

УДК 621.436
UDC 621.436

Розум Р. І., Буряк М. В., Попович П. В., Прогній П. Б., Захарчук О. П.
Західноукраїнський національний університет, Тернопіль, Україна

МЕТОДОЛОГІЯ ДІАГНОСТУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ

Діагностування це незмінний атрибут якісного технічного огляду та проведеного ремонту. У зв'язку з цим, вдосконалення існуючих і розробка нових методів діагностування автомобільних дизельних двигунів залишається актуальним завданням сучасності. Певні елементи дизельних агрегатів володіють незначним впливом на роботоздатність дизельного двигуна в цілому, що дозволяє проводити їх діагностику та ремонт в гаражних умовах чи навіть у польових умовах, по факту виявлення проблеми. Однак, необхідно відмітити, що дизельні двигуни володіють достатньо очевидними ознаками, поява котрих вказує на необхідність термінового звернення до спеціалізованого сервісного центру. Оскільки від характеру проходження робочих процесів у середині двигуна залежать основні показники його роботи (експлуатаційні, динамічні й економічні). У зв'язку із чим діагностиці робочих процесів приділяється значна увага. Аналіз методів діагностування автомобільних дизельних двигунів показав, що методи діагностування автомобільних дизельних двигунів доповнюють один одного, що забезпечує знайти причини різноманітних відмов. Так, у випадку використання органолептичних методів можна побачити причини найбільш грубих відмов, наприклад, місця протікання охолоджуючих рідин. А у випадку застосування інструментальних методів у поєднанні з комп'ютерною діагностикою забезпечується можливість усесторонньої комплексної оцінки роботоздатності двигуна. Що в свою чергу, є можливим лише у випадку використання спеціалізованого обладнання, ліцензійного програмного забезпечення та висококваліфікованих працівників, які володіють необхідним досвідом роботи.

Ключові слова: дизельні двигуни, автомобільні двигуни, діагностування, методологія діагностування, технічний огляд, ремонтні роботи.

ВСТУП

Конкуренція щодо використання в автомобілебудуванні електродвигунів чи двигунів внутрішнього згоряння різко загострюється. Доля автомобілів, які використовують електропривід, постійно зростає. І, в основному, це відбувається за рахунок зменшення долі автомобілів, які працюють на дизельному пальному і вже перебуває на рівні з гібридами [1, 2]. Така тенденція пояснюється, перш за все великою кількістю різноманітних заохочень зі сторони держав і виробників. Однак необхідно не забувати про велику кількість існуючих транспортних засобів, що обладнані дизельними двигунами, які необхідно підтримувати у відповідному робочому стані.

Проведення діагностування є складовою технічного огляду та ремонту транспортних засобів і спрямоване на підвищення якісних показників виконання даних робіт. У зв'язку з цим, вдосконалення існуючих і розробка нових методів діагностування автомобільних дизельних двигунів залишається актуальним завданням сучасності.

АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДАНИХ ТА ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Своєчасне та правильне проведення діагностування є запорукою ефективних ремонтних робіт, якщо у них виникає необхідність. Як мінімум, у разі правильного та своєчасного діагностування системи живлення дизельних двигунів усі профілактичні та ремонтні роботи можна виконати із максимальною оперативністю. В свою чергу, запорукою правильного проведення діагностування є правильний підбір її методики. Розробкою наукових і практичних основ методології діагностування дизельних двигунів займалися багато українських та зарубіжних вчених. Ними проведено розробку технічної документації та засобів діагностування, більшість операцій комп'ютеризовано. Однак, незважаючи на отриманий прогрес у діагностуванні дизельних двигунів дослідження показують, що більше ніж половина останніх направляються на ремонт із неповністю використаним моторесурсом. Дана проблема спостерігається не лише у нас, а й у розвинених країнах [3], у зв'язку з чим виникають додаткові витрати на утримання автомобілів обладнаних дизельними двигунами.

ЦІЛЬ ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Як вже було сказано, від вибору тої чи іншої методики діагностування автомобільних дизельних двигунів залежить ефективність їх обслуговування та ремонту. У зв'язку з цим, метою роботи є проведення огляду методів і методики діагностування автомобільних дизельних двигунів.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дизельні двигуни давно увійшли в наше життя, частково це пояснюється їх надійністю та економічністю. Однак при цьому, як правило люди нехтують логічним взаємозв'язком між показниками надійності та вартістю ремонтних робіт у випадку виникнення відмови. Також, з метою

економії коштів, «забувають», гарантією нормальної роботи двигуна є своєчасна і безвідкладна заміна зношених деталей і вузлів. Зазвичай, несподівані відмови стаються надзвичайно рідко. Головною причиною відмов є неухвалене ставлення та свідоме ігнорування вчасної діагностики та сервісного обслуговування.

Певні елементи дизельних агрегатів володіють незначним впливом на роботу дизельного двигуна в цілому, що дозволяє проводити їх діагностику та ремонт в гаражних умовах чи навіть у польових умовах, по факту. Однак, необхідно відмітити, що дизельні двигуни володіють достатньо очевидними ознаками, поява котрих вказує на необхідність термінового звернення до спеціалізованого сервісного центру. Оскільки від характеру проходження робочих процесів у середині двигуна залежать основні показники його роботи (експлуатаційні, динамічні й економічні). У зв'язку із чим діагностиці робочих процесів приділяється значна увага.

Є два методи проведення дослідження робочих процесів: теоретичний та емпіричний, однак, необхідно відзначити, що жоден з них самостійно не забезпечує отримання достовірних даних, а лише у поєднанні.

В сучасному науковому світі відбувається постійне вдосконалення методології діагностування, у тому числі й автомобільних дизельних двигунів. Широке впровадження сучасних комп'ютерно-інформаційних технологій при проведенні діагностування дозволяє заощаджувати значні матеріальні ресурси, порівнюючи із емпіричними дослідженнями. Також, проведення комп'ютерного моделювання забезпечує отримання поглибленого аналізу процесів, які проходять у циліндрах двигуна в продовж робочого циклу. Разом з тим, необхідно відмітити, що проведені теоретичні дослідження можуть заслуговувати на увагу тільки тоді, коли математичне моделювання проводиться на основі емпіричних досліджень, що дозволяє отримати розрахункові дані із високим ступенем достовірності, а їх відхилення не буде перевищувати відхилення отримані експериментальними методами.

Сучасні методи дослідження робочих процесів, що протікають у двигунах внутрішнього згорання, в своїй більшості, за основу беруть перший закон термодинаміки. Разом з тим, відбувається безперервний процес вдосконалення методики оцінки тепловиділення у процесі згорання паливної суміші, визначення часу затримки самозаймання та показників теплопередачі від газів до стінок циліндрів тощо.

Емпіричні методи проведення дослідження, в свою чергу, можна розділити на дві групи: суб'єктивні (органолептичні) й об'єктивні (інструментальні).

До першої групи методів дослідження роботи дизельних двигунів належать:

- оглядові – пошук дефектів відбувається за рахунок візуалізації певних симптомів (місце протікання, колір вихлопних газів тощо), в процесі діагностики можливий як простий огляд за допомогою органів зору людини так і використання різного обладнання (ендоскопів, відеоендоскопів, відеозондів, бороскопів і т.д.);

- на звук – робота двигуна супроводжується певними звуковими явищами оцінка яких дозволяє говорити про його стан, в процесі діагностики можуть використовуватися різного роду стетоскопи;

- на дотик – проводиться визначення місць і ступеня нагріву, вібрації, липкості та в'язкості рідин тощо;

- на запах – визначення протікання палива, підгоряння електропровідників та інше.

До другої групи методів відносяться методи при яких відбувається діагностика параметрів двигуна із використанням засобів діагностики.

Класифікацію методів діагностування автомобільних дизельних двигунів можна проводити за параметрами, режимами роботи, фізичним змістом тощо. Розглянемо більш детально найпоширеніші із них.

Одним із перших методів проведення діагностування роботоздатності двигунів внутрішнього згорання в цілому і дизельних зокрема є енергетичний метод. Даний метод базується на вимірюванні потужності двигуна. Параметрами, що піддаються діагностиці, при цьому, можуть служити вібрація, тиск, шум, температурні коливання та інші. До сучасних видів енергетичного методу належать інформаційні частотні технології. Дані технології забезпечують проведення енергетичного дослідження елементів двигуна за допомогою виділення із широкої гами вимірюваних сигналів складових у певних частотних діапазонах. Застосування технічних засобів діагностування при енергетичному методі, на сталих режимах роботи, забезпечує проведення діагностики стану систем дизельного двигуна, що споживають, передають чи виробляють енергію. Розрізняють наступні види енергетичного діагностування:

Гальмівний метод – дозволяє встановити ефективну потужність, що визначається величиною механічної енергії, яка отримується від згоряння палива, через визначення реактивної сили чи гальмівного моменту. Фізичною величиною, при цьому, виступає – робота, а діагностичним параметром – сила.

Парціальний та диференціальний методи – є еволюцією методу відімкнення циліндрів. Дані методи можна застосовувати для проведення діагностування дизельних двигунів, що мають понад чотири циліндра. У випадку парціального методу діагностування двигуна проводиться частинами, однак при повній подачі паливної суміші у робочі циліндри, водночас навантаження працюючих циліндрів відбувається за рахунок прокручування відімкнених циліндрів та підключенням навантаження. При парціальних режимах силові характеристики двигунів встановлюють відповідно до груп циліндрів, що забезпечує одержання більш повної інформації, в порівнянні із гальмівним методом. На відміну від парціального методу при диференціальному методі замість використання додаткового навантаження проводять підкручування дизельних двигунів до номінальних швидкісних режимів їх роботи за рахунок приєднання до зовнішнього джерела енергії та проводять фіксацію динамометричних характеристик. До недоліків парціального та диференціального методів відноситься те, що вони не забезпечують можливість проведення необхідних вимірювання дизельних двигунів, які характеризуються нестійкими режимами роботи при відключенні циліндрів. Важким, при використанні даних методів, є визначення дійсної потужності, що витрачається на механічні втрати у двигуні.

Безгальмівний метод ґрунтується на застосуванні як додаткового навантаження двигуна, так і на механічних втратах у його середині. Найпростішим варіантом такої діагностики є оцінка нерівномірності обертання колінвала. Все поширенішим стає динамічний варіант діагностування по кутовому прискоренню колінвала, при якому оцінку проводять під час вільних розгонів та зупинок.

ОБГОВОРЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

Важливість здійснення своєчасного діагностування та технічного обслуговування дизельних двигунів важко переоцінити. Оскільки, вихід з ладу чи неправильне функціонування будь-якої деталі (механізму) призводить до пришвидшеного зношування інших деталей (механізмів), наслідком чого є здорожчання ремонтних робіт. Для прикладу, неправильне функціонування паливного насосу спричиняє недостатність тиску палива результатом чого форсунки не забезпечать нормальне дозування та розпилення палива, що, в свою чергу, приведе до відхилень роботи двигуна від оптимальних його режимів роботи. Якщо це ігнорувати, то відбуватиметься пришвидшене зношування елементів двигуна, а отже передчасний його ремонт.

Методи діагностування автомобільних дизельних двигунів доповнюють один одного, що забезпечує знайти причини різнотипних відмов. Так, у випадку використання органолептичних методів можна побачити причини найбільш грубих відмов, наприклад, місця протікання охолоджуючих рідин. А у випадку застосування інструментальних методів у поєднанні з комп'ютерною діагностикою забезпечується можливість усесторонньої комплексної оцінки роботоздатності двигуна.

ВИСНОВКИ

Отже, провівши аналіз методів діагностування автомобільних дизельних двигунів бачимо, що причин виникнення відмов у них є надзвичайно багато. Деякі із них володіють незначним впливом на роботу дизельного двигуна в цілому, що дозволяє проводити їх діагностику та ремонт в гаражних умовах чи навіть у польових умовах, по факту, інші – вимагають проведення якісної діагностики. З метою виявлення даних причин дослідниками та науковцями розроблено велику кількість різноманітних методів діагностування автомобільних дизельних двигунів. Однак, необхідно відмітити, що жоден з них самостійно не може забезпечити проведення якісної оцінки роботоздатності двигуна, а лише за умови комплексного їх використання це стає можливим. Що є можливим лише у випадку використання спеціалізованого обладнання, ліцензійного програмного забезпечення та висококваліфікованих працівників, які володіють необхідним досвідом роботи.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Rozum R.I., Shevchuk O. S., Prohniy P. B. Optimization of working processes of internal combustion engines with the purpose of improving their environmentality. Modern engineering and innovative technologies. Sergeieva&Co Karlsruhe (Germany) 2022. – Issue 19. Part 1. – P. 147-150.
2. Rozum R.I., Buriak M. V., Zakharchuk O. P. Innovative engines in the history of automobile building. Modern engineering and innovative technologies. Sergeieva&Co Karlsruhe (Germany) 2021. – Issue 18. Part 2. – P. 64 – 67.

3. Тітова Л. Л., Надточій О. В., Роговський І. Л. Методологія діагностування двигунів машин для лісотехнічних робіт: монографія. Київ. ПрінтЕко. 2019. 402 с.
4. Корбак С.І., Розум Р.І. Двигуни: минуле і сьогодення/С.І. Корбак, Р.І. Розум//Тенденції та виклики сучасної аграрної науки: теорія і практика: матеріали III міжнародної наукової інтернет-конференції (м. Київ, 20-22 жовтня 2021 р.).-К.: НУБіП України, 2021.–С. 336.
5. Сараєва І.Ю., Мілентьєв М.В. Вдосконалення методу діагностики циліндро-поршневої групи двигуна автомобіля. Вісник ЖДТУ. Серія" Технічні науки", 2018, 2 (82): 136-142.
6. Тільняк Ю.Я., КОРНАГА Я.І. Реалізація гібридних алгоритмів контролю в діагностиці двигуна внутрішнього згоряння з використанням сучасних бортових обчислювальних пристроїв. Вчені записки Таврійського національного університету імені Ві Вернадського. Серія: Технічні науки, 2018, 29 (68), № 2: 186-191.
7. Сараєва І.Ю., Хрулев О.Е., Воробйов О.М. Експертна оцінка технічного стану циліндро-поршневої групи двигуна автомобіля. Вісник машинобудування та транспорту, 2021, 13.1: 133-139.

REFERENCES

1. Rozum R.I., Shevchuk O. S., Prohni P. B. Optimization of working processes of internal combustion engines with the purpose of improving their environmentality. Modern engineering and innovative technologies. Sergeieva&Co Karlsruhe (Germany) 2022. – Issue 19. Part 1. – P. 147-150.
2. Rozum R.I., Buriak M. V., Zakharchuk O. P. Innovative engines in the history of automobile building. Modern engineering and innovative technologies. Sergeieva&Co Karlsruhe (Germany) 2021. – Issue 18. Part 2. – P. 64 – 67.
3. Titova L. L., Nadtochii O. V., Rohovskiy I. L. Metodolohiia diahnostuvannia dvyhuniv mashyn dlia lisotekhnichnykh robit: monohrafiia. Kyiv. PrintEko. 2019. 402 s.
4. Korbak S.I., Rozum R.I. Dvyhuny: mynule i sohodennia/S.I. Korbak, R.I. Rozum//Tendentsii ta vyklyky suchasnoi ahrarnoi nauky: teoriia i praktyka: materialy III mizhnarodnoi naukovoii internet-konferentsii (m. Kyiv, 20-22 zhovtnia 2021 r.).-K.: NUBiP Ukrainy, 2021.–S. 336.
5. Saraieva I.Iu., Milentiev M.V. Vdoskonalennia metodu diahnostyky tsylindro-porshnevoi hrupy dvyhuna avtomobilia. Visnyk ZhDTU. Serii" Tekhnichni nauky", 2018, 2 (82): 136-142.
6. Tilniak Yu.Ia., KORNAHA Ya.I. Realizatsiia hibrydnykh alhorytmiv kontroliu v diahnostytsi dvyhuna vnutrishnoho zghoriannia z vykorystanniam suchasnykh bortovykh obchysliuvalnykh prystroiv. Vcheni zapysky Tavriiskoho natsionalnoho universytetu imeni VI Vernadskoho. Serii: Tekhnichni nauky, 2018, 29 (68), № 2: 186-191.
7. Saraieva I.Iu., Khruliev O.E., Vorobiov O.M. Ekspertna otsinka tekhnichnoho stanu tsylindro-porshnevoi hrupy dvyhuna avtomobilia. Visnyk mashynobuduvannia ta transportu, 2021, 13.1: 133-139.

R.Rozum, M. Buriak, P. Popovich, P. Prohni, O. Zakharchuk. Methodology of diagnosing automotive diesel engines.

Diagnosis is an invariable attribute of quality technical inspection and repair. In this regard, the improvement of existing and development of new methods for diagnosing automotive diesel engines remains an urgent task today. Certain elements of diesel units have little effect on the performance of the diesel engine as a whole, which allows them to diagnose and repair in the garage or even in the field, upon detection of the problem. However, it should be noted that diesel engines have quite obvious signs, the appearance of which indicates the need for urgent access to a specialized service center. Because the main indicators of its work (operational, dynamic and economic) depend on the nature of the workflow in the middle of the engine. In this regard, much attention is paid to the diagnosis of work processes. Analysis of methods for diagnosing automotive diesel engines has shown that methods for diagnosing automotive diesel engines complement each other, which provides to find the causes of various types of failures. Thus, in the case of the use of organoleptic methods, you can see the causes of the most serious failures, such as the location of the coolant. And in the case of the use of instrumental methods in combination with computer diagnostics provides the possibility of a comprehensive comprehensive assessment of engine performance. Which, in turn, is possible only with the use of specialized equipment, licensed software and highly qualified workers with the necessary experience.

Key words: diesel engines, automobile engines, diagnostics, diagnostic methodology, technical inspection, repair works.

РОЗУМ Руслан Іванович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри транспорту і логістики Західноукраїнського національного університету, e-mail: rozoom_ruslan@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-7812-8248>

БУРЯК Микола Васильович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри транспорту і логістики Західноукраїнського національного університету, e-mail: burjak74@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-5332-1498>

ПОПОВИЧ Павло Васильович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри транспорту і логістики Західноукраїнського національного університету, e-mail: ppopovich@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-5516-852X>

ПРОГНІЙ Павло Богданович, кандидат технічних наук, старший викладач кафедри транспорту і логістики Західноукраїнського національного університету, e-mail: kaf_tl@wunu.edu.ua

ЗАХАРЧУК Олена Павливна, кандидат технічних наук, доцент, викладач циклової комісії інформатики та комп'ютерної інженерії ВСП ФКЕПІТ, e-mail: olenaskyba8500@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-7311-4103>

Ruslan ROZUM, Ph.D of Technical Sciences Sciences, Associate Professor of Transport and Logistics department, West Ukrainian National University, Ternopil, Ukraine, e-mail: rozoom_ruslan@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-7812-8248>

Mykola BURIK, Ph.D of Technical Sciences Sciences, Associate Professor of Transport and Logistics department, West Ukrainian National University, Ternopil, Ukraine, e-mail: burjak74@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-5332-1498>

Pavlo POPOVICH, Dr. Tech. Sciences, Professor, Head of the Department of Transport and Logistics, Western Ukrainian National University, Ternopil, Ukraine, e-mail: ppopovich@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-5516-852X>

Pavlo PROHNII, Ph.D of Technical Sciences Sciences, Senior Villager of the Department of Transport and Logistics, Western Ukrainian National University, Ternopil, Ukraine, e-mail: kaf_tl@wunu.edu.ua

Olena ZAKHARCHUK, Ph.D of Technical Sciences Sciences, Associate Professor, Lecturer of the Cycle Commission of Informatics and Computer Engineering VSP FKEPIT, Ternopil, Ukraine, e-mail: olenaskyba8500@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-7311-4103>

DOI 10.36910/automash.v1i18.770