

АСПЕКТИ ВІДНОВЛЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ФОРСУНОК ІНЖЕКТОРНИХ ДВИГУНІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В публікації розглядаються теоретичні аспекти проблеми відновлення параметрів нормального функціонування форсунок інжекторних двигунів транспортних засобів на підприємствах автомобільного транспорту.

Ключові слова: автотранспортний засіб, інжекторний двигун, форсунка, параметри функціонування, умови експлуатації.

Abstract

The publication considers the theoretical aspects of the problem of restoring the parameters of the normal functioning of injectors of vehicle injection engines at road transport enterprises.

Key words: motor vehicle, injection engine, injector, operating parameters, operating conditions.

Ефективність використання автомобільного транспорту на перевезеннях різного призначення насамперед залежить від технічної готовності автотранспортних засобів (АТЗ) та відповідності параметрів їх функціонування [1, 2]. Витрата палива є важливим показником ефективності експлуатації АТЗ, оскільки є одним з основних визначників собівартості перевезень [3]. Для зменшення витрати палива АТЗ оптимізують роботу системи керування двигунами (СКД) [4, 5].

На даний час СКД автомобілів з іскровим запалюванням палива складаються як мінімум з двох підсистем: системи керування складом паливної суміші (рис. 1); системи керування моментом запалювання.

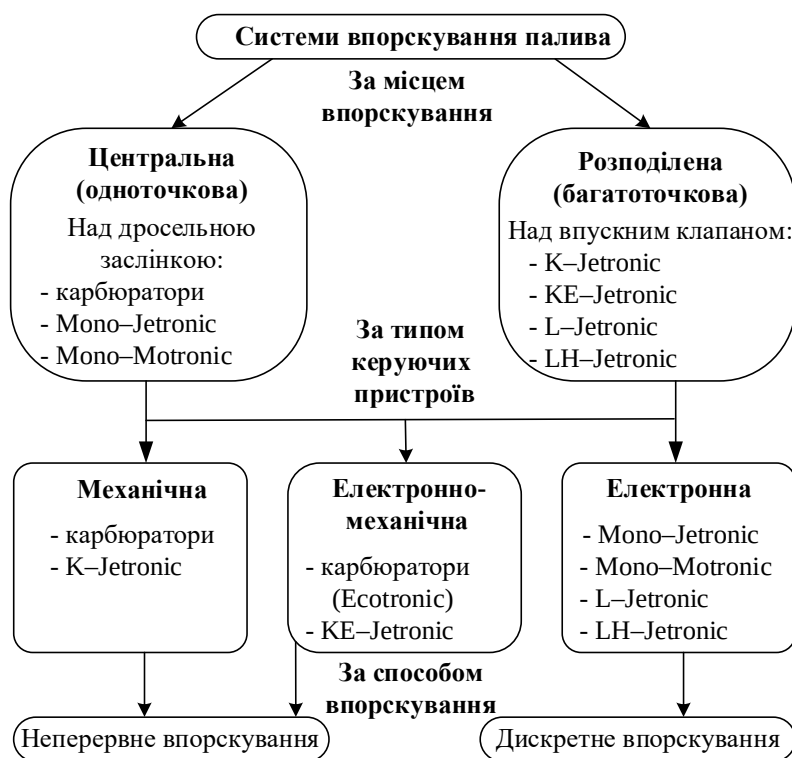
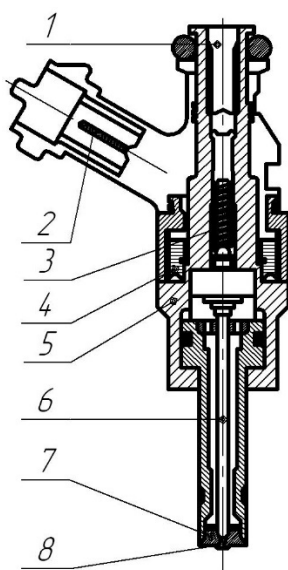


Рисунок 1 – Класифікація систем впорскування палива

АТЗ зі впорскуванням бензину мають ряд переваг перед карбюраторними аналогами. Як правило, такі системи довго, до 100 тис. км, зберігають задані параметри, а їхні елементи не вимагають ніяких регулювань за весь термін служби. Іноді ж первісні характеристики в процесі експлуатації змінюються, що, в остаточному підсумку, позначається на роботі двигуна. В зв'язку з цим, існує необхідність дослідити процеси в одному з найважливіших елементів, відповідальних за правильну роботу двигуна – форсунках. Для розуміння процесів, що відбуваються у форсунках і причинах, що приводять до дефектів впорскування, спробуємо розібратися в конструкції форсунки.

Основними елементами електромагнітної форсунки (рис. 2) є: корпус, сідло, голка розпилювача з якорем соленоїда, пружина, соленоїд, фільтр тонкого очищення й електричний роз'єм. Коли електричний струм проходить обмотку соленоїда, створюється магнітне поле. Під його дією, голка, протидіючи тиску пружини, піднімається над сідлом і відкриває інжекторний отвір. За рахунок різниці в тиску між паливною рейкою й камерою згоряння паливо впорскується в камеру згоряння. При відключенні електричного струму голка розпилювача під дією зусилля пружини опускається на сідло клапана й перериває потік палива.



1 - впускний канал із сітчастим фільтром тонкого очищення; 2 - електричний роз'єм; 3 - пружина; 4 - соленоїд; 5 - корпус форсунки; 6 - голка розпилювача з якорем соленоїда; 7 - сідло; 8 - інжекторний отвір форсунки

Рисунок 2 – Конструкція електромагнітної форсунки

Форсунка швидко відкривається, забезпечуючи при відкритті постійну площу поперечного перерізу отвору, і знову закривається, переборюючи тиск у паливній рейці. Впорскувана кількість палива залежить від тиску в паливній рейці, протитиску в камері згоряння й тривалості відкриття форсунки. Утворення форсункою струменя розпилу палива, тобто форма, кут напрямку струменя й розмір крапель палива в ній, впливає на підготовку робочої суміші.

Незалежно від конструкції форсунок і видів розпилу на сідлах форсунок і на кінцях запірних елементів (рис. 3) згодом з'являються тверді смолисті відкладення. Вони - причина відмови форсунок. А утворюються відкладення досить просто. Після зупинки гарячого двигуна із плівки палива, що залишилася на штифтах і внутрішніх поверхнях розпилювачів, що нижче запірного клапана, випаровуються легкі фракції. Важкі ж залишаються на деталях, адже змивати їх у цей час нема чим - свіжі порції палива не надходять до розпилювача, і запірні клапани форсунок закриті. Із цих фракцій й утворюються смолисті відкладення. Накопичуючись, вони перешкоджають запірному конусу щільно сісти на сідло, внаслідок чого порушується герметичність форсунки. Залишковий тиск палива в рампі після зупинки мотора ще якийсь час зберігається. Воно потихеньку проштовхує бензин через негерметичний клапан, і процес закоксування йде інтенсивніше. Внаслідок цього відбувається неузгодженість роботи системи впорскування.

Основні ознаки забруднення форсунок: утруднений пуск двигуна; зупинка двигуна; нестійка робота двигуна на холостому ходу та на перехідних режимах; провали при різкому натисканні на педаль газу; погіршення динаміки розгону двигуна та втрата потужності; збільшення витрати палива; поява

детонації при розгоні внаслідок збіднення суміші та підвищення температури в камері згоряння; пропуски «запалювання»; хлопки у випускній системі; швидкий вихід з ладу свічок запалювання, кисневого датчика (лямбда-зонда) і каталітичного нейтралізатора відпрацьованих газів; підвищення токсичності відпрацьованих газів CO та CH. Забруднення форсунок стає особливо помітним із настанням холодів. Коли випаровування палива погіршується, виникають проблеми з пуском холодного двигуна.

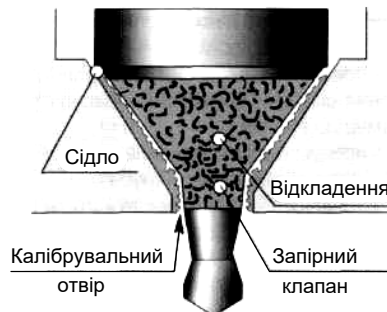


Рисунок 3 – Схема розпилювальної частини форсунки зі штифтовим запірним елементом

Забруднення форсунок може викликати:

- порушення герметичності та зниження продуктивності;
- погіршення якості розпилення палива;
- значний розкид продуктивності між окремими форсунками комплекту.

При відновленні працездатності форсунок виникає два питання:

Яким чином можна перевірити роботу форсунок?

Яким чином відновити забруднені форсунки?

Для очищення форсунок багато автолюбителів застосовують спеціальні добавки до палива, що очищають, іменовані Fuel Injector Cleaner. Присадка при регулярному застосуванні підтримує форсунки в гарному стані довше звичайного. Вона, звичайно, розчиняє відкладення, і все-таки така обробка скоріше профілактична. Товсті нарости, що майже закривають прохідний перетин розпилювача, таким засобом не під силу. Є в добавок й інша особливість. Присадка, немов йоржик, ефективно очищає бак і паливопровід (до й після фільтра), після чого пластівці забруднень можуть потрапити до форсунок, намертво закупоривши їхні вхідні фільтри.

Природно, що для автосервісу ці методи не підходять [6, 7]. Тут необхідно застосовувати більше якісні способи перевірки й очищення.

Найбільш простим і тому найпоширенішим є метод очищення на працюючому двигуні. Спеціальна установка подає паливо на вхід паливної рампі (у системах розподіленого впорскування) або до форсунки центрального впорскування. (Остання в силу конструктивних особливостей менше схильна до утворення відкладень або, як це ще називають, карбонізації.) Штатну систему паливоподачі – бак, електробензонасос, фільтр тонкого очищення й трубопроводи – при цьому, природно, відключають. Двигун працює на спеціальній очищувальній суміші, яка служить одночасно і паливом, і очисником. Оскільки автомобіль при цьому нерухомий і двигун не навантажений, очищувальній суміші не потрібно забезпечувати задані потужнісні характеристики, детонаційну стійкість тощо. Тому прагнуть підсилити саме миючі властивості складу, щоб різко підвищити ефективність очищення в порівнянні з добавками в паливо. Час очищення звичайно складає 20-30 хв. Приблизно стільки ж витрачається на приєднання-роз'єднання паливних шлангів і відключення штатного бензонасоса – все залежить від конструкції й компонування системи впорскування. Цей метод може вирішити виниклу проблему з меншим ризиком і із кращою якістю – адже концентрація добавок, що чистять, у цій суміші набагато більше, тому й видалення відкладень відбувається швидше і якісніше. Але все-таки проблеми можуть залишитися – якість роботи двигуна швидше за все покращиться, але може не повернутися до колишнього стану (це стосується й варіанта із засобами, що чистять). Справа в тому, що домішки, які попали в бензин можуть не розчинятися в рідині, що чистить. У бензобаку такі домішки просто осядуть, паливний фільтр можна замінити. Що ж з інжекторами? Домішки, що потрапили в інжектори, можуть порушити їхню роботу (може змінитися час відкриття/закриття інжектора і його прохідний перетин, може забруднитися вбудований в нього фільтр додаткового очищення палива). Це приводить

до того, що інжектори, установлені на різних циліндрах, будуть давати різну кількість палива за цикл впорскування. Про нерівномірність впорскування по циліндрах система керування двигуном нічого знати не може (вона знає тільки усереднене по всіх циліндрах співвідношення паливо-повітря), а отже ніяк з нею не бореться.

У цьому випадку останнім способом є чищення й перевірка знятих із двигуна інжекторів на стенді (це теж не завжди допомагає, але далі спосіб тільки один – заміна). Чищення й перевірка на стенді коштують дорожче, ніж два попередні способи, але й ефект від них кращий в першу чергу тому, що завдання фахівця, що працює на стенді – не просто почистити інжектори, а вирівняти подачу палива на всі циліндри (природно, мова не йде про варіант застосування лише ультразвукової ванни – без стенда перевірки можна тільки вичистити бруд, а далі повна невідомість). Виробники систем впорскування припускають, що для нормальної роботи двигуна припустима нерівномірність подачі палива в різні циліндри в межах 4-6%. Кваліфікований фахівець, що має у своєму розпорядженні такий стенд, після зняття інжекторів спочатку перевірить їхню витрату і якість розпилення, а вже потім буде вибірково чистити інжектора з меншою витратою або з поганою якістю розпилу. Результатом його роботи повинні стати однаковий розпил і продуктивність всіх інжекторів.

Самих же очисних агрегатів, як і хімічних речовин для очищення, сьогодні безліч. Всі пристрої близькі по конструкції й своїм можливостям, але є відмінності в складі очисних сумішей та способах очистки за рівнем ефективності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Мигаль В. Д. Інтелектуальні системи в технічній експлуатації автомобілів: монографія. Харків: Майдан, 2018. 262 с.
2. Кашканов В. А., Кашканов А. А., Варчук В. В. Організація автомобільних перевезень. Навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2017. 139 с.
3. Кашканов А.А., Варчук В.В., Зелінський В.Й., Севостьянов С.М. Аналіз витрат операційної діяльності пасажирського АТП з урахуванням зміни їх структурних елементів. Вісник Донецького інституту автомобільного транспорту. 2009, № 3. С. 7-12.
4. Кашканов В. А., Кашканов А. А., Кужель В. П. Інформаційні системи і технології на автомобільному транспорті. Навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2020. 104 с.
5. Буренніков Ю. А., Кашканов А. А., Ребедаєло В. М. Рухомий склад автомобільного транспорту: робочі процеси та елементи розрахунку: навч. посібник. Вінниця: ВНТУ, 2009. 267 с.
6. Кукурудзяк Ю. Ю. Технічна експлуатація автомобілів. Технологія обслуговування : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2023. 227 с.
7. Дембіцький В.М., Павлюк В.І., Придюк В.М. Технічна експлуатація автомобілів: навчальний посібник. Луцьк: Луцький НТУ, 2018. 473 с.

Кашканов Андрій Альбертович, д.т.н., професор, професор кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: a.kashkanov@vntu.edu.ua

Скидан Віталій Миколайович – магістрант, група 2АТ-23м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: vs171681@gmail.com

Kashkanov Andrii – Dr.Sc. (Eng.), Professor, Professor of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: a.kashkanov@vntu.edu.ua

Skydan Vitalii – magistrate, Faculty Machine Building and Transport, Vinnytsia National Technical University, e-mail: vs171681@gmail.com