

## ФОРСУНКИ ДИЗЕЛЬНИХ ДВЗ, ЯК ОБ'ЄКТ ДІАГНОСТУВАННЯ

Шабельник І., Доніч М. ЗВО, Сорокін С.П., доцент, канд. техн. наук

*Державний біотехнологічний університет*

*Наведені результати аналізу особливостей будови паливного контуру дизелів CR, та будови їхніх форсунок. Розглянуті основні несправності форсунок та засоби для їхнього діагностування.*

На сучасних дизелях застосовуються паливні системи трьох типів [1]:

- акумуляторні (системи CR);
- механічні не розділеного типу (з насос – форсунками Памп-Дус);
- механічні розділеного типу (класичні системи).

Для забезпечення високих показників дизеля за витратою палива, ефективною потужністю та відповідністю екологічним вимогам необхідно своєчасно проводити оцінювання технічного стану функціональних елементів паливної системи та проводити необхідний обсяг ремонтно-обслуговуючих дій, визначених на підставі результатів діагностування з метою забезпечення роботоздатності функціональних елементів системи.

Залежно від методів що застосовуються при діагностуванні елементів паливної системи певного типу у загальній будові паливної системи можна виділити наступні контури:

- паливний контур;
- повітряний контур;
- електричний контур.

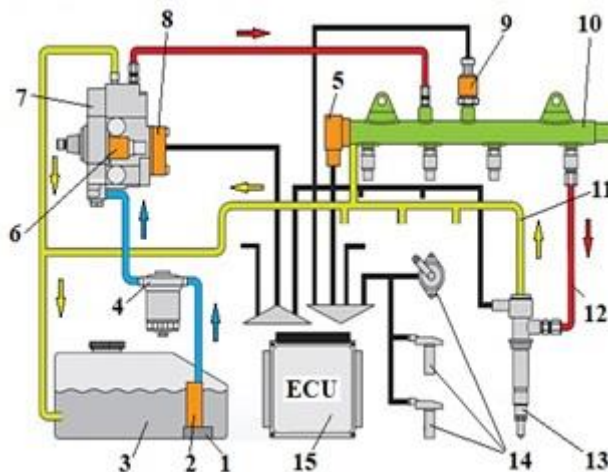
У свою чергу паливний контур систем можна поділити на:

- паливо підкачувальний контур низького тиску (КНТ);
- контур високого тиску (КВТ);
- контур зворотної лінії («обратки», буває з редуційним клапаном і без нього (КЗЛ) [2].

В даний час найбільше поширення отримали чотири типи систем, паливоподачі, названим на ім'я їх виробника. Це BOSCH, DELPHI, DENSO і SIEMENS, яка також ідентифікувалась як VDO, а зараз позиціонується як CONTINENTAL.

На рис. 1. наведено схему паливного контуру на прикладі акумуляторної систем CR, як найбільш поширеного на сучасних дизельних двигунах.

Паливний контур працює так. З ПНВТ 7 паливо під тиском 160–210 МПа надходить у загальний паливопровід – рампу 10 (акумулятор), далі трубками високого тиску 12 підводиться до кожної форсунки 13. Форсунки подають паливо під тиском в камеру згоряння. Тривалість упорскування визначається тривалістю електричного імпульсу від електронного блоку управління двигуна 15. Рівень тиску палива в рампі, оптимальний на кожному режимі роботи двигуна, задається електронним блоком управління ECU та визначається балансом витрати палива через форсунки та продуктивністю паливного насоса.



1 – фільтр грубого очищення палива; 2 – електричний паливо підкачувальний насос; 3 – паливний бак; 4 – фільтр тонкого очищення палива; 5 – датчик тиску палива в акумуляторі; 6 – шестеренний паливо підкачувальний насос; 7 – паливний насос високого тиску (ПНВТ); 8 – вимірювальний вузол ПНВТ; 9 – датчик тиску в акумуляторі; 10 – акумулятор тиску (рампа); 11 – паливопровід зворотного зливу (обратка); 12 – паливопровід високого тиску; 13 – форсунка; 14 – датчик управління; 15 – електронний блок управління

Рис. 1. Схема паливного контуру акумуляторної системи подачі палива

У системі CR тиск упорскування палива не залежить від частоти обертання колінчастого валу двигуна, моменту початку та тривалості упорскування.

Дійсна величина подачі палива визначається тиском та розрахунковою тривалістю упорскування.

Датчики 14, розташовані на двигуні, передають інформацію про роботу систем на електронний блок управління 15, який використовує цю інформацію для управління упорскуванням і подачі сигналу про роботу інших систем на щиток приладів та управління виконавчими механізмами, що забезпечують роботу двигуна.

Фільтр тонкого очищення палива 4 забезпечує високий ступінь очищення палива, оскільки система CR більш чутлива до забруднення палива.

Основним функціональним елементом паливних систем різних типів, що суттєво впливає на показники роботи дизеля є форсунка. Як кінцевий елемент системи, форсунка інтегрує у собі технічний стан усіх функціональних елементів системи з урахуванням власного технічного стану .

В системах CR дизелів різних виробників використовуються форсунки певної конструкції. На перших поколіннях застосовувалися форсунки з електромагнітним клапаном, який управляв підйомом голки в розпилювачі. Внаслідок необхідності більш гнучкого регулювання упорскування на деяких дизелях застосовуються форсунки з п'єзоелементом. Останнім часом виробники паливної апаратури повертаються до технології електромагнітних форсунок, оскільки час їх реакції на команди ЕБУ вдалося зробити коротше.

Розпилювачі різних марок дизелів відрізняються за діаметром соплових отворів, їх кількістю і кутами нахилу соплових отворів до вісі розпилювача ( $\varphi_1$ ,  $\varphi_2, \varphi_i$  – кути у шатрі рис 2а) та кутами розташуванням соплових отворів у плані ( $\alpha_1, \alpha_2 \alpha_i$  рис. 2б).

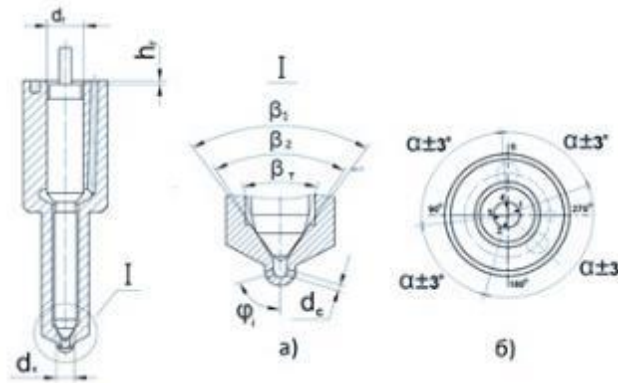


Рис. 2. Конструкція типового розпилювача форсунки.

Підвищення експлуатаційної надійності і економічності дизелів у значній мірі залежать від початкової якості, досконалості та відповідності конструкції функціональних елементів, що постачаються на ринок у якості запасних частин. Найбільш часто приходиться замінювати розпилювачі форсунок. Неякісна робота форсунки веде до зниження ресурсу двигуна, погіршенню параметрів робочого процесу, виходу з ладу інших важливих вузлів двигуна порушення екологічних вимог.

Несправності форсунок виникають внаслідок внутрішніх і зовнішніх впливів. Всі несправності форсунок швидко проявляються і їх легко можна встановити не вдаючись до професійної діагностики [3].

Несправності дизельних форсунок можуть бути проявлятися в роботі двигуна у наступному:

- висока температура, а також «дизельний стукіт»;
- провали, рідше ривки двигуна при збільшенні навантажень;
- нестійка робота на невисоких обертах;
- чорний або білий дим і токсичний вихлопу та т.ін.

Явною ознакою несправності паливної апаратури є падіння потужності і не коректна робота двигуна при збільшенні обертів. Експлуатаційні несправності дизельних форсунок можуть бути розділені на 2 категорії:

1. Несправна робота форсунок внаслідок неправильно монтажу або складання форсунок;

2. Несправності, викликані забрудненням форсунок внаслідок застосування неякісного палива (особливо при використанні палив з вмістом біокомпонентів). Неякісне паливо з часом забруднює паливну систему Воно також може привести до порушення герметичності форсунки, зносу або закоксуванню соплових отворів, осмоленню голки, блокування паливних фільтрів.

У процесі обслуговування форсунки відновлюють до працездатного стану, одночасно регулюючи і замінюючи функціональні елементи що вийшли з ладу на нові. Своєчасне технічне обслуговування форсунок знижує інтенсивність зношування деталей що спрягаються і забезпечує необхідну стабільність значень параметрів їх стану [3].

Для контролю параметрів форсунок акумуляторних систем упрскування CR разом з опресовочними стендами застосовують генератор імпульсів (рис. 3)



Рис. 3. Тестер форсунок дизелів

Генератор імпульсів для дизельних форсунок у поєднанні з опресовочний стандом (тестер форсунок) - це універсальне обладнання, призначене для діагностування працездатності механічних, електромагнітних і п'єзо форсунок дизельних двигунів виробництва Bosch, Denso, Delphi, Siemens і ін.

Тестер дозволяє провести тестування форсунок за такими параметрами: - тиск спрацьовування (для механічних форсунок); - час спрацьовування форсунки (для форсунок Common Rail п'єзо і електромагнітного принципу); гідрощільність та герметичність форсунки, якість розпилювання палива. Додатково у системах паливоподачі CR: - форму конуса розпилювання; електричний опір соленоїда електромагнітної форсунки; електричну ємність п'єзо форсунки.

### **Висновки**

Підвищення експлуатаційної надійності і ефективності використання дизельних ДВЗ автомобілів може бути досягнуте за рахунок удосконалення технології оцінки технічного стану агрегатів паливної апаратури.

Найбільш суттєвий вплив на потужність, паливну економічність та екологічну безпечність оказує технічний стан агрегатів паливної апаратури, особливо форсунок.

### **Список використаних джерел**

1. Сучасні системи живлення дизелів. - URL: <https://propozitsiya.com/ua/suchasni-sistemi-zhivlennya-dizeliv>
2. Системы управления дизельными двигателями Bosch. Узлы и агрегаты/ [Перевод с немецкого Ю.Г.Грудский, А.Г.Иванов]. – М.: ЗАО «КЖИ За рулём», 2004. – 478 с.
3. Практикум з технічної діагностики: навч. посібник /О.В. Козаченко, С.П. Сорокін, О.М. Шкрегаль та ін.; — Х.: Факт, 2013.; 436с.