

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АВТОМОБІЛІВ І ТРАКТОРІВ**

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: **“Удосконалення портативних пристроїв для діагностування системи запалювання двигунів в умовах СТО”**

Виконав: студент групи Ат-42сп
Спеціальності 274 „Автомобільний транспорт”

(шифр і назва)

Іван ГИМОН

(ім'я та прізвище)

Керівник: Ростислав ПАСЛАВСЬКИЙ

(ім'я та прізвище)

Дубляни 2024

УДК 631.358.1: 78

Гимон І. І. Удосконалення портативних пристроїв для діагностування системи запалювання двигунів в умовах СТО : кваліфікаційна робота. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2024. 63 с.

Табл. 8; бібліогр. джерел 13.

У кваліфікаційній роботі запропоновано портативний комплект засобів для діагностики і регулювання двигуна легкового автомобіля. Комплект включає в свій склад: мультиметр та приставку до нього, яка розширює сферу застосування, світлодіодний стробоскоп та високовольтний регульований розрядник.

За допомогою даного комплекту можливо діагностувати велику кількість електроустаткування автомобіля, здійснювати регулювання холостого ходу та оцінювати стан двигуна в цілому.

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП	5
1. ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМИ ЗАПАЛЮВАННЯ	7
1.1. Принцип роботи класичних систем запалювання	7
1.2. Регулювання кута випередження запалювання	11
2. РОЗРОБКА СВІТЛОДІОДНОГО СТРОБОСКОПА.....	16
2.1. Загальні положення.....	16
2.2. Аналіз існуючих конструкцій стробоскопів	18
2.3. Порядок роботи із стробоскопом	22
2.3.1. Підготовка до роботи.....	22
2.3.2. Підготовка автомобіля до перевірки.....	24
2.3.3. Порядок роботи під час регулювання кута випередження запалювання	25
3. МАЛОГАБАРИТНІ МУЛЬТИМЕТРИ	26
4. ПРИСТАВКА ДО ЦИФРОВОГО МУЛЬТИМЕТРА	39
4.1. Розробка високовольтного регульованого розрядника.....	42
4.2. Порядок застосування	45
5. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	47
5.1. Заходи безпеки і вимоги до розробки елементів комплекту засобів контролю	47
5.2. Аналіз негативних чинників праці під час діагностування і технічного обслуговування автомобіля	55
6. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА КОНСТРУКТИВНОЇ РОЗРОБКИ.....	57
6.1. Розрахунок витрат на виготовлення і збирання портативного комплекту засобів контролю для діагностики легкових автомобілів.....	57
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ	62
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК.....	63

ВСТУП

Щорічно розширяється використання електронних приладів та систем в автомобілях. Зараз практично будь-яка система електрообладнання включає елементи електроніки з комплектуючими, як вітчизняного, так і закордонного виробництва. Це пов'язано із безпекою руху, зменшенням забруднення повітря відпрацьованими газами, покращенням ходових якостей автомобіля, його надійності, покращення умов роботи водія, зниження трудоемності технічного обслуговування та ремонту.

Використання таких пристроїв дозволяє суттєво підвищити експлуатаційні властивості автомобіля.

Електрообладнання сучасного автомобіля є складною системою, що включає понад 100 виробів. Його вартість приблизно становить 1/3 вартості автомобіля.

Упровадження електронних пристроїв також пов'язане з рішенням проблеми створення спеціальної елементної бази, оскільки умови роботи виробів електроустаткування автомобіля досить специфічні. Це широкий діапазон зміни температур (від -50° до $+150^{\circ}$ C), вібрації, схильність піддаватися агресивній дії навколишнього середовища тощо.

Ускладнення електрообладнання має й негативну частину, пов'язану зі збільшенням кількості відмов, іноді через неякісне складання, або порушення правил експлуатації. За статистикою понад 30% несправностей в автомобілі припадає на електрообладнання.

Надійна робота автомобіля суттєво залежить від справної роботи електрообладнання. Своєчасна і якісна перевірка та регулювання складових електрообладнання знижує простої та збільшує термін їх служби.

Найважливіші показники, що характеризують нормальну роботу двигуна й автомобіля в цілому (економічність, динамічність, токсичність відпрацьованих газів, довговічність двигуна), суттєво залежать від правильного регулювання двигуна, зокрема систем запалювання, електропостачання, пуску та живлення.

Для визначення причин несправності автомобіля проводять діагностику.

Контрольно-діагностичне обладнання, яке використовується при діагностиці, дозволяє знаходити приховані несправності автомобілів з кількісною оцінкою їх параметрів. При цьому немає необхідності в розбиранні складових.

Завдання діагностики в сучасних мовах розв'язується за допомогою спеціальних приладів та пристроїв, починаючи від дорогих діагностичних комплектів і систем та завершуючи портативними спеціалізованими модулями й пристроями.

Останні з них звичайно є не дуже дорогими та спеціалізованими, що не дозволяє їх використовувати для пошуку різних несправностей. Складне ж багатофункціональне устаткування досить вартісне, і володіє різними функціями, які часто можуть просто не використовуватися.

1. ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМИ ЗАПАЛЮВАННЯ

1.1. Принцип роботи класичних систем запалювання

Класична система батарейного запалювання з однією котушкою і багатоіскровим механічним розподільником дотепер широко використовується у сучасних автомобілях. Основним цієї системи є її простота, забезпечувана подвійною функцією механізму розподільника: переривання ланцюга постійного струму для генерації високої напруги і синхронний розподіл високої напруги по циліндрах двигуна.

Принципова схема класичної системи запалювання складається з наступних елементів (рис. 1.1):

- джерела струму — акумуляторної батареї 7;
- котушки запалювання (індукційної котушки) 5, яка перетворює струми низької напруги в струми високої напруги. Між первинною і вторинною обмотками існує автотрансформаторний зв'язок;
- переривника 17, що містить важіль 6 з молоточком 7 з текстоліту, що обертається навколо осі, контакти переривника 8, кулачок, число граней якого дорівнює числу циліндрів. Нерухомий контакт переривника приєднаний до "маси"; рухомий контакт закріплений на кінці важеля. Якщо молоточок не торкається кулачка, контакти замкнуті під дією пружини. Коли молоточок знаходить на грань кулачка, контакти розмикаються. Переривник керує розмиканням і замиканням контактів і моментом подачі іскри;
- конденсатора первинного ланцюга 18 (C1), підключеного паралельно до контактів 8, який є складовим елементом коливального контуру в первинному ланцюзі після розмикання контактів;
- розподільника 14, який включає бігунок 12, кришку 10, на якій розташовані нерухомі бічні електроди 77 (кількість яких дорівнює кількості циліндрів двигуна) і нерухомий центральний електрод, який підключається через високовольтний дріт до котушки 4 запалювання. Бічні електроди через високовольтні дроти з'єднуються з відповідними свічками запалювання.

Висока напруга до бігунка 12 подається через центральний електрод за допомогою ковзаючого вугільного контакту. На бігунку є електрод 13, який відокремлений повітряним зазором від бічних електродів 11. Бігунок 12 розподільника і кулачок 16 переривника знаходяться на одному валі, який обертається зубчатою передачею від розподільного валу двигуна з частотою, удвічі меншою від частоти обертання колінчастого валу. Переривник і розподільник розташовані в одному апараті, званому розподільником запалювання;

- свічок запалювання 15, кількість яких дорівнює кількості циліндрів двигуна;

- вимикача запалювання 2;

- додаткового резистора 3 (R-дод), який зменшує теплові втрати в котушці запалювання, дає можливість підсилити запалювання. (При запуску двигуна $R_{дог}$ шунтується вимикачем 4 одночасно з вмиканням стартера.) Додатковий резистор виготовляють з ніхрому і намотують на керамічний ізолятор.

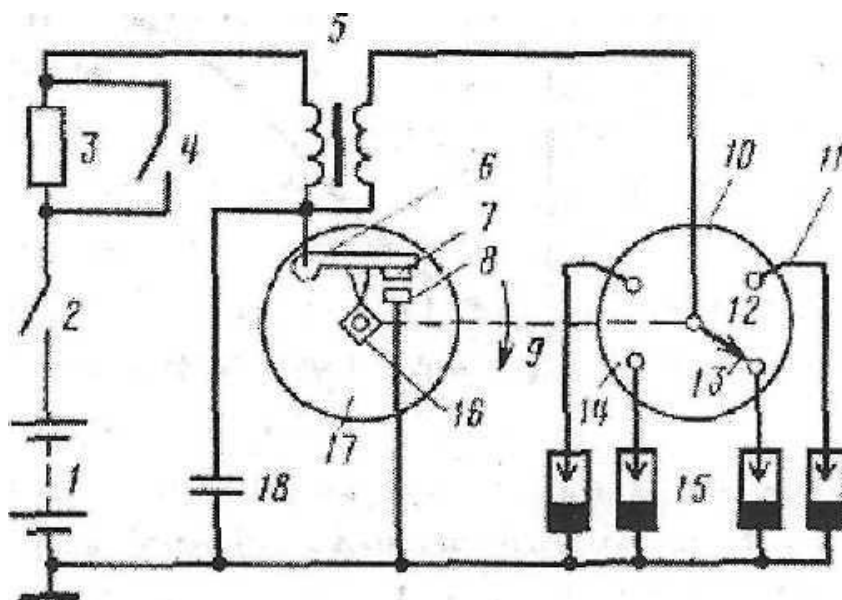


Рисунок 1.1. Принципова схема класичної системи запалювання

Принцип роботи класичної системи батарейного запалювання полягає в наступному. При обертанні кулачка 16 контакти 8 поперемінно замикаються і

розмикаються. Після замикання контактів (у разі замкнутого вимикача 2) через первинну обмотку котушки запалювання 5 протікає струм, наростаючи від нуля до певного значення за даний час замкнутого стану контактів. При малих частотах обертання валу 9 розподільника 14 струм може наростати до сталого значення, визначеного напругою акумуляторної батареї і омичним опором первинного ланцюга (сталий струм). Протікання первинного струму викликає утворення магнітного потоку, зчепленого з витками первинної і вторинної обмоток, і накопичення електромагнітної енергії.

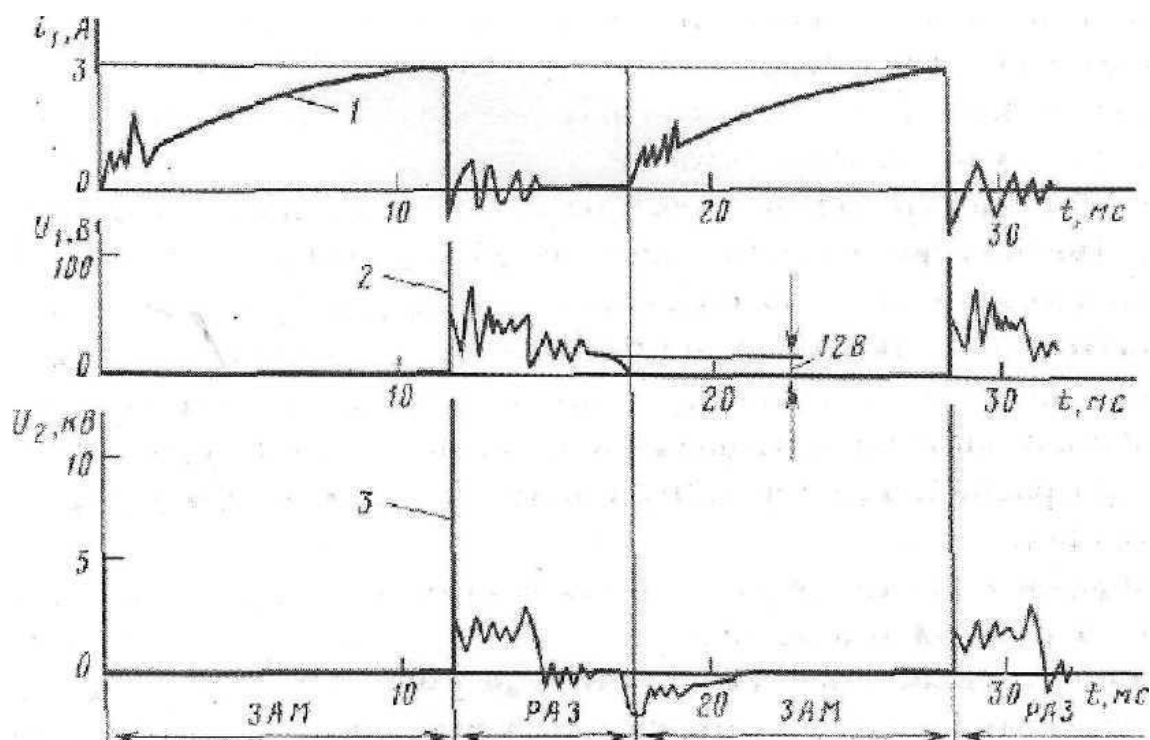
Після розмикання контактів переривника, як в первинній, так і у вторинній обмотці індукується електрорушійна сила самоіндукції. Згідно закону індукції вторинна напруга тим більша, чим швидше зникає магнітний потік, створений струмом первинної обмотки, більшим є первинний струм у момент розриву і більше число витків у вторинній обмотці. В результаті перехідного процесу у вторинній обмотці виникає висока напруга, що досягає 15...20 кВ. У первинній обмотці також індукується електрорушійна сила самоіндукції самоіндукції, яка сягає 200...400 В, направлена в ту саму сторону, що і первинний струм, і намагається затримати його зникнення. За відсутності конденсатора 18 електрорушійна сила самоіндукції сприяє виникненню між контактами переривника під час їх розмикання сильної іскри, або, точніше, дуги. За наявності конденсатора 18 електрорушійна сила самоіндукції створює струм, що заряджає конденсатор. Далі конденсатор розряджається через первинну обмотку котушки і акумуляторну батарею. Таким чином, конденсатор 18 практично усуває дугоутворення в переривнику, забезпечуючи довговічність контактів та індукцію у вторинній обмотці достатньо високої електрорушійна сили.

Вторинна напруга підводиться до бігунка розподільника, а потім через електроди в кришці і високовольтні дроти поступає до свічок відповідних циліндрів. На рис. 1.2 приведені характеристики електричних сигналів в первинному і вторинному ланцюгах системи запалювання.

Класична система запалювання має деякі переваги, до яких слід віднести:

- простоту конструкції і невисоку вартість апаратів запалювання;
- можливість регулювання кута випередження запалювання в широких межах без зміни вторинної напруги.

Одночасно, класична система запалювання має певні принципові недоліки, пов'язані з роботою механічного переривника і механічних автоматів випередження.



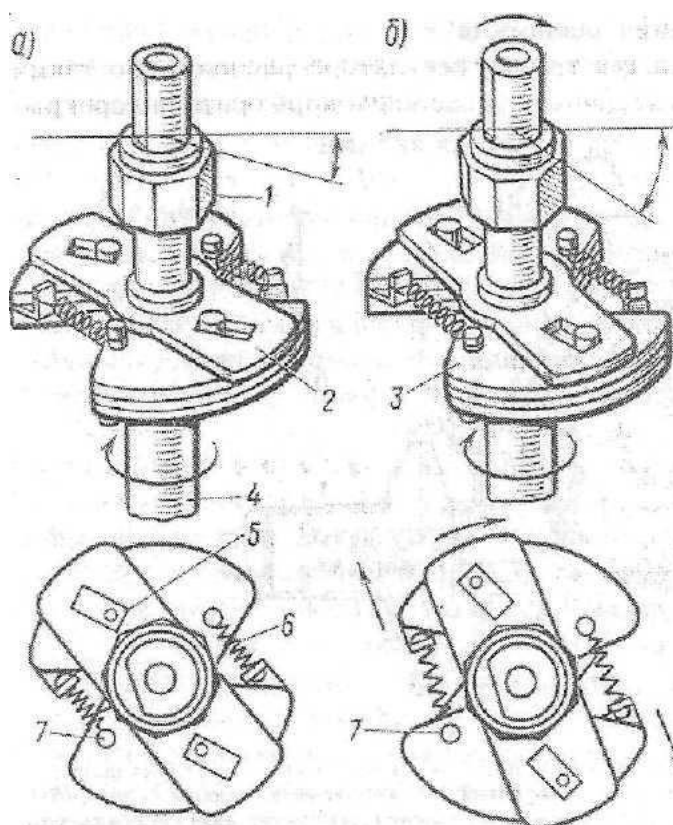
1 – первинний струм; 2 – імпульс первинної напруги; 3 – імпульс вторинної напруги; ЗАМ – контакти замкнуті; РОЗ — контакти розімкнені.

Рисунок. 1.2. Характеристики електричних сигналів в первинному і вторинному ланцюгах системи запалювання

1.2. Регулювання кута випередження запалювання

Для регулювання кута випередження запалювання відповідно до режимів роботи двигуна за різних експлуатаційних умов класична система запалювання забезпечується автоматичними і ручними регуляторами. Автоматичне регулювання кута випередження запалювання залежно від частоти обертання колінчастого валу забезпечується відцентровим регулятором, а залежно від навантаження — вакуумним регулятором.

Відцентровий регулятор випередження запалювання (рис. 1.3). На провідному валу 4 закріплена пластина з осями 7 для установки тягарців 3. Тягарці можуть провертатися навколо осей 7 і зв'язані між собою пружинами 6. На кожному тягарці є штифт 5, що входить в прорізи пластини 2, закріпленої на втулці кулачка 1. Привід кулачка здійснюється від валу через тягарці.



а – положення тягарців на холостому ході двигуна; б – положення тягарців за максимальної частоти обертання валу двигуна

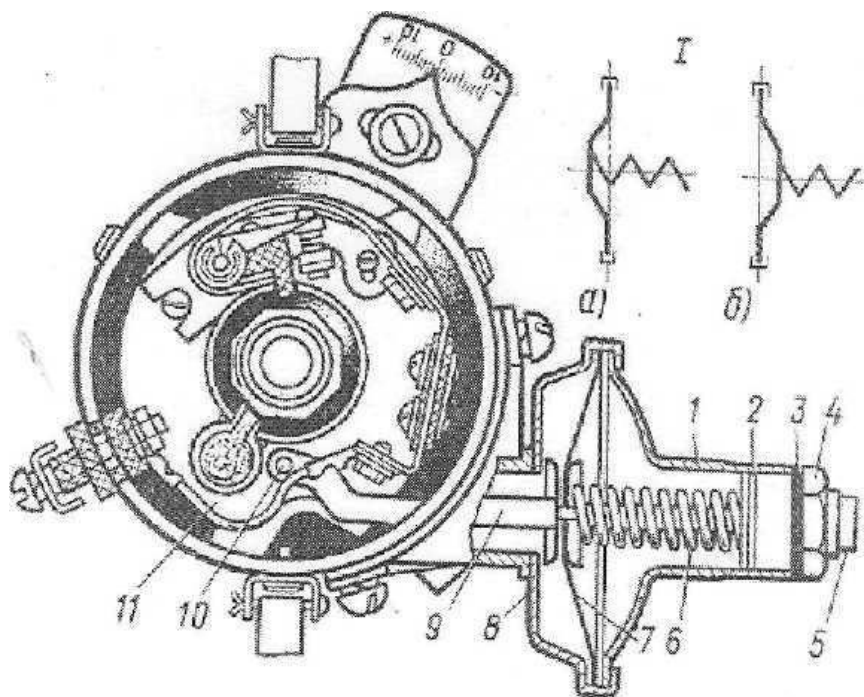
Рисунок 1.3. Відцентровий регулятор

Із збільшенням частоти обертання, починаючи з деякого її значення, тягарці під дією відцентрової сили розходяться. При цьому штифти, рухаючись в прорізах пластини, повертають її та пов'язаний з нею кулачок у бік обертання провідного валу. Внаслідок цього контакти розмикаються раніше. При зменшенні частоти обертання тягарці за допомогою поворотних пружин повертаються в початкове положення. Пружини мають різну жорсткість, що дозволяє одержати необхідний закон зміни кута випередження запалювання при зміні частоти обертання двигуна.

Вакуумний автомат випередження запалювання регулює момент запалювання при зміні кута відкриття дросельної заслінки, тобто при зміні навантаження двигуна. При малих навантаженнях двигуна зменшується наповнення циліндрів робочою сумішшю і, отже, тиск у момент запалювання. Одночасно збільшується забруднення суміші залишковими газами, що призводить до зменшення швидкості згорання, а це вимагає збільшення кута випередження запалювання. Із збільшенням навантаження відсоток залишкових газів зменшується. Коефіцієнт надлишку повітря знаходиться в межах 0,8 - 0,9. Така суміш має найбільшу швидкість згорання, тому кут випередження запалювання повинен бути мінімальним.

Пристрій вакуумного автомата показаний на рис. 1.4. Порожнина вакуумного регулятора, в якій розміщена пружина 6, з'єднується трубкою 5 з камерою змішувача карбюратора над дросельною заслінкою. Порожнина регулятора з лівого боку діафрагми сполучається з атмосферою. До діафрагми 7 прикріплена тяга 9. Вона зв'язана шарніром з рухомою пластиною 11, на якій встановлений переривник. При зменшенні навантаження двигуна дросельна заслінка прикривається і розрідження в місці під'єднання вакуумного регулятора, а отже, і в порожнині правої сторони діафрагми збільшується. Під дією різниці тиску діафрагма, долаючи зусилля пружини, переміщається і тягою повертає рухому пластину разом з переривником назустріч напряду обертання кулачка. Кут випередження запалювання збільшується.

Із збільшенням навантаження двигуна дросельна заслінка відкривається, розрідження в порожнині регулятора зменшується і пружина переміщає вліво діафрагму і пов'язану з нею тягу. Тяга повертає рухому пластину і переривник у напрямі обертання кулачка, зменшуючи таким чином кут випередження запалювання.



1 — кришка корпусу; 2 і 3 — відповідно регулювальна і ущільнювальна прокладки; 4 — штуцер трубки; 5 — трубка; 6 — пружина; 7 — діафрагма; 8 — корпус регулятора; 9 — тяга; 10 — вісь тяги; 11 — рухома пластинка переривника; 1 — положення діафрагми вакуумного регулятора при більшому (а) і меншому (б) навантаженнях на двигун

Рисунок 1.4. Вакуумний регулятор

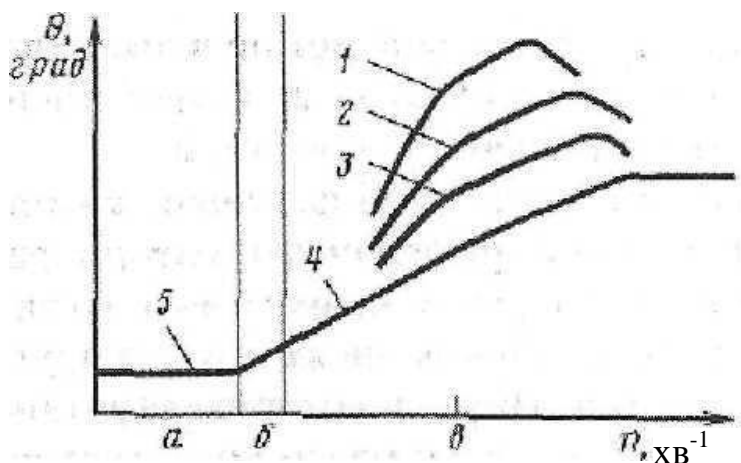
Отвір для під'єднання трубки регулятора розташований таким чином, що при холостому ході двигуна заслінка карбюратора перекриває отвір, і він опиняється на стороні дифузора карбюратора. Розрідження в порожнині регулятора невелике, і регулятор випередження не працює.

Октан-коректор. Для установки початкового кута випередження або для коректування кута випередження запалювання залежно від октанового

числа палива корпус більшості розподільників робиться рухомим і забезпечується настановним гвинтом і шкалою з розподілами. Залежно від октанового числа бензину корпус розподільника закріплюють в потрібному положенні. Цей пристрій називають октан-коректором.

Три описані пристрої регулюють кут випередження запалювання незалежно: відцентровий регулятор повертає кулачок переривника, вакуумний регулятор (автомат) — пластину переривника, октан-коректор — корпус розподільника.

Реальний кут випередження запалювання складається з кута початкової установки і кутів, автоматично встановлюваних відцентровим і вакуумним регуляторами. На рис. 1.5 представлена залежність кута випередження запалювання від частоти обертання колінчастого валу і навантаження двигуна.



а – область пуску; б – область холостого ходу; в – робоча область; 1 – 1/4 навантаження; 2 – 1/2 навантаження; 3 – 3/4 навантаження; 4 – повне навантаження (вакуумний автомат вимкнений); 5 – регульований кут

Рисунок 1.5. Характеристика зміни моменту запалювання зі спільною роботою регулятора випередження

Нормальним робочим режимом будь-якої системи батарейного запалювання, що використовує індукційну котушку як джерело високої

напруги, є перехідний режим, внаслідок чого утворюється іскровий розряд в свічці запалювання. Робочий процес може бути розбитий на три етапи.

1. Замикання контактів переривника. На цьому етапі відбувається підключення первинної обмотки котушки запалювання (накопичувача) до джерела струму. Етап характеризується наростанням первинного струму і, як наслідок, накопиченням електромагнітної енергії, що накопичується в магнітному полі котушки.

2. Розмикання контактів переривника. Джерело струму відключається від котушки запалювання. Первинний струм зникає, внаслідок чого накопичена електромагнітна енергія перетворюється на електростатичну. Виникає електроршійна сила високої напруги у вторинній обмотці.

Пробій іскрового проміжку свічки. У робочих умовах при певному значенні напруги відбувається пробій іскрового проміжку свічки з подальшим розрядним процесом.

2. РОЗРОБКА СВІТЛОДІОДНОГО СТРОБОСКОПА

2.1. Загальні положення

Найважливіші показники, які характеризують нормальну роботу двигуна й автомобіля в цілому (економічність, динаміка розгону, токсичність відпрацьованих газів, довговічність двигуна), суттєво залежать від правильної початкової установки кута випередження запалювання (КВЗ).

Кутом випередження запалювання називається кут повороту кривошипа колінчастого валу з положення, відповідного появі іскри між електродами свічки запалювання, до положення, при якому поршень знаходиться у ВМТ.

При роботі двигуна, згорання робочої суміші повинне закінчуватися при повороті кривошипа на $10-15^\circ$ після ВМТ на початку робочого ходу. При такому згоранні суміші двигун має найбільшу потужність і економічність.

Робоча суміш в циліндрі двигуна згорає протягом декількох тисячних долі секунди. Тому для отримання максимальної потужності і економічності двигуна необхідно запалювати робочу суміш дещо раніше підходу поршня до ВМТ в кінці такту стиснення, тобто іскровий розряд між електродами свічки повинен відбуватися з певним випередженням.

Якщо запалювання встановлене надто пізно, то це призведе до неповного згорання робочої суміші, зниження потужності, погіршення приємності, зростання витрати палива і перегріву двигуна. Якщо ж кут випередження запалювання надмірно великий, то виникає детонаційний стукіт, зменшується потужність, можливе прогорання поршнів та інші пошкодження двигуна.

Перевірку і регулювання кута випередження запалювання можна здійснити за допомогою контрольної лампи, яку під'єднують до клема низької напруги розподільника і при включеному запаленні, визначають момент розмикання контактів. Проте цей метод не дозволяє з достатньою

точністю виставити початковий кут випередження запалювання, і застосовуваний лише до контактної системи запалювання.

Правильніше перевірку кута випередження запалювання проводити на працюючому двигуні за допомогою стробоскопічного пристрою.

Робота пристрою заснована на так званому стробоскопічному ефекті. Суть його полягає в наступному: якщо освітити рухомий в темноті об'єкт дуже коротким яскравим спалахом, він зорозово здаватиметься як би нерухомо застиглим в тому положенні, в якому його застав спалах.

Для установки моменту запалювання запускають двигун на холостих обертах і стробоскопом освітлюють спеціально встановлені мітки. Одна з них рухома розміщена на колінчастому валі (або на маховику, або на шківі приводу генератора), а інша на корпусі двигуна. Спалахи синхронізують з моментами іскроутворення в запальній свічці першого циліндра, для чого сенсор стробоскопа кріплять на її високовольтному дроті.

У світлі спалахів будуть видні обидві мітки, причому, якщо вони знаходяться точно одна напроти іншої, кут випередження запалювання оптимальний, якщо ж рухома мітка зміщена, коректують положення переривача-розподільника до збігу міток.

2.2. Аналіз існуючих конструкцій стробоскопів

Розглянемо три стробоскопи, що володіють різними функціями та складемо порівняльну табл. 2.1.

Таблиця 2.1 - Порівняльний аналіз стробоскопів

Функції і характеристики	MULTITRONICS SC-10	Astro M5	Focus F10
Діапазон вимірювання, об/хв	100-9000	50-6500	100-6500
Напруга живлення, В	9-16	9-16	9-16
Споживаний струм, А	Не більше 10 мА	Не більше 0.2 А	Не більше 0.09 А
Стробоскоп використовується	Для встановлення початкового кута випередження запалювання	Для вимірювання кута випередження запалювання	Для вимірювання кута випередження запалювання
Час роботи	Безперервний	Повторно – короткочасний	Повторно – короткочасний
Тахометр	ні	є	є
Вимірювання напруги живлення, В	ні	є	є
Коефіцієнт перерахунку обертів	ні	є	є
Максимальна частота іскротворення, в Гц	–	–	55
Вимірювання напруги на замкнутих контактах переривника	ні	ні	є
Вимірювання кута замкнутого стану контактів переривника	ні	ні	є

Вимірювання умов ефективності роботи циліндрів	ні	ні	є
Вимірювання імпульсів напруги в первинному ланцюзі котушки запалювання	ні	ні	є
Вимірювання нерівномірності оборотів двигуна, об/хв	ні	є	є

З таблиці видно, що стробоскоп Focus F10 є найбільш функціональним. Велика частина функцій даного стробоскопа для власників автотранспорту буде зайвою. Дані функції включені у вартість стробоскопа, отже, відбудеться переплата.

Стробоскоп Astro M5 володіє також зайвою функціональністю і високою вартістю.

Стробоскоп MULTITRONICS SC-10 володіє наступними перевагами:

- достатньо тривалий безперервний час роботи;
- малий споживаний струм.

Проте, з його допомогою не можна виміряти кут випередження запалювання (КВЗ), визначити кількість обертів та поміряти напругу акумуляторної батареї.

Пропонується схема світлодіодного автомобільного стробоскопа, яка приведена на рис. 2.1.

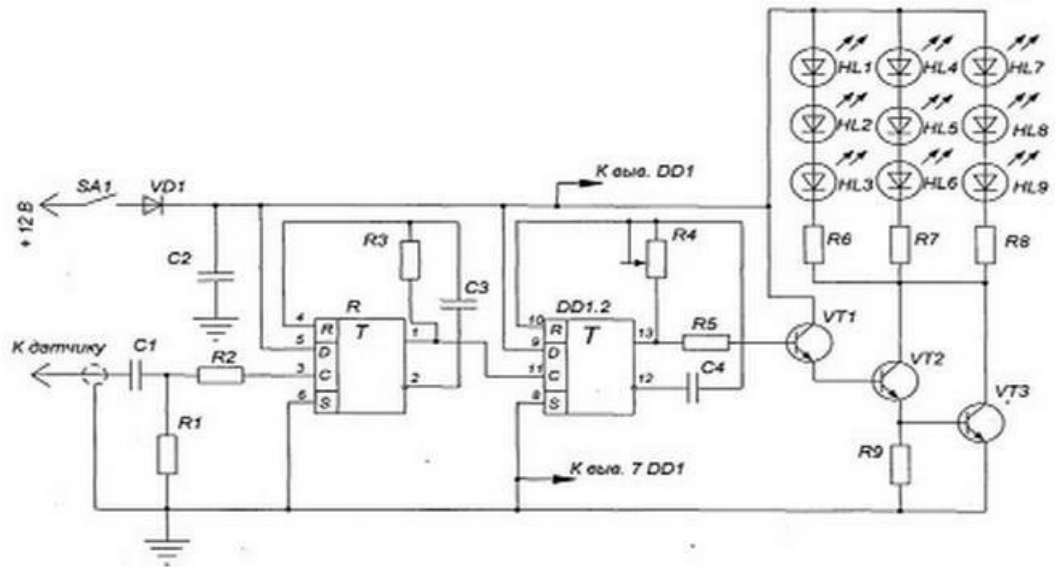


Рисунок. 2.1. Принципова електрична схема стробоскопа
Монтаж елементів виконаний на друкарській платі (рис. 2.2, 2.3).

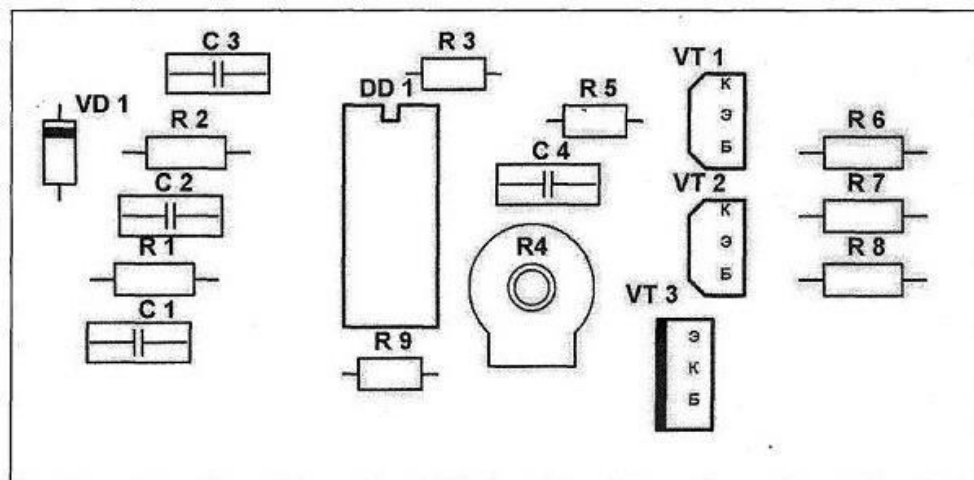


Рисунок 2.2. Плата друкарська з боку елементів

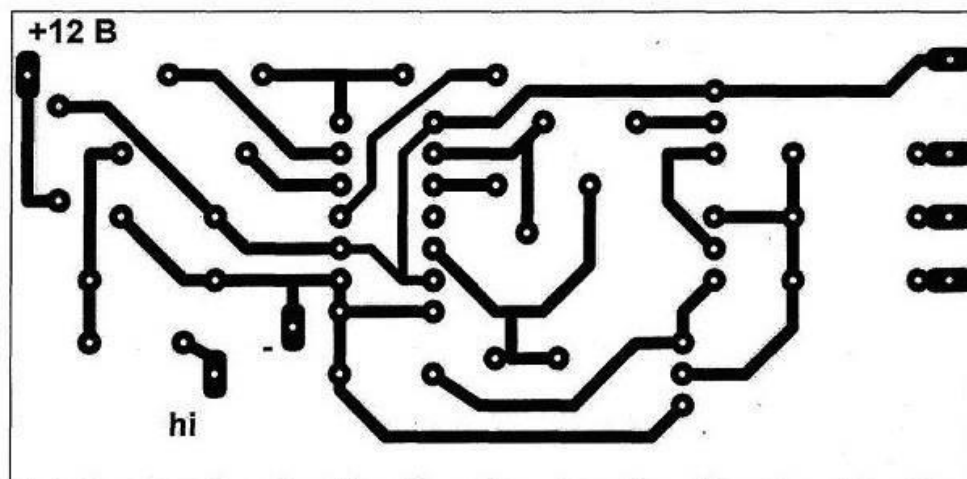


Рисунок 2.3. Плата друкарська з боку провідників

Живлення приладу від бортової мережі автомобіля. Діод VD1 захищає стробоскоп від помилкової зміни полярності напруги живлення.

Сенсором ємності приладу служить звичний затиск Румянова (типу «Крокодил»), який причіплюють на високовольтний дріт першої запальної свічки двигуна. Імпульс напруги з датчика, пройшовши через ланцюг C1R1R2, поступає на тактовий вхід тригера DD1.1, включеного мультивібратором.

До поступлення імпульсу, мультивібратор знаходиться в початковому стані, на прямому виході тригера - низький рівень, на інверсному - високий. Конденсатор C3 заряджений (плюс з боку інверсного виходу). Він заряджається через резистор R3.

Імпульс високого рівня запускає мультивібратор, при цьому тригер перемикається, і конденсатор починає перезаряджатися через той самий резистор R3 з прямого виходу тригера. Приблизно через 15 мс конденсатор зарядиться на стільки, що тригер буде знову перемкнутий в нульовий стан по входу R.

Таким чином, мультивібратор на послідовність імпульсів сенсора ємності реагує генерацією синхронної послідовності прямокутних імпульсів високого рівня постійною тривалістю - близько 15 мс. Тривалість імпульсів визначають номінали ланцюга R3C3. Плюсові перепади цієї послідовності запускають другий мультивібратор, зібраний за такою самою схемою на тригері DD1.2.

Тривалість імпульсів другого мультивібратора - до 1.5 мс. На цей час відкриваються транзистори VT1 - VT3, що є складовими електронного комутатора, і через групу світлодіодів HL1 - HL9 протікають могутні імпульси струму – 0.7...0.8 А. Цей струм значно перевищує паспортне значення максимального прямого струму (100 мА), встановлене для світлодіодів. Проте, оскільки тривалість імпульсів мала, а їх щільність в нормальному режимі не менше 15, перегріву і виходів з ладу світлодіодів не

буде. Яскравість же спалахів, яку забезпечує група з 9 світлодіодів, виявляється цілком достатньою для роботи із стробоскопом навіть вдень.

2.3. Порядок роботи із стробоскопом

2.3.1. Підготовка до роботи

Автомобільний стробоскоп призначений для перевірки регулювання і вимірювання кута випередження запалювання, вимірювання оборотів двигуна, а також для перевірки працездатності відцентрового і вакуумного регуляторів випередження запалювання автомобільних карбюраторних двигунів.

Дріт стробоскопа з чорним затиском приєднати до “маси” автомобіля (рис. 2.4).

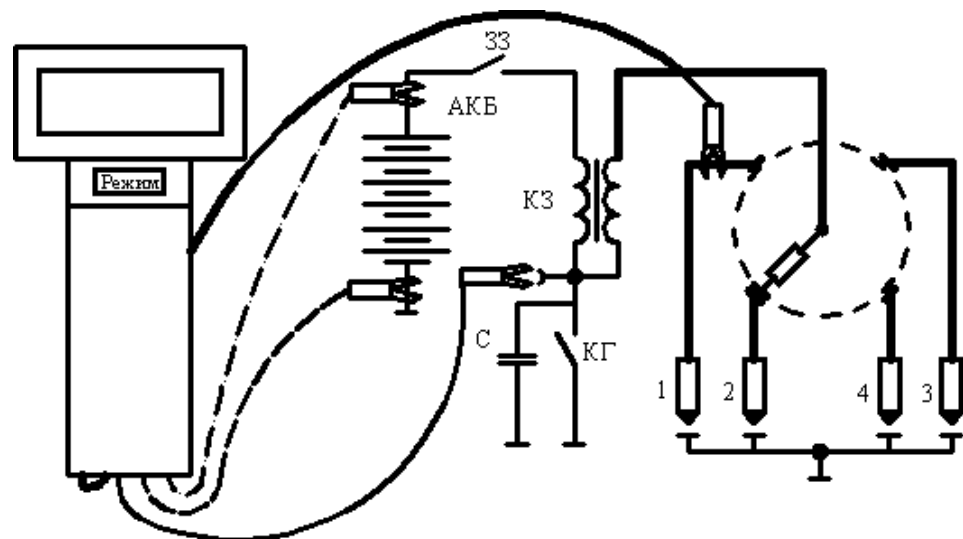


Рисунок 2.4. Узагальнена схема підключення

Дріт з червоним затиском приєднати до плюсової клеми акумулятора або до клеми котушки запалювання, на якій з'являється напруга +12 вольт при включенні запалювання. Дріт з білим (жовтим) затиском підключити до клеми котушки запалювання, сполученої з механічним переривником або електронною системою запалювання. У випадк установки приладу на автомобіль, обладнаний контактнo-транзисторною або безконтактною

системою запалювання, підключення дроту з білим (жовтим) затиском здійснюється безпосередньо з виходом механічного переривника або датчиком холу (рис. 2.5). При неможливості з'єднання з сигналом переривника (комутатора) використовується ємнісний синхронізатор на високовольтному дроті свічки першого циліндра в безпосередній близькості від неї.

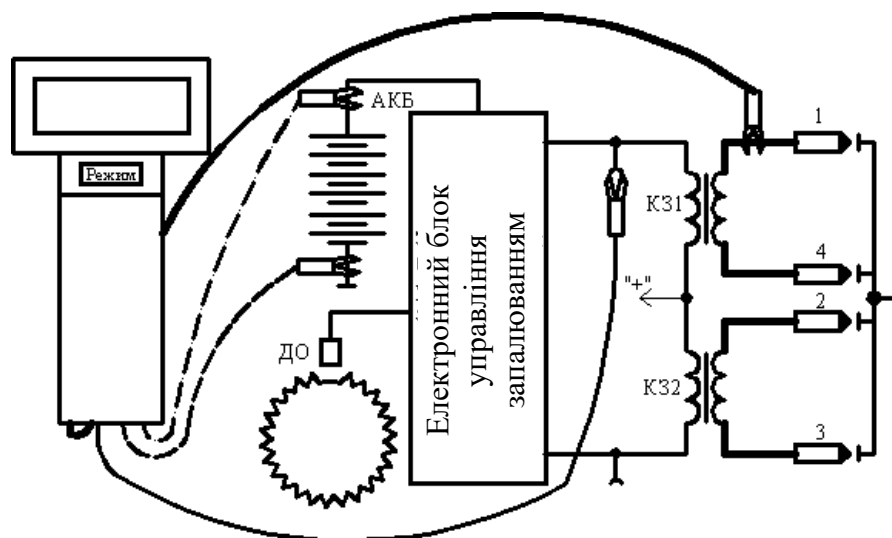


Рисунок. 2.5. Схема підключення до контактної-транзисторної або безконтактної системи запалювання

2.3.2. Підготовка автомобіля до перевірки

Необхідно перевірити і, якщо це необхідно, відрегулювати зазор між контактами переривника. Перевірити наявність міток для установки запалювання поставлених заводом-виробником. Очистити мітки від бруду, при необхідності зачистити область мітки на шківі нождачним папером або провести крейдою по мітці. Протерти сухою ганчіркою високовольтний дріт 1-го циліндра, а також центральний високовольтний дріт котушки. Прогріти двигун і відрегулювати оберти холостого ходу за допомогою вбудованого цифрового тахометра. Встановити стробоскоп по схемі (рис. 2.4, 2.5).

Підключення стробоскопа здійснюється при зупиненому двигуні і вимкненому запаленні.

2.3.3. Порядок роботи під час регулювання кута випередження запалювання

Вимірювання оборотів холостого ходу, а також перевірку і вимірювання кута випередження запалювання і роботи регуляторів кута випередження запалювання проводити тільки на прогрітому двигуні в наступній послідовності:

- 1) підключити стробоскоп;
- 2) перевірити правильність установки початкового кута випередження запалювання. Для цього необхідно запустити двигун і при номінальних оборотах холостого ходу освітити променем стробоскопа настановні мітки. При правильній установці запалювання і стійкій роботі двигуна мітка на шківі двигуна унаслідок стробоскопічного ефекту здаватиметься нерухомою і співпадатиме з міткою на корпусі двигуна. При неспівпаданні міток необхідно зупинити двигун, ослабити гвинт (або гайку) кріпильної скоби розподільника, повернути корпус розподільника вліво або управо на необхідну величину і повторити перевірку. При збігу влучний закріпити корпус розподільника. Якщо при перевірці положення рухомої мітки в промені стробоскопа не стабільне, це може бути викликано надмірним зносом деталей приводу розподільника, втулок приводного валу, заїданням важеля переривника на осі;

- 3) для перевірки роботи відцентрового регулятора випередження запалювання необхідно від'єднати трубку вакуумного регулятора від розподільника. Плавню збільшувати швидкість обертання колінчастого валу двигуна і спостерігати за положенням мітки освітлюваної стробоскопом. При справній роботі відцентрового регулятора рухома мітка повинна плавно зміщуватися щодо нерухомої у бік збільшення кута випередження

запалювання. При несправному регуляторі зсув мітки відсутній або відбуватися ривками. В цьому випадку розподільник потрібно відремонтувати або замінити на справний;

4) для перевірки роботи вакуумного регулятора випередження запалювання необхідно встановити обороти двигуна, відповідні найбільшому відцентровому регулюванню і, спостерігаючи за положенням мітки, від'єднати трубку вакуумного регулятора. У разі справності останнього рухома мітка повинна відхилитися у бік, протилежний обертання. Якщо мітка залишається в тій же точці, то потрібно перевірити камеру розрядки розподільника і сполучну трубку. Можливими причинами несправностей може бути нещільне з'єднання, засмічення, тріщини в трубці.

Точні вимірювання кута випередження запалювання можливі тільки при стабільному вимірюванні оборотів (розбіжності в показах тахометра повинні бути не більш 10-20 оборотів за хвилину, наприклад перед вимірюванням кута тахометр стабільно показує 750-760), тому якщо покази тахометра скачуть, перед вимірюванням кута потрібно добитися стійких показів тахометра. Похибка Π , град. при вимірюванні кута визначається формулою 2.1

$$\Pi = \frac{\alpha (\Delta \omega)}{\omega_{cp}} \quad (2.1)$$

де α – кутова затримка, в градусах;

$\Delta \omega$ – розкид показів тахометра, об/хв;

ω_{cp} – усереднені покази тахометра, об/хв

$$\Pi = \frac{10 (760 - 750)}{755} = 0.13^\circ$$

Похибка установки кутової затримки і відповідної їй мітки (візуальне “тремтіння” мітки) взаємопов'язано з нестабільністю обертів двигуна.

3. МАЛОГАБАРИТНІ МУЛЬТИМЕТРИ

Малогабаритні цифрові мультиметри стали доступними і масовими вимірювальними приладами через їх низьку вартість та зручність. Розглянемо пристрій найпоширенішого і найпростішого з них — DT- 830 і його модифікацій, а також можливі несправності приладу та методи їх усунення.

Найпопулярніший та простий мультиметр - це саме DT-830В (рис. 3.1).

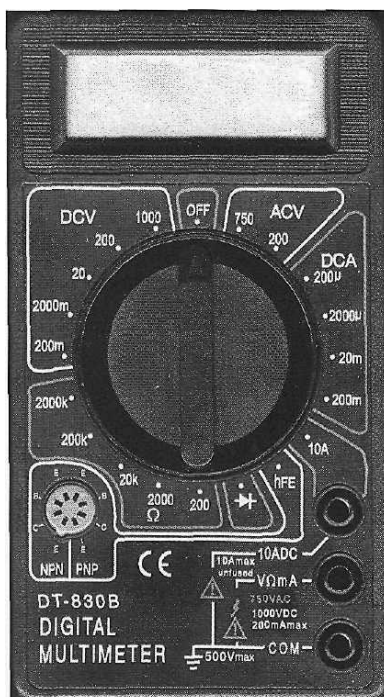


Рисунок 3.1. мультиметр DT-830В

Прилад випускається в Китаї багатьма підприємствами під двома десятками різних торгових марок для різних регіонів і країн світу, але внутрішній пристрій завжди однаковий. Як показала практика, цей недорогий мультиметр достатньо надійний і, хоча точність вимірювань не така велика, але підходить для побутових умов.

Мультиметр DT-830В призначений для вимірювання постійної напруги і струму, змінної напруги, опору постійному струму, статичного коефіцієнта передачі струму бази малопотужних транзисторів p_2-1E , а також для

перевірки справності напівпровідникових *p-n* переходів. Результати вимірювань відображаються рідкокристалічним індикатором на 3 /2 розряду.

Прилад автоматично визначає полярність вимірюваної напруги і струму. За секунду виконується два-три вимірювання. Вибір вимірюваних величин і меж вимірювань виробляють вручну — центральним перемикачем класичного для мультиметрів компоновання. Прилад працює в діапазоні температур 0...40^{шС}. Живлення — від батареї типу «Крона» (9 В).

Основою даного приладу є мікросхема аналого-цифрового перетворювача (АЦП) ICL7106, що працює за принципом подвійної інтеграції. Це повний аналог відомої вітчизняної мікросхеми К572ПВ5. Такий АЦП має диференціальні входи як для вхідного сигналу, так і для зразкової напруги. Це дозволяє вимірювати напругу, не прив'язану до джерела живлення мікросхеми, і усунути синфазні перешкоди в сигнальних ланцюгах і ланцюзі зразкової напруги. Докладніше з внутрішньою структурою і можливостями застосування цієї мікросхеми можна ознайомитися, зокрема, в мультиметрі виконаному за класичною для використовуваного АЦП схемою (рис. 3.2) з точним дільником на резисторах R1—R3, R5, R7, R10, R11, R15, R16 для всіх режимів вимірювань. Резистори R12—R14, R24 включаються як шунт тільки на відповідних межах в режимі вимірювання струму.

Як видно з схеми, дві внутрішні доріжки (умовно доріжки 1 і 2) виконують роль вимикача живлення. На рис. 3.2 перемикач показано в положенні «OFF» («вимкнено»). За допомогою доріжок 3-4 і транзисторів VT3, VT4 перемикають десяткові крапки між розрядами індикатора.

Найбільш специфічний вузол приладу такого класу - багатопозиційний перемикач. Конструктивно перемикач виконаний на основній платі мультиметра у вигляді одинадцяти кільцевих друкарських доріжок (рис. 3.3.).

Дільник з резисторів R1 - R11, R15, R16 включається при вимірюванні напруги, струму і опору. У режимі вимірювання постійної і змінної напруг

цей дільник підключений до входу АЦП через резистор R29 за допомогою замикання сегментів доріжок 10 і 11 верхнього по схемі сегменту перемикача.

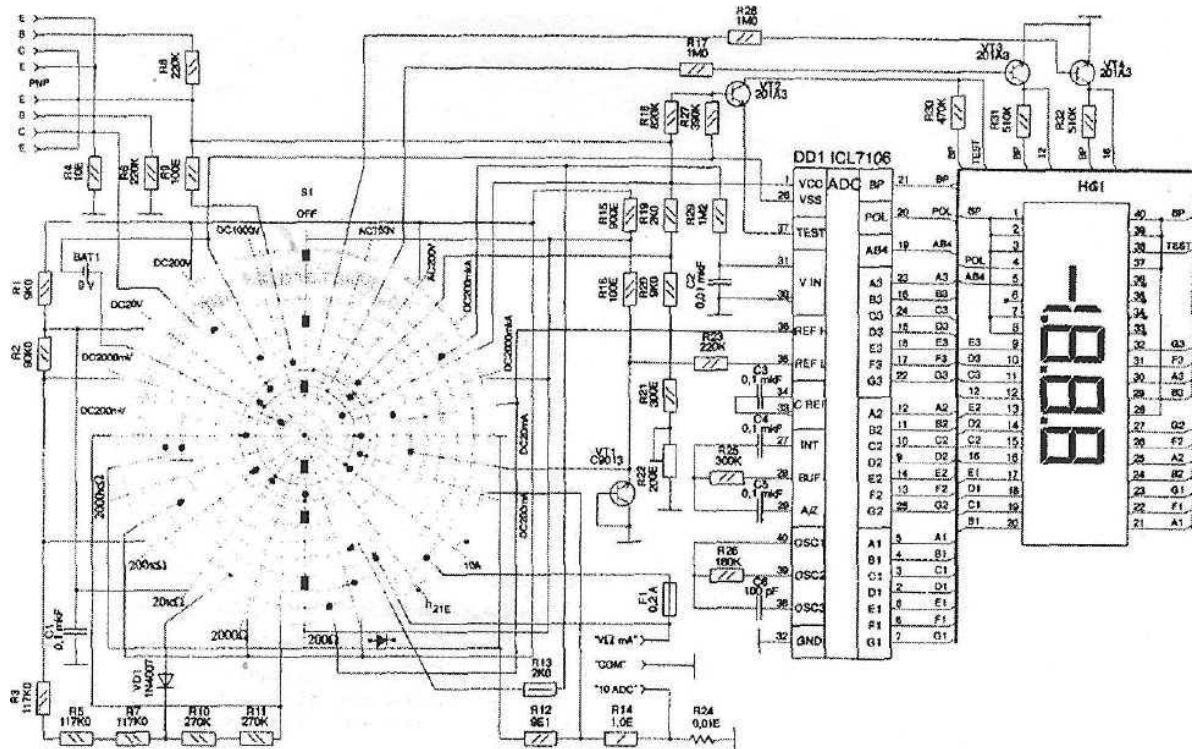


Рисунок 3.2. Принципова схема мультиметра DT-830B (перемикач встановлений в положення "OFF").

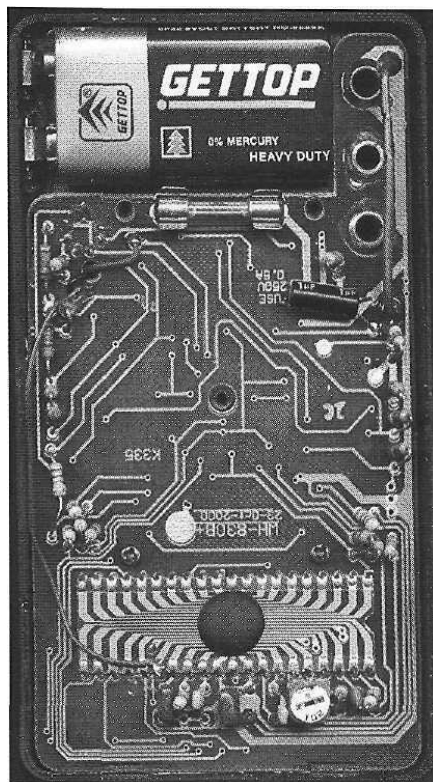


Рисунок 3.3. Монтажна схема мультиметра DT-830B

Діод VD1, комутований нижніми сегментами доріжок 8 і 9, працює в схемі однопівперіодного випрямляча при вимірюванні змінних напруг і струмів. Вхідний опір приладу при вимірюванні напруги - не менше 1 МОм. У режимі вимірювання струму падіння напруги на вході приладу не перевищує 0,2В і визначається вимірюваним струмом і опором шунта, відповідного вибраній межі вимірювання.

При вимірюванні напруги і струму вхід 35 мікросхеми сполучений із загальним дротом (доріжки 6 і 7) і транзистор VT1, включений як захисний діод, не використовується, але він забезпечує захист від перевантаження в режимі вимірювання опору і перевірки напівпровідникових переходів. Для захисту від перевантаження при вимірюванні струму призначений запобіжник F1.

Єдиний регульовальний елемент в схемі - резистор R22, яким встановлюють значення зразкової напруги, забезпечуючи допустиму похибку вимірювань.

Напругу з резистора, що перевіряється, подають на входи VIN мікросхеми DD1 (виходи 30 і 31), а із зразкового - на входи REF (виходи 35 і 36).

Статичний коефіцієнт передачі струму бази транзисторів β_{1e} визначають вимірюванням колекторного струму при фіксованому значенні струму бази 10 мкА (R6, R8 — по 220 кОм). Для виводів транзисторів різної структури призначені відповідні групи гнізд для подачі потрібної полярності напруги живлення.

Транзистор VT2 служить для контролю напруги батареї живлення. Якщо напруга живлення для роботи мікросхеми достатня, цей транзистор закритий і вивід TEST індикатора (до якого підключений символ розрядки батареї живлення) через резистор R30 сполучений з виводом BP мікросхеми, підключеним до загального електроду індикатора HG1. При цьому символ розрядженої батареї не відображається. Коли напруга живлення стає нижчою від допустимого рівня, транзистор VT2 відкривається і між виводами TEST і

загальним електродом індикатора виникають прямокутні імпульси, висвічуючи символ розрядки батареї живлення.

Мультиметр виконаний в пластмасовому корпусі, на задній кришці якого встановлений алюмінієвий екран для зниження наведень на вимірювальні ланцюги приладу. Весь монтаж приладу разом з перемикачем виконаний на одній друкарській платі. Індикатор з'єднується з друкарською платнею за допомогою контактора із струмопровідної гуми. Індикатор до плати фіксується пластмасовою рамкою з заціпками. З точки зору ремонтпридатності, прилад виконаний з порушенням, оскільки для заміни батареї необхідно розкривати весь корпус.

Однією з помилок експлуатації, що призводить до несправності приладу, є проведення вимірювань при розрядженій батареї. Це може відбуватися через відсутність в приладі автоматичного виключення. Також це може відбуватися через перевантаження по входу. Така ситуація найчастіше виникає при помилках у виборі режиму вимірювань (наприклад, встановлений режим вимірювання струму, а вимірюють високу напругу). У обох випадках це призводить до псування напівпровідникових структур мікросхеми. Але основна причина виходу приладу з ладу при його експлуатації — це перемикання меж і режимів вимірювання без відключення від вимірюваного ланцюга. При цьому нерідко вигоряють провідні доріжки перемикача, тоді прилад вже не підлягає ремонту. Це недолік всіх приладів з подібними перемикачами.

Ремонт приладу у ряді випадків недоцільний, оскільки мультиметр достатньо дешевий, а ремонт може бути відносно дорогим. Якщо ж доріжки перемикача не перегоріли, то заміна АЦП достатньо проста. Для цього треба зняти індикатор, одночасно натиснувши на дві заціпки. Далі, вилучивши несправну мікросхему і очистивши від залишків припою монтажні отвори паяльником з вакуумним відсмоктуванням, можна встановлювати вітчизняний аналог мікросхеми — КР572ПВ5. При фіксації індикатора потрібен точний збіг контактів плати й індикатора.

Для калібрування мультиметра достатньо, встановивши нижню межу вимірювання постійної напруги, подати зразкову (точну) вхідну напругу і, обертаючи ршій резистора R22, добитися правильних показань на індикаторі приладу.

Ще один з найпопулярніших універсальних мультиметрів фірми MASTECH (Китай) – мультиметр M-890G (рис. 3.4).



Рисунок 3.4. Мультиметр M-890G

Даний прилад можна зустріти і під іншими назвами, наприклад, DT-890G. У серії мультиметров M-890X з різними індексами (D, C+, F, G) дана модель є найбільш функціонально насиченою. Так, наприклад, модель з M-890C+ не вимірює частоту, а M-890F не вимірює температуру. Мультиметр M-890G призначений для вимірювання постійної і змінної напруги і струму, опору постійному струму, коефіцієнта статичної передачі струму транзисторів, місткості конденсаторів, частоти змінної напруги, температури і опору ланцюгів і напівпровідників. Відображення результатів вимірювань здійснюється на рідкокристалічному індикаторі з розмірністю 3 1/2 розряду.

Прилад забезпечує автоматичне визначення полярності вимірюваної напруги і струму. За секунду виконується 2-3 вимірювання. Вибір

вимірюваних величин і меж вимірювань встановлюється вручну центральним перемикачем на 32 положення - по класичному для мультиметрів компонуванні. Прилад працює в діапазоні температур від 0 до 40° С. Живлення здійснюється від 9В батареї типу «Крона».

Основою даного приладу, як і більшості сучасних мультиметрів, є аналого-цифровий перетворювач ICL706, що працює за принципом подвійної інтеграції.

Це повний аналог добре відомої всім фахівцям системи 572ПВ5. Особливістю даної мікросхеми є наявність диференціальних входів як для вхідного сигналу, так і для опорної напруги. Це дозволяє вимірювати напругу, не прив'язану до джерела живлення мікросхеми і цим самим усувати синфазні перешкоди в сигнальних ланцюгах і ланцюгах опорної напруги. Іншою особливістю є наявність власного джерела опорного потенціалу, що дозволяє спростити схему приладу і, відповідно, понизити його вартість.

Схемотехнічно даний мультиметр виконаний за класичною схемою застосування мікросхеми такого типу (рис. 3.5) з перетворенням кожної вимірюваної величини у вимірювану напругу в окремому блоці. Так, наприклад, при вимірюванні напруги (як постійного, так і змінного) резистори R6...R10 виконують роль дільника напруги, що перемикається, при зміні меж вимірювання.

При вимірюванні струмів резистори R2...R5 є шунтами, що перемикаються, при зміні меж вимірювання постійного і змінного струмів. При вимірюванні струмів до 10 А вимірюваний струм подається на окреме кубло приладу «10 А», при цьому підключається додатковий шунт R1. Змінним резистором VR1 виробляється регулювання крутизни перетворення при калібруванні приладу, тобто установка максимального значення при подачі на вхід постійної напруги, рівної кінцевій точці діапазону на межі 200 мВ.

При вимірюванні змінної напруги і струму використовуються ті ж дільник напруги і шунт, що і при вимірюванні постійної напруги і струму,

але в цьому режимі перед АЦП додатково включається лінійний двопівперіодний випрямляч на мікросхемі IC2A (операційний підсилювач типу TL062) і елементах D5...D7, R32...R37, C10...C14.

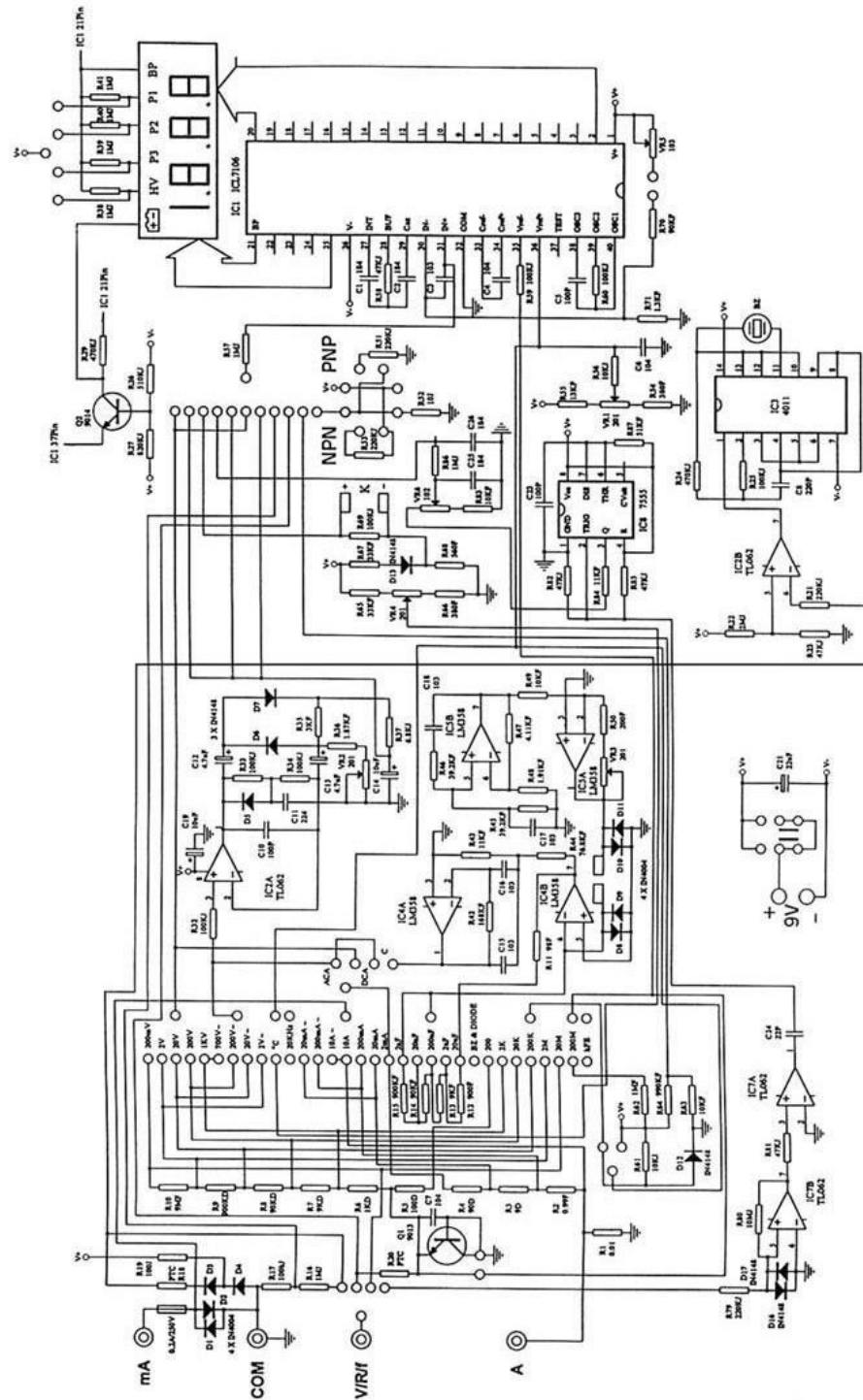


Рисунок 3.5. Принципова схема мультиметра М-890G

Висока лінійність, у тому числі і при малих вхідних напругах, досягається включенням випрямних діодів в ланцюг зворотного зв'язку

підсилювача. Змінний резистор VR2 дозволяє калібрувати прилад в режимі вимірювання змінних напруг і струмів.

При вимірюванні опору транзистор Q1 в діодному включенні (зворотно включений емітерний перехід) забезпечує додаткове джерело опорної напруги для отримання фіксованих значень струму при вимірюванні опору. Величини струму визначаються на різних межах опором резисторів дільника R5...R10. На межі вимірювання опорів 200 МОм включається окреме опорне джерело на елементах D12, R61...R64, оскільки на цій межі необхідна підвищена напруга від батареї живлення.

У режимі вимірювання частоти вхідні сигнали довільної форми і різної амплітуди нормуються по амплітуді за допомогою двохкаскадного компаратора на мікросхемі IC7 (здвоєний операційний підсилювач типу TL062) з обмежувачем вхідних сигналів на діодах D16, D17. При цьому частота імпульсів залишається незмінною. Перший каскад включений по схемі тригера Шмітта, пороги спрацьовування і відпуски визначаються резисторами R79, R80. Другий каскад працює як не інвертуючий підсилювач без зворотного зв'язку. Потім ці імпульси після диференціювання ланцюгом C24, R85 запускають мультивібратор на мікросхемі IC8 типу 7555. Тривалість формованих мультивібратором імпульсів визначається ланцюгом R87, C23 і приблизно рівна 3...5 мкс. Дільник на резисторах R82, R85 визначає поріг спрацьовування мультивібратора. Одержані прямокутні імпульси з частотою вхідного сигналу і фіксованою тривалістю інтегруються низькочастотним фільтром VR6, R83, R86, C25, C26. В результаті вихідна постійна напруга фільтру, вимірювана за допомогою АЦП, прямо пропорційна частоті вхідних сигналів і не залежить від їх амплітуди. Калібрування приладу в режимі вимірювання частоти вхідних сигналів виробляється за допомогою змінного резистора VR6.

Вимірювання статичного коефіцієнта передачі по струму транзисторів виробляється шляхом вимірювання колекторного струму при фіксованому значенні струму бази (R51, R53 по 220 кОм). Вимірювання параметрів

транзисторів різної провідності забезпечується комутацією полярності живлячої напруги.

Вимірювання температури з використанням термопари К-типу виконане на основі включення опору термопари в мостову схему (R64, 65, 67, 68). За відсутності підключеної до приладу термопари роль датчика температури усередині приладу виконує діод D13, він також забезпечує зниження похибки вимірювання температури за рахунок відмінності температури термопари і температури усередині приладу. У цьому режимі показники температури калібруються за двома точками: 0°C (резистором VR5) і при відомій температурі (резистором VR4). При цьому, чим вище значення температури, вибране для калібрування верхнього значення, тим точніше вона буде виконана.

Принцип вимірювання ємності даним приладом полягає у вимірюванні змінної напруги синусоїдної форми, що знімається з підсилювача з коефіцієнтом посилення, залежним від величини вимірюваної ємності при фіксованій частоті і амплітуді змінної напруги, що подається на вхід цього підсилювача. Джерелом синусоїдної змінної напруги в цьому випадку є генератор з мостом Віна на мікросхемі IC5B типу LM358, частота якого (приблизно 300 Гц) визначається елементами R45, R46, C17, C18, а форма - елементами R47, R48, за допомогою яких задаються умови оптимального збудження генератора. Далі ця напруга посилюється буферним інвертуючим підсилювачем на мікросхемі IC5A, коефіцієнт посилення якого можна регулювати в невеликих межах змінним резистором VR3 (при калібруванні приладу на межі 20 нФ), і поступає через вимірювану ємність на вхід вимірювального інвертуючого підсилювача на мікросхемі IC4B. Вихідний сигнал підсилювача після фільтрації низькочастотним фільтром на елементах IC4A, R42, R43, R44, C13, C16 поступає на випрямляч змінної напруги, а потім вимірюється за допомогою аналогоцифрового перетворювача. З огляду на те, що вимірювана ємність є елементом, що задає коефіцієнт посилення вимірювального підсилювача, то його вихідна напруга

прямо пропорційна вимірювальній ємності. Для зміни меж вимірювання ємності за допомогою перемикача виду робіт і меж вимірювань в зворотному зв'язку вимірювального підсилювача комутуються точні резистори R12...R15. Всі вузли цієї схеми виконані на чотирьох ІМС типу LM 358, розміщених в двох корпусах, по 2 підсилювачі в кожному.

Цікаво відзначити, що такий порядок вимірювань дозволяє розширити функціональні можливості приладу. Наявність в мультиметрі вбудованого генератора синусоїдального сигналу дозволяє використовувати його для каскадної перевірки підсилювальних трактів за відсутності під рукою генератора тест-сигналів. Для цього вихідний синусоїдальний сигнал знімається з одного з гнізд, призначених для підключення вимірюваної ємності (правого по схемі і нижнього в приладі). Тут амплітуда вихідного сигналу не перевищує 50 мВ (діюче значення) при частоті 315 Гц. Важливо відзначити, що таке підключення до досліджуваної схеми може бути виконане тільки з використанням роздільного конденсатора ємністю біля 1 мкФ. Другим загальним дротом для підключення до випробовуваної схеми є гніздо «СОМ».

У режимі перевірки електричних ланцюгів вимірюється падіння напруги на контрольованій ділянці ланцюга при фіксованому струмі. Ця напруга порівнюється з опорною напругою (задається ділянкою R22, R23) компаратора, виконаного на мікросхемі IC2В операційного підсилювача типу TL062. При перевищенні рівня опорної напруги в порівнянні з вимірюваним компаратор спрацьовує, при цьому включається звуковий генератор на мікросхемі IC3 типу 4011, навантажений на пезовипромінювач ВZ. У цьому ж режимі перевіряється справність переходів напівпровідникових приладів. При справному переході в прямому напрямку падіння напруги на переході більшої опорної напруги і звуковий генератор не включається. При пробитому (замкнутому) переході напруга на ньому низька, внаслідок чого спрацьовує звуковий генератор.

При обриві переходу індикатор приладу показує перевантаження. Для індикації розряду батареї живлення призначений ключ на транзисторі Q2. Опорна напруга на його емітер поступає з тестового виходу АЦП, а напруга батареї поступає через дільника R22, R23 на базу. При зниженні напруги батареї живлення нижче за допустимий рівень, ключ замикається, при цьому на дисплеї з'являється символ розряду батареї.

Велика увага в приладі приділяється захисту вхідних ланцюгів приладу для забезпечення високої надійності в процесі експлуатації. Всі елементи захисних ланцюгів підібрані таким чином, що вони мінімально впливають на точність вимірювань. Тому при зниженні точності вимірювань, перш за все, слід перевіряти справність саме вхідних захисних ланцюгів, а вже в другу чергу - ланцюгів АЦП та ін.

Конструктивно мультиметр виготовлений в пластмасовому корпусі, причому задня кришка має алюмінієвий екран для зниження наведень на вимірювальні ланцюги приладу.

Вся схема приладу разом з перемикачем виконана на одній друкарській платі (рис. 3.6). Індикатор контактує з друкарською платою за допомогою струмопровідної гуми.



Рисунок 3.6. Друкарська плата мультиметра М-890G

Кріплення індикатора до плати виконане за допомогою пластмасової рамки з кріпленням на шурупах. Для заміни батареї і запобіжника необхідно зняти задню кришку.

Основними помилками експлуатації, що призводять до несправності приладу, є ті ж, що і для мультиметра DT-830B.

У загальному випадку ремонт приладу так само недоцільний, але якщо доріжки цілі, то мультиметр може бути відновлений таким же способом, як і DT-830B.

4. ПРИСТАВКА ДО ЦИФРОВОГО МУЛЬТИМЕТРА

Приставка до мультиметра, що дозволяє вимірювати частоту обертання колінчастого вала карбюраторного двигуна і кут замкнутого стану контактів переривника.

Як АЦП можна застосувати недорогий цифровий мультиметр М-830В або М-890G. За допомогою цього пристрою можна швидко оцінити такі важливі показники роботи системи запалювання двигуна автомобіля, як частота обертання колінчастого валу і кут розімкненого (легко перераховуваного в кут замкнутого) стану контактів переривника.

У основу приставки встановлений так званий «Прилад автоаматора». Принципова схема приставки показана на рис. 4.1. Для роботи з нею мультиметр встановлюють в режим вольтметра з шкалою на 2000 мВ.

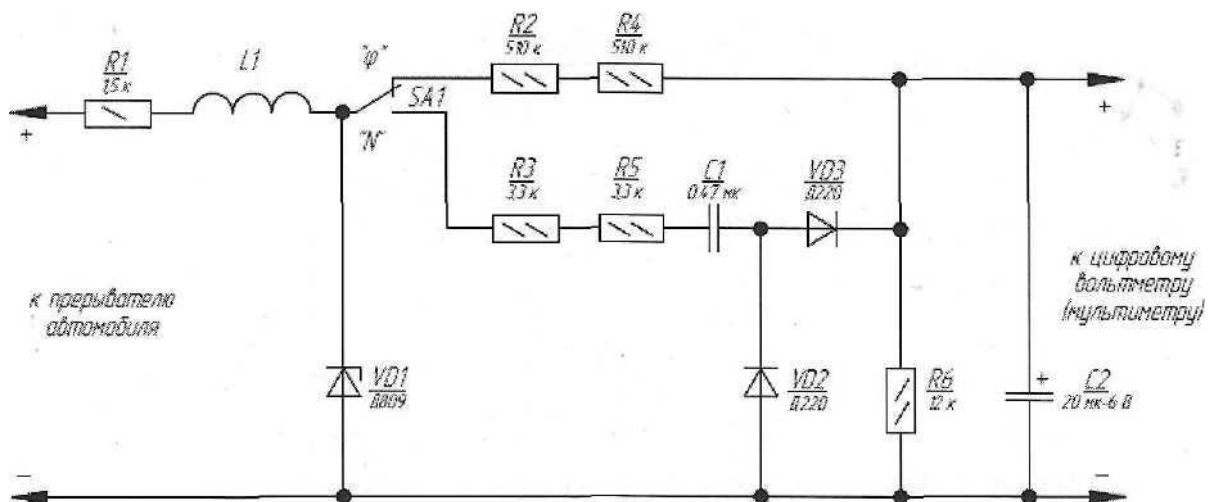


Рисунок 4.1 Принципова схема приставки до цифрового мультиметра

У положенні «N» перемикача SA1 прилад вимірює частоту проходження імпульсів на виходах первинної обмотки котушки запалювання.

При кожному розмиканні контактів переривника конденсатор C1 через резистори R3, R5, діод VD3 і резистор R6 заряджається до напруги стабілізації стабілітрона VD1, а при кожному їх замиканні він розряджається

через резистори R5, R3. котушку L1, резистор R1, замкнуті контакти переривника і діод VD2.

Падіння напруги на резисторі R6 в кожному циклі зарядки конденсатора C1 заряджає конденсатор C2 до напруги, пропорційної частоті розмикання (замикання) контактів переривника.

Як відомо, частота N обертання колінчастого валу (хв^{-1}) і частота f розмикання контактів переривника (Гц) пов'язані між собою залежністю $N = f \cdot 120z$, де z - число циліндрів двигуна.

Таким чином, показання приладу прямо пропорційні частоті розмикання контактів переривника, а значить, і частоті обертання колінчастого валу. Котушка L1 перешкоджає проникненню в прилад високочастотних коливань струму самоіндукції первинної обмотки котушки запалювання, що підвищує точність вимірювань.

У положенні $\square\square$ перемикача SA1 прилад вимірює кут розімкненого стану контактів переривника, тобто кут повороту кулачка переривника від моменту розмикання контактів до моменту їх подальшого замикання. У інструкції по регулюванню переривника звичайно задають кут замкнутого стану контактів α (кут ЗСК). Кут (α у градусах) розімкненого стану контактів зв'язані простим виразом: $\alpha + \varphi = 360/z$ або для чотирициліндрового двигуна $\alpha = 90 - \varphi$.

При розмиканні і замиканні контактів переривника на вхід приладу поступають прямокутні імпульси з високовольтними викидами на плюсових перепадах (у момент формування іскри). Стабілітрон VD1 обмежує їх амплітуду. Імпульсний струм протікає через резистори R2, R4, R6. Падіння напруги на резисторі R6 усереднює конденсатор C2. Це напруга $U_{\text{ср}}$, яка пов'язана прямо пропорційною і близькою до лінійної залежністю із значенням кута переривника, поступає на цифровий вольтметр.

Використання двох пар резисторів R2, R4 і R3, R5 зумовлено зручністю їх точної підбірки. Замість постійних резисторів R4, R5 можуть бути використані подібні, з номіналами на 10...20 % перевищуючими вказані на

схемі. Конденсатор С1 - К73-9, С2 - К50-12. Перемикач SA1 — будь-який малогабаритний тумблер.

Котушка L1 використовується готова від дзвінка телефонного апарату, знята з магнітопровода, але її можна виготовити самостійно. Деталі приставки змонтовані на друкарській платні з фольгированного стеклотекстоліта завтовшки 1,5 мм.

Креслення плати представлено на рис. 4.2.

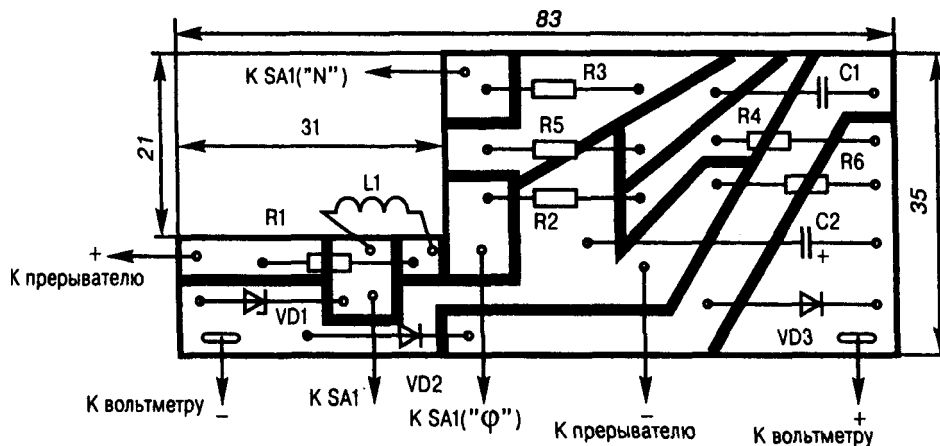


Рисунок 4.2. Друкарська плата приставки до цифрового мультиметра

Плата виготовлена методом різання. Чорним кольором на ній позначені місця, де фольга видалена.

Для налагодження приставки перемикач SA1 спочатку встановлюють в положення «N». До виходу приладу підключають мультиметр, в режимі вольтметра зі шкалою «2000 mV». На вхід приставки подають змінну напругу 12-14 В частотою 50 Гц і підбирають резистори R3 і R5 такими, щоб мультиметр показав 1500 мВ.

Після цього перемикач SA1 переводять в положення «Ф». На вхід приставки подають постійну напругу 12-14 В і підбирають резистори R2 і R4 до показів мультиметра $360/z$ мВ (для чотирициліндрового двигуна - 90 мВ).

Таким чином, показання приладу при кожному вимірюванні чисельно дорівнює вимірюваному значенню. Так, наприклад, якщо в положенні «Ф»

перемикача прилад показує 35 мВ, то це означає, що кут розімкненого стану контактів рівний 35° . Значить, кут ЗСК рівний: $a=90-35=55$ град.

Мультиметр без приставки дозволить оцінити ступінь забрудненості контактів переривника і справність його конденсатора, справність реле-регулятора, струм зарядки батареї акумуляторів та ін. Все це перетворює мультиметр з описаною приставкою в універсальний малогабаритний цифровий мотор-тестер.

4.1. Розробка високовольтного регульованого розрядника

Розрядник високовольтний (тестер іскри) призначений для перевірки працездатності системи запалювання. З його допомогою можна достовірно визначити наявність достатньої напруги у вторинному ланцюзі системи запалювання. Перевірка іскри за допомогою свічки запалювання на повітрі не дає достовірного результату, оскільки в цьому випадку для отримання іскри на свічці достатньо 1 кВ. Але цього недостатньо в циліндрі, де знаходиться паливно-повітряна суміш під підвищеним тиском. Тому необхідне спеціалізоване устаткування. Для систем запалювання з механічним розподільником використовується розрядник з повітряним зазором 10 мм, для безконтактних транзисторних систем запалювання – 20-21 мм.

Тестер-розрядники випускаються двох рівні напруги: 10 кВ і 25 кВ. Перші — для контактних систем запалювання, другі — для електронних систем підвищеної енергії.

На сучасному автомобілі застосовується система запалювання високої енергії з широким застосуванням електроніки. Тому, щоб не одержати травм і не вивести з ладу електронні вузли, необхідно дотримуватися наступних правил:

1. На працюючому двигуні не торкатися елементів системи запалювання (комутатора, котушки запалювання і високовольтних дротів);

2. Не здійснювати запускання двигуна за допомогою іскрового зазору та не перевіряти працездатність системи запалювання "на іскру" між наконечниками дротів свічок запалювання і масою.

Розглянуто розрядники різних виробників аналогічних пристроїв. Проте у всіх є два недоліки: висока вартість і неможливість регулювання повітряного зазору для використання його з різними системами запалювання.

Пропонується виготовити високовольтний регульований розрядник наступної конструкції. Він складається з доопрацьованої свічки запалення 1, гайки в зборі 2, електроду 4, прозорої трубки 5 з полівінілхлориду, ізолятора 6 і дроти із затискачем типу «крокодил». Для цього у свічки запалення (бажано використовувати свічку з довжиною різьбової частини 19 мм) віддаляється бічний електрод. Для виготовлення електроду 4 підійде шпилька М5 і стрижень завдовжки 90 мм. З одного кінця заточують на конус на довжину 15 мм. На інший кінець завертають 2 гайки М5 і стягують їх. Якщо є можливість, то електрод можна виточити на токарному верстаті відповідно до робочого креслення деталі. Для виготовлення гайки в зборі 2 використовується 2 гайки М5 і одна гайка М8. Знежирюють всі гайки і потім їх спаюють так, щоб гайка М8 виявилася між гайками М5. Для зручності і для забезпечення співвідносності рекомендується накрутити гайку М5 на шпильку або болт М5, потім надіти гайку М8 і затягнути другою гайкою М5. Всі 3 гайки спаюють і до них же підпаюють мідний дріт в ізоляції, на іншому кінці якого припаюють затиск типу «крокодил». в якості трубки 5 може бути використаний відрізок полівінілхлоридного шланга завдовжки 90 см. Він має внутрішній діаметр 13 мм, що дозволяє з невеликим зусиллям надіти його на різьбову частину свічки. Для зручності його можна провертати. З другого боку в трубку 5 вставляється із зусиллям гайка в зборі 2, так щоб дріт виходив назовні. У гайку в зборі укручується виготовлений електрод 4. Далі надягають на свічку ізолятор 6, яким може бути гумовий шланг завдовжки 40 мм з внутрішнім діаметром 20мм. Він захистить від високовольтних розрядів при випадковому дотику до свічки.

При використанні розрядника, надягати високовольтний дріт необхідно тільки після того, як буде надійно встановлений затиск типу «крокодил» на незафарбовану деталь, сполучену з «масою» автомобіля. При цьому необхідно, щоб був хороший контакт з «масою», для чого поверхню необхідно очистити від бруду та іржі. Перед використанням розрядника потрібно виставити необхідний зазор за допомогою лінійки або штангенциркуля, при цьому зазор не повинен перевищувати значень для даного типу системи запалювання. Особливо слід звертати на це увагу, якщо перевіряється електронне запалювання. Перевищення зазору може вивести його з ладу. Орієнтуватися можна по наступній залежності: 10мм відповідають пробою напругою 30 кВ.

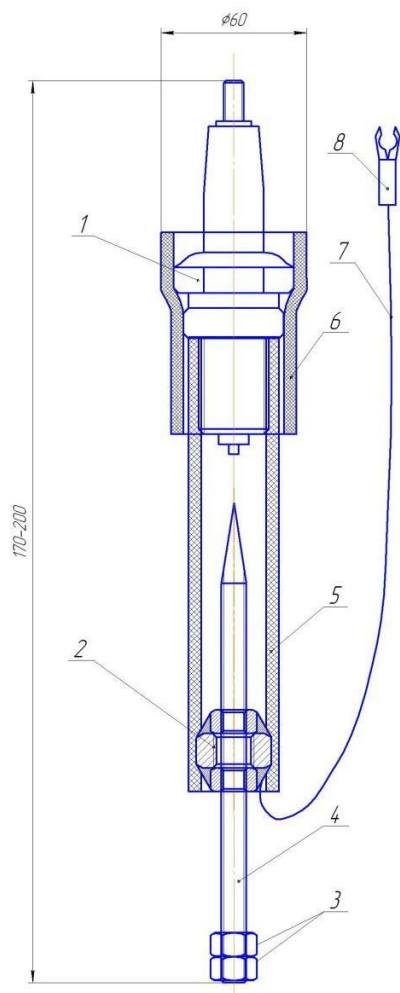


Рисунок 4.3. Розрядник високовольтний в зборі

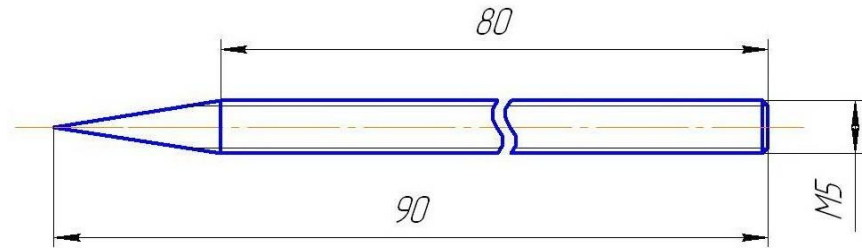


Рисунок 4.4 Електрод

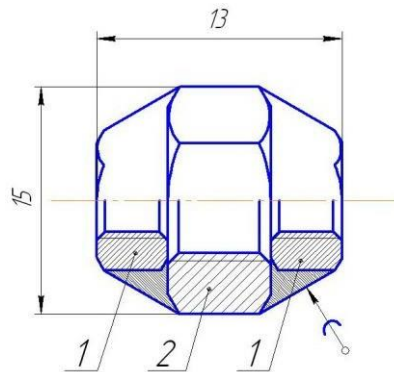


Рисунок 4.5 Гайка в зборі

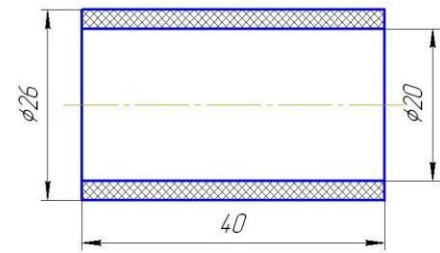


Рисунок 4.6 Ізолятор

4.2. Порядок застосування

Перевірити іскру необхідно на кожному високовольтному дроті. Під час перевірки решта високовольтних дротів повинні бути сполучені з свічками.

1. Зняти високовольтний дріт з свічки запалювання.
2. Приєднати високовольтний дріт до розрядника.
3. На віддалі від елементів електроніки за допомогою затиску типу "крокодил" надійно з'єднати корпус розрядника з масою двигуна так, щоб центральний електрод розрядника знаходився від маси двигуна (автомобіля) на відстані не менше 10 або 25 мм відповідно, залежно від типу розрядника.
4. Прокрутити двигун за допомогою стартера і переконатися у наявності іскри на високовольтному розряднику.

5. За відсутності іскри перевірити опір високовольтних дротів і справність котушки (модуля) запалювання.

Після усунення несправності перевірити наявність іскри на високовольтних дротах, використовуючи розрядник, у вищевикладеному порядку.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Заходи безпеки і вимоги до розробки елементів комплекту засобів контролю

Для забезпечення нормальної роботи електронних пристроїв, необхідно щоб друковані плати, на яких вмонтовуються електричні схеми, відповідали низці вимог:

1) Залежно від кількості провідних шарів, що містять друковані провідники друковані плати поділяються на:

- односторонні;
- двосторонні без металізації отворів,
- двосторонні з металізацією отворів;
- багатошарові.

Залежно від точності виконання елементів друкованого рисунка друковані плати діляться на 5 класів точності.

2) Друковані платні 1 і 2 класу точності виготовляються з прецизійної сировини на простому технологічному устаткуванні. Друковані платні 3 і 4 класів точності виготовляються з чистої сировини на простому технологічному устаткуванні. Друковані плати 5 класу точності виготовляють з чистої сировини на прецизійному устаткуванні.

3) Для виготовлення односторонніх і двосторонніх друкованих плат без металізованих отворів широко використовується хімічний метод (метод травлення).

4) Для забезпечення постійності електричних параметрів друкованої плати використовуються металеві і неметалеві конструкційні покриття.

Металеві конструкційні покриття використовуються для збільшення здатності навантаження по струму і поліпшення паяння виводів до друкарських майданчиків.

Неметалічні конструкційні покриття:

- лак УР-231, який наносять на друковані провідники для захисту їх від електричних замикань на металеві конструкційні елементи апаратури;
- емалі для захисту друкованої плати від розплавленого припою при паянні груповим методом.

Трасування друкованих провідників:

- 1) Друковані провідники повинні розташовуватися рівномірно на всій площині друкованої плати.
- 2) Друковані провідники повинні бути паралелі сторонам друкованої плати, або бути під кутом кратним 15° .
- 3) Існують два різновиди трасування друкованих плат:
 - пряма (для односторонніх і двосторонніх друкованих плат);
 - ортогональна або координатна (для двосторонніх друкованих плат).
- 4) Відстань від краю друкованої плати до найближчого друкованого провідника повинна бути не менше товщина друкованої плати.
- 5) Відстань між провідниками повинна бути максимально можливою;
- 6) Якщо паяння друкованого вузла виконується хвилею, то друковані провідники на стороні паяння повинні бути розташовані паралельно руху хвилі припою.

Технологічним процесом складання називається сукупність операцій, в результаті яких деталі з'єднуються в складальні одиниці, а одиниці з'єднуються у виріб.

Основними документами при складанні:

- галузеві стандарти;
- нормалі;
- загальні технічні умови;
- технологічні карти і креслення.

Стандарти, нормалі, технічні умови визначають загальні вимоги, загальні операції складання, дотримання основних правил його ведення.

У технологічних картах вказуються пристосування, інструменти і послідовність проведення операцій складання.

Існує два види складання:

- обумовлене, тобто складання, до якого висвають спеціальні вимоги щодо точності виконання з'єднань та закріплення деталей;
- не обумовлене, тобто складання до точності виконання, з'єднання деталей якого не висквають підвищених вимог.

Збирання, залежно від виду виробництва виконується вручну. Послідовність складання розробляється технологами відповідно до конструктивних особливостей виробу або складальної одиниці, при цьому обов'язково враховуються зручності проведення подальших операцій збирання.

У проєкті використовується схема збирання з базовою деталлю. Базовою деталлю є плата, з якій починається збмрання. Розробляється технологічний процес для збирання зразка, тому використовується стаціонарне збирання. Стаціонарне складання виконується на одному робочому місці, до якого подаються всі необхідні деталі та вузли. Воно може будуватися за принципом концентрації і диференціації складальних операцій

При диференціації складальних робіт весь процес розбивається на окремі операції, виконання яких доручається різним виконавцям. Диференціація технологічного процесу складання характерна для стійкого серійного і масового виробництва.

Для розробки технологічного процесу складання і монтажу застосовується наступна послідовність операцій:

- підготовка друкованої плати
- підготовка виходів навісних елементів
- установка елементів на плату
- паяння виходів елементів припоєм
- промивання плати після паяння
- контроль якості паяння

- налаштування плати
- покривання плати лаком

Далі детальніше описуються деякі з наведених вище операцій.

При підготовці радіоелементів і мікросхем до монтажу зазвичай виконуються наступні роботи: комплектація, перевірка за номіналами, контроль точності електричних параметрів, встановлених розмірів всіх складальних елементів, перевірка і обрізання виходів, а так само надання відповідним виходам конфігурації, заданої при конструюванні. При виконанні технологічних операцій по підготовці мікросхем до монтажу на друковані плати (операції рихтування, формування і обрізання виходів) виходи піддаються розтягуванню, вигину і стисканню. При цьому розтягуюче зусилля докладене до найчутливішої зони механічних дій гермовводу (гермоввод - місце закладення виводів в тіло корпусу). Тому при виконанні операцій по формуванню необхідно стежити, щоб це зусилля було мінімальним. Ділянка виводу на відстані 1 мм від тіла корпусу не повинна піддаватися деформаціям кручення та згину.

В процесі операцій формування й обрізання не допускаються засениці та насічки скла і кераміки, в місцях закладення виводів в тіло корпусу і деформація корпусу.

Відповідно до компоновки друкованої плати, передбаченої кресленням, здійснюється розміщення мікросхем і комутаційних елементів. При цьому повинне дотримуватися лінійно-багаторядне розташування корпусів, що забезпечує найвищу густину їх компоновки і можливість автоматизованого або механізованого складання вузлів.

Крок установки мікросхем на плату повинен бути кратний 2.5; 1.25 або 0,5 мм. Мікросхеми серії 588, 1554, 1533, що використовуються в нашому випадку, мають відстань між виходами 2,5 мм. Ці мікросхеми повинні розташовуватися на платі так, щоб їх виходи співпадали з вузлами координатної сітки плати. Мікросхеми з штирьовими виходами встановлюються з однієї сторони плати. Для правильної орієнтації мікросхем

на комутаційній платі повинні бути передбачені "ключі", що визначають положення першого виходу мікросхеми. Мікросхеми встановлюються на платі з металізованими отворами із зазором між платою і підставою корпусу, який забезпечується конструкцією виводів.

Основним способом з'єднання мікросхем з друкованими платами є паяння виводів, що забезпечує достатньо надійне з'єднання, як механічне, так і електричне, виводів мікросхем провідниками плати. Для отримання якісних паяних з'єднань, як правило, проводять лудіння виводів корпусу мікросхеми. Лудіння рекомендується проводити тими ж марками припоїв і флюсів, що і паяння. Лудіння виводів мікросхем здійснюється шляхом занурення їх у ванну з флюсом, в тигель з розплавленим припоєм на 1-2 секунди. Лудіння проводиться при температурі 260 - 270° С. Мінімальна відстань від тіла корпусу до меж припою по довжині виводу становить 1,3 мм; гранично допустима кількість занурень тих самих виводів в припій (при виправленні дефектів лудіння) - 2; мінімальний інтервал часу між двома зануреннями тих самих виводів - 5 хвилин.

Якість операцій лудіння визначається наступними ознаками:

- межа розтікання припою по виводах повинна бути не ближче ніж на 1 мм від тіла корпусу, при цьому допускається деяка нерівномірність лудіння по довжині виводів;
- мінімальна довжина ділянки лудіння виводу від його торця повинна бути не менше 0.6 мм, причому не допускається наявність "бурульок" на кінцях виводу мікросхем;
- рівномірне покриття припоєм виводів, відсутність перемичок між виводами.

Марку припою і флюсу вибирають залежно від конструктивних вимог і технологічних можливостей виробництва. Найприйнятнішим припоєм для паяння елементів на платах друкованого монтажу є припій ПОС-61, оскільки має нижчу температуру плавлення в порівнянні з припоєм ПОС-40 і має якнайкращу змочуваність поверхонь, що підлягають паянню. Припоєм

сплаву Розі звичайно покривають провідники друкованих плат і монтажні отвори з метою захисту провідників монтажних отворів від окислення, а також для полегшення процесу паяння.

При виробництві радіоелектронної апаратури застосовують різні методи паяння. У серійному виробництві часто використовуються групові методи: паяння зануренням і "хвилею припою". Для експериментального зразка доцільно паяти паяльником.

Рекомендовані режими паяння виводів мікросхем з штирьовими выводами при індивідуальному способі паяння наступні:

- максимальна температура наконечника паяльника 280°C;
- максимальний час торкання виводів наконечником паяльника – 3 секунди;
- мінімальна відстань від тіла корпусу до межі припою по довжині виводу - 1 мм;
- мінімальний час між повторними паяннями тих самих виводів - 5 хвилин.

Після закінчення монтажної операції і після проведення контролю за якістю монтажу, плату маркують, покривають лаком. Потім перевіряють плати за електричними параметрами, проводять візуальний контроль і ставлять відповідний штамп.

Провідники друкованої плати повинні відповідати наступним вимогам:

- сичення шару металевого провідника повинно мати необхідну густину струму;
- допустимі значення падіння напруги на окремих ділянках схеми не повинні виходити за встановлені межі;
- адгезія матеріалів друкованих провідників з основою повинна знаходитися в інтервалі температур від 60 °C до 270 °C.

Матеріали ізоляційної основи повинні відповідати наступним вимогам:

- мала величина діелектричної проникності - для зменшення паразитних ємностей між друкарськими провідниками;

- висока стійкість до нагрівання;
- висока хімічна стійкість;
- механічна міцність і легкість у обробці свердленням, фрезеруванням та ін.

Як матеріал ізоляційної основи застосовується гетінакс або стеклотекстоліт.

Надійність системи залежить від якості паяних з'єднань, що залежить від правильності вибору способу паяння, якості припою і флюсу.

Відповідно, до припої повиггі відповідати наступним вимогам:

- стійкість до корозії;
- володіння хорошою текучістю при здійсненні паяння;
- механічна міцність;
- володіння хорошою теплопровідністю.

Флюси повинні відповідати наступним вимогам:

- температура плавлення флюсу має бти меншою температури плавлення припою;
- флюс повинен бути рідкотекучим;
- флюс повинен повністю видаляти оксидні плівки.

Таким вимогам відпвідає флюс ФКСП.

Розташування елементів на друкованій платі повинно відповідати настпним вимогам:

- Мікросхеми, встановлювані на друковані плати (ДП), повинні відповідати технічним умовам. Установка і кріплення мікросхем на ДП повинні забезпечувати їх працездатність відповідно до вимог експлуатації на апаратурі;
- Мікросхеми на ДП, як правило, слід розташоввати рядами, та не допускаєти розташування їх в шаховому порядку;
- Мікросхеми з штирьовими выводами при відстані між выводами, яка є кратною 2,5 мм, повинні розташовуватися на ДП так, щоб виводи співпали з вузлами координатної сітки.

- Встановлення та кріплення мікросхем на платі повинне забезпечувати доступ до будь-якої мікросхеми і можливість її заміни;
- При встановленні мікросхем на ДП перший її вивід повинен бути суміщеним з ключем, нанесеним на плату;
- Виводи мікросхем, залежно від конструкції, повинні або упаювати в металізовані отвори плат, або припаюватися до металізованих контактних ділянок ДП;
- Мікросхеми з штировими контактами повинні встановлюватися тільки з одного боку;
- Мікросхеми з штировими контактами повинні встановлюватися на ДП із зазором;
- При установці мікросхем з штировими контактами на ДП величина виступаючої частини виводу над поверхнею плати в місцях паяння повинна бути в межах 0,5 - 1,6 мм; Для забезпечення можливості демонтажу мікросхем, зазори між їх корпусами на ДП в одному з напрямів установки повинні бути не менше 1,5 мм.

Проведення діагностики, технічного обслуговування і ремонту агрегатів, вузлів і систем автомобіля пов'язане з виконанням низки специфічних робіт, різних за своїм змістом, використовуваними технологіями та устаткуванням, екологічними вимогами та безпеці праці. Ці роботи повинні виконуватися на АТП в зоні ТЕ, яка займається виконанням широкого комплексу різноманітних робіт, пов'язаних з ремонтом, перевіркою і регулюванням агрегатів і вузлів автомобіля, таких як двигун, елементи трансмісії, ходової частини, системи живлення, системи запалювання, системи змащування.

До складу зони ТЕ входить наступне обладнання: підйомники, кран-балка, стенди для перевірки стану трансмісії, двигуна, ходової частини.

5.2. Аналіз негативних чинників праці під час діагностування і технічного обслуговування автомобіля

До шкідливих і небезпечних чинників при роботі зони ТО відносяться:

Механічні небезпеки – найпоширеніші небезпеки при ремонті і діагностиці автомобіля, які виникають:

- при підніманні автомобіля на підйомнику, знятті агрегатів і вузлів з автомобіля, їх транспортування за допомогою кран-балки і спеціальних візків до місць ремонту і регулювання, доставки агрегатів і вузлів до автомобіля та їх установки;

- при роботах, пов'язаних з очищенням ремонтованих агрегатів і вузлів;

- при роботах, пов'язаних із закріпленням агрегатів, вузлів і деталей на верстатах і виробничому обладнанні;

- при роботах, пов'язаних з розбиранням, ремонтом і складанням агрегатів автомобіля;

- при роботах, пов'язаних з наладкою, перевіркою і обкаткою відремонтованих агрегатів;

- при роботах на допоміжному виробничому обладнанні.

Електричні небезпеки – пов'язані з наявністю на даній ділянці електричного обладнання (верстатів, стендів), електромережі і штучного освітлення.

Мережне електропостачання здійснюється напругою, небезпечною для життя і здоров'я працівників: ~220В; ~380В.

Пожежовибухонебезпека – пов'язана з наявністю на ділянці пожежонебезпечних речовин і матеріалів, таких як: бензин та його пари, відпрацьовані моторні та трансмісійні оливи (при розбиранні двигунів, агрегатів і вузлів автомобіля), розчинники (використовуються при очищенні деталей і вузлів від нагару), й інших легкозаймистих речовин, що беруть участь у виробничому процесі.

Шуми і вібрації – виникають при роботах на верстатах та обладнанні, пов'язаних з ремонтом, регулюванням, наладкою вузлів, агрегатів і деталей автомобіля, а також при проведенні допоміжних робіт.

Шкідливі речовини – виділяються при проведенні технологічних процесів розбирання агрегатів, їх очищенні і безпосередньому ремонті. Проникаючи в невеликих дозах в організм людини, шкідливі речовини призводять до змін в організмі в цілому та в органах і системах.

Зона проведення ТО характеризується наявністю моторних і трансмісійних мастил, бензинів, промислового пилу від зачистки і промивки устаткування в цілому, зокрема – абразивний пил, туман охолоджуючої рідини, наявністю відпрацьованих газів двигунів внутрішнього згорання.

6. Техніко-економічна оцінка конструктивної розробки

6.1. Розрахунок витрат на виготовлення і збирання портативного комплекту засобів контролю для діагностики легкових автомобілів

Оскільки портативний комплект складається з трьох виробів (світлодіодний стробоскоп, приставка до мультиметра, розрядник високовольтний), що виготовляються, а також можливе використання їх окремо, то розрахунок витрат на їх виготовлення і складання здійснюватиметься по кожному з них.

$$V = V_d + V_{зп} + V_{дм}, \quad (6.1)$$

де V_d - витрати на закупівлю деталей, виробів та вузлів, грн;

$V_{зп}$ - повна заробітна платня з нарахуваннями робітників, зайнятих на складанні проектного пристрою, грн;

$V_{дм}$ - вартість допоміжних матеріалів (2-4% від витрат на основні матеріали), грн.

Таблиця 6.1. Витрати на матеріали для виготовлення світлодіодного стробоскопа

Найменування, марка	Кількість, шт.	Ціна за одиницю, грн	Вартість, грн
Резистор МЛТ-0,125	6	1	6
Транзистор КТ-315А	1	3	3
Транзистор КТ -815А	1	4	4
Мікросхема К561ЛЕ5	1	5	5
Конденсатор	2	2	4
Затиск «крокодил»	3	4	12
Дріт живлення	0,5 м	30 грн./3 м	5
Дріт екранований	0,5 м	10 грн./1 м	5
Плата макетна	1	20	20

Корпус–ліхтарик светлодіодний (12 LED)	1	60	60
Разом			124

Таблиця 8.2. Витрати на матеріали для виготовлення приставки до мультиметру

Найменування, марка	Кількість, шт.	Ціна за одиницю, грн	Вартість, грн
Резистор МЛТ-0,125	5	1	5
Резистор МЛТ-0,25	1	2	2
Діод Д220	2	1	2
Стабілітрон Д809	1	3	3
Конденсатор	1	2	2
Конденсатор	1	3	3
Котушка індуктивності	1	10	10
Перемикач	1	12	12
Плата	1	10	10
Дріт	1	10 грн./1 м	20
Затискач «крокодил»	2	4	8
З'єднання «тюльпан»	2	4	8
Корпус-футляр	1	5	5
Разом			90

Таблиця 8.3. Витрати на матеріали для виготовлення розрядника високовольтного

Найменування, марка	Кількість, шт.	Ціна за одиницю, грн	Вартість, грн
Свічка запалювання А17ДВ	1	25	25
Трубка ПВХ прозора	0,1 м	30 грн./0,5м	6
Шланг гумовий	0,04 м	25 грн /1 м	1
Гайка М8	1	1	1
Гайка М5	4	0,25	1
Шпилька М5	0,1м	20 грн/1 м	2

Дріт	0,3 м	10 грн/1 м	3
Затискач «крокодил»	1	4	4
Разом			43

Основну заробітну плату робітників, зайнятих на складанні діагностичного пристрою визначається з виразу:

$$Z_{CB} = T_{CB} \cdot C_{\text{ч}} \cdot K_{\text{д}}, \quad (6.2)$$

де T_{CB} - нормативна трудомісткість збірки діагностичного пристрою, люд.-год.;

$C_{\text{ч}}$ - годинна тарифна ставка робітника;

$K_{\text{д}}$ - коефіцієнт, що враховує доплати до основної зарплати.

Сумарна трудомісткість збірки пристроїв:

- светодиодного стробоскопа – 1 люд.-год.;
- приставки до мультиметру – 0,75 люд.-год.;
- розрядника високовольтного – 0,5 люд.-год.

У місяць кількість робочих днів рівна 21. Робочий день 8 годин. Заробітна платня робітника в місяць рівна 10000 грн. Значить, $21 \cdot 8 = 168$ годин в місяць. Звідси, годинна ставка робітника:

$$C_{\text{ч}} = 10000 / 168 \approx 60 \text{ грн.} \quad (6.3)$$

Соціальну доплату $Z_{\text{соц}}$ визначаємо з виразу:

$$Z_{\text{соц}} = R_{\text{соц}} \frac{(Z_{\text{пр}} + Z_{\text{д}})}{100}, \quad (6.4)$$

де $R_{\text{соц}}$ - єдиний соціальний податок, що включає відрахування до Пенсійного фонду (22%), до фонду соціального страхування (2,9%), до фонду обов'язкового медичного страхування (5,1%).

Виконаємо розрахунки для кожного елемента:

- для светодиодного стробоскопа

$$T_{CB} = 1 \cdot 1,08 = 1,08 \text{ люд.-год.};$$

$$Z_{CB} = 1,08 \cdot 60 \cdot 1,125 = 72,9 \text{ грн}$$

$$З_{ДСБ} = 12,5 \frac{72,9}{100} = 9,11 \text{ грн.}$$

$$З_{СОЦ} = 30 \frac{(72,9 + 9,11)}{100} = 24,6 \text{ грн.}$$

$$З_{СБ.К} = 72,9 + 9,11 + 24,6 = 106,6 \text{ грн.}$$

- для приставки до мультиметру

$$Т_{СБ} = 0,75 \cdot 1,08 = 0,81 \text{ люд.-год.}$$

$$З_{СБ} = 0,81 \cdot 60 \cdot 1,125 = 54,68 \text{ грн.}$$

$$З_{ДСБ} = 12,5 \frac{54,68}{100} = 6,84 \text{ грн.}$$

$$З_{СОЦ} = 30 \frac{(54,68 + 6,84)}{100} = 18,46 \text{ грн.}$$

$$З_{СБ.К} = 54,68 + 6,84 + 18,46 = 79,98 \text{ грн.}$$

- для високовольтного розрядника

$$Т_{СБ} = 0,5 \cdot 1,08 = 0,54 \text{ люд.-год.}$$

$$З_{СБ} = 0,54 \cdot 60 \cdot 1,125 = 36,45 \text{ грн.}$$

$$З_{ДСБ} = 12,5 \frac{36,45}{100} = 4,55 \text{ грн.}$$

$$З_{СОЦ} = 30 \frac{(36,45 + 4,55)}{100} = 12,3 \text{ грн.}$$

$$З_{СБ.К} = 36,45 + 4,55 + 12,3 = 53,3 \text{ грн.}$$

Вартість допоміжних матеріалів:

$$З_{ВМ} = 2 / 100 \cdot 124 = 2,48 \text{ грн.}$$

$$З_{ВМ} = 2 / 100 \cdot 90 = 1,8 \text{ грн.}$$

$$З_{ВМ} = 2 / 100 \cdot 43 = 0,86 \text{ грн.}$$

Витрати на збирання конструкції складуть:

$$З_{НК} = 124 + 106,61 + 2,48 = 233,09 \text{ грн.}$$

$$З_{НК} = 90 + 79,89 + 1,8 = 171,69 \text{ грн.}$$

$$z_{ик} = 43 + 53,3 + 0,86 = 97,16 \text{ грн.}$$

Таким чином, сумарні витрати на виготовлення і збирання портативного комплекту засобів контролю для діагностики легкових автомобілів складуть:

$$\sum z_{ик} = 236,37 + 174,24 + 98,8 = 509,41 \text{ грн.}$$

Вартість портативного комплекту засобів контролю для діагностики легкових автомобілів складе:

- з урахуванням того, що буде придбаний недорогий мультиметр М-830В, ринкова вартість якого 130 грн.

$$C = 509,41 + 130 = 639,41 \text{ грн.}$$

- з урахуванням того, що буде придбаний більш функціональний мультиметр М-890G, що розширює функціональність всього комплекту, ринкова вартість якого 400 грн.

$$C = 509,41 + 400 = 909,41 \text{ грн.}$$

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

У даній роботі проведено аналіз існуючих конструкцій стробоскопів, автотестерів і мультиметрів, а також високовольтних розрядників, виявлені їх переваги та недоліки. В результаті такого аналізу були запропоновані електричні схеми стробоскопа і приставки до мультиметра, рекомендації щодо їх практичного виготовлення. Розроблена конструкція регульованого високовольтного розрядника.

Технічний стан транспортних засобів впливає на кількість шкідливих речовин, що поступають в атмосферу, і, таким чином, одним з методів зменшення шкідливої дії автомобілів на навколишнє середовище є підтримка їх в технічно справному стані.

Технічна діагностика дозволяє знаходити несправності автомобілів на ранній стадії розвитку і вживати заходи щодо їх попередження, одночасно понижувати негативний вплив автомобіля на навколишнє середовище, унаслідок справної роботи двигуна.

Розроблений портативний комплект засобів для діагностики двигунів дозволяє здійснювати перевірку технічного стану двигунів внутрішнього згорання транспортних засобів, виконати точне регулювання системи запалювання і системи живлення, чим і досягається підтримка двигунів в технічно справному стані, а кількість викидів шкідливих речовин – в межах, норми.

Економічний розрахунок показав значну економію грошових коштів при виготовленні даного комплекту для діагностики порівняно з придбанням промислових зразків.

Таким чином, при виготовленні даного портативного комплекту засобів контролю для діагностики автомобіля, діагностику можна провести швидше, якісно і при цьому заощадити грошові кошти.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Сажко В.А. Електрообладнання автомобілів і тракторів : Підручник. Київ: Каравела, 2009. 400 с.
(https://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2016/Sazhko_2009.pdf)
2. Сажко В.А., Січко О. Є. Діагностування мікропроцесорних систем запалювання автомобіля. Київ: НТУ, 2005. 36 с
3. Пиндис Ю. І., Заверуха Р. Р. Навчальний посібник з дисципліни "Електронне та електричне обладнання автомобілів". Тернопіль: ТНТУ, 2016. 163 с.
4. Електрообладнання автомобіля (<https://greenway.com.ua/uk/dovidniki/pidruchnyk-po-vlashtuvannju-avtomobilja/rozdil42-elektroobladnannja-i-elektrosystemy>)
5. Люлька В. С. Електрообладнання тракторів, комбаців, автомобілів і землерийних машин. Київ: Урожай, 2014. 447 с.
6. Діагностика Електрообладнання автомобіля (<https://boschrivne.com/diagnostyka-elektroobladnannya-avtomobilya/>)
7. Інструмент для електрообладнання автомобілів (<https://grandinstrument.ua/ua/instrument-dlya-elektrooborudovaniya/>)
8. Абрамович Ф. І., Гугаревич Ю. І., Долганов К. Є. Автомобільні двигуни. Київ: Арістей, 2004. 476 с.
9. Мазепа С. С., Куцик А. С. Електрообладнання автомобілів. Львів: Львівська політехніка, 2004. 168 с.
10. Склярів В. Н. Електрообладнання автомобілів і тракторів: Підручник. Київ: Каравела, 2009. 400 с.
11. Бороденко Ю. М., Дзюбенко О.А. Діагностика електрообладнання автомобілів. Харків: ХНАДУ, 2014. 300 с.
12. Кисликов В. Ф. Будова і експлуатація автомобілів. Київ: Либідь, 2013. 400 с.
13. Іслян Н. М. Електрообладнання автомобілів: Підручник. Київ: Каравела, 2019. 440 с.