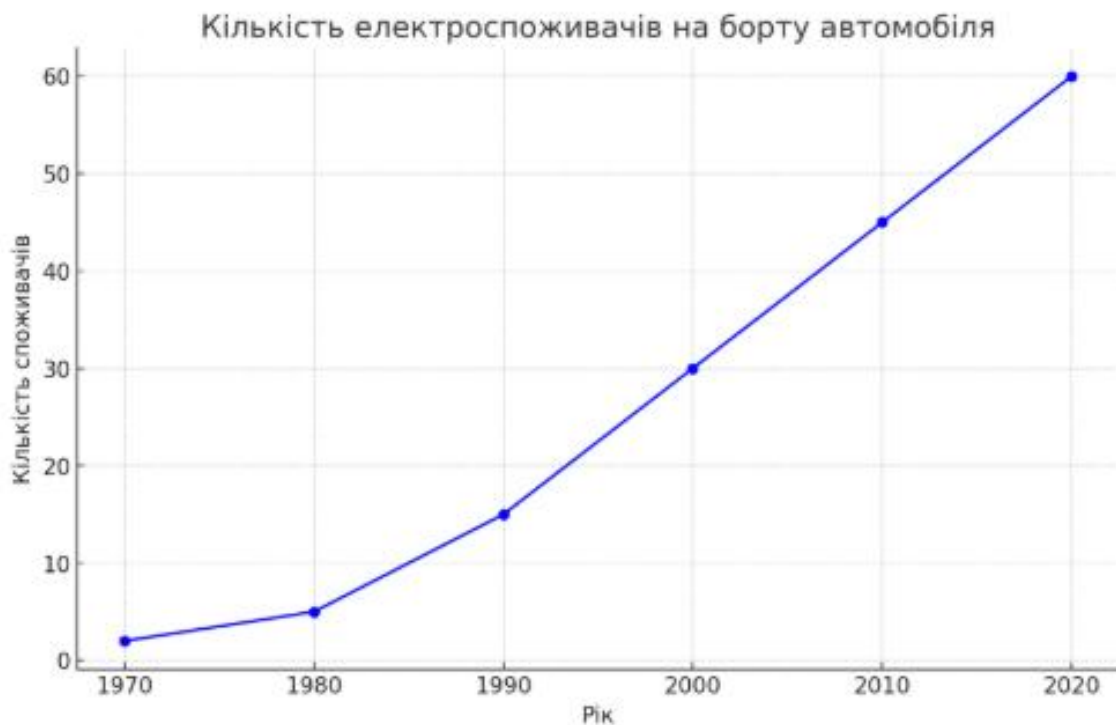


Рисунок 4.7

Високовольтні стартери мають ряд переваг: зменшуються втрати в обмотках і провідниках, скорочується маса колекторних пластин і щіток, а конструктивні розміри електродвигуна стають значно компактнішими. Це дозволяє підвищити ефективність стартера і знизити енергоспоживання від батареї.

Звичайно, перехід бортового напруження на високий рівень – це складний інженерний процес, який потребує модернізації електропроводки, адаптації електронних блоків і систем безпеки. Проте очевидно, що це є вимогою часу і технологічним шляхом розвитку автомобільної електроніки. Найоптимальнішим початком такого переходу має стати впровадження високовольтних систем пуску, що створюють фундамент для подальшої трансформації всіх електросистем автомобіля, дозволяючи поступово підвищувати напругу бортової мережі без шкоди для надійності та безпеки.

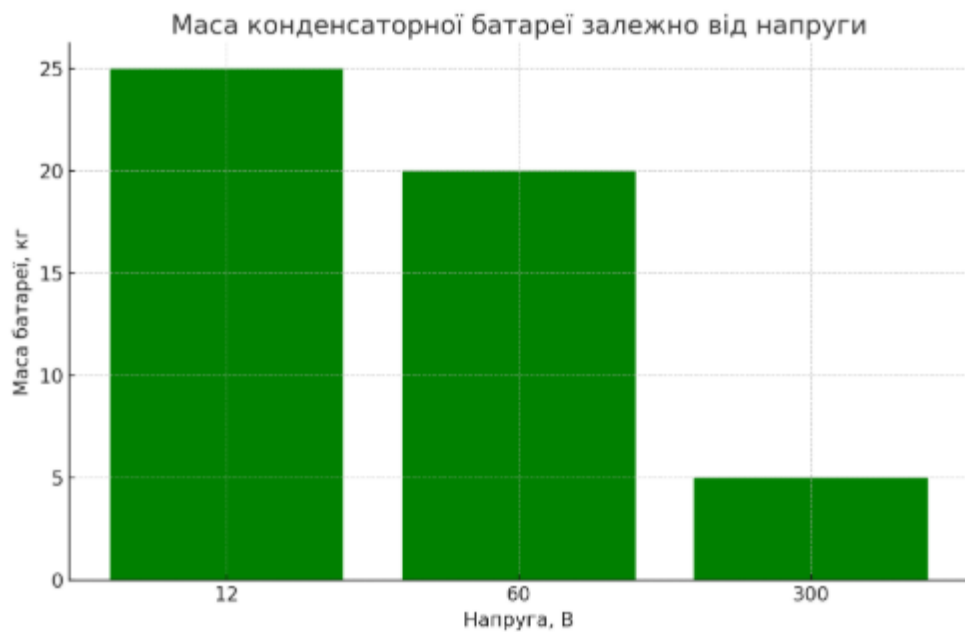


Рисунок 4.8

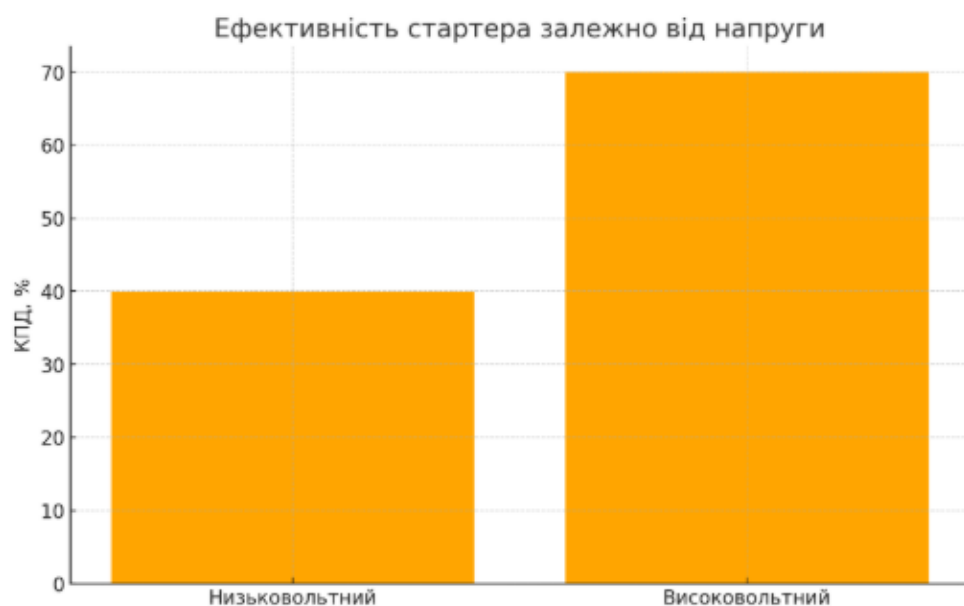


Рисунок 4.8

Варто зазначити, що високовольтні системи дозволяють інтегрувати сучасні електроприводи та інноваційні рішення, наприклад, для гібридних та електромобільних платформ, де енергетична ефективність і компактність компонентів є критично важливими. Впровадження таких систем також відкриває шлях до використання нових технологій накопичення та перетворення енергії, що раніше було неможливо у рамках традиційної 12 – В мережі.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Застосування засобів індивідуального захисту при обслуговуванні систем Weber Iaw та Digipix Fiat Tempra

Системи живлення та запалення сучасних бензинових двигунів, такі як Weber IAW і Digipix, поєднують високоточну електроніку, електромагнітні датчики та високовольтні елементи. Тому автотранспортні підприємства, де проводяться діагностика та ремонт цих систем, належать до об'єктів підвищеної техногенної небезпеки. Розглядаючи специфіку систем Weber IAW та Digipix, можна виділити три ключові групи небезпек:

- електричні (високовольтна система запалення),
- хімічні (бензин, аерозолі, реагенти),
- термічні (перегрів катушок, короткі замикання).

5.1.2 Небезпечні фактори, характерні для систем Weber IAW та Digipix

Електрична небезпека.

Система Digipix формує високовольтні імпульси:

- до 40 000 В для пробної іскрового проміжку;
- контакт з проводами високої напруги може спричинити фібриляцію серця;
- пошкоджена ізоляція створює коронний розряд.

Хімічна небезпека.

Система живлення Weber IAW працює з:

- бензином,
- парами ЛЗР,
- реагентами для промивання форсунок.

Небезпека:

- отруєння парами;
- хімічні опіки;
- утворення вибухонебезпечної суміші.

Термічна небезпека.

- перегрів котушок Digiplex;
- нагрів паливних трубок;
- іскріння при неправильному заземленні.

Електромагнітні перешкоди.

Високовольтні імпульси можуть:

- створювати наведені струми;
- виводити з ладу діагностичні прилади;
- порушувати мікропроцесорні блоки.

5.1.3 Види засобів індивідуального захисту, необхідних для ПРЦ (посту ремонту систем живлення)

Посібники підкреслюють, що ЗІЗ повинні відповідати специфіці небезпек дільниці, включати засоби електрозахисту, хімзахисту, термозахисту та забезпечувати безпечні умови роботи у разі НС.

Засоби електрозахисту.

Для роботи з системою Digiplex обов'язкові:

- діелектричні рукавиці класу 1;
- діелектричне взуття;
- ізольовані інструменти;
- захисні щитки для обличчя;
- переносні заземлювачі.

Особливо важливо:

- не торкатися ВВ-проводів без рукавиць;
- працювати на сухій поверхні;
- вимикати запалення перед під'єднанням приладів.

Засоби хімічного захисту.

Під час роботи з паливною системою потрібні:

- фільтрувальні респіратори для парів бензину;
- хімістійкі рукавиці (нітрил, неопрен);

- захисні окуляри;
- фартухи з ПВХ.

Термозахисні ЗІЗ.

У випадку перегріву елементів системи запалення:

- жаростійкі рукавиці;
- армовані рукавиці для демонтажу котушки;
- вогнестійкий одяг класу 1.

Засоби індивідуального захисту органів дихання.

Під час діагностики двигуна в умовах боксу:

- респіратори зі змінними фільтрами А1;
- у випадку НС – повітряноізолювальні апарати.

Додаткові засоби безпеки.

- антистатичні браслети при роботі з ЕБУ Weber IAW;
- гумові килимки для електробезпеки;
- переносні аптечки.

У разі ураження високою напругою.

1. Вимкнути запалення.
2. Відтягнути потерпілого за одяг, не торкаючись тіла.
3. Надати першу допомогу: серцево-легенева реанімація.
4. Викликати медичну службу.

Застосовуються:

- діелектричні рукавиці; ізолюючі інструменти.

У разі витоку палива.

1. Усунути джерело запалювання.
2. Використати сорбенти.
3. Провітрити приміщення.
4. Уникати іскор.

Застосовуються:

- респіратори;
- хімістійкі рукавиці;
- вогнестійкі комбінезони.

Пожежа в зоні високовольтного обладнання.

1. Відключення живлення.
2. Гасіння вуглекислотним або порошковим вогнегасником.
3. Евакуація персоналу.

5.1.5 Організація системи ЗІЗ на підприємстві

Пункти видачі ЗІЗ.

- на вході до ділянки систем запалення;
- у зоні діагностики ЕБУ;
- біля стенда перевірки катушок.

Облік і контроль.

- журнал видачі ЗІЗ;
- контроль термінів придатності;
- проведення інструктажів.

Навчання персоналу.

Персонал повинен знати:

- різновиди ЗІЗ;
- порядок застосування;
- дії в разі НС.

5.1.6 Відновлення роботи після НС

Огляд обладнання.

- перевірка ЕБУ; оцінка стану катушок запалення; перевірка паливних трубок.

Дезактивація та очищення.

- видалення слідів бензину; заміна пошкоджених ЗІЗ; вентиляція приміщення.

Повторне введення в експлуатацію.

- технічний контроль; складання акту; проведення позапланового інструктажу.

5.2 Інженерні (технічні) рішення з охорони праці

Розрахунок освітлення

Розрізняють штучне і природне освітлення. Для освітлення виробничих приміщень штучним світлом, як правило, використовують газорозрядні лампи.

Загальне освітлення розраховують, в основному, методом коефіцієнта світлового потоку:

$$F = E * S * K * z / j * n \quad (5.1)$$

де E - норма освітленості (табл. 3.7), лк ;

S - площа приміщення, m^2 ;

K - коефіцієнт запасу, $K = 1.3 \dots 1.5$ (менші значення для ламп розжарювання, більші- для газорозрядних ламп);

z - коефіцієнт нерівномірності освітлення, змінюється в межах $z = 1.1 \dots 1.5$ (у середньому 1.2);

j - коефіцієнт використання освітлювальної установки;

n - число ламп.

Для визначення коефіцієнта j розраховують індекс приміщення:

$$i = a * b / H_c * (a + b) \quad (5.2)$$

де a , b - відповідно довжина і ширина приміщення, м;

H_c - висота розміщення світильника над освітлювальною поверхнею, приймаємо $= 4m$.

Мета розрахунків - визначити кількість ламп:

$$n = E * S * K * z / F * j \quad (5.3)$$

Розрахунок місцевого освітлення полягає у визначенні потужності чи світлового потоку ламп. Для місцевого освітлення звичайно використовують лампи розжарювання:

$$F = 1000 * h^2 * E / e \quad (5.4)$$

де h - відстань від лампи до освітлювальної поверхні, м;

E - нормативна освітленість, лк;

e - показник, який вибирається за графіком в залежності від h і відстані d від перпендикулярного променя на освітлювальну поверхню до освітлювальної точки (

Значення E знаходимо як різницю між загальним і комбінованим освітленням.

Розрахунок природнього освітлення полягає у визначенні площі світлових прорізів бокового освітлення:

$$S_o = S_n * I_n * K_z * j_o * K_{бд} / 100 * Q_o * r_1 \quad (5.5)$$

де S_n - площа підлоги приміщення, m^2 ;

I_n - нормативне значення коефіцієнта природньої освітленості;

K_z - коефіцієнт запасу ($K_z = 1.4 \dots 1.5$ менше значення для приміщень з меншою запиленістю);

j_o - світлова характеристика вікон;

$K_{бд}$ - коефіцієнт урахування затінення протистоячими будинками;

Q_o - загальний коефіцієнт світлопропускання, $Q_o = 0.63$;

r_1 - коефіцієнт урахування підвищення освітленості при боковому освітленні, $r_1 = 1.05 \dots 1.3$.

Коефіцієнт урахування затінення $K_{дб} = 1$.

Розрахунки виконуємо для всіх виробничих приміщень. Всі розрахунки приводимо у вигляді таблиці 5.12

Таблиця 5.1 – Результати розрахунків освітлення.

Зона, відділення, дільниця	Освітленість		Тип ламп		Кількість ламп		Нормован. значення ін, %	Площа світлових прорізів, m^2
	Комб.	Загал.	Комб.	Місц.	Комб	Місц		
Шиномонтажний пост	750	200	НГ150	НБ60	6	1	0,6	5,2
Канави для огляду	-	75	НГ150	НБ60	-	2	0,3	-

ВИСНОВКИ

У даній кваліфікаційній роботі виконано комплексний аналіз, проектування та наукове обґрунтування автотранспортного підприємства, спеціалізованого на технічному обслуговуванні та ремонті систем живлення Weber IAW і систем запалювання Digiplex автомобілів Fiat Tempra. Основна увага була зосереджена на вивченні особливостей електронного керування процесом згоряння, діагностиці високовольтних імпульсів та розробленні спеціалізованого стенда для дослідження функціонування системи запалювання.

У загально-технічному розділі зроблено огляд конструкції й принципів роботи систем Weber IAW та Digiplex, виконано порівняння з аналогами інших виробників і визначено типові несправності, що найчастіше зустрічаються в умовах експлуатації автомобілів в Тернопільській області. Встановлено, що стабільність роботи двигуна, економічність та рівень токсичності відпрацьованих газів суттєво залежать від коректної роботи систем живлення та запалювання, а їхня діагностика потребує спеціалізованих методів і обладнання.

У технологічному розділі проведено розрахунок виробничої програми СТО, визначено структуру обсягів робіт та необхідну чисельність персоналу. Розраховано площі виробничих, адміністративно-побутових, складських та допоміжних приміщень. Сформовано оптимальний набір технологічного обладнання та побудовано генеральний план підприємства з урахуванням сучасних вимог до ергономіки, безпеки та перспектив подальшого розвитку.

У конструкторському розділі розроблено спеціальний діагностичний стенд для дослідження високовольтної системи запалювання автомобіля Fiat Tempra. Проведено аналіз існуючих діагностичних засобів, визначено їхні обмеження та обґрунтовано потребу у власній конструкції. Розроблено схему стенда, виконано розрахунок параметрів високовольтного імпульсу, описано принцип роботи, конструкцію та компонування. Даний стенд дозволяє моделювати реальні умови запалювання, оцінювати напругу пробою, тривалість та енергію іскрового

розряду, що забезпечує точність діагностики та підвищує якість обслуговування автомобілів.

У науково-дослідному розділі проведено дослідження роботи високовольтної системи запуску двигуна та підтверджено ефективність запропонованого стенда. Встановлено, що застосування розробленого пристрою дозволяє своєчасно виявляти деградацію котушки запалювання, мікропробої ізоляції та нестабільність іскрового імпульсу, що значно підвищує надійність та ресурс двигуна.

Отримані результати свідчать про успішне виконання поставлених завдань. Запропоновані технологічні рішення, структура підприємства, підбір обладнання та розроблений діагностичний стенд можуть бути впроваджені в діяльність реальних станцій технічного обслуговування, що дозволить підвищити якість сервісу, зменшити кількість відмов і забезпечити ефективну експлуатацію автомобілів Fiat Tempra в умовах сучасного автопарку України.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Bosch. Системи упрскування бензину та керування двигуном. Технічний посібник. — Stuttgart: Robert Bosch GmbH, 2019. — 292 p.
2. Magneti Marelli. Weber IAW Engine Management Systems – Technical Manual. – Milano: Magneti Marelli S.p.A., 2018. – 184 p.
3. Magneti Marelli. Digiplex Electronic Ignition System – Service Guide. – Torino, 2017. – 96 p.
4. Абрамчук Ф.І., Гутаревич Ю.Ф., Долганов К.Є., Тимченко І.І. Автомобільні двигуни: підручник. – К.: Арістей, 2005. – 476 с.
5. Автомобілі. Теорія: навч. посіб. / В.П. Сахно, В.І. Сирота, В.М. Поляков, В. Г. Головань, О.В. Лисий; Військ. акад. - Одеса: Військ. акад., 2017. - 412 с.
6. Андрусенко С. І. Технологічне проектування автотранспортних підприємств: навч. посіб. / Андрусенко С. І., Білецький В. О., Бортницький П. І.; за ред. проф. С. І. Андрусенка. – К. : Каравела, 2009. – 368 с.
7. Канарчук В.Є. та ін. Організація виробничих процесів на транспорті в ринкових умовах - К.: Логос, 1996. - 348 с.
8. Канарчук В.Є. та ін. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. У 3-х кн. Кн.2. Організація, планування й управління: Підручник / В.Є. Канарчук, О.А. Лудченко, А.Д. Чигринець, - К.: Вища шк., 1994. – 383 с.
9. Кисляков В.Ф., Лущик В.В. Будова і експлуатація автомобілів: Підручник. – К.: Либідь. 2006. – 400 с.
10. Кіркач Н.Ф. Розрахунок і проектування деталей машин. – м. Харків, 1991р.-274с.
11. 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 .
12. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. – К.: Знання-Прес, 2003. – 511 с.

13. Мигаль, В. Д. Методи технічної діагностики автомобілів: навч. посібник / В.Д. Мигаль, В. П. Мигаль. - М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2014
14. О.Л. Ляшук, Ю.І. Пиндус, М.Г. Левкович, Гупка А.Б., Хорошун Р.В. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра за освітнім рівнем «бакалавр галузі знань 27 «Транспорт» спеціальність 274 «Автомобільний транспорт» – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2022. – 61 с.
15. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів / Уклад. Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Левкович М.Г., Гудь В.З., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. – Тернопіль: Видавництво ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 550 с.
16. Пилипець М. І. Правила заповнення основних форм технологічних документів : навч.-метод. посіб. / Уклад. Пилипець М. І., Ткаченко І. Г., Левкович М. Г., Васильків В. В., Радик Д. Л. Тернопіль : ТДТУ, 2009. 108
17. Практикум з охорони праці. Навчальний посібник / За ред.. В.Ц. Жидецького. – Львів: Афіша, 2000. – 352 с.
18. Сахно В. П., Григоращенко О. В., Вакуліч А. В. Автомобілі. Всеколісне керування. К.: Національний транспортний університет, 2013. 200 с.
19. Стручок В.С. Методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання «БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ» / Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., –156 с.
20. Техніко-економічне обґрунтування інженерних рішень на СТО та АТП : Навчальний посібник / Укладачі: Гевко І.Б., Ляшук О.Л., Луциків І.В., Плекан У.М., Клендій В.М. - Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 276 с.
21. Ткаченко І. Г., Левкович М. Г. Конспект лекцій з дисципліни «Надійність транспортних засобів». Тернопіль : ТНТУ, 2024. 118 с.
22. Форнальчик Є. Ю., Качмар Р. Я. Основи технічного сервісу транспортних засобів - Львівська політехніка 2017 – 324 с.

ДОДАТКИ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

2.1.1 Розрахунок річного обсягу робіт

Нобсл – кількість автомобілів, що комплексно обслуговуються протягом року;

L – середньорічний пробіг автомобіля, км;

q – середня питома трудомісткість технічного обслуговування та ремонту одного автомобіля, люд.-год;

N_{регіон} – кількість автомобілів, що експлуатуються в зоні обслуговування;

k=0,5 – коефіцієнт, який враховує частку власників, що користуються послугами СТО;

k_{пост}=1,05;

k_{клімат}=1,2 – поправка на кліматичні умови Тернопільщини.

2.1.3 Розрахунок чисельності персоналу

R_т – технологічно необхідна чисельність виробничих робітників, осіб;

W – річна трудомісткість робіт з ТО та ремонту, люд.-год;

F_т – річний технологічний (номінальний) фонд робочого часу одного робітника, год.

R_ш – штатна чисельність виробничих робітників, осіб;

F_ш – штатний (ефективний) фонд робочого часу одного робітника, год.

D_к – кількість календарних днів у році;

D_{вих} – кількість вихідних днів;

D_{св} – кількість святкових днів;

D_о – дні основної щорічної відпустки;

D_{доп} – дні додаткових відпусток;

D_{уч} – дні навчальної відпустки;

D_{лік} – дні непрацездатності (лікарняні);

D_{г.о.} – дні виконання державних та громадських обов'язків;

D_{п/св} – кількість передсвяткових днів;

t_{скор} – тривалість скорочення робочого дня у передсвяткові дні;

t_{зм} – тривалість робочої зміни, год.

2.1.4 Допоміжні робітники

T_п – річний обсяг постових робіт, люд.-год;

c – коефіцієнт нерівномірності завантаження постів;

F_п – річний фонд часу роботи поста, год;

R_{ср} – середня кількість робітників, що одночасно працюють на посту.

T_{см} – тривалість зміни, год;

S – кількість змін;

η=0,9 – коефіцієнт використання робочого часу поста.

2.3.1 Площа виробничого корпусу

$a_{\Gamma}=10 \text{ м}^2$ – площа, яку займає автомобіль у плані;

$n_{\Pi}=3$ – кількість постів;

$K_{\Pi}=7$ – коефіцієнт щільності розташування постів (одностороннє розміщення).

2.4 Генеральний план

$S_{\Pi c}$ – площа виробничо-складських приміщень;

$S_{a\delta}$ – площа адміністративно-побутових будівель;

$S_{o\pi}$ – площа відкритих майданчиків;

$K_3=0,20$ – щільність забудови території.

3.4 Розрахунок параметрів високовольтного імпульсу

d – зазор у мм.

L – індуктивність котушки (3,5–4,5 мГн),

I – струм у первинному колі (6–8 А).