

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ДІАГНОСТУВАННЯ ПАЛИВНОЇ АПАРАТУРИ ДИЗЕЛІВ

О.В. Мальцев, І.А. Бажак

Одеський державний аграрний університет

Наведено аналіз методів діагностики паливної апаратури тракторних дизелів. Розглянуто принцип діагностики певними методами, параметри, за якими ведеться діагностика паливної апаратури, а також недоліки того чи іншого методу. Проаналізовано можливість діагностування загалом усієї паливної системи або певних її складових (форсунки, паливні насоси високого тиску та ін.) тим чи іншим методом. Показано застосування методів для діагностики конкретних вузлів паливної системи.

Ключові слова: форсунка, діагностика, методи, дефект, технічний стан, паливна апаратура.

Вступ. Найважливішим напрямком підвищення ефективності роботи трактора є поліпшення техніко-економічних показників його дизеля. Одним зі шляхів вирішення вищевказаної задачі є вдосконалення конструкції, ремонту і технічного обслуговування системи паливоподачі. Істотне погіршення потужнісних, паливно- економічних показників дизелів пояснюється в першу чергу зміною технічного стану елементів паливних систем, у тому числі і конкретно форсунок. На якість роботи паливної апаратури впливають різні експлуатаційні чинники: характер і обсяг виконуваних робіт, кліматичні умови роботи дизеля, експлуатаційні показники палив, прийнята система технічного обслуговування і ремонту, якість і наявність нормативно-технічної документації і технічних засобів обслуговування дизелів, якість виконання правил експлуатації і технічного обслуговування тракторів. До теперішнього часу створені певні наукова і технічна основи оцінки якості роботи паливної апаратури і забезпечення її надійності в процесі експлуатації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Паливна система тракторного дизеля є конструктивно складною системою, до якої ставляться високі вимоги надійності та яка працює в складних умовах. Від якості роботи паливної системи залежить робота дизеля та відповідність його техніко-економічних показників. Для забезпечення якісної роботи паливної апаратури необхідно своєчасно виявляти і навіть прогнозувати несправності, що виникають або можуть виникнути в подальшій експлуатації. Вирішення цієї задачі лягає на плечі діагностики паливної апаратури. Аналізуючи наукові роботи науковців, пов'язані з проблемою діагностики, не тільки українських видань, а й зарубіжних, можна побачити, що проблемі діагностики паливної апаратури приділяється певна увага. Розроблені і

введені в роботу певні методи діагностики та діагностична апаратура, створені технологічні процеси діагностики. Але усе це не дає змоги забезпечити високий рівень діагностики паливних систем, а отже, й своєчасно виявити та спрогнозувати певні несправності з причин, наприклад, непрямих методів вимірювання діагностичних параметрів, недосконалості діагностичної апаратури та ін. Ураховуючи це, можна бачити, що проблема якісної діагностики існує, а також існує необхідність її аналізу та наукового вирішення.

Мета досліджень. Метою та завданням дослідження є аналіз існуючих методів діагностики форсунок тракторних дизелів.

Результати досліджень. До методів контролю технічного стану паливної апаратури з позиції діагностування ставляться такі вимоги: забезпечення достатньої достовірності; встановлення узагальнених параметрів, кількість яких повинна бути менша від загальної кількості параметрів, які повністю характеризують стан об'єкта діагностування; визначення несправності за узагальненими параметрами; забезпечення високої оперативності та автоматизації процесу діагностування; простота і застосовність в умовах ремонтної майстерні [1-3].

Різноманіття методів діагностування паливної апаратури обумовлено двома причинами: складністю структури діагностування, що визначається складністю ПНВТ, форсунок і нагнітального трубопроводу високого тиску як об'єктів діагностування, і різноманітністю завдань технічної діагностики у відповідності до вимог, що ставляться до системи технічного обслуговування і ремонту паливної апаратури [4]. Для оцінки технічного стану паливної апаратури застосовуються різні методи діагностування, наведені у таблиці 1.

Таблиця 1. **Класифікація методів діагностування паливної апаратури.**

Класифікаційні ознаки	Методи діагностування
Задачі діагностування	Перевірка працездатності; перевірка правильності функціонування; пошук дефектів
Застосування діагностичних засобів	Органолептичні; інструментальні
Характер вимірювання параметрів	Прямий; непрямий
Періодичність діагностування	Регламентний; заявочний; безперервний
Умови проведення діагностування	Польові; станція ТО; безмоторні
За ступенем розбирання об'єкта діагностування	Розбірна; нерозбірна
Режим роботи об'єкта	При сталому режимі; при несталому режимі; при статодинамічному режимі
Діагностичні параметри	Параметри робочого процесу; параметри супутніх процесів; структурні параметри
Використовуваний фізичний процес	Віброакустичний; магнітоелектричний; спектрографічний; тепловий; гідравлічний; газоаналітичний; кінематичний; інші

При пошуці дефектів методи діагностування дають змогу виявити місце, вид і причину дефекту (знос плунжерних пар, розрегулювання тиску

впорскування форсунки, циклової подачі, кута випередження впорскування і т.д.). За ступенем розбирання об'єкта діагностування методи поділяються на розбірні і нерозбірні. Розбірні методи застосовуються при оцінці рухомості плунжерної пари, голки розпилювача, вимірювання зносу різних деталей паливної апаратури. Методи безрозбірної діагностики, як правило, основані на непрямих вимірах структурних параметрів при установленні датчиків або діагностичних пристроїв зовні об'єкта, що діагностується, без зняття його з дизеля. Методи діагностування за параметрами супутніх процесів дають можливість побічно визначати ті ж параметри робочих процесів, а також структурні параметри деталей, якщо їх не можна або недоцільно вимірювати безпосередньо. У цьому випадку вимірюють показники процесів, що генеруються робочими процесами. Це процеси вібрації і шуму, нагрівання або охолодження. Сюди ж можна віднести методи діагностування з аналізу забруднення палива продуктами зносу («метал у середовищі»), газового аналізу. Точність такого вимірювання параметрів стану нижча, ніж при діагностуванні за параметрами робочих процесів. Методи діагностування за структурними параметрами дають змогу шляхом прямих вимірювань визначати знос деталей, зазори в їх сполученнях, значення регулювальних параметрів. В основі цих методів лежить вимірювання геометричних розмірів, взаємного переміщення деталей або геометричних розмірів деталі (сполучення). За використанням фізичним процесом методи діагностування діляться на віброакустичний, спектрографічний, електромагнітний, тепловий, гідравлічний, газоаналітичний, кінематичний і деякі інші. Кожен метод призначений для контролю певного фізичного процесу і оснований на застосуванні певного фізичного явища. Класифікація методів за використаним фізичним процесом дає змогу найбільш повно виявити можливості і технічну характеристику відповідного методу діагностування. Фізичний процес характеризується зміною фізичної величини в часі. В основі гідравлічного - тиск; теплового - температура; віброакустичного - амплітуда коливань на певних частотах і т. д. Вібродіагностика форсунок - апробований метод оцінки технічного стану [5-7]. Те ж можна віднести до паливних насосів високого тиску. Досить повну інформацію про динаміку голки форсунки в процесі впорскування палива мають максимальні віброприскорення форсунки, що виникають при підйомі і посадці голки розпилювача. Так, швидкість підйому і посадки голки розпилювача складає 1,6 ... 2,2 м/с [5]. Переміщення голки з такою швидкістю, ударний характер її підйому і посадки викликають інтенсивне зіткнення і формування вібраційних імпульсів, що реєструються вібродатчиком, який установлюють на торець форсунки. Алгоритм віброакустичного діагностування може бути поданий у вигляді функціональної схеми (рис.1) [8]. Як і будь-який алгоритм або схема розпізнавання образів, схема віброакустичного діагностування технічного об'єкта складається з власне об'єкта діагностування з набором технічних станів, що підлягають розпізнаванню, набору діагностичних ознак, вирішальних правил і правил прийняття рішення. Вимірювання забезпечує

вихідною інформацією про стан об'єкта, що міститься у вимірювальних сигналах. Формування діагностичних ознак технічного стану об'єкта та окремих його елементів дає змогу виділити такі характеристики вимірюваних сигналів, які мають необхідні виборчі властивості до заданого класу дефектів, що підлягають розпізнаванню. Для кожного класу технічних станів формуються еталони (усереднені для даного класу значення діагностичних ознак).



Рис. 1. Функціональна схема системи віброакустичної діагностики.

Для формування системи діагностичних ознак і еталонів використовують діагностичну модель об'єкта, яка в ряді випадків полегшує процес пошуку інформативних компонент у досліджуваному сигналі. Класифікація - набір класифікуючих функцій, з допомогою яких проводиться розпізнавання параметрів віброакустичного сигналу. Функція прийняття рішень - визначення фактичного стану (постановка діагнозу) об'єкта діагностування і його елементів за поточними значеннями діагностичних ознак. Характеристики зміни останніх у часі є вихідними для реалізації алгоритмів упередження (прогнозу) потенційних відмов. Функція управління об'єктом у відповідності до прийнятого рішення про його фактичний стан забезпечує: аварійне відключення, переведення на щадний режим, вмикання резервів і т. д. Магнітоелектричний метод діагностування за параметрами переміщень рухомих деталей. Метод оснований на реєстрації зміни магнітного потоку в попередньо намагнічених деталях діагностичного механізму. ЕРС, яка індукується в магніточутливому елементі датчика, пропорційна швидкості руху намагніченої деталі. Метод дає змогу реєструвати переміщення, фазові параметри деталей агрегатів, визначати відхилення цих параметрів від номінальних значень. При діагностуванні цим методом можуть виникнути складності у зв'язку з нестабільністю магнітних властивостей діагностичного елемента [5]. Визначення параметрів руху елементів форсунки (голки, штанги), за яким можна більш точно визначити характеристики паливоподачі, викликає серйозні труднощі. У зв'язку з цим можна припустити, що при цьому методі можна отримати обмежену інформацію

про стан паливної апаратури. Кожен з розглянутих методів діагностування дає змогу дати оцінку технічному стану паливної апаратури тільки на момент діагностування та не дає можливості спрогнозувати появу дефектів або несправностей у майбутньому. Прогнозування розвитку дефектів паливної апаратури у майбутньому дає змогу застосувати певні заходи до елементів паливної апаратури для попередження їх раптової відмови.

Висновки. Проведений аналіз показав широкий спектр методів технічної діагностики паливної апаратури, переваги та недоліки кожного з методів. У зв'язку з різними механізмами контролю, параметрами, що контролюються, при проведенні технічної діагностики паливної апаратури необхідно раціонально підходити до вибору методу діагностики для отримання найбільш точної інформації про технічний стан вузла паливної апаратури, що діагностується. Одним із методів, який дає змогу вирішувати вказані вище задачі та є найбільш вдалим для застосування в умовах ремонтної майстерні, є віброакустичний метод діагностики. Віброакустичний метод у порівнянні з іншими методами діагностики має вищий ступінь точності, не вимагає при діагностуванні розбирати вузол, що діагностується, а також не потребує додаткових маніпуляцій з діагностованим вузлом, наприклад таких, як намагнічення елементів при діагностуванні магніто-електричним методом.

ЛІТЕРАТУРА

1. Разработка технических средств контроля и технологии формирования комплектов топливной аппаратуры дизелей с учетом гидравлических характеристик элементов [Текст] : отчет о НИР № 749 (заключительный) / Омский институт инженеров железнодорожного транспорта ; рук. работы А. И. Володин. - Омск : ОмИИТ, 1990. - 36 с.
2. Технические средства диагностирования [Текст] : справочник / ред. В. В. Клюев. — М. : Машиностроение, 1989. - 672 с.
3. Бервинов, В. И. Техническое диагностирование тракторов [Текст] : учеб. пособие / В. И. Бервинов. - М. : УМК МПС РФ, 1999. - 188 с.
4. Блинов, П. Н. Совершенствование технического обслуживания и ремонта топливной аппаратуры тракторных дизелей [Текст]: дис... канд. техн. наук: 05.22.07 / П. Н. Блинов; Омский институт сельскохозяйственного транспорта. - Омск : ОмИИТ, 1986. - 178 с.
5. Аллилуев, В. А. Техническая эксплуатация машинно-тракторного парка [Текст] / В. А. Аллилуев, А. Д. Ананьин, В. М. Михлин. - М.: Агропромиздат, 1991. - 367 с.
6. Лиханов, В. А. Снижение токсичности автотракторных дизелей [Текст] / В. А. Лиханов, А. М. Сайкин. - М.: Агропромиздат, 1994. - 224 с.
7. Лышевский, А. С. Системы питания дизелей [Текст] / А. С. Лышевский. - М.: Машиностроение, 1981. - 216 с.
8. Основы виброакустической диагностики машинного оборудования [Текст]: учеб. пособие / В. Н. Костюков, А. П. Науменко, С. Н. Бойченко [и др.]. - Омск: НПЦ «Динамика», 2007. - 286 с.

АГРАРНИЙ ВІСНИК ПРИЧОРНОМОР'Я Вип. 85. 2017р.
**АНАЛИЗ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТОПЛИВНОЙ
АППАРАТУРЫ ДИЗЕЛЕЙ**

Мальцев А.В., Бажак И.А.

Ключевые слова: форсунка, диагностика, методы, дефект, техническое состояние, топливная аппаратура.

Резюме

Приведен анализ методов диагностики топливной аппаратуры тракторных дизелей. Рассмотрен принцип диагностики определенными методами, параметры, по которым ведется диагностика топливной аппаратуры, а также недостатки того или иного метода. Проанализирована возможность диагностирования всей топливной системы или отдельных ее составляющих (форсунки, топливные насосы высокого давления и др.) тем или иным методом. Показано применение методов для диагностики конкретных узлов топливной системы.

**ANALYSIS OF METHODS OF DIAGNOSING OF THE FUEL
EQUIPMENT OF DIESEL ENGINES**

Maltsev A.V., Bazhak I.A.

Key words: injector, diagnostics, methods, defect, maintenance, fuel equipment.

Summary

The analysis of methods of diagnostics of the fuel equipment of diesel engines. The principle of diagnosis of defined methods that have parameters which are diagnostics of the fuel equipment, as well as disadvantages of either of the methods. Analyzed the possibility of diagnosing even the whole fuel system or its individual components (nozzles, fuel pumps, etc.) by one method or another. The article shows the application of methods for diagnostics of specific components of the fuel system. Analyzed the possibility of using fractal analysis for the processing of the results of vibro- acoustic diagnosis method to prevent the occurrence of defects of fuel equipment.