

АНАЛІЗ ВПЛИВУ НЕСПРАВНОСТЕЙ ПАЛИВНОЇ АПАРАТУРИ COMMON RAIL НА ЕКОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ДИЗЕЛЯ ТА МЕТОДІВ ЇХ ДІАГНОСТУВАННЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі виконано аналіз несправностей дизельної паливної апаратури Common Rail та встановлено, що найбільше несправностей припадає на паливні форсунки. Проаналізовано методи діагностування паливної апаратури дизелів.

Ключові слова: дизельний двигун, паливна апаратура, Common Rail, діагностування, екологічні показники

Abstract

The paper analyzes the malfunctions of Common Rail diesel fuel equipment and finds that the most common malfunctions are fuel injectors. Methods for diagnosing diesel fuel equipment are analyzed.

Keywords: diesel engine, fuel equipment, Common Rail, diagnostics, environmental performance

Однією з головних сучасних світових тенденцій є підвищення рівня екологічної безпеки у різних галузях народного господарства та зниження шкоди навколишньому середовищу. Автомобільний транспорт на сьогодні вважається одним із найбільших джерел забруднення атмосферного повітря, зокрема у великих містах. За результатами сучасних досліджень, дрібні тверді частинки є головним фактором, що знижує екологічну безпеку автомобільного транспорту. Основними джерелами таких частинок є продукти зносу шин, гальмівних колодок, а також відпрацьовані гази, особливо в двигунах, які використовують дизельне паливо.

Двигун автомобіля є одним з ключових компонентів, від роботи якого залежить здатність транспортного засобу виконувати функції відповідно до його призначення. Надійність та екологічність дизельного двигуна залежить від якісних характеристик паливної апаратури. У автомобілів різних марок статистика відмов двигуна внаслідок несправного стану паливної апаратури становить 20–50 %. Потужність такого двигуна, рівень споживання палива і безперебійна робота визначаються саме справністю паливної апаратури [1, 2].

Склад відпрацьованих газів у дизельному двигуні залежить від ряду факторів, серед яких найбільше значення мають: динаміка повітряного потоку; випередження впорскування; тиск палива; температура в камері згоряння; середній діаметр крапель і їх розподіл за об'ємом камери згоряння; концентрація кисню. Також слід враховувати підвищене сажоутворення в умовах поганого розпилення палива і зниження кількості кисню, тоді як при підвищенні концентрації кисню і високій температурі згоряння палива утворення NOx посилюється. На рис. 1 схематично представлений хімічний склад відпрацьованих газів дизельного двигуна.

Несправності паливної апаратури дизельного двигуна умовно можна розділити на два види. При несправностях першого виду подальша експлуатація двигуна найчастіше неможлива. Прикладом може служити відмова паливного насоса високого тиску. При несправностях другого виду можливе продовження експлуатації транспортного засобу, однак при цьому знижується потужність, погіршуються екологічні та економічні показники роботи двигуна.

Нестабільна робота двигуна та падіння потужності помітні для водія в процесі експлуатації автомобіля. Вони можуть виникати при порушеннях системи подачі повітря та турбокомпресора зокрема. Подібні несправності також легко виявляються роботою вбудованих засобів самодіагностики сучасних електронних блоків керування (ЕБК) двигуном.

Проте порушення функціонування паливних форсунок часто не призводять до помітних змін у роботі двигуна протягом тривалого періоду, хоча весь цей час порушується процес сумішоутворення – зростають показники температури згоряння і витрати палива, суміш згорає не в повному обсязі, на поршні виникають відкладення, плівка оливи на поверхні циліндра руйнується тощо. Крім того,

внаслідок підвищення навантаження на систему нейтралізації відпрацьованих газів, її ресурс помітно знижується, зростає негативний вплив на навколишнє середовище.

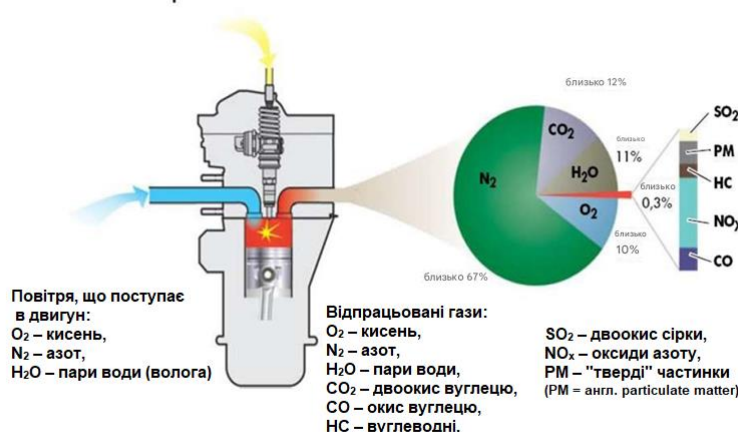


Рис. 1 – Склад відпрацьованих газів дизельного двигуна

Найбільш поширені два типи несправностей паливних форсунок Common Rail: механічний (гідроабразивний) знос компонентів і збої в роботі електромагнітного клапана або заїдання голки розпилювача. Зазначені дефекти викликають порушення точності дозування палива, що, в свою чергу, призводить до змін процесу згоряння. Основними причинами несправності форсунок Common Rail (на прикладі електрогідравлічних форсунок) є [1, 2]:

1. поломка електромагнітної котушки;
2. дефекти поверхонь керуючого клапана, як посадочних, так і замикаючих;
3. дефекти поверхні робочого конуса голки, а також місця посадки голки в розпилювачі;
4. утворення на поверхні розпилювача і корпусі керуючого клапана забруднень і відкладень;
5. термічні і кавітаційні порушення поверхні розпилювача;
6. порушення форми отворів розпилювача.

Системи самодіагностики автомобілів фіксують відхилення в параметрах роботи форсунок, після чого ЕБК двигуна починає коригувати час їх відкриття шляхом його збільшення або зменшення. При цьому навіть при виході характеристик форсунок за межі регульовального діапазону індикація несправностей на панелі приладів не здійснюється, що може сприяти продовженню експлуатації двигуна в режимі підвищених навантажень протягом тривалого періоду часу. Такий алгоритм роботи ЕБК характерний для багатьох дизельних двигунів з електронним управлінням впорскуванням [1, 2].

Нерівномірна подача палива в усі циліндри двигуна стає причиною його нестабільної роботи на холостому ходу, виникнення провалів в роботі окремих циліндрів і значного збільшення рівня вібрації агрегату. Екологічність дизельного двигуна та ефективність його роботи безпосередньо залежать від тиску подачі та якості розпилення палива, при цьому наявність твердих частинок у паливі призводить до швидкого переходу форсунок до несправного стану.

Однією з основних ознак порушення роботи паливної апаратури є підвищена витрата палива, що в свою чергу призводить до відповідного збільшення викидів з відпрацьованими газами. Такому перевитрачання можна запобігти при своєчасному виявленні зміни технічного стану паливної апаратури. Проаналізувавши статистичні дані про відмови і несправності паливної апаратури, можна зробити висновок про те, що більшість з них відносяться до паливних форсунок [1-4].

Своєчасна діагностика елементів системи живлення дозволяє знизити кількість викидів у навколишнє середовище, зменшити інтенсивність відмов і скоротити витрати на експлуатацію. Більша частина існуючих методів діагностування передбачає зняття форсунок з дизельного двигуна для перевірки на стенді, установку додаткового обладнання на лінію високого тиску, вимірювання обсягу палива в зворотній магістралі тощо.

Для визначення показників циклової подачі палива використовуються прямий і мензурочний методи. При цьому неточності, пов'язані з другим з них, обумовлені паливним осадом на стінках мензурок, утворенням піни, а також тим, що при знятті показань можлива суб'єктивна інтерпретація результатів [2].

Прямий (безмензурочний) метод забезпечує більш високу точність результатів; витратомір, що використовується при застосуванні даної методики, може бути або об'ємним або поршневим, причому в другому випадку обладнанню притаманний ряд недоліків, таких, як високий рівень інерційності (внаслідок чого окремі впорскування не можуть відстежуватися) і впорскування тестової рідини при опорі середовища з атмосферним тиском [2].

Оцінка показників впорскування за допомогою об'ємних витратомірів здійснюється за рахунок подачі тестової рідини в замкнуту ємність, заповнену тестовою рідиною, стисливість якої і забезпечує функціонування витратоміра. У камері такий витратомір створює при впорскуванні близький до показників циліндра протитиск, що дозволяє отримати точні результати за рахунок наближеності стендових умов роботи форсунки до умов в ході експлуатації двигуна. Швидкодія таких витратомірів дає можливість визначати безперебійність циклу подачі, одночасно виявляючи недоліки функціонування форсунок [2].

Ті ж рішення використовуються на діагностичних стендах для оцінки форсунок паливної системи Common Rail. Основна функція такого обладнання полягає у визначенні під час функціонування форсунок ключових показників, а саме: продуктивності, швидкодії, характеристик сигналу, що подається на електромагнітний клапан управління, витрати палива на управління, опору обмотки котушки клапана, температури палива при перепуску, тривалості затримки при спрацьовуванні клапана. Форсунки управляються за рахунок генерування створюваних і керованих за допомогою спеціального програмного забезпечення силових імпульсів (тобто управління здійснюється з ПК). У представлений системі клапани тиску і витрати управляються незалежним регулятором [1, 2].

Крім діагностування паливної апаратури на стендах у різних дослідженнях зустрічаються також і інші методи без зняття форсунок з двигуна. Для реалізації цих методів застосовують поєднання діагностичного сканера і різних комплектів для діагностування систем Common rail, наприклад, комплекс для діагностування «Common Rail Tester» тощо [5].

Слід зазначити, що кожен з цих методів вимагає зняття автомобіля з лінії, проведення робіт зі зняття та встановлення паливної апаратури або додаткового обладнання, або перевірку автотранспортного засобу на спеціальних стендах, що тягне за собою додаткові витрати, а також може знижувати ресурс елементів паливної апаратури.

Отже для автомобілів потрібен новий підхід до визначення технічного стану паливних форсунок, що забезпечує дотримання вимог по димності відпрацьованих газів і не передбачає виведення транспортного засобу з експлуатації. Цей підхід може бути реалізований за допомогою методу, в основу якого покладено безперервний контроль параметрів, що використовуються ЕБК двигуна.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Paul Dempsey Troubleshooting and Repairing Diesel Engines. McGraw Hill, 2008. 408 pp.
2. Hubertus Günther. Diesel Diagnose. Vogel und Druck GmbH & Co, KG, Würzburg. 2003. 176 pp.
3. Жерновий А. С. Вибір діагностичних параметрів для експрес-діагностування дизелів [Текст] / А. С. Жерновий, О. Д. Климуш, К. С. Колобов // Вісник нац. транспортного ун-ту. К. : НТУ, 2012. Вип. 25. С. 175-178.
4. Greeves G., Tullis S., Burkner B. Advanced Two-Actuator EUI and Emission Reduction for Heavy-Duty Diesel Engines. SAE Technical Paper 2003-01- 0698, 20 p.
5. Олійник В. В., Смирнов Є.В. методи діагностування системи живлення Common Rail // Регіональна науково-практична Інтернет-конференція студентів, аспірантів та молодих науковців Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи – 2020. Вінниця, ВНТУ, 2020. URL : <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2020/paper/viewFile/8539/7132>

Фалюкович Олег Ігорович – магістрант групи 1АТ-24м, Факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Смирнов Євгеній Валерійович – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Faliukovich Oleh – student of group 1AT-24m, Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University

Smyrnov Yevhenii – PhD (Eng.), associate professor, associate professor of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia