

ЛІТЕРАТУРА



НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНА

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



М.Г. Левкович, П.В. Босюк, Тесля В.О.

## Методичні вказівки

для виконання лабораторних робіт № 1, 2, 3

з дисципліни  
«Комп'ютерна діагностика»

Тернопіль  
2016

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

Кафедра автомобілів

# **Методичні вказівки**

## **для виконання лабораторних робіт № 1, 2, 3**

з дисципліни  
**«Комп'ютерна діагностика»**  
для студентів напрямку підготовки 6.070106 «Автомобільний транспорт»  
усіх форм навчання

Тернопіль  
2016

Методичні вказівки для лабораторних робіт розроблено відповідно до навчального плану підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» напрямку підготовки 6.070106 «Автомобільний транспорт».

Укладачі: к.т.н., доц. Левкович М.Г.;  
асистент Босюк П.В.  
к.т.н., ст. викл. Тесля В.О.  
Рецензент: к.т.н., доц. Капаціла Ю.Б.  
Відповідальний за випуск: асистент Босюк П.В.

Розглянуто та схвалено на методичному семінарі кафедри автомобілів, протокол №1 від 26 серпня 2016 р.

Рекомендовано до друку методичною комісією механіко-технологічного факультету, протокол № 1 від 29 серпня 2016 р.

## **ЗМІСТ**

Лабораторна робота 1 «Дослідження роботи свічок запалювання»

Лабораторна робота 2 «Дослідження процесів іскроутворення у  
системах запалювання»

Лабораторна робота 3 «Перевірка генератора на борту автомобіля»

# **Лабораторна робота 1**

## **Дослідження роботи свічок запалювання**

*Мета роботи* – вивчити метод дослідження стану свічок запалювання за допомогою приладу для їх перевірки та очищення Е-203.

### **Обладнання та прилади**

1. Прилад для перевірки свічок запалювання.
2. Набір свічок запалювання.
3. Набір високовольтних дротів.
4. Мультиметр.

### **Теоретичні відомості**

Від стану свічок – цієї важливої частини системи запалювання двигуна багато в чому залежить його працездатність. Сьогодні провідні фірми-виробники в конкурентній боротьбі за право встановлювати свою продукцію в найбільш масових і престижних автомобілях намагаються довести конструкцію свічок за співвідношенням якості і собівартості до оптимальних меж.

Призначення свічки запалювання – перетворення електричної енергії в іскровий розряд для займання робочої суміші в циліндрах бензинового двигуна.

Гартівне запалювання – некерований процес займання робочої суміші розжареними елементами свічки.

Гартівне число – відносна величина, пропорційна середньому тиску, при якому в процесі випробувань свічки на моторній тарувальній установці починає з'являтися гартівне запалювання.

Робоча температура – температура найбільш розжарених елементів (електродів і теплового конуса ізолятора) свічки в процесі роботи двигуна.

Теплова характеристика – залежність робочої температури свічки від ефективної потужності, що розвиває двигун. Визначається конструктивними

параметрами свічки, якістю її охолодження та параметрами робочого процесу двигуна.

Верхня температурна межа теплової характеристики – робоча температура свічки, за якої виникає гартівне запалювання, становить близько  $900^{\circ}\text{C}$ .

Нижня температурна межа теплової характеристики – мінімальна температура, за якої свічка почне самоочищатися від нагару, знаходиться в межах  $350\dots 400^{\circ}\text{C}$ .

Гарячі свічки – відносне поняття, пов'язане з робочою температурою. Призначені для застосування у малофорсованих двигунах, де необхідне досягнення температури самоочищення від нагару при відносно невеликих теплових навантаженнях. Свічки гарячіше за призначені для даного двигуна, викликатимуть гартівне запалювання. Такі свічки мають менше гартівне число, ніж холодні.

Холодні свічки призначені для використання на високофорсованих двигунах для нагрівання меншою температурою гартівного запалювання при максимальній потужності двигуна. Свічки холодні для цього двигуна не досягатимуть температури самоочищення від нагару і перестануть працювати через короткий проміжок часу.

Термоеластичність – поняття, що характеризує здатність свічки досягати нижньої температурної межі теплової характеристики при найменшій ефективній потужності, що розвивається двигуном.

*Будова свічки запалювання.* Будову сучасної свічки запалювання з плоскою опорною поверхнею і кільцем ущільнювача показано на рис. 1.1. Центральний електрод на сучасних свічках виготовляють біметалічним (тобто він складається з двох металів) – мідна центральна частина поміщена в жаростійку оболонку.

Вимоги до свічок: точна відповідність типу двигуна за габаритно-приєднувальними розмірами, гартівним числом, тепловою характеристикою, іскровим зазором; здатністю перешкоджати утворенню нагару і самоочищення від нього; швидке досягнення температури самоочищення; безперебійність роботи в широкому діапазоні температур і потужностей двигуна.

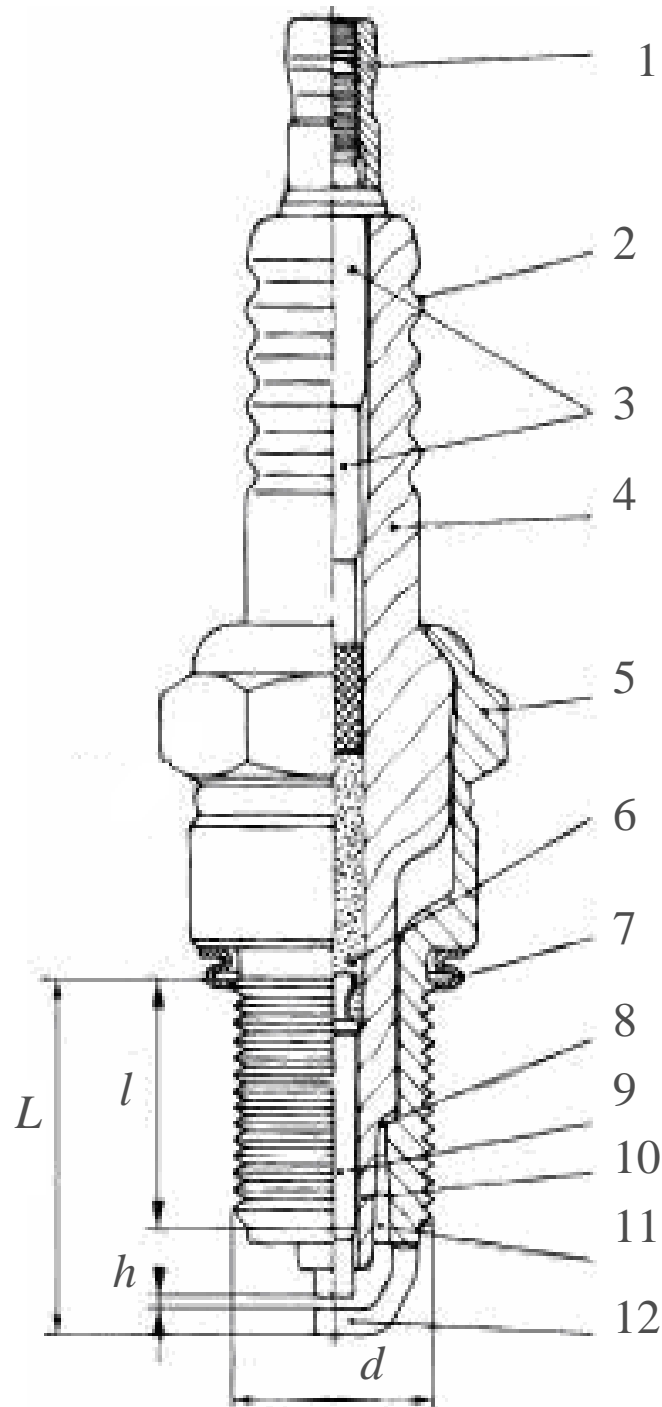


Рисунок 1.1 - Будова свічки запалювання з плоскою опорною поверхнею:  
 1 – контактна гайка; 2 – оребрення ізолятора; 3 – контактна головка; 4 – ізолятор;  
 5 – корпус; 6 – струмопровідний (або резистивний) склогерметик; 7 – кільце  
 ущільнювача; 8 – тепловідвідна шайба; 9 – центральний електрод;  
 10 – тепловий конус ізолятора; 11 – робоча камера свічки; 12 – електрод маси;  $h$  –  
 іскровий зазор;  $L$  – довжина вкручуваної частини;  $l$  – довжина нарізної частини  
 (цоколь);  $d$  – зовнішній діаметр різі

Теплові характеристики свічок з однаковими гартівними числами, але різними конструктивними параметрами відрізняються (рис. 1.2). Свічка 1 «прогрівається» швидше, ніж свічка 2, і досягає температури самоочищення за меншої потужності, що розвивається двигуном. Таку свічку називають більш термоеластичною.

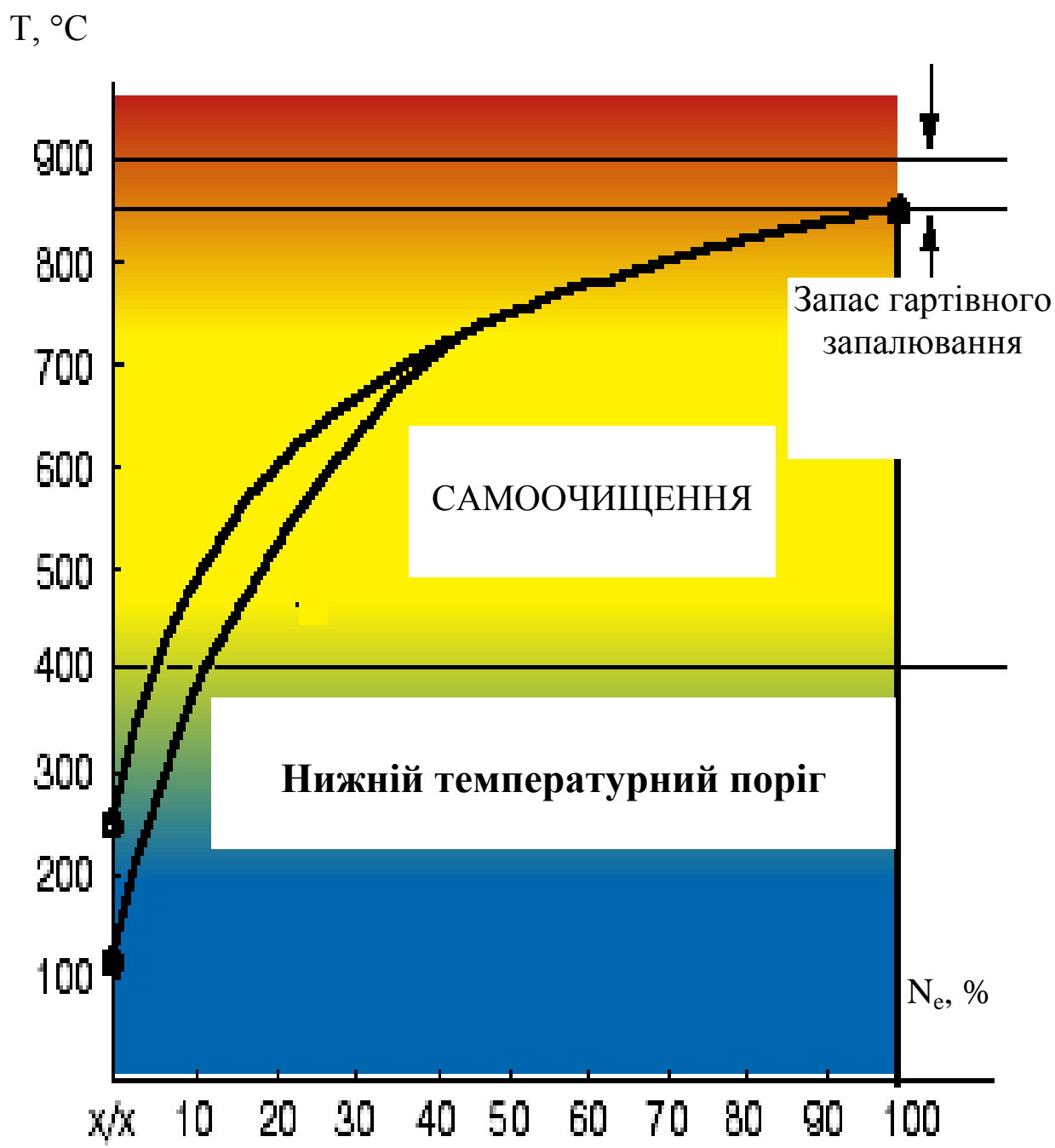


Рисунок 1.2 - Теплові характеристики свічки:  $N_e$  – ефективна потужність двигуна,  $\%$ ;  $X/X$  – холостий хід двигуна;  $t$  – робоча температура свічки,  $^{\circ}\text{C}$



Приклади несправностей свічок запалювання (Рис. 1.3 – 26.6).



Рисунок 1.3 - Справно працююча свічка



Рисунок 1.4 - Обрив ізолятора. Помітний при перевертанні свічки



Рисунок 1.5 - Відсутність нормального тепловідведення краю нагару на бічному електроді при підвищеному тепловому режимі



Рисунок 1.6 - Перезбідна паливна суміш

Помірно багату суміш помітно крихким нагаром на центральному ізоляторі, але бічний електрод чистий. Така свічка може давати пропуски на перехідних режимах. Проблема може бути усунена регулюванням системи подачі палива (рис. 1.7).



Рисунок 1.7 - Помірно багата суміш

Яскраво-червоний наліт на центральному ізоляторі з'являється через надмірне застосування антидетонаційних присадок виробником (рис. 1.8).



Рисунок 1.8 - Погана якість палива

На торці ізолятора помітно сліди пробою високої напруги на корпус свічки.  
За низьких температур це може ускладнити запуск холодного двигуна (рис. 1.9).



Рисунок 1.9 - Умовно-робоча свічка

На ізоляторі видно сліди пробою високої напруги. Заряд стікає, залишаючи за собою виразний струмопровідний слід (рис. 1.10).



Рисунок 1.10 - Неробоча свічка

Довжина різі свічки перевищує довжину різі отвору свічки. Перегрівання спричинило руйнування і вигорання електродів (рис. 1.11).



Рисунок 1.11 - Неправильний підбір свічки

Прорив продуктів горіння через неякісне ущільнення свічки при малих термінах її роботи. Наслідок – забруднення ковпачка, свічки, що призводить до його передчасного виходу з ладу (рис. 1.12).



Рисунок 1.12 - Прорив продуктів горіння через неякісне ущільнення свічки

Тріщина ізолятора частіше виникає при механічній дії, але іноді також через проблеми з якістю у виробника (рис. 1.13).



Рисунок 1.13 - Тріщина ізолятора свічки запалювання

Зовнішній пробій ізолятора (рис. 1.14). В цьому випадку необхідна заміна також ковпачка свічки, високовольтних дротів.



Рисунок 1.14 - Зовнішній пробій ізолятора свічки запалювання

*Прилад для перевірки і очищення свічок запалювання.* Прилад Е-203 (рис. 1.15, рис. 1.16) призначений для технічного обслуговування перед діагностуванням і діагностування під час експлуатації іскрових свічок запалювання двигунів внутрішнього згоряння з різьбою на корпусі М14 х 1,25 і М18 х 1,5 і нарізною частиною завдовжки від 12 до 19 мм.

Комплект забезпечує: очищення піском нагару на корпусі, тепловому конусі ізолятора та електродах свічки; здування частинок піску після проведення очищення; контроль і регулювання зазорів між електродами свічок у діапазоні від 0,6 до 1 мм з інтервалом через 0,1 мм; випробування свічок на безперебійність іскроутворення; випробування свічок на герметичність.

За допомогою комплекту можуть бути виявлені такі дефекти свічок: перебої у іскроутворенні між електродами; тріщини, внутрішні пробої або поверхневі перекриття ізолятора; втрата герметичності.



Рисунок 1.15 - Прилад для перевірки свічок запалювання



Рисунок 1.16 - Прилад для очищення свічок запалювання

## ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Провести дослідження роботи комплектів свічок запалювання. Виявити вплив зміни тиску на іскроутворення згідно з табл. 1.1.

Таблиця 1.1 - Дослідження роботи комплектів свічок

№	Зазор між електродами свічки, мм	Тиск згасання іскри, МПа/см <sup>2</sup>	Тиск вияву перебоїв у іскроутворенні, МПа/см <sup>2</sup>	Характер несправності



## **ЗМІСТ ЗВІТУ**

Звіт повинен містити мету, короткі теоретичні відомості, одержані характеристики з висновком про можливі несправності свічок запалювання та оцінку їх впливу на роботу двигуна.

### **КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ**

1. Призначення свічок запалювання
2. Які характерні несправності свічок запалювання?
3. Як свічки запалювання підрозділяються за конструктивним виконанням?
4. До чого може призвести несправність свічки запалювання?
5. Як можна розрізнити несправність свічки запалювання за допомогою мотор-тестера?
6. Поясніть, як залежить конструкція та матеріали свічки запалювання від типу палива та теплової характеристики двигуна?

## **Лабораторна робота 2**

### **Дослідження процесів іскроутворення у системах запалювання**

*Мета роботи* – вивчити метод перевірки системи запалювання за допомогою мотор-тестера. Зняти і дослідити одержані характеристики системи запалювання.

#### **Апаратура й прилади**

1. Мотор-тестер MODIS.
2. Набір адаптерів.
3. Набір ключів.
4. Набір перехідників.

#### **Теоретичні відомості**

Основою будь-якого сучасного мотор-тестера є цифровий осцилограф. Мотор-тестер – це пристрій, здатний відображати осцилограму високої напруги системи запалювання. Крім цього він у реальному часі відображає параметри імпульсу запалювання, такі як пробивна напруга, час і напруга горіння іскри.

Будь-яка несправність у системі запалювання, як у первинному, так і у вторинному колі, певним чином впливає на форму і параметри імпульсу високої напруги у вторинному колі системи запалювання. Отже, спостерігаючи осцилограму високої напруги, можна комплексно продіагностувати систему запалювання. Знаючи нормальні параметри імпульсу запалювання, а також осцилограми типових несправностей і побачивши при цьому осцилограму високої напруги досліджуваної системи запалювання, можна швидко та однозначно виявити несправності системи запалювання.

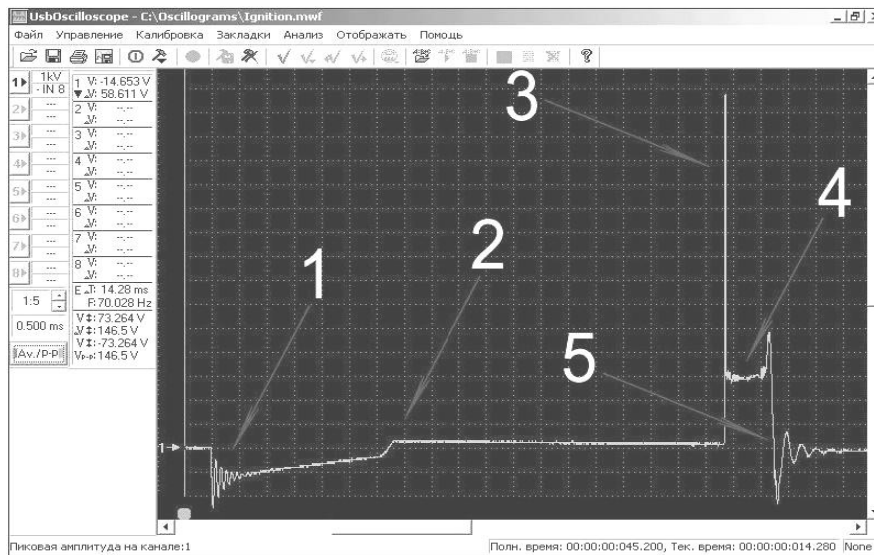


Рисунок 2.1 - Осцилограма високої напруги системи запалювання

На осцилограмі високої напруги системи запалювання (рис. 2.1) позначено: 1 – початок накопичення енергії в магнітному полі котушки запалювання (момент відкриття силового транзистора комутатора системи запалювання); 2 – момент переходу комутатора системи запалювання в режим утримання енергії в магнітному полі (після досягнення струму в первинній обмотці котушки запалювання рівного 8А, комутатор переходить в режим стабілізації струму на цьому рівні); 3 – пробій іскрового проміжку і початок горіння іскри (момент закриття силового транзистора комутатора); 4 – ділянка горіння іскри; 5 – кінець горіння іскри і початок загасаючих коливань.

Для перевірки системи запалювання необхідний індуктивний датчик, який під'єднуємо до високовольтного дроту котушки запалювання, синхронізуємо його за допомогою індуктивного датчика по першому циліндру (рис. 2.2).



Рисунок 2.2 - Увімкнення мотор-тестера до системи запалювання

Можна проаналізувати пробивну напругу, час і напругу горіння іскри, ЕРС котушки запалювання, стан високовольтних дротів (рис. 5.3 – 5.9).

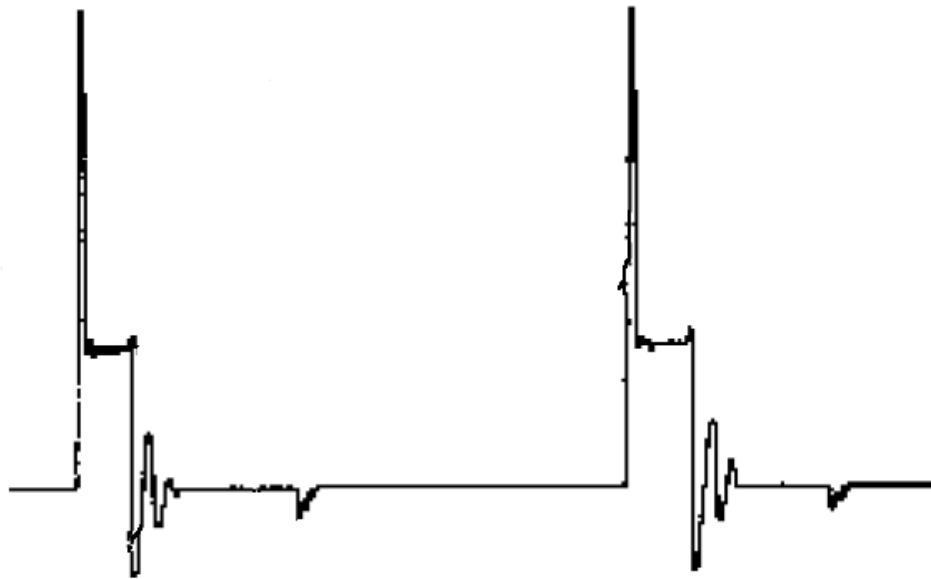


Рисунок 2.3 - Імпульси високої напруги системи запалювання

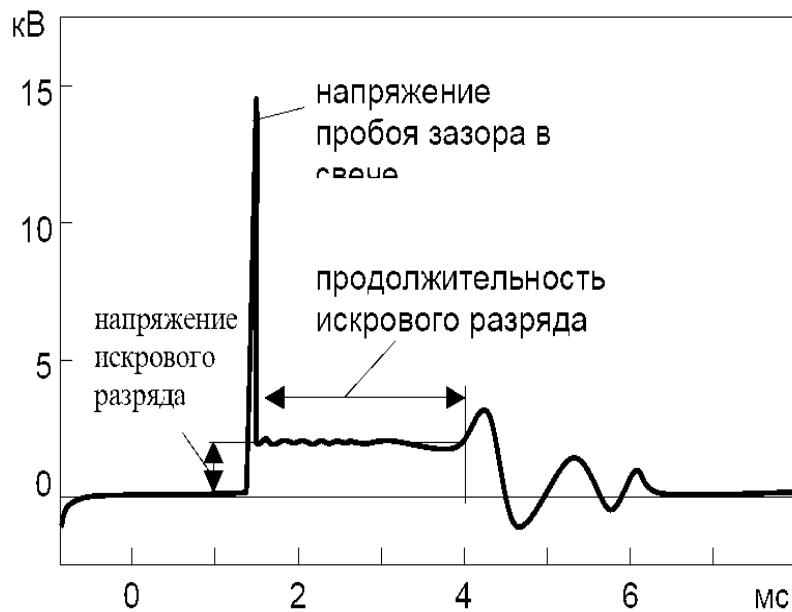


Рисунок 2.4 - Осцилограма напруги з високовольтного дроту  
Несправності високовольтник дротів

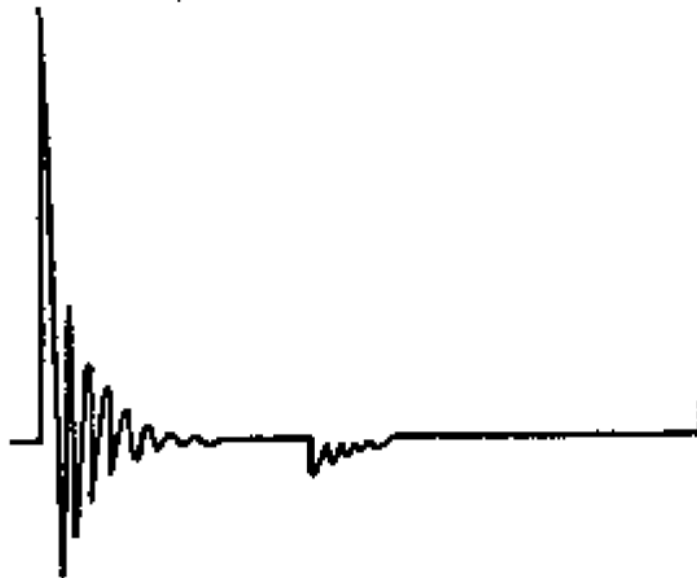


Рисунок 2.5 - Обрив високовольтного дроту котушки запалювання

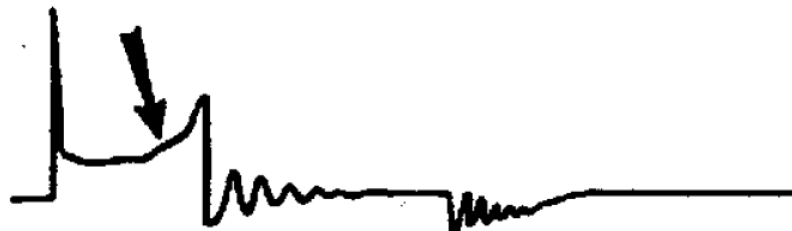


Рисунок 2.6 - Обрив свічного дроту

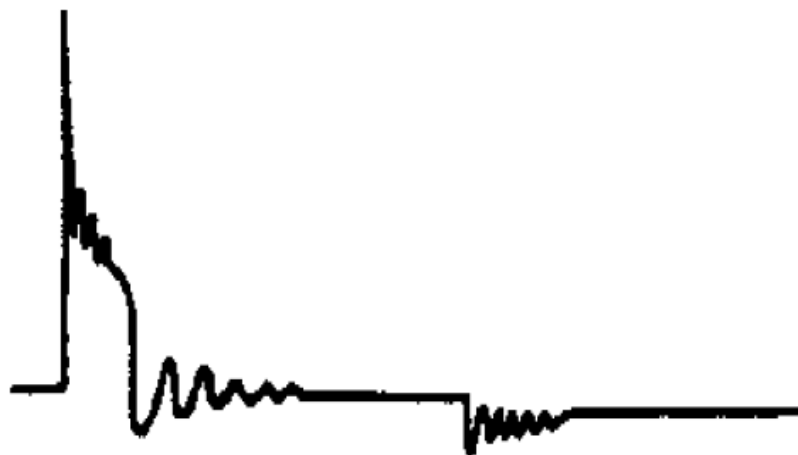


Рисунок 2.7 - Пробій свічного ковпачка  
Несправності свічок запалювання

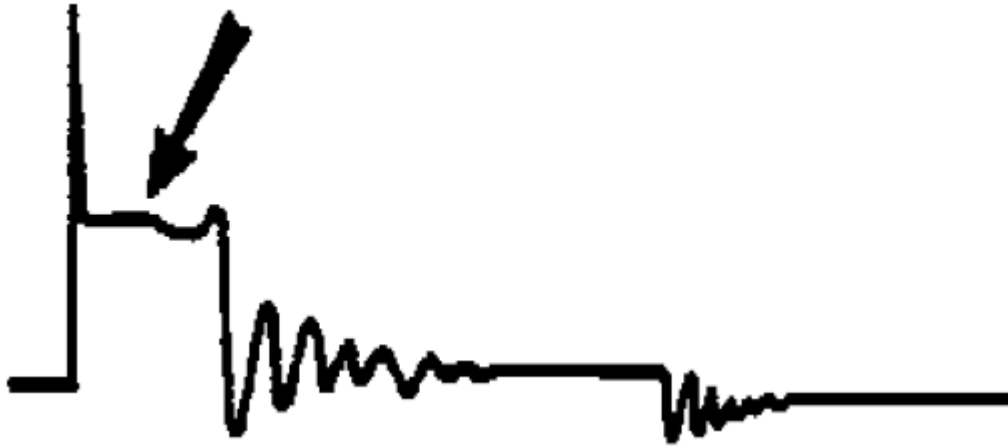


Рисунок 2.8 - Збільшений зазор між електродами свічки запалювання



Рисунок 2.9 - Забруднення свічки нагаром

### Порядок виконання роботи

Зняти робочі характеристики системи запалювання за допомогою мотор-тестера на автомобілі.

Для цієї мети увімкнути мотор-тестер до автомобіля за допомогою індуктивних датчиків. Один датчик до високовольтного дроту першого циліндра, а другий (для синхронізації) до дроту котушки запалювання. Подати вмикання на перевірку викладачеві. Змінюючи оберти двигуна педаллю акселератора, провести дослідження роботи системи запалювання на різних режимах роботи двигуна.

Записати в конспект одержані осцилограми на різних режимах роботи для проведення подальшого аналізу.

Результати вимірювання значення високої напруги занести до табл. 2.1.

Таблиця 2.1 - Значення вимірювання високої напруги

Досліджувана величина		Отримані дані						
$n, \text{хв}^{-1}$	перший							
$U_2, \text{кВ}$	циліндр							
$n, \text{хв}^{-1}$	другий							
$U_2, \text{кВ}$	циліндр							
$n, \text{хв}^{-1}$	третій							
$U_2, \text{кВ}$	циліндр							
$n, \text{хв}^{-1}$	четвертий							
$U_2, \text{кВ}$	циліндр							

За даними дослідів побудувати робочі характеристики  $U_2 = f(n)$ .

### ЗМІСТ ЗВІТУ

Звіт повинен містити мету, короткі теоретичні відомості, одержані осцилограми і характеристики з висновком про можливі несправності в системі запалювання.

### КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Як з'являється вторинна енергія у котушці запалювання?
2. На які етапи можна розбити процес іскроутворення?
3. За якими характерними точками осцилограми іскроутворення можна оцінити стан елементів системи запалювання?
4. Як впливає підвищення або зменшення опору вторинного кола системи запалювання?
5. Як найкраще провести дослідження системи запалювання мотор-тестером?
6. Що таке перехідний процес у системі запалювання?

## **Лабораторна робота 3**

### **Перевірка генератора на борту автомобіля**

*Мета роботи* – вивчити будову, схеми та варіанти монтажу сучасних автомобільних генераторних установок на борту автомобіля, їх призначення та елементи конструкції.

#### **Обладнання та прилади**

1. Мотор-тестер.
2. Генератор на автомобілі.
3. Вольтметр.
4. Амперметр.

#### **Теоретичні відомості**

В основі роботи генератора лежить ефект електромагнітної індукції. Якщо котушку, наприклад, з мідного дроту пронизує магнітний потік, то при його зміні на виводах котушки з'являється змінна електрична напруга. І навпаки, для утворення магнітного потоку досить пропустити крізь котушку електричний струм. Таким чином, для отримання змінного електричного струму потрібні котушка, по якій протікає постійний електричний струм, утворюючи магнітний потік, що називається обмоткою збудження, і сталева полюсна система, призначення якої – підвести магнітний потік до котушок, в яких наводиться змінна напруга. Ці котушки поміщені в пази сталевій конструкції, магнітопроводу (пакета заліза) статора. Обмотка статора з його магнітопроводом утворює власне статор генератора – його найважливішу нерухому частину, в якій утворюється електричний струм, а обмотка збудження з полюсною системою і деякими іншими деталями (валом, контактними кільцями) – ротор, його найважливішу частину, що обертається. Живлення обмотки збудження може здійснюватися від самого генератора. В цьому випадку генератор працює на самозбудженні. При



цьому залишковий магнітний потік у генераторі, тобто потік, який утворюють сталеві частини магнітопроводу за відсутності струму в обмотці збудження, невеликий і забезпечує самозбудження генератора тільки на дуже високих частотах обертання. Тому в схему генераторної установки, там де обмотки збудження не з'єднані з акумуляторною батареєю, вводять зовнішнє з'єднання, яке проходить через лампу контролю працездатної генераторної установки. Струм, що подається крізь цю лампу в обмотку збудження після вмикання вимикача запалювання, і забезпечує первинне збудження генератора. Сила цього струму має бути не дуже великою, щоб не розряджати акумуляторну батарею, але і не дуже малою, оскільки в цьому випадку генератор збуджується при дуже високих частотах обертання. Це зумовлює необхідну потужність контрольної лампи – 2...3 Вт.

При обертанні ротора напроти котушок обмотки статора з'являються поперемінно «північний» і «південний» полюси ротора, тобто напрямок магнітного потоку, що пронизує котушку, змінюється, що і викликає появу в ній змінної напруги. Частота цієї напруги  $f$  залежить від частоти обертання ротора генератора  $n$  і кількості його пар полюсів  $p$

$$f = \frac{p \cdot N}{60}.$$

За винятком генератори зарубіжних фірм, як і вітчизняні, мають шість «південних» і шість «північних» полюсів у магнітній системі ротора. В цьому випадку частота  $f$  в 10 разів менше частоти обертання ротора генератора. Оскільки своє обертання ротор генератора одержує від колінчастого вала двигуна, то за частотою змінної напруги генератора можна вимірювати частоту обертання колінчастого вала двигуна. Для цього у генератора робиться вивід обмотки статора, до якого і вмикається тахометр. При цьому напруга на вході тахометра має пульсуючий характер, оскільки він увімкнений паралельно діоду силового випрямляча генератора.

У випадку прослизання привідного паса це співвідношення трохи порушується, і тому слід стежити, щоб пас завжди був достатньо натягнутий. При

$p = 6$ , наведене вище співвідношення спрощується:  $f = \frac{N_{\text{дв}(i)}}{10}$ . Бортова мережа потребує підведення до неї постійної напруги. Тому обмотка статора живить бортову мережу автомобіля через випрямляч, вбудований у генератор.

Обмотка статора генераторів зарубіжних фірм, як і вітчизняних, трифазна. Вона складається з трьох частин, названих обмотками фаз або просто фазами, напруга і струми в яких зміщені один відносно одного на третину періоду, тобто на 120 електричних градусів, як це показано на рис. 3.1. Фази можуть з'єднуватися в зірку або трикутник. При цьому розрізняють фазні і лінійні напруги та струми. Фазні напруги  $U_f$  діють між кінцями обмоток фаз, струми  $I_f$  протікають у цих обмотках. Лінійні ж напруги  $U_{\text{л}}$  діють між дротами, що сполучають обмотку статора з випрямлячем. У цих дротах протікають лінійні струми  $I_{\text{л}}$ . Випрямляч випрямляє ті величини, які до нього підводяться, тобто лінійні.

При з'єднанні в трикутник фазні струми дорівнюються

$$I_f = \frac{I_{\text{л}}}{\sqrt{3}},$$

тоді як у зірки лінійні і фазні струми рівні. Це значить, що при тому ж струмі, що віддається генератором, струм в обмотках фаз при з'єднанні в трикутник, значно менше, ніж у зірки. Тому в генераторах великої потужності досить часто застосовують з'єднання в трикутник, оскільки його при менших струмах обмотки можна зробити тоншим дротом, що технологічніше. Проте лінійні напруги у зірки

$$I_f = \frac{I_{\text{л}}}{\sqrt{3}},$$

тоді як у трикутника вони рівні. Для отримання такої самої вихідної напруги при тих же частотах обертання трикутник потребує відповідного збільшення кількості витків його фаз порівняно з зіркою.

Тонший дріт можна застосовувати і при з'єднанні типу зірка. В цьому випадку обмотку виконують з двох паралельних обмоток, кожна з яких з'єднана в зірку, тобто виходить подвійна зірка.

Випрямляч для трифазної системи містить шість силових напівпровідникових діодів, три з яких – VD1, VD3 і VD5 – з'єднані з виводами «+» генератора, а інші три – VD2, VD4 і VD6 – з виводами «-». За необхідності форсування потужності генератора застосовується додаткове плече випрямляча на діодах VD7, VD8, показане на рис. 3.1 пунктиром. Така схема випрямляча може бути тільки при з'єднанні обмоток статора в зірку, оскільки додаткове плече живиться від нульової точки зірки.

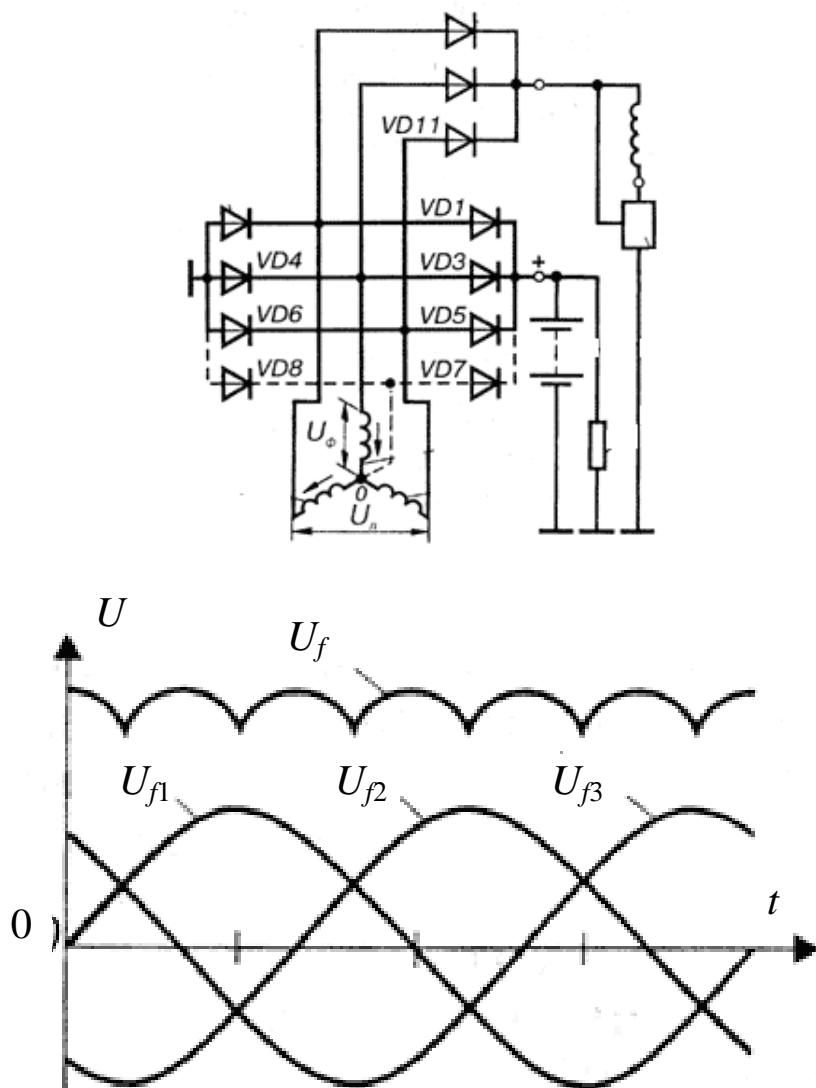


Рисунок 3.1 - Принципова схема генераторної установки:

$U_{f1} - U_{f3}$  – напруга в обмотках фаз;  $U_f$  – випрямлена напруга

У значній кількості типів генераторів зарубіжних фірм обмотка збудження вмикається до власного випрямляча, зібраного на діодах VD9...VD11. Так увімкнення обмотки збудження перешкоджає протіканню крізь неї струму

розряду акумуляторної батареї при непрацюючому двигуні автомобіля. Напівпровідникові діоди знаходяться у відкритому стані, вони не чинять істотного опору проходженню струму при додаванні до них напруги в прямому напрямку і практично не пропускають струм при зворотній напрузі. За графіком фазних напруг (див. рис. 3.1) можна визначити, які діоди відкриті, а які закриті в даний момент. Фазні напруги  $U_{f1}$  діють в обмотці першої фази  $U_{f2}$  – другої,  $U_{f3}$  – третьої. Ці напруги змінюються за кривими, близькими до синусоїди, і в одні моменти часу вони позитивні, в інші негативні. Якщо позитивний напрямок напруги у фазі прийняти за стрілкою, направленою до нульової точки обмотки статора, а негативний від неї, то наприклад, для моменту часу  $t_1$ , коли напруга другої фази відсутня, першої фази – позитивна, а третьої – негативна. При цьому відкриті діоди VD1 і VD4. Розглянувши будь-які інші моменти часу, легко переконатися, що в трифазній системі напруги, що виникає в обмотках фаз генератора, діоди силового випрямляча переходять з відкритого стану в закритий і назад таким чином, що струм в навантаженні має тільки один напрямок: від виводу «+» генераторної установки до її виводу «-» («маси»), тобто в навантаженні протікає постійний (випрямлений) струм. Діоди випрямляча обмотки збудження працюють аналогічно, живлячи випрямленим струмом цю обмотку. Причому у випрямляч обмотки збудження теж входять шість діодів, але три з них – VD2, VD4, VD6 – загальні з силовим випрямлячем. Так, у момент часу  $t_1$  відкриті діоди VD4 і VD9, через які випрямлений струм і подається в обмотку збудження. Цей струм значно менший, ніж струм, що віддається генератором у мережу. Тому як діоди VD9 – VD11 застосовуються малогабаритні слабкострумові діоди струмом не більше 2 А (для порівняння, діоди силового випрямляча допускають протікання струмів силою до 25...35 А).

Залишається розглянути принцип роботи плеча випрямляча, що містить діоди VD7 і VD8. Якби фазні напруги змінювалися за законом синусоїди, ці діоди взагалі не брали би участі в процесі перетворення змінного струму в постійний. Проте в реальних генераторах форма фазних напруг відрізняється від синусоїди. Вона є сумою синусоїд, які називаються гармонійними складовими або гармоніками – першої, частота якої співпадає з частотою фазної напруги, і вищих,

головним чином, третьої, частота якої в три рази вище, ніж першої. Подання реальної форми фазної напруги у вигляді суми двох гармонік (першої і третьої) зображене на рис. 3.2. З електротехніки відомо, що в лінійній напрузі, тобто в тій напрузі, яка підводиться до випрямляча і випрямляється, третя гармоніка відсутня. Це пояснюється тим, що треті гармоніки всіх фазних напруг співпадають за фазою, тобто одночасно досягають однакових значень і при цьому взаємно врівноважують і взаємознищують одна одну в лінійній напрузі.

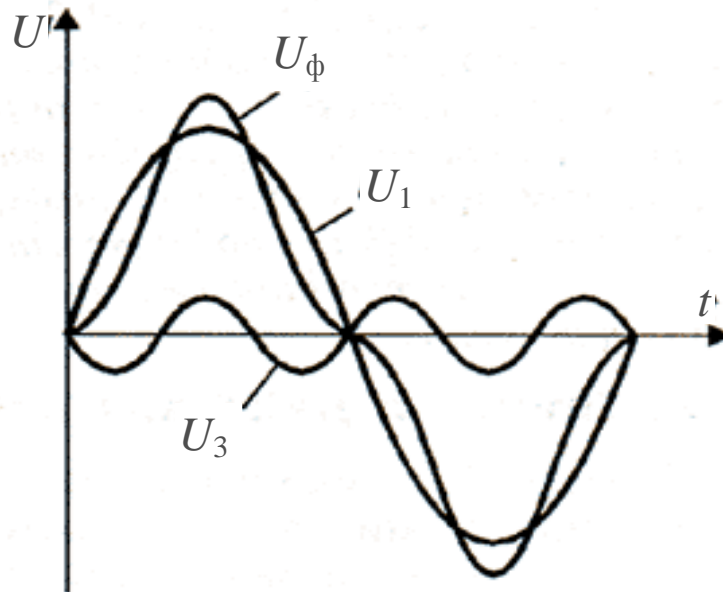


Рисунок 3.2 - Подання фазної напруги  $U_{\phi}$  у вигляді суми синусоїд першої  $U_1$  і третьої  $U_3$  гармонік

Таким чином, третя гармоніка у фазній напрузі присутня, а в лінійній – ні. Отже, потужність, що розвивається третьою гармонікою фазної напруги, не може бути використана споживачами. Щоб використовувати цю потужність, додані діоди VD7 і VD8 приєднані до нульової точки обмоток фаз, тобто до точки, де позначається дія фазної напруги. Таким чином, ці діоди випрямляють тільки напругу третьої гармоніки фазної напруги. Застосування цих діодів збільшує потужність генератора на 5...15 % при частоті обертання більше  $3000 \text{ хв}^{-1}$ .

Випрямлена напруга має пульсуючий характер. Ці пульсації можна використовувати для діагностики випрямляча. Якщо пульсації ідентичні –

випрямляч працює нормально, якщо ж картинка на екрані осцилографа має порушення симетрії – можлива відмова діода. Цю перевірку слід проводити при вимкненій акумуляторній батареї. Слід звернути увагу на те, що термін «випрямний діод» не завжди розуміють як звичну конструкцію, що має корпус, виводи і т. ін. Іноді це просто напівпровідниковий кремнієвий перехід, герметизований на тепловідведенні.

Застосування в регуляторі напруги електроніки й особливо мікроелектроніки, тобто застосування польових транзисторів або виконання всієї схеми регулятора напруги на монокристалі кремнію, потребує введення в генераторну установку елементів захисту її від сплесків високої напруги. Ці спалахи виникають, наприклад, при раптовому вимкненні акумуляторної батареї, скиданні навантаження. Захист забезпечується тим, що діоди силового моста замінені стабілітронами. Відмінність стабілітрона від випрямного діода полягає в тому, що при дії на нього напруги у зворотному напрямку він не пропускає струм лише до певної величини цієї напруги, що називається напругою стабілізації. Як правило, в силових стабілітронах напруга стабілізації становить 25...30 В. При досягненні цієї напруги стабілітрони пробиваються, тобто починають пропускати струм у зворотному напрямку, причому в певних межах зміни сили цього струму напруга на стабілітроні, а отже, і на виводі «+» генератора залишається незмінною, що не досягає небезпечних для електронних вузлів значень. Властивість стабілітрона підтримувати на своїх виводах постійність напруги після пробою використовується і в регуляторах напруги.

### **Порядок виконання роботи**

За допомогою мотор-тестера перевірити роботу автомобільного генератора на борту автомобіля (рис. 3.3).



Рисунок 3.3 - Мотор-тестер MODIS

У пункті меню мотор-тестера вибираємо пункт «Графічний мультиметр», потім пункт «Вимірювання напруги». У відповідні канали мотор-тестера вставляємо діагностичні щупи (канал 1 і канал 2) (рис. 3.4).

1. Вимірюємо напругу на акумуляторній батареї для перевірки напруги бортової мережі з непрацюючим генератором. Вона має бути в межах від 12,5 до 13,5 В.



Рисунок 3.4 - Задня панель мотор-тестера з виходами каналів

2. Запускаємо двигун, вимірюємо напругу бортової мережі із запущеним двигуном на холостих обертах. Напруга на клеммах генератора має відповідати значенню 13,7...14,2 В, без увімкненого навантаження в бортову мережу.

По черзі вмикаємо споживачі на борту автомобіля: фари, регулятор обдування салону, обігрівач скла та інше, напруга при цьому не повинна виходити за межі 13,7...13 В.

3. Провести вимірювання в тій же послідовності тільки при середніх обертах двигуна.

Осцилограма напруги має бути стабільною без явних пульсацій. Якщо зі збільшенням навантаження збільшуються пульсації напруги, то виявлена несправність в реле-регуляторі. Якщо відбувається різке падіння напруги при



увімкненні навантаження, то виявлена несправність у щітковому вузлі генератора і регулятора напруги.

Результати вимірювань занести до табл. 3.1.

Таблиця 3.1 - Виміри напруги бортової мережі

Найменування	Напруга на обертах холостого ходу	Напруга на середніх обертах
До пуску двигуна $I_H = 0$ А		
Після пуску двигуна $I_H = 0$ А		
Габаритне освітлення		
Фари ближнього освітлення		
Фари дальнього освітлення		
Протитуманні фари		
Обігрівач салону (макс. оберти)		
Обігрівач скла та дзеркал		
Підігрів сидінь		
Система кондиціонування		

За даними табл. 3.1 побудувати характеристику падіння напруги від навантаження, що вмикається.

Зобразити отриману осцилограму у відповідному масштабі у звіті.

## ЗМІСТ ЗВІТУ

Звіт повинен містити мету, короткі теоретичні відомості, заповнені таблиці для проведення дослідження характеристик генератора. Побудувати одержані характеристики. Зробити висновок про відповідність одержаних характеристик рекомендованим значенням виробника.

## КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Які існують з'єднання фаз генератора та чим такі генератори відзначаються?
2. Що забезпечує особлива конструкція статора?
3. Навіщо у автомобільному генераторі застосовується діодний випрямляч?
4. Поясніть етапи роботи діодного випрямляча.
5. Що таке гармоніка?
6. Які характерні несправності автомобільних генераторних установок?

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Борц А.Д. Диагностика технического состояния автомобилей / А.Д. Борц, Я.Х. Закин, Ю.В. Иванов. – М.: 1979.
2. Новые стенды для тяговых испытаний / Гернер В., Дацковский М., Зарецкий З. // Автомобильный транспорт, 1983, № 2.
3. Двигатели ЗМЗ-406 автомобилей ГАЗ и УАЗ. Конструктивные особенности. Диагностика. Техническое обслуживание. Ремонт / [Гирявец А.К., Голубев П.А., Кузнецов Ю.М.] під ред. Сыркина П.Э. – Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского госуниверситета им. Н.И.Лобачевского, 2001. – 320 с.
4. ГОСТ 250044-81. Диагностирование автомобилей, тракторов, сельскохозяйственных, строительных и дорожных машин. Основные положения. – М.: 1982.
5. Колчин А.В. Новые средства и методы диагностирования автотракторных двигателей / А.В. Колчин, Ю.К. Бобков. – М.: 1982.
6. Костенко С.И. Эксплуатация электронных средств технического диагностирования сельскохозяйственной техники. / С.И. Костенко, А.В. Колчин, Ю.К. Бобков – М.: 1980.
7. Леонтьев В.П. Персональный компьютер. [Энциклопедия для всех] / В.П. Леонтьев – М.: Олма-пресс, 2002. – 920 с.
8. Руководство по диагностике технического состояния подвижного состава автомобильного транспорта. – М.: 1982.
9. Руководство по организации и технологии технического обслуживания грузовых автомобилей с применением диагностики для автотранспортных предприятий различной мощности. Методические указания. – М.: 1981.
10. Харазов А.М. Диагностика легковых автомобилей на станциях технического обслуживания / А.М. Харазов, Е.И. Кривенко – М.: 1982.
11. Автомобили BMW Серия 3. 1990-1995. Руководство по ремонту. - М.: Транспорт, 2000. - 230с.

12. Автомобили BMW. Серия 5. 1987-1995 . Руководство по техническому обслуживанию и ремонту. - М.; Транспорт, 2001.-331с.
13. Автомобили BMW. Серия 7. 1986-94 E32. Руководство по обслуживанию и ремонту. - М: Транспорт, 1999. 213с.
14. Автомобили Ford Scorpio II 1995 м.г.. (Руководство) по обслуживанию и ремонту. - М.: Транспорт, 2000. — 278с.
15. Автомобили Opel Kadett E. Руководство по техническому обслуживанию и ремонту. Инструкция по эксплуатации. — М.: Ассоциация независимых издательств, 1999. -239с.
16. Автомобиль Opel Vectra C. Руководство по ремонту. - М.: Автостиль, 2005. - 254 с.
17. Автомобиль Opel Omega B. Руководство по ремонту и эксплуатации. - Минск: Техническая книга, 2001. - 238с.
18. Автомобиль Opel Vectra B. Руководство по ремонту. — М.: Колесо, 1997. - 222 с.
19. Автомобиль Ford Mondeo. Руководство по ремонту. - М.; Транспорт, 1998. -247с.
20. Автомобиль Ford Focus 1998 г. Руководство по техническому обслуживанию и ремонту. - М.: Колесо, 2001. - 269с.
21. Игнатов А.П. Иовокшионов К.В., Пятков К.Б. Автомобили ВАЗ-21014I, ВАЗ-21015I. Руководство по обслуживанию и ремонту. - М.: Ливр, 2004. - 298с.
22. Игнатов А.П. Иовокшионов К.В. Автомобили ВАЗ-2110, ВАЗ-2111, ВАЗ-2112. Руководство по техническому обслуживанию и ремонту. - М.: Колесо, 2003. - 342с.
23. Твег. Системы впрыска бензина. Устройство, обслуживание, ремонт. - М.: Издательство „За рулем“. 1996. - 144 с.
24. Руководство по ремонту, эксплуатации и техническому обслуживанию автомобиля ГАЗ-3110. Под редакцией Кудрявцева Ю.В. - М.: Транспортная книга, 2005. - 335с.