

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования «Полоцкий государственный университет»

На правах рукописи

УДК 629.331

Якимович

Евгений Юрьевич

***ДИАГНОСТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ПИТАНИЯ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ
АВТОМОБИЛЕЙ***

1-36 80 02 Инновационные технологии в машиностроении

Магистерская диссертация

на соискание степени магистра технических наук

Научный руководитель
(консультант) _____
д.т.н., профессор Иванов В.П.

Допущена к защите _____
Вигерина Т.В. _____
(ФИО и подпись заведующего кафедрой)

Новополоцк, 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ	4
ГЛАВА 1	6
ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ.....	6
1.1 Описание наиболее частых неисправностей системы питания дизельных двигателей	6
1.2 Общие сведения.....	9
1.3 Поэлементное диагностирование и устранение неисправностей	9
1.4 Проверка датчиков и исполнительных механизмов систем питания дизельных двигателей с электронным управлением	13
1.5 Проверка давления в системе питания двигателя	14
1.6 Особенности диагностирования неисправностей систем с насос- форсункой	15
1.7 Регулировка насос-форсунки после установки.	17
1.8 Проверка и установка угла опережения.....	18
1.9 Особенности диагностирования неисправностей систем Common Rail	23
ГЛАВА 2.....	31
МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМ ПИТАНИЯ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ	31
2.1 Обоснование выбора средств диагностирования	31
2.2 Компьютерная диагностика электронного блока управления двигателем	32
2.3 Поиск неисправностей с помощью анализа отработанных газов (ОГ). 35	
2.4 Диагностирования неисправностей с использованием датчиков давления.....	37
2.5 Обоснование разработки способа диагностирования	39
ГЛАВА 3	40
РАЗРАБОТКА СПОСОБА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ПИТАНИЯ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ	40
3.1 Методика диагностирования	40
3.2 Описание процесса диагностирования	42
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	48
СПИСОК ИСОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	49

ВВЕДЕНИЕ

Уровень автомобилизации мирового современного общества предъявляет повышенные требования к надежности автотранспортных средств, к обеспечению технико-экономических свойств и к снижению техногенного воздействия, прежде всего – выбросов вредных веществ в окружающую среду.

Несмотря на рост стоимости дизельного топлива, которая по цене сравнялась с бензином, эксплуатация транспортных средств с современными дизельными силовыми установками сохраняет свои преимущества: экономичность, отсутствие системы зажигания, высокий крутящий момент, долговечность, высокий КПД.

Тем не менее, даже самые надежные дизельные агрегаты представляют собой сложные технические устройства, эксплуатируемые в жестких условиях. Высокие температуры и давление, вибрация, длительная работа в экстремальных режимах неизбежно приводят к разрушению трущихся частей и деформации полых элементов, в которых происходит сгорание топлива и циркуляция раскаленных выхлопных газов.

Отечественное и мировое автомобилестроение в настоящее время отказывается от использования несовершенных систем питания дизельных двигателей внутреннего сгорания и переходит к использованию более современных, в том числе и электронных систем питания дизельных двигателей автомобилей.

В то же время, наблюдения показали, что эксплуатация в жестких условиях, а также усложнение системы питания привело к увеличению функциональных и параметрических отказов.

На систему питания приходится 9% неисправностей автомобилей с дизельными двигателями. Так как надежность современных двигателей достаточно высока, отказы редко происходят спонтанно, а обычно являются следствием развития дефекта узла.

Системы питания дизельного двигателя предназначена для размещения, очистки и своевременной подачи топливовоздушной смеси в цилиндры в нужном количестве и под достаточным давлением на всех режимах его работы при любой температуре окружающего воздуха. Поэтому отклонения в её работе мгновенно отображаются на рабочих показателях двигателей, в следствии этого существует острая необходимость в точном и своевременном диагностировании системы питания.

Это предопределяет необходимость усовершенствования существующих и разработки новых методов и средств диагностирования системы питания дизельных двигателей.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Транспортный комплекс является важнейшим звеном экономико-социальной инфраструктуры страны и призван своевременно и качественно обеспечивать потребности населения в перевозках и услугах, жизнедеятельность всех отраслей экономики и национальную безопасность государства.

Автомобильный транспорт занимает лидирующую позицию по объему перевозок пассажиров и грузов в транспортной системе Республики Беларусь. В 2019 году автомобильным транспортом перевезено 161,7 млн тонн грузов и 1 186,5 млн пассажиров. Удельный вес автомобильного транспорта в общем объеме перевозок грузов всеми видами транспорта (за исключением трубопроводного) за январь–ноябрь 2019 г. составил 52,5%.

Удельный вес в общем объеме перевозок пассажиров всеми видами транспорта за тот же временной отрезок – 60,3%, городского электрического транспорта и метрополитена – 35,4%.

По данным управления ГАИ МВД Республики Беларусь, в структурных подразделениях Госавтоинспекции на 1 января 2020 г. зарегистрировано около 4,4 млн единиц авто-, мототехники и прицепов к ней (88,1% – в личном пользовании граждан, 11,9% – юридических лиц), в том числе около 3,7 млн автомобилей.

В личном пользовании граждан находится 3,1 млн легковых автомобилей, 149 тыс. грузовиков и 11,6 тыс. автобусов.

В ведении юридических лиц – 135 тыс. «легковушек», 262 тыс. грузовых автомобилей и более 32 тыс. автобусов.

Обеспечивая основные потребности городского и сельского населения в перемещениях, автомобильный транспорт общего пользования в совокупности с городским электрическим транспортом и метрополитеном обладает неоспоримой социальной значимостью.

Для экономически выгодного использования автотранспортного комплекса необходимо минимизировать время простоя автомобилей по техническим причинам. Вследствие этого эффективное и качественное диагностирование неисправностей является весьма актуальной задачей. [1]

Всё больше набирает популярность среди автолюбителей дизельный двигатель, особым спросом эти установки пользуются на европейском рынке. С момента своего первого появления, агрегат, работающий на дизельном топливе, претерпел множество изменений и улучшений в своей конструкции.

Сегодня это уже не тот двигатель, который был десять лет назад, современный дизельный двигатель ничем не уступает бензиновому по шумности, комфорту, экологическим показателям. А по некоторым, таким как экономичность, крутящий момент, мощность, динамические характеристики даже превосходит.

Однако, в обслуживании между бензиновым двигателем и дизельным присутствует значительная разница. Основное отличие между двумя установками, процесс воспламенения рабочей смеси. [2]

Устройство и работа системы питания в дизельных двигателях намного сложнее бензинового, чтобы правильно эксплуатировать агрегат необходимо понимать принцип его работы, по возможности следить за качеством используемого топлива, а также в случае обнаружения неполадок проводить диагностику двигателя, так как упущенная из внимания неисправность приводит к весьма дорогостоящему ремонту.

Целью диссертационной работы является повышение эффективности методов диагностирования систем питания дизельных двигателей.

Наиболее нагруженным в процессе эксплуатации автомобиля является силовой агрегат, в большинстве случаев это двигатель внутреннего сгорания (ДВС). К основным показателям двигателей внутреннего сгорания относятся мощность, крутящий момент и расход топлива. При эксплуатации со временем происходит изменение регулировочных параметров, возникают неисправности, которые сопровождаются уменьшением мощности и увеличением расхода топлива. Основной причиной возникновения неисправностей деталей ДВС является износ, вследствие чего изменяется их геометрия, увеличиваются зазоры между парами трения. На увеличение износа влияет множество факторов: стиль вождения, условия эксплуатации, несвоевременное или некачественное обслуживание, низкое качество горюче-смазочных материалов, работа с детонацией, калильным зажиганием, неисправными системами смазки и охлаждения и прочие причины. Как следствие, растут эксплуатационные затраты и проблемы в работе. Эксплуатация изношенного двигателя приведет к его повреждению, а ремонт двигателя получившего повреждение требует больших капитальных вложений. В большинстве случаев изменения характеристик дизельного двигателя вызывается неисправностью топливной аппаратуры, на которую приходится 40%-50% всех отказов, возникающих в дизельном двигателе. Для выявления неисправностей необходимо проведение диагностических работ. [3]

Объект исследования: системы питания дизельных двигателей.

Задача обеспечения качества диагностических работ системы питания может быть успешно реализовано только на основе использования современных информационных технологий, в основу которых положены достижения отечественной и зарубежной систем диагностирования техники. Однако, не смотря на вышесказанное, в нашей стране и в настоящее время еще широко используется автотранспорт, выпущенный в 90-и и даже 80-е годы, что не позволяет отказываться от хорошо известных, внедренных ранее, методов и средств диагностирования системы питания дизельных двигателей. [4]

Таким образом, вопросы диагностирования системы питания дизельных двигателей автомобилей, проблемы создания новых, надежных, методов диагностирования всегда будут оставаться актуальными.

ГЛАВА 1 ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ

1.1 Описание наиболее частых неисправностей системы питания дизельных двигателей

Дизельные транспортные средства современности характеризуются достаточно высоким уровнем надежности всех своих компонентов и узлов. При своевременной замене вышедших из строя и износившихся элементов дизельного двигателя, риск их неожиданного отказа в процессе эксплуатации практически сводится к нулю. Поэтому крайне важно своевременно проводить точное диагностирование возможных неисправностей. [5,6]

Приведём наиболее часто встречающиеся отклонения в работе дизельных двигателей, указывающие на неисправность.

1) Запуск двигателя затруднён.

- Износ нагнетательных элементов насоса высокого давления;
- Неправильный угол опережения подачи топлива в двигателе;
- Износ распылителей, вызывающий плохое распыление топлива;
- Слишком низкое давление впрыска;
- Нехватка топлива перед насосом высокого давления из-за попадания воздуха в систему подачи топлива или засорении топливопроводов и фильтров;
- Загустение топлива зимой;
- Слишком малая доза топлива при запуске, вызванная неправильной работой регулятора;
- Неисправны свечи накаливания.

2) Снижение мощности двигателя.

- Износ прецизионных элементов топливного насоса высокого давления или регулятора;
- Неправильная регулировка насоса или всережимного регулятора;
- Износ или повреждение распылителей;
- Неправильный угол опережения впрыска;
- Чрезмерное снижение давления впрыска;
- Недостаточное количество топлива, подаваемого системой нагнетания, из-за засорения топливного фильтра, недостаточной производительности подкачивающего топливного насоса или попадания воздуха в топливную систему.

3) Повышенный расход топлива.

- Неверный угол опережения впрыска;
- Износ нагнетательных элементов насоса высокого давления;
- Неправильная регулировка насоса высокого давления;
- Износ или повреждение распылителей;
- Слишком большое снижение давления впрыска;

- Загрязнен воздушный фильтр;
 - Утечка топлива;
 - Недостаточная компрессия.
- 4) Чёрный дымный выхлоп.
- Излишняя подача топлива секциями насоса высокого давления;
 - Поздний впрыск топлива;
 - Снижение давления открытия форсунок;
 - Заедание иглы и увеличение отверстий распылителя форсунок;
 - Плохое смесеобразование в камере сгорания из-за нагара или неплотного закрытия клапанов;
 - Неверные зазоры в клапанах;
 - Недостаточная компрессия.
- 5) Серый или белый дымный выхлоп.
- Неверное опережение впрыска;
 - Недостаточная компрессия;
 - Пробита прокладка головки блока;
 - Переохлаждение двигателя.
- 6) Жёсткая работа двигателя.
- Слишком ранний впрыск топлива;
 - Большая разница между дозами топлива, впрыскиваемого в разные цилиндры двигателя;
 - Недостаточная компрессия.
- 7) Перегрев двигателя.
- Неправильный угол опережения впрыска;
 - Плохое распыление топлива форсунками (струя вместо «факела»).
- 8) Не развивается полная мощность.
- Неправильно отрегулирована тяга педали акселератора;
 - Загрязнен воздушный фильтр;
 - Воздух в системе питания;
 - Повреждены топливопроводы;
 - Неисправны крепления распылителей форсунок;
 - Распылители неисправны;
 - Сбит угол опережения впрыска топлива;
 - Неисправен топливный насос высокого давления.
- 9) Повышенный шум двигателя.
- Загрязнения в системе питания, вследствие чего не работают распылители;
 - Уплотнительные шайбы под распылителями отсутствуют или плохо установлены;
 - Воздух в системе питания.
- 10) Неравномерная работа двигателя на холостом ходу.
- Не правильно установлены обороты холостого хода;

- Затруднен ход педали акселератора;
 - Ослаб топливопровод подачи топлива между топливным насосом высокого давления и топливным фильтром;
 - Повреждена опорная пластина насоса высокого давления;
 - Зависание нагнетательных клапанов;
 - Неисправности в подаче топлива;
 - Неисправны распылители, имеются отклонения в регулировке форсунок или их неисправность;
 - Неисправность всережимного регулятора частоты вращения коленчатого вала;
 - Неправильное опережение впрыска.
- 11) Колебания частоты коленчатого вала.
- Износ регулятора оборотов;
 - Разрегулирование или износ системы впрыска;
 - Чрезмерное сопротивление перемещению элементов в системе регулирования;
 - Попадание воздуха в топливную систему;
 - Избыточное давление газов в картере.
- 12) Внезапная остановка двигателя.
- Смещение угла опережения нагнетания;
 - Засорение топливного фильтра и нехватка топлива, подаваемого в насос;
 - Повреждение трубопровода впрыска;
 - Износ и перекос поршня-разделителя, ротора или поршней насоса высокого давления;
- 13) Часто выходят из строя калильные свечи.
- Неисправны форсунки в соответствующих цилиндрах;
- 14) Невозможно заглушить двигатель.
- Неисправен запорный электромагнитный клапан;
- 15) Повышается уровень моторного масла в картере.
- Течь через уплотнитель цепного или шестеренчатого привода насоса высокого давления;
- 16) Слабое торможение двигателем.
- Засорены сливные топливопроводы;
 - Неверно установлены ускоренные обороты холостого хода. [7,8,9,10,11]

Исходя из данного описания мы видим широкий спектр возможных неисправностей системы питания дизельных двигателей, однако практически все причины изучены и известны из этого следует, что главной проблемой является точная диагностика неисправности.

1.2 Общие сведения

Можно выделить три основных метода диагностирования дизельных двигателей:

- Визуально-акустический осмотр.
- Измерение различных параметров.
- Компьютерная (электронная) диагностика.

Первый метод позволяет обнаружить грубые неисправности. Одного его, конечно, недостаточно, но даже визуальный и акустический осмотр, проведенный опытным мастером, дает возможность оценить состояние деталей двигателя, например, по воздушным фильтрам, по звуку выхлопных газов и др. [12]

Второй метод направлен на более точное определение неисправностей с помощью разнообразных замеров, характеризующих деятельность мотора. Например, диагностика дизельных двигателей подразумевает измерение относительной компрессии и утечек в цилиндрах. По этим показателям уже можно выявить ряд проблем двигателей внутреннего сгорания.

Третий метод помогает обнаружить поломки в электронной системе управления работой двигателя. Используемое программное обеспечение позволяет очень точно путем мониторинга датчиков и электроники устанавливать неисправности.

1.3 Поэлементное диагностирование и устранение неисправностей

Поэлементное диагностирование включает: проверку работы форсунок, проверку на стендах ТНВД, диагностирование топливного и топливоподкачивающего насосов. Качество работы форсунки можно проверить на работающем двигателе. Для этого ослабляют гайку крепления топливопровода высокого давления к форсунке. Если форсунка исправна, то при ее отключении изменятся звук работы двигателя и дымность выхлопа. При неисправной форсунке звук работы двигателя изменяется незначительно или не изменяется совсем.

Для снятия форсунок отсоединяют топливопроводы высокого давления и трубку сброса топлива, затем форсунки выворачивают. При установке форсунок их затягивают с необходимым моментом динамометрическим ключом с заменой уплотнительных шайб. Превышение момента затяжки форсунок может вызвать деформацию резьбы головки блока, появление трещин прилива на головке в месте крепления форсунки, застревание иглы и другие неисправности.

Работоспособность снятых форсунок проверяют на специальных стендах с ручным или электрическим приводом насоса. В качестве технологической жидкости для проверки форсунок старых конструкций топливной аппаратуры используют смесь отстоянного дизельного топлива марки «Л» с веретенным либо авиационным маслом; вязкость смеси $(9,9...10) \cdot 10^6$ м/с. Для проверки форсунок конструкций топливной аппаратуры с электронным управлением используют специальную жидкость в соответствии с международным стандартом ISO 4113.

Для испытания форсунок на стенде КИ-3333А (рисунок 1.1) форсунку 2 вставляют в специальное устройство для крепления 10. Действуя рукояткой 9 со скоростью 60...80 качаний в минуту, наполняют каналы форсунки топливом до появления струи топлива из распылителя. По манометру 4 определяют давление в начале впрыскивания, одновременно проверяют качество распыления топлива форсункой. Распыленное топливо отсасывается вентилятором, имеющим привод от пневмотрубки или электродвигателя. Топливо впрыскивается в прозрачную камеру 3 с подсветкой.

Герметичность распылителя по запирающему конусу проверяют при отрегулированном давлении начала впрыска, после чего понижают давление на 1,0...2,5 МПа. Это давление удерживается в течение 10 с. Затем к головке распылителя прижимают лист чистой бумаги; если бумага остается сухой или на ней есть влажное пятно диаметром до 3 мм, то это указывает на герметичность распылителя; если диаметр влажного пятна больше 3 мм или бумага влажная, значит, распылитель негерметичный.

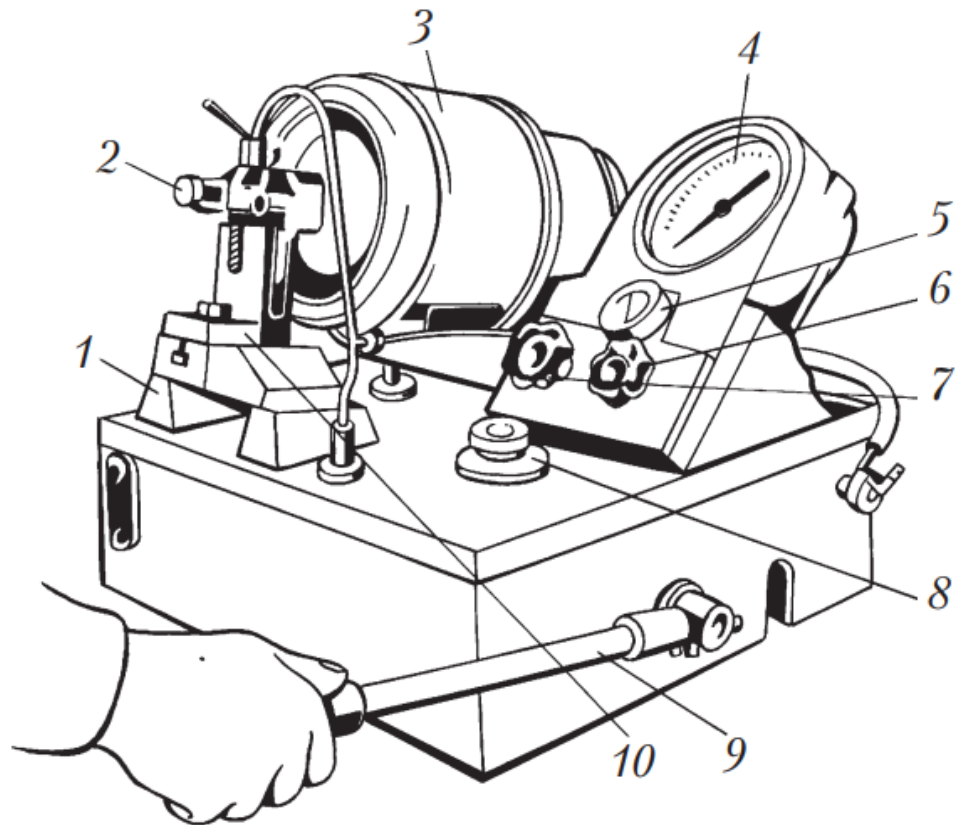


Рисунок 1.1 – Общий вид стенда для испытания форсунок КИ-3333А: 1 — корпус; 2 — форсунка; 3 — камера впрыскивания; 4 — манометр; 5 — секундомер; 6, 7 — рукоятки клапанов соответственно манометра и насоса; 8 — пробка заливной горловины для топлива; 9 — рукоятка привода насоса; 10 — устройство для крепления форсунки.

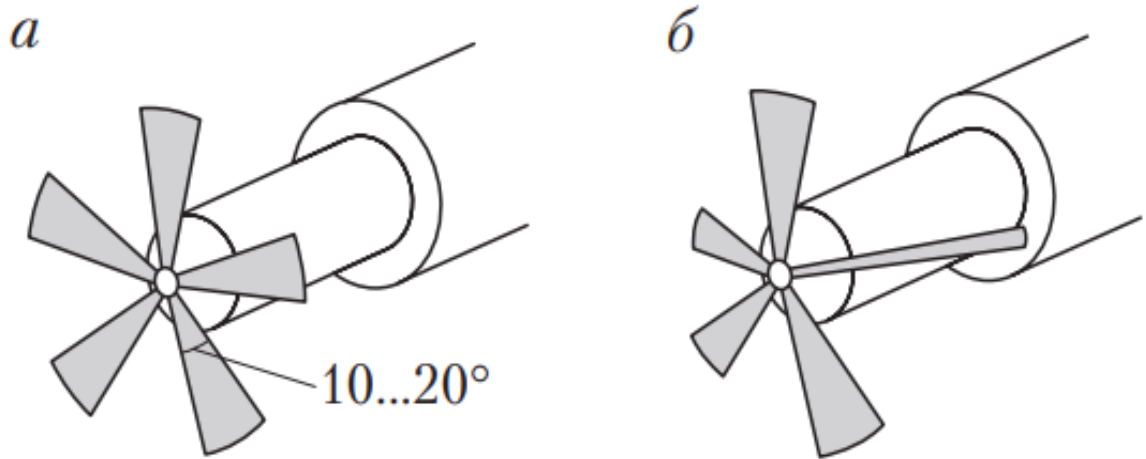


Рисунок 1.2 – Форма струи распыла: а — правильная; б — неправильная.

В случае если давление не соответствует заданным диапазонам, необходимо разобрать форсунку и заменить регулировочную шайбу (легковые автомобили) или отрегулировать давление с помощью регулировочного винта (грузовые автомобили).

При проверке форсунок частота качаний рычага должна быть 60...90 в минуту. Распыляемое дизельное топливо, выходящее из распылителя форсунки, должно быть туманообразным, т.е. без заметных отдельных капель, сплошных струек и легко различимых местных сгущений. Струя должна быть с явно выраженным конусом 10...20° (рисунок 1.2).

Характерный «детонационный» звук при проверке форсунки не должен восприниматься как ее неисправность.

В случае неудовлетворительных результатов проверки форсунки разбирают и прочищают. [13]

Для проверки форсунок без снятия их с двигателя могут применяться более простые приборы типа NC 251 (рисунок 1.3), преимуществом которых является возможность проведения проверки непосредственно на дизельном двигателе без снятия форсунок.

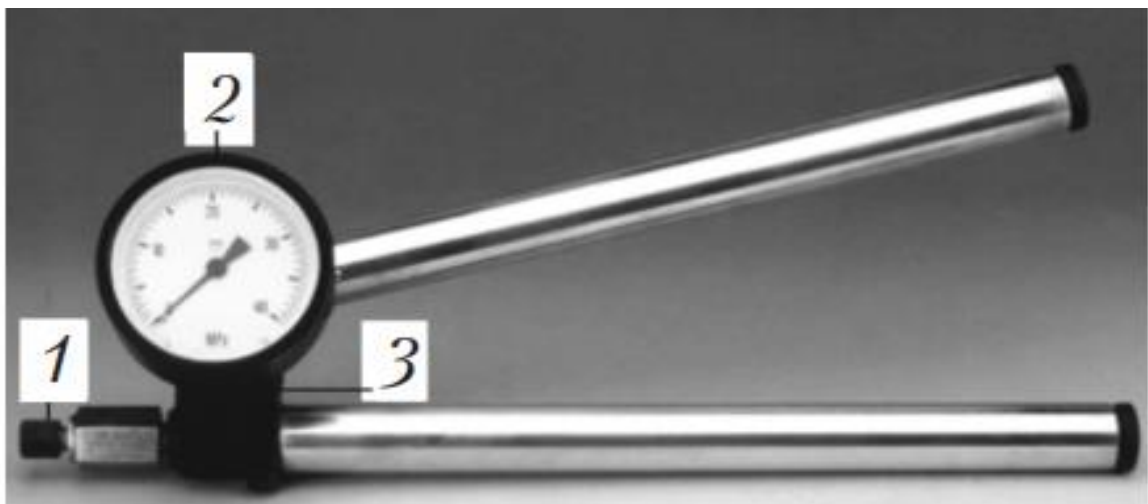


Рисунок 1.3 – Прибор для проверки форсунок без демонтажа

Прибор состоит из штуцера 1 для подсоединения форсунки к топливопроводу, манометра 2, насоса 3. С помощью такого прибора можно контролировать давление в начале впрыскивания и герметичность посадки иглы форсунки. [14]

Поэтапное диагностирование включает проверку ТНВД на стендах. Современный стенд для проверки топливных насосов дизельных двигателей (рисунок 1.4) состоит из корпуса 1, на который устанавливают проверяемый насос, приводимый в действие с помощью электродвигателя стенда через соединительную муфту 4. Изменение частоты вращения электродвигателя стенда осуществляется рукояткой 5. Топливо от проверяемого насоса подается к эталонным форсункам стенда 2, закрепленным на стойке. Контроль за работоспособностью форсунок осуществляют по монитору или непосредственно по мензуркам, в которые выливается топливо из контрольных форсунок. Для определения давления и разрежения при работе ТНВД предусмотрен блок манометров 3 и вакуумметр.

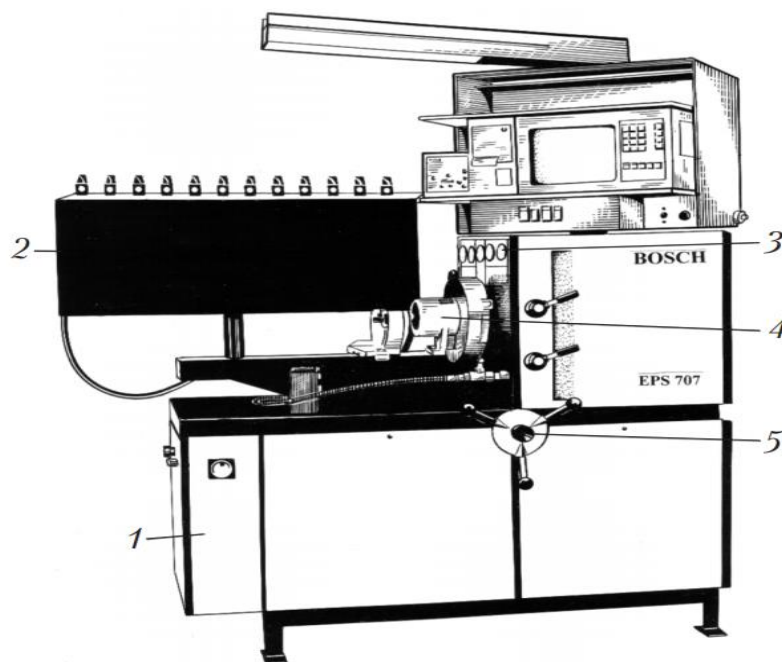


Рисунок 1.4 – Стенд для проверки плунжерных топливных насосов дизельных двигателей

В связи с возрастающими требованиями по снижению расхода топлива, токсичности отработавших газов и повышению эффективной мощности дизеля возрастает потребность в более точной диагностике и регулировке ТНВД.

Регулировка ТНВД производится на специализированном стенде, который воспроизводит условия работы топливной аппаратуры на дизеле. Так как конструкции ТНВД имеют как общие решения, так и значительные отличия, особенно в части электронного управления, то для потребителя важно найти оптимальный баланс между функциональным исполнением стенда, необходимым для регулировки ТНВД, и денежными затратами на приобретение требуемого оборудования соответствующего качества. [15]

1.4 Проверка датчиков и исполнительных механизмов систем питания дизельных двигателей с электронным управлением

Большинство датчиков и исполнительных механизмов можно проверить с помощью осциллографа (осциллоскопа) и мультиметра (тестера).

При поиске неисправностей в электрических устройствах, для проверки параметров, которые при работе не изменяются или изменяются медленно (например, напряжение питания, сопротивление и т.п.), в большинстве случаев подходит мультиметр с цифровым дисплеем, позволяющий определять измеряемые параметры с большой точностью. Для регистрации величин, которые часто изменяются за короткий промежуток времени, применяют осциллограф. По форме кривой напряжения можно сделать выводы о неисправностях не только неэлектрических систем, например, по кривой напряжения датчика и частоты вращения коленчатого вала узнать можно о механическом повреждении или загрязнении датчика ВМТ.

Используя измерительные меню осциллографа, пользователь может быстро установить оси времени и напряжений, а также уровень запуска развертки. Компьютеризированные исполнения осциллографов позволяют также запоминать изображение измеряемых параметров.

Датчики представляют собой измерительные преобразователи, которые превращают физические величины (давление, температуру и др.) в электрический сигнал. В большинстве случаев используется аналоговый сигнал напряжения, изменяющегося в соответствии с изменением измеряемой физической величины. Различают датчики с электрическим питанием и без него. Датчики с электрическим питанием имеют трехштырьковые разъемы (например, датчик Холла, датчик давления, датчик массового расхода воздуха), а датчики, не имеющие питания, — двухштырьковые разъемы (например, индуктивный датчик частоты вращения коленчатого вала или одновольтового λ -зонда).

У датчика с электрическим питанием в первую очередь следует проверить наличие напряжения питания, которое в большинстве случаев составляет 5,0 В (очень редко используется аккумуляторная батарея). Напряжение сигнала датчика 0,2...4,8 В. При напряжении 0 или 5 В блок управления показывает ошибку: 0 В указывает на обрыв, а 5 В — на короткое замыкание.

Преобразование электрических команд блока управления в механические, пневматические или гидравлические исполнительные процессы происходит, как правило, с помощью электромагнитов. В большинстве случаев электромагниты являются составной частью электромагнитных клапанов, однако могут воздействовать на исполнительный механизм непосредственно, например, через поворотный магнит в механизме управления распределительного топливного насоса с электронным управлением. Для плавного изменения управляющего усилия или величины открытия электромагнитного клапана блок управления постоянно включает и выключает электромагниты. [16]

Отношение времени включенного состояния ко всему периоду называется *скважностью* и измеряется в процентах.

При этом время одного цикла включения и выключения принимается за 100 %. Сила тока регулируется изменением отношения между временем включенного и выключенного состояний. Этот способ управления называется широтно-импульсной модуляцией (ШИМ). Он используется в системе зажигания, где существует понятие «угол замкнутого состояния контактов прерывателя». Управление осуществляется в соответствии со способом работы интерфейса компьютера.

Для проверки электрического исполнительного механизма осциллограф подсоединяют к «массовому» управляющему проводу, блоку управления и «массе» двигателя. После подсоединения измерительного прибора необходимо проверить, есть ли скажность и изменяется ли она в соответствии с рабочим режимом. Если скажность не определяется, опросом памяти неисправностей необходимо проверить, нет ли у блока управления причины для отказа в работе. Рециркуляция ОГ, например, отключается при выходе из строя массового измерителя расхода воздуха. Если в памяти неисправностей нет сведений о неисправности, то дефект находится в схеме переключения. Напряжение 12 В означает, что система электропитания исполнительного механизма и обмотка катушки электромагнита исправны. Дефект должен находиться между отрицательным полюсом обмотки катушки и «массой» двигателя. Если управляющий провод, идущий от блока управления, и «массовый» провод в порядке, причину неисправности следует искать в работе блока управления. [17]

1.5 Проверка давления в системе питания двигателя

При недостаточном давлении топлива возможны следующие неисправности:

- неустойчивая работа двигателя;
- остановка двигателя на холостом ходу;
- пониженная частота вращения коленчатого вала на холостом ходу;
- недостаточная приемистость автомобиля (двигатель не развивает полной мощности);
- рывки и провалы в работе двигателя при движении автомобиля.

Давление в системе питания дизельного двигателя создается и поддерживается в две ступени:

- в трубопроводе низкого давления, расположенном между топливным баком и насосом высокого давления, давление составляет 0,30 МПа и поддерживается топливным модулем, установленным в баке. Блок управления двигателем изменяет давление от 0,07 МПа на режиме холостого хода до 0,30 МПа при повышенной частоте вращения коленчатого вала и нагрузке. Обратный клапан, установленный в топливном модуле, ограничивает рост давления до максимально допустимого значения;

- в трубопроводе высокого давления, расположенном между насосом высокого давления и топливной рампой, давление составляет 0,75...0,85 МПа и поддерживается насосом высокого давления, установленным на головке блока цилиндров двигателя.

Вначале рекомендуется проверить надежность электрических контактов в колодках жгутов проводов узлов системы впрыска, отвечающих за подачу топлива (топливный насос низкого давления, форсунки). [18]

Проверить давление топлива в трубопроводе низкого давления (первая ступень) можно манометром со шлангом-переходником для подключения к переходному штуцеру насоса высокого давления. Манометр подключают к штуцеру насоса в разрыве топливоподводящего трубопровода, отсоединив его от штуцера насоса.

Перед проверкой необходимо снизить давление в системе; проверочные работы проводят через 2...3 ч после остановки двигателя (давление за это время снижается практически до нуля). Затем ослабляют хомут крепления трубопровода низкого давления, сжав пассатижами его отогнутые усики, отсоединяют трубопровод от штуцера насоса высокого давления и подсоединяют манометр в разрыв между топливным шлангом и штуцером насоса, запускают двигатель и измеряют давление.

Возможные причины снижения давления топлива:

- неисправность регулятора давления топлива;
- засорение фильтра грубой очистки топлива;
- засорение фильтра тонкой очистки топлива;
- неисправность топливного насоса;

Величина давления зависит от технического состояния топливного насоса высокого давления. Для проверки работоспособности насоса выворачивают контрольную пробку на выходном штуцере насоса и подсоединяют вместо нее переходник шланга манометра. Запускают двигатель, установив по тахометру частоту вращения коленчатого вала 1500 об/мин. При этой частоте давление топлива, создаваемое насосом в нагнетательном трубопроводе, должно быть не ниже 0,75...0,85 МПа. Если давление меньше указанного значения, то насос следует заменить. [19]

1.6 Особенности диагностирования неисправностей систем с насос-форсункой

Насос-форсунки состоят из трех подсистем: подачи топлива низкого давления, подачи топлива высокого давления, подачи воздуха и выпуска отработавших газов.

Подсистема подачи топлива низкого давления необходима для подачи топлива к насосу высокого давления и очистки топлива, подсистема подачи топлива высокого давления — для создания высокого давления впрыска топлива в камеру сгорания.

Подсистема подачи воздуха и выпуска ОГ включает приборы для очистки воздуха, поступающего в цилиндры двигателя, и очистки ОГ после выпуска их из цилиндров. [20]

Основные компоненты системы питания дизельного двигателя с насос-форсунками показаны на рисунке 1.5.

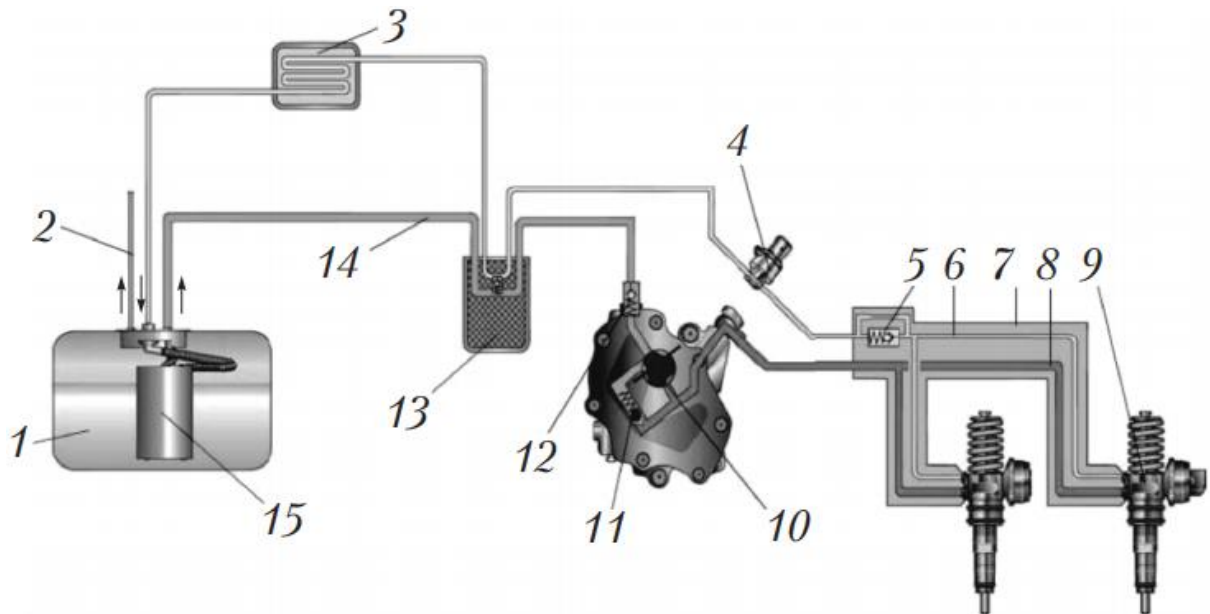


Рисунок 1.5. – Система питания дизельного двигателя с насос-форсунками: 1 — топливный бак; 2 — топливопровод к дополнительному отопителю; 3 — охладитель топлива; 4 — датчик температуры топлива; 5 — ограничительный клапан в сливном трубопроводе; 6 — сливной трубопровод; 7 — распределитель топлива; 8 — трубопровод высокого давления; 9 — насос-форсунка; 10 — насос высокого давления; 11 — редукционный клапан в трубопроводе подачи топлива; 12 — обратный клапан; 13 — топливный фильтр; 14 — трубопровод низкого давления; 15 — насос низкого давления.

Расположенный в баке электрический насос низкого давления 15 подкачивает топливо к фильтру.

Обратный клапан 12 предотвращает слив топлива из распределителя 7 и трубопровода низкого давления 14 в бак после остановки двигателя.

Насос высокого давления 10 служит для забора топлива из фильтра и подачи его под повышенным давлением к насос-форсункам. Редукционный клапан 11 поддерживает давление подаваемого к насос-форсункам топлива в пределах 0,75...0,85 МПа. Ограничительный клапан 5 удерживает давление топлива в сливном трубопроводе на уровне 0,1 МПа, благодаря ему снижаются пульсации давления в системе.

Топливоподкачивающие насосы могут быть как с внутренним зацеплением шестерен, так и шиберные. Максимальное давление, развиваемое насос-форсунками, составляет 250,0 МПа.

Основные проверки таких систем осуществляют с использованием сканера для диагностирования электронных систем управления двигателем, однако отдельные проверки могут быть проведены и более простыми способами. [21]

1.7 Регулировка насос-форсунки после установки.

После установки насос-форсунки необходимо установить регулировочным винтом 4 (рисунок 1.6) наименьшее расстояние, а между корпусом камеры высокого давления и плунжером в его нижнем положении.

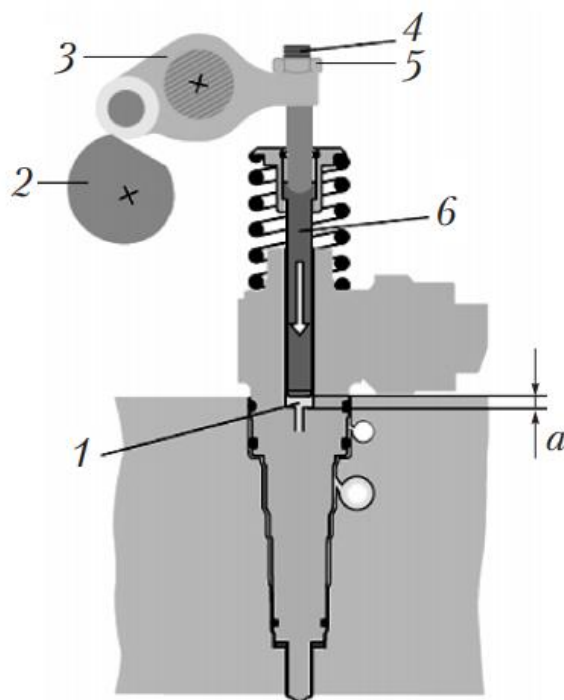


Рисунок 1.6 – Схема насос-форсунки: 1 — камера высокого давления; 2 — кулачок распределительного вала; 3 — коромысло; 4 — регулировочный винт; 5 — контргайка; 6 — плунжер; a — наименьшее расстояние.

Благодаря такой регулировке исключается удар плунжера о дно камеры высокого давления в результате его удлинения при нагреве. Для этого коленчатый вал двигателя поворачивают настолько, чтобы кулачок распределительного вала 2 установился выступом вверх, а плечо коромысла 3 с роликом оказалось в самом нижнем положении. Затем отпускают контргайку 5 и вворачивают регулировочный винт 4 до упора в плунжер. После этого выворачивают регулировочный винт на 225° и, не изменяя его положения, затягивают контргайку.

Очистка насос-форсунок осуществляется в ультразвуковой ванне, при этом корпус форсунок, по возможности, должен быть направлен сопловыми отверстиями вниз. [22]

При осмотре насос-форсунки на поршне и на пластине накопителя, на седле иглы и игле не должно быть следов трещин, коррозии и других повреждений. Седло поршня клапана не должно прирабатываться к пластине клапана. Поршень клапана и игла форсунки должны легко перемещаться.

Игла форсунки не должна прирабатываться к упорной шайбе, на которой не должно быть следов кавитации. [23]

1.8 Проверка и установка угла опережения

Установка угла опережения впрыска топлива проводится для обеспечения правильного соотношения между положением плунжера ТНВД и поршня в цилиндре двигателя во время такта сжатия. Внешними признаками неправильно установленного угла опережения впрыска являются определенные отклонения в работе двигателя: при раннем впрыске двигатель запускается резко, но работает жестко, а при остановке двигателя наблюдается обратный удар; при позднем впрыске двигатель заводится плохо, работает мягко, слабо набирает обороты и не развивает необходимой мощности, дымность отработавших газов увеличивается.

Различают статические и динамический методы установки угла опережения впрыска.

Один из статических методов — установление угла *опережения впрыска по определенным меткам*. Чтобы определить угол опережения впрыска топлива для многоплунжерных насосов, к штуцеру первой нагнетательной секции вместо трубопровода высокого давления подсоединяют моментоскоп и проворачивают коленчатый вал двигателя до появления в моментоскопе топлива. Моментоскоп представляет собой короткий отрезок топливопровода 3 (рисунок 1.7), соединенный резиновой или пластмассовой трубкой 2 со стеклянной трубкой 1 диаметром 1,0...1,5 мм.

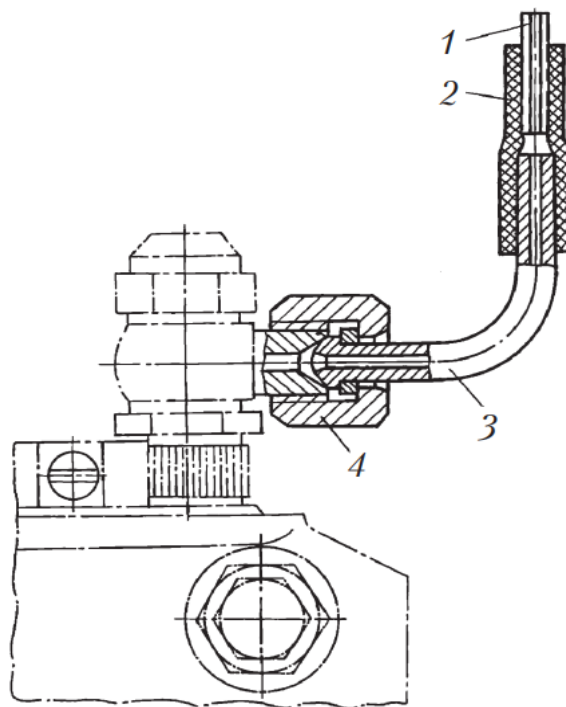


Рисунок 1.7 – Схема подключения моментоскопа к ТНВД двигателя: 1 — стеклянная трубка; 2 — трубка; 3 — топливопровод; 4 — гайка

Затем, медленно вращая коленчатый вал, определяют положение, в котором уровень топлива в стеклянной трубке моментоскопа начнет подниматься. После этого вал останавливают и определяют, какая риска с цифрой на маховике совпадает со стрелкой на картере маховика.

Метки и риски для определения оптимального угла опережения впрыска топлива находятся на поверхности переднего шкива коленчатого вала (по его окружности, на передней крышке или корпусе двигателя и т.д.), обычно рядом с метками, указывающими положение поршня первого цилиндра в ВМТ.

Зафиксированная таким образом величина и будет определять угол опережения впрыска топлива. Если этот угол не совпадает с паспортными данными, в легковых автомобилях отпускают болты крепления насоса высокого давления и проворачивают насос в направлении вращения коленчатого вала.

Другой статистический метод регулировки угла опережения впрыска топлива — изменение положения муфты привода. Он применяется в основном для грузовых автомобилей. Правильность установки угла опережения впрыска топлива проверяют еще раз путем проворачивания коленчатого вала и вторичного контроля совпадения всех меток.

Для двигателей с ТНВД распределенного впрыска наиболее точным методом установки угла опережения впрыска топлива является метод, основанный на использовании индикатора. Для проверки угла опережения проворачивают коленчатый вал двигателя до установки поршня первого цилиндра в положение ВМТ в такте сжатия, выворачивают центральную пробку на распределительной головке ТНВД и вместо нее устанавливают индикатор с удлинительным стержнем (рисунок 1.8).

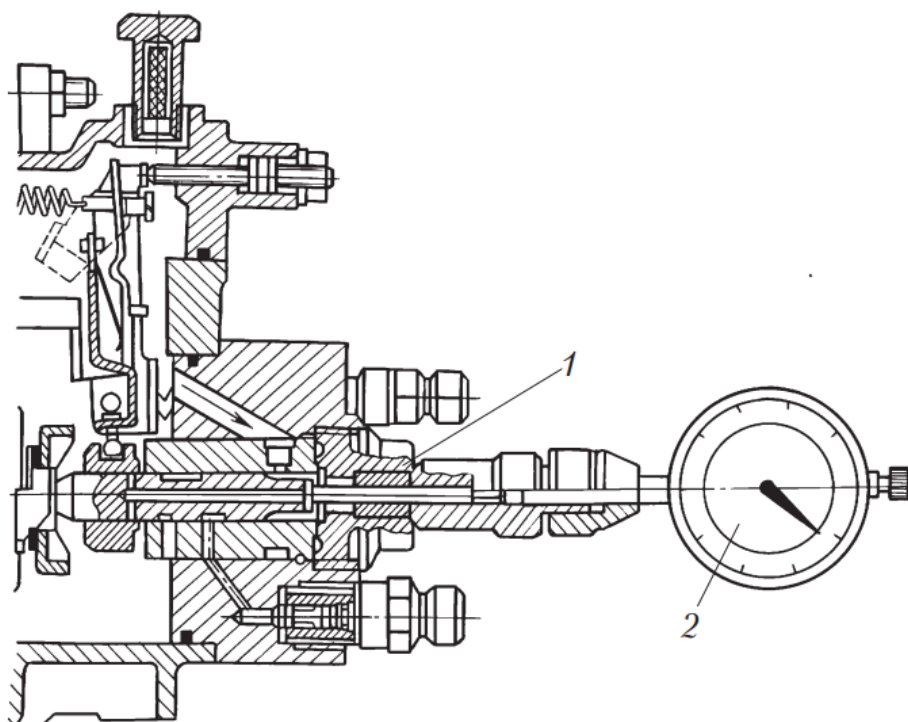


Рисунок 1.8 – Установка индикатора для проверки момента начала впрыска для ТНВД фирмы Bosch: 1 — отверстие вывернутой центральной пробки; 2 — индикатор

Для установки плунжера насоса в крайнее положение поворачивают коленчатый вал двигателя против часовой стрелки на $25...30^\circ$, ориентируясь по канавке на шкиве коленчатого вала (поршень при этом устанавливается в

положение $25...30^\circ$ перед ВМТ по углу поворота коленчатого вала двигателя). Стрелку индикатора устанавливают на нуль. Проворачивают коленчатый вал двигателя в ту и другую сторону на небольшие углы. Если плунжер насоса действительно установлен в крайнее положение, то при повороте коленчатого вала на небольшие углы стрелка индикатора отклоняться не будет. Далее проворачивают коленчатый вал двигателя по часовой стрелке (поршень перемещается в направлении ВМТ) до установки канавки на шкиве напротив метки ВМТ на передней части двигателя (метки на маховике напротив прилива на картере сцепления) и по показаниям индикатора определяют величину хода плунжера, которая для большинства топливных насосов составляет $0,75...1,00$ мм. Если величина хода плунжера не соответствует указанному значению, ослабляют болты крепления топливного насоса и поворотом его в ту или другую сторону регулируют ход плунжера, затем затягивают болты крепления насоса и повторяют проверку.

Величина хода плунжера соответствует определенному углу опережения начала впрыска, поэтому иногда в технических характеристиках указывается угол опережения (запаздывания) впрыска. *Динамический метод* является самым точным методом определения угла опережения впрыска топлива. При работающем двигателе угол опережения впрыска изменяется за счет срабатывания корректирующих автоматов, поэтому проверка и регулировка угла опережения впрыска более точно проводится в динамике, т.е. при работающем двигателе, с помощью специальных приборов — стробоскопов (рисунок 1.9, а). Стробоскопы используются как в комплектах с мотор-тестерами, так и самостоятельно.

Перед динамической проверкой угла опережения впрыска нужно убедиться, что двигатель прогрет до нормальной рабочей температуры и работает на регламентированной частоте вращения минимального холостого хода.

Импульс для включения стробоскопа может быть получен от следующих источников:

- от трубки высокого давления первого цилиндра 6 или посредством установки последовательно с этой трубкой датчика давления 1 (рисунок 1.9, б), а чаще с помощью зажима с индуктивным импульсным датчиком (рисунок 1.9, в);
- светочувствительного датчика, реагирующего на первую вспышку при воспламенении топлива в цилиндре;
- датчика начала впрыска в рядных ТНВД; в этом случае требуется установка специального электронного блока.

Запустив двигатель на минимальной частоте вращения коленчатого вала, луч от неоновой лампы стробоскопа, вспыхивающий синхронно с вращением коленчатого вала, направляют на шкив (маховик). Если угол опережения впрыска установлен правильно, то вследствие стробоскопического эффекта подвижная метка будет казаться неподвижной и находиться напротив неподвижной метки.

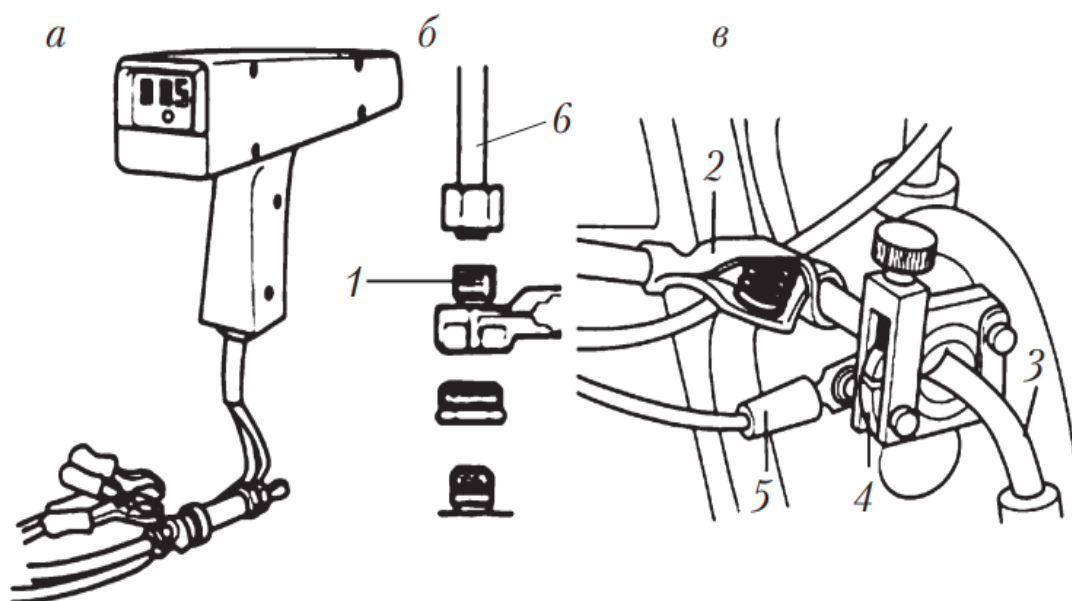


Рисунок 1.9 – Внешний вид стробоскопа (а) и методы получения импульсов от датчика давления (б) и индуктивного импульсного датчика (в): 1 — датчик давления; 2 — зажим «массы»; 3 — трубопровод высокого давления; 4 — индуктивный импульсный датчик-зажим; 5 — электрический разъем; 6 — трубка высокого давления

Отсчет угла опережения впрыска при этом ведется по шкиву или маховику.

В случае использования индуктивного импульсного датчика зажима он обязательно должен быть установлен в определенном, регламентированном техническими условиями фирмы-изготовителя месте на трубке высокого давления, в противном случае полученные результаты окажутся неправильными. Некоторые фирмы изготовители дают корректирующую таблицу, связывающую значение динамического угла опережения впрыска с местом установки зажима вдоль трубки высокого давления, что особенно полезно в тех случаях, когда, например, точное место установки зажима для измерения на режиме холостого хода недоступно.

Использование индуктивного импульсного датчика позволяет также определить работоспособность муфты опережения впрыска на различных частотах вращения коленчатого вала.

Осциллографические методы диагностирования топливной аппаратуры дизельных двигателей широко распространены в случае применения мотор-тестеров с индуктивными импульсными датчиками. Примерный вид осциллограммы давления топлива на разных режимах работы дизельного двигателя показаны на рисунке 1.10. В точке 1 начинается повышение давления в результате движения плунжера насоса, в точке 2 срабатывает нагнетательный клапан и при малой скорости движения плунжера давление несколько падает. В точке 3 соответствующей иглы форсунки давление падает, поскольку высвободившийся объем не успевает заполниться топливом.

Точка 4 характеризует максимальное давление установившегося процесса впрыска. В точке 5, соответствующей посадке иглы форсунки, впрыскивание заканчивается, после чего происходит посадка в седло нагнетательного клапана плунжера. Импульсы остаточного давления (точка 6) появляются из-за недостаточной герметичности нагнетательного клапана.

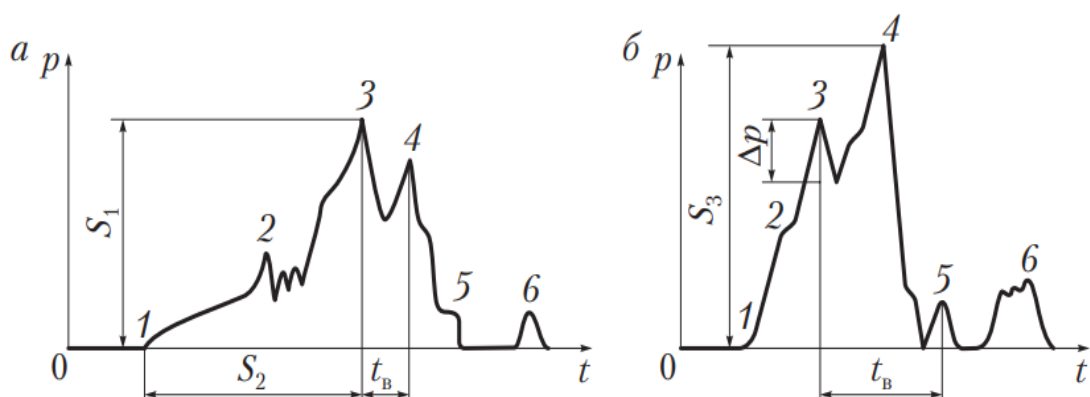


Рисунок 1.10. – Осциллограммы давления топлива у штуцера форсунки в режиме холостого хода двигателя (а) и в режиме полной подачи топлива и максимальной мощности дизеля (б)

Величина сигнала S_1 определяет затяжку пружины форсунки и статическое давление начала впрыскивания. Перепад давления Δp характеризует подвижность иглы форсунки. Максимальное давление впрыска S_3 определяет эффективное проходное сечение сопел распылителя, а путем интегрирования на периоде впрыскивания t_B можно оценить цикловую подачу топлива. Время задержки впрыскивания S_2 характеризует зазор в плунжерной паре, вызывающий утечку топлива между гильзой и плунжером. [24]

При появлении отдельных неисправностей вид осциллограмм изменяется (рисунок 1.11).

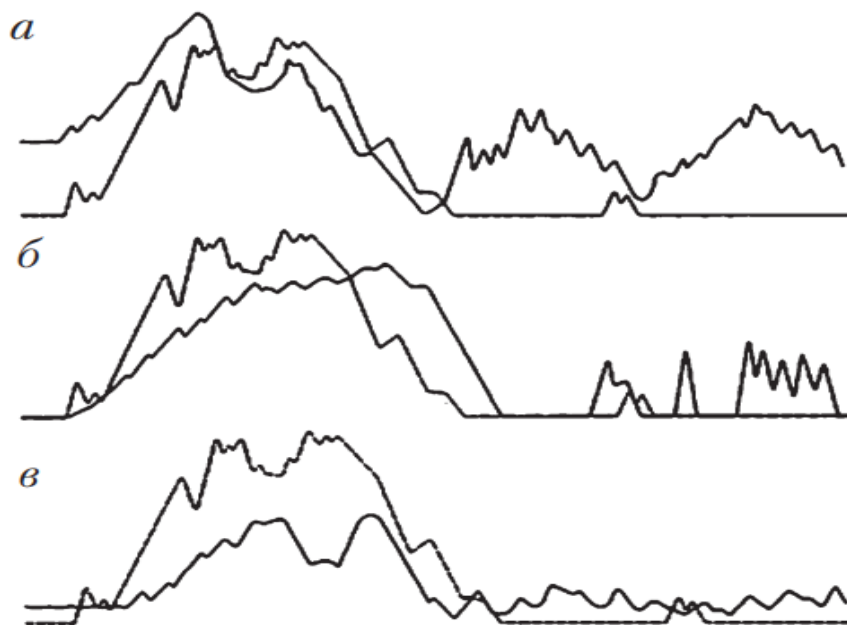


Рисунок 1.11 – Вид осциллограмм при наличии неисправностей износа нагнетательного клапана (а) или плунжерной пары (б), одновременного износа нагнетательного клапана и плунжерной пары (в)

1.9 Особенности диагностирования неисправностей систем Common Rail

Главной отличительной особенностью аккумуляторных топливных систем с электронным управлением Common Rail является разделение узла, создающего давление (ТНВД-аккумулятор), и узла впрыска (форсунки) (рисунок 1.12).

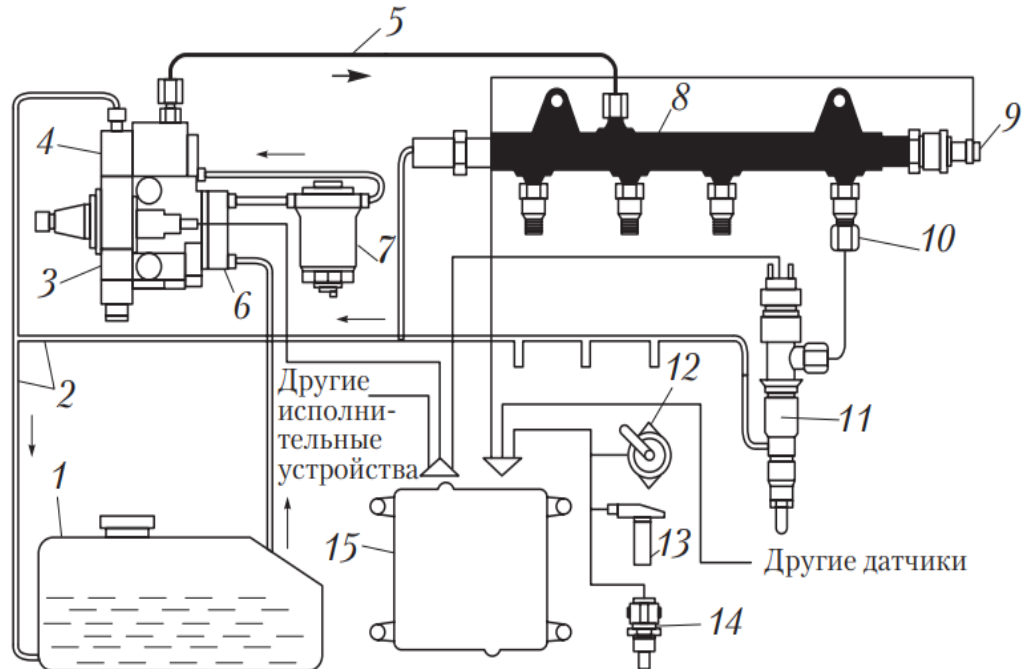


Рисунок 1.12 – Схема системы питания дизельных двигателей Common Rail: 1 — топливный бак; 2 — топливопроводы слива; 3 — ТНВД; 4 — регулятор давления; 5 — топливопровод высокого давления; 6 — топливоподкачивающий насос; 7 — фильтр; 8 — гидроаккумулятор; 9 — датчик давления; 10 — предохранительный клапан; 11 — электрогидравлическая форсунка; 12 — датчик педали акселератора; 13 — датчик частоты вращения и положения коленчатого вала; 14 — датчик температуры; 15 — блок управления

Главная деталь топливных систем Common Rail — электрогидравлическая форсунка. Распределение отказов отдельных ее элементов указаны в процентах на рисунке 1.13. Как видно из приведенных данных, наименее надежными элементами электрогидравлической форсунки являются шаровой клапан и распылитель.

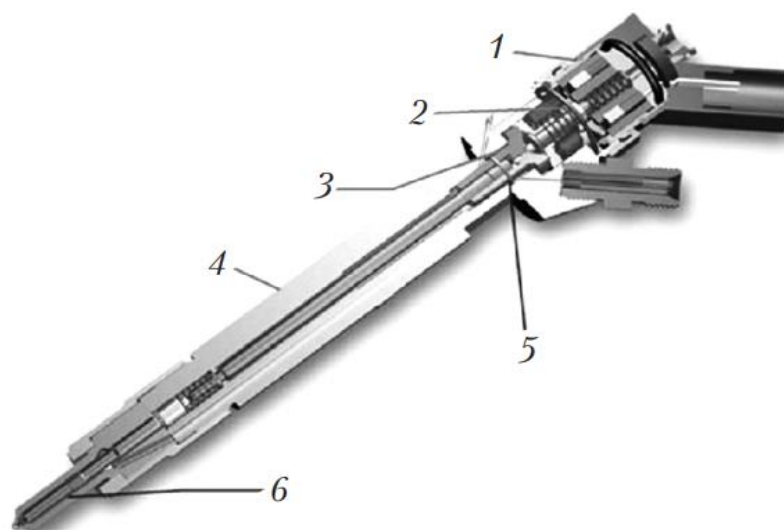


Рисунок 1.13 – Отдельные элементы электрогидравлической форсунки с указанием их отказов: 1 — соленоид (5 %); 2 — якорная группа (2 %); 3 — шаровой клапан (35 %); 4 — корпус (3 %); 5 — кольца ВД (25 %); 6 — распылитель (30 %)

Основные проверки систем Common Rail осуществляют с использованием сканера для диагностирования электронных систем управления двигателем, однако отдельные проверки могут быть проведены и более простыми способами. Например, в случаях нестабильности холостого хода двигателя необходимо провести гидравлические испытания форсунок, характеризующие главным образом состояние запорного клапана. В случае негерметичности клапана топливо, которое должно попасть в камеру сгорания, попадет в обратный слив и таким образом проявится неисправность автомобиля.

Для гидравлических испытаний форсунок отсоединяют топливопроводы обратного слива топлива от форсунок и каждый заводят в мерный сосуд (рисунок 1.14). Затем запускают двигатель и измеряют количество слива каждой форсунки, его величина должна составлять около 150 см³/мин. При разнице между объемами более 30 % или превышении нормы обратного слива форсунку необходимо заменить. [25]

Более тщательные проверки топливной системы Common Rail могут быть произведены с помощью специализированного оборудования, например, стендов Bosch EPS 708 (рисунок 1.15) и Stardex 0601. Стенды такого типа позволяют проверять компоненты систем Common Rail с давлением впрыска до 250,0...260,0 МПа. Учитывая высокое давление проверки и сильный нагрев компонентов системы, в стендах предусмотрена система охлаждения.

Стенд Bosch EPS 708 позволяет проверять электромагнитные форсунки и топливные насосы систем Common Rail производства Bosch и других компаний. Кроме того, используя специальное дооснащение, можно проверять пьезофорсунки производства Bosch, Denso и Siemens/Continental, CRI Piezo.



Рисунок 1.14 – Проверка обратного слива топлива



Рисунок 1.15 – Стенд Bosch EPS 708 для проверки компонентов топливной системы Common Rail

Дополнительно к испытаниям на утечку и определения количества впрыскиваемого топлива с помощью специального набора можно проверить электрический модуль пьезофорсунки на наличие дефектов изоляции. Необходимые технические данные для сравнения результатов тестирования с заводскими характеристиками приведены на CD TestData, который доступен по подписке.

Рабочая область станда закрывается прочным прозрачным защитным экраном, при поднятии которого привод станда выключается в целях безопасности. Используя монтажный комплект, на станде можно одновременно закрепить четыре (для грузовых автомобилей и коммерческого транспорта) или шесть форсунок систем Common Rail (для легковых автомобилей).

С помощью станда можно проверять:

- состояние фильтров;
- стабильность распыла топлива форсункой для определения специфических дефектов форсунок систем Common Rail;
- герметичность компонентов системы;
- количество топлива обратного слива;
- режимы работы форсунок — предварительный впрыск, холостой ход, полная нагрузка, экономичный режим с определением количества подачи топлива. [26]

Более высокотехнологичные станды STARDEX 0304 и МАК TEST позволяют осуществлять *проверку и ремонт форсунок Common Rail* всех типов и производителей, в том числе и пьезоэлектрических. Форсунки идентифицируются по их серийному номеру.

В качестве примера рассмотрим станд для проверки и ремонта форсунок МАК TEST (рисунок 1.16), который представляет собой комплекс, включающий оборудование для создания высокого давления рабочей жидкости при проверке форсунок, персональный компьютер, ультразвуковую ванну для очистки форсунок, приспособления и инструмент для разборки и проверки форсунок.

Для проведения проверки форсунку вставляют в специальный держатель (рисунок 1.17) и фиксируют ее гайкой. К проверяемой форсунке подсоединяются рабочие трубопроводы для подачи и отвода топлива. Учитывая высокое давление и связанную с ним опасность, при проверке держатель с форсункой закрывается прозрачной защитной крышкой.



Рисунок 1.16 – Общий вид станда МАК TEST для проверки и ремонта форсунок

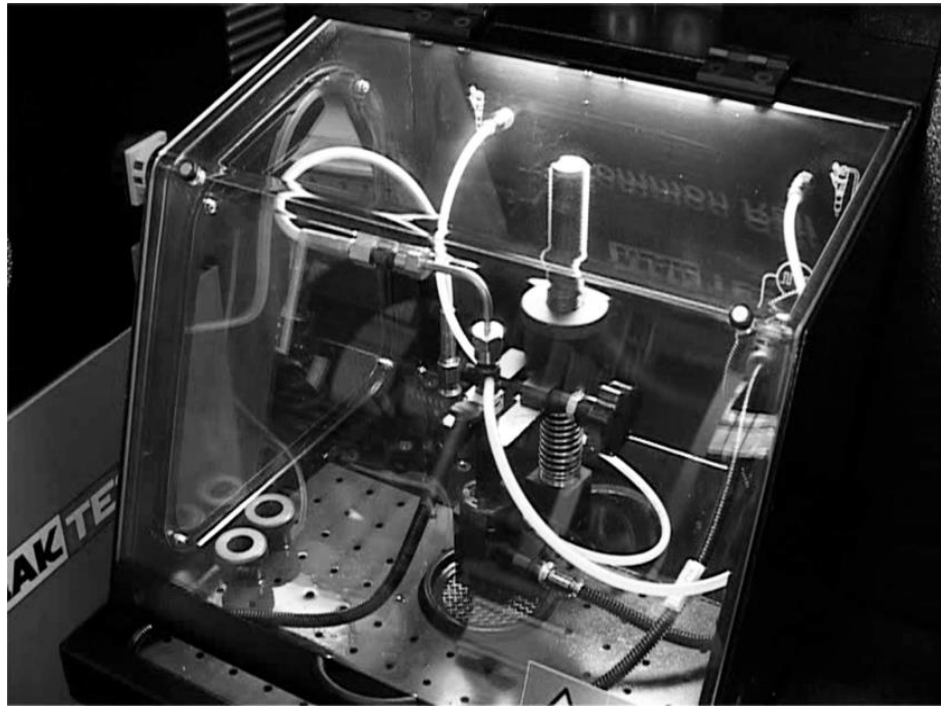


Рисунок 1.17 – Держатель форсунки с защитной крышкой



Рисунок 1.18 – Экран компьютера: *а* — выбор проверяемой форсунки; *б* — данные по тестированию форсунок

С помощью сенсорного экрана по каталожному номеру проверяемой форсунки вводится программа тестирования (рисунок 1.18). Данные по форсункам основных мировых производителей занесены в память компьютера. Все данные по проверке форсунок заносятся в память компьютера и выводятся на экран.

Для точного определения неисправности форсунки необходимо при разных нагрузках определить величину разности между подачей и возвратом топлива. Именно на этом принципе и построена система диагностики форсунок систем Common Rail.

Тестирование форсунок производится по специальной программе и включает следующие основные тесты по определению:

- 1) утечек топлива при высоком давлении, соответствующем рабочему;
- 2) подачи топлива при низком и высоком давлении, а также обратного слива.

В рассматриваемом примере тестирования форсунок (см. рисунок 1.18) при высоком давлении по нормативам подача должна составлять 33,5 см³ с подачей обратного слива 6,6 см³, но полученные данные (соответственно 40,6 и 5,0 см³) отличаются от нормативных;

3) качества распыливания топлива. Система подачи топлива стенда импульсно подводит к форсунке топливо, которое распыляется на поверхности специальной колбы (рисунок 1.19, а). Качество распыления топлива определяется визуально. Если распылитель форсунки забит, то его очищают в ультразвуковой ванне (рисунок 1.19, б), при этом очищается только внешняя сторона распылителя, чтобы не повредить напыления на внутренней стороне распылителя.

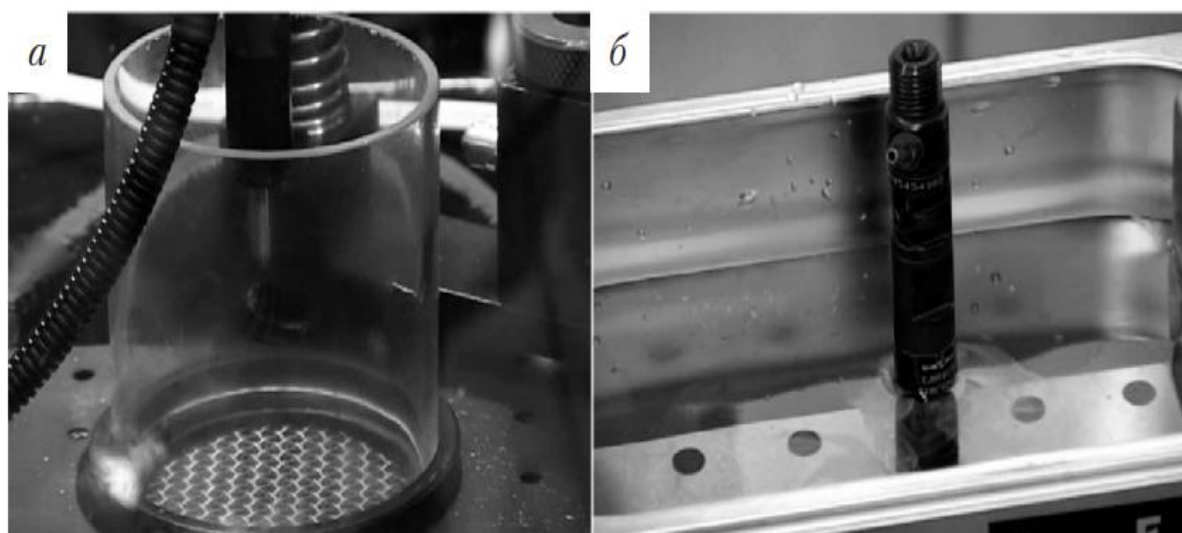


Рисунок 1.19 – Внешний вид определения качества распыления (а) и ультразвуковой ванны (б)

При неисправности форсунки на стенде можно произвести разборку, осмотр и замену отдельных деталей, если это разрешает изготовитель форсунок и имеются запасные детали изготовителя. Для разборки и осмотра применяются специальные ключи, приспособления и мерительный инструмент. После ремонта производится тестирование форсунки.

Кроме проверки гидравлических параметров в системах Common Rail производится проверка электрических параметров.

Импульс, подаваемый в нужный момент от блока управления двигателя к форсунке, запускает процесс впрыска. Продолжительность открытого состояния форсунки и системное давление определяются количеством впрыскиваемого топлива. Кроме того, топливо для каждого цикла горения может делиться на несколько порций (рисунок 1.20).

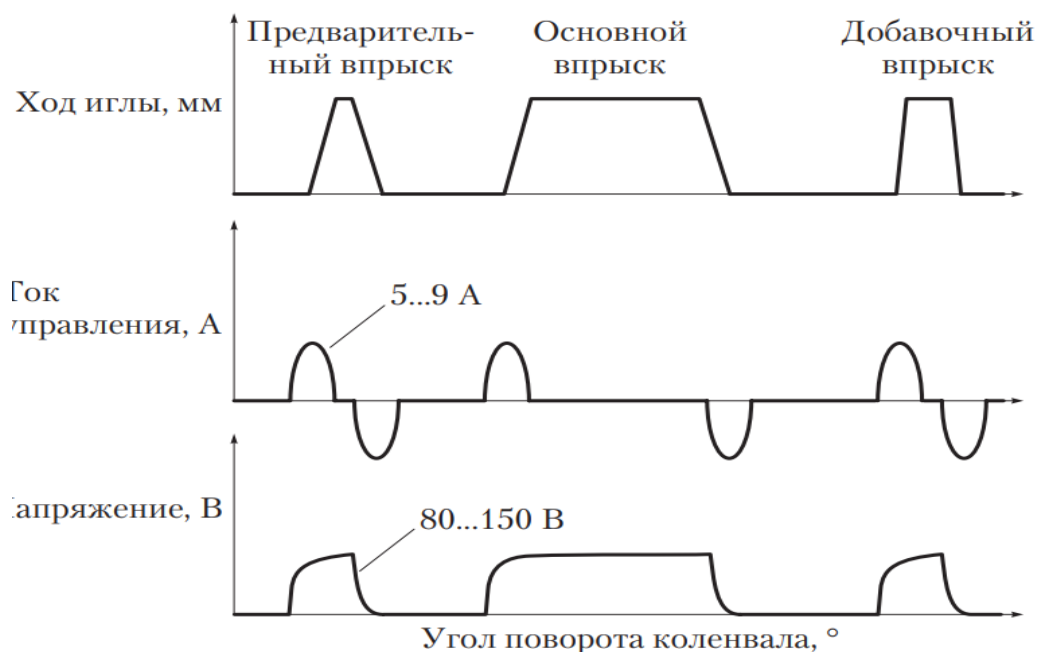


Рисунок 1.20 – Осциллограммы впрыска системы Common Rail

Сравнивая осциллограммы, полученные при работе двигателя, с эталонными, определяют неисправности впрыска топлива.

Электроклапаны проверяют на наличие обрывов и сопротивление обмоток, датчики системы — на выдаваемое напряжение.

Попадание загрязнений в систему приводит к ее повреждению, поэтому предъявляются особые требования к чистоте и технологии ТО и ремонта.

Заглушки в системах Common Rail одноразовые и повторное их использование не допускается. Для очистки используются специальные одноразовые салфетки; запрещено применять ветошь или обычную бумагу, так как они оставляют волокна, загрязняющие топливную систему.

Любой снятый элемент систем впрыска после установки заглушек отверстия должен храниться в герметичном пластиковом пакете.

Перед любым вмешательством в топливную систему необходимо выполнять следующие рекомендации:

- после остановки двигателя необходимо выждать не менее 30 с, прежде чем выполнять любые действия на элементах топливной системы, чтобы обеспечить снижение давления до атмосферного;
- перед ослаблением соединений элементов топливной системы, работающей под высоким давлением, или перед снятием топливной форсунки с помощью соответствующего растворителя (например, Sodimas) тщательно очищают область предполагаемой работы. Растворитель наносят кисточкой на уровне соединений трубопроводов, на форсунки на уровне их зажимов, при этом использовать сжатый воздух нельзя;
- сразу же после отсоединения топливопровода обязательно заглушают отверстия, через которые могут попасть загрязнения;

- при каждом снятии трубопровода возврата топлива от топливных форсунок его необходимо заменять новым;
- запрещается повторное использование уплотнения форсунок;
- запрещено разбирать топливный насос высокого давления и форсунки;
- для очистки форсунок нельзя применять металлические щетки, наждачную бумагу, ультразвуковую очистку;
- для очистки распылителя форсунки используют обезжириватель и протирают его чистой салфеткой. [27,28,29]

ГЛАВА 2 МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМ ПИТАНИЯ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ

2.1 Обоснование выбора средств диагностирования

Наиболее нагруженным в процессе эксплуатации автомобиля является силовой агрегат, в большинстве случаев это двигатель внутреннего сгорания (ДВС). При эксплуатации со временем происходит изменение регулировочных параметров, возникают неисправности, которые сопровождаются уменьшением мощности и увеличением расхода топлива. Основной причиной возникновения неисправностей деталей ДВС является износ, вследствие чего изменяется их геометрия, увеличиваются зазоры между парами трения. На увеличение износа влияет множество факторов: стиль вождения, условия эксплуатации, несвоевременное или неквалифицированное обслуживание, низкое качество горюче-смазочных материалов, работа с детонацией, калильным зажиганием, неисправными системами смазки и охлаждения и прочие причины. Как следствие, растут эксплуатационные затраты и проблемы в работе. Эксплуатация изношенного двигателя приведет к его повреждению, а ремонт двигателя получившего повреждения требует больших капитальных вложений. В большинстве случаев изменения характеристик дизельного двигателя вызывается неисправностью топливной аппаратуры, на которую приходится 40%-50% всех отказов, возникающих в дизельном двигателе. Для выявления неисправностей необходимо проведение диагностических работ.

При проведении диагностических работ важно выявление всех возможных причин неисправностей, такой подход позволит сократить время и издержки и избежать ошибок.

Существует множество методов и способов безразборной диагностики ДВС:

1. Тепловой контроль - основан на измерении, мониторинге и анализе температуры контролируемых объектов. Процесс передачи тепловой энергии, выделение и поглощения тепла в объекте приводит к тому, что его температура изменяется относительно окружающей среды. Распределение температуры по поверхности объекта является основным параметром в тепловом методе, так как несет информацию о процессе теплопередачи, его внутренней структуре и наличии скрытых внутренних дефектов. Для получения детальных термограмм работающих агрегатов применяются мобильные тепловизионные камеры;

2. Компьютерное диагностирование - подключение к электронному блоку управления внешнего компьютера (мотор-тестер и сканер). С его помощью считываются коды ошибок, значения сигналов с различных датчиков и процессора управления;

3. Анализ состава и количества отработанных газов - позволяет сделать заключение о характере и условиях протекания процесса сгорания, а по значению коэффициента избытка воздуха оценить максимально допустимый износ деталей цилиндропоршневой группы;

4. Техническое эндоскопирование - проверка технического состояния узлов и деталей, имеющих трудный доступ к ним (например, камеру сгорания через отверстия свечей зажигания);

5. Замер компрессии - предназначен для измерения и контроля компрессии в цилиндрах бензиновых двигателей внутреннего сгорания легковых машин, грузовиков и мотоциклов. Измерения проводятся на прогретом двигателе, через отверстия для свечей зажигания;

6. Анализ химических элементов - определение содержания химических элементов в различных веществах, находящихся в твердом, порошкообразном или растворенном состояниях, а также нанесенных на поверхности и осажденных на фильтры;

7. Виброакустический - фиксирование и соответствующая обработка параметров вибрации, возникающих при работе контрольной группы. Методы технического диагностирования, не требующие разборки двигателя, зарекомендовали себя как универсальные и оперативные, позволяющие комплексно оценить состояние ДВС. [30]

Большинство рассмотренных методов имеют малую информативность, по некоторым параметрам сложно установить точную причину неисправности. Относительное многообразие методов объясняется тем, что ни один из них не позволяет учесть все требования, предъявляемые к формированию диагноза со 100% достоверностью, поскольку они несут специфическую информацию разной ценности. Ни один из методов не позволяет оценить состояние двигателя с достаточной степенью детализации. С помощью сочетания ряда методов можно осуществить более глубокий контроль, однако это зачастую для этого требуются специальные условия.

Для разработки нового метода диагностирования на основании оценки информативности и экономической выгоды, наиболее подходящим сочетанием являются методы компьютерной диагностики и анализа состава и количества отработанных газов.

2.2 Компьютерная диагностика электронного блока управления двигателем

Современные подходы к диагностированию системы питания в первую очередь включают компьютерную диагностику блока управления двигателя.

Компьютерная диагностика двигателя – современный способ проверки узлов и элементов, взаимодействующих с электронной системой управления двигателем (ЭСУД). Нередко неисправности одного механизма непосредственно влияют на функционирование другого. Подобные ошибки фиксируются во время анализа, что позволяет точно и оперативно локализовать неполадки. [31]

Примером приборов, используемых для компьютерной диагностики являются сканеры и мотор-тестеры.

Различают три типа сканеров:

– Дилерский сканер (Рисунок 2.1а). Профессиональный прибор, рассчитанный на техническое обслуживание определенной марки автомобиля и родственников с ней. Выпускается непосредственно производителями марки или по их заказу. Имеет оригинальное программное обеспечение. Как правило применяется в дилерских сервисных центрах. Отличается абсолютной точностью сканирования. Обладает широким функционалом: вплоть до возможности перепрошивки бортового компьютера. Преимущество сканера в том, что он не просто выдаёт код ошибки, но и даёт подробную расшифровку поломки. Точно определяет причины неисправности и предоставляет возможные варианты решения. Определяет локацию неисправности. Корректирует программное обеспечение бортового компьютера. Узкая специализация и многофункциональность предполагают высокую стоимость подобных приборов. Диагностику автомобиля с помощью дилерского сканера лучше доверить профессионалам. Поскольку неверная настройка и неправильное применение сканера может привести к серьезным сбоям во всей электронной системе автомобиля;

– Портативный сканер. (Рисунок 2.1б) Универсальный и компактный прибор. Выдает код ошибки и указывает место поломки. Имеет небольшие габариты и приемлемую стоимость. Подходит для индивидуального использования и в небольших автомастерских;

– Мультимарочный сканер. (Рисунок 2.1в) В отличие от дилерского сканера имеет более скромный набор диагностических возможностей. Основное достоинство этого прибора-универсальность. Способен диагностировать практически все современные марки автомобилей. Обладает большим набором функций. Некоторые модели позволяют сделать безопасную настройку бортового компьютера. Прост в использовании и недорогой, поэтому популярен среди полупрофессионалов и обычных автолюбителей. [32]



Рисунок 2.1 – Внешний вид сканеров: а) Дилерский сканер концерна VAG, б) портативный сканер, в) мультимарочный сканер

Мультимарочные сканеры имеют явное преимущество за счёт их универсальности и достаточной информативности.

Процесс диагностики происходит следующим образом:

– К бортовой системе автомобиля через диагностический разъем OBD2 подключается диагностический прибор (сканер).

– Далее сканер считывает полную информацию об автомобиле и коды ошибок. Текущие данные отображаются на одноканальном мультиметре.

– Затем показатели транслируются на внешний компьютер. Компьютерная программа расшифровывает полученные коды. И выдает подробный отчет о реальном состоянии всех электронных систем транспортного средства. [33]

Весь процесс компьютерной диагностики занимает от 10 минут до 2 часов.

Это сравнительно быстрый и достаточно эффективный способ определения неисправностей. На данный момент существует большое количество мультимарочных диагностических сканеров, в нашем случае будет оптимальным является Launch EasyDiag 3.0 (рисунок 2.2). Преимущества данного сканера многофункциональный интерфейс, связь с ПК посредством Bluetooth, возможность диагностирования большого количества моделей автомобилей.



Рисунок 2.2 – Launch EasyDiag 3.0

Возможности компьютерной диагностики позволяют оценить общее техническое состояние двигателя, проверить все блоки управления, отдельные узлы и агрегаты. Такой сканер выполняет многоступенчатое обследование агрегата, проверяя по очереди работу топливной системы, а затем и управляющей.

В ходе диагностической процедуры обязательно выполняются приведенные далее действия: анализ функционирования форсунок (их электрической части); снятие показаний со всех имеющихся датчиков температуры; установление показателей компрессии в блоке двигателя (в цилиндрах); замер величин вакуумных преобразователей. [34]

Сканер оперативно способен обнаружить большинство скрытых изъянов, не прибегая к разборке двигателя и его агрегатов, что является явным преимуществом данного типа диагностики.

Однако зачастую компьютерной диагностики недостаточно для локализации и точного определения неисправности. Так же сложной задачей в

диагностировании дизельных двигателей является определение узла, в котором произошла поломка. На многих транспортных средствах отсутствует единая система электронного управления двигателем (ЭСУД), следовательно, специалисты обращают внимание на признаки различных поломок, проводят множество сложных операций по диагностике. Во время подобных процедур часто снимают навесное оборудование, частично разбирают мотор автомобиля.

В связи с этим фактором подтвердить и уточнить показания сканера можно при помощи анализа отработавших газов автомобиля при помощи газоанализатора.

2.3 Поиск неисправностей с помощью анализа отработанных газов (ОГ)

Очередным способом безразборного диагностирования дизельных двигателей является анализ отработанных газов с помощью газоанализатора.

У исправного дизельного двигателя выхлоп должен быть прозрачным. Если дизельный двигатель дымит, это говорит о нарушениях в работе или неисправности одной, или нескольких систем двигателя. В зависимости от их происхождения, появляется дым или пар из-под капота того или иного цвета.

На практике обычно встречается дым трех основных расцветок:

- серый или черный дым - свидетельствует о неполном сгорании топлива;
- голубовато-синий или сизый цвет выхлопа - указывает на угар смазочного масла и некоторые другие причины;
- белые пушистые облака - попадание охладителя в камеры сгорания.

Кратковременный белый дым после запуска двигателя не является признаком неисправности двигателя. В этом случае происходит испарение конденсата, образовавшегося в глушителе при стоянке автомобиля. То есть это не дым, а пар. [35]

В таблице 2.1 приведены некоторые цифры, регламентирующие максимальное содержание вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу, а также указываются и возможные неисправности в системах дизельного двигателя.

Таблица 2.1 – Таблица дымности

Химический элемент	Норма для дизельного двигателя	Причина несоответствия норме
Азот (N ₂)	76 - 78%	Обеднённый состав топливной смеси, перегрев двигателя
Кислород (O ₂)	0,5% макс.	Негерметичность выпускного коллектора
Оксид углерода (CO)	0,01 - 0,5%	Засорение фильтров, завышенное давление топлива в системе питания, переобогащенная смесь
Углекислый газ (CO ₂)	1,0 - 10%	Засорение фильтров, превышение давления топлива, переобогащенная смесь
Углеводороды (C _x H _y)	50 ppm макс.	Пропуски воспламенения (неисправность свечей накаливания), богатая смесь

Анализ отработавших газов должен проводиться при помощи газоанализаторов, которые определяют концентрации оксида углерода (CO), диоксида углерода (CO₂), углеводородов (C_xH_y), кислорода (O₂), оксидов азота (NO_x), азота (N₂).

Общее назначение газоанализаторов - измерение и анализ газовых смесей для определения их количественного и качественного (объёмного и процентного) состава. [36]

В частности, газоанализатор используется при измерении количества вредных выбросов в выхлопных газах ДВС, работающих на дизельном топливе. Для измерения необходимых показателей хорошо подходит переносной газоанализатор Инфракар Д, представленный на рисунке 2.3.



Рисунок 2.3 – Газоанализатор

Поиск неисправности с газоанализатора типа «Инфракар», как и просмотр памяти неисправностей, хорошо подходят для предварительного определения дефектов, так как в течение короткого времени дают направление для дальнейших проверок. Современные газоанализаторы высокого класса, кроме надёжности и удобства в работе, имеют множество дополнительных функций. Они могут измерять частоту вращения коленчатого вала двигателя, температуру масла, а также запоминать промежуточные протоколы измерений и передавать результаты на персональный компьютер или печатать их на встроенном принтере. А связь с ПК имеет для нас большое значение, так как это позволит одновременно обработать данные с диагностического сканера и с газоанализатора, что позволит гораздо более удобно сравнить и проанализировать полученные данные.

По сравнению с памятью неисправностей поиск с газоанализатором имеет преимущество в том, что позволяет оценивать конечный продукт процесса сгорания и, таким образом, показывает результат как механических дефектов, так и неисправностей в системе топливоподачи.

2.4 Диагностирования неисправностей с использованием датчиков давления

Для диагностирования системы питания измеряют давление в контурах низкого и высокого давления топлива, для того что бы проверить достаточно ли давление топлива создаётся перед топливным насосом высокого давления, а также проверить давление в топливной рампе. Для измерений обычно используются механические тестеры топливной системы, пример такого тестера показан на рисунке 2.4.



Рисунок 2.4 – Тестер топливной системы

Однако в нашем случае более удобным является использование электронных тензометрических датчиков рис 2.5. Такие же штатные датчики устанавливаются на топливной рампе и порой в контуре низкого давления топлива.



Рисунок 2.5 – Тензометрический датчик давления

Тензометрические датчики обладают достаточной точностью измерений, а при комплексной диагностике двигателя их использование позволяет сопоставить полученные данные с другими тестерами, так как данные получаем в электронном виде. Таким образом можно сравнить показания, полученные со штатных датчиков

снятые с помощью компьютерной диагностики и показания с диагностических датчиков. [37]

Необходимо это из-за того, что в виду больших пробегов или жёстких условий эксплуатации штатные датчики давления могут выходить из строя и выдавать некорректные показания или вовсе отказать.

Конструктивную основу датчика составляет сенсорный элемент, объединяющий стальную мембрану и тензорезисторы. Схема конструкции датчика показана на рисунке 3.5. Толщина стальной мембраны соответствует измеряемому давлению (чем толще мембрана, тем больше давление).

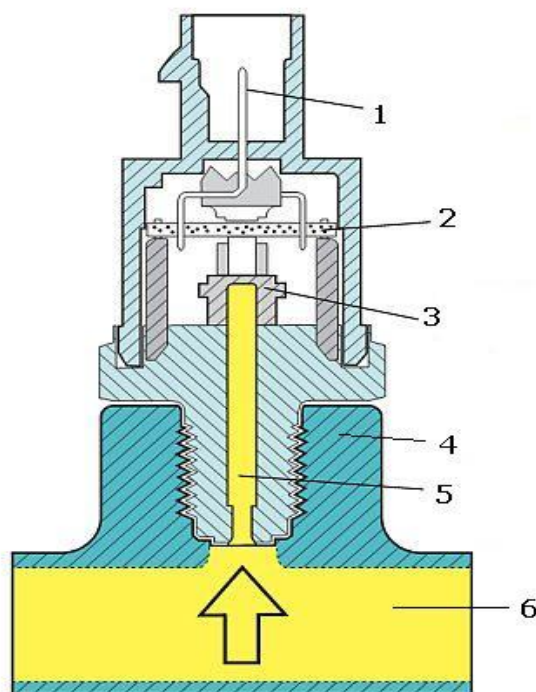


Рисунок 2.6 – Схема датчика давления: 1 - электрический разъем, 2- электронная схема, 3 - сенсорный элемент, 4 - топливная рампа, 5 – штуцер, 6 - топливо

Тензорезисторы преобразуют деформацию стальной мембраны в изменение электрического сопротивления. Тензорезисторы соединены по мостовой схеме и к ним через усилитель подается напряжение.

Работа датчика давления топлива осуществляется следующим образом. Через штуцер топливо попадает к стальной мембране, которая прогибается пропорционально величине давления. Соответственно изменяется величина сопротивления тензорезисторов. Так как давление в контуре низкого и высокого давления сильно отличается, необходимы датчики с предельным давлением до 7 бар для контура низкого давления и для контура высокого давления до 2000 бар.

Устанавливаются датчики в топливопровод посредством переходников в зависимости от марки и модели автомобиля. [38]

2.5 Обоснование разработки способа диагностирования

Исходя из первой главы, в которой проанализированы основные неисправности систем питания дизельных двигателей, отчётливо видно, что спектр неисправностей достаточно широк. Современные подходы к диагностированию информативны и точны, однако весьма трудоёмкие и требовательные к высокому уровню квалификации мастера, к тому же ни один из имеющихся методов диагностирования не позволяет получить полную картину параметров работы двигателя.

В данной работе предлагается метод диагностирования согласно которому одновременно мы можем получить более обширный спектр параметров работы двигателя. Достигнуть этого возможно сняв данные с разных узлов автомобиля.

Показания необходимо снять с данных узлов:

- блок управления двигателем;
- анализ отработавших газов;
- давление в контуре низкого давления;
- давления в контуре высокого давления.

Все снятые параметры будут выводиться на экран компьютера, где появляется возможность сравнить данные с блока управления двигателем с накладных датчиков, так как у датчиков автомобиля есть вероятность выхода из строя вследствие длительного времени эксплуатации. Так же в отдельной командной строке будут отображаться возможные неисправности, предлагаемые программой на основе сравнения полученных данных с эталонными для данного автомобиля и проанализированы по таблицам созданным многолетним опытом.

Таким образом данный подход позволяет без снятия и разбора двигателя и его узлов обнаружить неисправности в системе питания автомобиля. Программное обеспечение анализируя данные, позволяет привлекать к работе менее квалифицированный персонал, для получения предварительных результатов диагностирования. За счёт наличия большего количества измеряемых параметров можно делать выводы о работе практически всех узлов системы питания, от подкачивающего насоса до форсунок и топливного насоса высокого давления, а также о работе многих датчиков. Анализ отработавших газов позволяет сделать многое определить, как о функционировании системы питания, так и о работе всего двигателя.

ГЛАВА 3

РАЗРАБОТКА СПОСОБА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ПИТАНИЯ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ

3.1 Методика диагностирования

Современный подход к диагностированию двигателя и в частности систем питания подразумевает компьютерную диагностику блока управления автомобиля.

1) Используя диагностический сканер Launch EasyDiag 3.0 подключаем его через диагностический разъём OBD2. Запускаем двигатель и анализируем полученные параметры работы двигателя, в некоторых случаях сканер автоматически указывает на неисправность и описывает способы устранения. Однако зачастую данных полученных с помощью компьютерной диагностики, не достаточно для того что бы точно установить неисправность. Или же вовсе сканер не видит неполадок, несмотря на то что двигатель работает некорректно или вовсе не запускается. В таких случаях необходим более комплексный подход к диагностированию.

2) Для получения дополнительной информации подключаем к автомобилю газоанализатор Инфракар Д.

Подключение производится следующим образом:

- К гнезду на задней панели подключить кабель с датчиком тахометра.
- Установить зонд газозаборный прибора в выхлопную трубу автомобиля до упора и зафиксировать его зажимом.
- Нажать и удерживать кнопку «0» в течение 2 секунд. Запустится процедура автоподстройки нуля. Подстройка нулей производится перед каждым измерением. После подстройки нулей прибор переходит в режим измерения

Также необходимо подключить прибор Инфракар к персональному компьютеру, для дополнительного анализа полученных данных коэффициента поглощения.

3) После этого подключаем датчики давления к контуру низкого и высокого давления. Показания датчиков так же поступают в персональный компьютер.

После всех вышеперечисленных действий запускаем двигатель и начинаем полную диагностику. На экране персонального компьютера у будут отображаться показания со сканера Launch.

Газоанализатор позволяет измерить коэффициент поглощения К значение которого приведено на табличке под капотом или имеется в свободном доступе для каждой модели автомобиля, далее программа делает сравнение полученных показаний с допустимыми и основываясь на созданных таблицах для поиска неисправностей выдаст предварительные причины неисправности (таблица 3.1).

Показания датчиков давления топлива так же поступают на персональный компьютер и отображаются на экране. И, как и в случае с газоанализатором производится сравнение с допустимыми значениями.

Таблица 3.1 Поиск неисправностей по измерениям дымности ОГ: «н»-нормальная величина; «+»-высокое значение; «-»- низкое значение

Мощность двигателя	Величина дымности при свободном ускорении			Возможная причина
	Холостой ход	Полная нагрузка	Обороты регулятора	
+	н	+	н	Тюнинг, слишком большая подача на полной нагрузке и частота вращения регулятора
-	н	-	н	Слишком низкие величина подачи и давление наддува, блок управления в аварийном режиме, неисправен измеритель расхода воздуха
н(-)	н	+	н	Неисправность в системе рециркуляции, загрязнён воздушный фильтр, неисправен турбокомпрессор
-	н	+	н	Экстремально раннее начало подачи, жёсткий шум сгорания
-	+	+	н	Слишком позднее начало подачи
-	н	н(+)	+	Неисправный механизм опережения впрыска
-	+	+	+	Дефектный распылитель, стук процесса
-	+	+	+	Заправка не тем топливом
н	+	+	+	Перерасход масла (голубой дым). Неисправность двигателя или турбокомпрессора

Наглядная схема работы данного средства диагностирования изображена на рисунке 3.1.



Рисунок 3.1 – Схема работы средства диагностирования

Данный метод позволяет сократить время необходимое для диагностирования, а также даёт возможность проводить диагностику менее квалифицированному специалисту. К тому же значительно легче локализовать неисправность.

3.2 Описание процесса диагностирования

В первую очередь необходимо провести компьютерную диагностику, так как её проведение занимает меньше затрат времени и позволяет получить достаточно информации для предварительной оценки состояния двигателя. Диагностируемый автомобиль 2.5d 2010 года выпуска.

Для проведения диагностики подключаем сканер Launch EasyDiag 3.0 через диагностический разъём OBD2 (рисунок 3.2). Показания сканера будут поступать на персональный компьютер. Включаем зажигание, в таком режиме можно прочитать коды Mazda BT-50 неисправностей если они есть. Если коды неисправностей отсутствуют запускаем двигатель и анализируем основные параметры системы питания. На рисунках 3.3 мы наблюдаем нормальную работы системы питания автомобиля Mazda BT-50.



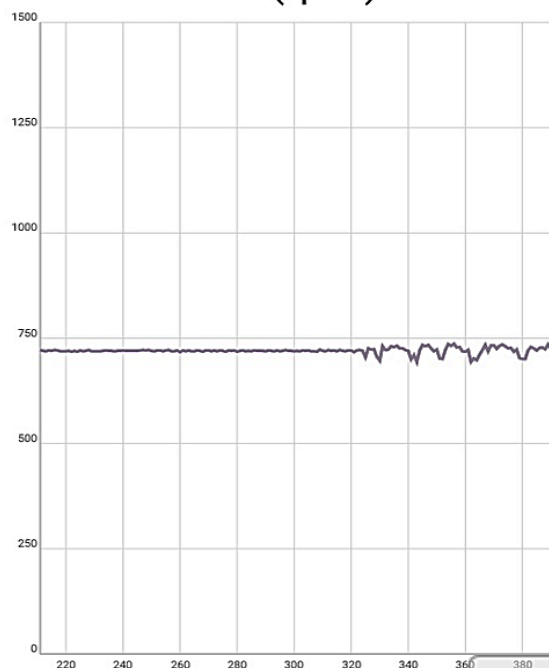
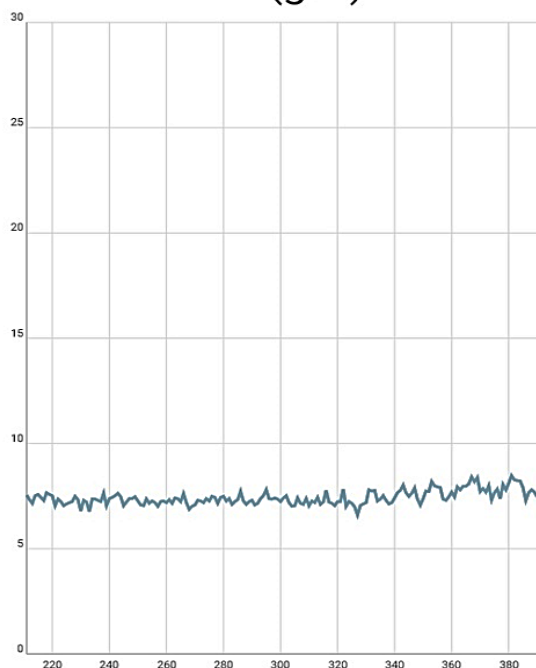
Рисунок 3.3 – Основные показатели параметров системы питания исправно работающего двигателя

При таких полученных данных, если не имеется никаких признаков неисправности в применение дополнительных средств диагностики нет необходимости. На рисунке 3.4 показаны параметры работы автомобиля с неисправностью электрической части форсунки.

Массовый расход воздуха Оборот двигателя каждо...

7.47(g/s)

725(rpm)



Топливное давление рел... Управление потоком нас...

34500(Kpa)

42.92(%)

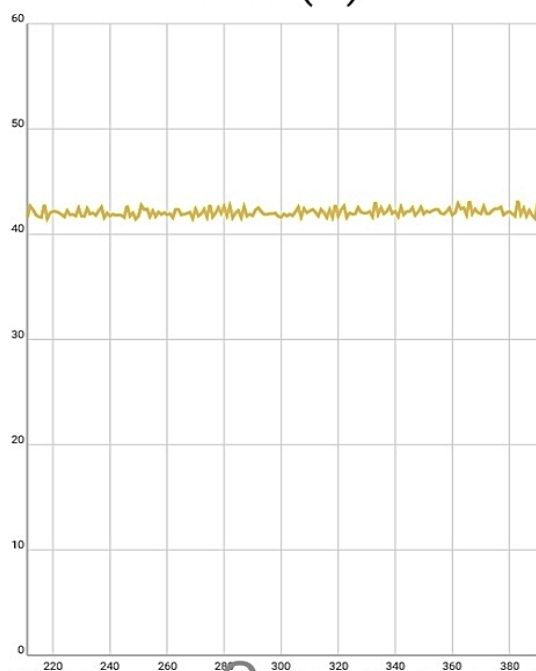
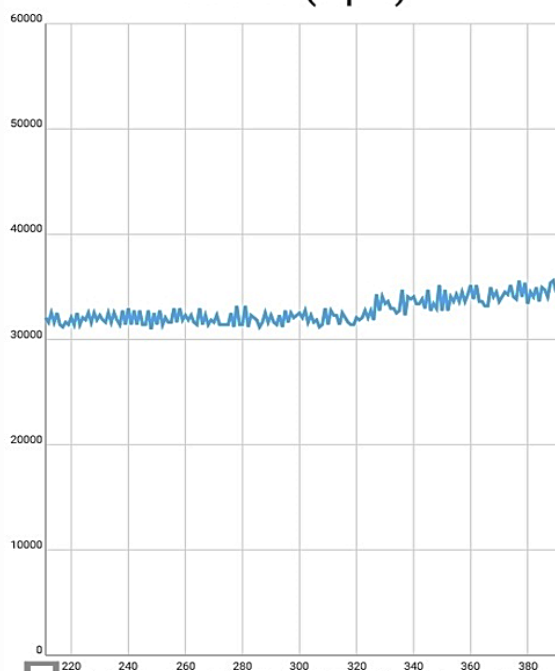


Рисунок 3.4 – Основные показатели параметров системы питания двигателя с неисправностью

В данном случае из графиков мы видим, что двигатель работает не равномерно «плавают» обороты двигателя. Остальные показатели практически не изменились. Однако в данном автомобиле сканер зафиксировал код ошибки P0093 неисправность двигателя. Описание данной ошибки сообщает о неисправности четвёртой форсунки.

То есть в данном примере компьютерной диагностики достаточно что бы обнаружить неисправность. Но так происходит не всегда, это видно на примере следующего диагностируемого автомобиля Nissan X-Trail 2.2d, 2003 года выпуска.

Проводим ту же процедуру подключения диагностического сканера. Запускаем двигатель и снимаем показания на холостых оборотах двигателя (Рисунок 3.5).



Рисунок 3.5 – Основные показатели параметров системы питания двигателя на холостых оборотах двигателя

Как видим из графиков, показания абсолютно не корректны и сделать выводы о неисправности не представляется возможным. При этом на холостом ходу двигатель работает нормально, но под нагрузкой отсутствует мощность. Это один из случаев, когда необходимы дополнительные средства диагностики.

Поэтому следующим шагом подключаем датчики давления в контур низкого давления с помощью переходников с быстросъёмными соединениями перед топливным фильтром. В контур высокого давления с помощью тройника на четвёртую форсунку. После этого подключаем газоанализатор Инфракар Д, способ подключения описан выше. Затем запускаем двигатель и снова делаем замеры сначала на холостом ходу, затем при свободном ускорении. Максимально допустимое значение дымности изображено на табличке под капотом (рисунок 3.6)

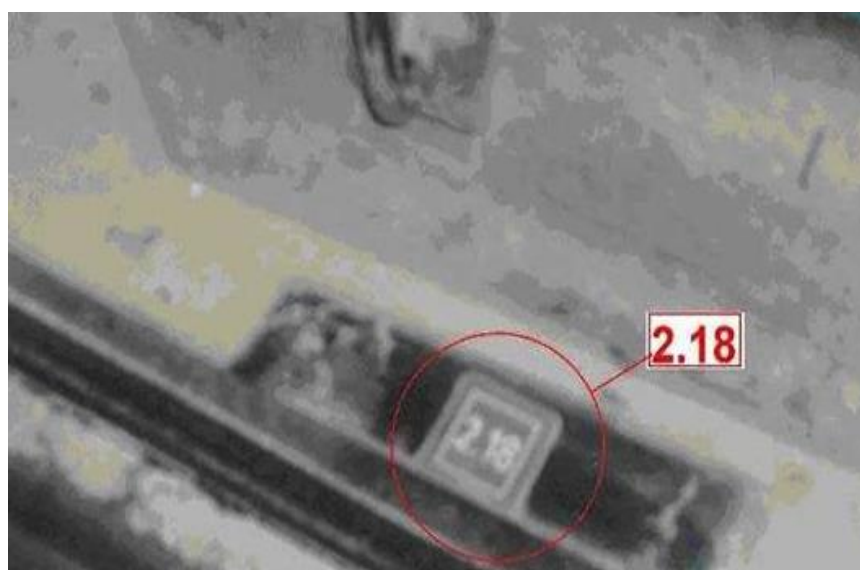


Рисунок 3.6 – Табличка допустимого значения дымности

Проведя замеры показаний дымности и давления (рисунки 3.7, 3.8 соответственно), по давлению оба показателя в норме, а по отработавшим газам на холостом ходу параметры очень хорошие, но при свободном ускорении газоанализатор зашкаливает. Визуально дым не виден, но он есть и превышает все допустимые пределы.

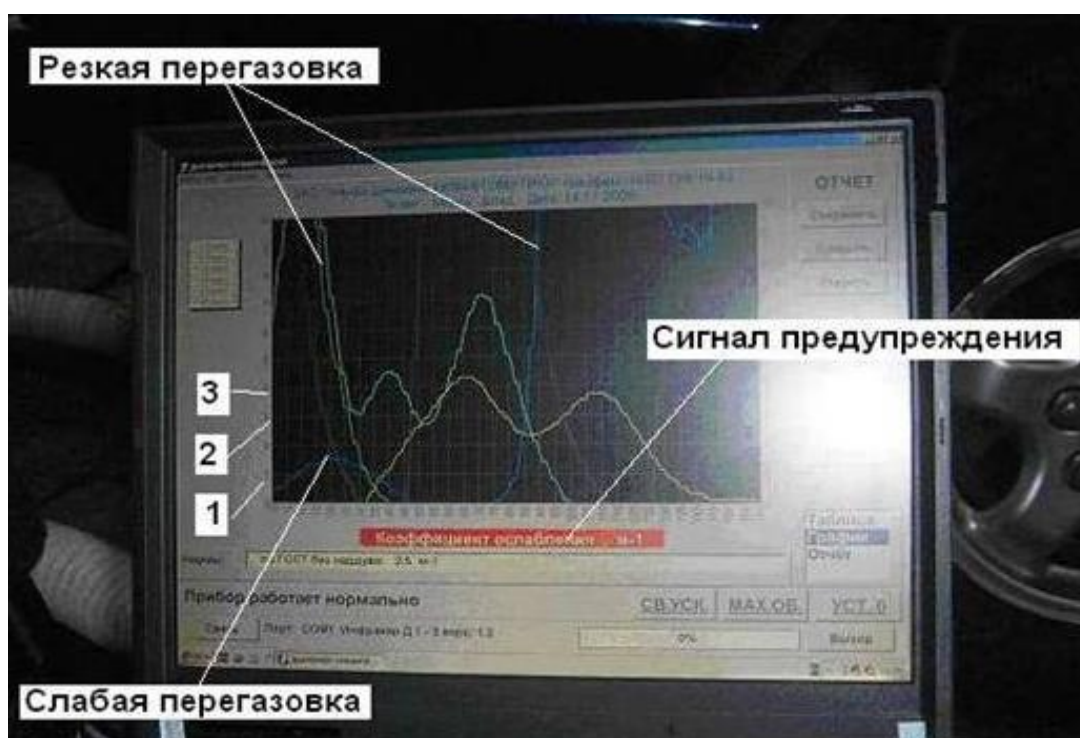


Рисунок 3.7 – Показания газоанализатора

Предварительным диагнозом исходя из данных показаний является: падение динамики, вызванное не сгоранием смеси при перегазовке.

Варианты неисправностей:

1) Плохой распыл. Неисправность распылителей форсунок. В нашем случае не подходит, так как подтекание, закоксованность распылителей и износ плунжера будет вызывать повышенную дымность, так же на холостом ходу, а этого мы не наблюдаем.

2) Увеличенная цикловая подача, так же не подходит, при увеличении цикловой подачи мощность повышается, а у автомобиля наблюдается снижение мощности.

3) Уменьшенная подача воздуха. Увеличение дымности при падении мощности. Это наиболее подходящий вариант.

Сравнительный анализ полученный программой указывает на следующие неисправности:

- неисправность в системе рециркуляции;
- загрязнён воздушный фильтр;
- неисправен расходомер воздуха.

Проверку начинаем с осмотра воздушного фильтра. Внешний осмотр ничего не выявил. Однако визуальный осмотр показал, что загрязнён MAF sensor (рисунок 3.9), он контролирует расход воздуха и, сравнивая эти показания с APS (датчик положения педали газа), через ЭБУ управляет дросселем.



Рисунок 3.9 – Загрязнённый MAF sensor иточного типа

После чистки MAF sensora снова производим замер параметров. Теперь из графика видно, что показания дымности при максимальном ускорении находятся в пределах допуска (рисунок 3.10)

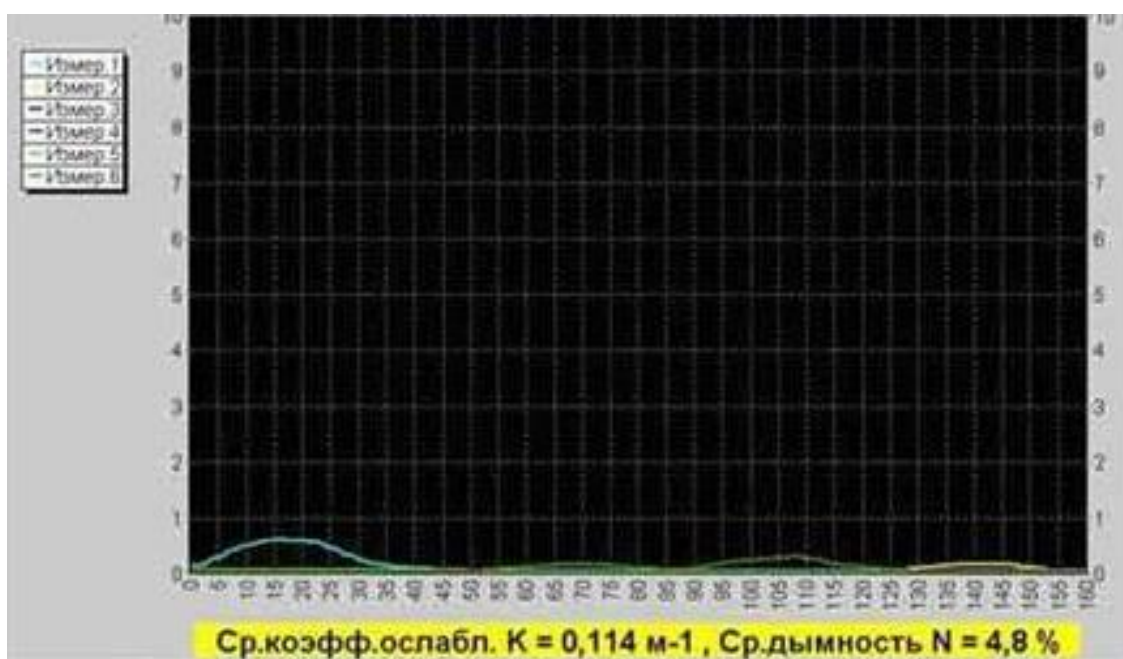


Рисунок 3.10 – График дымности при максимальном ускорении

Результат диагностики: Выявления загрязнения MAF sensora, в следствии чего наблюдалась недостаточная подача воздуха в цилиндры.

Таким образом используя данный метод диагностирования, вполне возможно достаточно оперативно обнаружить неисправности, дополняя средства диагностики. В примерах описана лишь малая часть потенциала данного метода, так как существует достаточно большое количество разновидностей исполнения системы питания и топливной аппаратуры, в частности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения работы были проанализированы и описаны основные неисправности в системе питания дизельных двигателей. Определены наиболее эффективные методы исследования систем питания, среди них был выделен безразборный метод заключающийся в анализе отработанных газов и использованием компьютерной диагностики.

Разработан способ диагностирования систем питания дизельных двигателей, которая применима для большинства современных автомобилей с дизельными двигателями. Предложен перечень основного оборудования для проведения исследования.

К преимуществам разработанного способа можно отнести повышение эффективности диагностирования, так как в результате исследований мы получаем значительно больше параметров работы двигателя, что позволяет достаточно точно выявить дефекты в системе питания, не прибегая к дополнительным замерам и разборке двигателя, что сокращает временные затраты. Так же к преимуществам можно отнести возможность диагностирования не только современных автомобилей, но и 90-х годов выпуска, которые в большом количестве, порядка 45%, эксплуатируются в нашей стране.

В перспективе предложенный метод диагностирования может усовершенствоваться и подстраиваться под новейшие системы питания, при этом возможно добавление дополнительных средств диагностики.

СПИСОК ИСОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Говорущенко, Н.Я. Техническая эксплуатация автомобилей / Н.Я. Говорущенко. – Харьков: Вища школа, 1984 – 312 с.
2. Двигатели внутреннего сгорания: Устройство и работа поршневых и комбинированных двигателей: учебник / В.П. Алексеев, В.Ф. Воронин, Л.В. Грехов и др.; под. Общ. Ред. А.С. Орлина, М.Г. Круглова. – М.: Машиностроение, 1990. – 288 с.
3. Кузнецов, А.С. Устройство и работа двигателя внутреннего сгорания: учеб. Пособие / А.С. Кузнецов. – М.: Изд. Центр «Академия», 2011. – 80 с.
4. Харазов, А.М. Диагностирование легковых автомобилей на станциях технического обслуживания: Учеб. Пособие для профессионального обучения рабочих на производстве / А.М. Харазов, Е.И Кривенко. – М.: Высш. Шк., 1987. – 272 с.
5. Техническая эксплуатация автомобилей / Е.С. Кузнецов, А.П. Болдин, В.М. Власов и др. под общ. Ред. Е.С. Кузнецова. – М.: Наука, 2001. – 535 с.
6. Гаврилов, К.Л. Диагностика автомобилей при эксплуатации и техническом осмотре: учеб. Пособие / К.Л. Гаврилов. – СПб.: ФГУ «Российский центр сельскохозяйственного консультирования», 2012. – 576 с.
7. Диагностирование автомобилей. Практикум: учеб. Пособие / А.Н. Карташевич, В.А. Белоусов, А.А. Радушко и др.; под ред. А.Н. Карташевича – Минск: Новое знание.– М.: ИНФРА–М, 2011. – 208 с.
8. Келер, К.А. Диагностика автомобильного двигателя / К.А. Келер. – Ужгород: Изд-во «Карпати», 1977. – 160 с.
9. Техническая эксплуатация автомобилей: учебник для вузов / под ред. Г.В. Крамаренко.– М.: Транспорт, 1983. – 488 с.
10. Техническая диагностика. Средства диагностирования автомобилей, тракторов, сельскохозяйственных и дорожных машин. Общие требования. – Введен 1983.01.01. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 9 с.
11. Карташевич, А.Н. Диагностирование автомобилей. Практикум: учеб. Пособие / А.Н. Карташевич, В.А. Белоусов, А.А. Радушко и др.; под ред. А.Н. Карташевича – Минск: Новое знание.– М.: ИНФРА–М, 2011. – 208 с.
12. Харазов, А.М. Диагностирование легковых автомобилей на станциях технического обслуживания: Учеб. Пособие для профессионального обучения рабочих на производстве / А.М. Харазов, Е.И Кривенко. – М.: Высш. Шк., 1987. – 272 с.
13. Епифанов, Л.И., Техническое обслуживание и ремонт автомобилей / Л.И. Епифанов, Е.А. Епифанова. – М.: ФОРУМ: Инфра-М, 2006, – 352 с.
14. Боровицкий, В.И. Механическое оборудование: техническое обслуживание и ремонт автомобилей / В.И. Боровицкий, – Донецк: Юго-Восток, 2011. – 238 с.
15. Маслов, Г.Г. Техническая эксплуатация МТП / Г.Г. Маслов, А.П. Карабаницкий, Е.А. Кочкин – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет, 2008. – 142 с.

16. Мирошников, Л.В. Диагностирование технического состояния автомобилей на автотранспортных предприятиях / Л.В. Мирошников, А.П. Болдин, В.И. Пал. – М.: Транспорт, 1977. – 263 с.

17. Гребенников, С.А. Способ диагностирования элементов механизма газораспределения автотракторных двигателей / С. А. Гребенников, М.Г. Петров, А. С. Гребенников // Известия Волгоградского государственного технического университета. – Волгоград: Изд-во ГОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет», 2011. – том 8, №3. – С. 24–27.

18. Аринин, И.Н. Диагностирование технического состояния автомобиля / И.Н. Аринин. – М.: Транспорт, 1978. – 176 с.

19. Бельских, В.И. Диагностика технического состояния и регулировка тракторов / В.И. Бельских. – М.: Колос, 1973. – 495 с.

20. Кузнецов, А.С. Техническое обслуживание и диагностика двигателя внутреннего сгорания: учеб. Пособ. / А.С. Кузнецов. – М: Изд. Центр «Академия», 2011. – 80 с.

21. Хабардин, В.Н. Повышение эффективности использования машинотракторного парка путем диагностирования на основе новых методов и средств / В.Е. Хабардин // Вестник ИрГСХА. – 2007. – №29. – С 98-113.

22. Бабошин, А.А, Оценка технического состояния двигателей внутреннего сгорания по давлению во впускном и выпускном коллекторах / А.А. Бабошин, А.С. Косарев, В.С. Малышев // Вестник МГТУ. – 2013 г. – том 16 № 1 – С. 23-32.

23. Технические средства диагностирования: Справочник / В.В. Ключев, П.П. Пархоменко, В.Е. Абрамчук; Под общ. Ред. В.В. Ключева. – М.: Машиностроение, 1989. – 672 с.

24. Патент РФ № 2007146315/06 13.12.2007 Н.И. Мошкин, А.В. Лагерев Способ диагностирования элементов газораспределительного механизма двигателей внутреннего сгорания и устройство для его осуществления // Патент России № 2374613 2009 Бюл № 33.

25. Лагерев, А.В. Метод дифференциального диагностирования газораспределительного механизма двигателей внутреннего сгорания автотранспортных средств сельскохозяйственного назначения: Автореф. дисс. канд. техн. наук: 05.20.03 – Улан-Удэ. –2009. – 20 с.

26. Шатров, М.Г., Яковенко, А.Л., Кричевская, Т.Ю. учеб. пособие / М.Г.Шатров. – М.: МАДИ, 2014. – 68 с.

27. Разумовский, М.А. Прогнозирование шумовых характеристик поршневых двигателей / М.А. Разумовский. – Минск.: Вышэйшая школа, 1981. – 39 с.

28. Губертус, Г. Диагностика дизельных двигателей / Гюнтер Губертус; Пер. с нем. Ю. Г. Грудского. — М.: ЗАО «КЖИ «За рулем», 2004 г. – 186 с.

29. Автосервис МосНива [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mosniva.ru>. – Дата доступа: 20.05.2020.

30. Транспортный Комплекс Республики Беларусь: Состояние И Перспективы Его Развития [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<https://rcek.by/transportnyj-kompleks-respubliki-belarus-sostoyanie-i-perspektivy-ego-razvitiya/>. – Дата доступа: 20.05.2020.

31. Система питания дизельного двигателя [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://avtodvigateli.com/detali/sistema-pitaniya-dizelya.html>. – Дата доступа: 21.05.2020.

32. Анализ известных способов диагностирования двигателей внутреннего сгорания [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://studref.com/541509/tehnika/analiz_izvestnyh_sposobov_diagnostirovaniya_dvigatelay_vnutrennego_sgoraniya. – Дата доступа: 21.05.2020.

33. Основные неисправности дизельных двигателей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://kovsh.com/library/diesel_fuel_system/diesel_engine_troubles/osnov_neisprav_dizeln_dvigatela. – Дата доступа: 21.05.2020.

34. Неисправности дизельного двигателя [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dizelmaster.ru/stati/neispravnosti-dizelnogo-dvigatelja>. – Дата доступа: 21.05.2020.

35. Дизельные форсунки: особенности конструкции [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://krutimotor.ru/ustrojstvo-forsunki-dizel/>. – Дата доступа: 21.05.2020.

36. Система питания дизельного двигателя [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://avtodvigateli.com/detali/sistema-pitaniya-dizelya.html>. – Дата доступа: 21.05.2020.

37. Устройство автомобиля [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ustrojstvo-avtomobilya.ru/category/dizel-naya-toplivnaya-apparatura/>. – Дата доступа: 21.05.2020.

38. Диагностирование и ТО системы питания дизельного двигателя [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://extxe.com/17397/diagnostirovanie-i-to-sistemy-pitaniya-dizelnogo-dvigatelja/#3__Common_Rail. – Дата доступа: 21.05.2020.