

**ШИФР ЦІМЕРМАН**

**Розробка сканера системи запалення двигуна  
автомобіля**

## Зміст

Вступ.....	3
1.Елементи та особливості роботи системи запалення.....	5
2.Обґрунтування розробки приладу експрес діагностики	
2.1.Елементи системи запалення як об'єкт діагностики.....	10
2.2.Опис принципової електричної схеми.....	12
3.Висновки.....	16
4.Список використаної літератури.....	17
Анотація.....	18

## Вступ.

Одною з невід'ємних систем двигуна внутрішнього згорання який працює за циклом Отто (далі в двигунах) є система запалення під якою розуміють пристрій призначений для генерування енергії необхідної для запалення паливо-повітряної суміші в циліндрі двигуна.

Відомі різні принципи запалення паливо повітряної суміші:

- запалювання полум'ям яке подавалось в певний момент в циліндр двигуна;
- завдяки хімічній реакції окислення на поверхні каталізатора (каталітичне запалення);
- завдяки нагрітому тілу яке нагрівається або вводиться в певний момент;
- вприскуванням легкогорючих речовин в потрібний момент;
- за допомогою електричного розряду.

Серед перерахованих способів запалення з врахуванням надійності, зручності, ефективності та інших показників в даний час використовується іскровий спосіб запалення робочої суміші.

Відомі декілька систем електроіскрового запалення які різняться по способу генерування електричного розряду. Електрична дуга, іскровий пробій, коронний розряд, високочастотний розряд можуть бути використані для запалення робочої суміші.

Серед перерахованих способів генерування електричного розряду який в даний час використовується в двигунах є система з електроіскровим пробоєм паливо-повітряної суміші.

Відомі дві системи електроіскрового запалення «батарейна» та від магнето. В основі роботи батарейної системи запалення є процес накопичення енергії в індуктивності під час комутації її кола живлення. В системах з магнето використовується принцип динамомашини в поєднанні з комутацією її високовольтної обмотки.

Кожна з цих систем має свої переваги та недоліки, що обумовило її конкретне місце в застосуванні, але питання виявлення несправностей в кожній з цих систем залишається актуальним.

Система запалювання бензинових двигунів одна з найбільш відповідальних але в той же час вразливих систем в автомобілі. Це питання залишається актуальним тому, що на дорогах їздить велика розмаїтість автотранспорту як по року випуску так і по фірмі виробнику і найчастіше прилади перевірки стану системи для одних марок автомобілів зовсім не підходять для діагностики інших.

## **1.Елементи та особливості роботи системи запалення**

Система запалювання призначена для запалення робочої суміші в циліндрах бензинових двигунів і повинна виконувати наступні функції:

1. Забезпечення іскрового розряду в потрібному циліндрі ( який перебуває в такті стиску) відповідно до порядку роботи циліндрів для запалювання робочої суміші.

2. Забезпечення своєчасного моменту запалювання. Іскра повинна утворюватись в певний момент часу відповідно до оптимального (при поточних умовах роботи двигуна) кутом випередження запалювання, що залежить, насамперед, від обертів двигуна та навантаження на двигун.

3. Забезпечення достатньої енергії іскри. Кількість енергії, необхідної для надійного запалення робочої суміші, залежить від складу, тиску в циліндрі та температури робочої суміші.

4. Забезпечення безперервності іскроутворення. Загальною умовою для системи запалювання є її надійність.

Функціонально система запалювання розділена на низьковольтну та високовольтну частини, що дає змогу чіткіше розуміти функціонування кожного елемента системи при локалізації місця дефекту системи.

Низьковольтна частина включає первинну обмотку котушки запалювання й безпосередньо пов'язані з нею ланцюги переривника, комутатора й інших компонентів залежно від будови конкретної системи.

Високовольтна частина включає вторинну обмотку котушки запалювання, систему розподілу високовольтної енергії, високовольтні проводи, свічі.

Основними елементами системи запалення є:

1. Джерело живлення системи запалювання. Бортова мережа автомобіля та її джерела живлення (акумуляторна батарея (АКБ) і генератор).

2. Механічний переривник, пристрій керування системи накопиченням енергії

ланцюга котушки запалювання. Даний компонент потрібний для формування сигналу з метою комутації первинної обмотки котушки

запалювання. Конструктивно може бути контактним та безконтактним (індуктивним, оптоелектронним, електронним).

3. Комутатор пристрій який керує замиканням первинного ланцюга котушки запалювання на масу. Комутатор повинен забезпечити попередню зарядку котушки необхідною енергією. Тобто, з керуючого імпульсу датчика, комутатор повинен забезпечити необхідний час накопичення енергії в котушці запалення. Час заряду котушки має бути приблизно постійним (досягав максимум накопиченої енергії, але не допускався перезаряд котушки).

Конструктивно існує декілька модифікацій даної системи із застосуванням інших типів датчиків, із застосуванням декількох датчиків та ін.

4. Мікропроцесорний блок керування запалюванням (або блок керування двигуном з підсистемою керування запалюванням) з датчиками та комутатором. Системи запалювання в яких застосовується такий варіант керування запалюванням мають загальну назву мікропроцесорні системи запалювання В таких системах блок керування одержує інформацію про роботу двигуна (оберти, положення колінчатого вала, положення розподільного вала, навантаження на двигун, температура охолодної рідини та ін.) від датчиків і за результатами алгоритмічної обробки цих даних управляють комутатором, що в подальшому управляє накопиченням енергії. Регулювання випередження запалювання реалізовані програмно в блоці керування.

На сучасних автомобілях блок керування системою запалювання об'єднаний із блоком керування впорскуванням палива.

5. Накопичувач енергії в системах запалювання діляться на дві групи:

- з накопиченням енергії в індуктивності - котушка або котушки запалювання;

- з накопиченням енергії в ємності конденсатора.

6. Система розподілу запалювання .

На автомобілях застосовуються два типи систем розподілу - системи з механічним розподільником і системи статичного розподілу.

В системах з механічним розподільником запалювання трамблер (англ. distributor) розподіляє високу напругу по свічах циліндрів двигуна. На контактних системах запалювання трамблер, як правило, об'єднаний з переривником, на безконтактних з датчиком імпульсів, на більше сучасні або відсутній, або об'єднаний з котушкою запалювання, комутатором і датчиками розташованими на двигуні. В процесі розробки нових систем запалювання одним з головних завдань було відмовитися від усіх найбільш ненадійних компонентів системи (контактного переривника та розподільника), що привело до створення так званих систем запалювання зі статичним розподілом енергії або статичних систем запалювання (статичним - тому що в цих системах відсутні рухомі частини, наявні в розподільнику). Тому що розподільник у цих системах відсутній, ці системи також мають загальне позначення DLI (DistributorLess Ignition), DIS (DistributorLess Ignition System) ("система без розподільника"), DI (Direct Ignition), DIS ("система прямого запалювання", "безпосереднє запалювання").

Із впровадженням цих систем довелося вносити істотні зміни в конструкцію котушки запалювання (використати двох- і чотирьохвиводні котушки) і/або використати системи з декількома котушками запалювання. Всі системи запалювання без розподільника діляться на два блоки – системи незалежного запалювання з індивідуальними котушками запалювання на кожний циліндр двигуна (EFS і COP системи) і системи синхронного запалювання, де одна котушка обслуговує, як правило, два циліндри (DFS-системи).

Крім відсутності в системі механічних частин, що рухаються, додатковою перевагою є те, що при виході й будуючи котушки перестане працювати тільки один циліндр, а система в цілому збереже працездатність.

Як уже говорилося при розгляді мікропроцесорних систем керування запалюванням, комутатор у таких системах може являти собою один блок для всіх котушок запалювання, окремі блоки (кілька комутаторів) для кожної котушки запалювання, а, крім того, він може бути як інтегрований з

електронним блоком керування, так і може встановлюватися окремо. Котушки запалювання також можуть стояти як окремо, так і єдиним блоком (але в кожному разі вони стоять окремо від ЕБК), або можуть бути об'єднані з комутаторами.

Однієї з найбільш популярних різновидів EFS-систем є так звана COP система (Coil on Plug - "котушка на свічі") – у цій системі котушка запалювання ставиться прямо на свічу. Таким чином, стало можливим повністю позбутися ще від одного не цілком надійного компонента системи запалювання - від високовольтних проводів.

В системі статичного синхронного запалювання із двовиводними котушками запалювання (одна котушка на дві свічі) - DFS (нім. Doppel Funken Spule) одна котушка забезпечує високовольтний розряд на двох свічах одночасно. При цьому в одному із циліндрів, що перебуває в такті стиску, котушка дає "робочу іскру", а в сполученому з ним, що перебуває в такті випуску дає "холосту іскру". Таким чином в одній зі свічок запалювання іскра проходить від центрального електрода до бічного електрода, а в іншій свічі іскра проходить від бічного до центрального електрода.

Напруга, необхідна для утворення іскри, визначається іскровим проміжком і тиском стиску. Якщо іскровий проміжок між свічами обох циліндрів дорівнює, для розряду необхідна напруга, пропорційна тиску в циліндрі. високовольтна напруга розділяється відповідно до відносного тиску циліндрів. Циліндр на циклі стиску вимагає й використовує більшу енергію розряду чим на ходу випуску. Це відбувається тому, що циліндр на ходу випуску перебуває приблизно під атмосферним тиском, тому витрата енергії набагато нижче.

7. Високовольтні проводи з'єднують накопичувач енергії с розподільником або свічами й розподільник зі свічами. У системах запалювання (COP) відсутні.

8 Свічі запалювання необхідні для утворення іскрового розряду й запалювання робочої суміші в камері згоряння двигуна. Свічі встановлюються в головці циліндра. Коли імпульс струму високої напруги попадає на свічу



запалювання, між її електродами проскакує іскра - саме вона запалює робочу суміш.

Як правило, встановлюється по одній свічі на циліндр. Однак, бувають і більше складні системи із двома свічами на циліндр, причому не завжди свічі спрацьовують одночасно (наприклад, на новітньому Honda Civic Hybrid використовується система DSI - Dual Sequential Ignition - при малих обертах дві свічі одного циліндра спрацьовують послідовно - спочатку та з них, що ближче до впускного клапана, а потім друга - щоб паливоповітряна суміш згоряла швидше й повніше). Окрім звичайних одноелектродних зараз існують двох-, трьох-, або навіть чотирьох електродні свічки, окрім того є плазмові свічки та ін..

З огляду на всі можливі модифікації й комбінації наведених вище елементів, на автомобілях використовуються не менш 15-20 різновидів систем запалювання. Всі вони докладно розглянуті в спеціалізованій літературі й інформаційних базах по конкретних марках і моделям автомобілів.

## **2.Обґрунтування розробки приладу експрес діагностики**

### **2.1.Елементи системи запалення як об'єкт діагностики**

Переважаючою причиною неможливості запуску двигуна є проблеми з її системою запалювання. Для того, щоб виявити та усунути проблему, необхідно виконати діагностику системи запалювання. Однак зробити це нелегко, оскільки, по-перше, велика кількість діагностованих вузлів (проблеми можуть бути в свічках, різних датчиках, трамблері та інших елементах), а по-друге, для цього потрібно користуватися додатковим обладнанням (омметром, сканером та ін.).

Часто причинами несправностей в системі є проблеми зі свічками запалювання. Найбільш імовірною причиною передчасної відмови свічок є забруднення їх робочих елементів продуктами неповного згоряння або збільшення іскрового зазору через ерозію електродів. При невідповідності свічок до умов роботи та способу їх монтажу можливі пошкодження ізоляції, що призводить до пробію свічки на корпус. Поверхневий пробій можливий також при забрудненні керамічного ізолятора. При всіх перерахованих дефектах утворюються умови до «закорочування» свічки на корпус в результаті чого вся енергія котушки запалення розсіюється в інших елементах ситеми.

На одному рівні по ймовірності відмов стоять високовольтні дроти. Внаслідок руйнування їх ізоляції іскра пробиває на корпус та виникають проблеми в роботі двигуна. Також можливе пошкодження струмопровідної частини та порушення її контакту в з'єднувальних наконечниках.

Котушка запалювання при відповідному виконанні та коректній експлуатації є надійним елементом системи та рідко виходить з ладу. Конструктивно котушки бувають різними. На старих машинах використовувалися котушки з однією обмоткою, на більш сучасних використовують здвоєні або монолітні модулі, що містять високовольтні дроти і наконечники. В даний час найчастіше встановлюють котушки для кожного

циліндра. Вони монтуються безпосередньо на свічки, їх конструкція не передбачає використання високовольтних проводів і наконечників.

На старих автомобілях, де КЗ встановлювалася в єдиному екземплярі, її вихід з ладу (обрив обмотки або коротке замикання в ній) автоматично призводив до того, що машина просто не заводилася. На сучасних автомобілях у разі виникнення проблем на одній з котушок двигун починає «троїти».

Розподільник та трамблер є також малонадійним елементом системи запалювання. Велика кількість рухомих елементів в поєднанні з електричними компонентами призводить до значної кількості відмов під час експлуатації. Проблемним місцем є кришка трамблера, а також її контактна частина. Часто на ній виникають тріщини, пошкодження та утворення вугільних доріжок. Причинами пропуску запалювання можуть бути несправності в роботі датчиків положення колінчастого і розподільного валів.

Модуль запалювання як правило виконується у вигляді мало обслуговуваного електронного блоку та при належному виконанні ймовірність його відмови низька.

В даний час всі сучасні автомобілі обладнані електронним блоком управління (ЕБУ). Він автоматично підбирає оптимальні робочі параметри двигуна на підставі сигналів від датчиків інформації. З його допомогою можна діагностувати поломки в різних автомобільних системах, в тому числі в системі запалювання. Для діагностики необхідно підключити спеціальний сканер, який у разі виникнення помилки покаже вам її код. Найчастіше помилка в роботі системи може виникнути із-за поломки одного з електронних датчиків, що дають інформацію для ЕБУ.

## 2.2.Опис принципової електричної схеми

Оскільки під час роботи високовольтної частини системи запалювання навколо її елементів утворюється доволі інтенсивне електричне поле, це дає змогу використовувати безконтактний метод відбору інформаційного сигналу за допомогою ємнісного давача який можна розміщувати в будь якій точці елемента який діагностується.

Конструктивно давач виконаний у вигляді діелектричного затискача (прищепки) до затискної поверхні якого прикріплена ємнісна пластинка. Давач з платою з'єднаний за допомогою високочастотного коаксіального кабелю типу РК. Вхідна частина схеми Рис.1. має гальванічно розв'язану ємнісно резистивну частину виконану на елементах C1,R1 та R2, що дає змогу захистити електронні компоненти плати при некоректному встановленні давача приладу.

На елементах триггера DD1 та елементах його «обв'язки» C2, R3, C3, R4 виконаний формувач імпульсів. При надходженні на синхронізуючий вхід С послідовності імпульсів з ємнісного давача X1, напрямому виході Q триггера формується інформаційний сигнал який через транзистор VT1 подається на світлодіодний індикатор. Чутливість спрацювання елементів триггера задається елементами R3 та R4. В результаті при роботі двигуна на світлодіодному індикаторі VD1 візуально можна спостерігати послідовність імпульсів, за наявністю та періодичністю яких можна оцінити справність контрольованої ділянки системи запалення.

Відсутність або неперіодичність імпульсів свідчить про дефект або некоректну роботу елементів в контрольованій ділянці кола системи запалювання. Відсутність свічення світлодіодного індикатора вказує на «закорочення» елементів системи запалення вище місця розташування давача. Таким чином встановлюючи давач в різних місцях високовольтного кола системи запалювання можна виявити дефектний елемент або місце.

Неперіодичність спалахування світлодіодного індикатора може виявити також некоректну роботу елементів низьковольтної ланки системи запалювання. При набутих навиках роботи з приладом можна за досить короткий час без втручання в систему запалювання двигуна виявити проблемний елемент та усунути несправність.

За допомогою додаткового світлодіодного індикатора VD2 з пороговим елементом VD3 можна визначити також наявність напруги та її достатній рівень на контрольованих елементах автомобіля.

Простота схемної реалізації в поєднанні з масогабаритними та функціональними можливостями дає змогу ефективного його використання в повсякденній практиці навіть некваліфікованому персоналу.

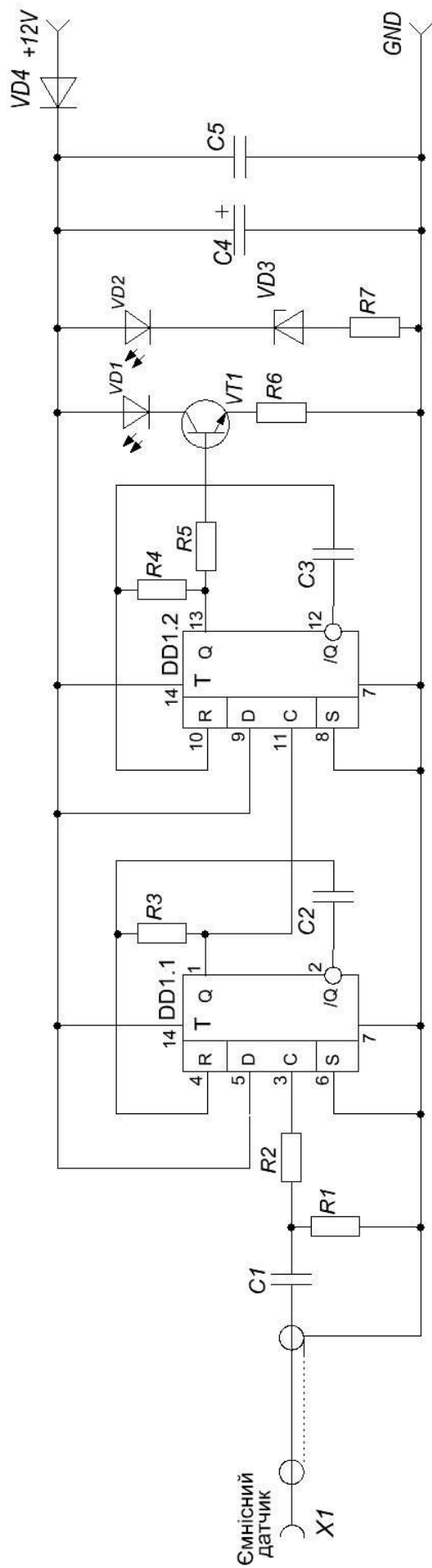


Рис.1. Принципова електрична схема автосканера.

Перелік елементів принципової електричної схеми.

Поз.	Найменування	Кіл.	Примітка
	<u>Конденсатори</u>		
C1	68 pF×1600V K73-2	1	
C2,C3,C5	6800 pF×160V KM4	3	
C4	1000мкф×50В K50-16	1	
	<u>Резистори</u>		
R1,R6,R7	4,7кОм МЛТ-0,25-5%	3	
R2	10кОм МЛТ-0,25-5%	1	
R3	330кОм МЛТ-0,25-5%		
R4	47кОм МЛТ-0,25-5%		
R5	20кОм МЛТ-0,25-5%		
	<u>Напівпровідникові елементи</u>		
	<u>Діоди</u>		
VD1,VD2	АЛ102 (червоне свічення)	2	
VD3	Д814А	1	
VD4	КД213А	1	
	<u>Транзистори</u>		
VT1	КТ315Г	1	
	<u>Інтегральні мікросхеми</u>		
DD1	<u>К561ТМ2</u>	1	
	<u>Провідники</u>		
	Коаксіальний кабель		
X1	PK-50-2	0,7м.	Можливе використання інакших екранованих провідників

### **3.Висновки**

Несправності в системі запалювання автомобіля часом можуть обернутися великими проблемами в самий невідповідний момент. Складність та елементна насиченість сучасних систем запалювання двигунів внутрішнього запалення відлякує більшість, навіть підготовлених водіїв, від проведення будь яких дій по усуненню виниклих неполадок. Однак рішення великої кількості таких проблем лежить на поверхні та прикладання незначних зусиль в потрібному напрямку призводить до їх вирішення. Запропонований сканер може значно полегшити пошук несправностей в системі запалювання двигуна в будь якій дорожній ситуації, а простота та незначні габарити можуть забезпечити його повсякденне використання навіть пересічними автовласниками.



#### 4.Список використаної літератури

1. В.Е.Канарчук, А.А.Лудченко, И.П.Курников, И.А.Пайк Технічне обслуговування, ремонт та зберігання автотранспортних засобів. Т.1. Київ /Вища школа/1996.456с.
2. Л.В.Мирошников, А.П.Болдин, В.И.Палт Диагностирование технического состояния автомобилей на автотранспортных предприятиях. «Транспорт»/ Моск- ва, 1977.-8 пр
3. О.Ф.Дашенко, В.Г.Максимов, О.Д.Ніцевич, за ред.. М.Б.Копитчука Загальні принципи діагностування електронних систем керування автомобіля. Навч. Посібник Наука і техніка, 2012р-392с.
4. Г.О.Оборонський, В.Г.Максимов, О.Д.Ніцевич, О.Ф.Дашенко, Діагностування електронних систем автомобіля(базовий прилад тестер KTS-570) Методичний посібник Наука і техніка, 2012р-186с.
5. Г.О.Оборонський, В.Г.Максимов, О.Д.Ніцевич за ред.. М.Б.Копитчука Загальні принципи діагностування систем автомобіля в умовах станції технічного обслуговування (базовий прилад тестер FSF-740) Методичний посібник Наука і техніка, 2012р-188с.
6. С.С.Мазепа А.С.Куцик Електрообладнання автомобіля Навчальний посібник. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2004. 168 с
7. <http://avto-elektronika.ru> (статті по електронних системах автомобіля)
8. <http://autocry.narod.ru> (статті по автомобілях ВАЗ).
9. <http://smanuals.ru> (інструкції з ремонту електронної апаратури).
- 10.[http://mondeoclub.ru/remont/ystr\\_akpp.htm](http://mondeoclub.ru/remont/ystr_akpp.htm) (будова та порядок роботи автоматичної трансмісії – електронна книга).
11. <http://rb-kwin.bosch.com> (автомобільні технології фірми Bosch).

## Анотація

Серед всіх відмов в роботі двигуна, найбільша їх частка припадає на систему запалення. Разом з тим, найбільше відмов в системі запалення припадає на її високовольтну частину, тому використання в повсякденній практиці простих та ефективних сканерів для виявлення дефектних ланок в системі запалення є актуальним питанням.

Мета роботи створення простого по конструкції та зручного для використання пересічними користувачами (водіями) сканера системи запалювання двигуна з можливістю діагностування типових неполадок (неробоча свічка, пробій високовольтного провідника, пошкодження кришки розподільника та його бігунка, відсутність високої напруги на котушці запалювання, періодичність імпульсів, давача комутатора). Сканер також можна використовувати в якості «контрольки» для визначення наявності напруги в контрольній точці, а також мінімально необхідного (12V) її значення.

Для створення сканера проаналізовано функціонування різних систем запалювання та їхніх елементів, з врахуванням особливостей їх роботи, а також поелементну статистику відмов кожного з елементів.

Сканер може стати невід'ємним елементом ремкомплекту кожного автомобіля, враховуючи простоту використання та невисоку вартість виготовлення.