



Національний університет
водного господарства
та природокористування

Міністерство освіти і науки України

Національний університет водного господарства
та природокористування
Кафедра гідроінформатики



01–02–170

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт та самостійного вивчення
навчальної дисципліни

«Діагностування технічного стану двигунів»

для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
всіх спеціальностей НУВГП
денної форми навчання

Схвалено
науково-методичною радою
НУВГП
протокол № 4 від 19.06.2019 р.

Рівне – 2019



Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт та самостійного вивчення навчальної дисципліни «Діагностування технічного стану двигунів» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня всіх спеціальностей НУВГП денної форми навчання / Клімов С. В. – Рівне : НУВГП, 2019. – 30 с.

Укладач: Клімов С. В., завідувач кафедри гідроінформатики к.т.н., доцент.

Відповідальний за випуск – Клімов С. В., к.т.н., доцент, завідувач кафедри гідроінформатики.

Зміст

Зміст	2
1. Вступ	3
2. Програма навчальної дисципліни	5
3. Теми практичних занять	6
4. Самостійна робота	6
4.1. Розподіл годин самостійної роботи	6
4.2. Завдання для самостійної роботи	6
5. Лабораторні роботи	8
5.1. ОЦІНКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ДВИГУНА ЗА СУБ'ЄКТИВНИМИ ОЗНАКАМИ (СИМПТОМАМИ)	8
5.1.1. Параметри технічного стану	8
5.1.2. Оцінка технічного стану непрацюючого двигуна	9
5.1.3. Оцінка технічного стану працюючого двигуна	10
5.2. ДІАГНОСТУВАННЯ СИСТЕМИ ЗАПАЛЮВАННЯ	17
5.2.1. Підготовка комплексу до використання	17
5.2.2. Перевірка вторинного ланцюга системи запалювання	19
6. Питання для самоконтролю засвоєння матеріалу	29
7. Література	29



1. Вступ

Навчальна дисципліна «**Діагностування технічного стану двигунів**» – це курс за вибором для здобувачів вищої світи усіх спеціальностей НУВГП.

Силова установка є головною і найскладнішою частиною транспортного засобу, він складається з великої кількості деталей і компонентів, відповідальних за відповідні функції. Будь-який двигун складається з таких компонентів, як вали, підшипники, поршні, кільця, циліндри, клапани та багато інших механічних не менш важливих елементів. Крім механічних частин в сучасних двигунах, встановлено велику кількість електроніки, яка включає в себе безліч різних датчиків, які контролюють і регулюють роботу двигуна. Незалежно від того, наскільки високоякісна електроніка та вузли двигуна, через деякий час роботи можуть з'явитися несправності або навіть поломки. Часто водії просто не помічають багатьох незначних проблем, наприклад, у разі виходу з ладу або збоїв в роботі деяких датчиків.

Однак навіть незначна несправність або поломка може бути досить небезпечною, а потім призвести до більш серйозних, що вимагатиме значних фінансових витрат або погіршення технічних характеристик двигуна. Ремонт сучасних двигунів коштує дорого, тому, щоб уникнути небажаних проблем, необхідно проводити якісну діагностику, яка допоможе виявити несправність на початковій стадії і усунути її із значно меншими витратами.

Ключові слова: двигун внутрішнього згорання, діагностика, несправність, датчики.

Основною метою викладання дисципліни «**Діагностування технічного стану двигунів**» є формування у здобувачів вищої освіти знань про основні параметри роботи сучасних двигунів внутрішнього згорання, способи та методи діагностування їх технічного стану із застосуванням високотехнологічного обладнання.

Основними завданнями, що мають бути вирішені в процесі викладання дисципліни, є:

- сформулювати уявлення про основні компоненти навчальної дисципліни «Діагностування технічного стану двигунів»;



- сформувати структуровані знання про визначення технічних характеристик двигунів внутрішнього згорання;
- сформувати навички застосування сучасного інструментального та програмного забезпечення задля отримання технічних характеристик двигунів внутрішнього згорання;
- навчитись використанню інформаційних технологій в системі діагностики автомобіля (ЗПК.4) [1];
- оволодіння основами діагностування та налагоджування систем запалювання (МД–5.3), комп'ютерної діагностики (МД-6.1), [1].

Після вивчення даної навчальної дисципліни студенти повинні: **знати:**

- методи і способи діагностування технічного стану двигунів внутрішнього згорання сучасних машин;
- загальні питання класифікації та особливостей конструкції технологічного обладнання, діагностичних пристроїв та приладів для діагностування технічного стану двигунів;
- методіку обробки отриманої діагностичної інформації з продукуванням висновку про несправність або поломку.

вміти:

- в експлуатаційних умовах застосовувати отримані знання з діагностування технічного стану двигунів;
- виконувати спостереження за змінними величинами при роботі двигунів;
- виконувати розрахунків базових параметрів технічного стану;
- визначати конструктивні особливості двигунів внутрішнього згорання;
- проводити вимірювання на двигунах внутрішнього згорання (бензинових та на скрапленому газі) з використанням функцій OBD-II та спеціального обладнання;
- орієнтуватись в спектрі різного технологічного обладнання для технічного діагностування машин;
- вміти визначати відповідність застосування певного виду технологічного обладнання для діагностування машин.



2. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Методи і способи діагностування технічного стану двигунів

Тема 1 Загальна класифікація та особливості роботи двигунів внутрішнього згорання

Загальна класифікація та особливості роботи двигунів внутрішнього згорання. Термінологія. Поняття технічного стану двигунів.

Тема 2. Методи та способи діагностування технічного стану двигунів внутрішнього згорання

Термінологія. Загальні положення. Поняття діагностування технічного стану. Історія розвитку. Методи та способи діагностування [2].

Тема 3. Обґрунтування та вибір способів діагностування двигунів

Вибір способів діагностування. Обмеження та переваги різних способів діагностування. Точність діагностування. Особливості проведення діагностичних робіт на різних двигунах. Безпека праці при діагностуванні технічного стану.

Тема 4. Оціночне визначення технічного стану двигунів зовнішнім оглядом та з використанням автосканерів OBDII Bluetooth

Оцінка технічного стану непрацюючого двигуна. Використання ендоскопів для визначення технічного стану камери згорання, ін. важкодоступних для огляду місць двигуна. Запуск. Оцінка технічного стану працюючого двигуна. Використання автосканерів OBDII Bluetooth (автомобільні адаптери для діагностування систем двигуна за допомогою комп'ютерів та мобільних пристроїв).

Тема 5. Діагностування системи запалювання

Призначення та основні конструктивні особливості системи запалювання. Діагностування системи запалювання з використанням сучасного комп'ютерного забезпечення [3].

Тема 6. Діагностування основних механізмів двигуна та системи живлення

Призначення та основні конструктивні особливості основних механізмів двигуна та системи живлення. Діагностування газо-



розподільного механізму (ГРМ), кривошипно-шатунного механізму (КШМ), системи живлення.

Тема 7. Діагностування систем мащення та охолодження

Призначення та основні конструктивні особливості систем мащення та охолодження. Діагностування системи мащення з використанням сучасного комп'ютерного забезпечення .

3. Теми практичних занять

1. Оціночне визначення технічного стану двигунів зовнішнім оглядом та з використанням автосканерів OBDII Bluetooth
2. Діагностування системи запалювання
3. Діагностування основних механізмів двигуна та системи живлення
4. Діагностування систем мащення та охолодження

4. Самостійна робота

4.1. Розподіл годин самостійної роботи

Розподіл 60 годин самостійної роботи студентів денної форми навчання:

15 годин – вивчення літератури по курсу і розробка лекційних конспектів (10+20)х(0,5 год / 1 год аудиторних занять);

18 годин – підготовка до контрольних заходів (6 год на 3 кредит ECTS);

27 годин – опрацювання окремих розділів програми, які не розглядаються під час аудиторних занять (див.п.6.1. Завдання для самостійної роботи.

4.2. Завдання для самостійної роботи

Тема	Теми самостійної роботи [4–6]	год.
1	Тема 1 Загальна класифікація та особливості роботи двигунів внутрішнього згорання	6
2	Тема 2. Методи та способи діагностування технічного стану двигунів внутрішнього згорання . (Обґрунтування способів діагностування. Точність проведення діагностики. Склад діагностичних робіт. Безпека праці при виконанні діагностичних робіт)	6



Тема	Теми самостійної роботи [4–6]	год.
3	Тема 3. Обґрунтування та вибір способів діагностування двигунів . (Сучасні діагностичні установки. Мотор-тестери. Автосканери. Метрологія вимірювання основних параметрів двигунів)	6
4	Тема 4. Оціночне визначення технічного стану двигунів зовнішнім оглядом та з використанням автосканерів OBDII Bluetooth. (Основні види автосканерів. Методика проведення діагностування технічного стану двигунів за допомогою автосканерів. Зони огляду за допомогою автоендоскопів.)	12
5	Тема 5. Діагностування системи запалювання. (Основні типи приладів для діагностування системи запалювання. Прилади та пристрої для вимірювання напруги у високовольтних дротах системи запалювання. Осцилографи. Тарування приладів. Стендова перевірка системи запалювання.)	10
6	Тема 6. Діагностування основних механізмів двигуна та системи живлення . (Призначення основних систем та механізмів двигуна. Умови їх експлуатації. Періодичність перевірки та/або заміни)	10
7	Тема 7. Діагностування систем мащення та охолодження . (Призначення систем. Конструктивні особливості. Параметри технічного стану. Діагностичні параметри)	10
	Р а з о м	60



5. Лабораторні роботи

5.1. ОЦІНКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ДВИГУНА ЗА СУБ'ЄКТИВНИМИ ОЗНАКАМИ (СИМПТОМАМИ)

Мета роботи – навчитись визначати загальний технічний стан двигуна за діагностичними ознаками (симптомами) та за допомогою найпростіших засобів.

Пристрої, обладнання та пристосування: пристрій КИ-5472 для визначення тиску; стетоскоп КИ-1154 або автостетоскоп ТУ 11 БеО – 003; термометр з діапазоном шкали 0 ... 100⁰С; працюючий двигун.

5.1.1. Параметри технічного стану

Параметри технічного стану двигуна в цілому, які передбачені ГОСТ 23435, наведені в табл. 5.1.

Таблиця 5.1

Параметри технічного стану двигуна в цілому

Діагностичний параметр	
Прямий (структурний)	Непрямий (що функціонально залежить від структурного)
Ефективна потужність двигунів:	Зміна частоти обертання колінчастого вала при послідовному відключенні з роботи кожного з циліндрів, с ⁻¹ (хв. ⁻¹)
Автомобільних – за СТ СЕВ 765 – 77	Характеристики вібрації, шуму або звуку, м/с ² , м/с, дБ
Тракторних – за ГОСТ 18509 – 80	Максимальний крутний момент колінчастого вала, Н·м
	Прискорення частоти обертання колінчастого вала при розгоні без навантаження, с ⁻²
Тиск мастила в головній масляній магістралі, кПа	-
Питома витрата палива кг/Дж (кг/кВт·год)	-



Діагностичний параметр	
Прямий (структурний)	Непрямий (що функціонально залежить від структурного)
Вміст окису вуглецю у відпрацьованих газах – за ГОСТ 17.2.2.03 – 77	-
Димність відпрацьованих газів дизелів – за ГОСТ 21393 – 75	-

5.1.2. Оцінка технічного стану непрацюючого двигуна

Оцінка технічного стану непрацюючого двигуна проводиться в наступній послідовності.

5.2.1. Перевірити зовнішнім оглядом комплектність двигуна (наявність кришок бачка радіатора, паливного бака пускового двигуна, маслозаливної горловини, масломірної лінійки й інших деталей що легко знімаються).

5.2.2. Визначити (візуально) величину зносу приводних пасів, їх загальний стан і оцінити правильність регулювання натягу пасів.

5.2.3. Установити оглядом герметичність двигуна за наявністю слідів течі і прориву газів, герметичність з'єднань і ущільнень піддона і картера двигуна, насоса системи охолодження, фільтрів і патрубків системи живлення, мащення й охолодження, випускного колектора і вихлопної труби.

5.2.4. Перевірити оглядом місця кріплення, надійність з'єднань паливопроводів, інжекторів, шківів, повітряного і масляного фільтрів, крильчатки вентилятора й інших деталей і механізмів.

5.2.5. Перевірити чистоту зовнішніх поверхонь радіаторів системи мащення й охолодження.

5.2.6. Оцінити стан контрольно-вимірювальних приладів за положенням їх стрілок і покажчиків при непрацюючому двигуні (електричні/електронні прилади перевіряють при відключеному і включеному положеннях).



5.2.7. Визначити герметичність системи охолодження, для чого відкрити кришку радіатора і переконатися у відсутності масляних плям на поверхні охолоджувальної рідини.

5.2.8. Перевірити рівень мастила в картері двигуна.

5.2.9. Оцінити якість моторного масла за його кольором, в'язкістю і вмісту абразиву. В'язкість мастила оцінюється по швидкості його стікання з щупа (у порівнянні з еталонним мастилом). Маслянистість та наявність абразиву в мастилi визначається на дотик, шляхом перетирання краплі між пальцями. При цьому варто пам'ятати, що мастила з присадками темніють швидше, ніж без присадок, і їх варто перевіряти за допомогою фільтрувального папера, попередньо прогрітого двигуна способом Хмелева, який описано нижче.

5.2.10. Визначити наявність води в моторному мастилi. Для цього необхідно відкрити зливну пробку піддона картера і злити в чистий посуд 150... 200 мл мастила. Наявність у ньому після відстоювання води більш 5% (визначається візуально за відношенням висоти шару води до загальної висоти води й мастила в посуді) свідчить про розгерметизацію системи охолодження і необхідності негайного усунення несправності і заміни мастила.

5.1.3. Оцінка технічного стану працюючого двигуна

Оцінка технічного стану працюючого двигуна здійснюється в наступному порядку.

5.3.1. Підготувати і пустити двигун і оцінити його технічний стан за тривалістю пуску. Якщо двигуни зі стартерним пуском не вдається запустити з трьох спроб, варто перевірити стан його систем живлення і запалювання. Тривалість включення стартера не повинна перевищувати 10 с.

5.3.2. Відразу ж після пуску двигуна встановити мінімальну частоту обертання колінчатого вала, вимірити за допомогою вмонтованого манометра тиск мастила в головній магістралі і порівняти показники манометра з припустимими.

5.3.3. Підключити пристрій КИ-5472 до системи мащення непрацюючого двигуна, запустити двигун, прогріти його до нормальної температури (80...90 °С) і виміряти тиск у системі при мінімальній і максимальній частотах обертання колінчатого ва-



ла. Зафіксувати отримані результати і зіставити з відомими показниками вмонтованого манометра.

5.3.4. Оцінити технічний стан прогрітого двигуна за кольором вихлопних газів. Якщо вихлоп бездимний, двигун працює нормально; білий дим свідчить про попадання води в циліндри, зокрема внаслідок прогоряння прокладки, тріщин у деталях головок циліндрів чи інших причин; чорний дим з'являється при перевитраті палива (порушення паливо подачі, несправності форсунок чи засміченості повітроочисника), світло - чи темно-синій колір указує на несправність форсунок, переохолодження двигуна чи на перевитрату мастила (вигорання мастила, підвищення його рівня, залягання кілець чи знос циліндро-поршнєвої групи).

5.3.5. Оцінити знос циліндро-поршнєвої групи за кількістю мастила, що викидається через сапун. Для цього перед сапуном нового двигуна необхідно потримати планшет 30...40 с з чистим папером. Повторити цю операцію на двигуні, що перевіряється, і зіставити кількість плям оливи на обох планшетах. Повторити ці операції кілька разів. Сумарна площа масляних плям зношеного двигуна, як правило, у 2-3 рази більше, ніж у нового. Перед виконанням зазначених робіт переконатися, що сапун чистий.

5.3.6. Перевірити працездатність вмонтованих термометрів за допомогою контрольного, поміщаючи його у верхній бачок радіатора і в отвір масломірної лінійки, і порівняти показання вмонтованих і контрольних термометрів. Різниця в показаннях повинна знаходитись в межах 5%.

5.3.7. Оцінити придатність мастила за способом Н.К. Пасічникова і Н.Н. Хмелева. Для цього:

а) узяти планшет, закріпити в ньому лист фільтрувального паперу і покласти його на прогріту частину двигуна /головку блоку/

б) 3 - 4 рази капнути на папір мастилом з щупа і через 10 хв. виміряти діаметри концентричних кілець, що утворилися, (рис. 5.1, поз. б);

максимальний зовнішній діаметр - D ,
внутрішній діаметр зовнішнього кільця - d_1
діаметр масляної плями - d_2 .



Обчислити середнє значення зазначених діаметрів;

в) за середнім значенням D_{cp} , d_{cp1} і d_{cp2} визначити коефіцієнт придатності мастила K (по наявності присадок) і K_1 /по забрудненню його механічними домішками/;

$$K = D_{cp} / d_{cp1}; \quad (5.1)$$

$$K_1 = d_{cp1} / d_{cp2}; \quad (5.2)$$

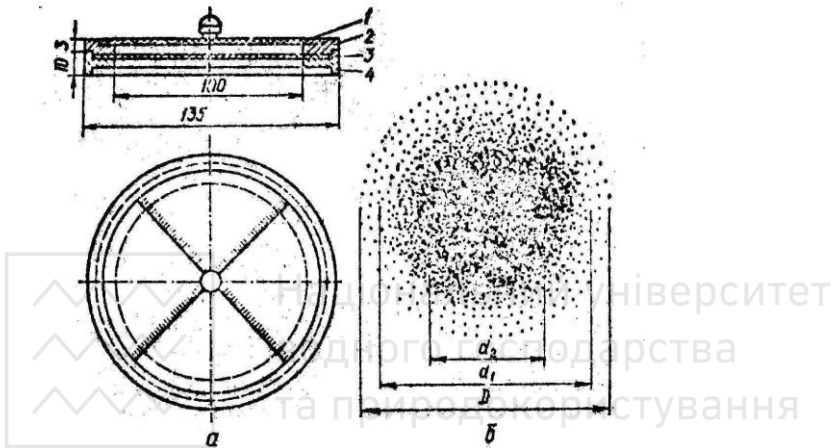


Рис.5.1. Оцінка якості моторного мастила: а - планшет; б - пляма від краплі олії на фільтруваль-ному папері; 1 - градуйований диск з органічного скла; 2 - кришка; 3 - фільтрувальний папір 4 - корпус планшета

При $K \leq 1,8$ та $K_1 < 1,4$ мастило придатне для експлуатації; при $K > 1,3$ і $K_1 > 1,4$ мастило необхідно замінити; при $K > 1,3$ і $K_1 < 1,4$ можна додати присадки. При ясно-жовтому і ясно-коричневому кольорах мастила коефіцієнт K_1 визначити не доцільно;

г) прослухати за допомогою стетоскопа чи автостетоскопа роботу механізмів двигуна у відповідності зі схемою (рис. 5.2) і даними, приведеними в табл. 5.3;

д) заглушити двигун і за допомогою стетоскопа і секундоміра визначити тривалість обертання ротора центрифуги після зупинки двигуна. Ротор повинний обертатися не менше 40 с.

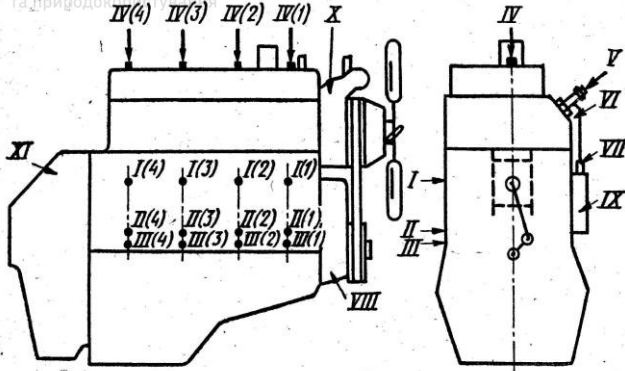


Рис. 5.2. Місця установки датчиків при віброакустичному діагностуванні двигуна: I - циліндропоршневої групи: I (1) - першого циліндра, I (2) - другого і т.д.; II - шатунних підшипників; III - корінних підшипників; IV — газорозподільного механізму; V, VI, VII, IX — паливної апаратури; VIII — розподільних шестірень; X — насоса системи охолодження; XI — муфти зчеплення

Таблиця 5.3
Несправності і зони прослуховування кривошипно-шатунного механізму

Позиція на рис. 1.4	Зона прослуховування	Режим роботи двигуна	Характер стукоту	Несправність
---------------------	----------------------	----------------------	------------------	--------------

Продовження таблиці 5.3.

1	2	3	4	5
3	Напроти корінних підшипників з боку, протилежному механізму газорозподілу	Частота обертання колінчатого вала нижче номінальної з різкою зміною її до максимального значення	Глухий, сильний, низького тону, що підсилюється в момент різкої зміни частоти обертання колінчатого вала	Збільшений зазор у корінних підшипниках
2	Навпроти ВМТ шатунного підшипника з боку,	Номінальна частота обертання колінчатого вала	Глухий, сильний середнього тону, що про-	Збільшений зазор у шатунних пі-



Продовження таблиці 5.3.

1	2	3	4	5
	протилежному механізму газорозподілу	з різким зменшенням її шляхом відключення подачі палива	слухується добре при різкому відключенні подачі палива	дшипниках
1	З боку, протилежного механізму газорозподілу, на рівні ВМТ поршневого пальця всіх циліндрів	Знижена частота обертання колінчатого вала з різким переходом на підвищену	Чіткий, металевий, високого тону, що підсилюється в момент різкої зміни частоти обертання колінчатого вала і, що припиняється після вмикання подачі палива в циліндр, що перевіряється	Збільшений зазор у сполученнях втулки верхньої головки шатуна - поршневого пальця
4	Те саме	Те саме	Те ж, з подвійним стукотом	Збільшений зазор: втулка верхньої головки шатуна - поршневий палець - бобишка поршня
1	З правої сторони двигуна по всій висоті циліндра	При низькій частоті обертання колінчастого вала з переходом на номінальну з періодичним вимиканням подачі палива в циліндр, що прослушується	Сильний, глухого тону, що нагадує іноді тремтячий звук дзвону. Він може бути непостійним	Неприпустимо великий зазор між поршнем і циліндром, вигин шатуна, перекіс осі шатунного чи підшипника пальця



Продовження таблиці 5.3.

1	2	3	4	5
1	Те саме	Зі збільшенням навантаження стукіт підсилюється	Скрипи, шорох	Недостатнє мащення. Зменшення зазору в результаті початку заїдання
1	З правої сторони двигуна на рівні мертвої точки ходу поршня всіх циліндрів	При номінальній частоті обертання	Високого тону, слабкий, “цокаючий” звук, схожий на звук ударів кілець одне об інше, якщо їх тримати в руці	Великий зазор між кільцями і поршневою канавкою, злам кільця
3	З правої сторони двигуна в зоні корінних опор	При номінальній частоті обертання з періодичним збільшенням до максимальної	Низького тону, середньої сили, не регулярний, прослуховується краще в задньому підшипнику, при включенні зчеплення підсилюється	Неприпустимий осьовий люфт колінчастого вала
4	З боку розподільного вала, проти його опор	На малих чи середніх частотах обертання	Середнього тону, слабкий і сильний, досить чіткий	Знос підшипників розподільного вала і його опор
4	Уздовж розподільного вала, у верхній частині картера	На низьких, нормальних частотах обертання колінчастого вала	Те ж, але чутише в зоні першого підшипника. Слабкий стукіт високого тону, чіткий і дзенькаючий	Неприпустимий осьовий люфт вала. Несправність клапанної пружини,



Продовження таблиці 5.3.

1	2	3	4	5
				заїдання штовхальника у втулці
4	З боку розподільного вала проти відповідних штовхачів	Те саме	Слабкий глухий стукіт середнього тону	Великий зазор між штовхальником і втулкою
4	Головка блоку проти відповідних клапанів	При періодичному різкому зниженні частоти обертання колінчастого вала	Те саме	Великий зазор між стержнем клапана і втулкою
4	По обидва боки двигуна під ковпаком клапанного механізму	При малих частотах обертання	Те саме	Великий зазор між торцем клапана і бойком коромисла
1,4	У верхній частині циліндра чи головки циліндрів	При номінальній частоті обертання	Сильний, середньої висоти звук	Тарілка клапана занадто виступає над площиною головки, злам пружини
5	По обидва боки картера розподільних шестерень	При всіх частотах обертання	Сильний гуркіт, удари	Великий бічний зазор, злам зубів
5	Те саме	Те саме	Виття високого тону	Малий бічний зазор, неприпрацьованість



Продовження таблиці 5.3.

1	2	3	4	5
				шестерень
2,3, 4	Те саме	Те саме	Перемежовані удари	Знос підшипників в одній площині

5.2. ДІАГНОСТУВАННЯ СИСТЕМИ ЗАПАЛЮВАННЯ

Мета: 1. Вивчити технологію діагностування системи запалювання; 2. Навчитись практично виконувати діагностування та проводити постановку діагнозу стану системи запалювання автотракторних двигунів.

Обладнання та інструмент: 1. Переносний діагностичний комплекс на базі ноутбука; 2. Набір датчиків; 3. Лабораторна установка –ДВЗ 4. Набір інструментів; 5. Методичні вказівки для виконання роботи

5.2.1. Підготовка комплексу до використання

Підготовка до включення комплексу містить такі операції.

Установка комплексу в робоче положення на пості діагностики. Загальмувати передні колеса фіксаторами.

Перед включенням комплексу проведіть його огляд і перевірте надійність кріплення датчиків, електричних провідників, рознімачів і їхніх з'єднань, заземлення.

Підготовка до діагностики машини проводиться в наступному порядку.

УВАГА! КОМПЛЕКС ПІДКЛЮЧАЄТЬСЯ ДО МАШИНИ ТІЛЬКИ ПРИ НЕПРАЦЮЮЧОМУ ДВИГУНІ.

Приєднати пружинні затиски і накладні датчики приладу до відповідних точок машини (див. Рис.5.3).

Затиски джгута 3 приєднуються до наступних точок електроустаткування бензинового двигуна:

- затиск “Б” - до клеми “+” акумуляторної батареї;
- затиск “М” - до клеми “-” акумуляторної батареї;



- затиск “Пр” - до виводу котушки запалювання, з'єднаному з переривником (комутатором);
- затиск “К” - до клемми котушки запалювання, з'єднаної з акумуляторною батареєю (чи додатковим опором).

При підключенні до дизельного двигуна використовуються тільки затиски “Б” і “М”.

Джгут вторинного ланцюга 4 (для бензинових двигунів):

- датчик високої напруги “⚡” - на високовольтний провід котушки запалювання;
- датчик першого циліндра “↓” - на провід свічі запалювання першого циліндра таким чином, щоб стрілка “↓” розташовувалася в напрямку до свічі і по можливості в місці, найбільш віддаленому від високовольтних проводів сусідніх циліндрів.

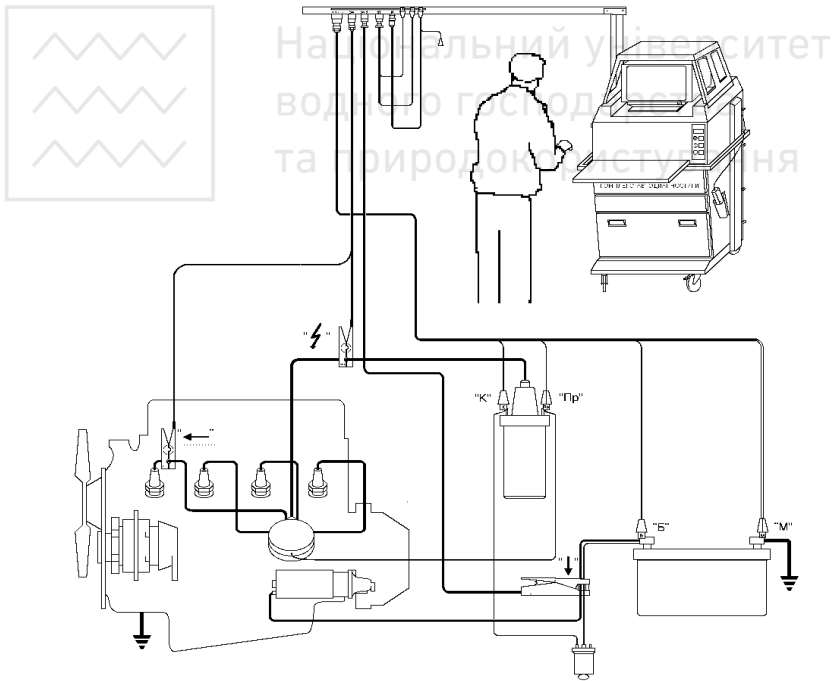


Рис. 5.3. Підключення комплексу до двигуна з класичною системою запалювання



Датчик струму 5 встановити таким чином, щоб стрілка “↓” розташовувалася по напрямку струму в проводі. Для одержання правильних результатів датчик не повинний розташовуватися поблизу генератора й інших джерел магнітних полів. Магнітопровід датчика повинний бути надійно замкнутим.

5.2.2. Перевірка вторинного ланцюга системи запалювання

2.1 Дана перевірка проводиться за результатами виміру пробивної напруги між електродами свічі запалювання, тривалості і напруги горіння дуги в наступному порядку.

Запустити двигун і установити частоту обертання холостого ходу.

Середнє значення пробивної напруги по циліндрах у режимі холостого ходу повинне бути в межах 6-16 КВ у залежності від марки двигуна.

Установити частоту обертання колінчатого валу двигуна рівною 3000 об/хв.

2.2 Для всіх двигунів середнє значення пробивної напруги свіч запалювання повинне бути в межах 4-9 КВ.

Пробивні напруги в окремих циліндрах не повинні відрізнятися друг від друга більш ніж на 3 КВ.

Якщо пробивна напруга у всіх циліндрах вище норми, то можливі наступні несправності:

- несправність перешкодознижуючого резистора в роторі (бігунку) розподільника;
- зношені електрооди свіч запалювання чи великий зазор між електродами;
- бідна суміш;
- великий зазор між “вугіллячком” і ротором (бігунком) переривника - розподільника.

Якщо пробивні напруги у всіх циліндрах нижче норми, можливі наступні несправності:

- занадто малий зазор між електродами свіч запалювання;
- перебагачена суміш (несправна карбюратор);
- несправність котушки запалювання;



- неправильна установка кута випередження запалювання;
- недостатня компресія у всіх циліндрах двигуна.

Якщо пробивні напруги в окремих циліндрах відрізняються більш ніж на 3 Кв, можливі наступні несправності:

- різні зазори між електродами свіч;
- ушкоджений свічковий провід чи кришка розподільника;
- недостатня компресія в одному з циліндрів;
- недосилання свічкового проводу в гніздо кришки розподільника;
- перегорання перешкодознижуючого резистора в наконечнику свічі запалювання чи в самій свічі;
- встановлено свічі запалювання з різними калільними числами.

2.3 Середнє значення тривалості горіння дуги повинне знаходитися в межах:

- у режимі холостого ходу 1.0-2.4 мс;
- при частоті обертання колінчатого валу 2000-3000 об/хв - 1.0-2.0 мс.

Якщо тривалість горіння дуги вище норми, то причиною можуть бути:

- ушкоджений свічковий провід;
- свіча з пухким чорним нагаром;
- мала величина зазору між електродами свічі запалювання.

Якщо тривалість горіння дуги нижче норми, можливі наступні несправності:

- недосилання свічкового проводу в гніздо кришки розподільника;
- великий зазор між електродами свічі запалювання;
- перегорання перешкодознижуючого резистора в наконечнику свічі запалювання чи в самій свічі;
- знижена напруга живлення в бортовій мережі машини;
- перегорання перешкодознижуючого резистора в роторі розподільника.

Причиною нестабільності показань тривалості горіння дуги для всіх циліндрів може бути несправність карбюратора.



2.4 Середнє значення напруги горіння дуги по всіх циліндрах у діапазоні частот обертання колінчатого валу двигуна від холодного ходу до 2000-3000 об/хв повинно знаходитися в межах 1.0-2.5 кв.

Якщо напруга горіння дуги вище норми, то причиною може бути:

- недосилання свічкового проводу в гніздо кришки розподільника;
- великий зазор між електродами свічі запалювання;
- перегорання перешкодознижуючого резистора в наконечнику свічі запалювання чи в самій свічі;
- знижена напруга живлення в бортовій мережі машини;
- перегорання перешкодознижуючого резистора в роторі розподільника.

Низьке значення напруги горіння дуги вказує на наступні несправності:

- мала величина зазору між електродами свічі запалювання;
- нагар на тепловому конусі свічі запалювання;
- тріщина в ізоляторі свічі запалювання.

Якщо значення пробивних напруг і напруг горіння дуги відображається зі знаком “+”, то це вказує на неправильну полярність підключення котушки запалювання.

Якщо значення пробивних напруг у всіх циліндрах відображається зі знаком “+” і значно нижче норми, а напруга горіння дуги має знак “-”, то несправний електронний комутатор.

2.5 Осцилограми напруги вторинного ланцюга системи запалювання для кожного циліндра двигуна можуть бути виведені на екран або роздруковані на принтері. Для детального аналізу осцилограм використовується режим ЛУПА.

Нормальне зображення осцилограми напруги вторинного ланцюга для кожного циліндра див. Рис.5.4.

Зона 1 - усі лінії горіння (для всіх циліндрів) повинні мати однакову форму і не повинні мати надлишкового нахилу чи перешкод.

Зона 2 - не повинно бути значних змін амплітуди коливань.

Зона 3 - момент замикання контактів - коливання повинні знаходитися нижче лінії розгорнення.

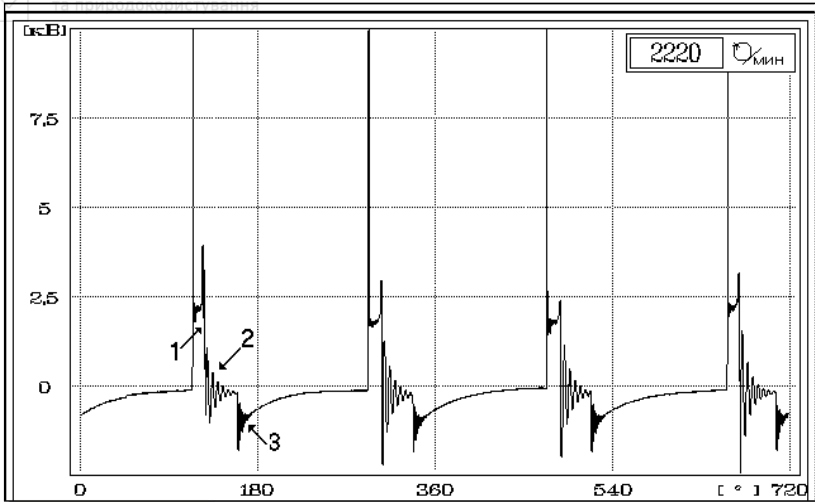


Рис. 5.4. Нормальне зображення осцилограми напруги вторинного ланцюга

Безладні вертикальні коливання зображення в зоні 2, розкид цих зображень для різних циліндрів свідчить про обрив у вторинній обмотці котушки запалювання. Котушку замінити.

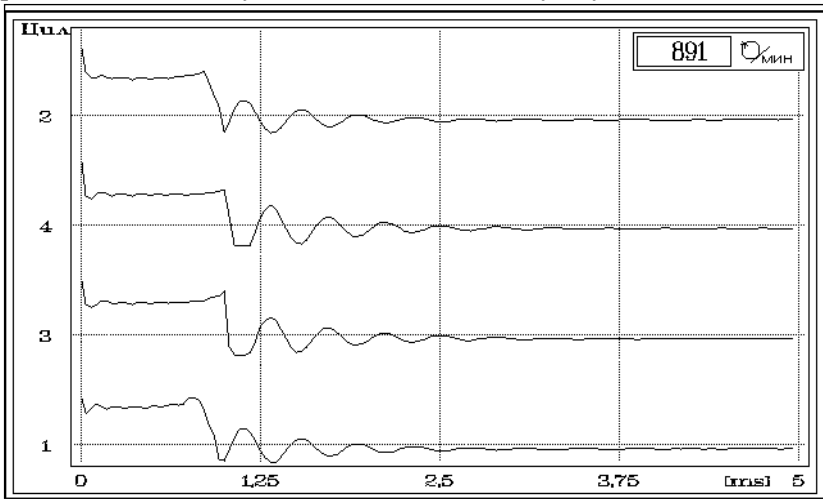


Рис. 5.5. Осцилограми напруги горіння дуги для кожного циліндра



Перекручування зображення в зоні 2 і відсутність зображення моменту замикання контактів у зоні 3 (Рис.5.6.) свідчить про обрив високовольтного проводу між котушкою запалювання і розподільником з великим зазором.

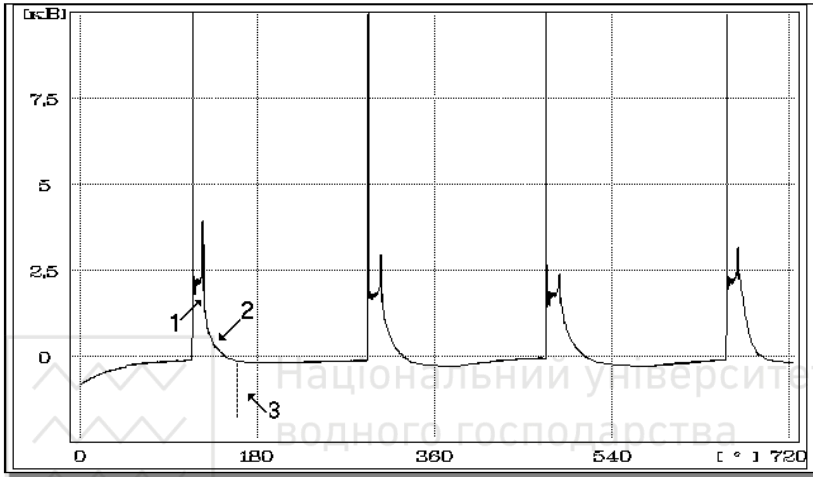


Рис. 5.6.

При розімкненому високовольтному ланцюзі одного з циліндрів зображення буде мати коливальний характер, див. Рис.5.7.

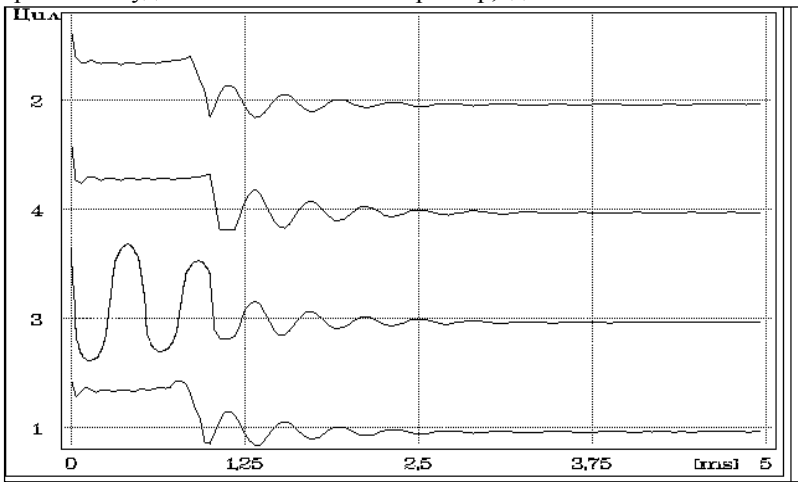


Рис. 5.7.



Тріщина в ізоляторі свічі чи проблеми перешкодознижуючого резистора викликає високочастотні коливання в зоні 1 (Рис. 5.8.)

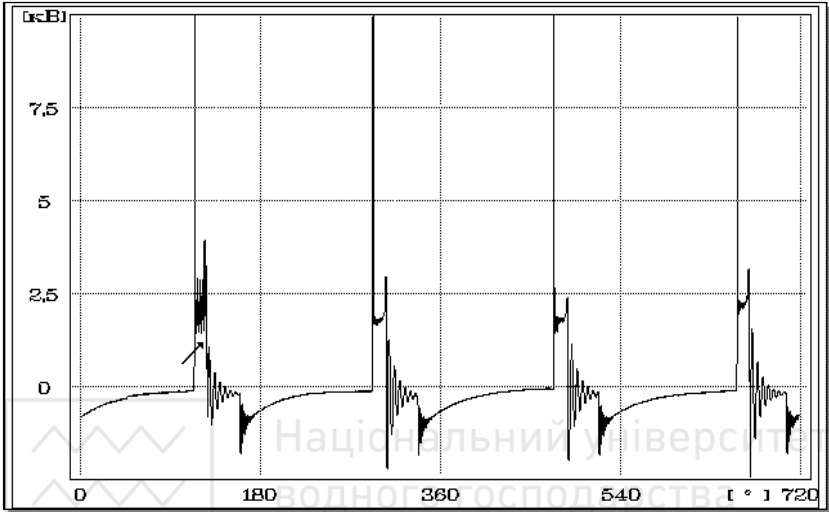


Рис. 5.8.

При великому опорі в ланцюзі однієї свічі зображення буде мати інший вигляд, Рис.5.9.

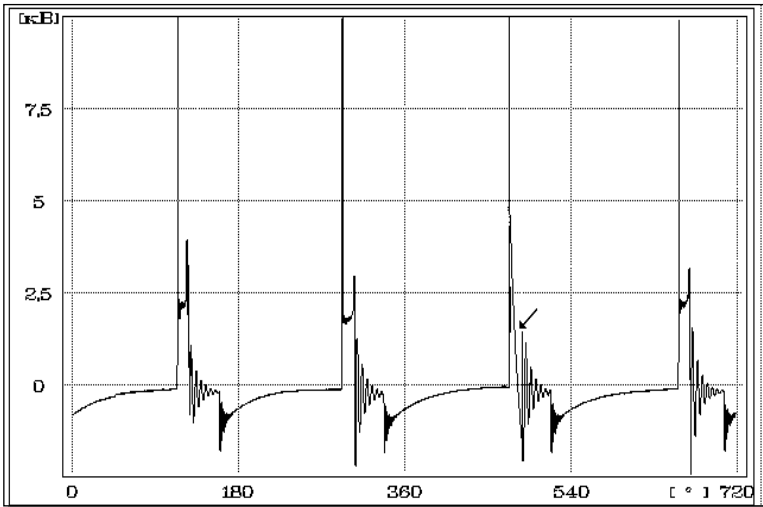


Рис. 5.9.



При збільшенні зазору в одній зі свіч напруга горіння в циліндрі буде значно більше, а час горіння - менше, ніж в інших циліндрах.

Низька напруга на свічі запалювання (з одночасним значним збільшенням часу горіння) може бути викликано пробоем свічкового проводу на корпус, чи нагаром на свічі, чи малим зазором електродів свічі.

Рис. 5.10. і Рис. 5.11. показують осцилограми напруги вторинного ланцюга контактнотранзисторної системи запалювання з комутатором ТК-102. Рис. 5.12 і Рис. 5.13 показують осцилограми безконтактної системи запалювання з магнітоелектричним датчиком (ГАЗ 2410), а Рис. 5.14 і Рис. 5.15 - безконтактної системи з датчиком Холу.



Рис.5.10. Контактнотранзисторна система запалювання

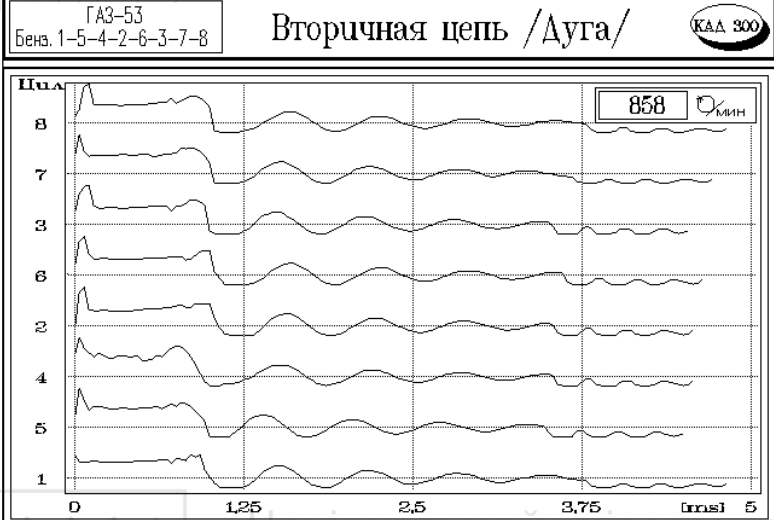


Рис. 5.11 Контактно-транзисторна система запалювання



Рис. 5.12. Система запалювання з магнітоелектричним датчиком

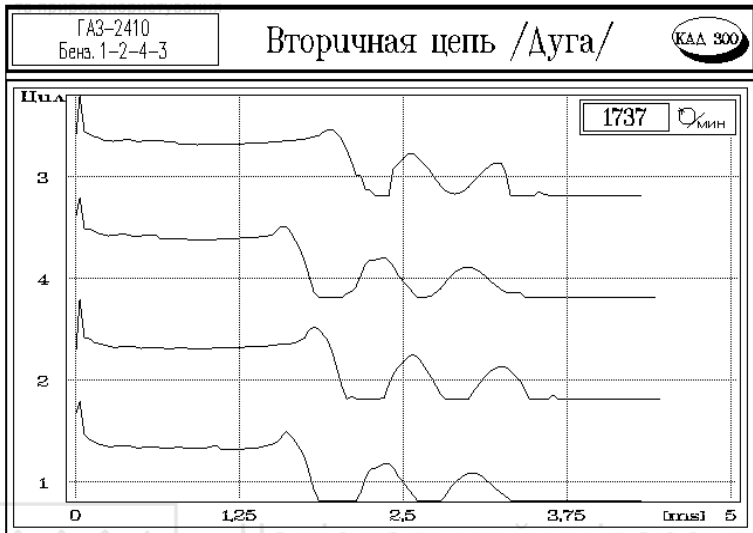


Рис. 5.13. Система запалювання з магнітоелектричним датчиком

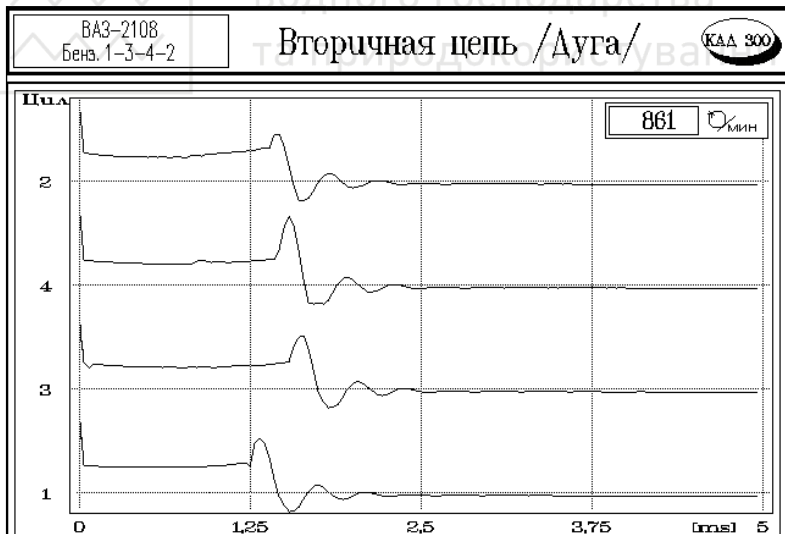


Рис. 5.14. Безконтактна система з датчиком Холу



При малому зазорі між електродами свічі, при нагарі на ній чи слабкій компресії в циліндрі напруга пробою в даному циліндрі буде значно менше середнього значення. При збільшеному зазорі між електродами свічі (невеликий розрив у свічковому проводі, встановлена свіча іншого типу) - напруга пробою в даному циліндрі буде значно більше середнього значення.

2.5 Для перевірки напруги, що розвивається котушкою запалювання, від'єднати по черзі свічкові проводи і тримати їх на відстані від корпусу двигуна. При цьому напруги на кожному виході розподільника повинні бути рівні між собою і їх величина повинна бути не менш 18 КВ.

Якщо напруга нижче норми, то можливі наступні несправності:

установлено котушку запалювання іншого типу;
внутрішній пробій у котушці;
тріщини на кришці котушки запалювання чи на кришці розподільника.

УВАГА! ПЕРЕВІРКУ ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ ПРОВODИТИ НА ДВИГУНАХ З КОНТАКТНО-ТРАНЗИСТОРНОЮ І БЕЗКОНТАКТНОЮ СИСТЕМАМИ ЗАПАЛЮВАННЯ.

При роботі котушки на відкритий ланцюг можливий вихід з ладу комутатора.

2.6 Для подальшої перевірки варто різко натиснути педаль газу (педаль привода дросельної заслінки) і відпустити. Пробивна напруга на свічах запалювання повинне зрости, але не вище 16 Кв. Якщо напруга не зростає - це свідчить про недостатню компресію в циліндрах.

Закоротити на корпус по черзі усі свічі. Пробивна напруга на закороченій свічці менше 5 КВ свідчить про припустимий зазор між ротором і кришкою розподільника і задовільному стані високовольтних проводів. Якщо пробивна напруга більше 5 КВ, то можливі наступні несправності:

- зношений чи окислився рухомий контакт ротора;
- ушкоджено вугільний контакт у кришці розподільника;



- зношені сегменти кришки розподільника;
- ушкоджено свічковий провід;
- неправильно встановлена кришка розподільника (фіксатор кришки зміщений).

6. Питання для самоконтролю засвоєння матеріалу

1. Назвіть прямі (структурні) і непрямі (що функціонально залежать від структурних) діагностичні параметри двигунів.
2. На що необхідно звернути увагу при перевірці зовнішнім оглядом комплектності двигуна?
3. Як правильно проводиться перевірка рівня мастила в картері двигуна?
4. Про що свідчить наявність води в моторній оливі?
5. Яка має бути нормальна тривалість включення стартера?
6. Яким приладом перевіряється тиск мастила в головній магістралі?
7. Вкажіть симптоми при оцінці технічного стану прогрітого двигуна за кольором вихлопних газів.
8. Як оцінити знос циліндро-поршнєвої групи за кількістю мастила, що викидається через сапун?
9. Як оцінити придатність мастила за способом Н.К. Пасічникова і Н.Н. Хмелева?
10. Вкажіть можливі несправності і зони прослуховування кривошипно-шатунного механізму при перевірці автостетоскопом роботи механізмів двигуна.

7. Література

1. СП(ПТ)О 7241.G.45.20-2017 Майстер з діагностики та налагодження електронного устаткування автомобільних засобів. Стандарт професійної (професійно-технічної) освіти. Видання офіційне. Київ. 2017. Режим доступу: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/pto/standarty/2017/08.02%20-1/mayster-z-diagnostiki-ta-nalagodzheniya-elektronnogo-ustatkuvannya-avtomobilnikh-zasobiv.doc> / .



2. Клімов С. В. Організація технічного сервісу машин / С. В. Клімов. Рівне : НУВГП, 2010. 120 с. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/5650/>

3. Клімов С. В. Експлуатація і обслуговування машин / С. В. Клімов. Рівне : НУВГП, 2010. 218 с. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/5573/>

4. Левкович М. Г. Конспект лекцій з дисципліни «Комп'ютерна діагностика» / М. Г. Левкович, П. В. Босюк, В. О. Тесля. Тернопіль : ТНТУ, 2016. URL: <http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/123456789/18163/1/%D0%9A%D0%94.pdf>

5. Кисликов В. Ф. Будова й експлуатація автомобілів. Підручник / В. Ф. Кисликов, В. В. Лущик. Київ : Либідь, 2006. 400 с. URL: https://www.yakaboo.ua/budova-j-ekspluatacija-avtomobiliv-pidruchnik.html?gclid=EAIaIQobChMI44aJ-vDo4gIVCsKyCh3OngPqEAQYASABEgJl8PD_BwE

6. Копитчук М. Б. Загальні принципи діагностування електронних систем керування автомобіля / М. Б. Копитчук. Издательство АО БАХВА, 395 с. URL: <https://books.google.com.ua/books?id=JXxfNekOOgwC>