

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра технічного сервісу та інженерного менеджменту
імені М.П.Момотенка

УДК 629.3.083:621.45.04

ПОГОДЖЕНО

Декан механіко-технологічного
факультету

д.т.н., с.н.с

Братішко В.В.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри технічного сервісу
та інженерного менеджменту

імені М.П.Момотенка

Роговський І.Л.

2023 р.

2023 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «Удосконалення тестового діагностування систем паливоподач
двигунів автомобілів в умовах ТОВ «Аграрний комплекс
"Тернопільчанка»»

Спеціальність – 274 «Автомобільний транспорт»

Освітня програма – «Автомобільний транспорт»

Орієнтація освітньої програми – освітньо-професійна

Гарант освітньої програми:

Доктор технічних наук, проф.

«підпис»

Войтюк В.Д.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

к.т.н., доцент

«підпис»

Шатров Р.В.

Виконав

«підпис»

Сивак А.І.

Київ – 2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра технічного сервісу та інженерного менеджменту
імені М.П.Момотенка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри технічного сервісу та
інженерного менеджменту
імені М.П.Момотенка,

І.Л.Роговський

“ ” _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Сивак Андрію Івановичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність – 274 «Автомобільний транспорт»

Освітня програма – «Автомобільний транспорт»

Орієнтація освітньої програми – освітньо-професійна

Тема магістерської кваліфікаційної роботи: «Удосконалення тестового діагностування систем паливоподачі двигунів автомобілів в умовах ТОВ «Аграрний комплекс "Тернопільчанка"».

затвержені наказом ректора НУБіП України від «30» грудня 2022 року №1944 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру: 10.11.2023 р.

Вихідні дані до роботи:

1. Науково-технічна література: результати науково-дослідних робіт по літературних джерелах тестового діагностування систем паливоподачі двигунів автомобілів

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. ОГЛЯД СУСПІЛЬНИХ МЕТОДІВ ДІАГНОСТУВАННЯ
2. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ ЖИВЛЕННЯ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГУНА
3. РОЗРОБКА СПОСОБУ ДІАГНОСТУВАННЯ СИСТЕМ ЖИВЛЕННЯ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГУНА

Дата видачі завдання 18.09.2022 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

(підпис)

Р.В. Шатров

(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання

(підпис)

А.І. Сивак

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Магістерська робота містить розрахунково-пояснювальну записку на 69 стор. машинописного тексту.

Ключові слова: діагностичні роботи, залежності, система живлення, дизельний двигун, метод діагностування, насос-форсунки, датчик тиску, системний, методика, дослідження.

Завдання забезпечення якості діагностичних робіт системи живлення може бути успішно реалізовано лише на основі використання сучасних інформаційних технологій, в основу яких покладено досягнення вітчизняної та зарубіжної системи діагностування техніки. Однак, незважаючи на вищесказане, в нашій країні в даний час ще широко використовується автотранспорт, випущений у 90-і і навіть 80-і роки, що не дозволяє відмовлятися від добре відомих, впроваджених раніше методів і засобів діагностування системи живлення дизельних двигунів.

Таким чином, питання діагностування системи живлення дизельних двигунів автомобілів, проблеми створення нових, надійних методів діагностування завжди залишатимуться актуальними.

ВСТУП	5
1. ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ ДІАГНОСТУВАННЯ	9
1.1. Опис найчастіших несправностей системи живлення дизельних двигунів ..	9
1.2. Загальні відомості	13
1.3. Поелементне діагностування та усунення несправностей	13
1.4. Перевірка датчиків та виконавчих механізмів систем живлення дизельних двигунів з електронним керуванням	18
1.5. Перевірка тиску в системі живлення двигуна	20
1.6. Особливості діагностування несправностей систем з насос-форсункою ..	21
1.7. Регулювання насос-форсунки після встановлення	23
1.8. Перевірка та встановлення кута випередження	24
1.9. Особливості діагностування несправностей систем Common Rail	31
2. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ ЖИВЛЕННЯ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГУНА	42
2.1. Обґрунтування вибору засобів діагностування	42
2.2. Комп'ютерна діагностика електронного блоку керування двигуном	44
2.3. Пошук несправностей з допомогою аналізу відпрацьованих газів (ОВГ) ..	47
2.4. Діагностування несправностей із використанням датчиків тиску	50
2.5. Обґрунтування розробки способу діагностування	52
3. РОЗРОБКА СПОСОБУ ДІАГНОСТУВАННЯ СИСТЕМ ЖИВЛЕННЯ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГУНА	54
3.1. Методика діагностування	54
3.2. Опис процесу діагностування	56
ВИСНОВОК	64
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	66

ВСТУП

Рівень автомобілізації світового сучасного суспільства висуває підвищені вимоги до надійності автотранспортних засобів, забезпечення техніко-економічних властивостей і зниження техногенного впливу, передусім - викидів шкідливих речовин у довкілля.

Незважаючи на зростання вартості дизельного палива, яка за ціною зрівнялася з бензином, експлуатація транспортних засобів із сучасними дизельними силовими установками зберігає свої переваги: економічність, відсутність системи запалювання, високий момент, що крутить, довговічність, високий ККД.

Тим не менш, навіть найнадійніші дизельні агрегати є складними технічними пристроями, що експлуатуються в жорстких умовах. Високі температури і тиск, вібрація, тривала робота в екстремальних режимах неминуче призводять до руйнування частин, що труться, і деформації порожнистих елементів, в яких відбувається згоряння палива і циркуляція розпечених вихлопних газів.

Вітчизняне та світове автомобілебудування нині відмовляється від використання недосконалих систем живлення дизельних двигунів внутрішнього згоряння та переходить до використання більш сучасних, у тому числі й електронних систем живлення дизельних двигунів автомобілів.

У той же час спостереження показали, що експлуатація в жорстких умовах, а також ускладнення системи живлення призвело до збільшення функціональних та параметричних відмов.

На систему живлення припадає 9% несправностей автомобілів із дизельними двигунами. Оскільки надійність сучасних двигунів досить висока, відмови рідко відбуваються спонтанно, зазвичай є наслідком розвитку дефекту вузла.

Система живлення дизельного двигуна призначена для розміщення, очищення та своєчасної подачі паливоповітряної суміші в циліндри в потрібній кількості та під достатнім тиском на всіх режимах його роботи за будь-якої

температури навколишнього повітря. Тому відхилення в її роботі миттєво відображаються на робочих показниках двигунів, тому існує гостра необхідність у точному та своєчасному діагностуванні системи живлення.

Це зумовлює необхідність удосконалення існуючих та розробки нових методів та засобів діагностування системи живлення дизельних двигунів.

Транспортний комплекс є найважливішою ланкою економіко-соціальної інфраструктури країни та покликаний своєчасно та якісно забезпечувати потреби населення у перевезеннях та послугах, життєдіяльність усіх галузей економіки та національну безпеку держави.

Автомобільний транспорт займає позицію лідера за обсягом перевезень пасажирів і вантажів у транспортній системі України. У 2020 року автомобільним транспортом перевезено 61,7 млн. тонн вантажів та 1 186,5 млн. пасажирів. Питома вага автомобільного транспорту у загальному обсязі перевезень вантажів усіма видами транспорту (за винятком трубопровідного) за січень-листопад 2020 становить 52,5%.

Питома вага у загальному обсязі перевезень пасажирів усіма видами транспорту за той самий часовий відрізок – 60,3%, міського електричного транспорту та метрополітену – 35,4%.

За даними управління ДПС МВС України, у структурних підрозділах Державтоінспекції на 1 січня 2022 р. зареєстровано близько 4,4 млн одиниць авто-, мототехніки та причепів до неї (88,9% - в особистому користуванні громадян, 11,9% - юридичних осіб), у тому числі близько 3,7 млн. автомобілів.

В особистому користуванні громадян перебуває 3,1 млн. легкових автомобілів, 149 тис. вантажівок і 11,6 тис. автобусів.

У веденні юридичних осіб - 135 тис. «легковиків», 262 тис. вантажних автомобілів та понад 32 тис. автобусів.

Забезпечуючи основні потреби міського та сільського населення у переміщеннях, автомобільний транспорт загального користування в сукупності з міським електричним транспортом та метрополітеном має незаперечну

соціальну значимість.

Для економічно вигідного використання автотранспортного комплексу необхідно мінімізувати час простою автомобілів з технічних причин. Внаслідок цього ефективне та якісне діагностування несправностей є дуже актуальним завданням. [1]

Все більше набирає популярності серед автолюбителів дизельний двигун, особливим попитом ці установки користуються на європейському ринку. З моменту своєї першої появи агрегат, що працює на дизельному паливі, зазнав безліч змін і поліпшень у своїй конструкції.

Сьогодні це вже не той двигун, який був десять років тому, сучасний дизельний двигун нічим не поступається бензиновому за шумністю, комфортом, екологічними показниками. А за деякими, такими як економічність, крутний момент, потужність, динамічні характеристики навіть перевершує.

Однак, в обслуговуванні між бензиновим двигуном та дизельним є значна різниця. Основна відмінність між двома установками, процес займання робочої суміші.

Пристрій і робота системи живлення в дизельних двигунах набагато складніше бензинового, щоб правильно експлуатувати агрегат необхідно розуміти принцип його роботи, по можливості стежити за якістю палива, що використовується, а також у разі виявлення несправностей проводити діагностику двигуна, так як втрачена з уваги несправність призводить до дуже дорогого ремонту.

Метою магістерської роботи є підвищення ефективності методів діагностування систем живлення дизельних двигунів.

Найбільш навантаженим у процесі експлуатації автомобіля є силовий агрегат, у більшості випадків це двигун внутрішнього згоряння (ДВЗ). До основних показників двигунів внутрішнього згоряння відносяться потужність, момент, що крутить, і витрата палива. При експлуатації з часом відбувається зміна регульованих параметрів, виникають несправності, що супроводжуються зменшенням потужності та збільшенням витрат палива. Основною причиною

виникнення несправностей деталей ДВЗ є зношування, внаслідок чого змінюється їх геометрія, збільшуються зазори між парами тертя. На збільшення зносу впливає безліч факторів: стиль водіння, умови експлуатації, несвоєчасне або некваліфіковане обслуговування, низька якість паливно-мастильних матеріалів, робота з детонацією, гартальним запаленням, несправними системами мастила та охолодження та інші причини. Як наслідок, зростають експлуатаційні витрати та проблеми у роботі. Експлуатація зношеного двигуна призведе до його пошкодження, а ремонт двигуна, що отримав пошкодження, вимагає великих капітальних вкладень. Найчастіше зміни характеристик

дизельного двигуна викликається несправністю паливної апаратури, яку доводиться 40%-50% всіх відмов, що у дизельному двигуні. Для виявлення несправностей потрібне проведення діагностичних робіт.

Об'єкт дослідження: системи живлення дизельних двигунів.

Завдання забезпечення якості діагностичних робіт системи живлення може бути успішно реалізовано лише на основі використання сучасних інформаційних технологій, в основу яких покладено досягнення вітчизняної та зарубіжної системи діагностування техніки. Однак, незважаючи на вищесказане, в нашій країні і в даний час ще широко використовується автотранспорт, випущений у 90-і і навіть 80-і роки, що не дозволяє відмовлятися від добре відомих, впроваджених раніше методів і засобів діагностування системи живлення дизельних двигунів.

Таким чином, питання діагностування системи живлення дизельних двигунів автомобілів, проблеми створення нових, надійних методів діагностування завжди залишатимуться актуальними.

1. ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ ДІАГНОСТУВАННЯ

1.1. Опис найчастіших несправностей системи живлення дизельних двигунів

Дизельні транспортні засоби сучасності характеризуються досить високим рівнем надійності всіх своїх компонентів та вузлів. При своєчасній заміні вийшли з ладу і елементів дизельного двигуна, що зносилися, ризик їх несподіваної відмови в процесі експлуатації практично зводиться до нуля. Тому дуже важливо своєчасно проводити точне діагностування можливих несправностей.

Наведемо найпоширеніші відхилення у роботі дизельних двигунів, що вказують на несправність.

1) Запуск двигуна утруднений.

- знос нагнітальних елементів насоса високого тиску;
- неправильний кут випередження подачі палива у двигуні;
- знос розпилювачів, що викликає погане розпилення палива;
- надто низький тиск упорскування;
- нестача палива перед насосом високого тиску через попадання повітря в систему подачі палива або засмічення паливопроводів та фільтрів;
- загусання палива взимку;
- Занадто мала доза палива при запуску, спричинена неправильною роботою регулятора;

- несправні свічки розжарювання.

2) Зниження потужності двигуна.

- знос прецизійних елементів паливного насоса високого тиску чи регулятора;
- неправильне регулювання насоса або всережимного регулятора;
- знос або пошкодження розпилювачів;
- неправильний кут випередження упорскування;
- надмірне зниження тиску впорскування;

- недостатня кількість палива, що подається системою нагнітання, через засмічення паливного фільтра, недостатньої продуктивності паливного насоса, що підкачує, або попадання повітря в паливну систему.

3) Підвищена витрата палива.

- неправильний кут випередження упорскування;
- знос нагнітальних елементів насоса високого тиску;
- неправильне регулювання насоса високого тиску;
- знос або пошкодження розпилювачів;
- надто велике зниження тиску впорскування;

- забруднений повітряний фільтр;
- витік палива;
- Недостатня компресія.

4) Чорний димний вихлоп.

- надмірна подача палива секціями насоса високого тиску;
- пізнє впорскування палива;
- зниження тиску відкриття форсунок;
- заїдання голки та збільшення отворів розпилювача форсунок;
- погане сумішоутворення в камері згоряння через нагару або нещільного закриття клапанів;
- неправильні зазори в клапанах;
- Недостатня компресія.

5) Сірий чи білий димний вихлоп.

- неправильне випередження упорскування;
- недостатня компресія;
- пробита прокладка головки блоку;
- Переохолодження двигуна.

6) Жорстка робота двигуна.

- надто раннє упорскування палива;
- велика різниця між дозами палива, що впорскується в різні циліндри двигуна;

- недостатня компресія.

7) Перегрів двигуна.

- неправильний кут випередження упорскування;

- погане розпилення палива форсунками (струмин замість «смолоскипа»).

8) Не розвивається повна потужність.

- неправильно відрегульована тяга педалі акселератора;

- забруднений повітряний фільтр;

- повітря в системі живлення;

- пошкоджено паливопроводи;

несправні кріплення розпилювачів форсунок;

- розпилювачі несправні;

- збитий кут випередження упорскування палива;

- Несправний паливний насос високого тиску.

9) Підвищений шум двигуна.

- забруднення в системі живлення, внаслідок чого не працюють розпилювачі;

- ущільнювальні шайби під розпилювачами відсутні або погано

встановлені;

Повітря у системі живлення.

10) Нерівномірна робота двигуна на холостому ході.

- не правильно встановлені обороти холостого ходу;

- утруднений хід педалі акселератора;

- ослаб паливопровід подачі палива між паливним насосом високого тиску та паливним фільтром;

- пошкоджено опорну пластину насоса високого тиску;

- зависання нагнітальних клапанів;

- несправності у подачі палива;

- Несправні розпилювачі, є відхилення в регулюванні форсунок або їхня несправність;

- Несправність всережимного регулятора частоти обертання колінчастого валу;

- Неправильне випередження упорскування.

11) Коливання частоти колінчастого валу.

- знос регулятора оборотів;

- розрегулювання або знос системи упорскування;

- Надмірний опір переміщенню елементів у системі регулювання;

- попадання повітря в паливну систему;

- Надлишковий тиск газів у картері.

12) Раптова зупинка двигуна

зміщення кута випередження нагнітання;

- засмічення паливного фільтра та нестача палива, що подається в насос;

- ушкодження трубопроводу упорскування;

- Зношування та перекіс поршня-розділювача, ротора або поршнів насоса високого тиску;

13) Часто виходять з ладу свічки накалювання.

- несправні форсунки у відповідних циліндрах;

14) Неможливо заглушити двигун.

- несправний запірний електромагнітний клапан;

15) Підвищується рівень моторного масла в картері

- Витік через ущільнювач ланцюгового або шестерного приводу насоса високого тиску;

16) Слабке гальмування двигуном.

- засмічені зливні паливопроводи;

- Неправильно встановлені прискорені обороти холостого ходу. [7,8,9, 10,11)]

Виходячи з цього опису ми бачимо широкий спектр можливих несправностей системи живлення дизельних двигунів, проте практично всі причини вивчені і відомі з цього випливає, що головною проблемою є точна діагностика несправності.

1.2 Загальні відомості

Можна виділити три основні методи діагностування дизельних двигунів:

- візуально-акустичний огляд.
- Вимірювання різних параметрів.
- комп'ютерна (електронна) діагностика.

Перший метод дозволяє виявити грубі несправності. Одного його, звичайно, недостатньо, але навіть візуальний та акустичний огляд, проведений досвідченим майстром, дає можливість оцінити стан деталей двигуна, наприклад, повітряними фільтрами, звуком вихлопних газів та ін [12]

Другий спосіб спрямований більш точно визначення несправностей з допомогою різноманітних вимірів, які характеризують роботу двигуна. Наприклад, діагностика дизельних двигунів передбачає вимірювання відносної компресії та витоків у циліндрах. За цими показниками вже можна виявити низку проблем двигунів внутрішнього згорання.

Третій метод допомагає виявити поломки в електронній системі керування роботою двигуна. Програмне забезпечення, що використовується, дозволяє дуже точно шляхом моніторингу датчиків і електроніки встановлювати несправності.

1.3 Поелементне діагностування та усунення несправностей

Поелементне діагностування включає перевірку роботи форсунок, перевірку на стендах ТНВД, діагностування паливного та паливопідкачувального насосів. Якість роботи форсунки можна перевірити на працюючому двигуні. Для цього послаблюють гайку кріплення паливопроводу високого тиску до форсунки. Якщо форсунка справна, то при її відключенні зміниться звук роботи двигуна та димність вихлопу. При несправній форсунці звук роботи двигуна змінюється незначно або зовсім не змінюється.

Для зняття форсунок від'єднують паливопроводи високого тиску та трубку скидання палива, потім форсунки вивертають. При встановленні форсунок їх затягують з необхідним моментом динамометричним ключем із замінних

ущільнювальних найб. Перевищення моменту затягування форсунок може спричинити деформацію різьблення головки блоку, появу тріщин припливу на голівці у місці кріплення форсунки, застрявання голки та інші несправності.

Працездатність знятих форсунок перевіряють на спеціальних стендах із ручним або електричним приводом насоса. Як технологічну рідину для перевірки форсунок старих конструкцій паливної апаратури використовують суміш відстояного дизельного палива марки «Л» з веретенною або авіаційною олією; в'язкість суміші (9,9...10) - 10 м/с. Для перевірки форсунок конструкцій паливної апаратури з електронним керуванням використовують спеціальну рідину відповідно до міжнародного стандарту ISO 4113.

Для випробування форсунок на стенді KI-3333A (Рис. 1.1) форсунку 2 вставляють у спеціальний пристрій для кріплення Н). Діючи рукояткою 9 зі швидкістю 60...80 хитань за хвилину, наповнюють канали форсунки паливом до появи струменя палива з розпилювача. За манометром 4 визначають тиск на початку впорскування, одночасно перевіряють якість розпилення палива форсункою. Розпорошене паливо відсмоктується вентилятором, що має привід від пневмотрубки або електродвигуна. Паливо впорскується в прозору камеру 3 з підсвічуванням.

Герметичність розпилювача за замикаючим конусом перевіряють при відрегульованому тиску початку впорскування, після чого знижують тиск на 0,0...2,5 МПа. Цей тиск утримується протягом 10 с. Потім до голівки розпилювача притискають аркуш чистого паперу; якщо папір залишається сухим або на ньому є волога пляма діаметром до 3 мм, це вказує на герметичність розпилювача; якщо діаметр вологої плями більше 3 мм або папір вологий, значить, розпилювач негерметичний.

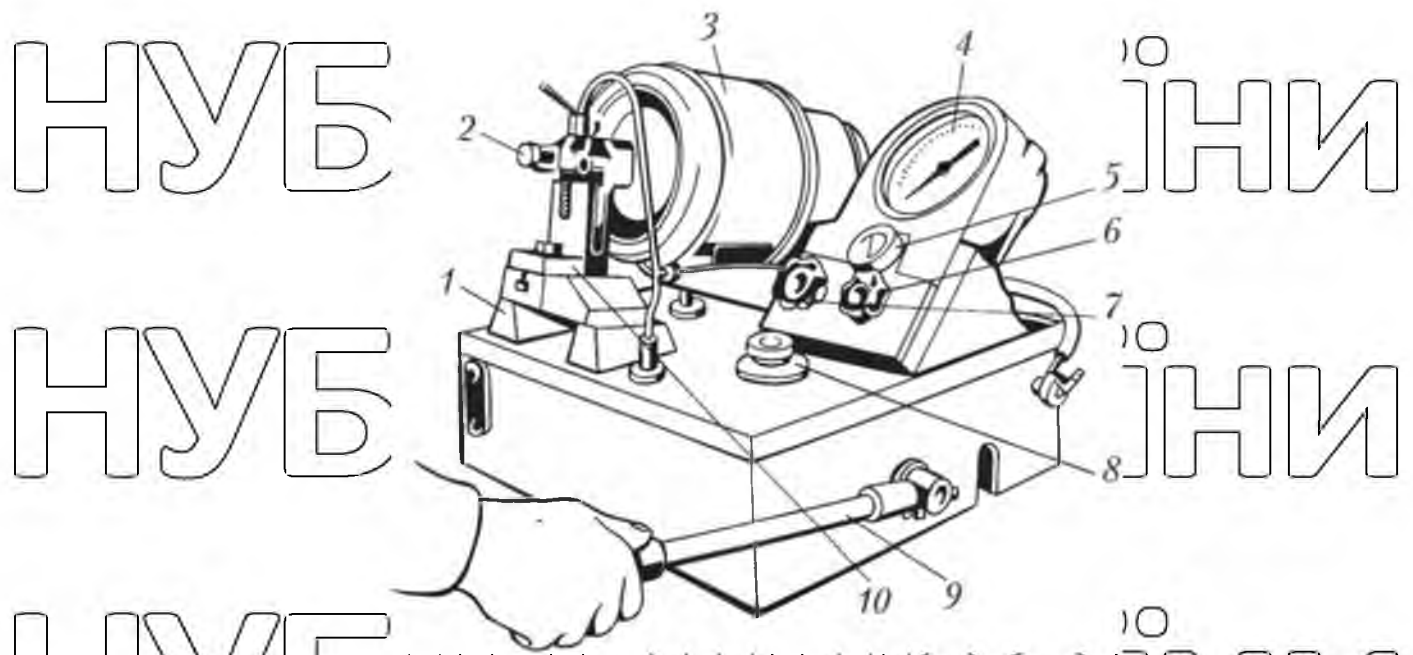


Рис. 1.1 - Загальний вигляд стенду для випробування форсунок КІ-3333А:
 1 - корпус; 2 - форсунка; 3 - камера впорскування; 4 - манометр; 5 - секундомір; 6, 7 - рукоятки клапанів відповідно манометра та насоса; 8 - пробка заливної горловини для палива; 9 - рукоятка приводу насоса; 10 - пристрій для кріплення форсунок

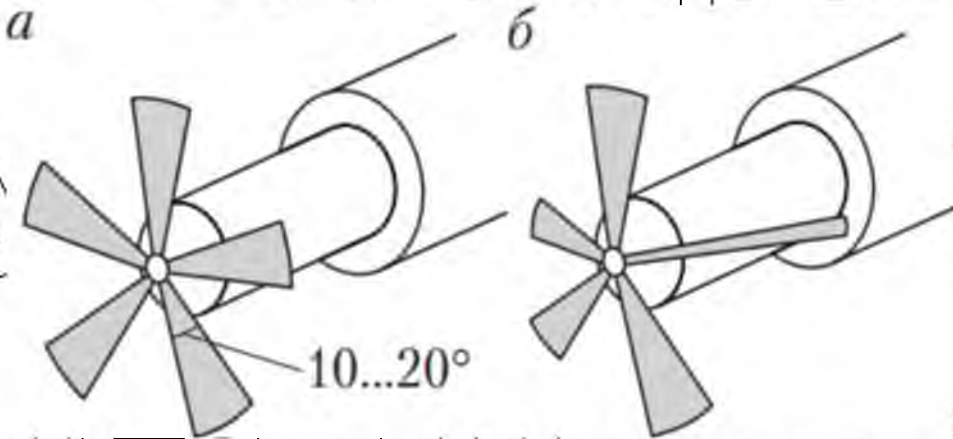


Рис. 1.2 - Форма струменів розпилу: а - правильна; б - неправильна

Якщо тиск не відповідає заданим діапазнам, необхідно розібрати форсунку та замінити регульовальну шайбу (легкові автомобілі) або відрегулювати тиск за допомогою регульовального гвинта (вантажні автомобілі).

При перевірці форсунок частота коливань важеля повинна бути 60...90 за хвилину. Дизельне паливо, що розпилюється, що виходить з розпилювача

форсунки повинні бути туманообразним, тобто. без помітних окремих крапель, суцільних струмочків і легко розрізняються місцевих згущень. Струменя повинна бути з явно вираженим конусом $10...20^\circ$ (рис. 1.2).

Характерний «детонаційний» звук під час перевірки форсунки ні сприймається як несправність.

У разі незадовільних результатів перевірки форсунки розбирають та очищають. [13]

Для перевірки форсунок без зняття їх з двигуна можуть застосовуватися простіші прилади типу NC 25) (рис. 1.3), перевагою яких є можливість проведення перевірки безпосередньо на дизельному двигуні без зняття форсунок.



Рис. 1.3 - Прилад для перевірки форсунок без демонтажу

Прилад складається із штуцера 1 для приєднання форсунки до паливопроводу, манометра 2, насоса 3. За допомогою такого приладу можна контролювати тиск на початку впорскування та герметичність посадки голки форсунки. [14]

Поетапне діагностування включає перевірку ТНВС на стендах. Сучасний стенд для перевірки паливних насосів/дизельних двигунів (рис. 1.4) складається з корпусу 1, на який встановлюють насос, що перевіряється, що приводиться в дію за допомогою електродвигуна етенда через сполучну муфту 4. Зміна частоти

обертання електродвигуна стенду здійснюється рукояткою 5. Паливо від перевіряє етажним форсункам стенду 2, закріпленим на стійці. Контроль за пранездатністю форсунок здійснюють монітором або безпосередньо по мензурках, в які виливається паливо з контрольних форсунок. Для визначення тиску та розрідження при роботі ТНВД передбачений блок манометрів 3 та вакуумметр.

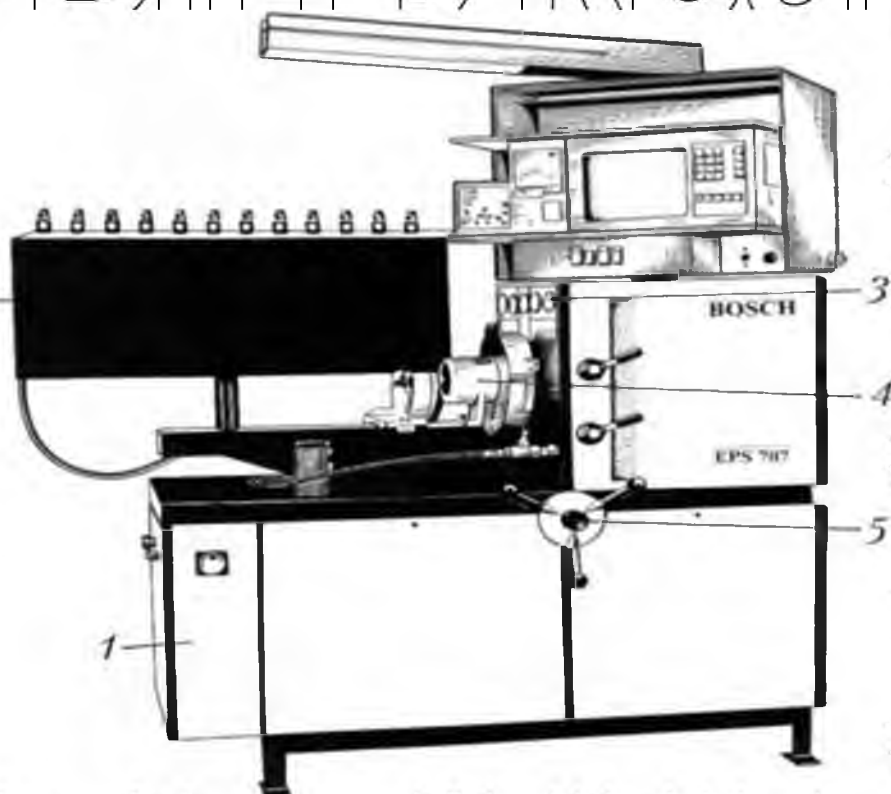


Рис. 1.4) Стенд для перевірки плунжерних паливних насосів дизельних двигунів

У зв'язку зі зростаючими вимогами щодо зниження витрати палива, токсичності відпрацьованих газів та підвищення ефективної потужності дизеля зростає потреба у більш точному діагностуванні та регулюванні ТНВД.

Регулювання ТНВД здійснюється на спеціалізованому стенді, який відтворює умови роботи паливної апаратури на дизелі. Так як конструкції ТНВД мають як загальні рішення, так і значні відмінності, особливо в частині електронного управління, то для споживача важливо знайти оптимальний баланс

між функціональним виконанням стенду, необхідним для регулювання ТНВД, та грошовими витратами на придбання необхідного обладнання відповідної якості [15].

1.4. Перевірка датчиків та виконавчих механізмів систем живлення дизельних двигунів з електронним керуванням

Більшість датчиків та виконавчих механізмів можна перевірити за допомогою осцилографа (осцилоскопа) та мультиметра (тестера).

При пошуку несправностей в електричних пристроях, для перевірки параметрів, які під час роботи не змінюються або змінюються повільно (наприклад, напруга живлення, опір тощо), у більшості випадків підходить мультиметр із цифровим дисплеєм, що дозволяє визначати вимірювані параметри з великою точністю. Для реєстрації величин, які часто змінюються за короткий проміжок часу, застосовують осцилограф. За формою кривої напруги можна зробити висновки про несправності не тільки електричних систем, наприклад, кривої напруги датчика і частоти обертання колінчастого валу дізнатися можна про механічне пошкодження або забруднення датчика ВМТ.

Використовуючи вимірювальні меню осцилографа, користувач може швидко встановити осі часу та напруги, а також рівень запуску розгортки. Комп'ютеризовані виконання осцилографів дозволяють запам'ятовувати зображення вимірюваних параметрів.

Датчики є вимірювальні перетворювачі, які перетворюють фізичні величини (тиск, температуру та ін.) в електричний сигнал. У більшості випадків використовується аналоговий сигнал напруги, що змінюється відповідно до зміни вимірюваної фізичної величини. Розрізняють датчики з електричним живленням та без нього. Датчики з електричним живленням мають триштиркові роз'єми (наприклад, датчик Холла, датчик тиску, датчик масової витрати повітря), а датчики, що не мають живлення, - двоштиркові роз'єми (наприклад, індуктивний датчик частоти обертання колінчастого валу або одновольтового !!!-зонда).

У датчика з електричним живленням в першу чергу слід перевірити наявність напруги живлення, яка в більшості випадків становить 5,0 В (дуже рідко використовується акумулятор). Напруга сигналу датчика 0,2...4,8 В. При нарузі 0 або 5 блок управління показує помилку, 0 В вказує на урвище, а 5 В - на коротке замикання.

Перетворення електричних команд блоку управління на механічні, пневматичні або гідравлічні виконавчі процеси відбувається, як правило, за допомогою електромагнітів. У більшості випадків електромагніти є складовою частиною електромагнітних клапанів, однак можуть впливати на виконавчий механізм безпосередньо, наприклад, через поворотний магніт механізму управління розподільного паливного насоса з електронним управлінням. Для плавної зміни керуючого зусилля або величини відкриття електромагнітного клапана блок управління постійно включає та вимикає електромагніти. [16]

Ставлення часу включеного стану до всього періоду називається **шпаруватістю** та вимірюється у відсотках.

При цьому час одного циклу включення та вимикання приймається за 100%. Сила струму регулюється зміною відношення між часом включеного та вимкненого станів. Цей спосіб управління називається широтноімпульсною модуляцією (ШІМ). Він використовується у системі запалення, де існує поняття «кут замкнутого стану контактів переривника». Керування здійснюється відповідно до способу роботи інтерфейсу комп'ютера.

Для перевірки електричного виконавчого механізму осцилограф приєднують до «масового» керуючого дроту, блоку управління та «маси» двигуна. Після приєднання вимірювального приладу необхідно перевірити, чи є шпаруватість і чи змінюється вона відповідно до робочого режиму. Якщо шпаруватість не визначається, опитуванням пам'яті несправностей необхідно перевірити, чи немає блоку управління причини відмови у роботі. Рециркуляція ОГ, наприклад, відключається при виході з ладу масового вимірювача витрати повітря. Якщо в пам'яті несправностей немає відомостей про несправність, дефект перебуває у схемі перемикачів. Напруга 12 означає, що система

електроживлення виконавчого механізму і обмотка котушки електромагніта справні. Дефект повинен бути між негативним полюсом обмотки котушки і «масою» двигуна. Якщо керуючий провід, що йде від блоку керування, і масовий провід у порядку, причину несправності слід шукати в роботі блоку керування.

[17]

1.5. Перевірка тиску в системі живлення двигуна

При недостатньому тиску палива можливі такі несправності:

- нестійка робота двигуна;
- зупинка двигуна на холостому ході;
- знижена частота обертання колінчастого валу на холостому ході;
- недостатня прийомистість автомобіля (двигун не розвиває повної потужності);

- ривки та провали в роботі двигуна під час руху автомобіля.

Тиск у системі живлення дизельного двигуна створюється і підтримується в два етапи:

- у трубопроводі низького тиску, розташованому між паливним баком і насосом високого тиску тиск становить 0,30 МПа і підтримується паливним модулем, встановленим в баку. Блок управління двигуном змінює тиск від 0,07 МПа на режимі холостого ходу до 0,30 МПа при підвищених частотах обертання колінчастого валу і навантаженні. Зворотний клапан, встановлений у паливному модулі, обмежує зростання тиску максимально допустимого значення;

- у трубопроводі високого тиску, розташованому між насосом високого тиску та паливною рампою, тиск становить 0,75..0,85 МПа та підтримується насосом високого тиску, встановленим на головці блоку циліндрів двигуна.

Спочатку рекомендується перевірити надійність електричних контактів у колодках джгутів проводів вузлів системи упорскування, які відповідають за подачу палива (паливний насос низького тиску, форсунки). [18]

Перевірити тиск палива в трубопроводі низького тиску (перший ступінь)

можна манометром зі шлангом-перехідником для підключення до перехідного штуцера високого тиску насоса. Манометр підключають до штуцера насоса в розриві трубопроводу, що підводить, від'єднавши його від штуцера насоса.

Перед перевіркою необхідно знизити тиск у системі; перевірочні роботи проводять через 2...3 години після зупинки двигуна (тиск за цей час знижується практично до нуля). Потім послаблюють хомут кріплення трубопроводу низького тиску, стиснувши пассатижами його відігнуті вусики, від'єднують трубопровід від штуцера насоса високого тиску і приєднують манометр у розрив між паливним шлангом та штуцером насоса, запускають двигун і вимірюють тиск.

Можливі причини зниження тиску палива:

- несправність регулятора тиску палива;
- засмічення фільтра грубої очистки палива;
- засмічення фільтра тонкого очищення палива;
- несправність паливного насоса;

Розмір тиску залежить від технічного стану паливного насоса високого тиску. Для перевірки працездатності насоса вивертають контрольну пробку на вихідному штуцері насоса та приєднують замість неї перехідник шланга манометра. Запускають двигун, встановивши по тахометру частоту обертання колінчастого валу 1500 об/хв. При цій частоті тиск палива, створюваний насосом у нагнітальному трубопроводі, повинен бути не нижче 0,75...0,85 МПа. Якщо тиск менший за вказане значення, то насос слід замінити. [19].

1.6 Особливості діагностування несправностей систем із насос-форсункою

Насос-форсунки складаються з трьох підсистем: подачі палива низького тиску, подачі палива високого тиску, подачі повітря та випуску відпрацьованих газів.

Підсистема подачі палива низького тиску необхідна для подачі палива до насоса високого тиску та очищення палива, підсистема подачі палива високого

тиску - для створення високого тиску впорскування палива в камеру згорання.

Підсистема подачі повітря та впуску ОГ включає прилади для очищення повітря, що надходить у циліндри двигуна, та сшіннення ОГ після впуску їх із циліндрів. [20]

Основні компоненти системи живлення дизельного двигуна з насос-форсунками показані на рис. 1.5.

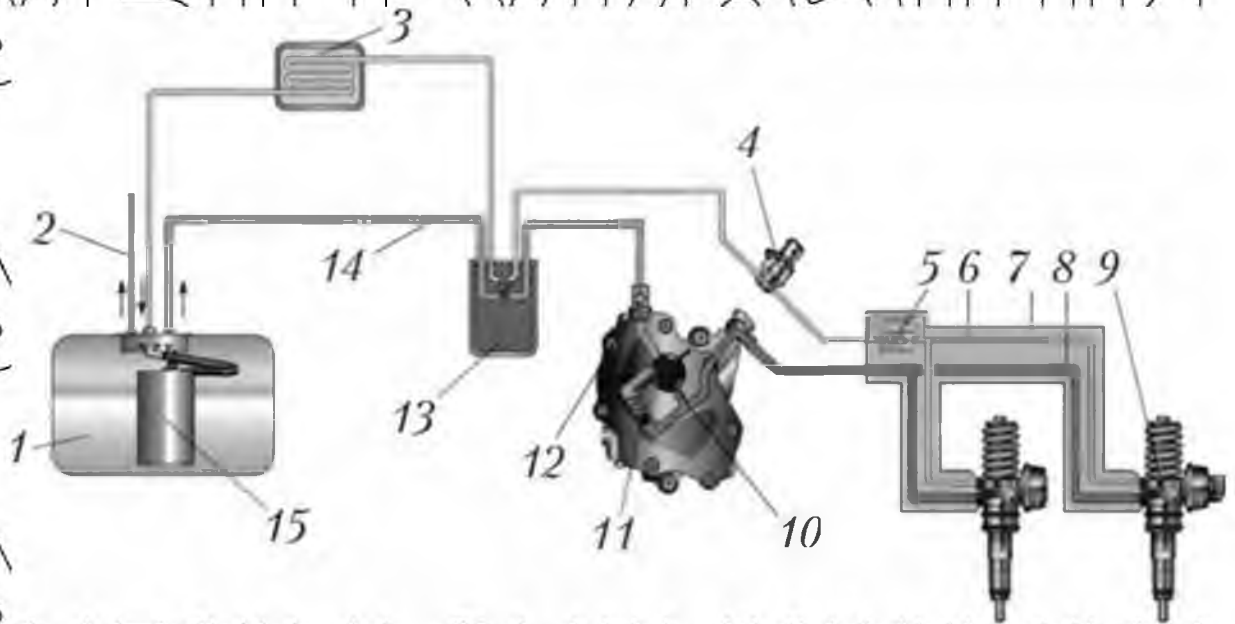


Рис. 1.5. - Система живлення дизельного двигуна з насос-форсунками:

1 – паливний бак; 2 – паливопровід до додаткового обігрівача; 3 – обігрівач палива; 4 – датчик температури палива; 5 – обмежувальний клапан у зливному трубопроводі; 6 – зливальний трубопровід; 7 – розподільник палива; 8 – трубопровід високого тиску; 9 – насос-форсунка; 10 – насос високого тиску; 11 – редуційний клапан у трубопроводі подачі палива; 12 – зворотний клапан; 13 – паливний фільтр; 14 – трубопровід низького тиску; 15 – насос низького тиску

Розташований в баку електричний насос низького тиску підкачує паливо до фільтра. Зворотний клапан 12 запобігає зливу палива з розподільника 7 і трубопроводу низького тиску 14 в бак після зупинки двигуна.

Насос високого тиску 10 служить для забору палива з фільтра та подачі його під підвищеним тиском до насос-форсунок. Редуційний клапан 11 підтримує тиск палива, що подається до насос-форсунок, в межах 0,75...0,85

МПа. Обмежувальний клапан 5 утримує тиск палива в зливному трубопроводі на рівні 0 МПа, завдяки йому знижуються пульсації тиску в системі.

Паливні качувальні насоси можуть бути як із внутрішнім зачепленням шестерень, так і шибєрні. Максимальний тиск, що розвивається насос-форсунками, становить 250,0 МПа.

Основні перевірки таких систем здійснюють з використанням сканера для діагностування електронних систем керування двигуном, проте окремі перевірки можуть бути проведені більш простими способами. [21]

1.7. Регулювання насоса після встановлення.

Після встановлення насос-форсунки необхідно встановити регулювальним гвинтом 4 (рис. 1.6) найменшу відстань, а між корпусом камери високого тиску та плунжером у нижньому положенні.

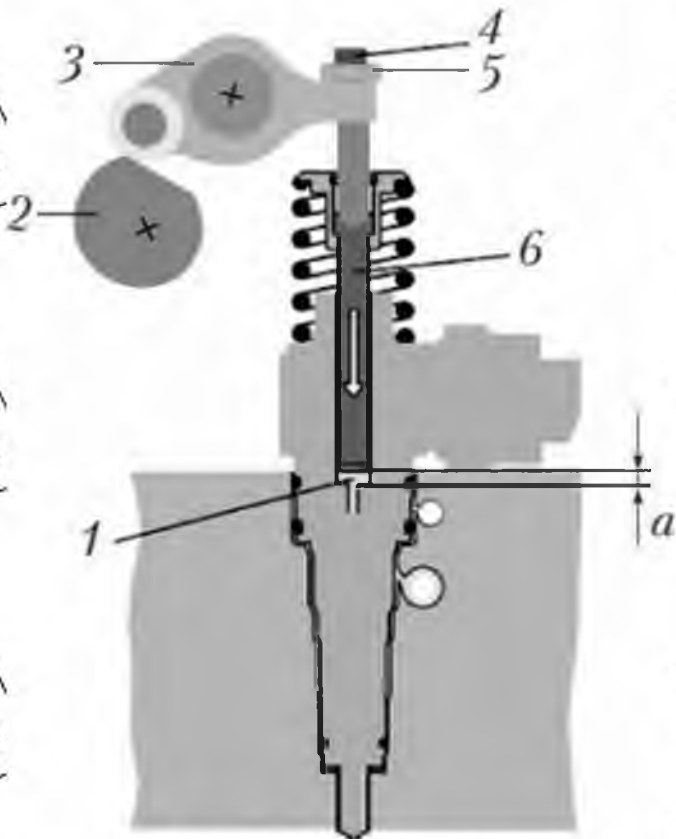


Рис. 1.6 - Схема насос-форсунки:

1 - камера високого тиску; 2 - кулачок розподільчого валу; 3 - коромисло;
4 - регулювальний гвинт; 5 - контргайка; 6 - плунжер; а - найменша відстань

Завдяки такому регулюванню виключається удар плунжера на дно камери високого тиску в результаті його подовження при нагріванні. Для цього колінчастий вал двигуна повертають настільки, щоб кудачок розподільного валу 2 встановився виступом вгору, а плече коромисла 3 з роликком опинилося в нижньому положенні. Потім відпускають контргайку 5 і повертають регулювальний гвинт 4 до упору плунжер. Після цього вивертають регулювальний гвинт на 225° і, не змінюючи його положення, затягують контргайку.

Очищення насос-форсунок здійснюється в ультразвуковій ванні, при цьому корпус форсунок, по можливості, має бути спрямований сопловими отворами вниз.

При огляді насос-форсунки на поршні та на пластині накопичувача, на сидлі голки та голці не повинно бути слідів тріщин, корозії та інших пошкоджень.

Сідло поршня клапана не повинно додаватися до пластини клапана. Поршень клапана та голка форсунки повинні легко переміщатися.

Голка форсунки не повинна допрацьовуватися до завзятої шайби, на якій не повинно бути слідів кавітації. [23]

1.8. Перевірка та встановлення кута випередження

Установка кута випередження упорскування палива проводиться для забезпечення правильного співвідношення між положенням плунжера ТНВД та поршня в циліндрі двигуна під час такту стиснення. Зовнішніми ознаками неправильно встановленого кута випередження упорскування є певні відхилення у роботі двигуна: при ранньому упорскуванні двигун запускається різко, але працює жорстко, а при зупинці двигуна спостерігається зворотний удар; при пізньому упорскуванні двигун заводиться погано, працює м'яко, слабо набирає обертів і не розвиває необхідної потужності, димність газів, що відпрацювали, збільшується.

Розрізняють статичні та динамічні методи встановлення кута

випередження упорскування.

Один із статичних методів встановлення кута випередження упорскування за певними мітками. Щоб визначити кут випередження

упорскування палива для багатоплунжерних наєсів, до штуцера першої секції

нагнітальної замість трубопроводу високого тиску приєднують моментоскоп і

провертають колінчастий вал двигуна до появи в моментоскопі палива.

Моментоскоп є короткий відрізок паливопроводу 3 (Рис. 1.7), з'єднаний гумовою або пластмасовою трубкою 2 зі скляною трубкою 1 діаметром 1,0... 1,5 мм.

Потім, повільно обертаючи колінчастий вал, визначають положення, у

якому рівень палива у скляній трубці моментоскопа почне підніматися. Після

цього вал зупиняють і визначають, який ризик із цифрою на маховику збігається

зі стрілкою на картері маховика.

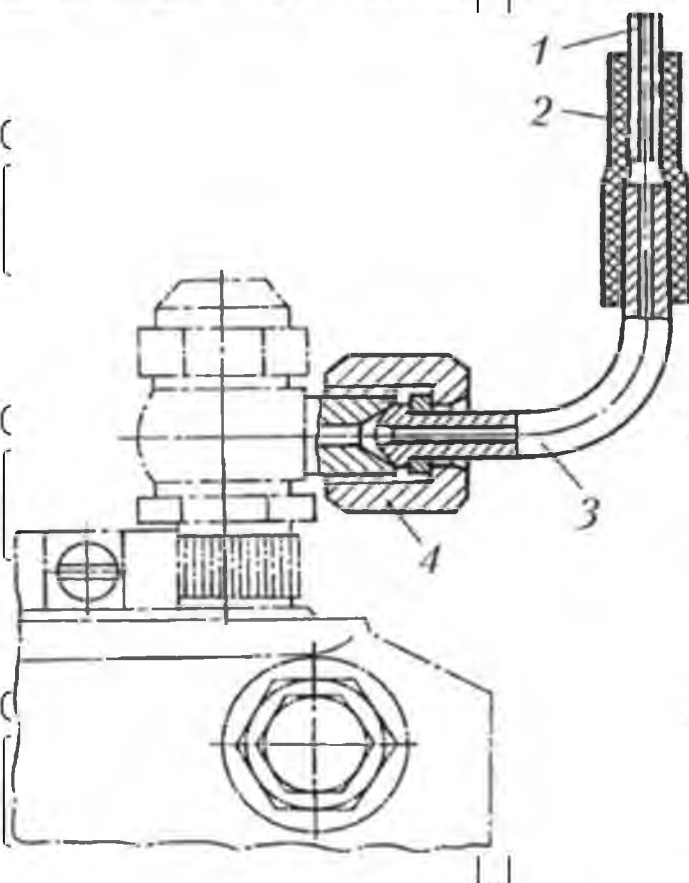


Рис. 1.7 – Схема підключення моментоскопу до ТНВД двигуна: 1 –

скляна трубка; 2 – трубка; 3 – паливопровід; 4 - гайка

Мітки та ризики для визначення оптимального кута випередження упорскування палива знаходяться на поверхні переднього шків колінчастого

валу (за його колом, на передній кришці або корпусі двигуна і т.д.), зазвичай поруч з мітками, що вказують положення поршня першого циліндра ВМТ.

Зафіксована таким чином величина і визначає кут випередження упорскування палива. Якщо цей кут не збігається з паспортними даними, у легкових автомобілях відпускають болти кріплення насоса високого тиску та повертають насос у напрямку обертання колінчастого валу.

Інший статистичний метод регулювання кута випередження упорскування палива - зміна положення муфти приводу. Він застосовується переважно для вантажних автомобілів. Правильність установки кута випередження упорскування палива перевіряють ще раз шляхом повертання колінчастого валу та вторинного контролю збігу всіх міток.

Для двигунів з ТНВД розподіленого упорскування найбільш точним методом встановлення кута випередження упорскування палива є метод, заснований на використанні індикатора. Для перевірки кута випередження повертають колінчастий вал двигуна до встановлення поршня першого циліндра в положення ВМТ в такті стиснення, вивертають центральну пробку на розподільній головці ТНВД і замість неї встановлюють індикатор з подовжувальним стрижнем (рис. 1.8).

Для установки плунжера насоса в крайнє положення повертають колінчастий вал двигуна проти годинникової стрілки на $25...30^\circ$, орієнтуючись на канавці на шківі колінчастого валу (поршень при цьому встановлюється в положення $25...30^\circ$ перед ВМТ по куту повороту колінчастого валу двигуна).

Стрілки індикатора встановлюють на нуль. Повертають колінчастий вал двигуна в той і інший бік на невеликі кути. Якщо плунжер насоса дійсно встановлений у крайнє положення, то при повороті колінчастого валу на невеликі кути стрілка індикатора не відхилятиметься. Далі повертають колінчастий вал двигуна за годинниковою стрілкою (поршень переміщається в напрямку ВМТ) до встановлення канавки на шківі навпроти мітки ВМТ на передній частині двигуна (мітки на маховику навпроти припливу на картері зчеплення) і за показаннями індикатора визначають величину ходу плунжера,

яка для насосів складає 0,75..1,00 мм. Якщо величина ходу плунжера не відповідає зазначеному значенню, послаблюють болти кріплення паливного насоса і поворотом його в ту чи іншу сторону регулюють хід плунжера, потім болти затягують кріплення насоса і повторюють перевірку.

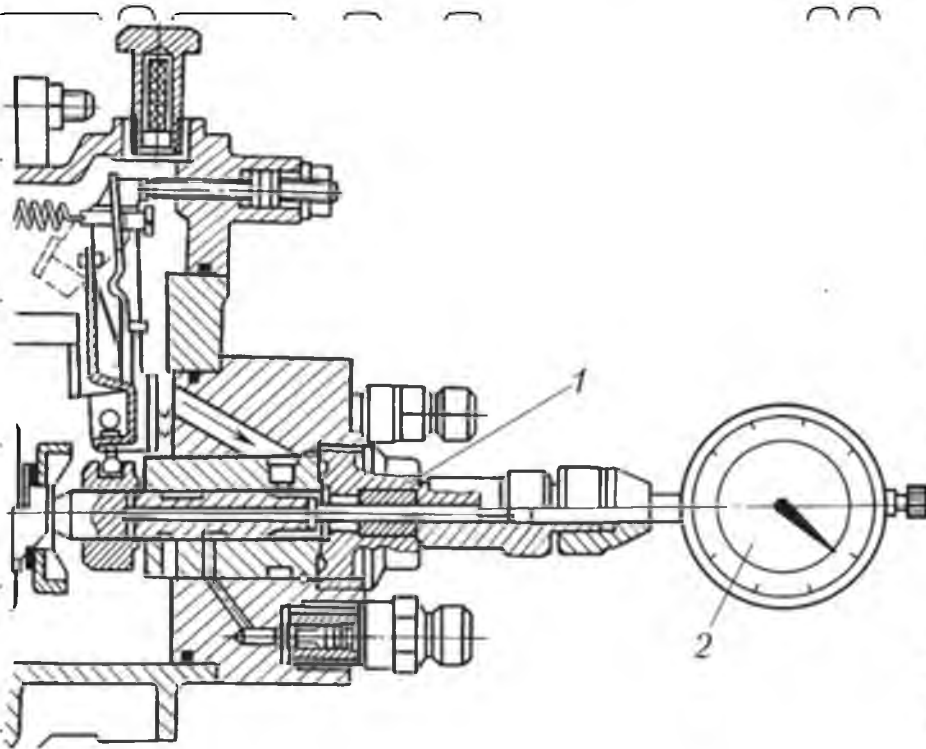


Рис. 1.8 - Встановлення індикатора для перевірки моменту початку упорскування для ГНВД фірми Bosch : 1 – отвір вивернутої центральної пробки; 2 - індикатор

Величина ходу плунжера відповідає певному куту випередження початку упорскування, тому іноді в технічних характеристиках вказується кут випередження (запізнювання) упорскування. Динамічний метод є найточнішим методом визначення кута випередження упорскування палива. При працюючому двигуні кут випередження упорскування змінюється з допомогою спрацювання коригувальних автоматів, тому перевірка і регулювання кута випередження упорскування більш точно проводиться у поступовій динаміці, тобто при працюючому двигуні, за допомогою спеціальних приладів - стробоскопів (рис.) 9, а). Стробоскопи використовуються як у комплектах із

мотор-тестерами, так і самостійно.

Перед динамічною перевіркою кута випередження впрорскування потрібно переконатися, що двигун прогрітий до нормальної робочої температури та працює на регламентованій частоті обертання мінімального холостого ходу.

Імпульс для включення стробоскопа може бути отриманий від джерел:

- від трубки високого тиску першого циліндра 6 або за допомогою установки послідовно з цією трубкою датчика тиску (рис. 1.9 б), а частіше за допомогою затиску з індуктивним імпульсним датчиком (рис. 1.9, в);

- світлочутливого датчика, що реагує на перший спалах при

займання палива в циліндрі;

датчика початку упорскування в рядних ТНВД; у цьому випадку потрібна установка спеціальний електронний блок.

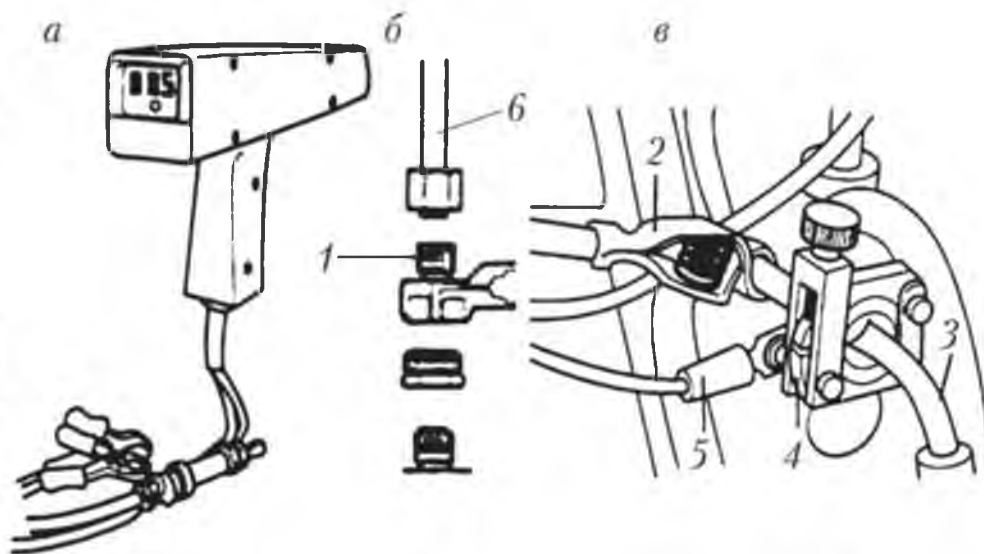


Рис. 1.9 - Зовнішній вигляд стробоскопа (а) та методи одержання імпульсів від датчика тиску (б) та індуктивного імпульсного датчика (в): 1 - датчик тиску; 2 - затискач "маєн"; 3 - трубопровід високого тиску; 4 - індуктивний імпульсний датчик-затискач; 5 - електричний роз'єм; 6 - трубка високого тиску

Запустивши двигун на мінімальній частоті обертання колінчастого валу, промінь від неонові лампи стробоскопа, що спалахує синхронно з обертанням колінчастого валу, направляють на шків (маховик). Якщо кут випередження

впорскування встановлений правильно, то внаслідок стробоскопічного ефекту рухлива мітка здаватиметься нерухомою і знаходиться навпроти нерухомої мітки.

Відлік кута випередження упорскування при цьому ведеться по шківу або маховику.

У разі використання індуктивного імпульсного датчика затиску він обов'язково повинен бути встановлений у певному, регламентованому технічними умовами фірми-виробника місці на трубі високого тиску, інакше

отримані результати виявляться неправильними. Деякі фірми виробники дають

коригуючу таблицю, що зв'язує значення динамічного кута випередження упорскування з місцем установки датчика вздовж трубки високого тиску, що особливо корисно в тих випадках, коли, наприклад, точне місце установки датчика для вимірювання на холостому ході недоступно.

Використання індуктивного імпульсного датчика дозволяє також визначити працездатність муфти випередження упорскування на різних частотах обертання колінчастого валу.

Осцилографічні методи діагностування паливної апаратури дизельних двигунів поширені у разі застосування мотор-тестерів з індуктивними

імпульсними датчиками. Зразковий вид осцилограми тиску палива на різних режимах роботи дизельного двигуна показано на рис. 1-10. У точці 1 починається підвищення тиску в результаті руху плунжера насоса, в точці 2 спрацьовує клапан нагнітання і при малій швидкості руху плунжера тиск дещо падає. У точці

3 відповідної голки форсунки тиск падає, оскільки обсяг, що вивільнився, не встигає заповнитися паливом.

Точка 4 характеризує максимальний тиск процесу впорскування. У точці 5, що відповідає посадці голки форсунки, впорскування закінчується, після чого

відбувається посадка в сідло нагнітального клапана плунжера. Імпульси залишкового тиску (точка 6) з'являються через недостатню герметичність нагнітального клапана.

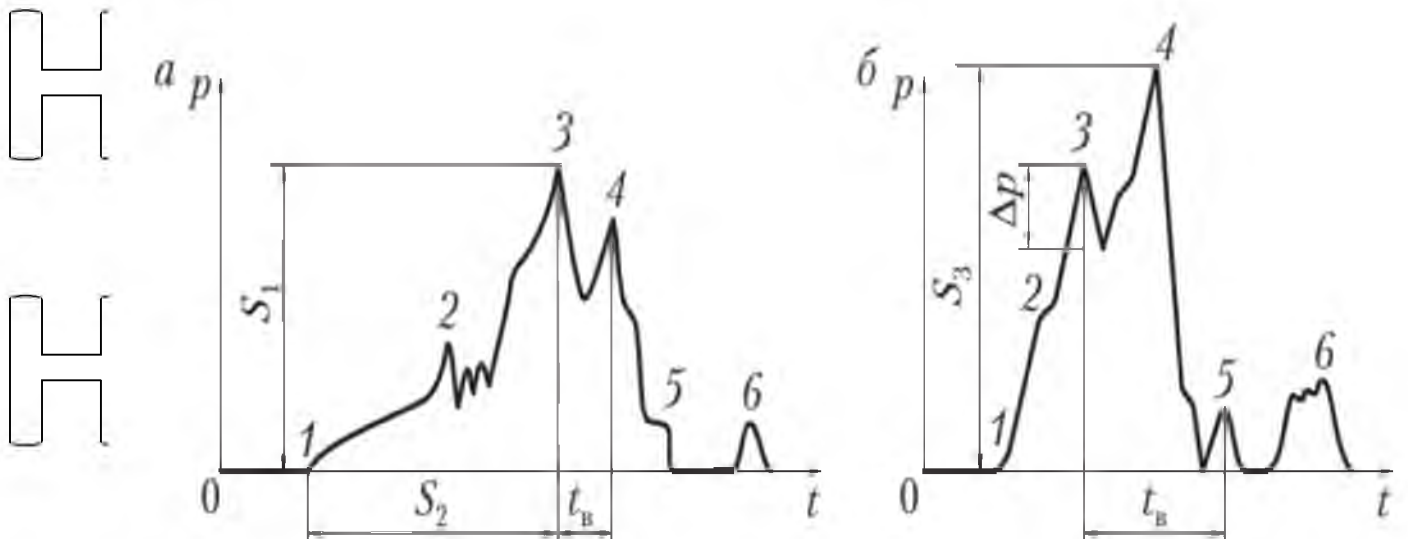


Рис. 1.10. - Осцилограми тиску палива у штуцера форсунки в режимі холостого ходу двигуна (а) та в режимі повної подачі палива та максимальної потужності дизеля (б)

Величина сигналу S_2 визначає затяжку пружини форсунки та статичний тиск початку впорскування. Перепад тиску Δp характеризує рухливість голки форсунки. Максимальний тиск упорскування S_3 визначає ефективний проріздний переріз сопел розпилювача, а шляхом інтегрування на періоді впорскування $t_{в}$ можна оцінити циклову подачу палива. Час затримки впорскування S_1 характеризує зазор у плунжерній парі, що викликає витік палива між гільзою та плунжером. [24]

З появою окремих несправностей вид осцилограм змінюється (рис. 1.11).

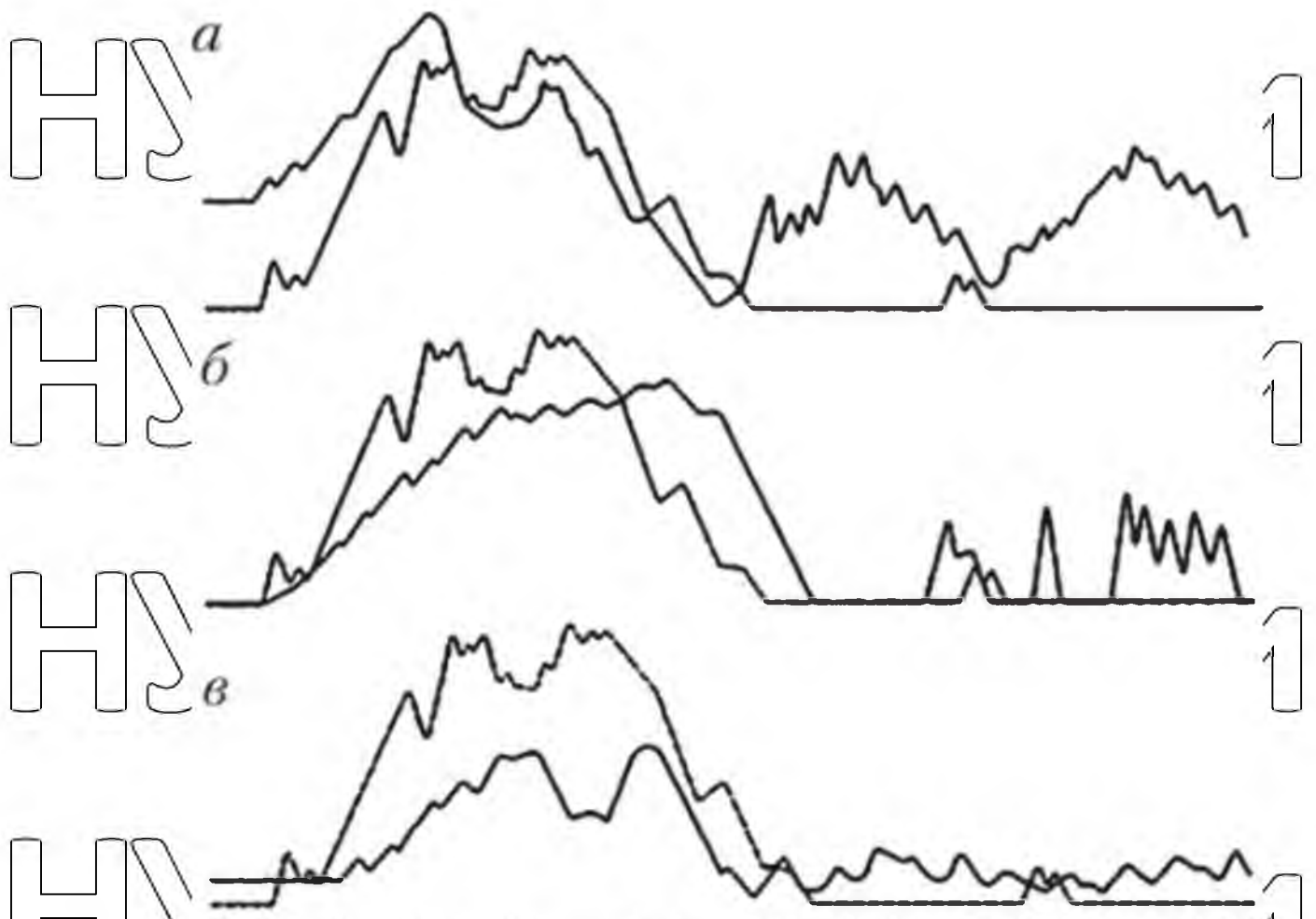


Рис. 1.11 Вид осцилограм при наявності несправностей зносу нагнітального клапана (а) або плунжерної нари (б), одночасного зносу нагнітального клапана та плунжерної нари (в)

НУБІП України

1.9. Особливості діагностування несправностей систем Common Rail

Головною відмінністю акумуляторних паливних систем з електронним управлінням Common Rail є поділ вузла, що створює тиск (ТНВД-акумулятор), та вузла упроркування (форсунки) (рис. 1.12)

НУБІП України

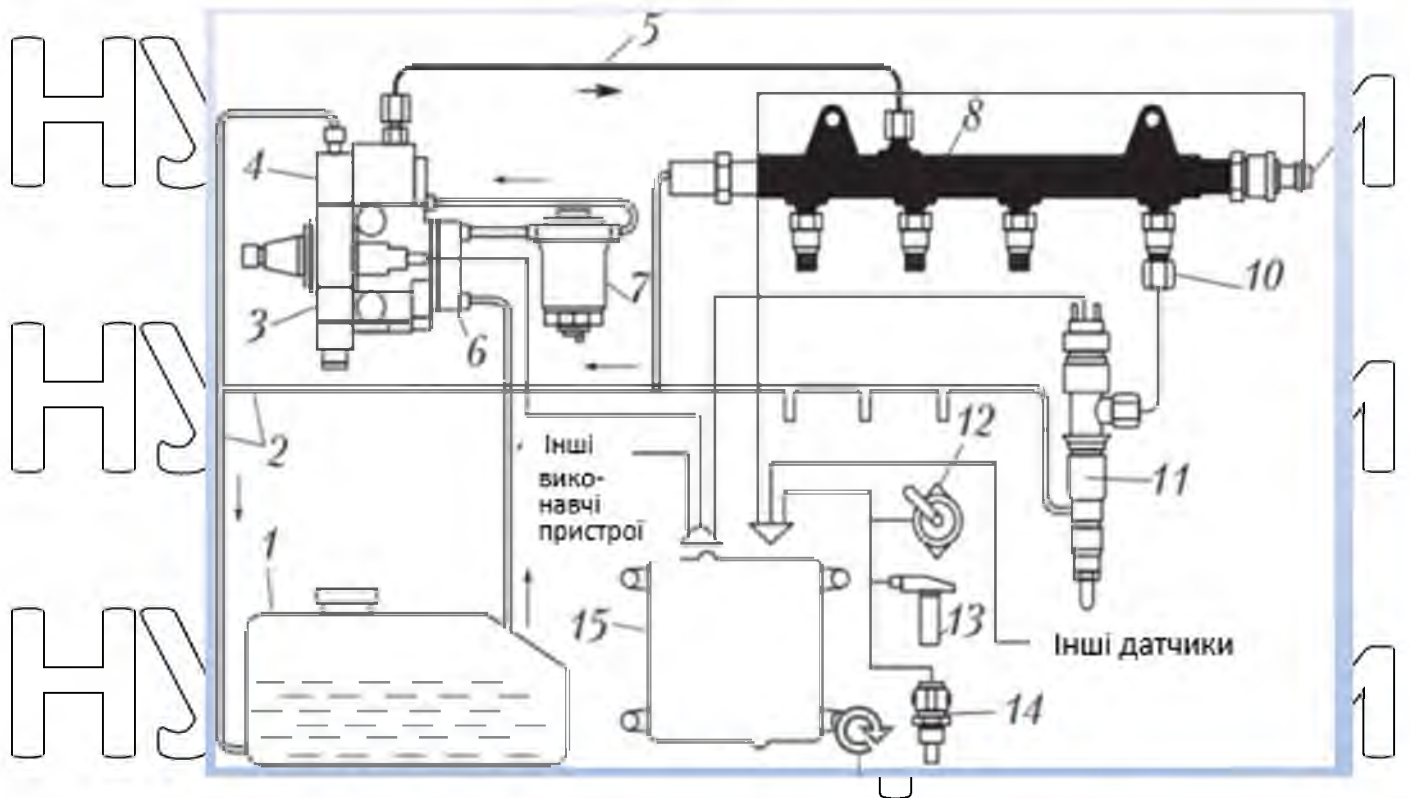


Рис. 1.12 - Схема системи живлення дизельних двигунів Common Rail :

1 – паливний бак; 2 – паливопроводи зливу; 3 – ТНВД; 4 – регулятор тиску;
 5 – паливопровід високого тиску; 6 – паливопідкачувальний насос; 7 – фільтр; 8 – гідроаккумулятор; 9 – датчик тиску; 10 – запобіжний клапан; 11 – електрогідравлічна форсунка; 12 – датчик педалі акселератора; 13 – датчик частоти обертання та положення колінчастого валу; 14 – датчик температури; 15 – блок керування

Головна деталь паливних систем Common Rail - електрогідравлічна форсунка. Розподіл відмов окремих її елементів зазначено у відсотках рис. 1.13.

Як видно з наведених даних, найменш надійними елементами електрогідравлічної форсунки є кульовий клапан та розпилювач



Рис. 1.13 - Окремі елементи електрогидравлічної форсунки із зазначенням їх відмов: 1 - соленоїд (5%); 2 - якірна група (2%); 3 - кульбовий клапан (35%); 4 - корпус (3%); 5 - кільця ВД (25%); 6 - розпилювач (30%)

Основні перевірки систем Common Rail здійснюються з використанням сканера для діагностування електронних систем керування двигуном, однак окремі перевірки можуть бути проведені і більш простими способами.

Наприклад, у випадках нестабільності холостого ходу двигуна необхідно провести гідравлічні випробування форсунок, що характеризують переважно стан запірної клапана. У разі негерметичності клапана паливо, яке має потрапити в камеру згоряння, потрапить у зворотний злив і таким чином виявиться несправність автомобіля.

Для гідравлічних випробувань форсунок від'єднують паливопроводи зворотного зливу палива від форсунок і кожен заводять у мірну посудину (рис. 1.14). Потім запускають двигун та вимірюють кількість зливу кожної форсунки. Її величина повинна становити близько 150 см³/хв. При різниці між обсягами більше 30% або перевищенні норми зворотного зливу необхідно замінити форсунку. [25]

Більш ретельні перевірки паливної системи Common Rail) можуть бути виготовлені за допомогою спеціалізованого обладнання, наприклад, стендів

Бosch EPS 708 (рис 1.15) та Stardex 0601. Стенди такого типу дозволяють перевіряти компоненти систем Common Rail з тиском угорскування до 250,0..260,0 МПа. Враховуючи високий тиск перевірки та сильне нагрівання компонентів системи, у стендах передбачена система охолодження.

Стенд Bosch EPS 708 дозволяє перевіряти електромагнітні форсунки та паливні насоси систем Common Rail виробництва Bosch та інших компаній. Крім того, використовуючи спеціальне обладнання, можна перевіряти пієзофорсунки виробництва Bosch, Denso, та Siemens / Continental, CR1 Piezo.



Рис. 1.14 - Перевірка зворотного зливу палива



Рис. 1.15 - Стенд Bosch EPS 708 для перевірки компонентів паливної системи Common Rail.

Додатково до випробувань на витік та визначення кількості палива, що впорскується, за допомогою спеціального набору можна перевірити електричний модуль п'єзофорсування на наявність дефектів ізоляції. Необхідні технічні дані для порівняння результатів тестування із заводськими характеристиками наведені на CD TestData, який доступний за передплатою.

Робоча область стану закривається міцним прозорим захисним екраном, при піднятті якого привод стану вимикається з метою безпеки. Використовуючи монтажний комплект, на стану можна одночасно закріпити чотири (для вантажних автомобілів та комерційного транспорту) або шість форсунок систем Common Rail (для легкових автомобілів).

За допомогою стенду можна перевіряти:

- Стан фільтрів;
- стабільність розпилю палива форсункою для визначення специфічних дефектів форсунок систем Common Rail ;

- герметичність компонентів системи;

- кількість палива зворотного зливу;

- режими роботи форсунок - попередній упорскування, холостий хід, повне навантаження, економічний режим із визначенням кількості подачі

палива. [26]

Більш високотехнологічні стенди STARDEX 0304 та MAK TEST дозволяють здійснювати перевірку та ремонт форсунок Common Rail всіх типів та виробників, у тому числі і п'єзoeлектричних. Форсунки ідентифікуються за їх серійним номером.

Як приклад розглянемо стенд для перевірки та ремонту форсунок MAK TEST (Рис. 1.16), який є комплексом, що включає обладнання для створення високого тиску робочої рідини при перевірці форсунок, персональний комп'ютер, ультразвукову ванну для очищення форсунок, пристосування та інструмент для розбирання та перевірки форсунок.

Для проведення перевірки форсунку вставляють у спеціальний утримувач (рис. 1.17) та фіксують її гайкою. До форсунки, що перевіряється, приєднуються робочі трубопроводи для подачі та відведення палива. Враховуючи високий тиск та пов'язану з ним небезпеку, під час перевірки тримач із форсункою закривається прозорою захисною кришкою.



Рис. 1.16 - Загальний вигляд стану MAK TEST для перевірки та ремонту форсунок

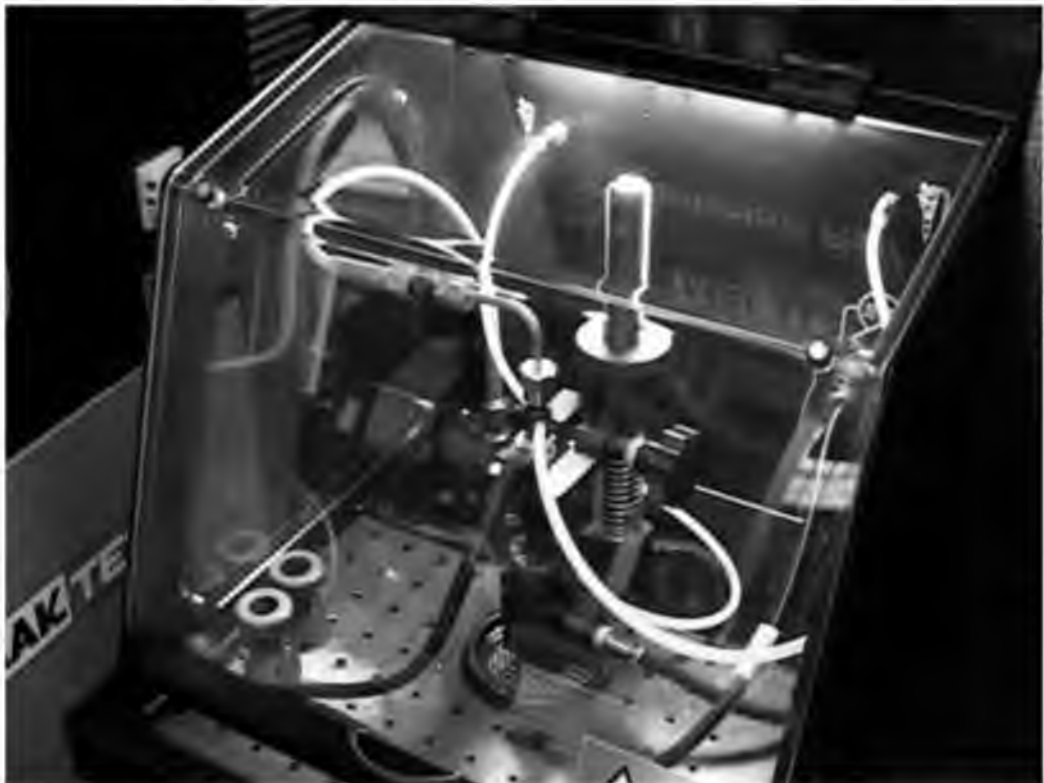


Рис. 1.17 - Тримач форсунки із захисною кришкою

НУБІП України

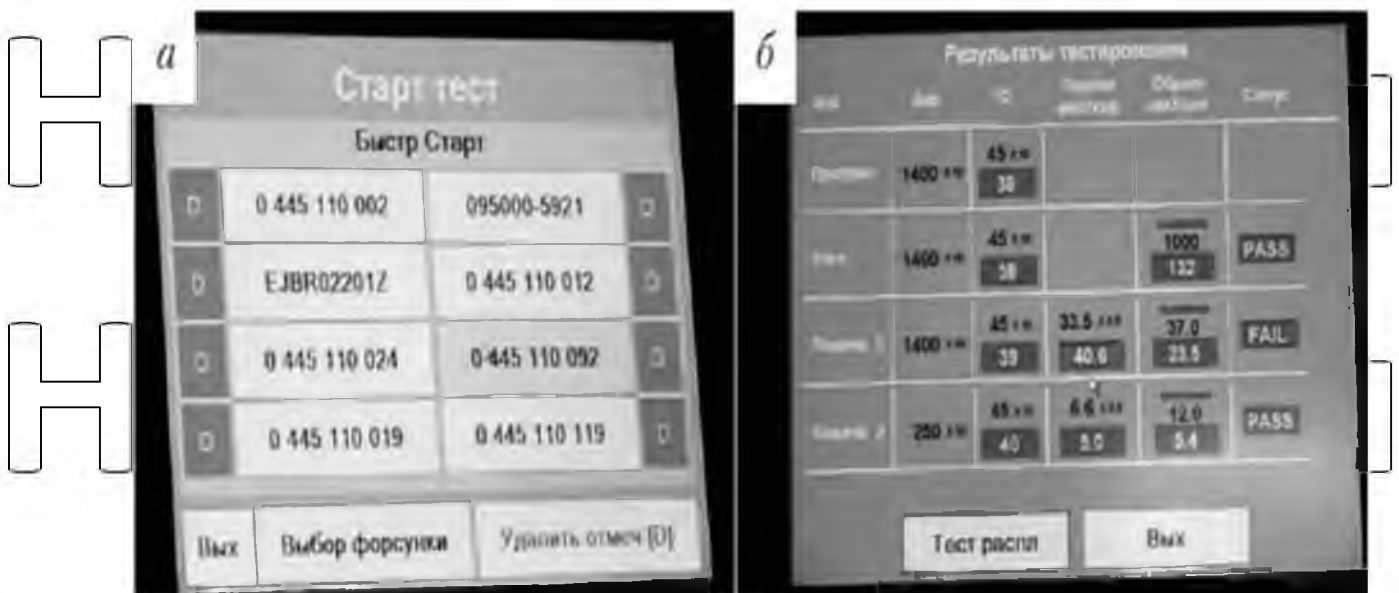


Рис. 1.18 - Экран компьютера, а - выбор форсунки, що перевіряється, б - дані з тестування форсунок

За допомогою сенсорного екрану за каталожним номером форсунки, що перевіряється, вводиться програма тестування (рис. 1.18). Дані щодо форсунок основних світових виробників занесені на згадку про комп'ютер. Всі дані з перевірки форсунок заносяться на згадку про комп'ютер і виводяться на екран.

Для точного визначення несправності форсунки необхідно при різних навантаженнях визначити величину різниці між подачею та поверненням палива. Саме на цьому принципі і побудовано систему діагностики форсунок систем Common Rail.

Тестування форсунок проводиться за спеціальною програмою та включає наступні основні тести щодо визначення:

- 1) витоків палива при високому тиску, що відповідає робочому;
- 2) подачі палива при низькому та високому тиску, а також зворотного зливу. У прикладі тестування форсунок (див. Рис. 1.18) при високому тиску за нормативами подача повинна становити 33,5 см³ з подачею зворотного зливу 6,6 см³, але отримані дані (відповідно 40,6 і 5,0 см³) відрізняються від нормативних;
- 3) якості розпилювання палива. Система подачі палива створює імпульсний підвід до форсунки паливо, що розпорошується на поверхні спеціальної

коди (рис. 1.19 а). Якість розпилення палива визначається візуально. Якщо розпилювач форсунки забитий, його очищають в ультразвуковій ванні (Рис. 1.19 б), при цьому очищається тільки зовнішня сторона розпилювача, щоб не пошкодити напilenня на внутрішній стороні розпилювача.

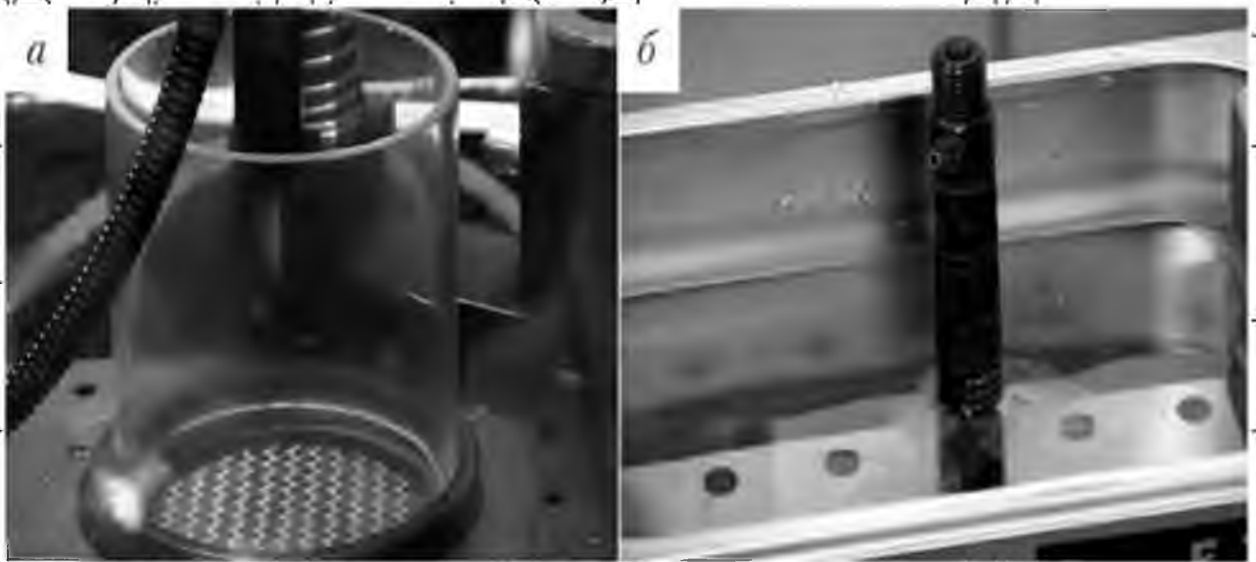


Рис. 1.19- Зовнішній вигляд визначення якості розпилення (а) та ультразвукової ванні (б)

При несправності форсунки на стенді можна провести розбирання, огляд та заміну окремих деталей, якщо це дозволяє виробник форсунок і є запасні деталі виробника. Для розбирання та огляду застосовуються спеціальні ключі, пристосування та міряльний інструмент. Після ремонту проводиться тестування форсунки.

Крім перевірки гідравлічних параметрів у системах Common Rail провадиться перевірка електричних параметрів.

Імпульс, що подається в потрібний момент від блоку управління двигуна до форсунки, запускає процес упорскування. Тривалість відкритого стану форсунки і системний тиск визначаються кількістю палива, що впорскується.

Крім того, паливо кожного циклу горіння може ділитися на кілька порцій (рис. К20).

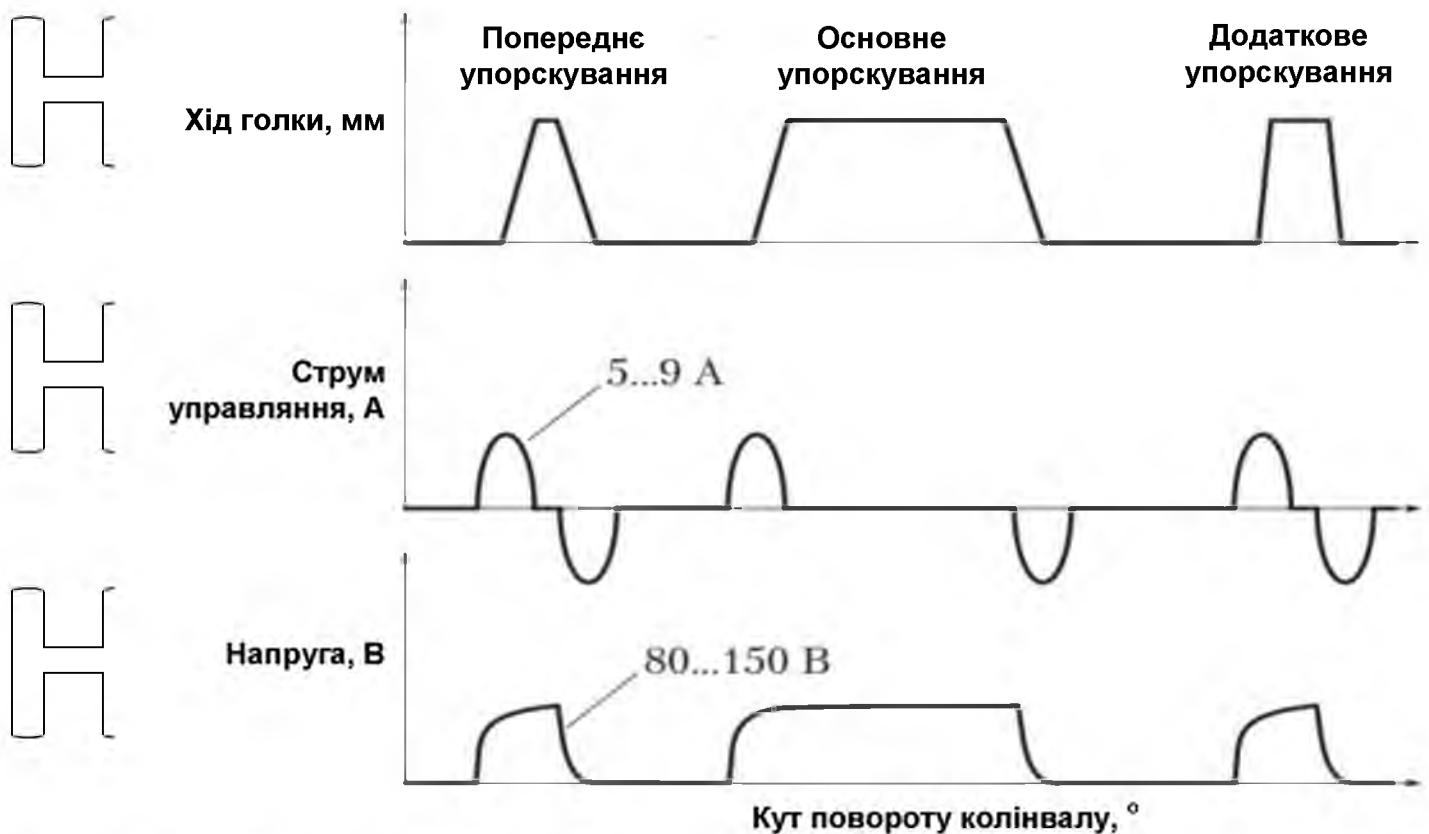


Рис. 1.20 - Осцилограми упорскування системи Common Rail

Порівнюючи осцилограми, отримані під час роботи двигуна, з еталонними, визначають несправності упорскування палива.

Електроклапани перевіряють на наявність обривів і опір обмоток, датчики системи - на напругу, що видається.

Потрапляння забруднень у систему призводить до її пошкодження, тому пред'являються особливі вимоги до чистоти та технології ТО та ремонту.

Заглушки в системах Common Rail одноразові та повторне їх використання не допускається. Для очищення використовуються спеціальні одноразові серветки; заборонено застосовувати ганчір'я або звичайний папір, оскільки вони залишають волокна, що забруднюють паливну систему.

Будь-який знятий елемент систем упорскування після встановлення заглушок отвору повинен зберігатись у герметичному пластиковому пакеті.

Перед будь-яким втручанням у паливну систему необхідно виконувати такі рекомендації:

- після зупинки двигуна необхідно почекати не менше 30 с, перш ніж виконувати будь-які дії на елементах паливної системи, щоб забезпечити зниження тиску до атмосферного;

- перед ослабленням з'єднань елементів паливної системи, що працює під високим тиском, або перед зняттям паливної форсунки за допомогою відповідного розчинника (наприклад, Sodimas) ретельно очищають область передбачуваної роботи. Розчинник наносять пензликом лише на рівні з'єднань трубопроводів, на форсунки лише на рівні їх затискачів, у своїй використовувати стиснене повітря не можна;

- відразу після від'єднання паливопроводу обов'язково заглушають отвори, якими можуть потрапити забруднення;

- при кожному знятті трубопроводу повернення палива від паливних форсунок його необхідно замінювати на нове;

- Забороняється повторне використання ущільнення форсунок;
- заборонено розбирати паливний насос високого тиску та форсунки;
- для очищення форсунок не можна застосовувати металеві щітки, наждачний папір, ультразвукове очищення;

- для очищення розпилювача форсунки використовують знежирювач та протирають його чистою серветкою. [27,28,29]

2. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ ЖИВЛЕННЯ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГУНА

2.1. Обґрунтування вибору засобів діагностування

Найбільш навантаженим у процесі експлуатації автомобіля є силовий агрегат, у більшості випадків це двигун внутрішнього згорання (ДВЗ). При експлуатації з часом відбувається зміна регульованих параметрів, виникають несправності, що супроводжуються зменшенням потужності та збільшенням витрат палива. Основною причиною виникнення несправностей деталей ДВЗ є зношування, внаслідок чого змінюється їх геометрія, збільшуються зазори між парами тертя. На збільшення зносу впливає безліч факторів: стиль водіння, умови експлуатації, несвоєчасне або некваліфіковане обслуговування, низька якість паливно-мастильних матеріалів, робота з детонацією, гаргальним запаленням, несправними системами мастила та охолодження та інші причини.

Як наслідок, зростають експлуатаційні витрати та проблеми у роботі. Експлуатація зношеного двигуна призведе до його пошкодження, а ремонт двигуна, що отримав пошкодження, вимагає великих капітальних вкладень. Найчастіше зміни характеристик дизельного двигуна викликається несправністю паливної апаратури, яку доводиться 40%-50% всіх відмов, що у дизельному двигуні. Для виявлення несправностей потрібне проведення діагностичних робіт.

При проведенні діагностичних робіт важливим є виявлення всіх можливих причин несправностей, такий підхід дозволить скоротити час і витрати і уникнути помилок.

Існує безліч методів та способів безрозбірної діагностики ДВЗ:

1. Тепловий контроль - заснований на вимірі, моніторингу та аналізі температури контрольованих об'єктів. Процес передачі теплової енергії, виділення та поглинання тепла в об'єкті призводить до того, що його температура змінюється щодо навколишнього середовища. Розподіл температури по поверхні об'єкта є основним параметром в тепловому методі, так як несе інформацію про процес теплопередачі, його внутрішню структуру та наявність прихованих

внутрішніх дефектів. Для отримання детальних теплограм працюючих агрегатів використовуються мобільні тепловізійні камери;

2. Комп'ютерне діагностування – підключення до електронного блоку управління зовнішнього комп'ютера (мотор-тестер та сканер). З його допомогою зчитуються коди помилок, значення сигналів з різних датчиків та процесора управління;

3. Аналіз складу та кількості відпрацьованих газів – дозволяє зробити висновок про характер та умови протікання процесу згоряння, а за значенням коефіцієнта надлишку повітря оцінити максимально допустиме зношування деталей циліндропоршневої групи;

4. Технічне ендоскопування – перевірка технічного стану вузлів та деталей, що мають важкий доступ до них (наприклад, камеру згоряння через отвори свічок запалювання);

5. Забір компресії - призначений для вимірювання та контролю компресії в циліндрах бензинових двигунів внутрішнього згоряння легкових машин, вантажівок та мотоциклів. Вимірювання проводяться на прогрітому двигуні через отвори для свічок запалювання;

6. Аналіз хімічних елементів - визначення вмісту хімічних елементів у різних речовинах, що знаходяться у твердому, порошкоподібному або розчиненому стані, а також нанесених на поверхні та осаджених на фільтри;

7. Вібраакустичний – фіксування та відповідна обробка параметрів вібрації, що виникають при роботі контрольної групи.

Методи технічного діагностування, що не потребують розбирання двигуна, зарекомендували себе як універсальні та оперативні, що дозволяють комплексно оцінити стан ДВЗ. [30]

Більшість розглянутих методів мають малу інформативність, за деякими параметрами важко встановити точну причину несправності. Відносно різноманіття методів пояснюється тим, що жоден з них не дозволяє врахувати всі вимоги до формування діагнозу зі 100% достовірністю, оскільки вони несуть специфічну інформацію різної цінності. Жоден із методів не дозволяє оцінити

стан двигуна з достатнім ступенем деталізації. За допомогою поєднання ряду методів можна здійснити більш глибокий контроль, проте це для цього потрібні спеціальні умови.

Для розробки нового методу діагностування на підставі оцінки інформативності та економічної вигоди найбільш відповідним поєднанням є методи комп'ютерної діагностики та аналізу складу та кількості відпрацьованих газів.

2.2 Комп'ютерна діагностика електронного блоку керування двигуном

Сучасні підходи до діагностування системи живлення насамперед включають комп'ютерну діагностику блоку управління двигуна.

Комп'ютерна діагностика двигуна – сучасний спосіб перевірки вузлів та елементів, що взаємодіють з електронною системою управління двигуном (ЕСУД). Нерідко несправності одного механізму безпосередньо впливають на функціонування іншого. Подібні помилки фіксуються під час аналізу, що дозволяє точно та оперативно локалізувати неполадки. [31]

Прикладом приладів, що використовуються для комп'ютерної діагностики, є сканери та мотор-тестери.

Розрізняють три типи сканерів:

Дилерський сканер (рис. 2.1а). Професійний прилад, розрахований на технічне обслуговування певної марки автомобіля та споріднених із нею.

Випускається безпосередньо виробниками марки або на їхнє замовлення. Має оригінальне програмне забезпечення. Зазвичай застосовується у дилерських сервісних центрах. Вирізняється абсолютною точністю сканування. Має широкий функціонал, аж до можливості перепрошивки бортового комп'ютера. Перевага сканера в тому, що він не просто видає код помилки, а й дає детальну розшифровку поломки. Точно визначає причини несправності та надає можливі варіанти вирішення. Визначає локацію несправності. Коригує програмне забезпечення бортового комп'ютера. Вузька спеціалізація та багатофункціональність передбачають високу вартість подібних приладів.

Діагностику автомобіля за допомогою дилерського сканера краще довірити професіоналам. Оскільки неправильне налаштування та неправильне застосування сканера може призвести до серйозних збоїв у всій електронній системі автомобіля;

- Портативний сканер. (Рис. 2.1б) Універсальний та компактний прилад. Видає код помилки та вказує місце поломки. Має невеликі габарити та прийнятну вартість. Підходить для індивідуального використання та в невеликих автомайстернях;

- Мультимарочний сканер. (Рис. 2.1 в) На відміну від дилерського сканера має більш скромний набір діагностичних можливостей. Основна перевага цього приладу – універсальність. Здатний діагностувати практично всі сучасні марки автомобілів. Має великий набір функцій. Деякі моделі дозволяють зробити безпечне налаштування бортового комп'ютера. Простий у використанні і недорогий, тому популярний серед напівпрофесіоналів та звичайних автолюбителів. [32]



Рис. 2.1 – Зовнішній вигляд сканерів: а) дилерський сканер концерну VAG; б) портативний сканер; в) мультимарочний сканер.

Мультимарочні сканери мають явну перевагу за рахунок їхньої універсальності та достатньої інформативності.

Процес діагностики відбувається так

- До бортової системи автомобіля через діагностичний роз'єм OBD 2

підключається діагностичний прилад (сканер).

Дані сканер зчитує повну інформацію про автомобіль та коди помилок. Поточні дані відображаються на одноканальному мультиметрі.

– Потім показники транслюються на зовнішній комп'ютер. Комп'ютерна програма розшифровує отримані коди. І видає докладний звіт про реальний стан усіх електронних систем транспортного засобу. [33]

Весь процес комп'ютерної діагностики займає від 10 до 2 годин.

Це порівняно швидкий та досить ефективний спосіб визначення несправностей. На даний момент існує велика кількість мультимарочних діагностичних сканерів, у нашому випадку будемо оптимальним Launch EasyDiag 3.0 (рис. 2.2). Переваги даного сканера – багатфункціональний інтерфейс, зв'язок з ПК за допомогою Bluetooth, можливість діагностування великої кількості моделей автомобілів.



Рис. 2.2 - Launch EasyDiag 3.0

Можливості комп'ютерної діагностики дозволяють оцінити загальний технічний стан двигуна, перевірити всі блоки керування, окремі вузли та агрегати. Такий сканер виконує багатовступнечасте обстеження агрегату, перевіряючи по черзі роботу паливної системи, а потім і керує.

У ході діагностичної процедури обов'язково виконуються наведені далі дії: аналіз функціонування форсунок (тихньої електричної частини); зняття показань

з усіх наявних датчиків температури; встановлення показників компресії у блоці двигуна (у циліндрах); вимір величин вакуумних перетворювачів. [34]

Сканер оперативно здатний виявити більшість прихованих вад, не вдаючись до розбирання двигуна та його агрегатів, що є очевидною перевагою даного типу діагностики.

Однак найчастіше комп'ютерної діагностики недостатньо для локалізації та точного визначення несправності. Так само складним завданням

Діагностування дизельних двигунів є визначення вузла, в якому відбулася поломка. Багато транспортних засобах відсутня єдина система електронного управління двигуном (ЕСУД), отже, фахівці звертають увагу до ознаки різних поломок, проводять безліч складних операцій з діагностиці. Під час таких процедур часто знімають навісне обладнання, частково розбирають двигун автомобіля.

У зв'язку з цим фактором підтвердити та уточнити показання сканера можна за допомогою аналізу відпрацьованих газів автомобіля за допомогою газоаналізатора.

2.3. Пошук несправностей з допомогою аналізу відпрацьованих газів (ОГ)

Ще одним методом безрозбірного діагностування дизельних двигунів є аналіз відпрацьованих газів за допомогою газоаналізатора.

У справного дизельного двигуна вихлоп має бути прозорим. Якщо дизельний двигун димить, це говорить про порушення в роботі або несправності однієї або кількох систем двигуна. Залежно від їхнього походження з'являється дим або пара з-під капота того чи іншого кольору

Насправді зазвичай зустрічається дим трьох основних кольорів:

- сірий чи чорний дим – свідчить про неповне згоряння палива;
- блакитно-синій або сизий колір вихлопу - вказує на чад мастила та деякі інші причини,

- білі пухнасті хмари: - попадання охолоджувача в камери згоряння.

Короткочасний білий дим після запуску двигуна не є ознакою несправності двигуна. В цьому випадку відбувається випаровування конденсату, що утворився в глушнику при стоянці автомобіля. Тобто, це не дим, а пара. [35]

У таблиці 2.1 наведено деякі цифри, що регламентують максимальний вміст шкідливих речовин, що викидаються в атмосферу, а також зазначаються можливі несправності в системах дизельного двигуна.

Таблиця 2.1 - Таблиця димності

Хімічний елемент	Норма для дизельного двигуна	Причина невідповідності нормі
Азот (N ₂)	76 -78%	Збіднений склад паливної суміші, перегрів двигуна
Кисень (O ₂)	0,5% макс.	Негерметичність випускного колектора
Оксид вуглецю (CO)	0,01-0,5%	Засмічення фільтрів, підвищений тиск палива в системі живлення, перезбагачена суміш
Вуглекислий газ (C O ₂)	1,0-10%	Засмічення фільтрів, перевищення тиску палива, перезбагачена суміш
Вуглеводні (C _x H _y)	50 ppm макс.	Пропуски займання (несправність свічок розжарювання), багата суміш

Аналіз відпрацьованих газів повинен проводитися за допомогою газоаналізаторів, які визначають концентрації оксиду вуглецю (CO), діоксиду вуглецю (CO₂), вуглеводнів (C_xH_y), кисню (O₂), оксидів азоту (NO_x), азоту (N₂).

Загальне призначення газоаналізаторів - вимірювання та аналіз газових сумішей для визначення їх кількісного та якісного (об'ємного та процентного) складу. [36]

Зокрема, газоаналізатор використовується для вимірювання кількості шкідливих викидів у вихлопних газах ДВЗ, що працюють на дизельному паливі. Для вимірювання необхідних показників добре підходить переносний

газоаналізатор Інфракар Д представлений на рис. 2.3.



Рис. 2.3 - Газоаналізатор

Пошук несправності з газоаналізатора типу «Інфракар», як і переглядання пам'яті несправностей, добре підходять для попереднього визначення дефектів, так як протягом короткого часу дають направлення для подальших перевірок.

Сучасні газоаналізатори високого класу, крім надійності та зручності у роботі, мають безліч додаткових функцій. Вони можуть вимірювати частоту обертання колінчастого валу двигуна, температуру масла, а також запам'ятовувати проміжні протоколи вимірювань та передавати результати на персональний комп'ютер або друкувати їх на вбудованому принтері. А зв'язок з ПК має для нас

велике значення, так як це дозволяє одночасно обробити дані з діагностичного сканера і газоаналізатора, що дозволить набагато зручніше порівняти і проаналізувати отримані дані.

У порівнянні з пам'яттю несправностей пошук із газоаналізатором має перевагу в тому, що дозволяє оцінювати кінцевий продукт процесу згоряння і, таким чином, показує результат як механічних дефектів, так і несправностей у системі палива.

2.4. Діагностування несправностей із використанням датчиків

тиску

Для діагностування системи живлення вимірюють тиск у контурах низького та високого тиску палива, для того щоб перевірити достатній тиск палива створюється перед паливним насосом високого тиску, а також перевірити тиск у паливній рампі. Для вимірювань зазвичай використовуються механічні тестери паливної системи, приклад такого тестера показано рис. 2.4.

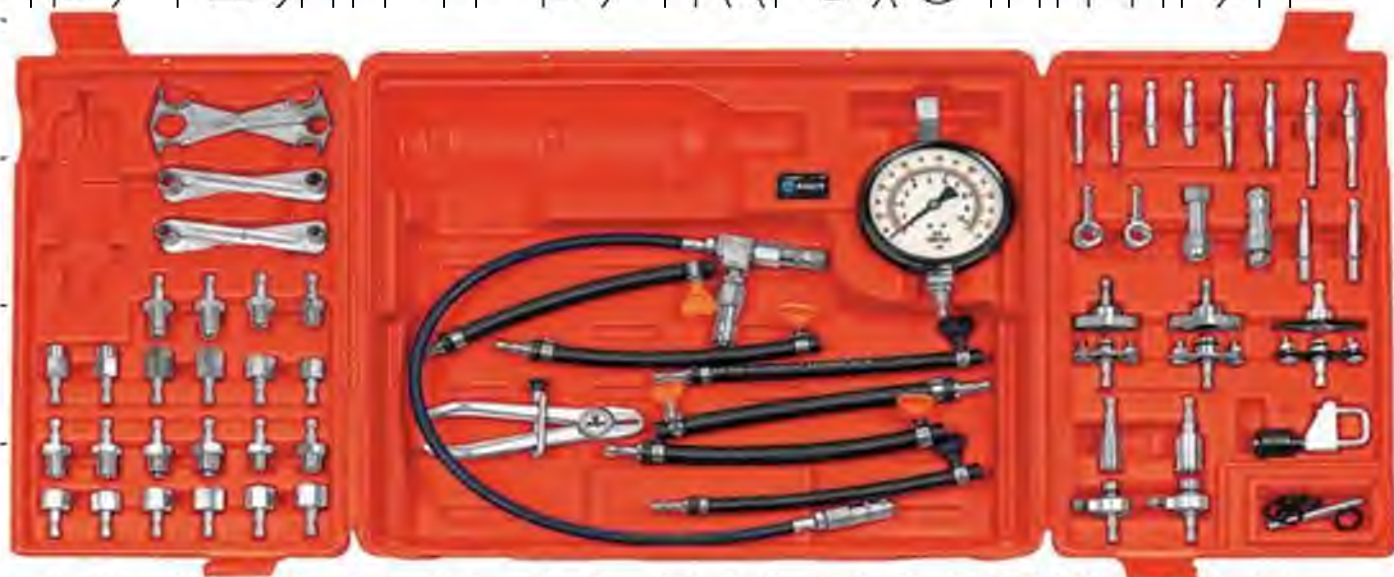


Рис. 2.4 - Тестер паливної системи

Однак у нашому випадку зручнішим є використання електронних датчиків тензометричних рис 2.5. Такі самі штатні датчики встановлюються на паливній рампі і насос у контурі низького тиску палива.



Рис. 2.5 – Тензометричний датчик тиску

Тензометричні датчики мають достатню точність вимірювань, а при комплексній діагностиці двигуна їх використання дозволяє встановити стримані

дані з іншими тестерами, так як дані отримуємо в електронному вигляді. Таким чином можна порівняти показання, отримані зі штатних датчиків зняті за допомогою комп'ютерної діагностики та показання з діагностичних датчиків. [37]

Необхідно це через те, що через великі пробіги або жорсткі умови експлуатації штатні датчики тиску можуть виходити з ладу і видавати некоректні показання або зовсім відмовити.

Конструктивну основу датчика становить сенсорний елемент, що поєднує сталеву мембрану та тензорезистори. Схема конструкції датчика показано рис.

3.5. Товщина сталеві мембрани відповідає вимірюваному тиску (чим товстіша мембрана, тим більший тиск).

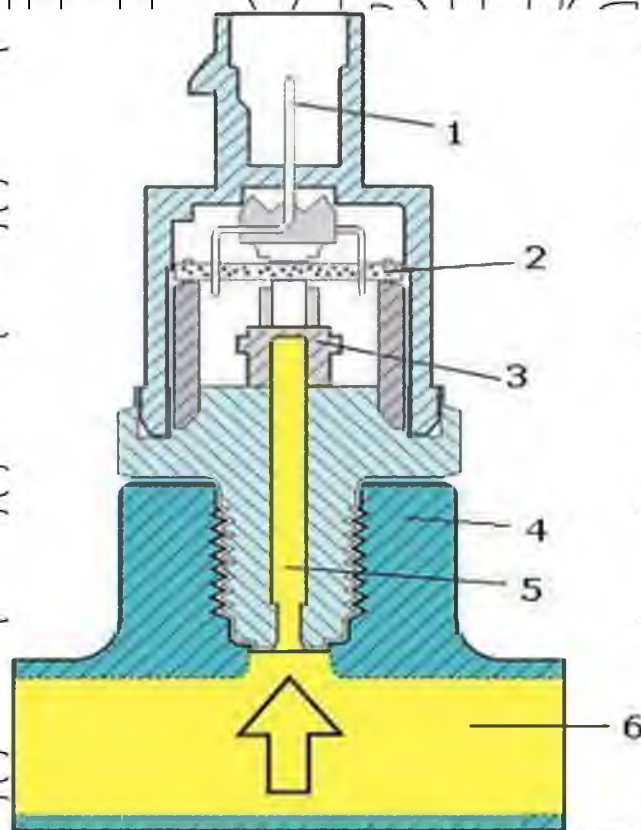


Рис. 2.6 – Схема датчика тиску:

1-електричний роз'єм; 2 – електрична схема; 3 сенсорний елемент; 4 – паливна рама; 5-штуцер; 6 - паливо

Тензорезистори перетворюють деформацію сталеві мембрани на зміну електричного опору. Тензорезистори з'єднані за бруківкою схемою і до них через

підсилювач подається напруга.

Робота датчика тиску палива здійснюється в такий спосіб. Через штуцер паливо потрапляє до сталеві мембрани, яка прогинається пропорційно до величини тиску. Відповідно змінюється величина опору тензорезисторів. Так як тиск у контурі низького та високого тиску сильно відрізняється, необхідні датчики з граничним тиском до 7 бар для контуру низького тиску та для контуру високого тиску до 2000 бар.

Встановлюються датчики у паливопровід за допомогою перехідників залежно від марки та моделі автомобіля. [38].

2.5. Обґрунтування розробки способу діагностування

Виходячи з першого розділу, в якому проаналізовано основні несправності систем живлення дизельних двигунів, виразно видно, що спектр несправностей досить широкий. Сучасні підходи до діагностування інформативні і точні, проте дуже трудомісткі і вимогливі до високого рівня кваліфікації майстра, до того ж жоден з методів діагностування не дозволяє отримати повну картину параметрів роботи двигуна.

У цій роботі пропонується метод діагностування згідно з яким одночасно ми можемо отримати ширший спектр параметрів роботи двигуна. Досягти цього можна знявши дані з різних вузлів автомобіля.

Показання необхідно зняти з цих вузлів:

- блок керування двигуном;
- аналіз відпрацьованих газів;
- тиск у контурі низького тиску;
- Тиску в контурі високого тиску.

Усі зняті параметри будуть виводитися на екран комп'ютера, де з'являється можливість порівняти дані з блоку керування двигуном з накладних датчиків, так як датчики автомобіля мають ймовірність виходу з ладу внаслідок тривалого часу експлуатації. Також в окремому командному рядку будуть відображатися

можливі несправності, пропонувані програмою на основі порівняння отриманих даних з еталонними для даного автомобіля та проаналізовані за таблицями, створеними багаторічним досвідом.

Таким чином, цей підхід дозволяє без зняття та розбору двигуна та його вузлів виявити несправності в системі живлення автомобіля. Програмне

забезпечення аналізуючи дані, дозволяє залучати до роботи менш кваліфікований персонал для отримання попередніх результатів діагностування.

За рахунок наявності більшої кількості вимірюваних параметрів можна робити висновки про роботу практично всіх вузлів системи живлення, від насоса, що

підкачує, до форсунок і паливного насоса високого тиску, а також про роботу багатьох датчиків. Аналіз відпрацьованих газів дозволяє зробити багато

визначити, як про функціонування системи живлення, так і про роботу всього двигуна.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

3. РОЗРОБКА СПОСОБУ ДІАГНОСТУВАННЯ СИСТЕМ ЖИВЛЕННЯ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГУНА

3.1. Методика діагностування

Сучасний підхід до діагностування двигуна і зокрема систем живлення має на увазі комп'ютерну діагностику блоку керування автомобіля.

1) Використовуючи діагностичний сканер Launch EasyDiag 3.0 підключаємо його через діагностичний роз'єм OBD 2. Запускаємо двигун та аналізуємо отримані параметри роботи двигуна, у деяких випадках сканер автоматично вказує на несправність та описує способи усунення. Однак найчастіше даних отриманих за допомогою комп'ютерної діагностики, не достатньо для того, щоб точно встановити несправність. Або ж зовсім сканер не бачить неполадок, незважаючи на те, що двигун працює некоректно або зовсім не запускається. У таких випадках необхідний комплексний підхід до діагностування.

2) Для отримання додаткової інформації підключаємо до автомобіля газоаналізатор Інфракар Д.

Підключення здійснюється наступним чином:

- До гнізда на задній панелі підключити кабель із датчиком тахометра.
- Встановити зонд газозабірного приладу у вихлопну трубу автомобіля

до упору та зафіксувати його затискачем.

Натиснути та утримувати кнопку «0» протягом 2 секунд. Запуститься процедура автоідстроювання нуля. Підстроювання нуля проводиться перед кожним виміром. Після підстроювання нулів прилад переходить у режим вимірювання

Також необхідно підключити прилад Інфракар до персонального комп'ютера, для додаткового аналізу отриманих даних коефіцієнта поглинання.

3) Після цього підключаємо датчики тиску до контуру низького та високого тиску. Показання датчиків також надходять у персональний комп'ютер.

Після всіх перерахованих вище дій запускаємо двигун і починаємо повну діагностику. На екрані персонального комп'ютера будуть відображатися показання зі сканера Launch.

Газоаналізатор дозволяє виміряти коефіцієнт поглинання До значення

якого наведено на таблиці під капотом або є у вільному доступі для кожної моделі автомобіля, далі програма робить порівняння отриманих показань з допустимими і ґрунтуючись на створених таблицях для пошуку несправностей видасть попередні причини несправності (таблиця 3.1).

Покази датчиків тиску палива також надходять на персональний комп'ютер і відображаються на екрані. І, як і у випадку з газоаналізатором, проводиться порівняння з допустимими значеннями.

Таблиця 3.1

Пошук несправностей та вимірювань димності ОГ:

«н» - нормальна величина; "+" - Високе значення; «-» - низьке значення

Потужність двигуна	Розмір димності при вільному прискоренні			Можлива причина
	Холостий хід	Повне навантаження	Обороти регулятора	
+	н	+	н	Тюнінг, занадто велика подача на повному навантаженні та частота обертання регулятора
	н		н	Занадто низька величина подачі та тиск наддуву, блок керування в аварійному режимі, несправний вимірювач витрати повітря
н(-)	н	+	н	Несправність у системі рециркуляції, забруднений повітряний фільтр, несправний турбокомпресор
-	н	+	н	Екстремально ранній початок подачі, жорсткий шум згоряння
-	+	+	н	Надто пізній початок подачі
-	н	н(+)	+	Несправний механізм випередження упорскування
-	+	+	+	Дефектний розпилювач, стукіт процесу
-	+	+	+	Заправка не тим паливом
н	+	+	+	Перевитрата олії (блакитний дим). Несправність двигуна чи турбокомпресора

Наочна схема роботи цього засобу діагностування зображено рис. 3.1



Рис. 3.1 - Схема роботи засобу діагностування.

НУБІП України

Даний метод дозволяє скоротити час, необхідний для діагностування, а

також дає можливість проводити діагностику менш кваліфікованому фахівцю.

До того ж, значно легше локалізувати несправність.

НУБІП України

3.2 Опис процесу діагностування

У першу чергу необхідно провести комп'ютерну діагностику, так як її проведення займає менше витрат часу та дозволяє отримати достатньо інформації для попередньої оцінки стану двигуна. Діагностований автомобіль 2.5d 2010 року випуску.

Для проведення діагностики підключаємо сканер Launch EasyDiag 3.0 через діагностичний роз'єм OBD 2 (рис. 3.2). Покази сканера надходять муть на персональний комп'ютер. Включаємо запалювання, у такому режимі можна прочитати коди Mazda BT-50 несправностей, якщо вони є. Якщо коди

несправностей відсутні, запускаємо двигун і аналізуємо основні параметри системи живлення. На рис. 3.3 ми спостерігаємо нормальну роботу системи живлення автомобіля Mazda BT-50.

Mazda BT-50 V 41.60 / Автоматичне трансмісією

Бажане число оборотів 720(rpm)

Паливний тиск рел. 31420(Кра)

Управління потоком нас... 1.45(А)

Управління потоком нас.. 42.83(%)

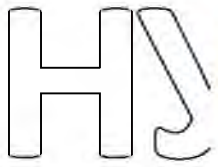
При таких отриманих даних, якщо немає ніяких ознак несправності застосування додаткових засобів діагностики немає необхідності. На рис. 3.4 показано параметри роботи автомобіля з несправністю електричної частини форсунок.

Масова витрата повітря 7.47(g / s)

Обіг двигуна кожне... 725(rpm)

Паливний тиск ре... 34500(Кра)

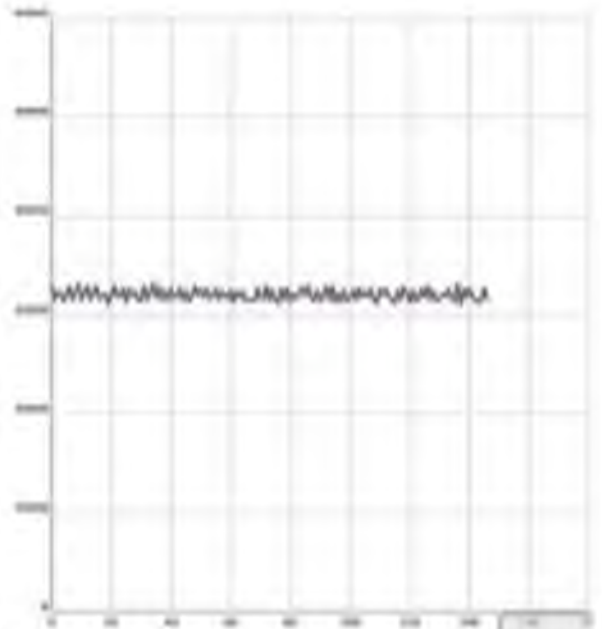
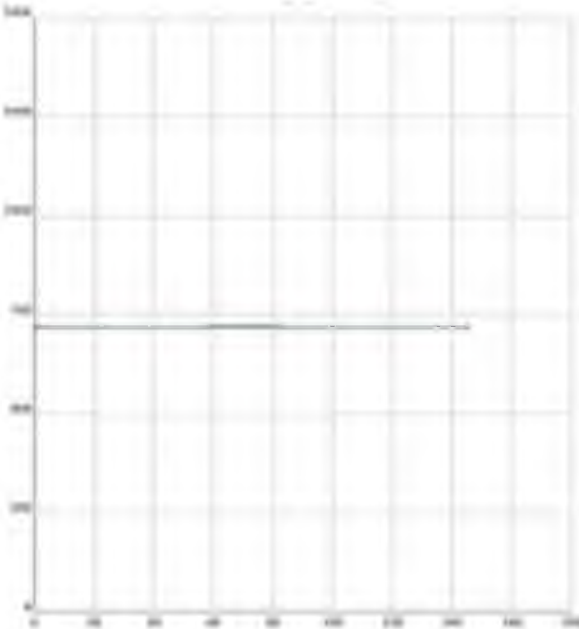
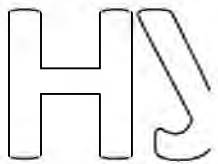
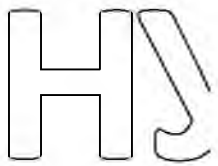
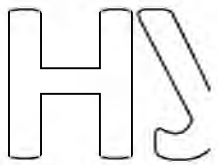
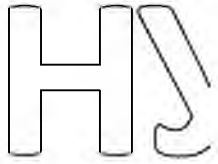
Управління потоком нас.. 42.92(%)



MAZDA V41.60 – Авт...іння трансмісією

Очікуване число обертів
720(rpm)

Тиск палива реаль.
31420(Кра)



Управління потоком нас...
1,45 (A)

Управління потоком нас.
42,83 (%)

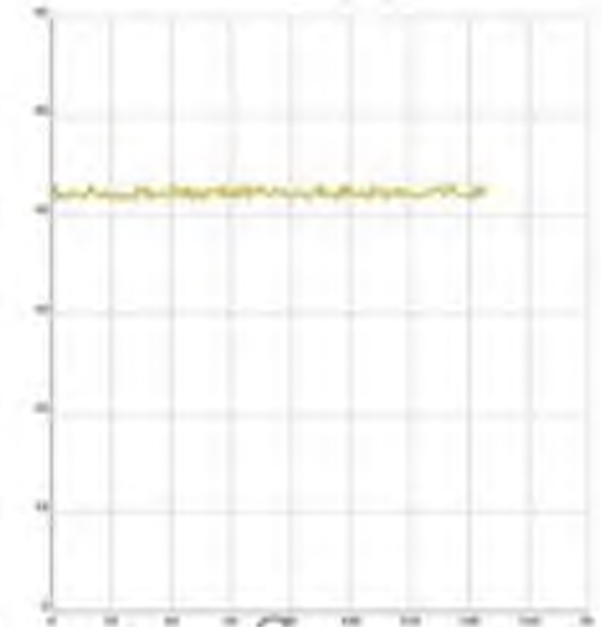
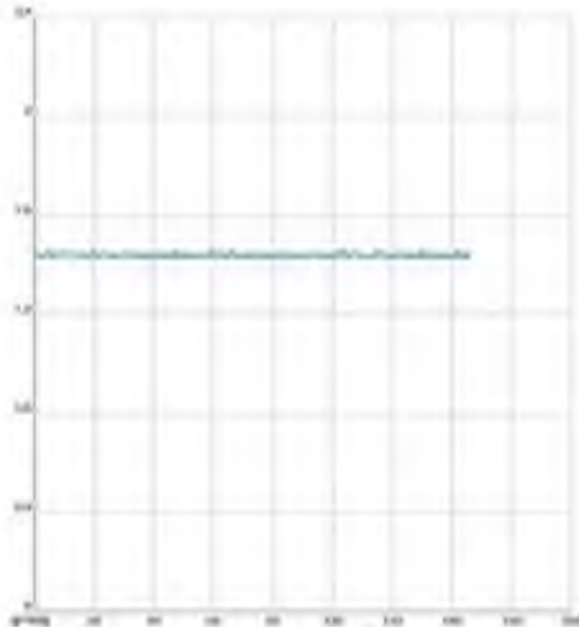


Рис. 3.3 - Основні показники параметрів системи живлення двигуна, що справно працює

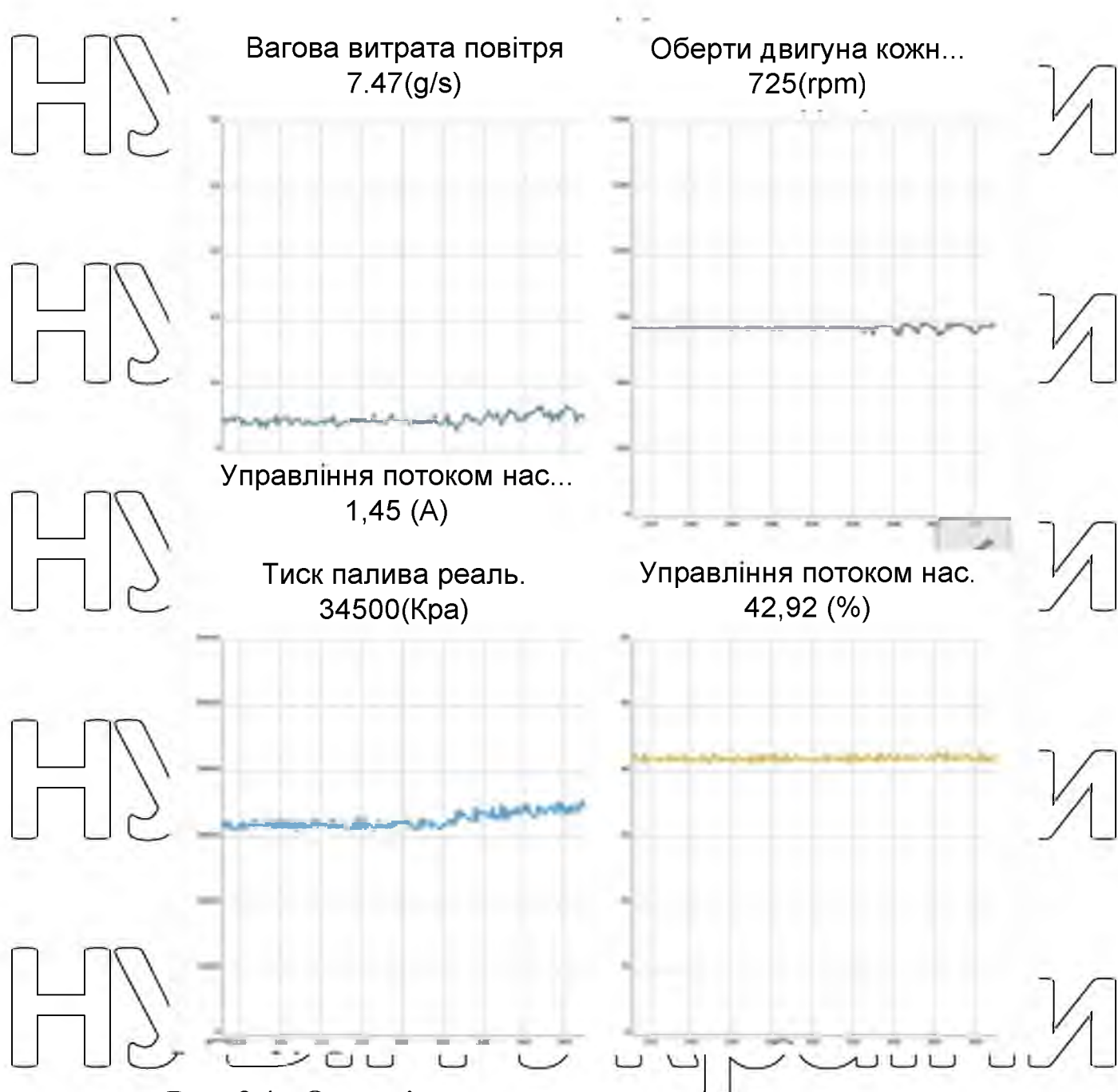


Рис. 3.4 – Основні показники параметрів системи живлення двигуна з несправністю

У цьому випадку з графіків бачимо, що двигун працює не рівномірно «плавають» обороти двигуна. Інші показники практично не змінилися. Однак у цьому автомобілі сканер зафіксував код помилки P0093 несправність двигуна.

Спис цієї помилки повідомляє про несправність четвертої форсунки.

Тобто в даному прикладі комп'ютерної діагностики досить виявити несправність. Але так відбувається не завжди, це видно на прикладі наступного

діагностованого автомобіля Nissan X - Trail 2. 2d , 2003 року випуску .

Проводимо ту ж саму процедуру підключення діагностичного сканера.
Запускаємо двигун і знімаємо показання на неодруженій оборотах двигуна
(рис. 3.5).

Датчик масового розходу... 3.06(V)

Тривалість головного в... 0.57(ms)

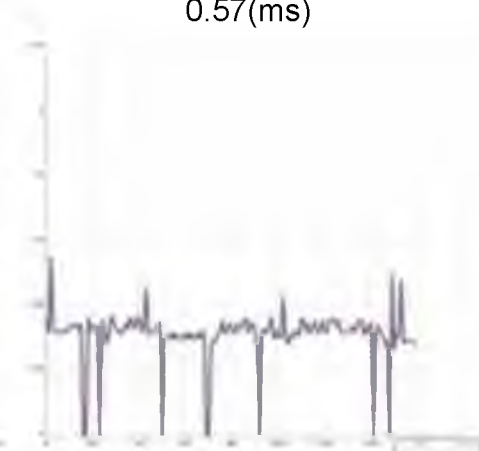
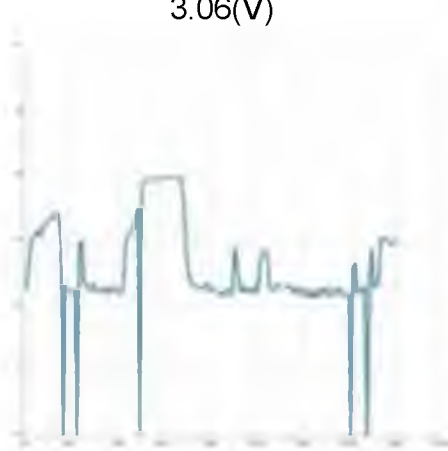
Обороти двигуна по д... 1 624(rpm)

Фактичний тиск. 40.00(MPa)

Датчик вагової витрати
3.06(V)

Тривалість головного в...
0.57(ms)

НЗ



И

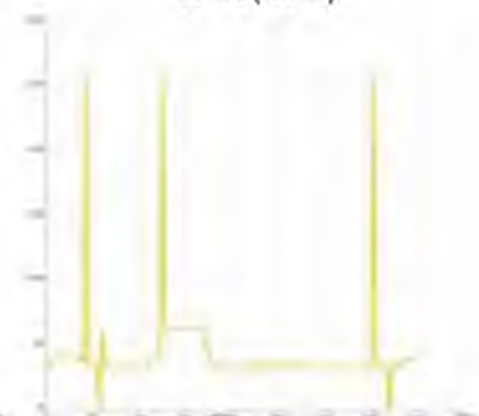
НЗ

Оберти двигуна по д...
1624 (rpm)

Фактичний тиск в...
40.00(MPa)

И

НЗ



И

НЗ

Попередня сторінка

Наступна

И

пеј

По

Зн

От

Зај

Рис. 3.5 - Основні показники параметрів системи живлення двигуна на холостих оборотах двигуна

Як бачимо з графіків, показання абсолютно не коректні і зробити висновки про несправність неможливо. При цьому на холостому ході двигун працює нормально, але під навантаженням відсутня потужність. Це один із випадків, коли необхідні додаткові засоби діагностики.

Тому наступним кроком підключаємо датчики тиску в контур низького тиску за допомогою перехідників /із швидкознімними з'єднаннями перед паливним фільтром. У контурі високого тиску за допомогою трійника на четверту форсунку. Після цього підключаємо газоаналізатор Інфракар Д, спосіб підключення описаний вище. Потім запускаємо двигун і знову робимо виміри спочатку на холостому ході, потім при вільному прискоренні. Максимально допустиме значення димності зображено на таблиці під капотом (рис. 3.6)



Рис. 3.6 – Табличка допустимого значення димності

Провівши виміри показань димності і тиску (малюнки 3.7, 3.8 відповідно), за тиском обидва показники в нормі, а по газах, що відраховували, на холостому ході параметри дуже хороші, але при вільному прискоренні газоаналізатор зашкалює. Візуально дим не видно, але він є і перевищує всі допустимі межі.

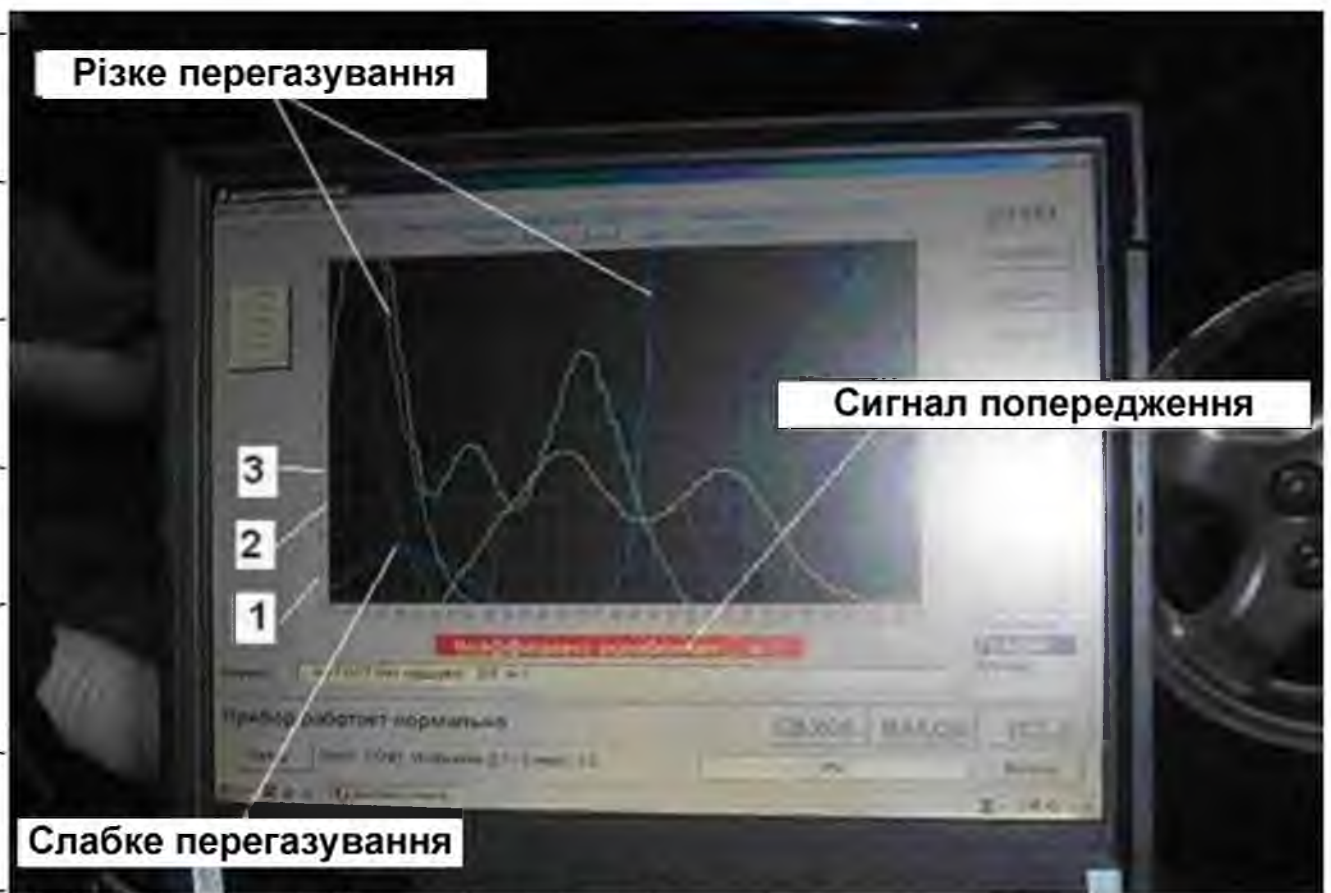


Рис. 3.7 - Покази газаналізатора

Попереднім діагнозом виходячи з даних показань є падіння динаміки, викликане не згорянням суміші при перегазуванні.

Варіанти несправностей:

1) Поганий розпил. Несправність розпилювачів форсунок. У нашому випадку не підходить, тому що підтікання, закоксованість розпилювачів і зношування плунжера буде викликати підвищену димність, так само на холостому ходу, а цього ми не спостерігаємо.

2) Збільшена циклова подача, також не підходить, при збільшенні циклової подачі потужність підвищується, а у автомобілі спостерігається зниження потужності.

3) Зменшена подача повітря. Збільшення димності під час падіння потужності. Це найбільш вдалий варіант.

Порівняльний аналіз, отриманий програмою, вказує на наступні несправності:

- несправність у системі рециркуляції;
- забруднений повітряний фільтр;
- Несправний витратомір повітря.

Перевірку починаємо з огляду повітряного фільтра. Зовнішній огляд нічого не виявив. Однак візуальний огляд показав, що забруднений MAF sensor (рис. 3.9), він контролює витрату повітря і, порівнюючи ці показання з APS (Давач положення педалі газу) через ЕБУ управляє дроселем.



Рис. 3.9— Забруднений MAF sensor ниткового типу

Після очищення MAF sensora знову проводимо вимірювання параметрів. Тепер із графіка видно, що показання димності при максимальному прискоренні перебувають у межах допуску (рис. 3.10)

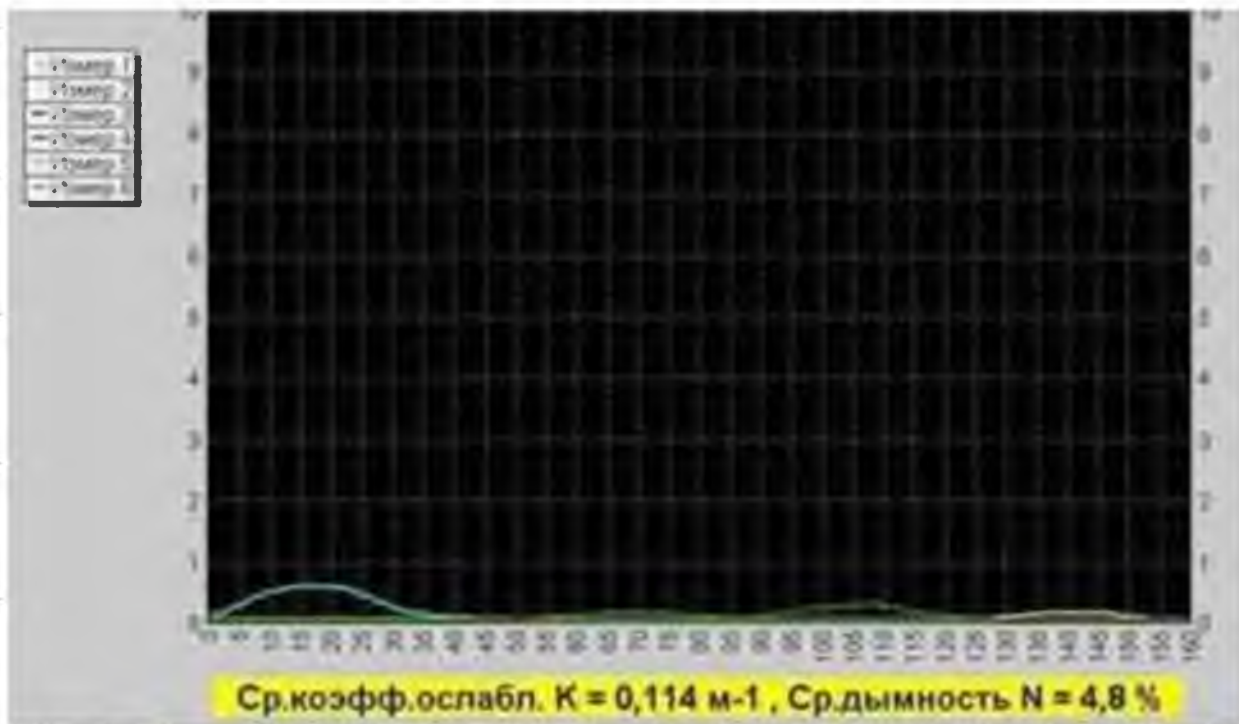


Рис. 3.10 - Графік димності при максимальному прискоренні

Результат діагностики; Виявлення забруднення MAF sensora , внаслідок чого спостерігалася недостатня подача повітря в циліндри

Таким чином, використовуючи даний метод діагностування, цілком можливо досить оперативно виявити несправності, доповнюючи засоби

діагностики. У прикладах описана лише мала частина потенціалу даного методу,

оскільки існує велика кількість різновидів виконання системи живлення та паливної апаратури, зокрема.

НУБІП України
 НУБІП України
 НУБІП України
 НУБІП України

ВИСНОВОК

У ході виконання роботи було проаналізовано та описано основні несправності в системі живлення дизельних двигунів. Визначено найбільш ефективні методи дослідження систем живлення, серед них було виділено безрозбірний метод, що полягає в аналізі відпрацьованих газів та використанням комп'ютерної діагностики.

Розроблено спосіб діагностування систем живлення дизельних двигунів, що застосовується для більшості сучасних автомобілів з дизельними двигунами.

Запропоновано перелік основного обладнання щодо дослідження .

До переваг розробленого способу можна віднести підвищення ефективності діагностування, тому що в результаті досліджень ми отримуємо значно більше параметрів роботи двигуна, що дозволяє досить точно виявити дефекти в системі живлення, не вдаючись до додаткових вимірів та розбирання двигуна, що скорочує тимчасові витрати. Також до переваг можна віднести можливість діагностування не тільки сучасних автомобілів, а й 90-х років випуску, які у великій кількості, близько 45%, експлуатуються в нашій країні.

У перспективі запропонований метод діагностування може удосконалюватись і підлаштовуватись під новітні системи живлення, при цьому можливе додавання додаткових засобів діагностики.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Аулін В. В., Голуб Д. В., Гриньків А. В., Лисенко С. В. Методологічні і теоретичні основи забезпечення та підвищення надійності функціонування автомобільних транспортних систем: монографія. Кропивницький: Видавництво ТОВ "КОД", 2017. 370 с.

2. Аулін В. В., Гриньків А. В. Методика вибору діагностичних параметрів технічного стану 248 транспортних засобів на основі теорії сенситивів. Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. 2016. №5. С. 109–116.

3. Аулін В. В., Гриньків А. В. Проблеми і задачі ефективності системи технічної експлуатації мобільної сільськогосподарської та автотранспортної техніки. Вісник Житомирського державного технологічного університету. Серія технічні науки. 2016. №2 (77). С. 36–41.

4. Аулін В. В., Гриньків А. В. Проблеми і задачі ефективності системи технічної експлуатації мобільної сільськогосподарської та автотранспортної техніки. Вісник Житомирського державного технологічного університету. Серія технічні науки. 2016. №2 (77). С. 36–41.

5. Аулін В. В., Гриньків А. В. Теоретичне обґрунтування моментів контролю технічного стану систем і агрегатів засобів транспорту. Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. 2017. №8. С. 9–20.

6. Двигуни внутрішнього згоряння: Пристрій та робота поршневих та комбінованих двигунів: підручник / В.П. Алексєєв, В.Ф. Воронін, Л.В. Грехов та ін; під. заг. ред. А.С. Орліна, М.Г. Круглова. - К: Машинобудування, 1990. - 288 с.

7. Кузнецов, А.С. Пристрій та робота двигуна внутрішнього згоряння: навч. Посібник/О.С. Ковалів. - К: Вид. Центр "Академія", 2011. - 80 с.

8. Харазов А.М. Діагностування легкових автомобілів на станціях технічного обслуговування: Навч. Посібник для професійного навчання робітників на виробництві/А.М. Харазов, С.І Кривенко. - К., 2011. - 272 с.

9. Технічна експлуатація автомобілів/Є.С. Кузнецов, А.Д. Болдін, В.М. Власов та ін. під заг. ред. О.С. Кузнецова. - К: Наука, 2011. - 535 с.

10. Технічна діагностика. Засоби діагностування автомобілів, тракторів, сільськогосподарських та дорожніх машин. Загальні вимоги. - Введено 983.01.01. - М: Вид-во стандартів, 1986. -9 с.

11. Боднар Є. Б. Підвищення експлуатаційної надійності локомотивів шляхом впровадження раціональної системи утримування: Дис... канд. техн. наук 05.22.07 рухомий склад залізниць та тяга поїздів. Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. Харків, 2004. 161с.

12. Бойко А. І. Тенденції розвитку вітчизняного сільськогосподарського машинобудування і проблем забезпечення надійності машин. Науковий вісник Національного аграрного університету. Київ. НАУ, 2004. Вип. 73. Ч. 2. С. 181–183.

13. Бойко Ю. Ф. Исследование и обоснование технологического процесса технического обслуживания трактора сельскохозяйственного назначения (на примере трактора Т-40А). Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.20.03 эксплуатация и ремонт сельскохозяйственных машины и орудий. Государственный всесоюзный научно-исследовательский технологический институт ремонта и эксплуатации машинно-тракторного парка. Москва. 1977. 19 с.

14. Бондаренко В. В. Удосконалення технології технічного обслуговування та діагностування електрообладнання пасажирських вагонів: Дис... канд. техн. наук 05.22.07 рухомий склад залізниць та тяга поїздів. Українська державна академія залізничного транспорту. Харків, 2002. 194 с.

15. Боузаїєнне Меккі бен Салем. Удосконалення урахування впливу регіональних факторів на процес технічного обслуговування авіаційної техніки (на прикладі району Середземного моря): дис... канд. техн. наук: 05.22.20. Національний авіаційний ун-т. Київ. 2006. 186 с.

16. Броди С. М., Погосян И. А. Вложенные стохастические процессы в теории массового обслуживания. Киев Наукова думка. 1973. 127 с.

17. Адамчук В. В. Стан наукового забезпечення механізації сільського

господарства в Україні. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. Дослідницьке: УкрНДІПВТ ім. Д. Погорілого, 2009. Вип. 13., кн. 1. С. 21–29.

18. Гуков Я. С. Наукове забезпечення формування державної політики стосовно відтворення та оновлення матеріально-технічної бази агропромислових підприємств. Механізація та електрифікація сільського господарства. 2008. Вип. 92. С. 13–25.

19. Агеева І. В. Розвиток системи інженерно-технічного обслуговування. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Харків, 2007. Вип. 54. С. 160–168.

20. Демко О. А. Вплив кваліфікації операторів на ефективність використання машин. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2009. Вип. 134, Ч.2. С. 159–169.

21. Васильєва Н. К. Економіко-математичне моделювання системного інноваційного оновлення аграрного виробництва : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра екон. наук : 08.00.11 Математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці. Київ, 2007. 36 с.

22. Войтюк В. Д. Техніко-технологічний розвиток системи сервісу енергонасиченої сільськогосподарської техніки : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук : 05.05.11 Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва. Мелітополь, 2012. 39 с.

23. Волк М. О. Методи та засоби розподіленого імітаційного моделювання електронних систем: дис... канд. техн. наук 01.05.02 Математичне моделювання та обчислювальні методи. Харківський державний технічний університет радіоелектроніки, Харків, 1999. 189 с.

24. Волох О. П. Методика обґрунтування раціональних значень параметрів технічного обслуговування машин інженерного озброєння при їх використанні за призначенням? Дис... канд. техн. наук 20.02.14 Озброєння і військова техніка. Військовий інженерний інститут Подільського державного аграрно-технічного університету. Кам'янець-Подільський, 2006. 175 с.

25. Грабко В. В. Методи і пристрої для технічної діагностики та автоматичного керування силовим електрообладнанням: дис... д-р техн. наук: 05.13.05 Елементи та пристрої обчислювальної техніки та систем керування. Вінницький національний технічний університет. Вінниця, 2004. 384 с.

26. Кузьмінський Р. Д. Системно-функціональні засади синтезу технологічних ліній і дільниць ремонту вузлів та агрегатів мобільної техніки рільництва : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук : 05.05.11 Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва. Глеваха, 2013. 40 с.

27. Кухтов В. Г. Методи оцінки довговічності конструкцій шасі колісних тракторів: Дис... д-р техн. наук: 05.22.20 Експлуатація та ремонт засобів транспорту. Харківський національний автомобільно-дорозний університет. Харків, 2006. 329 с.

28.

29. Бабошин, А.А., Оцінка технічного стану двигунів внутрішнього згоряння за тиском у впускному та випускному колекторах / О.О. Бабешин, А.С. Косарев, У.С. Малишев // Вісник ХАДІ. – 2013 р. – том 16 № 1 – С. 23-32.

30. Шатров М.Г., Яковенко, А.Л., Кричевська, Т.Ю. навчальний посібник/М.Г.Шатров. – К.: ХАДІ, 2014. – 68 с.

31. Губертус, Г. Діагностика дизельних двигунів / Гюнгер Губертус; Пров. з ним До). Г. Грудського. - К.: ЗАТ «За кермом», 2004 р. – 186 с.

32. Система живлення дизельного двигуна [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://avtodvigatel.com/detab/sistema-pitania-dizelya.htmk> - Дата доступу: 21.05.2023.

33. Аналіз відомих способів діагностування двигунів внутрішнього згоряння [Електронний ресурс].-Режим доступу: <https://studref.com/541509/tehnika/analiz-izvestnyh-sposobov-diaagnostirovania-dvigatelnyvnutrennegosgeraniya> - Дата доступу: 21.05.2023.

34. Основні несправності дизельних двигунів [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://kovsh.com/library/diesel-fuel-system/diesel-engine>

troubles / osnov neisprav dizeln dvigate - дата доступу; 21.05.2023.

35. Несправності дизельного двигуна [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://dizelmaster.ua/stati/neispravnosti-dizelnogo-dvigatelja>. - Дата доступу: 21.05.2023.

36. Дизельні форсунки: особливості конструкції [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://kvaatimotor.ua/ustrojstvo-fbrunki-dizel/>. - Дата доступу: 21.05.2023.

37. Система живлення дизельного двигуна [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://avtodvigateli.com/detali/sistema-pitania-dizelya.html>. - Дата доступу: 21.05.2020.

38. Влаштування автомобіля [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://ustrojstvo-avtomobilya.ua/category/dizel-naya-toplivnaya-apparatura/>. - Дата доступу: 21.05.2023.

39. Діагностування та ТО системи живлення дизельного двигуна [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://extxe.com/17397/diagnostirovanie-i-to-sistemy-pitanija-dizelnogo-dvigatelja/#3-Common-Rail>. - Дата доступу: 21.05.2023.

41. Smykov S. V., Seregin A. A., Nikitchenko S. L., Kurochkin V. N.,

42. Valuev N. V. Hinged aggregate for technical maintenance of machines: Modeling, test-ing and conditions of application. Journal of Mechanical Science and Technology. 2018. T. 32. № 8. С. 3807-3815.

43. Wegrzyn, J. Liquefid Natural Gas for Trucks and Buses. SAE Technical Paper Series. 2018. № 2000-01-2210.

44. Zehn Prozent Biokraftstoff für Alle. Verein Deutscher Ingenieure. VDI-Nachrichten. 2015. Jg. 59. № 47. 8 p.

45. Hunt D. Farm power and machinery management. Tenth edition. Agricultural Engineering. 2013. Dubli. Vol. 3. P. 1703-1709.

46. Onwualu A. P., Akubuo C. O., Ahaneku I. E. Fundamentals of Engineering for Agriculture. Immaculate Publications Limited. 2 Aku stree, Ogui New Layout, Enugu, Nigeria. 2006. 186 p.

47. Ojha T. P., Michael A. M. Principles of Agricultural Engineering.

48. Vol. 1. Jain Brothers. New Delhi (sixth edition). 2012. 210 p.

49. Yohanna J. K., Ifem, J. L. C. Performance evaluation of field efficiency of farm machinery in Nasarawa and plateau state. Proceeding of the Nigerian Institution of Agricultural Engineers. 2013. P. 88-92.

50. Kepner R. A, Bainer R, Barger E. L. Principles of Farm Machinery. AVI Publishing Company Inc. Wester port, 2016. 208 p.

51. Oduma O., Igwe J. E., Ntunde D. I. Performance evaluation of field efficiencies of some tractor drawn implement in Ebonyi State. International Journal of Engineering and Technology. 2015. Vol. 5(4). P. 45-50.

52. Agricultural field machinery selection and utilization for improved farm operations in South-East Nigeria: A review. Available from: https://www.researchgate.net/publication/335951790_Agricultural_field_machinery_selection_and_utilization_for_improved_farm_operations_in_South-East_Nigeria_A_review [accessed Mar 02 2020].