

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет “Запорізька політехніка”

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять

з дисципліни “Електронні системи двигунів внутрішнього згорання”
для студентів освітньо-професійних програм “Колісні та гусеничні
транспортні засоби”, “Двигуни внутрішнього згорання”
денної та заочної форм навчання

Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни “Електронні системи ДВЗ” для студентів освітньо-професійних програм “Колісні та гусеничні транспортні засоби”, “Двигуни внутрішнього згорання” денної та заочної форм навчання / Укладачі: Георгій СЛИНЬКО, Наталя РЯБОШАПКА. Запоріжжя: НУ “Запорізька політехніка”, 2025. 55 с.

Укладачі:

Г.І. Слинько, професор, д.т.н.
Н.Є. Рябошапка, ст.викл.

Рецензент:

Р.Ф. Сухонос, ст.викл.

Відповідальний за випуск:

В.І. Алмаєв, зав.лаб.

Затверджено на засіданні кафедри
“Двигуни внутрішнього згорання”
протокол № 1
від “29” серпня 2025 р.

Рекомендовано до видання
НМК Транспортного факультету
протокол № 1
від “11” вересня 2025 р.

З М І С Т

	стор.
1 ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ	4
2 ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 1. Діагностування систем керування двигуном з використанням мотор-тестерів у режимі роботи аналізатора систем запалювання	4
3 ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 2. Діагностування систем керування двигуном з використанням мотор-тестерів у режимі роботи осцилоскопу.....	17
4 ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 3. Діагностування систем керування двигуном з використанням сканерів	34
5 ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 4. Діагностування систем керування двигуном з використанням 4 ^x компонентного газоаналізатора	44
6 СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	51
Додаток А	52

ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

Діагностування СКД (систем керування двигуном) має кінцевою метою оцінку технічного стану, а на підставі цієї оцінки ухвалюється вирішення про те, чи вимагається яке-небудь втручання для відновлення працездатності (ремонт).

Схематично процес діагностування можна розбити на наступні етапи:

- збір інформації про технічний стан двигуна й СКД;
- локалізація на основі аналізу інформації несправності (якщо вона є на рівні підсистеми або підсистем;
- пошук дефекту до рівня вузла (датчик, виконавчий механізм, лінія зв'язку).

У процесі збору інформації слід прагнути до одержання її в максимально можливому обсязі.

1 ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №1

Діагностування систем керування двигуном з використанням мотор-тестерів у режимі роботи аналізатора систем запалювання

Мета роботи: вивчити загальні принципи діагностування систем керування двигуном з використанням мотор-тестерів; ознайомитися з основними прикладами використання мотор-тестерів у режимі аналізаторів систем запалювання.

Можливості застосування мотортестерів для діагностування систем керування двигуном розглянемо на прикладі абстрактного приладу в якому реалізовані основні режими:

- аналізатор систем запалювання;
- осцилоскоп;
- мультиметр.

У результаті роботи аналізатора системи запалювання можуть бути отримані (залежно від можливостей приладу й конструктивних особливостей системи запалювання):

- осцилограма напруги первинного та вторинного ланцюга системи запалювання;

- гістограми пробивних напруг та часу горіння іскри;
- цифрові значення пробивних напруг та часу горіння іскри;
- інформація про кут замкненого стану контактів та кут випередження запалювання.

Особливе значення має правильний аналіз результатів перевірки системи запалювання.

Розглянемо основні форми отриманих сигналів та їх аналіз.

На рисунку 1.1 наведено осцилограми первинного та вторинного ланцюга системи запалювання.

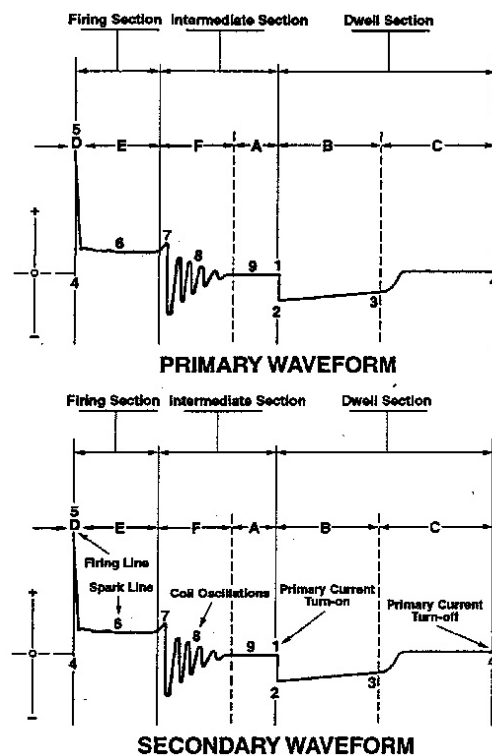


Рисунок 1.1 – Осцилограми первинного та вторинного ланцюга системи запалювання

Аналіз осцилограм. Аналіз осцилограм первинного та вторинного ланцюга системи запалювання містить у собі оцінку взаємного впливу ланцюгів.

Осцилограми мають окремі ділянки, які відображають певні взаємодії, що мають місце в системі запалювання.

Осцилограми мають три основні ділянки.

Ділянки позначені на осцилограмах:

- ділянка горіння (Firing Section);
- ділянка загасання, перехідна ділянка (Intermediate Section)
- ділянка підготовки, накопичування енергії (Dwell Section)

Ділянки також пронумеровані (від 1 до 9) щоб ідентифікувати їхнє місце розташування на осцилограмі для наступного опису дії системи запалювання.

Опис осцилограм системи запалювання. На рисунку 1.1 графічно показані всі ділянки роботи системи запалювання як первинного, так і вторинного ланцюга.

Осцилограми починаються ділянкою запалювання (4), проходять всі стадії дії системи запалювання, і закінчуються з початком наступної ділянки запалювання (4).

Однак фактичний цикл запалювання для циліндра повинен розглядатися від моменту подачі живлення на котушку запалювання

Проміжна ділянка – А. У точці 9 на осцилограмі струму в первинному ланцюзі немає. Струм не буде текти, поки модуль запалювання не одержить сигнал від повороту колінчастого валу.

Ділянки В і С. Від т. 1 до т. 4, модуль запалювання подає напругу на первинну обмотку котушки запалювання, через яку починає протікати струм. Цей струм створює магнітне поле, що перетинає первинну та вторинну обмотки котушки. У т. 4, модуль виключає струм у відповідь на сигнал від генератора.

Фізичні властивості котушки визначають її опір раптовим змінам струму, так що потрібно якийсь час для того, щоб струм досяг свого максимального рівня. Це позначене коливаннями після т. 2 на осцилограмі. У початковій стадії, магнітне поле в котушці запалювання починає збільшуватись. У результаті напруга із протилежною полярністю та невеликою енергією виробляється у вторинній обмотці. Оскільки, струм у первинній обмотці наближається до максимального значення, збільшення магнітного поля вповільнюється. Це може бути відмічено поступовим ослабленням коливань (В). Первинний струм котушки досягає свого максимального рівня, так звана "насиченість котушки" (С).

Деякі системи запалювання можуть включати функцію обмеження максимального струму.

Електронне обмеження струму використовується, щоб запобігти надмірній поточній напрузі в транзисторі перемикачів в модулі запалювання.

Ділянки запалення – D і E. У т. 4 відбувається відключення струму від первинної обмотки котушки та магнітне поле, яке створилося навколо первинних та вторинних обмоток котушки

протягом підготовчого періоду швидко зменшується. Відносний рух магнітних ліній поперек обмоток котушки генерує напругу, як в первинних, так й у вторинних обмотках. У результаті виникає низька напруга в первинній обмотці та висока вторинна напруга для створення іскри. Висока, вироблена напруга називається вторинною напругою.

У момент іонізації (т.5), напруга знижується миттєво. Це зниження – ємнісна частина дуги іскри, яка запалює повітряно-паливну суміш, щоб почати процес згоряння.

Після іонізації, більшість енергії, що залишається у котушці витрачається на струм, що протікає між електродами свічі запалювання. Це – індуктивна частина дуги іскри.

Візуально це виглядає як спалах, а на осцилограмі ідентифіковане як лінія горіння іскри (6). Лінія з'єднує проміжок по досить низькому рівню постійної напруги від 1 кВ до 4 кВ. Для енергії, що залишається, стає усе більш важким підтримувати іскру. Коли напруга котушки зменшена до рівня напруги лінії горіння іскри, іскра гасне. Збільшений опір проявляється на осцилограмі як підвищення на лінії горіння іскри до т. 7. Лінія горіння іскри охоплює період між т. 5 та т. 7. Це період тривалості горіння іскри.

Напруга підтримки іскри змінюється. Це позначене "биттями" на лінії горіння іскри. Зміни – результат зміни опору повітряного проміжку між електродами свічі (тиск, температура, турбулентність та ін.).

У багатій повітряно-паливній суміші, є більша кількість газових молекул у камері згоряння, які дуже щільно розташовані. Так, коли іскра запалює деякі молекули, вони у свою чергу запалюють інші, і це триває, поки згоряння не закінчене.

Двигуни з упорскуванням палива розроблені, щоб працювати на більш бідній повітряно-паливній суміші. Щільність газових молекул більш рідка, і це більш важко для молекул, щоб запалити один одного. Іскра між електродами повинна бути підтримана для повного згоряння.

Проміжна ділянка – F. На проміжній ділянці (F), залишок від енергії котушки запалення розсіяно. Після того, як іскра згасла, від т. 3 до т. 5 йдуть поступово зменшувані коливання у формі хвилі (8). Це – результат невикористаного струму, що тече спочатку в одному

напрямку, а потім в іншому, через індуктивно-ємнісний ефект котушки та вторинних компонентів.

Пошук несправностей у системах запалювання.

Приклади неправильних форм осцилограм. Коливання праворуч від т. 2 повинні зменшуватись до повного згасання.

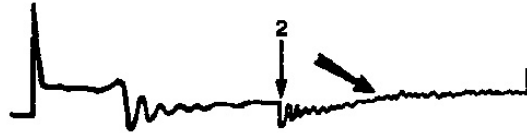


Рисунок 1.2 – Порушений контакт заземлення котушки

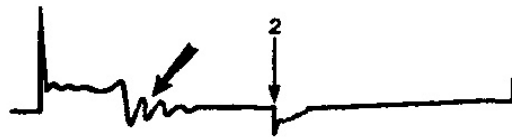


Рисунок 1.3 – Дефектна котушка або зруйновані контакти переривника



Рисунок 1.4 – Неправильний сигнал сигнального механізму в первинному ланцюзі системи запалювання

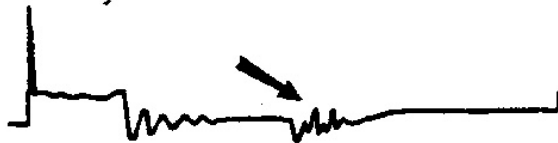


Рисунок 1.5 – Сильне биття осцилограми - брудні або підгорілі контакти переривника, зношування кулачка переривника, або неправильне регулювання зазору контактів переривника

Занадто малий зазор є причиною вібрації контактів при високих швидкостях обертання колінчастого валу, надмірно великий зазор викликає сильний удар контактів при замиканні.

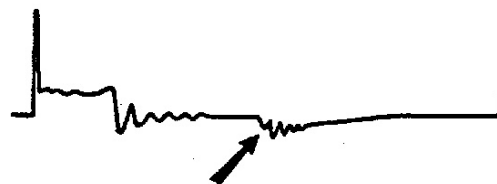


Рисунок 1.6 – Підвищений опір у контактах переривника. Контакти мають надмірний опір, що викликано підгорянням

При сильному контакті – перше відхилення на осцилограмі найбільше й супроводжується коливаннями, що затухають. Якщо є високий опір контактів, перше відхилення може бути менше другого, після якого коливання зменшуються поступово.

Розрив ланцюга первинної обмотки (т.4), звичайно призводить до різкого вертикального підвищення напруги у вторинній обмотці (рисунки 1.7, 1.8).

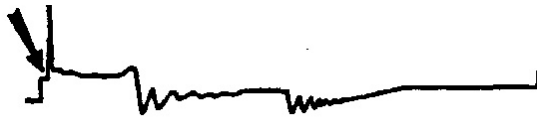


Рисунок 1.7 – Підгорілі або брудні контакти переривника, дефектний конденсатор на переривнику



Рисунок 1.8 – Несправний конденсатор або поганий контакт між конденсатором і переривником

Ділянка горіння. Рівень пікової напруги (т. 5) повинен звичайно бути від 4 до 18 кВ при постійній швидкості обертання колінчастого валу. На електронних системах, різниця між найвищою й найнижчою піковою напругою повинна бути менше ніж 50 % від найвищої напруги. На системах з механічним переривником, пікова напруга не повинна змінюватися більш ніж 3-4 кВ. Напруга горіння не повинна перевищувати 40 % доступної напруги котушки.

На електронних системах запалювання, котушка запалювання вважається справною, якщо при швидкості обертання колінчастого валу 1500 об/хв вона може генерувати напругу мінімум 5 кВ та підтримувати горіння іскри мінімум 0.85 мс.

На системах запалювання з механічним переривником, випробування котушки проводять від'єднуючи від будь-якої свічі (крім 1-го циліндра) високовольтний дріт. Дріт необхідно тримати далеко від корпусу двигуна та перевірити напругу.

Мінімум 20 кВ є необхідним для більшості систем. Лінія іскри, або тривалість горіння іскри (від т. 5 до т.7) повинні бути рівними по довжині для всіх циліндрів.

Загальні принципи для оцінки ліній іскри:

- 0.8 мс або менше – занадто коротка;
- від 1.0 до 2.0 мс – типова;
- більше ніж 2.4 мс – занадто довга.

Контрольні виміри повинні проводитися приблизно при 2000 об/хв.

Таблиця 1.1 – Напруга, що генерується при різних факторах

ФАКТОР	Необхідна напруга	
	Вище	Нижче
Високий струм первинної обмотки	X	
Високий опір первинного ланцюга		X
Високий опір вторинного ланцюга	X	
Розрив вторинного ланцюга	X	
Низький опір у вторинному ланцюзі		X
Замикання на корпус вторинного ланцюга		X
Зазор свічі: А) великий зазор; В) малий зазор, або відсутній; С) підгоряння електродів; D) гострий центральний електрод; Е) занадто гаряча свіча; F) занадто холодна свіча.	X X X	X X X
Полярність центрального електрода свічі: А) негативний; В) позитивний.	 X	X
Випередження запалювання: А) запізнене; В) раннє.	X	X
Паливна суміш: А) бідна; В) багата.	X	X
Висока турбулентність у циліндрі:	X	
Ступінь стиску: А) висока; В) низька.	X	X

На тривалість іскри впливають ті ж самі фактори, які відносяться до напруги горіння. Якщо фактор має тенденцію *збільшувати* напругу горіння, це *зменшить* тривалість іскри; навпаки, якщо фактор має тенденцію *зменшувати* напругу горіння, це буде *збільшувати* тривалість іскри.

Напруга горіння повинна бути рівним для всіх циліндрів (від 1 до 4 кВ).

Спадаюча лінія горіння іскри - напруга, що підтримує іскру зменшується протягом часу горіння іскри. Енергія іскри може «обтікати» на корпус через дефектні вузли вторинного ланцюга системи запалювання.

Лінія горіння іскри, що підіймається - механічні проблеми поршневої групи двигуна. Дефектні кільця, поршні або клапани не забезпечують герметичність при збільшенні тиску в камері згоряння.

Надмірні коливання лінії іскри можуть бути викликані:

- спаленим клапаном або клапанами;
- дефектною прокладкою або прокладками головки блоку циліндрів;
- зламаною (порушеною) пружиною клапана;
- дефектним свічковим дротом або дефектом кришки розподільника;
- зношеним або дефектним ковпачком свічі;
- зміною режимів роботи двигуна;
- високим розташування свічі в камері;
- роботою двигуна під навантаженням.

Деякі типові несправності, які можуть бути виявлені на ділянці горіння осцилограми вторинної напруги наведені нижче на рисунках 1.9 – 1.19.

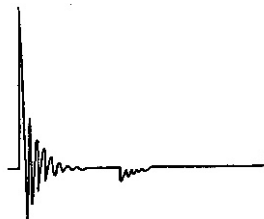


Рисунок 1.9 – Розрив у вторинному ланцюзі

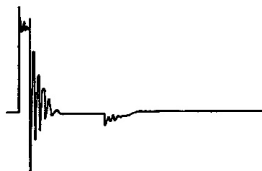


Рисунок 1.10 – Дуже високий опір у вторинному ланцюзі

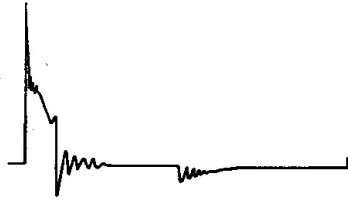


Рисунок 1.11 – Високий опір у вторинному ланцюзі

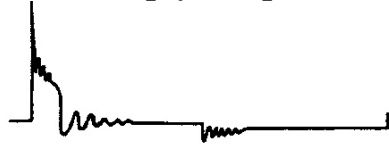


Рисунок 1.12 – Високий опір свічкового ковпачка (нахил униз лінії горіння іскри й високо розташована лінія запалювання іскри)

Це може бути занадто великий зазор у контактах свічі, бідна паливна суміш, або підсмоктування повітря в циліндр. Якщо явище присутнє на всіх циліндрах, то це може бути високий опір свічкових ковпачків або проводів.



Рисунок 1.13 – Іскра включає внутрішній опір (лінія горіння іскри спрямована вгору)



Рисунок 1.14 – Паливна суміш багата (лінія горіння іскри нижче й більш довга ніж нормальна)



Рисунок 1.15 – Внутрішній опір (лінія горіння іскри нахилена вгору)

Це може бути викликано занадто великим зазором між електродами свіч. Якщо це присутнє на всіх циліндрах, то причина може бути в надмірно бідній суміші.

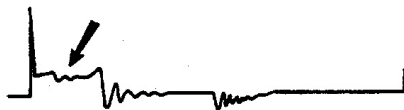


Рисунок 1.16 – Згасаюча, а потім перестартова іскра

Це може бути викликане забрудненням контакту свічі, занадто низькою компресією, повітряно-паливна суміш занадто бідна та ін.



Рисунок 1.17 – Несправність кришки розподільника запалювання



Рисунок 1.18 – Забруднені контакти свічі запалювання, або занадто малий зазор між ними



Рисунок 1.19 – Змінена полярність котушки

Це могло бути викликане неправильним підключенням або неправильним виготовленням котушки.

Проміжна ділянка. Коли іскра гасне (т.7), це проявляється як пік у формі хвилі, супроводжуваної гострим зниженням та рядом коливань, які зменшуються в горизонтальну лінію.

Повинне бути мінімум три - п'ять коливань. Занадто мала кількість коливань вказує на внутрішню проблему котушки (котушка або конденсатор переривника).

Деякі типові несправності, які можуть бути виявлені на проміжній ділянці осцилограми вторинної напруги зазначено на рисунках 1.20 – 1.22.

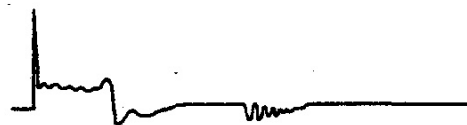


Рисунок 1.20 – Частково замкнені витки котушки або несправний конденсатор

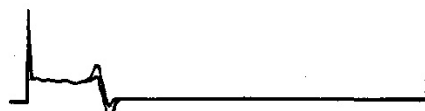


Рисунок 1.21 – Розімкнутий ланцюг живлення первинної обмотки котушки (немає ніяких коливань при ввімкненні)

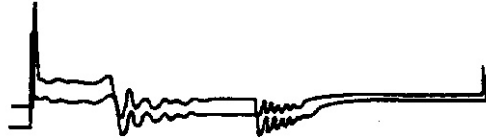


Рисунок 1.22 – Нестійка напруга у вторинній обмотці котушки, знижений опір ізоляції у вторинній обмотці

Якщо проблема загальна для одного або більш, але не для всіх циліндрів, тоді необхідно перевірити свічкові ковпачки, високовольтні проводи та кришку розподільника запалювання.

Якщо проблема загальна для всіх циліндрів, то необхідно перевірити котушку, первинний ланцюг запалювання, бігунок та центральний контакт кришки розподільника.

Екран BURN TIME BAR GRAPH (рис. 1.23) показує графічну та числову інформацію про час горіння іскри. Час горіння іскри – відрізок часу підтримки дуги між електродами свічі.

Інформація про час горіння іскри може використовуватися, для того, щоб визначити технічний стан компонентів вторинного ланцюга запалювання. Якщо час горіння іскри одного циліндра набагато коротше або довше ніж в інших, то є несправність на цьому циліндрі.

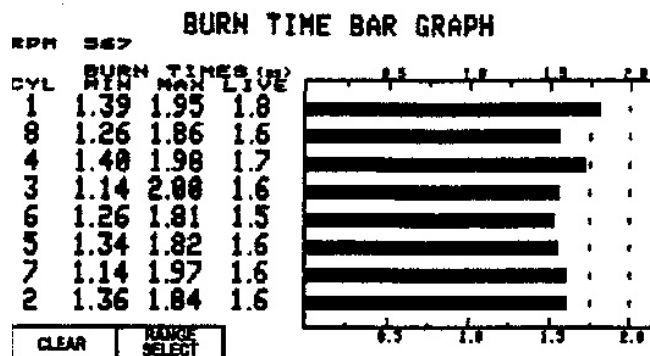


Рисунок 1.23 – Екран TIME BAR GRAPH

Наприклад, забруднені контакти свічі визначають більш низька напруга горіння та більш тривалий час горіння. Цей стан може точно визначатися, при застосуванні режимів «бар-граф» або «гистограма».

Фактори, що впливають на тривалість горіння іскри. На час горіння іскри безпосередньо впливає величина доступної вторинної напруги котушки, величина напруги, необхідної, щоб подолати опір вторинного ланцюга запалювання та створювати іскру, і кількість енергії, що залишається, щоб підтримувати іскру.

Фактори, які мають прямий вплив на час горіння іскри:

- якість котушки запалювання;
- опір вторинного ланцюга запалювання;
- якість робочої суміші (склад, моногамність, турбулентність);
- коротке замикання (на масу) у вторинному ланцюзі;
- високий опір у первинному ланцюзі.

На час горіння іскри впливають ті ж самі фактори, які впливають на величину вторинної напруги, однак, ефект буде інвертований - якщо фактор змусив лінію горіння йти вище, те це змусить час горіння іскри бути коротше, і навпаки.

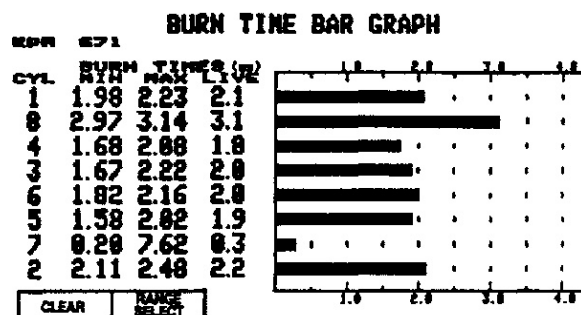


Рисунок 1.24 – Нормальна (циліндри 1,2,3,5,6), надмірно коротка (циліндри 4,7) та надмірно довга (циліндр 8) тривалість горіння іскри

Приклади бар-граф часу горіння іскри, що вказують на проблеми наведено на рисунках 1.25 – 1.27.

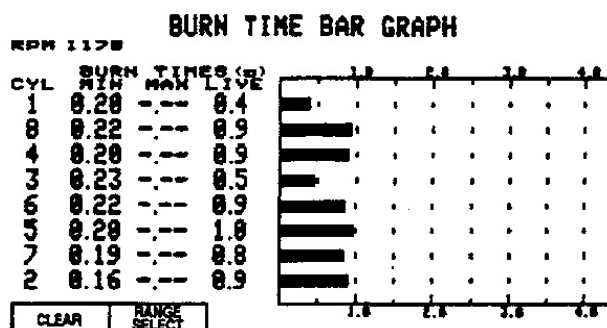


Рисунок 1.25 – Час горіння іскри на всіх циліндрах занадто короткий

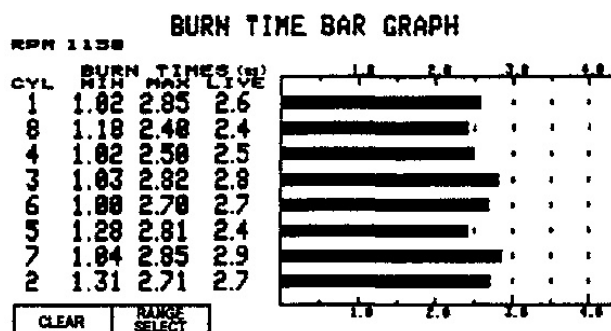


Рисунок 1.26 – Час горіння іскри на всіх циліндрах занадто довгий

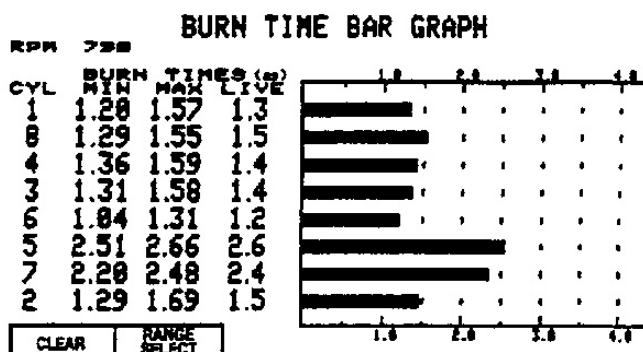


Рисунок 1.27 – Суміжні циліндри (5,7) мають занадто тривалий час горіння іскри

Як видно з наведених вище прикладів аналіз системи запалювання дає велику кількість інформації, тому слід прагнути одержати її використовуючи мотортестер у всіх доступних режимах.

При виконанні лабораторної роботи розглянуті основні приклади використання мотор-тестерів у режимі аналізаторів систем запалювання.

Вимоги до оформлення звіту: звіт з практичних занять № 1 повинен містити відповіді на контрольні запитання у письмовій формі.

Контрольні запитання

1. Які дані можуть бути отримані в результаті роботи аналізатора системи запалювання?
2. Що містить у собі аналіз осцилограм первинного та вторинного ланцюга системи запалювання?
3. Описати порядок пошуку несправностей у системах запалювання, використовуючи приклади осцилограм неправильних форм.
4. Назвати фактори, що впливають на тривалість горіння іскри.
5. Якими дефектами можуть бути викликані надмірні коливання лінії іскри?

6. Охарактеризувати деякі типові несправності, які можуть бути виявлені на ділянці горіння осцилограми вторинної напруги.

7. Охарактеризувати деякі типові несправності, які можуть бути виявлені на проміжній ділянці осцилограми вторинної напруги.

2 ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №2

Діагностування систем керування двигуном з використанням мотор-тестерів у режимі роботи осцилоскопу

Мета роботи: вивчити загальні принципи діагностування систем керування двигуном з використанням мотор-тестерів; ознайомитися з основними прикладами використання мотор-тестерів у режимі осцилоскопу та мультиметра.

Осцилоскоп широко застосовується для діагностики автомобіля тому, що він створює коливання сигналу напруги на лінійній осцилограмі щодо минулого часу. Осцилоскоп одержує сигнал на досить високій швидкості, щоб розпізнавати зміну в рівні напруги за короткий проміжок часу в кілька мікросекунд, записує й показує попередні коливання напруги.

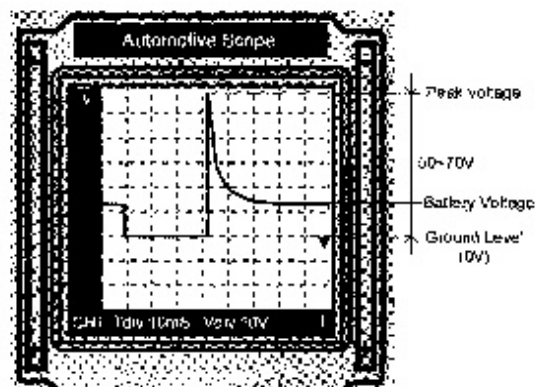


Рисунок 2.1 – Вимір напруги форсунки осцилоскопом

Горизонтальна вісь є віссю часу, а вертикальна вісь – віссю напруги, яка пропорційна обмірюваному рівню напруги (рис. 2.1).

Осцилоскоп дозволяє легко визначити рівень напруги на осцилограмі завдяки детальній сітці на екрані. Він дає точні дані, тому що має програмне забезпечення, розроблене з мінімальним рівнем помилок.

Можна змінювати шкалу осцилограми, регулюючи розрішування за часом та напругою.

Наприклад, одна клітинка сітки показує 20В і 20мс за поточними настройками розрішування за часом та напругою. Якщо настройку розрішування за часом та напругою змінити на 10В і 10мс, тоді осцилограма буде в 2 рази більш, ніж раніш за віссями часу та напруги, усього в 4 рази більше.

Оскільки одна сітка показує тільки 10В і 10мс, тоді необхідно 2×2 сітки, щоб покрити діапазон в 20В і 20мс.

При використанні розрішування за часом та напругою діапазон вимірів може бути різним: детальний та точний аналіз у діапазоні в 1В, 1мс менш, а аналіз кривих та аналіз тенденцій зміни в діапазоні в 200В, 20с більш.

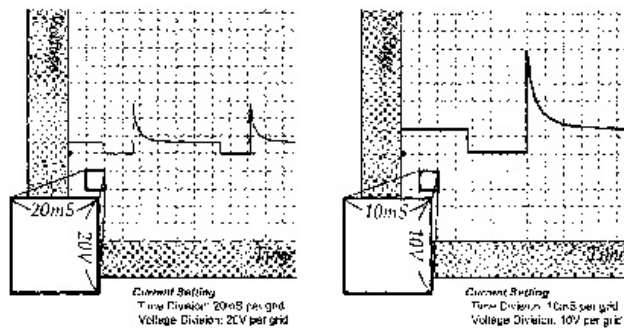


Рисунок 2.2 – Крива останнього коливання напруги

На рисунку 2.2 показано, що крива останнього коливання напруги залишається на екрані. Час виведення кривої на екран залежить від настроювання розрішування за часом – чим коротше розрішування за часом, тем швидше виводиться крива та зникає з екрана. Однак крива осцилограми звичайно записується у внутрішню пам'ять осцилоскопа, так що користувач може викликати криву при прокручуванні назад.

Осцилоскоп звичайно має інші корисні функції такі, як курсор (Cursor), тригер (Trigger) та збереження/виклик (Save/Recall).

Практичне застосування осцилоскопу.

Кисневий датчик. Кисневі датчики бувають двох типів залежно від матеріалу ядра: титан та двоокис цирконію. Тип кисневого датчика із двоокисом цирконію активується при температурі вище, ніж 350°C. Тому, датчик не вступає в процес керування повітряно-паливною сумішшю доти, поки він досить не нагріється. ECU ігнорує сигнал

кисневого датчика доти, поки двигун розігрівається та працює, як запрограмовано виробником.

Це називається “Closed Loop control”. Та навпаки, коли двигун досить розігрітий, ECU управляє автомобілем згідно із сигналом кисневого датчика, і це називається “Open Loop control”. Ланцюг нагрівання швидко нагріває кисневий датчик для більш ранньої активації та для того, щоб скоротити час контролю Closed Loop.

Кисневий датчик створює ряд діаграм сигналу відповідно до повітряно-паливної суміші, з умовами згоряння та іншими факторами. Вивчаючи різні діаграми, можна продіагностувати систему керування повітряно-паливною сумішшю, систему запалювання, систему подачі палива та повітря й сам кисневий датчик.

Аналіз діаграми кисневого датчика. Приклади, наведені нижче, ґрунтуються на датчику двоокису цирконію.

Датчик на основі титану виробляє 0.05 - 4.95В, а датчик двоокису цирконію виробляє 0.05 - 0.95В у співвідношенні з кількістю кисню.

Нормальна діаграма кисневого датчика показана на рис. 2.3.

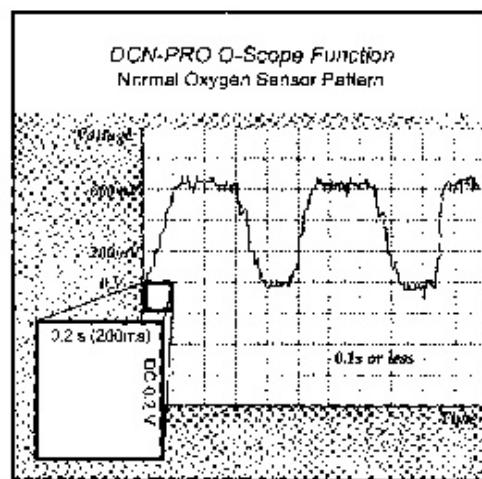


Рисунок 2.3 – Нормальна діаграма кисневого датчика

Діапазон коливань:

- низька напруга повинна бути нижче, чим 200 мВ (0.2В);
- висока напруга повинна бути вище, чим 600 мВ (0.6В);
- умова тестування: двигун повинен бути розігрітий та частота обертання (RPM) повинна становити 1500-2000 об/хв.:
- нагрівання відпрацьованих газів на холостому ходу може не активувати кисневі датчики без нагрівання ланцюга;

- велике нагрівання відпрацьованих газів на високих обертах двигуна може приховати дефект датчика.

Швидкість спрацьовування:

- при збільшенні швидкості час для досягнення 600 мВ з 200 мВ повинний становити 100 мс (0.1 мс) або менш;
- час для досягнення 200 мВ з 600 мВ повинний становити 300 мс (0.3 с) або менш (рис.2.4).

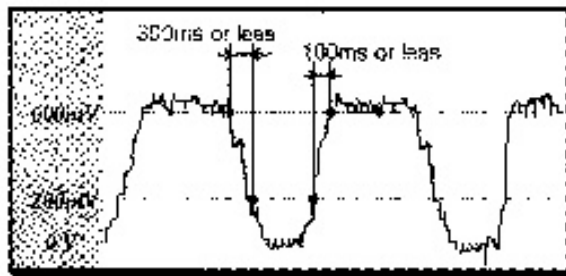


Рисунок 2.4 – Час для досягнення 200mV

Сигнал датчика дросельної заслінки:

- швидкість спрацьовування кисневого датчика на сигнал датчика дросельної заслінки можна виміряти, вимірюючи разом два датчика у двоканальному режимі функції двоканального осцилоскопа (рис. 2.5);
- критична точка – це час від точки, коли датчик дросельної заслінки досягає свого піка напруги (широко відкрита заслінка), до точки, коли напруга кисневого датчика досягає 200 мВ. Цей час повинний становити менше 200 мс (0.2 с).

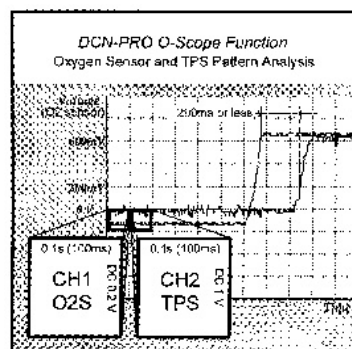


Рисунок 2.5 – Показання датчиків у двоканальному режимі функції двоканального осцилоскопа

Кисневий датчик з високим вихідним сигналом.

Можливі помилки: широка інжекторна насадка, збій у роботі регулятора тиску палива, блокування системи подачі повітря та ін., надмірна подача палива для згоряння (багата повітряно-паливна суміш) (рис.2.6).

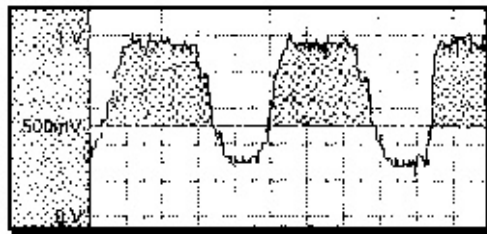


Рисунок 2.6 – Типова діаграма кисневого датчика з високим вихідним сигналом

Кисневий датчик з низьким вихідним сигналом.

Можливі помилки: низький тиск у паливному насосі, витік у системі подачі палива та ін., надмірна подача повітря для згоряння (бідна повітряно-паливна суміш).

Через недостатню подачу палива циліндрам (інакше кажучи, подача повітря перевищує кількість, необхідну для згоряння) згоряння відбувається за відносно короткий час, випускаючи більшу частину кисню не згорілим до CO або N_{ox} . На діаграмі з'являються гострі зубці, а висока напруга не досягає нормального рівня (рис. 2.7).

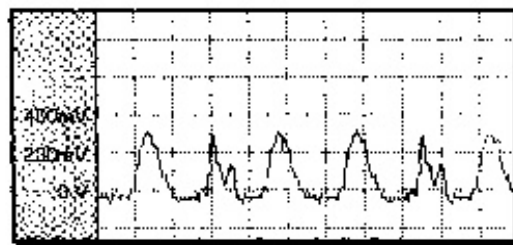


Рисунок 2.7 – Типова діаграма кисневого датчика з низьким вихідним сигналом

Кисневий датчик із пропуском запалювання.

Можливі помилки: збій у роботі системи запалювання, недостатній час для запалювання іскри, недостатня напруга запалювання, неправильне випередження запалювання.

Навіть якщо до циліндрів надходить досить повітря та палива, згоряння буде відбуватися не повністю з деяких причин. Тому паливо

й повітря, які не згоріли до CO , H_2O і NO_x , будуть виходити із двигуна. Для діаграми будуть характерні похилі лінії високої напруги, як показано на рис. 2.8. Висока напруга також не досягне нормального рівня.

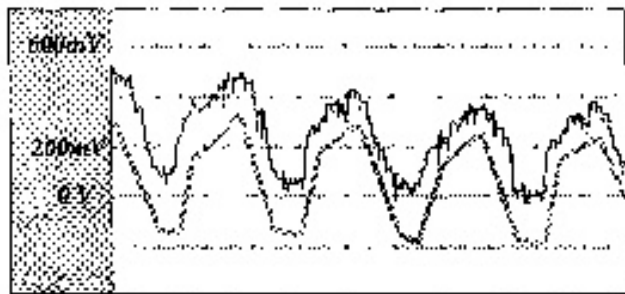


Рисунок 2.8 – Типова діаграма кисневого датчика із пропуском запалювання

Витратомір повітря. Використовуються різні методи для підрахунку та виміру кількості повітря. Датчики потоку повітря діляться на три типи: перший тип – датчик VAF (обсяг потоку повітря), він включає датчики типу Karman Vortex і тип Potentiometer. Датчик Vortex прямо вимірює обсяг потоку повітря шляхом підрахунку імпульсу, виробленого вихром у колекторі. Датчик потенціометра вимірює кількість повітря, що втягується у двигун шляхом відхилення заслінки усередині датчика.

Другий тип – датчики MAF (маса потоку повітря) використовують матеріал зі змінами негативного опору для зміни нагрівання: типи Hot Coil і Hot Film.

Третій тип – MAP датчик, який робить вимір шляхом виміру розрядження в колекторі.

Аналіз діаграми датчика потоку повітря. Оскільки методи виявлення потоку повітря різняться залежно від типу датчиків потоку повітря, то буде відповідно різнитися діаграми та діагностика (наприклад, аналіз діаграми датчика типу Karman Vortex наведено на рис. 2.9).

Tun Karman Vortex.

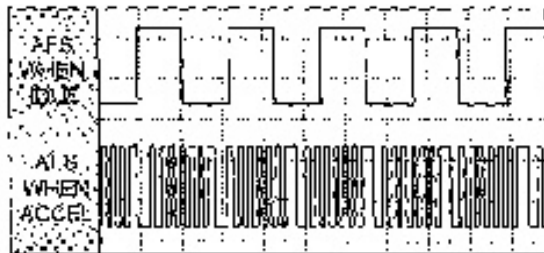


Рисунок 2.9 – Аналіз діаграми датчика типу Karman Vortex

Можливі помилки: переривчастий сигнал, що пропадає (необхідно вміти відрізнити сигнал, що пропадає, від постійного повторюваного опорного сигналу, який ширше ніж інші. СКД може не розпізнати таку незначну проблему як код помилок); опір у ланцюзі заземлення (основна лінія діаграми повинна бути нижче, ніж 0.4В. Якщо вона вище, чим 0.4В, виходить, ланцюг заземлення датчика порушено (рис.2.10)).

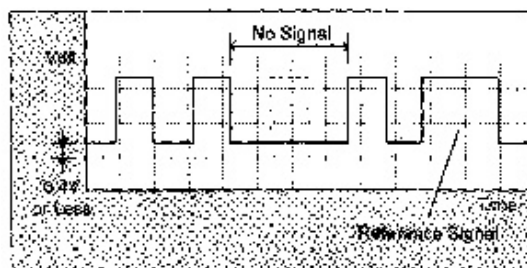


Рисунок 2.10 – Ланцюг заземлення датчика типу Karman Vortex порушено

Tun Hot Coil. Hot Coil показує негативну зміну опору при нагріванні. Коли котушка нагрівається, опір зменшується, і тому вихідна напруга знижується. Та навпаки, коли котушка охолоджується повітрям, що надходить, вихідна напруга збільшується через високу напругу. Вихідна напруга залишається близько 0.5В на холостому ходу та збільшується до 1В.

Осцилоскоп можна використовувати для перевірки спрацювання датчика на зміни умови руху: прискорення, затримка та на холостому ходу (рис.2.11).

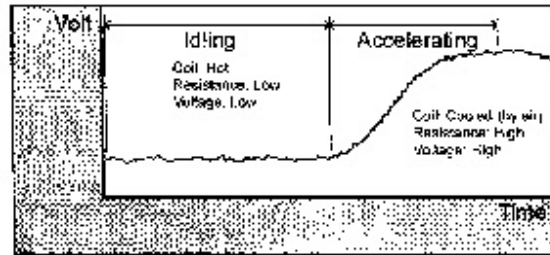


Рисунок 2.11 – Проверка спрацювання датчика типу Hot Coil на зміни умови руху: прискорення, затримка та на холостому ходу

MAP датчик. Осцилоскоп можна використовувати для перевірки спрацювання датчика на зміну умови руху: прискорення, затримка та на холостому ходу (рис. 2.12).

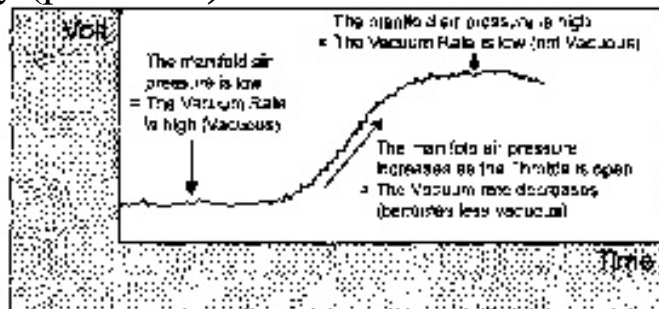


Рисунок 2.12 – Проверка спрацювання MAP датчика на зміни умови руху: прискорення, затримка та на холостому ходу

Датчик температури охолодної рідини (WTS). Аналіз діаграми: датчик WTS виробляє аналоговий сигнал, який змінюється дуже повільно.

Коли двигун починає працювати, він нагрівається та температура підвищується до певної точки, поки охолодний вентилятор не ввімкнеться. Сигнал датчика знизиться, тому що двигун нагрівся, та потім почне злегка коливатися на низькому рівні (рис. 2.13).

Зворотна дія буде повторюватися, коли двигун зупиниться.

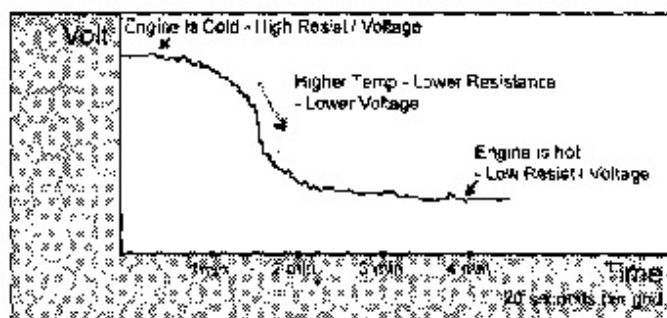


Рисунок 2.13 – Показання датчика температури охолодної рідини (WTS)

Датчик дросельної заслінки (TPS). Аналіз діаграми: сигнал напруги TPS пропорційний відкритому куту дросельної заслінки. Коли водій збільшує швидкість, дросельна заслінка відкривається ширше, а змінний опір стає вище, приводячи до високого сигналу вихідної напруги та навпаки (рис.2.14).

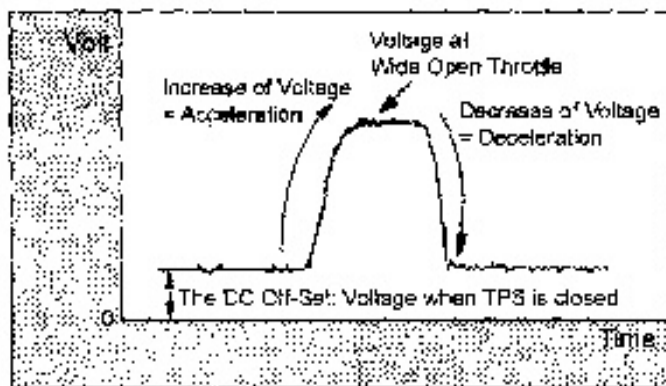


Рисунок 2.14 – Показання датчика дросельної заслінки (TPS)

Найпоширеніша помилка в TPS – порушення вуглецевого покриття, яке є ядром змінного опору. Тому що частини вуглецевого покриття, що відшаровуються стають вільними від опору, тоді вихідний сигнал з'являється біля основної лінії, створюючи перешкоди СКД (рис. 2.15).

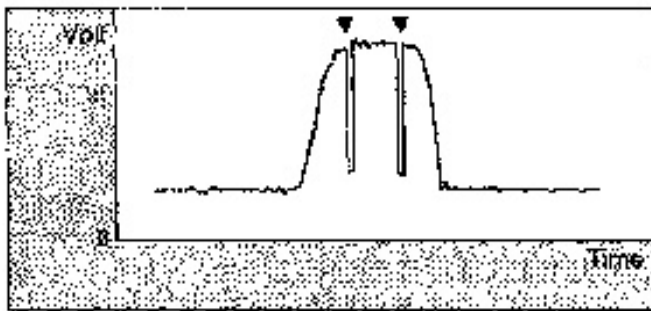


Рисунок 2.15 – Вихідний сигнал датчика TPS з'являється біля основної лінії, створюючи перешкоди ECU

Клапан холостого ходу (ISC). Існують різні клапани холостого ходу. Деякі з них прямо управляють кутом відкриття дросельної заслінки, використовуючи D/C мотор, деякі управляють кількістю повітря, що надходить, контролюючи повітряний обхідний канал (тип Stepper Motor або Duty Control Valve). Раніше широко застосовувався тип клапана холостого ходу Stepper motor, сьогодні звичайно застосовується тип Duty Control Valve.

Tun Stepper Motor. Stepper Motor устатковано повітряним пропускним клапаном, вмонтованим у дросельну заслінку, та використовується звичайно з розподіленою системою впорску.

Коли stepper motor працює, на діаграмі з'являється пульсація (Ripple), як показано на рисунку 2.16.

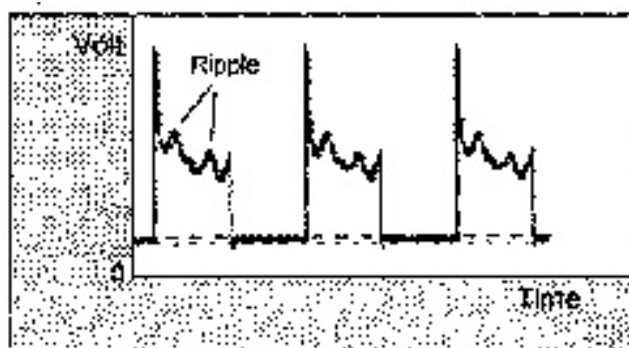


Рисунок 2.16 – Пульсації на діаграмі при працюючому stepper motor

Можуть виникати перешкоди між зубцями, коли накопичується вуглець у голчастому клапані, підшипник перевантажений або поганий контакт кабелю (рис. 2.17).



Рисунок 2.17 – Перешкоди між зубцями

Пульсація може майже зникнути, якщо вуглець нагромадився на головці клапана, застряг підшипник або порушено заземлення (рис.2.18).



Рисунок 2.18 – Згасання пульсації

Друга пульсація може бути набагато менш першої, якщо порушений двигун: він починає працювати, але незабаром зупиняється (рис. 2.19).



Рисунок 2.19 – Друга пульсація менш першої

Пульсація відсутня, якщо двигун повністю порушений та не працює через нагромадження вуглецю або заклинювання підшипника (рис.2.20).

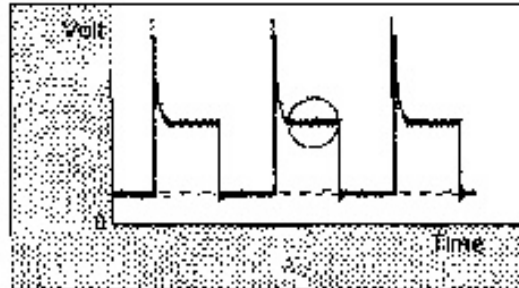


Рисунок 2.20 – Пульсація відсутня

При порушенні кабелю з'явиться багато перешкод. Якщо ушкоджено один з кабелів, уся діаграма буде порушена (рис. 2.21).

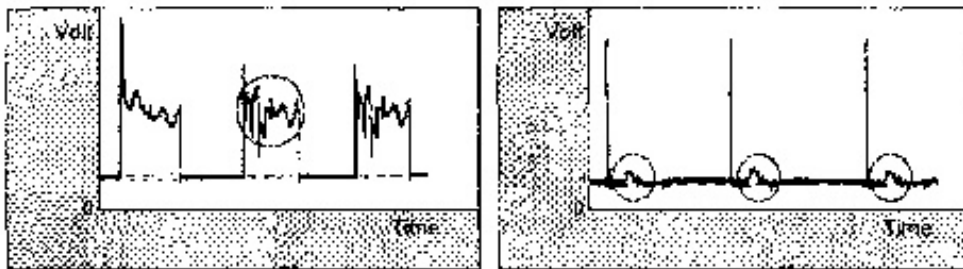


Рисунок 2.21 – Перешкоди при порушенні кабелю

Клапан холостого ходу Duty Control. Робочий цикл – «скважність» (Duty Cycle). При вимірі робочого циклу на діаграмі

з'являться сигнали прямокутного типу. Робочий цикл позначає частину низької напруги в одному циклі діаграми.

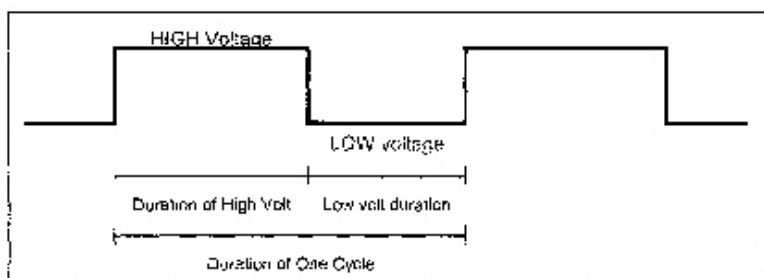


Рисунок 2.22 – Діаграма робочого циклу

На діаграмі (рис. 2.22) висока напруга позначає, що клапан не рухається – клапан закритий. Низька напруга позначає, що клапан відкритий. Тому, чим більш робочий цикл, тим довше відкритий клапан.

Аналіз діаграми:

- Duty Cycle особливо корисний для перевірки роботи клапана холостого ходу. Навантаження на двигун зростає, коли працюють прилади, що споживають живлення. Тому клапан холостого ходу збільшує час своєї роботи для того, щоб збільшити кількість повітря, що надходить, що веде до збільшення числа обертів двигуна для компенсації;

- оскільки навантаження на двигун зростає за рахунок включення в автомобілі споживаючих живлення приладів, то клапан збільшує час своєї роботи. Відповідно, пропорційно збільшується робочий цикл (рис.2.23).

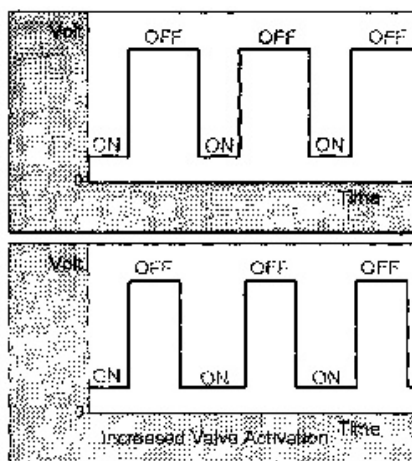


Рисунок 2.23 – Ілюстрація аналізу діаграми

Використання мультиметра. Розраховувати робочий цикл із діаграми осцилоскопа складно та незручно. Тому рекомендується використовувати мультиметр замість осцилоскопа.

DCN-PRO дає виміри робочого циклу у функції мультиметра. Мультиметр показує розраховане значення робочого циклу.

Якщо клапан холостого ходу функціонує несправно через дефект у ланцюзі клапана або соленоїді клапана, тоді робочий цикл буде становити 50% без змін щодо зміни в навантаженні на двигун. 50% робочого циклу означають, що висока та низька напруги однакові.

Датчик положення колінчастого вала (датчик Холу (Hall Effect)):

- усередині датчика Холу є ланцюг, який виробляє сигнал в 5В, якщо він перебуває біля металевої частини на певній дистанції (1.0 ± 0.5 мм) від датчика;

- коли колесо із зубцями обертається разом з колінчастим валом, зубці колеса змушують датчик виробляти повторювані сигнали вимикання та вмикання по мірі роботи двигуна. Колінчастий вал обертається двічі за один цикл двигуна;

- кожний сигнал позначає кут обертання колінчастого вала, і це звичайно називається сигнал зубця. Якщо всі зубці, які пройшли датчик за один оберт двигуна позначити 'N', тоді кут на один зубець складе $360/N$ градусів;

- на колесі є один довгий зубець, який в 3 рази ширше, ніж інші. Коли довгий зубець проходить датчик, тоді датчик одержує інформацію про те, що відбувся один повний оберт двигуна. Положення кожного поршня можна визначити, підрахувавши кількість зубців після довгого зубця. Звичайно поршень циліндра №1 досягає верхньої мертвої точки на 19 зубці після довгого зубця;

- згоряння у всіх циліндрах змушує колінчастий вал обертатися двічі (два оберти за один цикл). Що стосується чотирициліндрового двигуна, то циліндри 1 і 3 роблять один оберт, циліндри 4 і 2 інший. Тому ті самі сигнали будуть повторюватися двічі за цикл, а сигнал кулачка використовується для того, щоб розрізняти перший та другий оберт під час одного циклу (рис. 2.24).

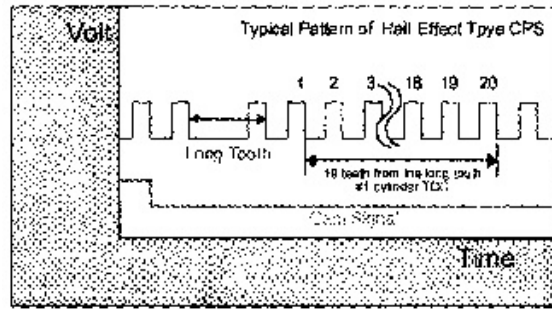


Рисунок 2.24 – Діаграма робочого циклу

Аналіз діаграми:

- існує певний рівень напруги, який є критерієм для СКД у розрізненні сигналу включення та виключення. СКД розпізнає сигнал напруги вище, ніж сигнал включення (ON) та нижче, ніж сигнал виключення (OFF);
- шуми ліворуч на рисунку 2.25 залишаються вище або нижче критичного рівня, тому це не впливає на сигнал розпізнавання СКД;
- шуми із правого боку перевищують критичний рівень напруги зверху та знизу, тому СКД розпізнає їх як зміну сигналу датчика, що веде до неправильного підрахунку СКД кількості зубців. Ці помилки можна виявити тільки за допомогою осцилоскопа.

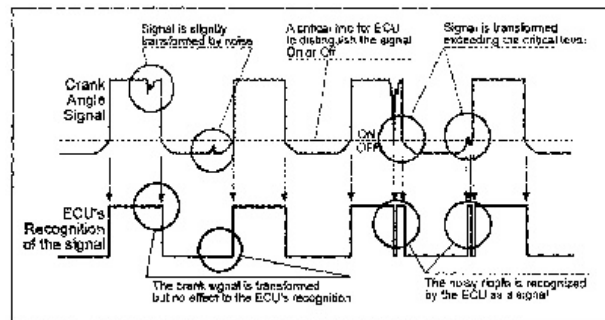


Рисунок 2.25 – Ілюстрація аналізу діаграми

Магнітний (Magnetic) датчик виробляє сигнал в 5В, коли металевий зубець проходить лінію магнітного поля.

Аналіз діаграми: магнітний датчик працює майже за таким ж принципом, що й датчик Холу – підрахунок числа зубців. Однак діаграма буде відрізнятися, на ній буде синусоїдальна хвиля замість прямокутної діаграми, як показано на рисунку 2.26.

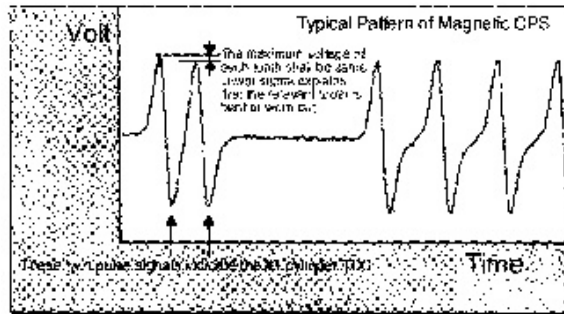


Рисунок 2.26 – Діаграма робочого циклу

Так само як і у випадку з датчиком Холу, перешкода із правого боку на рисунку 2.27 перевищує критичний рівень, тому СКД розпізнає її як один зубець, приводячи до неправильного підрахунку СКД кількості зубців. Ці помилки можна виявити тільки за допомогою осцилоскопа.

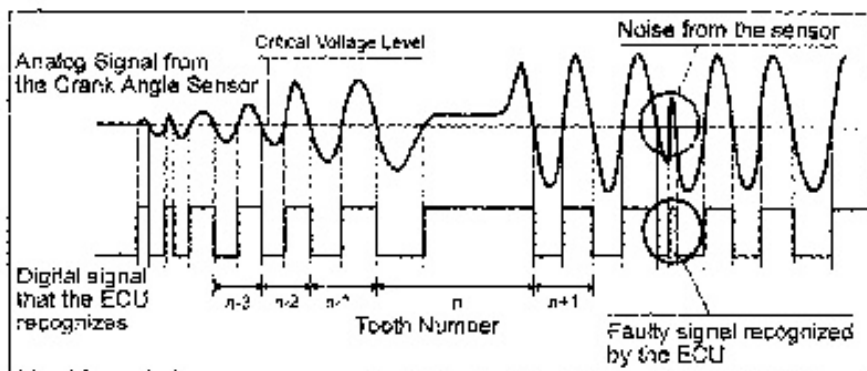


Рисунок 2.27 – Ілюстрація аналізу діаграми

Оптичний (Optical) датчик положення колінчастого вала складається із пластини із прорізами (звичайно така кількість, скільки циліндрів) на ній та двох діодів: один LED, який випромінює світло на пластину, а іншої – фотодіод, який виробляє сигнал в 5В, коли на нього попадає світло від LED.

Аналіз діаграми потрібно проводити так само, як і для датчика Холу (рис. 2.28).

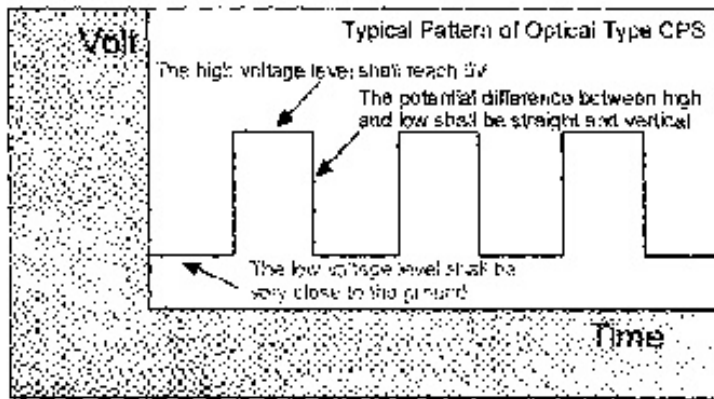


Рисунок 2.28 – Ілюстрація аналізу діаграми

Форсунка – це соленоїдний клапан. Клапан відкривається електромагнітною силою, що виробляється соленоїдом, коли подається електроживлення, та закривається за допомогою пружини, коли живлення відключено.

Звичайно внутрішній ланцюг СКД контролює полюс заземлення. СКД керує форсункою шляхом подачі та відключення живлення в 12В. Тому, коли кабель заземлення – це короткий ланцюг з кабелем або металевою частиною на землі, форсунка буде відкритою, поступово випускаючи паливо, поки працює двигун. У цій ситуації при надмірній подачі палива воно буде виходити не згорілим, і це може зруйнувати каталізатор. Якщо кабель заземлення форсунки та батарея в 12В – це короткий ланцюг, то живлення в 12В буде прямо надходити до СКД, приводячи до збою в роботі СКД.

Аналіз діаграми: нормальна діаграма (рис. 2.29).



Рисунок 2.29 – Нормальна діаграма

Діаграма форсунки з порушенням. З'являється багато перешкод, коли інжекторний клапан відкрито (рис. 2.30):

- існує невеликий опір між полюсом форсунки (–) та СКД;
- з'єднання між полюсом форсунки (–) та СКД порушено.

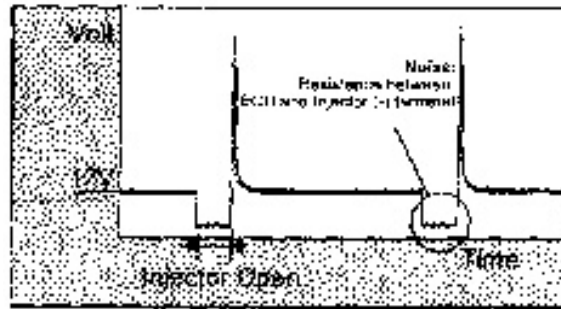


Рисунок 2.30 – Діаграма форсунки з порушенням

Пік напруги низький (рис. 2.31):

- недостатня подача живлення форсунці через опір між полюсом батареї (+) та форсункою;
- котушка форсунки ушкоджена.

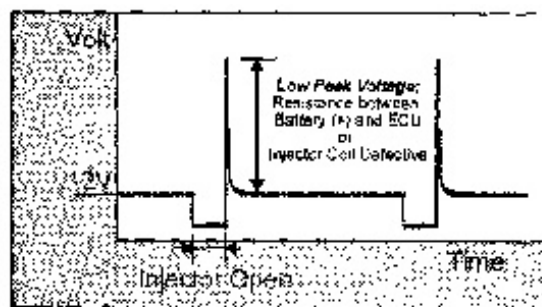


Рисунок 2.31 – Діаграма форсунки з порушенням

Низька напруга не стабільна та збільшується (рис. 2.32):

- існує великий опір між полюсом форсунки (-) та ECU.

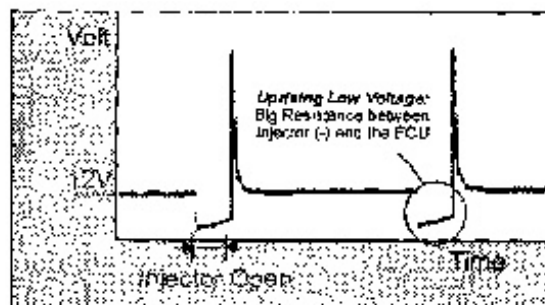


Рисунок 2.32 – Діаграма форсунки з порушенням

При виконанні лабораторної роботи розглянуто основні приклади використання мотортестерів у режимі осцилоскопа та мультиметра.

Як правило дані режими не є вичерпними та можуть доповнюватися іншими функціями залежно від конструкції самого мотортестера.

Вимоги до оформлення звіту: звіт з практичних занять № 2 повинен містити відповіді на контрольні запитання у письмовій формі.

Контрольні запитання

1. Описати принцип дії осцилоскопу.
2. Проаналізувати діаграму кисневого датчика.
3. Указати на можливі помилки при роботі кисневого датчика з високим (низьким) вихідним сигналом.
4. Проаналізувати діаграми датчиків потоку повітря (витратомірів).
5. Проаналізувати діаграми датчиків температури охолодної рідини.
6. Проаналізувати діаграми датчика дросельної заслінки.
7. Проаналізувати діаграми клапанів холостого ходу різних типів.
8. Проаналізувати діаграми датчика положення колінчастого вала (датчика Холу).
9. Проаналізувати діаграми магнітного (Magnetic) датчика.
10. Проаналізувати діаграми оптичного (Optical) датчика.
11. Проаналізувати діаграми форсунки.

З ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №3

Діагностування систем керування двигуном з використанням сканерів

Мета роботи: вивчити загальні принципи діагностування систем керування двигуном з використанням сканерів.

Сканери є потужним засобом діагностики, що дозволяють одержувати велику кількість інформації про роботу СКД.

У загальному виді, роботу зі сканерами можна розбити на наступні етапи:

– підключення приладу до діагностичного роз'єднувача автомобіля;

- вибір відповідної марки та моделі автомобіля в меню приладу;
- установлення зв'язку приладу та СКД автомобіля;
- визначення комплектації системи керування автомобіля;
- одержання інформації про стан систем автомобіля у всіх режимах, передбачених виробником автомобіля та можливостями сканера.

Оскільки, у цей час існує велика кількість як програмних, так і апаратних сканерів розглянемо один з них (апаратний) для того, щоб зрозуміти основні принципи діагностування СКД з їхньою допомогою.

Діагностування СКД з використанням апаратного сканера розглянемо на прикладі комплексного приладу DCN PRO.

Сканування/діагностування автомобілів, устаткованих електронними блоками керування – основна функція DCN PRO. У цьому режимі, прямо зв'язуючись із електронним блоком управління автомобіля, DCN PRO виконує:

- читання кодів помилок;
- відображення сигналів датчиків (Data Stream) як у цифровому, так і в графічному виді;
- відображення сигналів датчиків та рекомендації з усунення несправностей;
- коректура керуючих сигналів;
- стирання кодів помилок;
- запис інформації про роботу системи керування в режимі «Чорна скриня»

Приєднання кабелів. Для роботи приладу необхідно підключити живлення (через запальник, або від акумулятора автомобіля).

Підключити до основного кабелю приладу відповідний адаптер, а адаптер підключити до діагностичного роз'єднувача автомобіля (рис. 3.1).

При роботі через роз'єднувач стандарту OBD-2 підключення живлення не потрібно, тому що прилад буде одержувати живлення через цій роз'єднувач.

Місце знаходження діагностичного роз'єднувача може бути різним.

Звичайно він перебуває під приладовим щитком або в моторному відділенні.

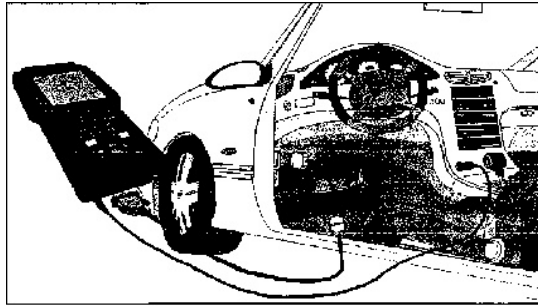


Рисунок 3.1 – Схема підключення адаптера до діагностичного рознімання автомобіля

Після того як прилад переведений у режим сканера на дисплеї з'явиться меню: Select Scan Function (картридж для корейських автомобілів) або меню: Select Scan Function (картридж для японських автомобілів).

В обох випадках присутній стандарт OBD, тому для роботи в цьому стандарті немає необхідності міняти картридж. Для прикладу розглянемо роботу приладу з автомобілями корейського виробництва.

Вибір моделі автомобіля. DCN PRO виводить на екран меню вибору виробника. Вибір здійснюється натисканням відповідного номера або [ENTER] після розташування висвітленого рядка в потрібному місці за допомогою клавіш [↑] і [↓] (ця процедура вибору в меню діє для всіх інших меню).

Для кожної операції екран розділено на 3 нерівномірних вікна:

- вікно заголовка: зверху – відображає поточну функцію або операцію;
- головне вікно: у середині – відображає меню, результати сканування, дані та графіки;
- вікно клавіш: унизу – відображає клавіші, застосовувані в поточній операції.

Залежно від вибору, DCN становить список усіх моделей автомобілів даного виробника.

Моделі автомобілів, не показані на екрані, можна переглянути, користуючись меню “Select Vehicle Model”.

Залежно від зробленого вибору буде наведено детальний список марок автомобілів.

У наведеному вище прикладі користувач вибирає Hyundai Excel. DCN PRO показує список типів Hyundai Excel.

Select Vehicle Model:

1. Excel 1.5 Sohc;

2. Excel 1.5 Siemens.

Необхідний розширений список, тому що кожна модель автомобіля вимагає різні протоколи зв'язку з DCN PRO. Протоколи навіть для однієї й тієї ж моделі можуть бути різними залежно від року випуску моделі.

Вибір підсистеми, що перевіряється. Коли завершена процедура вибору моделі автомобіля, з'являється меню вибору контрольованої підсистеми (Control System Selection).

DCN PRO чекає команди користувача, яка система буде тестуватися.

Select Vehicle Model:

1. Engine Control;
2. Auto Transmission.
Control.

Коли обрана система, DCN-PRO автоматично перевіряє, чи може він зв'язатися з ЕБК.

Вибір функцій. На екрані з'являються функції, які DCN може виконати для обраної перед цим системи автомобіля.

Цей приклад показує, що обраний «Розділ контролю двигуна» ('Engine Control Unit') SONATA III 1.8 (1996).

Sonata III 1.8 Sohc:

1. Self Diagnosis
2. Service Data
3. Actuation Test
4. Blackbox Data

DCN PRO виконує наступні функції діагностування.

Самодіагностика, виявлення та зчитування кодів помилок:

- зчитує коди помилок з ЕБК;
- відображає коди помилок;
- відображає на екрані контури відповідного датчика;
- пропонує посібник з усунення помилок;
- витирає код(и) помилок.

Відображення сигналів датчиків та керуючих сигналів у реальному масштабі часу (Data Stream):

- одночасно відображає сигнали датчиків;
- показує стандартне значення кожного датчика;
- рисує графіки даних (лінії / точки).

Коректування керуючих сигналів: тимчасово деактивує або активує виконавчі механізми такі, як форсунки, механізм холостого

ходу, та паливний насос під час тестування для того, щоб користувач міг оцінити стан кожного пристрою.

Деякі автомобілі не підтримують цієї функції. Виконавчі механізми бувають різними залежно від моделей автомобілів.

Чорна скриня. Записує дані (current data, data stream, etc) до 700 фрагментів до й після виявлення кодів помилок. Пізніше користувач може відновити записані дані для подальшого аналізу.

Зчитування кодів помилок. Коли функція [1. Self Diagnosis] обрана, DCN зчитує й показує на екрані всі коди помилок з ЕБК. При натисненні клавіші [1] функціонального меню, на екрані з'явиться один із трьох наступних результатів (залежно від умов тестування):

Self Diagnosis No Trouble Code (коди помилок не виявлені).

Або:

Self Diagnosis (виявлені коди помилок):

13.A.T.S.

14.T.P.S.

21.W.T.S. (Circuit)

12.M.A.P.

Trouble Code: 4

Або:

Self Diagnosis Communication Error! (виявлена помилка зв'язку):

Check Cable or Connector Trouble Code: 0

У випадку помилки зв'язку необхідно перевірити:

- з'єднання кабелю між DCN PRO та автомобілем. Неправильне з'єднання з будь-якого боку може викликати помилку зв'язку;
- вибір моделі автомобіля в меню;
- наявність обраного пристрою;
- включення запалювання [ON];
- повторити свої дії після натискання клавіші [RESET].
- натиснути клавішу [Esc], щоб повернутися у функціональне меню.

Електросхема пристрою. Для кодів помилок корейських автомобілів в DCN PRO є електросхема датчиків та виконавчих пристроїв.

При перевірці схеми використовують функцію мультиметра DCN PRO. Алфавітно-цифрові символи на діаграмі показують число точок ЕБК.

13. Air Temperature Sensor

C8 [Signal]: 0-5 (Varies with Temperature When Key On)

C17,C24 [Ground]: 0V
(When Key On)

Якщо код помилки знайдено, при натисненні клавіші [HELP] на екрані з'явиться стандартне значення. Для перегляду електросхеми [Circuit Diagram] знову необхідно натиснути клавішу [HELP].

Після третього натиснення клавіші [HELP], на екрані з'явиться посібник з усунення помилок [Repair Guide].

При великій кількості кодів помилок можна вибирати між кодами помилок, використовуючи клавіші [↑] і [↓].

Діаграма деяких частин може бути занадто складною для її розміщення на обмеженому просторі екрана. У цьому випадку буде показано тільки керівництво з усунення [Repair Guide] без відображення електросхеми [Circuit Diagram].

Відображення сигналів датчиків керуючих сигналів у реальному масштабі часу (Data Stream). Якщо обрана [2. Service Data] у функціональному меню [Function Selection Menu], тоді DCN PRO відображає дані всіх датчиків сигналів передані ЕБК:

Service Data

Oxygen Sensor	58 mv
Mass Air Press Sensor	946mmhg
Air Temperature Sensor	38 °C
Throttle Position Sensor	19 mv
Step Motor	39.5%
Battery Voltage	11.3 V
Ignition Signal off	
Coolant Temp. Sensor	29 °C
Engine RPM	0 rpm
Idle Switch	off
Power Steering Switch	off
1: Graph 2: Full	Enter: Fix

На екрані може бути відображено до 11 датчиків сигналів. Для того щоб переглянути найбільшу кількість датчиків сигналів, необхідно прокрутити вікно нагору або вниз, натиснувши клавіші [↑] і [↓].

Зупинка даних за датчиком. Функція [Sensor Freeze] розташує дані за обраним датчиком зверху головного вікна таким чином, що користувач може перевіряти та порівнювати бажані результати безупинно без прокручування нагору-униз.

Ця функція відрізняється від функції [Freeze Frame Data] для OBD2 автомобілів.

Послідовність зупинки даних за датчиком:

- вибрати потрібний датчик за допомогою клавіш [← →] та [↑ ↓];
- натиснути клавішу [ENTER], щоб зупинити обраний датчик.

Наприклад, коли обрані та зупинені датчик кисню та датчик масової витрати повітря, показання датчиків буде перебувати зверху екрана, як показано на рис 3.3.

SERVICE DATA	
OXYGEN SENSOR.....	58 mV
MASS AIR PRESS SENSOR....	946 mmHg
OXYGEN SENSOR.....	58 mV
[REDACTED]	
AIR TEMPERATURE SENSOR..	-38 °C
THROTTLE POSIT'N SENSOR..	19 mV
STEP MOTOR.....	39.5 g
BATTERY VOLTAGE.....	11.3 V
IGNITION SIGNAL.....	OFF
COOLANT TEMP. SENSOR....	-29 °C
ENGINE RPM.....	0 rpm
1: GRAPH 2: FULL ENTER : Fix	

Рисунок 3.3 – Показання датчиків кисню та масової витрати повітря

Одночасно може бути зупинено до 5 датчиків. Наприклад, якщо датчик часу впорскування, який висвітлюється внизу екрана, обрано та зупинено, показання датчика часу впорскування будуть перебувати нижче показань датчиків кисню та масової витрати повітря (рис 3.4).

SERVICE DATA	
OXYGEN SENSOR.....	58 mV
MASS AIR PRESS SENSOR....	946 mmHg
INJECTION TIME.....	0.0 ms
ENGINE RPM.....	0 rpm
IDLE SWITCH.....	OFF
POWER STEERING SWITCH...	OFF
AIR CONDITIONER SWITCH...	OFF
GEAR SHIFT.....	RNDT
[REDACTED]	
ADVANCED SPARK ANGLE....	5 °
AIR CONDITIONER RELAY...	OFF
1: GRAPH 2: FULL ENTER : Fix	

Рисунок 3.4 – Показання датчика часу впорскування

Діаграма даних. DCN PRO виконує функцію [Data Graph] для більш ефективного аналізу результатів:

- при натисканні клавіші [1] після висвітлювання потрібного датчика, на екрані з'явиться діаграма даних;
- на екран можна вивести до 3 діаграм, вибираючи датчики так само, як і при процедурі [Sensor Freeze]. Наприклад, натиснути клавішу [Enter] після висвітлення потрібного датчика, потім натиснути [1]. При виборі більш 4 датчиків на екрані будуть відображені діаграми трьох верхніх датчиків;
- для кожної діаграми даних на екран будуть виводитися одночасно назва датчика та його поточні показання (рис 3.5);

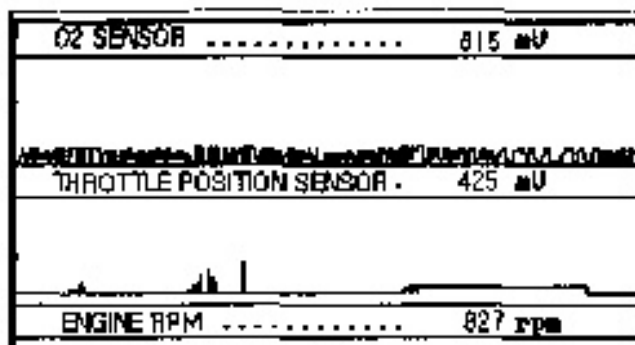


Рисунок 3.5 – Назва датчика та його поточне показання

- для того щоб змінити датчик, необхідно повернутись в меню [Service Data], натиснувши клавішу [Esc], та обрати потрібний датчик;
- для того щоб зупинити вихід діаграми на екран, натиснути клавішу [ENTER]. Для поновлення роботи знову натиснути [ENTER].

Вимірювання параметрів керуючих сигналів. Функція зміни керуючих сигналів тимчасово активує або деактивує певний виконавчий механізм такий, як форсунка або механізм холостого ходу таким чином, що користувач може оцінити стан системи, спостерігаючи за реакцією на включення/вимикання пристрою. Деякі автомобілі старого випуску не підтримують цю функцію, яка може бути різною залежно від моделі автомобіля.

Вибір меню:

- обрати [3. ACTUATION TEST] у функціональному меню [Function Selection Menu];
- назва виконавчого механізму, що тестується, метод та умови тестування показані на екрані, але вони можуть різнитися залежно від моделі автомобіля.

Початок тестування:

- обрати виконавчий механізм у меню, використовуючи [↑] і [↓] (рис 3.6);
- після дотримання всіх умов натиснути [ENTER];

ACTUATION TEST	
ACTUATOR : #1 INJECTOR	
METHOD	STOP FOR 6 SECONDS
CONDITION	KEY ON, ENGINE RUN
ENTER: START TEST SELECT ITEM	

Рисунок 3.6 – Вибір виконавчого механізму

- під час виміру параметрів керуючих сигналів на екрані з'явиться повідомлення [TESTING...] (рис 3.7);

ACTUATION TEST	
ACTUATOR : #1 INJECTOR	
METHOD	STOP FOR 6 SECONDS
CONDITION	KEY ON, ENGINE RUN

Рисунок 3.7 – Період виміру параметрів керуючих сигналів

- при завершенні тестування на екрані з'явиться повідомлення [TEST COMPLETE]. Далі можна вибрати інший виконавчий механізм, використовуючи клавіші [↑] і [↓]. Для завершення тестування натиснути [ESC].

Чорна скриня записує дані автомобіля під час дорожніх випробувань таким чином, що записані дані можуть бути відновлено пізніше для глибокого аналізу умов роботи автомобіля.

Під час тестування фрагменти [Service Data] проходять на екрані дуже швидко, та їх не можна переглянути, поки дані не збережені.

Завдяки розширеній пам'яті DCN PRO може записувати до 700 фрагментів [Service Data] для багатьох автомобілів.

Завантаживши записані дані, можна провести діагностику фрагментів даних за датчиком один за іншим, не пропускаючи жодного критичного моменту.

Для цього необхідно обрати [#. Black Box Data] у функціональному меню [Function Selection Menu] (рис 3.8).

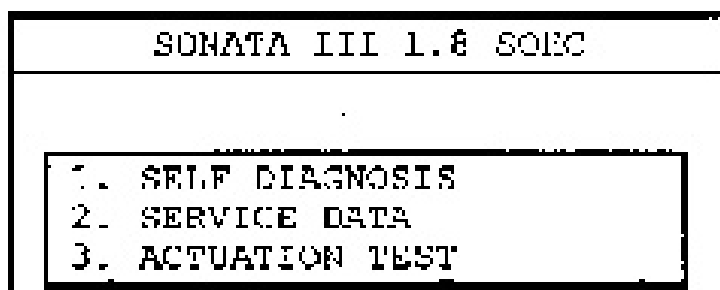


Рисунок 3.8 – Діагностика фрагментів даних

Запис даних:

- натиснути [ENTER], щоб почати запис даних;
- DCN PRO перевіряє наявність кодів помилок. Якщо коди помилок не виявлено, тоді він починає записувати 256 фрагментів безупинно. Це називається режим “до кодів помилок”. Якщо із самого початку виявляються коди помилок, тоді DCN включає режим “після кодів помилок”, та записує до 700 фрагментів даних;

- якщо код помилок виявляється в режимі “до кодів помилок”, або при натисканні клавіші [ESC], тоді DCN PRO переходить до режиму “після кодів помилок”, дописуючи 444 фрагменти до раніше записаних 256 фрагментів режиму “до кодів помилок”;

- DCN записує до 700 фрагментів до й після кодів помилок. Коли число фрагментів досягає 700, він автоматично припиняє запис (рис 3.9).

Таким чином, у результаті проведених дій за допомогою сканера отримана велика кількість інформації про роботу систем керування автомобілем, яка використовується надалі для аналізу технічного стану та ухвалення рішення про подальші дії.

BLACK BOX DATA	
MASS AIR PRESS SENSOR..	546 mmHg
AIR TEMPERATURE SENSOR..	28 °C
THROTTLE POSIT'N SENSOR..	19 mV
STEP MOTOR.....	39.5 %
BATTERY VOLTAGE.....	12.3 V
IGNITION SIGNAL.....	OFF
COOLANT TEMP. SENSOR....	-29 °C
ENGINE RPM.....	0 rpm
IDLE SWITCH.....	OFF
BEFORE: 256 AFTER: 12 DTC NUM: 4	
ESC : STOP	ENTER : SELECT

Рисунок 3.9 – Діагностика фрагментів даних

Вимоги до оформлення звіту: звіт з практичних занять № 3 повинен містити відповіді на контрольні запитання у письмовій формі.

Контрольні запитання

1. Назвати основні режими роботи комплексного приладу DSN-PRO.
2. Назвати основні функції при скануванні (діагностуванні) двигуна комплексним приладом DSN-PRO.
3. Описати порядок виконання сканування (діагностування) двигуна комплексним приладом DSN-PRO.

4 ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №4

Діагностування систем керування двигуном з використанням 4^xкомпонентного газоаналізатора

Мета роботи: вивчити загальні принципи діагностування систем керування двигуном з використанням 4^xкомпонентного газоаналізатора.

Газоаналізатор є необхідним компонентом діагностичного комплексу, оскільки тільки з його допомогою можна оцінювати відповідність вихідних параметрів роботи двигуна встановленим нормам.

Перед початком роботи необхідно переконатись, що система відведення відпрацьованих газів автомобіля на всьому протязі герметична, інакше в показання приладу будуть внесені похибки за рахунок підсмоктування повітря з атмосфери.

На деяких автомобілях установлені спеціальні забірники на вихлопному колекторі для відбору проб відпрацьованих газів. У такому випадку доцільно підключати газоаналізатор до них, тому що в

цьому випадку на показання приладу не буде впливати робота каталітичного нейтралізатора. Якщо таких забірників немає, тоді відбір проводиться з вихлопної труби.

Виділення незгорілих вуглеводнів (НС). Кількість вуглеводнів НС у вихлопних газах характеризує повноту згоряння паливо-повітряної суміші.

При усуненні основних проблем, пов'язаних з підвищеним вмістом НС, досягається максимальна економічність та кращі експлуатаційні якості.

Зменшення складу вуглеводнів (НС) є можливим за допомогою:

- правильного згоряння палива в камері згоряння, що залежить також і від форми самої камери;
- правильного регулювання запалювання;
- догоряння під час вихлопу (за допомогою каталітичного нейтралізатора).

Велика кількість вуглеводнів (НС) викидається автомобілем через:

- вентиляційний відвід паливного бака;
- витіки з поплавкової камери карбюратора;
- системи фільтрації повітря;
- картер двигуна.

Очевидно, що при підтримці постійного контролю над даними механізмами гарантується правильний випуск відпрацьованих газів. Крім того, за допомогою екологічних пристроїв пари вуглеводнів (НС), що виходять з паливного баку та поплавкової камери карбюратора збираються в допоміжному бачку з активованим вугіллям (адсорбері) та, разом з парами з картера двигуна, знову направляються в систему живлення.

Аналіз НС під час діагностики. При вимірюванні кількості незгорілих вуглеводнів (НС), застосовується одиниця в “частинах на мільйон” (р.р.т.), яка дозволяє більш чітко уявити відсоток концентрації речовини. Приблизним співвідношенням між р.р.т. НС та процентним вмістом НС є наступне:

- якщо не згоряє 0.1% суміші, утворюється близько 20 р.р.т. НС;
- якщо не згоряє 1% суміші, утворюється близько 200 р.р.т. НС.

Прийнятна концентрація вуглеводнів (НС) у реальних умовах становить від 5 р.р.т. до 500 р.р.т.

Типові значення НС:

- карбюраторний двигун старої конструкції – 300 р.р.м.;
- карбюраторний двигун нової конструкції – 200 р.р.м.;
- двигун із системою впорскування старої конструкції – 200 р.р.м.;
- двигун із системою впорскування нової конструкції – 100 р.р.м.;
- двигун із системою впорскування нової конструкції з нейтралізатором – 60 -100 р.р.м.

Слід звернутися до характеристик, що наведено виготовлювачем конкретного автомобіля. Високий вміст НС часто викликано проблемами в системі запалювання: через будь-який дефект запалювання виробляється слабка іскра, не збігається з тактом у часі та є занадто короткою за тривалістю. У результаті з'являється велика кількість незгорілих речовин (НС), що попадають у вихлопну трубу. А також неправильно відрегульована суміш, занадто “багата” або “бідна” може викликати підвищення кількості виділюваних вуглеводнів (НС).

Проблеми в запалюванні:

- неправильна напруга на виході вторинної обмотки котушки запалювання,
- висока напруга на розподільнику або дефект кабелів системи запалювання;
- не відрегульований зазор між електродами свіч, свічі забруднені, зношені;
- занадто великий кут випередження запалювання.

Проблеми в складі робочої суміші:

- нестехіометричне співвідношення горючої суміші (якщо суміш занадто “багата”, тоді для повного окислювання недостатньо вільного кисню O_2 та вуглеводні, що не брали участь у реакції потрапляють у вихлопні гази; якщо ж суміш занадто “бідна” виникатимуть пропуски запалення суміші та незгоріле паливо буде причиною підвищеного вмісту НС);

- влучення додаткового повітря у впускний колектор;
- несправність системи уловлювання парів палива;
- несправність у форсунках, що викликає “крапання” (а не розпилення суміші);
- низька якість розпилення палива форсунками й, внаслідок цього неоднорідність паливо-повітряної суміші в циліндрах;
- істотні відмінності поточної пропускної здатності форсунок окремих циліндрів (більш 20% від середньої між ними) через що

система керування не може підібрати час впорскування, що забезпечує прийнятну точність дозування для всіх циліндрів;

- занадто великий час впорскування;
- негерметичність пускової або робочих форсунок;
- несправності в роботі термочасового реле, датчиків температури охолодної рідини або температури всмоктуваного повітря;
- неправильний тиск палива.

Проблеми у двигуні:

- неправильно відрегульовані клапани або фази газорозподілу;
- двигун споживає занадто багато масла через зношені маслороздаючі кільця або ущільнень клапанів;
- низька компресія двигуна, проблеми в поршневі системі або негерметичні клапани.

Виділення окису вуглецю (CO). Дана ситуація створюється тоді, коли горюча суміш є “багатою”, викликаючи тим самим надмірну витрату палива. Концентрація CO досягає максимуму в циліндрі під час горіння; під час наступного за цим такту розширення частина цього газу окислюється та перетворюється в CO₂ (вуглекислий газ). При наявності “бідної” суміші концентрація CO у вихлопних газах обумовлена, насамперед, неоднорідним розподілом суміші та зміною її складу залежно від циклу згорання. На відміну від CH₄, CO утворюється тільки в результаті згорання. Наприклад, відсутність запалювання викличе підвищення вмісту CH₄, але тому що не було згорання, CO у вихлопних газах не буде. Навпаки, “багата” суміш є причиною підвищеного вмісту CO та CH₄ одночасно: високий вміст CO є через недолік кисню під час згорання, високий вміст CH₄ – через неповне згорання палива та його викиду у вихлопну систему.

Аналіз CO під час діагностики. Концентрація CO вимірюється у відсотках від виділених газів. В автомобілях сучасного виробництва даний процентний склад, як правило, перебуває в межах від 0,5% до 2,5%. Двигуни, оснащені каталітичним конвертером (каталізатором) мають досить низькі величини виділень, порядку 0,1% (проби взяти з вихлопної труби).

Високий рівень CO обумовлено, головним чином, занадто “багатим” співвідношенням повітря до бензину в горючій суміші. Даний недолік, пов'язаний із складом горючої суміші, призводить до часткового окислювання, утворюючи при цьому CO замість CO₂

(горіння являє собою бурхливе окислювання, отже, визначним для даного процесу є кількість кисню).

Ще одним наслідком надлишку палива в робочій суміші є надлишкове утворення вуглецевих залишків (відкладень), що осаджуються на клапанах, у робочій камері, на поршнях та на свічах. Дані відкладання викликають явища samozapalennia (детонацію) і руйнування двигуна.

Проблеми в робочій суміші:

- відрегульовано низький режим холостих обертів;
- несправний насос-прискорювач карбюратора;
- несправна пускова система або система збагачення при прогріві;
- ослабнули паливні жиклери карбюратора;
- занадто високий тиск палива – несправність регулятора системного тиску або непрохідність магістралі повернення палива в бак;
- занадто великий час вприскування або низький керуючий тиск внаслідок несправних датчиків витрати повітря, температури, абсолютного тиску, а також регулятора керуючого тиску та електрогідравлічного регулятора;
- зниження тиску початку відкриття механічних форсунок;
- несправність петлі зворотнього зв'язку за сигналом лямбда-зонда;
- погано відрегульований рівень палива в поплавковій камері.

Проблеми, що пов'язані з постачанням повітря:

- забруднений повітряний фільтр;
- забруднені повітряні жиклери карбюратора.

Проблеми, що пов'язані із двигуном:

- неправильне регулювання клапанів.

Слід пам'ятати, що, як і для СН, вміст СО у вихлопних газах знижується каталітичним нейтралізатором.

Вуглекислий газ (СО₂). Якщо вміст вуглекислого газу у вихлопі досягає максимальної величини, це значить, що двигун працює з найбільшою ефективністю, незалежно від того, чи обладнаний двигун каталізатором чи ні. Звичайний вміст СО₂ у вихлопних газах повинне бути 12 - 15%.

Причини низького вмісту СО₂:

- невірне регулювання суміші;
- невірне регулювання кута випередження запалювання;

- забруднення повітряного фільтра;
- негерметичність вихлопної системи;
- порушення фаз газорозподілу;
- зниження компресії.

Виділення кисню (O_2). Кисень є головним елементом для будь-якої суміші та присутній в атмосфері в концентрації порядку 20,78%.

Вимір процентного вмісту кисню, що присутній в суміші вихлопних газів здійснюється за допомогою використання електрохімічного датчика.

Вимір виконується також в об'ємному відсотку (% vol.). Датчик подає напругу, пропорційну вмісту кисню, що присутній в горючій суміші. При оптимальних умовах роботи двигуна відсоток кисню, що присутній у вихлопних газах повинен бути нижче 2%.

Аналіз O_2 під час діагностики. Кількість кисню, обмірюваного у вихлопних газах, може вказувати на кількість робочої суміші в камері згоряння у випадку, якщо відбулося повне згорання кисню.

Причини високого вмісту O_2 у вихлопних газах:

- занадто висока концентрація незгорілих вуглеводнів (НС) (при наявності незгорілого палива у вихлопній трубі) означає наявність великої кількості окислювача (O_2);

- витіки в системі подачі повітря;
- витіки в системі випуску газів;
- витіки в зонді для контролю вихлопних газів;
- витіки в корпусі повітряного фільтра;
- занадто "бідна" робоча суміш в одному або декількох циліндрах.

Високий вміст O_2 обумовлено в основному дефектами в герметичності, що негативно впливають на параметри робочої суміші. Відсоток кисню, наявного в суміші, збільшується у випадку наявності дефектів у системі запалювання, якого-небудь із циліндрів (пропуски запалювання).

Перевірка каталітичного нейтралізатора за допомогою газоаналізатора, якщо немає можливості зрівняти склад вихлопних газів до й після нейтралізатора.

У правильно відрегульованого двигуна з каталітичним нейтралізатором вихлопних газів вміст O_2 приблизно дорівнює вмісту CO. Якщо вміст O_2 перевищує вміст CO понад 0,5%, тоді каталітичний нейтралізатор несправний.

Довідкову таблицю розшифрування показань газоаналізатора наведено в додатку А.

Вимоги до оформлення звіту: звіт з практичних занять № 4 повинен містити відповіді на контрольні запитання у письмовій формі.

Контрольні запитання

1. Охарактеризувати основні проблеми, що пов'язані з підвищеним вмістом вуглеводнів (НС) у вихлопних газах та назвати способи їх усунення.

2. Охарактеризувати основні проблеми, що пов'язані з підвищеним вмістом окису вуглецю (СО) у вихлопних газах та назвати способи їх усунення.

3. Охарактеризувати основні проблеми, що пов'язані з підвищеним вмістом вуглекислого газу (СО₂) у вихлопних газах та назвати способи їх усунення.

4. Охарактеризувати основні проблеми, що пов'язані з підвищеним вмістом кисню (О₂) у вихлопних газах та назвати способи їх усунення.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Марченко А.П., Рязанцев М.К., Шеховцов А.Ф. Двигуни внутрішнього згоряння: в 6 т. Харків : Видавн. центр НТУ “ХП”, 2004. Т1 : Розробка конструкцій форсованих двигунів наземних транспортних машин. 492 с. —

Режим доступу:

<http://mbk.mk.ua/wp-content/uploads/2020/05/1553523240.pdf>

2. Марченко А.П., Рязанцев М.К., Шеховцов А.Ф. Двигуни внутрішнього згоряння: в 6 т. Харків : Видавн. центр НТУ “ХП”, 2004. Т3 : Комп’ютерні системи керування ДВЗ. 344 с. —

Режим доступу:

<http://mbk.mk.ua/wp-content/uploads/2020/05/1553523240.pdf>

3. Гавриляк М.С. Основи автоматики та систем управління : навч. посіб. Чернівці : Чернівець. нац. ун-тет, 2022, 211 с.

— Режим доступу:

<https://archer.chnu.edu.ua/handle/123456789/4001?show=full>

4. Власюк Г.Г., Співак В.М., Трапезон К.О., Швайченко В.Б. Автоматика та електропривод техніки реєстрації інформації : навч. посіб. Київ : Освіта України, 2010. 159 с. —

Режим доступу:

<https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/2ca76600-f713-44ad-aeef-1cc214618646/content>

6. Пиндус Ю.І., Заверуха Р.Р. Електричне та електронне обладнання автомобілів: навч. посіб. (частина II). Тернопіль : ТНТУ, 2016. 163с. —

Режим доступу:

http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/123456789/18171/1/EEOA_Lect_%D0%86%D0%86%D0%86I_FullText.pdf

7. Клименко Л. П., Прищепов О. Ф., Андреев В. І., Голдун В. Ю. Елементи електронних систем керування автомобільними двигунами : навч. посіб. Миколаїв : Вид-во ЧДУ імені Петра Могили, 2013. 132 с. —

Режим доступу:

<https://dspace.chmnu.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/172/1/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B8%20%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%B8%D1%85%20%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%20%D0%BA%D0%B5%D1%80%D1%83%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20%D0%B0%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B1%D1%96%D0%BB%D1>

<https://eprints.kname.edu.ua/61839/1/%D0%A8%D0%B0%D0%B2%D0%BA%D1%83%D0%BD%2C%2088%D0%9B%2C%202022%2C%20pdf.pdf>

8. Кубіч В.І. Гібридні силові установки легкових автомобілів : навч. посібник. Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2021. 193 с.

—

Режим

доступу:

<https://eir.zp.edu.ua/server/api/core/bitstreams/f67932c2-fcc4-4069-b96f-9d50cc54d478/content>

9. В'ячеслав Шавкун. Технологічні процеси сервісу транспортних засобів з електричним та гібридним : конспект лекцій. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2022. 123 с. —

Режим доступу:

<https://eprints.kname.edu.ua/61839/1/%D0%A8%D0%B0%D0%B2%D0%BA%D1%83%D0%BD%2C%2088%D0%9B%2C%202022%2C%20pdf.pdf>

Методичне забезпечення

1. Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни “Електронні системи двигунів внутрішнього згорання” для студентів освітньо-професійних програм “Експлуатація, випробування та сервіс автомобілів та тракторів”, “Двигуни внутрішнього згорання” денної та заочної форм навчання / Укладачі: Георгій СЛИНЬКО, Наталя РЯБОШАПКА. Запоріжжя: НУ “Запорізька політехніка”, 2024. 47 с. (№10019 е)

Додаток А

Таблиця А.1 – Довідкова таблиця розшифрування показань газоаналізатора

Газ	Холості оберти	1000 об/хв	2500 об/хв	Зауваження	Типові дефекти	Інші ознаки
1	2	3	4	5	6	7
СО	підвищ.	підвищ.	підвищ.	підвищ. на всіх обертах	- багата суміш; -ослабнуло кріпіння кришки карбюратор; - забитий повітряний фільтр; - несправн. стартер; - несправн. карбюрат.; - високий рівень палива в карбюраторі	- чорн. дим з вихлопн. труби; - підвищ. витрата палива
НС	норм.	норм.	норм.	близько норми		
СО ₂	низьк.	низьк.	низьк.	постійно низький		
О ₂	норм.	норм.	норм.	постійно норма		
СО	підвищ.	підвищ.	норм.	підвищ. на низьк. оберт	- багата суміш; - погано отрегул. карбюрат.; - проблеми жиклера х/об	-нестійкі х/об; - чорн. дим з вихл. труби; - підвищ. витрата палива
НС	підвищ.	норм.	норм.	підвищ. на низьк. оберт		
СО ₂	низьк.	норм.	норм.	низьк. на х. обертах		
О ₂	норм.	норм.	норм.	пост. на х. обертах		
СО	підвищ.	норм.	норм.	підвищ. на х. обертах	- багата суміш; - погано отрегул. х/об; - ослаблено жиклер х. х.	-підвищ. витрата -нестійкі х/ об.
НС	підвищ.	норм.	норм.	близько норм.		
СО ₂	низьк.	норм.	норм.	низьк. на х. об.		
О ₂	норм.	норм.	норм.	пост. на х. об.		
СО	низьк.	норм.	норм.	низьк. на х. об.	- бідна суміш; - погано отрегулю-	-нестік. х/ об. -недостат приєм-
НС	підвищ.	норм.	норм.	підвищ. на х. обертах		

CO ₂	низьк.	норм.	норм.	низьк. на х. обертах	вано карбюратор;	ність; - повернення полум'я
O ₂	висок.	норм.	норм.	високий на х. обертах	- влучення додаткового повітря	
CO	норм.	норм.	норм.	близько норм.	- дефект запалювання	- підвищена витрата;
HC	підвищ.	підвищ.	підвищ.	постійно підвищ.	-дефект контактів;	-нестійкі холості оберти;
CO ₂	низьк.	низьк.	низьк.	низьк. на х. обертах	- порвані кабелі висок напруги;	- втрати потужності
O ₂	висок.	висок.	висок.	постійно високий	- несправні/неотрегульовані свічі; - несправн. конденсат.; - - переплутане проведення свіч; - тріщина в кришці трамлера; - занадто великий кут випереджен.	
CO	норм.	норм.	норм.	близько норм.	- втрати компресії, витрата масла;	- низька компресія
HC	підвищ.	підвищ.	норм.	підвищ. на х. обертах	- несправні клапани;	
CO ₂	низьк.	низьк.	норм.	низьк. на х. обертах	- зношування поршнів;	
O ₂	висок.	висок.	норм.	високий на х. обертах	- зношування циліндрів; - підсмоктування повітря в впускному колекторі	
CO	норм.	норм.	норм.	близько	- дефект	-підви-

				норм.	запалюван- ня; - несправ ності в запалюванні на високих обертах	цена витрата; - втрати потуж- ності
--	--	--	--	-------	---	---