

3.2 Апаратна діагностика за комплексними показниками

3.2.1. Технологія діагностування за допомогою мотор-тестера

Комплексні показники характеризують стан декількох систем (електричних та неелектричних), які пов'язані (взаємодіють) через фізичні процеси, що в них відбуваються. До таких показників автомобіля в цілому належать: потужність на колесах, приємність, гальмівні якості.

Двигун внутрішнього згоряння, у свою чергу, також являє комплекс декількох систем і характеризується комплексними показниками. Так, наприклад, в колах системи запалювання, яка входить до складу ДВЗ, електричні процеси характеризують не тільки стан електричної системи, а й газове середовище (тиск, температуру, хімічний склад) в якому відбувається електричний розряд (робочий проміжок свічі запалювання). Ці процеси непрямо характеризують стан неелектричних систем (паливного живлення, газорозподілу, ЦПГ). З іншого боку, за хімічним складом відпрацьованих газів ДВЗ можна оцінювати не тільки стан його неелектричних систем, а й стан системи запалювання, іскровий розряд, якої визначає якість згоряння паливної суміші. Для реєстрації комплексних показників застосовують комбіновані вимірювальні прилади мотор-тестери та спеціалізовані прилади – газоаналізатори.

Мотор-тестер – комбінований прилад, який виконує функції декількох діагностичних вимірювачів, спеціалізованих і спеціальних приладів (авто-тестерів, аналізаторів ДВЗ), які дозволяють проводити діагностику різних систем ДВЗ (електричних і неелектричних) без демонтажу, у робочому стані, на різних режимах.

Для проведення діагностики за допомогою мотор-тестера виконують наступні загальні операції:

- ідентифікують автомобіль, двигун, електричні системи;
- підключають (встановлюють) вимірювальні адаптери приладів мотор-тестера;
- виконують необхідні перевірки при непрацюючому ДВЗ та увімкненому запалюванні (використання режиму мультиметра);
- виконують необхідні тести на стаціонарних та динамічних режимах ДВЗ (використання режиму осцилографа);

- порівнюють отримані дані з нормованими значеннями;
- встановлюють за результатами спостережень причину несправності.

При виконанні тестових процедур треба, дотримуватись певних умов: температура й оберти двигуна повинні бути штатними для даного випробування, нештатні пристрої (споживачі потужності) повинні бути виключеними.

Типовою тестовою процедурою є збір даних двигуна на холостому ході, яка проводиться в наступній послідовності:

- вимірюють оберти холостого ходу, баланс роботи циліндрів, склад відпрацьованих газів, напругу пробою на свічі, напругу та тривалість іскрового розряду, напругу акумуляторної батареї, зарядний струм, напругу на котушці запалювання, сигнали датчиків систем керування;

- різко збільшують оберти на холостому ході (зазвичай 2500 хв^{-1}), вимірюють напругу пробою на свічі, напругу іскрового розряду, прискорення по циліндрах, склад відпрацьованих газів, визначають пропуски запалювання паливної суміші, зміну кута випередження запалювання;

- скидають оберти, визначають прискорення по циліндрах, склад відпрацьованих газів.

Під час тесту, на засобах відображення інформації мотор-тестера реєструються значення контрольованих величин і результати їхнього порівняння з нормованими рівнями. Після проведення тестів і одержання інформації електромеханік приступає до діагностики. Вразі виявлення й усунення причини несправності тести повторюють, щоб переконатися, що несправність дійсно усунена.

Мотор-тестери корисні при виявленні несправностей у паливній системі і системі запалювання, але з їхньою допомогою важко виявляти непостійні несправності в складних електронних системах. У багатьох випадках тут несправність в одній системі проявляється у вигляді симптомів в інших системах, пов'язаних з першою.

3.2.2. Локалізація несправностей системи запалювання

Електричні процеси в колах системи запалювання аналізують за допомогою автомобільного осцилографа з метою визначення те-

хнічного стану елементів системи і її монтажу. При цьому, розглядаються два етапи: порівняння рівнів сигналів з використанням послідовної розгортки («параду циліндрів» див. п.п. 2.2.3) та порівняння форми сигналів (викривлення часових функцій електричних процесів) з використанням накладеної розгортки осцилографа. На першому етапі, відслідковуються рівні напруг пробою і горіння іскри, тривалості накопичення енергії і іскрового розряду по циліндрах, на другому – аналізується деформування осцилограм відносно їх нормованої форми по кожному циліндру.

Рівень (пікове значення) напруги пробою, в першу чергу, визначається величиною зазору іскрового проміжку свічі запалювання. З цього приводу можна сказати наступне.

Коли зазор між електродами свічі менше за оптимальний, пробій відбувається при меншій напрузі. При цьому, умови для підпалювання суміші погіршуються і, як наслідок, знижуються потужнісні й паливо-економічні характеристики двигуна.

При збільшеному зазорі, навпаки, пробій відбувається при більш високій напрузі, але при цьому скорочується тривалість іскрового розряду та виникає ймовірність пробою (витоків струму) в елементах високовольтної лінії системи. Ці фактори приводять до перебоїв запалювання та неможливості запуску ДВЗ.

Якщо при нормованому зазорі свічок, спостерігається зниження рівня напруги пробою (до 4...6 кВ), це свідчить про зниження електричної міцності газового проміжку за рахунок збагачення паливної суміші у циліндрі. В такому разі, увага приділяється системі паливного живлення (карбюратору або системі упорскування). І, навпаки, підвищений рівень напруги пробою (понад 13...15 кВ) є наслідком збіднення паливної суміші. При цьому, спостерігаються зупинка ДВЗ на холостих обертах та втрата потужності на робочих режимах. Такі ж наслідки можуть бути викликані причинами електричного характеру (не повний контакт у високовольтній лінії, тріщини в кришці розподільника, пробій бігунка). Якщо напруга пробою перебільшена в окремих циліндрах, можливою причиною може бути підсмоктування повітря в ці циліндри.

Рівень напруги і тривалість іскрового розряду, при фіксованій потужності котушки запалювання, визначають енергію іскри та, відповідно, і якість згоряння паливної суміші у циліндрі. Щоб дета-

льно проаналізувати перелічені параметри по кожному з циліндрів, збільшують масштаб на екрані мотор-тестера та використовують накладену розгортку осцилографа (див. п.п. 2.2.3).

Під час діагностування, на осцилограмах напруг по колах системи запалювання в межах одного робочого циклу, розглядають три ділянки: А – горіння іскри; В – загасання коливань; С – накопичення енергії (рис. 3.2.1).

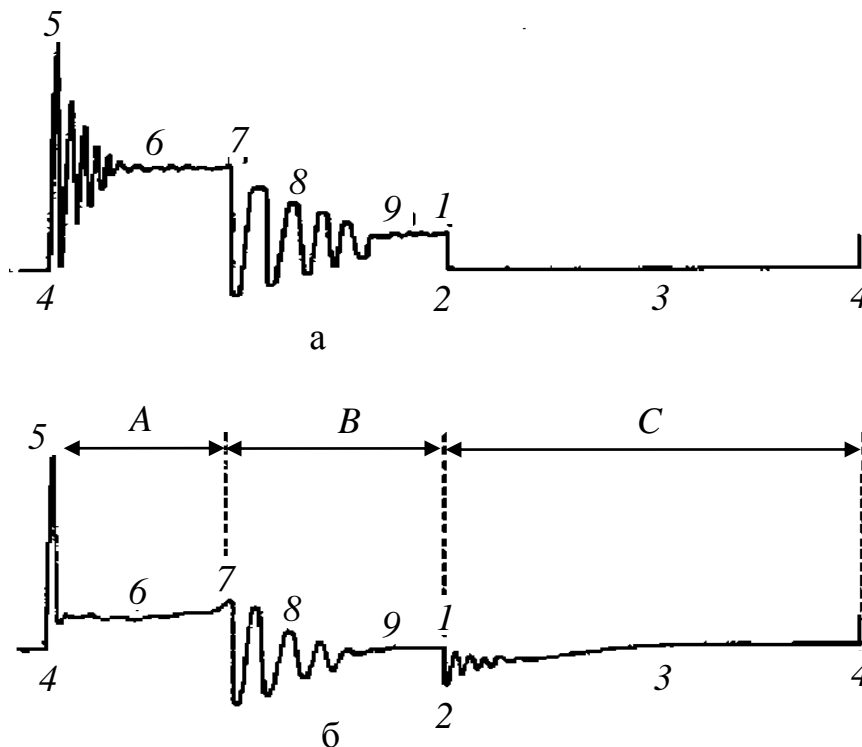


Рис. 3.2.1. Осцилограми напруг справної системи запалювання з механічним переривником: а – первинного кола; б – вторинного кола

Згідно позиціям рис. 3.2.1 протікають (розглядаються) електричні процеси за моментами (позиціями на осцилограмах):

1. Момент замикання контактів.
2. Початок накопичення енергії, зростаючий струм через первинну обмотку утворює магнітний потік в котушці запалювання.
3. Ділянка накопичення енергії характеризується часом накопичення або кутом замкнутого стану контактів (КЗСК).
4. Момент розмикання контактів переривника (припинення струму первинного кола), магнітний потік різко спадає, індукується ЕРС взаємоіндукції високої напруги у вторинній обмотці.

5. Пікове значення вторинної напруги на момент пробою іскрового проміжку свічі, початок горіння іскри.

6. Ділянка горіння іскри, характеризується значенням напруги і тривалістю іскрового розряду.

7. Момент припинення іскрового розряду за браком енергії, накопиченої в котушці запалювання.

8. Ділянка коливального процесу обміну енергією між котушкою запалювання та конденсатором первинного кола.

9. Коливальний процес затухає, струм в первинному колі припиняється.

Осцилограми первинної й вторинної напруги електронних систем запалювання (систем з транзисторним комутуючим елементом) подібні осцилограмам систем з механічним переривником. Розбіжність полягає в формі коливань на лінії іскри б первинного кола. Це пояснюється різним підключенням обмоток котушки запалювання і конденсатора первинного кола. В системах з механічним переривником обмотки підключені за автотрансформаторною схемою, а конденсатор підключено паралельно контактам переривника, утворюючи послідовний коливальний контур з первинною обмоткою котушки запалювання. В електронних системах, обмотки котушки запалювання підключені за трансформаторною схемою, а конденсатор підключено паралельно первинній обмотці, утворюючи з нею паралельний коливальний контур. Спираючись на наведену інформацію локалізують несправність системи запалювання, шляхом аналізу окремих ділянок осцилограм.

В період накопичення енергії (ділянка С) первинний сигнал (поз. 1), повинен відбуватися в певний час (на певному куті) для всіх циліндрів. Якщо це не так, слід перевірити профіль кулачкового валу механізму переривника (в електронних системах датчик кутового положення колінчастого валу і модуль керування системою запалювання).

Тривалість накопичення енергії (або КЗСК) повинні бути однаковими для всіх циліндрів. Занадто великі значення цих параметрів, можуть бути викликані зношенням кулачків вала та контактів переривника. При збільшенні частоти обертання колінчастого вала, тривалість накопичення енергії (або КЗСК) можуть збільшуватися, залишатися постійними, або зменшуватися, залежно від типу систе-

ми запалювання. Якщо ці параметри не відповідають нормованим характеристикам, слід шукати несправність в керуючому модулі системи запалювання, який відповідає за нормування часу накопичення енергії. На рис. 3.2.2 наведено осцилограми отримані при спостереженні характерних несправностей, які реєструються

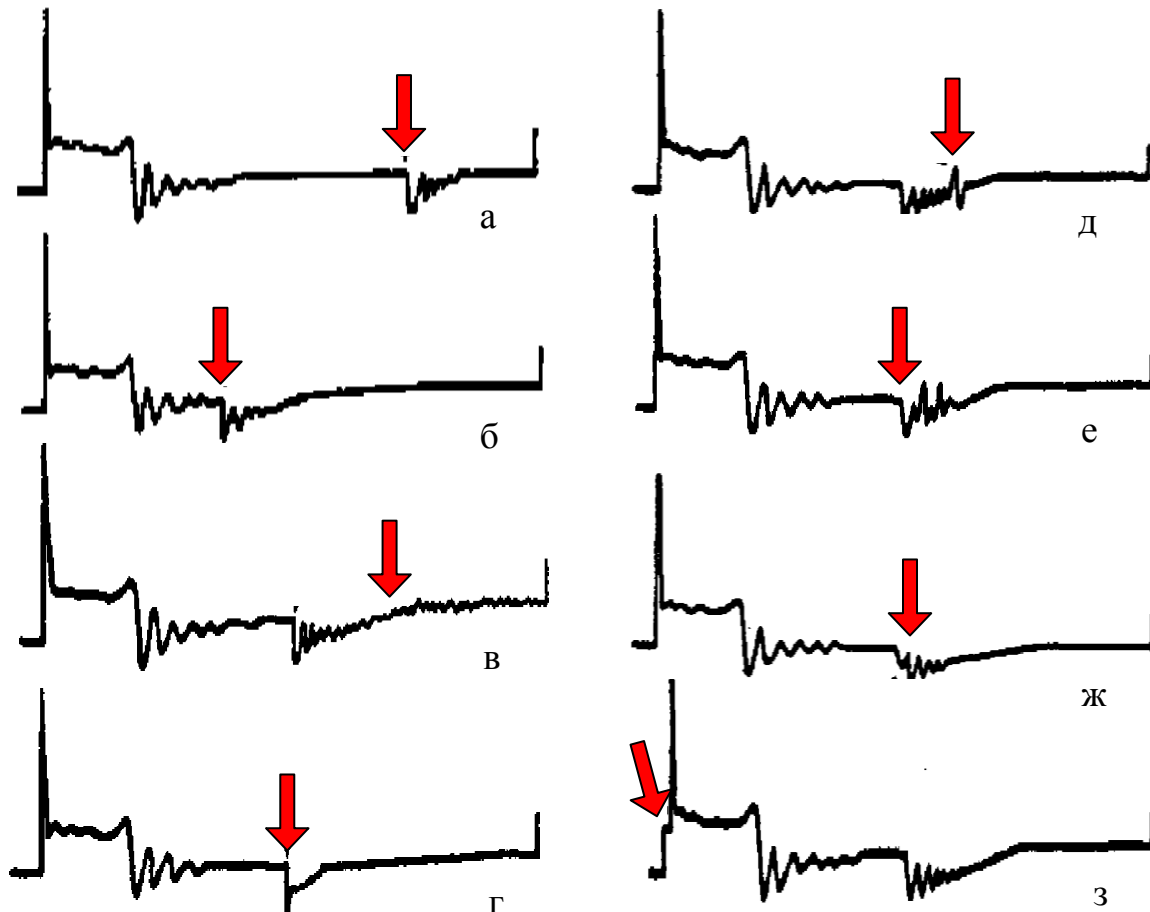


Рис 3.2.2. Викривлення осцилограми вторинної напруги на ділянці накопичення енергії, що відповідають характерним несправностям системи запалювання

Згідно позиціям рис. 3.2.2 можна прокоментувати причини порушення електричних процесів:

а, б – неправильно регульований (зношений) механізм переривника (сигнал замикання контактів переривника відбувається занадто рано або пізно);

в – порушено контакт заземлення котушки запалювання (нестійка лінія замкнутого стану контактів переривника);

г – дефектна котушка запалювання або зруйновані контакти

переривника (порушення згасаючого коливального процесу);

д – пошкоджена робоча поверхня кулачкового валу механізму переривника (помилковий сигнал в зоні замикання контактів);

є – забруднені або підгорілі контакти переривника, зношування кулачка переривника, або неправильне регулювання зазору контактів переривника, що викликає вібрації контактів на високих обертах ДВЗ (биття осцилограми в зоні замикання контактів переривника);

ж – контакти переривника мають надмірний опір, викликаний підгорянням. (перший викид напруги під час замикання контактів менший за другий);

з – несправний конденсатор або ненадійний контакт між конденсатором і переривником (момент підвищення вторинної напруги не співпадає з моментом переривання первинного кола).

В період горіння іскри (ділянка А) рівень напруги пробою іскрового проміжку (рис. 3.2.1, поз. 5) звичайно становить 4...8 кВ в швидкісному діапазоні двигуна. Напруга горіння іскри не повинна перевищувати 40 % допустимої напруги котушки запалювання, величина якої обумовлюється її електричною міцністю. В електронних системах, котушка запалювання вважається справною, якщо при швидкості обертання колінчастого вала 1500 хв^{-1} вона генерує напругу не менше 5 кВ і підтримує горіння іскри протягом не менше 0,85 мс.

У системах запалювання з механічним переривником, випробування котушки дозволяється проводити шляхом відключення свічкового проводу. При цьому, на екрані осцилографа буде реєструватися пікове (амплітудне) значення вторинної напруги відключеного циліндра (режим холостого ходу системи запалювання). Імпульс вторинної напруги буде відбуватися на осцилограмі в зоні горіння іскри. Амплітуда цього імпульсу перевищує амплітуду напруги пробою в 1,3...1,5 рази (коефіцієнт запасу на пробій).

Тривалість іскрового розряду та значення напруги її горіння зворотно пов'язані через фіксовану енергію іскрового розряду. На значення цих параметрів впливають однакові дестабілізуючі фактори. Отже, рівень напруги та тривалість горіння іскри, в справній системі, повинні підтримуватися однаковими для всіх циліндрів. Якщо це не так, слід перевірити стан свічкових проводів та ідентич-

ність свічок запалювання (типу, величини зазору, ступеню ерозії електродів). Контрольні виміри проводять на фіксованих обертах двигуна (зазвичай 2000 хв^{-1}). Під час діагностування системи запалювання доречно користуватися таблицею ознак несправностей (табл. 3.2.1).

Таблиця 3.2.1

Таблиця відхилень напруги іскрового розряду

Дестабілізуючий фактор	Відхилення напруги
Параметри кіл	
Підвищення струму у первинному колі	+
Підвищення опору первинного кола	-
Підвищення опору вторинного кола	+
Обрив вторинного кола	+
Зниження опору вторинного кола	-
Замикання на корпус вторинного кола	-
Свічі	
Збільшення робочого зазору	+
Зменшення робочого зазору	-
Підгоряння електродів	+
Загострення центрального електроду	-
Занадто гаряча свіча	-
Занадто холодна свіча	+
Момент запалювання	
Занадто пізно	+
Занадто рано	-
Паливна суміш	
Збіднена	+
Збагачена	-
Висока турбулентність у циліндрі	+
Ступінь стиску	
Завищена	+
Занижена	-

Як додаткова інформація при аналізі процесу горіння іскри розглядається характер зміни напруги горіння (форми осцилограми) при наявності несправностей. Спадна лінія горіння іскри – спостері-

гається при витоках енергії вторинного кола на корпус через дефектні елементи. Висхідна лінія горіння іскри – свідчить про проблеми механічних вузлів двигуна (несправності ЦПГ та ГРМ). Надмірні коливання (мішанина) лінії іскри може бути викликана несправностями механічного або електричного походження:

- спалений клапан або зламана його пружина;
- дефектна прокладка головки блоку циліндрів;
- дефектний ковпачок свічі, свічковий провід, кришка розподільника або бігунок;
- коливання режимів роботи двигуна;
- високе розташування свічі в камері згоряння.

Осцилограми вторинної напруги, які відповідають типовим несправностям, що спричинюють підвищення напруги пробою іскрового проміжку свічі показані на рис. 3.2.3.

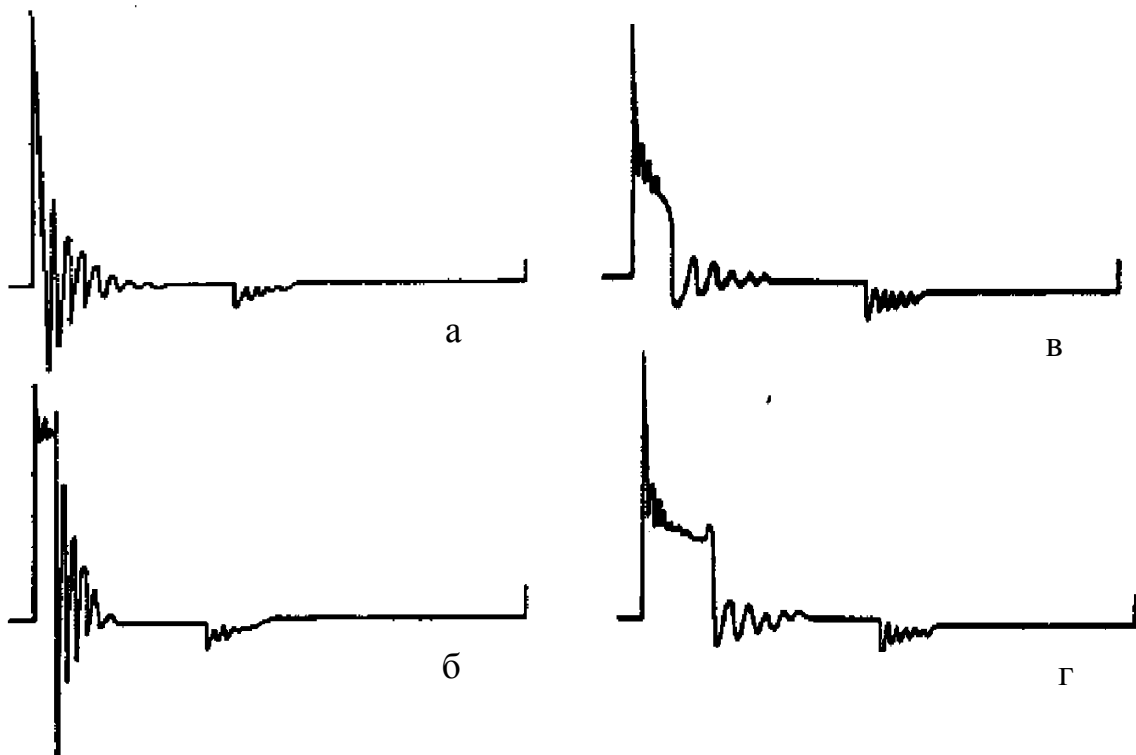


Рис 3.2.3. Викривлення осцилограми напруги на ділянці горіння, викликане значним підвищенням опору у вторинному колі

Згідно позиціям рис. 3.2.3 можна прокоментувати причини порушення електричних процесів:

- а – обрив вторинного кола (ділянка горіння відсутня, ампліту-

да напруги вище за норму, спостерігається високовольтний коливальний процес);

б – тріщина в корпусі свічки (спостерігається горіння недостатньої тривалості, але напруга пробою й іскри вище за норму);

в – високий опір свічкового ковпачка (підвищена напруга іскри, тривалість менше за норму, спостерігається нахил лінії горіння іскри);

г – збільшений зазор між електродами свічки або контактами розподільника (напруга пробою й іскри вище за норму).

Осцилограми вторинної напруги, які відповідають типовим несправностям, що спричинюють деформування ділянки горіння показані на рис. 3.2.4.

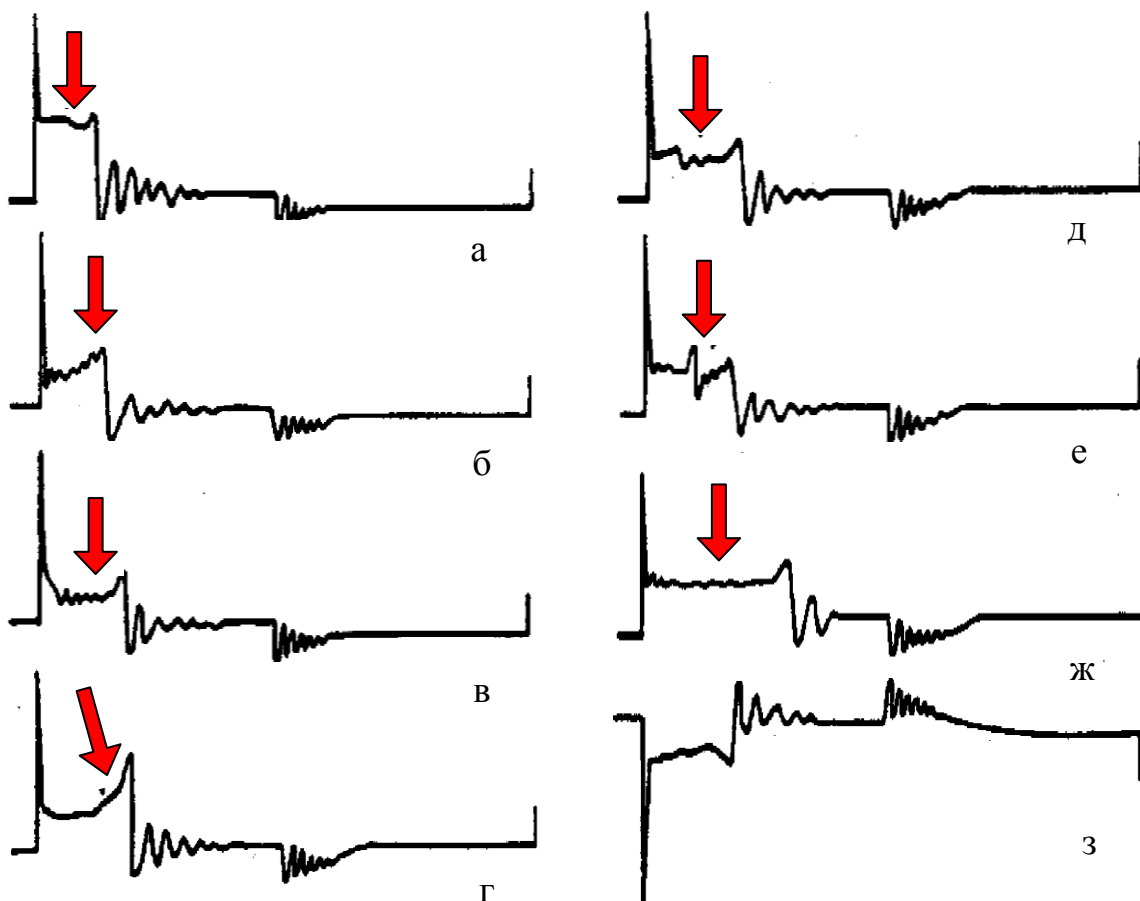


Рис 3.2.4. Викривлення осцилограми вторинної напруги на ділянці горіння, пов'язані з втратами потужності

Згідно позиціям рис. 3.2.4 можна прокоментувати причини порушення електричних процесів:

а – високий опір свічкових ковпачків або збіднена паливна суміш чи підсмоктування повітря (підвищена напруга горіння іскри);

б – збагачена паливна суміш та збільшений зазор між електродами свічок (підвищення напруги наприкінці горіння іскри);

в – збагачена паливна суміш (напруга горіння нижче норми, а тривалість іскри перебільшує норму);

г – занадто збільшений зазор між електродами свічок (підвищення напруги наприкінці горіння іскри);

д – забруднені контакти свічі, занадто низька компресія, збіднена паливна суміш (згасаюча, а потім перестартова іскра).

е – несправність кришки розподільника запалювання (перехідні процеси під час горіння іскри);

ж – забруднені контакти свічки запалювання чи занадто малий зазор між ними (підвищена тривалість іскри) або пробиває на масу високовольтний провід (додатково, напруги пробою та іскри нижче норми);

з – неправильне підключення котушки запалювання (інвертоване зображення осцилограми).

На проміжній ділянці В, коли іскра гасне (рис. 3.2.1, поз. 7), відбувається коливальний процес, який з часом згасає. Недостатня кількість коливань, при цьому, вказує на несправність котушки запалювання (наявність замкнутих витків первинної обмотки) або конденсатору (втрата ємності, поганий контакт). Типові несправності, які можуть бути виявлені на проміжній ділянці осцилограми вторинної напруги показані на рис. 3.2.5.

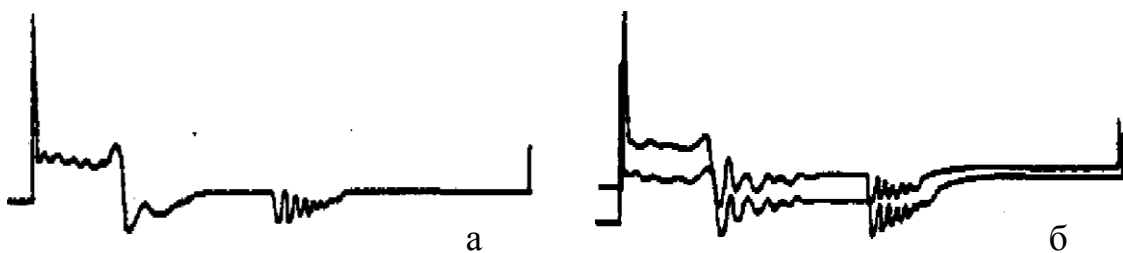


Рис 3.2.5. Викривлення осцилограми вторинної напруги на проміжній ділянці

Згідно позиціям рис. 3.2.5 можна прокоментувати причини порушення електричних процесів:

а – частково замкнуті витки котушки або несправний конденсатор (порушено коливальний процес після припинення іскри);

б – знижений опір ізоляції вторинної обмотки котушки запалювання (нестійка напруга у вторинній обмотці котушки).

Слід додати, якщо проблема спостерігається для окремих циліндрів, перевіріть підлягають свічкові ковпачки, роздавальні високовольтні проводи й кришка розподільника запалювання. Якщо проблема загальна для всіх циліндрів, перевіряють котушку і елементи первинного кола системи запалювання, центральний високовольтний провід, бігунок і центральний контакт кришки розподільника.

Якщо транспортний засіб обладнаний електронною системою запалювання, не дозволяється роз'єднувати свічкові проводи на працюючому двигуні. На транспортних засобах, обладнаних каталітичним каталізатором, допускається робота двигуна із відключеним циліндром протягом не більше 10 секунд.

3.2.3. Використання показань газоаналізатора

Аналіз складу та концентрації продуктів згоряння у відпрацьованих газах дозволяє локалізувати несправності в електричних та неелектричних системах автомобіля. Для перевірки виконання норм за токсичністю визначається зміст у вихлопних газах вуглеводню СН, окису вуглецю СО, двоокису вуглецю СО₂ і кисню О₂, окислів азоту NO_x.

Зміст СН вимірюється в частинах на мільйон по обсязі (ppm, або млн⁻¹). Припустимий зміст СН для сучасних інжекторних ДВЗ повинен не перевищувати 50 ppm. Підвищений зміст СН може пояснюватися, наприклад, більшим споживанням масла через слабкі ущільнювальні кільця, поршнів. Найчастіше збільшений зміст СН викликають неполадки у системі запалювання (пропуски або мала енергія іскрового розряду, порушення оптимального кута випередження), коли незгоріле паливо починає надходити у випускний тракт. В такому разі розглядаються наступні несправності:

- забруднення свіч або не оптимальний зазор між електродами;
- несправність високовольтних проводів;
- ушкодження котушки запалювання;

- несправність кришки або ротора розподільника;
- порушення установочного кута випередження запалювання;
- несправність автоматів випередження запалювання;
- несправність датчика положення колінчастого вала;
- несправність електронного модуля запалювання.

Іншою причиною може бути робота на Perezбідненій суміші, що погано запалюється. При цьому можливі несправності систем впуску повітря та подачі палива:

- витік розрідження, наприклад, через тріщину у вакуумному шлангу;
- негерметичність впускного тракту;
- негерметичність дросельного патрубку або карбюратора;
- послаблена або зламана пружина впускного клапана ГРМ.
- несправність паливних форсунок;
- не достатній час упорскування;
- несправність датчиків температури охолоджуючої рідини або повітря;
- несправність регулятора тиску палива.

У непрогрітому двигуні умови згоряння суміші неоптимальні через конденсацію випарів палива на стінках циліндрів та підвищеного змісту СН у відпрацьованих газах. Підвищений зміст СН це ознака неповного згоряння палива, коли двигун працює з підвищеною витратою палива.

Концентрація СО вимірюється у відсотках від виділених газів. Рівень СО у відпрацьованих газах для сучасних інжекторних ДВЗ не повинен перевищувати 0,5%. Двигуни, оснащені каталітичним конвертером (каталізатором) мають досить низькі величини виділень, порядку 0,1%. Надлишок СО у відпрацьованих газах означає, що в циліндрах має місце надлишок палива або брак кисню. При цьому утворюється багата суміш і паливо згоряє не повністю. Можливі причини підвищення змісту СО такі:

- несправність систем вентиляції картера;
- засмічення повітряного фільтра;
- порушення обертів двигуна на холостому ході;
- підвищений тиск палива;
- несправності карбюратора (рівень палива в поплавковій камері, повітряні жиклери, насос-прискорювач);

- несправності системи упорскування палива (час упорскування вище за норму; несправність датчиків витрати повітря, температури, абсолютного тиску; зниження тиску початку відкриття механічних форсунок);

- неправильне регулювання клапанів ГРМ.

На відміну від СН, СО утворюється тільки в результаті згоряння. Наприклад, відсутність запалювання викличе підвищення змісту СН, але СО у відпрацьованих газах не буде. Навпаки, багата суміш є причиною підвищеного вмісту СО і СН одночасно: високий зміст СО через брак кисню під час згоряння, високий зміст СН через неповне згоряння палива.

Підвищений вміст СО і СН у вихлопних газах інжекторних ДВЗ зі зворотним зв'язком по кисню може спостерігатися при перебагачені суміші через несправності в системі запалювання. В цьому випадку, наприклад, якщо свіча забруднена, іскроутворення може не відбутися. Кисень, який не прореагував, надійде у випускний тракт, де буде прийнятий датчиком кисню, як ознака бідної суміші. Електронний блок керування видасть сигнал на збагачення суміші, іскроутворення може ще більш погіршитися, а у вихлопних газах додатково збільшиться вміст СО і СН.

Вміст двоокису вуглецю CO_2 це міра ефективності процесу згоряння палива у двигуні. Рівень CO_2 у вихлопних газах інжекторних ДВЗ становить 12...17%. При стехіометричному складі паливоповітряної суміші вміст CO_2 максимальний, в інших випадках – знижується. Високі значення свідчать про ефективну роботу двигуна (незалежно від наявності каталізатора). Низький рівень CO_2 означає, що паливна суміш багата або бідна. Щоб визначитися зі складом суміші, в такому разі, потрібно додатково враховувати показання по СО і СН. Причиною низького вмісту CO_2 може бути:

- неоптимальне регулювання суміші;
- неоптимальне регулювання кута випередження запалювання;
- засмічення повітряного фільтра;
- негерметичність випускної системи;
- порушення фаз газорозподілу;
- зниження компресії у циліндрах.

Концентрація кисню у відпрацьованих газах, вказує на кількість робочої суміші в камері згоряння у випадку, якщо відбулося

повне згоряння кисню. Рівень кисню у відпрацьованих газах повинен бути низьким (2...0,5 %). Підвищена концентрація O_2 , особливо на холостому ході, спричиняється негерметичністю впускного тракту. Отже, підвищений вміст кисню у відпрацьованих газах це індикатор роботи на збідненій суміші. Слід зазначити, що негерметичність у випускному тракті також приводить до підвищеного вмісту кисню. В цьому випадку, в системах керування ДВЗ зі зворотнім зв'язком по кисню, реакція датчика на виході вихлопної системи буде формувати помилковий сигнал на збагачення суміші. Тому, перед аналізом вмісту O_2 слід переконатися в справності випускної системи. Для цього варто порівняти показання газоаналізатора на холостих обертах і для режиму 2500 хв^{-1} :

- якщо вміст кисню високий в обох випадках – випускна система справна;

- якщо на холостих обертах вміст кисню високий, а на підвищених обертах низький, швидше за все є підсмоктування повітря у випускному тракті.

Слід додати, що в системах випуску з нейтралізатором (додатковою подачею повітря), в справному тракті, буде спостерігатися низький вміст кисню на холостих обертах, та високий – на підвищених. У правильно відрегульованого двигуна з каталітичним нейтралізатором вміст O_2 приблизно дорівнює вмісту CO . Якщо вміст O_2 перевищує вміст CO і вміст CO вище за 0,5% – каталітичний нейтралізатор несправний. Причини високого вмісту O_2 у відпрацьованих газах такі:

- витоки в системі подачі повітря;
- витоки в системі випуску газів;
- витоки в зонді для контролю відпрацьованих газів;
- витоки в корпусі повітряного фільтра;
- занадто збіднена робоча суміш;
- пропуски запалювання.

Окисли азоту NO_x формуються при роботі двигуна під навантаженням. Тому виміри доводиться проводити на динамометричному стенді або в під час руху, портативним газоаналізатором. Вміст NO_x , у відпрацьованих газах визначають за допомогою п'ятикомпонентного газоаналізатора.

Справний двигун автомобіля під навантаженням повинен мати

вміст NO_x у вихлопних газах меншим за 1000 ppm, на холостих обертах – меншим за 100 ppm. Утворення NO_x напряму пов'язане з температурою в камері згоряння. Горіння збідненої суміші відбувається з підвищенням температури. Отже, підвищений вміст NO_x звичайно має місце, коли двигун перегрітий або паливна суміш збіднена. При підвищеному вмісті NO_x , варто перевірити:

- роботу клапана й цілісність патрубків у системі рециркуляції відпрацьованих газів;
- систему охолодження двигуна;
- паливну систему.

При стендових випробуваннях двигуна автомобіля на токсичність, доречно користуватися таблицями вмісту складових відпрацьованих газів відносно (+/-) їх нормативних (н) значень. В табл. 3.2.2 надано інформацію про несправності електричної системи запалювання, що приводять до неякісного згоряння палива в циліндрах ДВЗ.

Таблиця 3.2.2

Відхилення показань газоаналізатора, викликані дефектами системи запалювання

Гази	Оберти XX, хв ⁻¹	1000 хв ⁻¹ .	2500 хв ⁻¹ .	Типові дефекти	Інші ознаки
CO	н	н	н	- не відрегульовані контакти переривника, - обрив ВВ проводів, - несправні свічі, - несправний конденсатор, - переплутані проводи свіч, - тріщини в кришці розподільника, - надмірний кут випередження запалювання.	- підвищена витрата палива, - нестійкі оберти XX, - втрати потужності,
HC	+	+	+		
CO ₂	-	-	-		
O ₂	+	+	+		
CO	н	н	н	- несправність (надмірний кут) автоматів випередження запалювання, - несправність переривника (перебої запалювання на високих обертах,	- підвищена витрата палива, - втрати потужності,
HC	на	н	+		
CO ₂	н	н	-		
O ₂	н	на	н		

				- недостатній зазор на свічках, - несправна котушка запалювання	
--	--	--	--	--	--

Змістовність наведеної таблиці доводить, що показання газоаналізатора не дозволяють локалізувати несправність системи запалювання. По іншому, звуження відповідності параметр - несправність носить загальний, а не бієктивний характер (див. рис. 1.1.2). Тому, для подальшої локалізації несправності доречно використувати результати аналізу отримані за допомогою мотор-тестера (див. рис. 3.2.2...3.2.5). Для підтвердження попереднього діагнозу за комплексними показниками використовують спеціалізовані та спеціальні діагностичні прилади та вимірювальний інструмент (вимірювальний щуп, динамометр, стробоскоп, тестер запалювання, стенд перевірки елементів систем запалювання).

В табл. 3.2.2 відокремлено інформацію про несправності систем паливного живлення та впуску повітря (карбюраторних та інжекторних ДВЗ), що приводять до збагачення паливної суміші.

Таблиця 3.2.2

Відхилення показань газоаналізатора, викликані збагаченням паливно-повітряної суміші

Гази	Оберти XX, хв ⁻¹	1000 хв ⁻¹ .	2500 хв ⁻¹ .	Типові дефекти	Інші ознаки
CO	+	+	+	- несправний карбюратор (високий рівень палива, слабе кріплення кришки),	- чорний дим з вихлопної труби,
HC	н	н	н		
CO2	-	-	-		
O2	н	н	н	- засмічено повітряний фільтр, - засмічена повертаюча магістраль подачі палива, - несправний регулятор тиску палива, - несправний стартер.	- підвищена витрата палива,
CO	+	+	н	- не відрегульовано карбюратор, - несправний регулятор XX, - проблеми жиклера XX	- чорний дим з вихлопної труби, - підвищена витрата палива,
HC	+	н	н		
CO2	-	н	н		

					- нестійкі оберти ХХ,
CO	+	Н	Н	- не відрегульовані оберти ХХ, - послаблений жиклер ХХ, - несправний регулятор ХХ	- підвищена витрата палива, - нестійкі оберти ХХ,
HC	н	н	н		
CO2	-	н	н		
O2	н	н	н		

Під час локалізації несправностей з переліку наведених, використовують вимірювальні прилади у складі мотор-тестера (тахометр, витратомір палива, вимірювачі тиску палива та стуму стартера). Для підтвердження попереднього діагнозу на борту автомобіля також використовують автономні тестери тиску палива та паливного насосу (рис. 3.2.6, а, б).



а



б



в



г



д



е

Рис. 3.2.6. Зовнішній вигляд спеціальних тестерів:
а – тиску палива; б – паливного насосу; в – негерметичності; г – підсосу;
д – вакуометр; е – компресометр;

Для агрегатної діагностики (регулювання) елементів системи живлення в електровідділенні використовують діагностичні стенди для перевірки карбюраторів та тестери регуляторів холостого ходу.

В табл. 3.2.3 відокремлено інформацію про несправності систем ДВЗ, які ведуть до збіднення паливної суміші та втрати компресії у циліндрах.

Таблиця 3.2.3

Відхилення показань газоаналізатора, викликані збідненням паливної суміші і втратою герметичності робочих об'ємів

Гази	Оберти XX, хв-1	1000 хв-1.	2500 хв-1.	Типові дефекти	Інші ознаки
CO	-	н	н	Збіднена суміш - не відрегульовано карбюратор, - засмічені форсунки, - підсос додаткового повітря у впускному або випускному тракті.	- нестійкі оберти XX, - недостатня приємність, - зворотне полум'я,
HC	+	н	н		
CO ₂	-	н	н		
O ₂	+	н	н		
CO	н	н	н	Втрати компресії - несправні клапани ГРМ, - зношування ЦПГ.	- низька компресія, - витрата масла.
HC	+	+	н		
CO ₂	-	-	н		
O ₂	+	+	н		

Пошук несправностей на борту автомобіля, в такому разі, проводять за допомогою мотор-тестеру або тестерів спеціального призначення (рис. 3.2.6, в, г, д, е).

3.2.4. Додаткові функції та режими сучасних мотор-тестерів

Сучасні мотор-тестери характеризуються конструктивними особливостями програмно-апаратної реалізації (портативне виконання, модульне виконання), додатковими вимірювальними функціями та режимами, розширеною базою користувача. До складу таких мотор-тестерів входять аналізатори ДВЗ та прилади для діагностування мікропроцесорних систем керування: діагностичний ска-

нер, тестер запалювання, імітатор сигналів датчиків, драйвери виконавчих пристроїв, діагностичний конектор, адаптер підключення до бортового комп'ютера.

В традиційних вимірювачах комбінованого приладу використовуються розширені режими цифрового багатоканального мультиметра та запам'ятовуючого багатоканального осцилографа. В таких осцилографах передбачено: автоматичне настроювання параметрів розгортки та підсилення сигналу, реєстрацію максимальних рівнів сигналу в цифровому та квазі-аналоговому (бар-грами) вигляді, запис та зберігання даних (кадрів), передачу даних на комп'ютер.

Комп'ютерна база мотор-тестера дозволяє використовувати програмні продукти для автоматизації процедури діагностування (тестування, вимірювання, обробки та модифікації інформації, яка виводиться на монітор) та програмно-інформаційні пристрої (інформаційні картриджі, інтегровані програмні картки, інформаційні системи). До того ж комп'ютерний зв'язок забезпечує доступ до автомобільних баз даних Інтернету).

Аналізатор ДВЗ у складі мотор тестера поряд з реєстрацією процесів системи запалювання забезпечує проведення тестів (вимірювання відносної компресії та ефективності роботи циліндрів, пробивної напруги протягом часу руху автомобіля у вигляді гістограм) та систем пуску і електропостачання (вимірювання параметрів АКБ в режимі пуску, безконтактне вимірювання струму стартера, перевірку генератора та регулятора напруги за вихідними параметрами. На монітор аналізатору також виводиться інформація про склад відпрацьованих газів (інтегрований газоаналізатор) та розраховане співвідношення повітря/паливо. Після обробки інформації, експертна система аналізатора формує повідомлення про можливі несправності двигуна.

До набору адаптерів підключення, сучасного мотор-тестера додаються вимірювальні адаптери (безконтактний датчик струму, датчик температури мастила, датчик розрідження у впускному колекторі і т.д.).

Ідентифікація, типу двигуна й трансмісії та систем керування, які застосовані на автомобілі визначеної моделі здійснюється автоматично через рознімання бортового комп'ютера.