

# МЕТОДИ ДІАГНОСТУВАННЯ ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНИХ ФОРСУНОК ДИЗЕЛІВ

Вінницький національний технічний університет

**Анотація** В роботі виконано огляд методів діагностування електрогідрравлічних форсунок систем живлення Common Rail дизельних двигунів. Встановлено, що існуючі методи діагностики є досить трудомісткими, а отже є потреба в подальшому вдосконаленні цих методів.

**Ключові слова:** дизель, система живлення, Common Rail, діагностування, технічний стан, електрогідрравлічна форсунка

**Abstract** The paper reviews the methods of diagnosing electrohydraulic injectors of common rail power systems of diesel engines. It is established that the existing diagnostic methods are quite time consuming, and therefore there is a need for further improvement of these methods..

**Keywords:** diesel, fuel system, Common Rail, diagnostics, technical condition, electrohydraulic injector

Основним завданням розвитку автомобільного транспорту в сучасних умовах є покращання продуктивності, економічності і, що особливо важливо, екологічності автомобілів. Автомобілі з дизельним двигуном складають і ще довго складатимуть основу вантажопасажирського сектора, сектора будівельних і дорожніх машин, машин військового призначення, сектора транспортних засобів і машин сільськогосподарської галузі. Також дизеля досить широко використовуються і на легковому транспорті.

Дизельні двигуни мають ряд переваг, однак основною їх проблемою залишаються кількість і склад відпрацьованих газів. У 2015 році введено черговий екологічний стандарт Євро-6, що змусило виробників перейти на акумуляторні системи подачі палива – системи Common Rail (CR). Дизеля, обладнані цією системою, в порівнянні з ранніми системами подачі палива, мають більш високі екологічні показники, тягово швидкісні характеристики, високу економічність, плавність і малу гучність роботи. Тому система Common Rail отримала значне поширення серед систем подачі палива дизелів і є однією з найбільш перспективних на сьогоднішній день [1, 2, 3].

Система Common Rail являє собою складну наукомістку структуру, як в розробці і виробництві, так і в експлуатації. Питання діагностики, технічного обслуговування і ремонту цих систем порушені в працях багатьох вітчизняних на закордонних вчених.

Ефективність експлуатації автомобіля безпосередньо залежить від способів і методів технічних впливів, спрямованих на підтримку і відновлення його технічного стану, що визначає час діагностики та ремонту, а, відповідно, матеріальні витрати і простій автомобілів. В даному сенсі алгоритми, рекомендовані виробником, не завжди ефективні. Тому пошук нових, більш оптимальних наукових і технічних рішень в даній області залишається актуальним.

Методи і засоби для діагностики даної системи представлені у вигляді структурної схеми (рис. 1). Стендова діагностика (зі зняттям апаратури) має на увазі безмоторну перевірку паливної апаратури Common Rail з певних тест-планів, що відображає характерні режими роботи. Для проведення такої перевірки необхідний демонтаж компонентів паливної апаратури з автомобіля, що не завжди виправдано і тягне більш високу собівартість робіт і витрати часу, на відміну від діагностики без втручання в конструкцію системи. На практиці, як правило, доцільно проводити первинну діагностику на автомобілі і за її результатами вживати подальших дій.

Діагностування, що проводиться на автомобілі, починається з аналізу даних, отриманих за допомогою автомобільного сканера. Основними інформативними параметрами при цьому є значення фактичного і заданого тисків, залежність між якими визначає середній струм управління клапана, що регулює тиск у акумуляторній рейці.

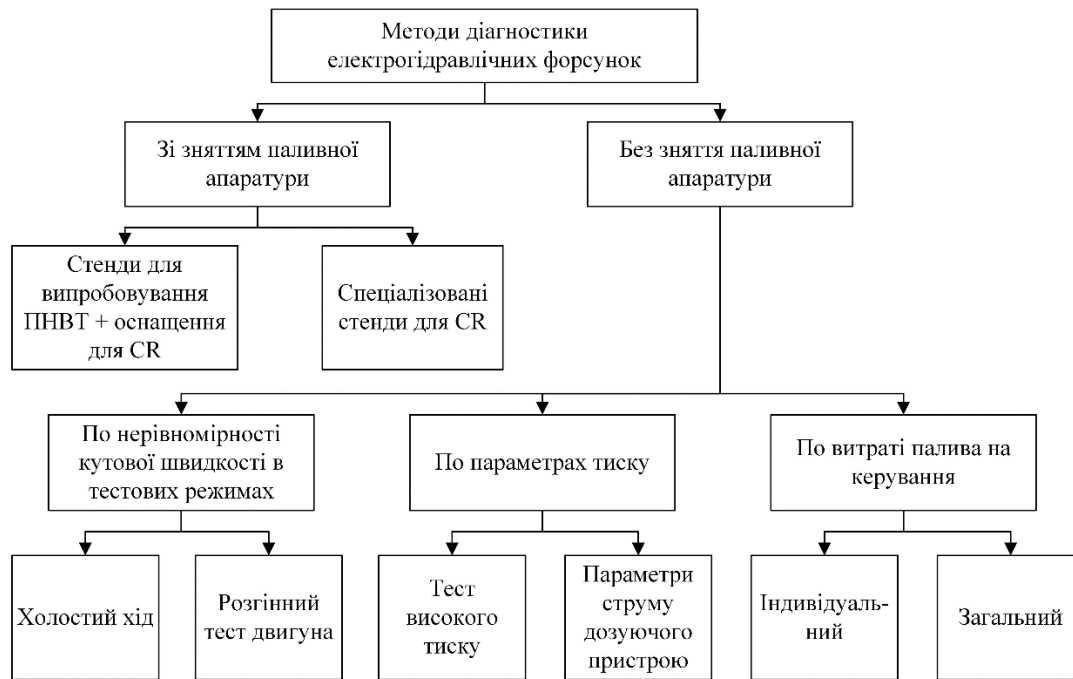


Рис. 1. Методи і засоби для діагностики електрогідравлічних форсунок

Така перевірка здійснюється як у функціональному режимі на холостому ході, так і тестовому, коли електронний блок керування збільшує тиск до певного значення (аж до максимально можливого). Якщо в акумуляторі присутній витік, струм в ланцюзі регулятора тиску змінюється, таким способом система намагається привести тиск в акумуляторі до заданого, реалізуючи зворотний зв'язок. У ланцюзі нормально-відкритого регулятора тиску струм, в разі витіку з акумулятора тиску зменшується, а для нормальнозакритого – збільшується.

Режим холостого ходу не є єдиною можливим. Пропонується також [3, 4, 5] використовувати режими розгону вибігу двигуна з паралельним аналізом процесів. Наприклад, підвищені витіки приводять до відхилень фактичного тиску щодо заданого.

Відомий також спосіб, при якому в якості діагностичного параметра виступає величина індивідуальної корекції подачі палива при роботі двигуна на холостому ході. Для прикладу, в шестициліндровому двигуні кожен циліндр в своєму робочому циклі прискорює двигун протягом  $120^\circ$ . Електронний блок виконує оцінку роботи двигуна, відповідно, протягом  $120^\circ$  і коригує тривалість впорскування форсунок циліндрів з меншою потужністю на більш тривалий час, а більш потужних циліндрів – на більш короткий час.

Поправочна кількість палива являє собою відхилення від заданого значення. Дані відхилення також можуть використовуватися для пошуку несправностей. При оцінці необхідно враховувати порядок роботи (чергування тактів). Кількість палива, що впорскується, розраховується з тривалості впорскування і тиску в загальній магістралі. Якщо інжектор не відкривається, то розрахункова кількість більша, ніж дійсна.

Чутливість даного способу не завжди достатня, в разі великого витіку в електрогідравлічних форсунках, величина поправки може бути несуттєвою, що відчутніше проявляється зі зростанням кількості циліндрів двигуна. Крім того, при рівномірному зносі відхилення в паливних корекціях будуть мало помітні.

Відомий також спосіб діагностики, при якому про роботу форсунок судять по частоті обертання колінчастого вала при певних кутових положеннях, відповідних, наприклад, проміжку такту робочого ходу, коли відбувається процес розширення кожного з циліндрів без компенсації циклової подачі. Цей спосіб має недоліки, аналогічні попередньому, так як не дозволяє однозначно виявити витік, він дозволяє лише судити про рівномірність циклових подач.

Існує спосіб, у якому для локалізації індивідуальних витоків запропоновано використовувати зміну нагріву корпусу форсунки, і, як наслідок, електричних характеристик, однак якщо електрогідравлічна форсунка знаходиться під клапанною кришкою, на точність будуть впливати і температурні чинники двигуна.

Описані вище методи діагностики мають ряд недоліків, які не дозволяють визначати індивідуальний технічний стан електрогідравлічних форсунок. При цьому найчастіше визначається тільки їх загальний технічний стан.

Відомим і інформативним способом поелементного діагностування електрогідравлічних форсунок є спосіб, при якому за певний час вимірюється величина витрати палива на управління від кожної форсунки при роботі двигуна, наприклад, на холостому ході. Такий метод досить точний, але на практиці його недоцільно застосовувати в разі розташування форсунок під клапанною кришкою через високу трудомісткість.

Розроблено спосіб діагностики несправностей інжекторів, в тому числі за індивідуальними витокам, при якому аналізується зміна тиску в порожнині подачі форсунки шляхом установки всередину кожної давача, причому для кожної електрогідравлічної форсунки визначена індивідуальна залежність зміни тиску для різних характерних режимів, відхилення від якої дозволяють фіксувати практично будь-яку несправність. Зазначений спосіб перспективний, однак досить високотехнологічний і складний, його неможливо використовувати на існуючих системах Common Rail.

**Висновок.** Контроль технічного стану систем живлення Common Rail має ряд особливостей, що, в свою чергу, вимагає нових знань, методів і рішень. Найбільш важливими і найменш надійними елементами цієї системи є електрогідравлічні форсунки. В даний час діагностика їх технічного стану є дорогою і трудомісткою процедурою, тому що виконується на спеціалізованих стендах і пов'язана з великим обсягом розбірно-складальних робіт. У разі, коли форсунки розташовані під клапанною кришкою, доступним місцем для діагностичних перевірок є загальна зворотна магістраль, але існуючими методами виходить визначити тільки загальний технічний стан і необхідність демонтажу всіх форсунок. Спроби знизити трудомісткість і підвищити інформативність контролю технічного стану цих систем відомими методами наштовхуються на протиріччя, викликане браком знань про закономірності зміни тиску і витрати палива в загальній зворотній магістралі при зносі електрогідравлічних форсунок, що вимагає розробки методів діагностики, спрямованих на вирішення цієї задачі.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Системы управления дизельными двигателями. Пер с нем. М.: ЗАО КЖИ «За рулем», 2004. 480 с.
2. Фонов В.В. Компоненты перспективных топливных систем аккумуляторного типа с электронным управлением для транспортных дизелей. М.: 2004. 198 с.
3. Грехов Л.В. Топливная аппаратура дизелей с электронным управлением. М.: Легион-Автодата, 2003. 176 с.
4. Кривцов С.Н. Динамический метод диагностирования автомобильных дизельных двигателей, оснащенных аккумуляторной топливоподающей системой // Автомобильная промышленность №9 2015. с. 26-30.
5. Якимов И.В. Анализ формирования утечек топлива в электрогидравлических форсунках автомобильного дизельного двигателя / Якимов И.В., Кривцов С.Н. // Вестник ИрГТУ №6 2016 с. 163-168.

*Любар Ярослав Иванович* – магістрант групи 1АТ-19м, Факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

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

*Liubar Yaroslav* – student of group 1AT-19m, Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University

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