

УДК 629.083

ДІАГНОСТУВАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ СКЛАДОВИХ МЕХАНІКИ ДВЗ

**Сорокін С.П., к.т.н. доцент, Козаченко О.В., д.т.н., професор,
Ващекін Д., здобувач вищої освіти, Борис О.О., здобувач вищої освіти**
(*Державний біотехнологічний університет*)

Однією з найважливіших функціональних складових механіки ДВЗ є циліндропоршнева група (ЦПГ). При роботі ЦПГ піддається дії високих температур та циклічних навантажень, що призводить до зношування її функціональних елементів та поступовому зниженню працездатності.

Узагальненим параметром технічного стану ЦПГ ДВЗ є пневматична щільність (герметичність) камер згоряння та її розбіжність по окремим циліндрам.

Пневмощільність визначається здатністю функціональних елементів ЦПГ що утворюють камеру згоряння (КЗ), максимально перешкоджати газовому обміну між зовнішнім середовищем і КЗ, розділеними цими елементами. Пневмощільність залежить від значної кількості структурних параметрів ЦПГ. Її оцінюють за суб'єктивними та об'єктивними діагностичними ознаками та діагностичними параметрами.

Для діагностування ЦПГ за ознаками технічного стану використовують органолептичні або інструментальні методи контролю застосовуючи індикатори технічного стану. Індикатор технічного стану – прилад що відображає зміну параметра об'єкта діагностування у формі, найбільш прийнятної для безпосереднього сприйняття у спосіб, що легко інтерпретується.

Під аналізаторами технічного стану розуміють діагностичні засоби, які дозволяють отримати значення параметрів у вигляді, прийнятному для подальшого аналізу у автоматичному або не автоматичному режимі (наприклад – максимальний тиск у камері згоряння наприкінці такту стискування). Результатом діагностування за параметрами технічного стану є фізична величина що відображає стан ЦПГ та дозволяє з певною похибкою диференціювати дефекти по окремим циліндрам.

У новому двигуні відсоток витоків через нещільність камери згоряння становить 10-15%. Витоки більші за 60-70% свідчать про граничний стан ЦПГ.

Діагностичні експерименти з виявлення і пошуку несправностей ЦПГ ДВЗ раціонально починати з аналізу ознак технічного стану, застосовуючи методи експрес-діагностування, які відносно прості в реалізації, технічно забезпечені сучасними діагностичними засобами, дозволяють швидко оцінити технічний стан ДВЗ, при цьому мають прийнятну інформативність і чутливість.

Одним з таких методів є метод, заснований на аналізі осцилограми струму, що споживається стартером при прокручуванні двигуна на пускових режимах (діагностичний тест «Відносна компресія»). Тест слугує для оцінювання

відносної герметичності над поршневого простору по циліндрам.

Метод застосовують при явно нестабільній роботі двигуна, коли потрібно виявити проблемний циліндр. За допомогою цього метода неможливо визначити абсолютне значення компресії у циліндрі.

Для реалізації діагностичної процедури у процесі прокручування двигуна стартером (без запуску двигуна) реєструється осцилограма струму, що споживає стартер (рис. 1). Чим герметичніший надпоршневий простір циліндра, тим більший максимальний тиск у циліндрі (компресія), тим більший опір обертанню двигуна, коли даний циліндр знаходиться на такті стиснення, і тим більший струм споживає стартер для обертання колінчастого валу.

Для циліндрів двигуна з однаковою компресією характерна однакова амплітуда пульсацій стартерного струму. При зниженні компресії в окремих циліндрах спостерігається відповідне зменшення амплітуди пульсацій струму. Для діагностування ЦПГ за струмом стартера потрібне певне технічне забезпечення діагностичної процедури. Для цього використовувався осцилограф з функціями мотортестера Автоскоп III [1] та, додатково, набір датчиків з комплекту осцилографа: струмові кліщі АРРА-32, призначені для вимірювання великих струмів. (Кліщі дозволяють безконтактним способом вимірювати електричний струм у ланцюгу акумуляторної батареї, стартера, генератора автомобілів як з бензиновим, так і з дизельним двигуном. Мають два діапазони вимірювання: ± 100 А і ± 600 А). Крім того, використовувався датчик синхронізації Sinc, що встановлюється на високовольтний дріт першого циліндра. Датчик дозволяє локалізувати сигнали циліндрами.

Для перевірки ефективності застосування зазначеного методу проведений діагностичний експеримент на двигунах автомобілів Москвич ИЖ 2715 та DAEWOO Leganza.

Важливим при реалізації діагностичної процедури відповідно до зазначеного методу є забезпечення стабільності частоти обертання колінчастого валу двигуна. Для цього перед проведенням експерименту оцінювали стан акумуляторної батареї. Батарея повинна бути справною та повністю зарядженою.

Датчики, підключені до осцилографа та встановлені певним чином на ДВЗ дозволили зареєструвати досліджувані сигнали, а після їх відтворення на екрани монітора ноутбука, провести аналіз.

Результати експерименту представлені на рис. 1.

Аналіз осцилограм показав, що обидва автомобіля мають по одному проблемному циліндру. Так у ИЖ-2715 струм прокрутки при роботі 3-го циліндра у на 4,5А менший, ніж у інших циліндрах, що спостерігається на осцилограмі (164,5А та 169,4А). Перевірка за компресією показала, що різниця між третім та іншими циліндрами становить 0,08-0,1 МПа, що явно свідчить про проблеми у 3-му циліндрі двигуна.

У DAEWOO Leganza проблемним є 2-й циліндр. У кінці такту стиснення у циліндрі спостерігаються сторонні «шуми», що викликано, швидше за все, негерметичністю клапанів цього циліндру (нагар на тарілках).

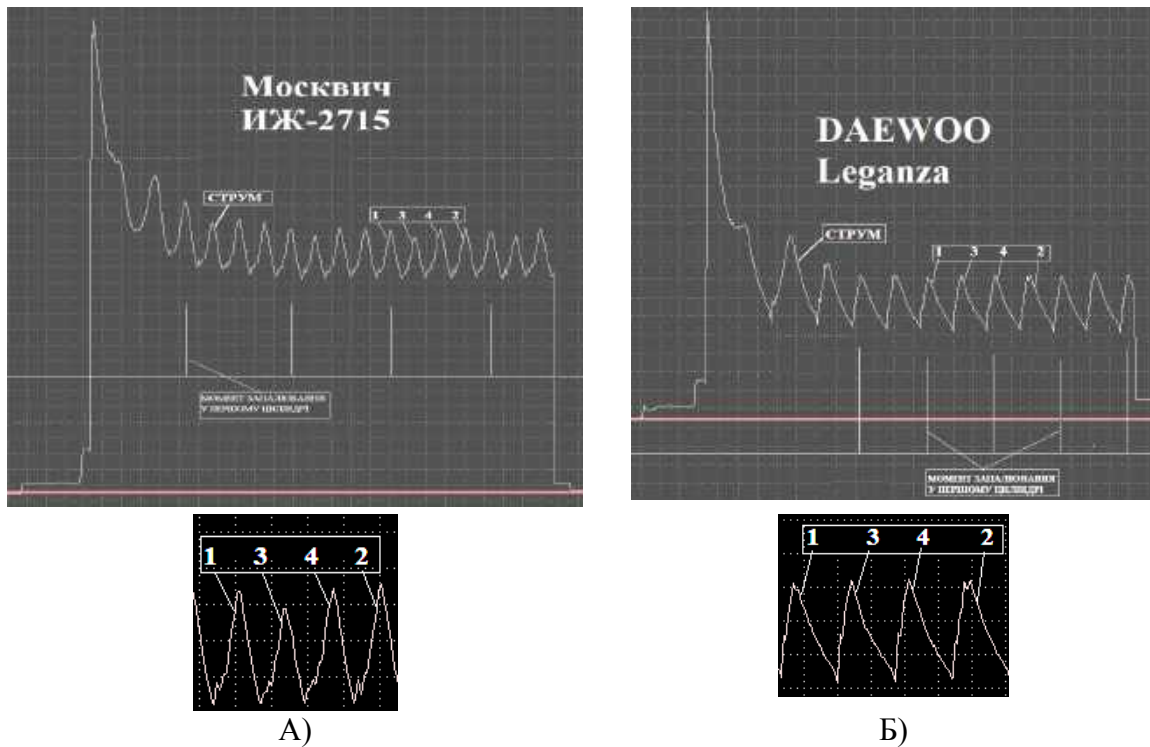


Рисунок 1 – Осцилограми струму акумулятора на пусковому режимі: а) автомобіль Москвич ИЖ-2715; б) автомобіль DAEWOO Leganza

Після оцінювання стану ЦПГ експрес – методами і виявлення проблем проводять діагностування за параметрами технічного стану, наприклад за компресією.

Для реалізації діагностичної процедури готують ДВЗ до проведення діагностичного експерименту згідно з відомою методикою [2].

Далі, по чергово підключають до кожного циліндра компресометр (компресограф), відкривають дросельну заслінку і прокручують колінчастий вал двигуна пусковим пристроєм. Вимірюють максимальний тиск у досліджуваному циліндрі, порівнюють з нормативними значеннями і роблять висновок щодо технічного стану кожного циліндра окремо.

Цей спосіб мав найбільше поширення у зв'язку з використанням простих технічних засобів, але він не дозволяє з прийнятною точністю оцінити інтенсивність наростання тиску для локалізації несправностей у одному циліндрі.

При виконанні лабораторних робіт з дисципліни «Технічна діагностика» на кафедрі застосовують більш сучасні способи оцінювання компресії використовуючи спосіб динамічної компресографії.

Спосіб динамічної компресографії запропонований у патенті на корисну модель [3] реалізується шляхом об'єднання можливостей компресометра і записуючого осцилографа з застосуванням електронного датчика тиску що має вбудований зворотний повітряний клапан.

Вимірвальна схема компресографа, що використовувався у діагностичному експерименті наведена на рис.2.

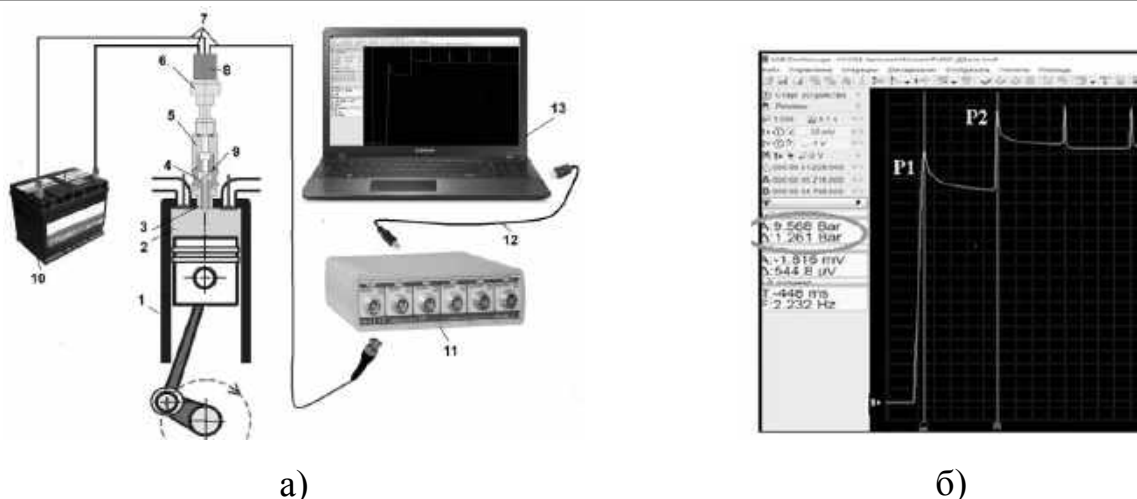


Рисунок 2 – Спосіб динамічної компресографії: а) вимірювальна схема компресографа; б) результати візуалізації діагностичного експерименту (двигун автомобіля DEAWOO Leganza): 1 – циліндр ДВЗ; 2 – свічковий отвір; 3, 8 – адаптери датчика тиску; 4 – зворотний клапан; 5 – подовжувач; 6 – датчик тиску; 7 – живлення датчика тиску; 9 – пружина клапана; 10 – акумулятор; 11 – USB осцилографа; 12 – з’єднувальний кабель; 13 – ноутбук

При проведенні діагностичного експерименту записують осцилограму тиску у циліндрі при прокручуванні колінчастого валу двигуна стартером на протязі 3 – 5 с. Процедура запису повторялась для кожного циліндра.

Візуалізація осцилограм дозволяє наочно оцінити максимальний тиск у циліндрі та інтенсивність наростання тиску за кількістю процесів стискання між першим стисканням і тим, при якому у циліндрі досягається максимальний тиск. Застосовуючи вимірювальну панель осцилографа визначають фактичне значення тиск на кожному циклі стискання.

Таким чином, величина максимального тиску у циліндрі ДВЗ (компресія) та кількість циклів набору компресії дозволяють об’єктивно оцінити технічний стан ЦПГ ДВЗ.

Методи перевірки технічного стану ЦПГ ДВЗ з застосуванням сучасних діагностичних засобів витісняють класичні методи випробувань з застосуванням манометрів через низку переваг щодо достовірності інтерпретації результатів діагностичного експерименту.

Список використаних джерел

1. Практикум з технічної діагностики: навч. посібник /О.В. Козаченко, С.П. Сорокін, О.М. Шкрегаль та ін.; За ред. проф.О.В. Козаченка. — Х.: Факт, 2013. – 456 с
2. Призначення та основні можливості комплексу USB Autoscop III. Режим доступу: <https://injectorservice.com.ua>.
3. Спосіб діагностування технічного стану циліндропоршневої групи двигуна внутрішнього згорання: пат. 146949 Україна : G01M 15/08 / С.П. Сорокін, М.С. Сорокін, О.В. Козаченко та ін. — № u 2020 04552 ; заявл. 12.10.2020 ; опубл. 31.03.2021, Бюл. № 13. – 3 с.