

**Министерство образования, науки и молодежной политики  
Забайкальского края  
ГОУ СПО «Могойтуйский аграрно-промышленный техникум»**

**Дипломная работа на тему:  
Организация технического обслуживания и ремонта автомобилей с  
выполнением ТО топливной системы Common Rail**

**Выполнил: Цыденбазаров Баясхалан Балданович**

**Руководитель:**

## СОДЕРЖАНИЕ

|  |    |
|--|----|
| 1. Введение.....   | 3  |
| 2. ГЛАВА 1 Система Common Rail: принцип работы, особенности устройства и преимущества.....   | 5  |
| 3. 1.1Общее устройство системы Common Rail и принцип работы.....                             | 5  |
| 4. 1.2 Особенности обслуживания систем Common Rail и преимущества...11                       |    |
| 5. ГЛАВА 2 Технологические процессы обслуживания и ремонт топливной системы Common Rail..... | 17 |
| 6. 2.1 Возможные проблемы и ремонт топливной системы Common Rail...17                        |    |
| 7. 2.2 Топливный насос высокого давления системы Common Rail.....                            | 27 |
| 8. 2.3 Техника безопасности при работе с Common Rail.....                                    | 32 |
| 9. Заключение.....   | 36 |
| 10. Список литературы.....   | 38 |
| 11.Приложение.....   | 40 |

## ВВЕДЕНИЕ

Дизельный двигатель с топливной системой Common Rail - это самый современный этап эволюции дизельных двигателей с прямым впрыском топлива. В отличие от традиционных дизелей с низким давлением подачи топлива. Система впрыска Common Rail появилась благодаря ужесточению экологических норм по выбросу вредных веществ, которые предъявлялись к дизельным двигателям.

Если открыть автомобильный англо - русский словарь, то термин Common Rail можно перевести как "общая магистраль". Она характеризуется впрыском топлива в цилиндр под высоким атмосферным давлением, благодаря чему снижается расход топлива на 15 процентов, а мощность двигателя вырастает почти на 40 процентов.

Так же было отмечено уменьшения шума при работе двигателя, притом, что крутящий момент дизеля был увеличен. Благодаря своему преимуществу, система впрыска Common Rail приобрела широкую популярность, и на данное время, каждый второй автомобиль с дизельным двигателем оснащен этой системой впрыска.

К недостаткам Common Rail относят более высокие требования к качеству дизельного топлива. При попадании мелких посторонних частиц в топливную систему, которая выполнена с большой точностью, управляемые электроникой форсунки могут выйти из строя. Поэтому в дизелях Common Rail использование качественного топлива является обязательным условием.

Этим объясняется актуальность темы дипломной работы.

В данной работе объектом исследования является организация ремонта автомобилей топливной системы Common Rail. Предметом исследования является техническое обслуживание топливной системы Common Rail.

Цель работы: Разработать организацию технического обслуживания и ремонта автомобилей с топливной системы Common Rail.

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

- 1) изучить назначение и устройство common rail;
- 2) изучить виды и принцип действия Common Rail;
- 3) изучить работу топливного насоса;
- 4) основные неисправности системы смазки и способы их устранения.
- 5) технологические процессы обслуживания и ремонта системы впрыска

Common Rail.

б) требования безопасности при работе с системой впрыска Common Rail автомобиля.

В выпускной квалификационной работе использованы следующие методы исследования:

- теоретические - метод анализа, метод классификации;
- эмпирические - метод наблюдения, метод моделирования, метод описания.

Структура работы включает в себя:

Введение, в котором сформулированы актуальность, цель и задачи проекта.

Глава 1 в которой описаны назначение, устройство, конструктивные детали системы впрыска Common Rail, технические особенности и принцип работы, управление давлением в топливной рампе.

Глава 2 в которой представлены технологические процессы технического обслуживания и ремонт топливной системы Common Rail.

Заключение, в котором делаются выводы относительно достигнутых результатов, степени выполнения поставленных целей и задач.

Список использованной литературы.

## **ГЛАВА 1 Система Common Rail: принцип работы, особенности устройства и преимущества**

### **1.1 Общее устройство системы Common Rail и принцип работы**

Топливная система Common Rail применяется в дизельных двигателях и считается наиболее прогрессивной на текущий момент. В сравнении с другими схемами она обеспечивает более экономичный расход топлива, повышает экологическую безопасность автомобиля, отличается низким уровнем шума, но главное - создает более высокое давление подачи в камеру сгорания.

Дословно термин Common Rail переводится на русский как общая магистраль. Главной конструктивной особенностью этой системы является наличие топливной рампы, в которой происходит аккумуляция топлива до его дальнейшей подачи в форсунки дизельного двигателя. В силу этой особенности подобные системы также называют аккумуляторными. Впервые она была представлена компанией Bosch в 1996 году (Приложение 1).

Популярность двигателей, оснащенных Common Rail, объясняется способностью достигать требуемой мощности при низком потреблении дизельного топлива. По стандартным оценкам использование системы уменьшает расход солярки на 15% при одновременном увеличении мощности двигателя на 40%.

Дополнительным и в современных условиях весьма важным достоинством рассматриваемой конструкции подачи топлива выступает соответствие современным экологическим стандартам. Заметное уменьшение токсичности выхлопных газов и низкий уровень издаваемого в процессе эксплуатации шума – вот еще две не менее серьезные причины востребованности и широкого распространения дизельных двигателей с использованием Common Rail.

Устройство Common Rail в значительной степени напоминает систему подачи топлива в инжекторных бензиновых двигателях. Перед впрыском

дизельного топлива в цилиндры происходит аккумулярование давления, в результате чего такую конструкцию нередко называют аккумуляторной топливной системой.

Конструкция Common Rail предусматривает три основных элемента: стандартные для любого дизельного двигателя контуры высокого и низкого давления, а также дополняющий их электронный блок контроля и управления.

Часть низкого давления обеспечивает подачу топлива из бака через фильтры к топливному насосу высокого давления, состоит из:

- топливного бака
- трубопроводов низкого давления
- топливных фильтров
- насоса подкачки

Контур высокого давления формирует потенциал сжатого топлива и реализует его в непосредственный впрыск в цилиндры в соответствии с циклами и режимами работы двигателя и состоит из:

- ТНВД
- аккумуляторной рампы
- трубопроводов высокого давления
- распыляющих форсунок

Для забора топлива в магистраль низкого давления установлен подкачивающий насос с механическим или электрическим приводом. В зависимости от исполнения подкачивающий насос может быть установлен в топливном баке, либо совмещен с ТНВД, получая от него механический привод (Приложение 2).

Насос подкачки создаёт давление в контуре до 6 кгс/см<sup>2</sup>, обеспечивая проход горючему через фильтры к защитному клапану, встроенному на входной магистрали насоса высокого давления. По принципу действия, в составе топливной используются подкачивающие насосы шестерёнчатого, роликово-шиберного и центробежного типа (Приложение 3).

В большей своей части в системах Common Rail ТНВД представляет собой магистральный насос радиально плунжерного типа, где центральный вал узла своим эксцентриковым кулачком через ролик обеспечивает возвратно поступательный привод плунжерам. Сам насос получает вращение от вала газораспределительного механизма двигателя. Узел охлаждается и смазывается потоком поступающего дизельного топлива.

Корпус насоса имеет моноблочную конструкцию, обеспечивающую минимальную потерю давления (Приложение 4).

Радиальные насосы в системах Common Rail применяют одно, двух и трёх секционного типа. Основная часть насосов представляют собой трёх секционную конструкцию в виде радиально равномерно размещённых плунжеров относительно кулачкового приводного вала с интервалом угла в  $120^\circ$  (Приложение 5).

Так же, нужно отметить, что некоторые системы Common Rail, устанавливаемые на большегрузные, коммерческие автомобили, используют двух или четырёх плунжерные ТНВД традиционного рядного типа с рабочим давлением до  $1100 \text{ кгс/см}^2$ , смазываемые давлением масла двигателя. Это мотивируется возможностью адаптировать используемые двигатели при необходимости под любую топливную систему.

Топливо в ТНВД поступает из магистрали низкого давления через подводящий канал с защитным клапаном в надплунжерные рабочие полости насоса, где возвратно поступательной работой плунжеров прокачивается в аккумуляторную рампу высокого давления.

Для снижения производительности насоса на холостых оборотах или неполной нагрузке одна или две секции насоса могут быть оборудованы электромагнитно управляемыми клапанами, отключающих подачу топлива в рампу и перенаправляющих топливо в сливную магистраль контура низкого давления. Так система предохраняется от избытка подачи топлива и перегрева конструкции.

Основная задача аккумуляторной рампы максимально сохранять потенциал давления и равномерно распределять топливо к форсункам (Приложение 6).

В конструкции топливного оборудования рампа имеет конструкцию толстостенного цилиндрического резервуара в виде трубки или в форме сферы с отводными штуцерами под соединение с форсунками-инжекторами (Приложение 7).

В V-образных дизелях топливная оборудована двумя рампами на каждую газораспределительную головку. Отдельные моторы могут быть оборудованы тремя секциями рампы: двумя боковыми, и одной центральной - распределительной рампой (Приложение 8).

В некоторых топливных системах аккумуляторная рампа для работы цилиндров двигателя на разных режимах, где поддерживается высокое давление в заданных пределах, оборудована дозирующим клапаном, управляемым электронной системой двигателя. Сброс топлива осуществляется при избытке давления в сливную магистраль контура низкого давления.

По большей своей части форсунки-инжекторы под Common Rail имеют идентичный принцип работы с традиционными механическими форсунками. Отличием является то, что впрыск форсункой осуществляется в результате подачи топлива в распылитель под действием на питающий клапан электромагнитного импульса командой электронной системы управления двигателем (Приложение 9).

Кроме использования соленоида в управлении впрыском современные версии Common Rail используют форсунки с пьезоприводом. Принцип срабатывания заключается в мгновенном изменении размера пьезокристалла под действием магнитного поля, что обеспечивает проход топлива к распылителю. Скорость включения пьезофорсунок в четыре раза быстрее, в сравнении с электромагнитными. Вместе с этим работа таких форсунок характеризуется снижением подвижной массы на игле распылителя до 75% (Приложение 10).



Эти характеристики позволяют более точно и гибко управлять впрыском топлива, обеспечивая возможность делить подачу топлива в цилиндр на несколько фаз. Так, имея высокую скорость включения, приспособиваясь к режиму работы двигателя, в самых современных дизелях класса ЕВРО 6, пьезофорсунка может осуществлять до девяти впрысков в течении одного рабочего такта в отдельном цилиндре. Число впрысков и количество подаваемого топлива регулируется в соответствии с режимом работы двигателя электронным управлением.

Так же по причине простоты обслуживания и более низкой себестоимости, последнее время, производители техники вернулись к активному использованию в топливных системах соленоидных, электромагнитных форсунок, где благодаря доработкам были улучшены рабочие характеристики по скорости срабатывания.

В отличие от традиционной топливной системы, которая является полностью механической, Common Rail представляет собой механическую систему с электронным управлением впрыска. Контроль и команды на подачу топлива в цилиндры осуществляется электронной системой управления двигателем, где учитываются и корректируются все переменные параметры впрыска в соответствии с режимами работы дизеля на основе считываемых параметров через соответствующие датчики. То есть сами команды на выполнение впрыска форсунками, а также регулировка подачи количества топлива осуществляется при действии программного электронного блока в место механического всережимного регулятора в составе традиционного ТНВД.

Стандартно управление двигателем осуществляется через передачу параметров следующими датчиками: положение коленчатого вала и распредвала, давление топлива в рампе, поток воздуха, температура воздуха и топлива, датчик положения педали газа, датчик системы подогрева топлива.

В зависимости от мощности двигателя его конструкции и стоимости автомобиля топливные Common Rail имеют три типа управления:

- Управление давлением осуществляется с помощью встроенного, электронно-управляемого, дозирующего клапана в контуре низкого давления, который регулирует количество топлива подаваемого в область сжатия ТНВД.
- Дозирующее устройство размещено в контуре высокого давления, где регулировка производительности ТНВД осуществляется перепусканием части топлива в сливную магистраль низкого давления.
- Третий тип объединяет в себе оба способа регулирования, где электронная система управления самостоятельно выбирает режим дозирования, ориентируясь на режим работы двигателя.

Таким образом, система защищается от негативного перегрева топлива и снижает потребляемую мощность на работу ТНВД на режиме холостого хода, и увеличивает подачу при увеличении нагрузок на двигатель.

Сегодня ею оборудованы практически все дизельные двигатели, которые используются на транспортных средствах различного вида, начиная с автомобилей и заканчивая мощными сельскохозяйственными или дорожно-строительными машинами.

## 1.2 Особенности обслуживания систем Common Rail и преимущества

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

Главная деталь топливных систем Common Rail - электрогидравлическая форсунка.

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.

Затем запускают двигатель и измеряют количество слива каждой форсунки, его величина должна составлять около 150 см<sup>3</sup>/мин. При разнице между объемами более 30 % или превышении нормы обратного слива форсунку необходимо заменить.

Более тщательные проверки топливной системы Common Rail могут быть произведены с помощью специализированного оборудования, например стендов Bosch EPS 708 (Приложение 11) 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.

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

С помощью стенда 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.

Более высокотехнологичные стенды STARDEX 0304 и MAK 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 стенд для проверки и ремонта форсунок MAK TEST (Приложение 12), 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 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.

С помощью сенсорного экрана по каталожному номеру проверяемой форсунки вводится программа тестирования. 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 при высоком давлении по нормативам подача должна составлять 33,5 см<sup>3</sup> с подачей обратного слива 6,6 см<sup>3</sup>, но полученные данные (соответственно 40,6 и 5,0 см<sup>3</sup>) отличаются от нормативных;
3. качества распыливания топлива. Система подачи топлива стенда импульсно подводит к форсунке топливо, которое распыляется на поверхности специальной колбы. Качество распыления топлива определяется визуально. Если распылитель форсунки забит, то его очищают в ультразвуковой ванне, при

этом очищается только внешняя сторона распылителя, чтобы не повредить напыления на внутренней стороне распылителя.

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.

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, Sodimac) 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.

Для продолжительной эксплуатации системы подачи топлива в дизельных силовых агрегатах рекомендуется ежегодно снимать и чистить бак, а также периодически сливать собирающееся в фильтре-отстойнике топливо. Обязательно заправлять автомобиль соляжкой в соответствии с сезоном. Не следует пытаться запустить запарфиненный мотор, так как это значительно ускорит износ топливной системы, поскольку в плунжерных парах ТНВД должна постоянно присутствовать соляжка, а ее отсутствие попросту оставит постоянно взаимодействующие между собой детали без смазки. На бензиновых силовых агрегатах такого нет.

Часто от неосведомленных автовладельцев приходится слышать нелестные отзывы о работе дизельных моторов, однако, если сравнивать динамику замены расходников на дизелях с бензиновыми силовыми

агрегатами, приходится невольно задуматься над тем, как первые могут работать столь продолжительное время без проведения самого минимального ТО системы подачи топлива. Зачастую водители сознательно пренебрегают этим, продолжая ездить пока все функционирует нормально.

Стоит отметить, что в 2008 году такая система устанавливалась только на 24% автомобилей, а к 2016 году их количество возросло до 83%. Такая большая популярность объясняется положительными характеристиками системы: Расход горючего снижается на 15%, при этом мощность силового агрегата увеличивается на 40%.

Снижение уровня шума и вибраций, несмотря на то, что крутящий момент увеличился.

Значительное снижение выхлопа, соответствие экологическому стандарту Евро-4.

Давление для подачи горючего не зависит от скорости вращения коленвала. Благодаря этому удалось добиться стабилизации горения на холостом ходу и малых оборотах.

Топливо подаётся несколькими порциями за цикл, что обеспечивает его полное сгорание.

Таким образом, по сравнению с классической системой, конструкция «Common Rail» проще, а её ремонтпригодность - выше.



## **ГЛАВА 2 Технологические процессы обслуживания и ремонт топливной системы Common Rail**

### **2.1 Возможные проблемы и ремонт топливной системы Common Rail**

С развитием современных технологий впрыска топлива и компьютерных технологий двигателя современных автобусов, грузовых машин и спецтехники, в большинстве случаев стали оборудоваться системой впрыска топлива Common Rail.

Главное преимущество системы выдавать нужную мощность при минимальном потреблении топлива за счет широкого диапазона регулирования давления горючего и моментов начала впрыска. Давление впрыска никак не связано с оборотами двигателя и количеством впрыскиваемого топлива. Топливо хранится в топливном аккумуляторе высокого давления, так называемом «Common Rail», под постоянным давлением и которое можно всегда подать в цилиндр.

Несмотря на все ее преимущества в ней, как и в других системах автомобиля периодически возникают неисправности. Причиной тому все чаще становится некачественное топливо, и редкое техобслуживание.

Основные виды отказов системы Common Rail можно подразделить на три вида:

- механическая неисправность элементов топливной системы;
- неисправность электрических цепей и датчиков системы управления;
- сбой программного обеспечения блока управления
- 80% отказов приходится на первые два вида неисправностей.

Механические неисправности форсунок возникают вследствие износа или повреждения внутренних элементов. При потере работоспособности даже одной форсунки, двигатель может существенно потерять в мощности или утратить возможность запуска. Для того чтобы определить что неисправность именно в форсунке необходимо произвести диагностику непосредственно на

машине, для считывания кодов неисправностей и параметров топливной системы.

Выявление причин неполадок в системе Common Rail - непростая задача, поскольку в ее состав входит большое количество разнообразных датчиков, регуляторов и других элементов управления. Поэтому ремонт форсунок начинается с диагностики на специализированном стенде с лицензионным программным обеспечением. Проверка на стенде воссоздает работу топливного оборудования автомобиля и позволяет сравнить полученные показатели налива с заданными характеристиками, установленными производителем топливной аппаратуры.

Форсунки улучшили работу дизельных двигателей и снизили их аппетит к топливу. Ремонт их лучше чтобы занимался авторизованный автосервис, а задача водителя вовремя определить, когда они дали сбой.

Современные форсунки Common Rail являются прецизионными устройствами. Стоит упомянуть, что они создают давление до 2500 бар, а зазоры между взаимодействующими элементами инжекторов измеряются в долях микрометров (1 мм - 1000 микрометров). Все это приводит к тому, что они ломаются из-за некачественного топлива или грязи, попадающей в топливную систему, например, частиц коррозии, которые отрываются от стенок топливного бака.

Основными производителями форсунок Common Rail являются: Denso, Bosch, Delphi и Continental, которому принадлежат бренды Siemens и VDO. Инжекторы Delphi считаются самыми «капризными», а компоненты Denso и Bosch - самыми долговечными. Последние менее требовательны к качеству топлива и работают более эффективно, но в то же время более дорогие.

До недавнего времени технология, интенсивно продвигаемая Volkswagen, исчезла с легковых автомобилей с введением стандарта Euro 5. В настоящее время в системах впрыска дизеля преобладают упомянутые системы Common Rail с электромагнитными и пьезоэлектрическими инжекторами. К сожалению, высокая эффективность работы и лучшая производительность имеют свою

цену, для форсунок системы Common Rail - это значительно сниженный срок службы.

Ремонт форсунки начинают со снятия ее с дизеля. Для этого предварительно от форсунки отсоединяют трубку высокого давления и сливную трубку, а на штуцера форсунки ставят защитные колпачки. Если форсунка не снимается свободно, ее выпрессовывают с помощью специального приспособления.

До разборки сопло форсунки вываривают и очищают от нагара. Для этого форсунку устанавливают в ванну так, чтобы вся часть форсунки, покрытая нагаром, была погружена в раствор. Водный раствор, содержащий 1% жидкого стекла, 1% кальцинированной соды и 1% мыла, должен быть нагрет до температуры 90 -100°C. Форсунку выдерживают в нем 60 - 90 мин, после чего извлекают и погружают в ванну с холодным раствором того же состава. Нагар удаляют жесткими волосяными щетками, места его плотного скопления очищают деревянными палочками и кусковой содой. Использовать для этой цели металлический инструмент нельзя. Если нагар полностью удалить не удалось, процедуру повторяют. После промывки и очистки деталь продувают сухим сжатым воздухом и промывают в дизельном топливе или керосине.

Сняв нагар, проверяют качество распыливания топлива и давление начала впрыска на стенде для испытания и регулировки форсунок типа А106. При неудовлетворительных результатах испытания (подтекание распылителя, зависание иглы, закупорка распыливающих отверстий) форсунку разбирают в специальном приспособлении. Пару игла-корпус распылителя промывают в профильтрованном дизельном топливе и осматривают. Она подлежит замене при обнаружении трещин, скалывания торцовых кромок корпуса, трещин или изломов иглы. Следы коррозии на рабочих поверхностях иглы и корпуса распылителя, а также значительный наклеп поверхности иглы, сопрягаемой с поверхностью корпуса форсунки, допускается устранять механической обработкой.

Риски и кольцевые натирки на торцовых поверхностях корпуса распылителя, нарушающие герметичность стыка корпуса распылителя с корпусом форсунки и соплом, устраняют протиркой.

Колпак заменяют при наличии трещин, сорванных ниток и забоин резьбы, смятия граней шестигранника, при котором возможно проворачивание ключа при затяжке колпака на корпусе форсунки, больших забоин или выработки уплотнительного пояска на наружном конусе колпака. Забоины, вмятины, сколы наружной поверхности колпака устраняют зачисткой, а повреждение уплотнительного пояска на наружном конусе колпака - шлифованием с последующим контролем прилегания калибра по краске. Прилегание должно быть по всей окружности уплотнительного пояска и не менее 50% по ширине.

Штангу заменяют при наличии трещин, износе более 1,0 мм поверхности под опорный торец пружины. Непрямолинейность штанги не должна превышать 0,05 мм по всей ее длине. Новую штангу проверяют магнитным дефектоскопом с последующим размагничиванием. Трещины и волосовины не допускаются.

Пружину заменяют при наличии трещин, изломов любого размера и в любом месте при длине пружины в свободном состоянии менее 48 мм, потере пружинной упругости, неперпендикулярности торцовых поверхностей к оси пружины более 0,25 мм, выработки витков более 0,3 мм. Тарелку пружины заменяют при наличии трещин или сверхнормативного износа поверхностей.

Регулировочный винт, гайку и контргайку, щелевой фильтр заменяют при наличии трещин, забоин резьбы или более двух сорванных ниток, зазоре между стержнем и корпусом фильтра более 0,022 мм. Регулировочный винт проверяют магнитным дефектоскопом с последующим размагничиванием.

По окончании ремонта контролируют чистоту всех деталей, поступивших на сборку, обращая особое внимание на внутренние каналы корпуса, распылителя и сопла, которые проверяются магнитной проволокой.

После сборки в приспособлении форсунку устанавливают на стенд, регулировочным винтом изменяют натяжку пружины для получения давления 0,1 - 0,2 Мпа ( $1 - 2 \text{ кг} \cdot \text{с} / \text{см}^2$ ) и прокачивают через форсунку топливо.

Проверку подъема иглы распылителя выполняют с помощью индикатора 4 (рис.1), который подводят к торцу А корпуса распылителя и устанавливают с натягом 2 - 3 мм так, чтобы стрелка находилась против нулевого деления. Замеряют подъем иглы распылителя, т. е. расстояние от торца А корпуса до поверхности Б иглы, которое должно быть не более 0,6 мм. Разрешается регулировать подъем иглы шлифованием торца корпуса распылителя.

Распыливающие отверстия проверяют пневматическим длинномером 1. Тарировку шкалы длинномера производят при помощи двух эталонных распылителей, устанавливая на ней указатели нижнего и верхнего пределов. Проверяемое сопло считается годным, если после открытия крана поплавков на шкале занимает положение между верхним и нижним указателями.

По окончании испытаний пломбируют гайку форсунки, устанавливают форсунку на крышке цилиндра и крепят на шпильках гайками. Снимают заглушки со щелевого фильтра и гайки отвода топлива, устанавливают и закрепляют трубку отвода просочившегося топлива и трубку высокого давления. Трубки четных секций топливных насосов присоединяют к форсункам левого ряда цилиндров, трубки нечетных секций - к форсункам правого ряда.

При ремонте топливной аппаратуры необходимо соблюдать установленные правила техники безопасности. Прежде чем приступить к работе в дизельном помещении тепловоза, следует убедиться в устойчивом положении настила пола, отсутствии масла и дизельного топлива на его поверхности. Необходимо также принять меры, исключающие случайный поворот коленчатого вала. Для этого рубильник аккумуляторной батареи должен быть отключен, а между силовыми контакторами пусковых контакторов должны быть вставлены деревянные клинья. На пульте управления тепловозом должна быть укреплена табличка «Не буксовать, работают люди».

При выполнении монтажных и демонтажных работ, осмотра и замеров следует пользоваться переносной лампой с защитной проволочной сеткой. Для защиты кожи рук от дизельного топлива и керосина необходимо применять защитные пасты. В помещении цеха для ремонта топливной аппаратуры нельзя курить и пользоваться открытым огнем. Приточно-вытяжная вентиляция должна обеспечивать многократный воздухообмен. Обязательны наличие местных воздушных откосов на рабочих местах и разделение помещения цеха на отделение ремонта и отделение испытания аппаратуры.

Система подачи топлива Common Rail постепенно вытеснила с рынка конкурирующие решения, вроде насос-форсунок. Действительно, CR характеризуется долговечностью, ровной тихой работой, высоким КПД при низком расходе топлива и низким выбросом выхлопных газов.

Корректная работа системы строится на исправной работе форсунок, которые выполняют три основные функции:

- точная дозировка топлива в цилиндрах;
- преобразование топлива из жидкого состояния в воздушную массу;
- сохранение герметичности камеры сгорания.

На большинство дизельных двигателей устанавливаются форсунки Common Rail с электронным управлением двух видов, а именно электрогидравлические и пьезоэлектрические.

Электрогидравлические дизельные форсунки устроены более просто, они, как правило, ремонтпригодны и служат без проблем порядка 200 тысяч километров пробега.

Ресурс и ремонтпригодность дизельных форсунок CR отличительных производителей

В легковых автомобилях где используются системы Common Rail разных производителей. Лидерами отрасли до сих пор считаются производители топливной дизельной аппаратуры:

- BOSCH;
- DELPHI;

- DENSO;
- CONTINENTAL (ранее — SIEMENS)
- BOSCH производит электромагнитные и пьезоэлектрические форсунки.
- DELPHI и DENSO тоже производят оба вида форсунок, но немного в меньших масштабах.
- CONTINENTAL выпускает только пьезоэлектрические форсунки.

Примечательно, что некоторые двигатели позволяют использовать форсунки от разных производителей.

#### Электромагнитные форсунки

Самые ремонтпригодные - BOSCH. Они легко разбираются и ремонтируются, ресурс их составляет примерно 200 тыс. км, а на отдельных моторах и до 500 тыс. км.

Самые чувствительные к топливу и недолговечные это форсунки от компании - DELPHI. Тоже ремонтируются, но надо менять распылитель и кодировать (прописывать в ЭБУ) восстановленную форсунку. Из-за этого эти форсунки дороже в ремонте. В среднем ресурс составляет 150 тыс.км.

Самые надёжные, но сложные в ремонте из-за трудностей с поиском комплектующих (производитель предписывает только замену вышедшего из строя элемента) - форсунки японского производителя DENSO.

Из всех пьезофорсунок отремонтировать можно только отдельные модели CONTINENTAL: для них выпускаются специальные распылители. Ресурс форсунок этого производителя порядка 200 тыс. км.

Пьезофорсунки BOSCH имеют примерно такой же ресурс - 200 тыс. км., но ремонту и восстановлению не подлежат.

Пьезофорсунки DENSO считаются неремонтируемыми и в случае выхода из строя подлежат замене. Это дорогой неразборный механизм, правда, они считаются наиболее ресурсными из всех.

Пьезофорсунки DELPHI считаются весьма требовательными к качеству топлива и самыми недолговечными из всех представленных форсунок других

производителей. Первые проблемы могут появиться уже спустя 140 тыс. км пробега.

Неремонтируемые, как и в случае с пьезофорсунками BOSCH и DENSO, всё, что доступно владельцу в случае поломки — снять распылитель и почистить ультразвуком, а затем провести стендовую диагностику.

Чтобы дизельные форсунки не засорились и работали равномерно и исправно, их важно периодически обслуживать. Периодичность обслуживания дизельных форсунок зависит от типа двигателя и варьируется от 500 до 5000 моточасов. Обслуживание сводится к чистке форсунок ультразвуком и промывке.

Желательно чистить топливные дизельные форсунки на стенде каждые 100 тыс. км пробега.

При возникновении признаков неисправностей топливной системы владелец должен сразу же обращаться в сервис и проверять работу каждой форсунки на диагностическом стенде. Если устанавливается, что проблема в форсунке, её разбирают и ремонтируют, заменяя повреждённые части. Правда, это возможно, только если конструкция форсунки позволяет её разобрать, а в продаже имеются запчасти форсунки.

Проще и дешевле всего обходится восстановление и ремонт форсунок BOSCH, поиск запчастей не представляет проблем, можно заменить любую часть электромагнитной форсунки и буквально собрать новую на основе старой.

С восстановлением электромагнитных форсунок DELPHI работают не все специалисты, найти запчасти не так просто. Зато в продаже есть распылители DELPHI и клапаны-мультипликаторы, позволяющие устранить неисправности самых ходовых частей форсунки.

Ремонт электромагнитных форсунок DENSO обойдётся дороже всего, но сами по себе эти форсунки надёжнее и долговечнее конкурентов.

Основные враги долгожительства топливных дизельных форсунок — вода, сомнительное топливо и металлическая пыль и стружка, которую часто



производит сам ТНВД, после того как его плунжерные пары пострадали от примесей в некачественном топливе. Отсюда основные рекомендации владельцам.

Выбирать лучшее топливо из доступных. Единственная заправка «из-под трактора» способна приговорить чувствительную топливную систему современных дизелей. Осадок, отложения и вода в топливе вызовут выход из строя всей топливной системы. Поэтому выбирайте только проверенные заправки и не заливайте в бак сомнительное ДТ.

Пустой бак - это прямая угроза насосу, он захватит со дна остатки топлива вместе с осадком и мусором, а затем передаст это всё в топливную магистраль. Другая проблема - вместе с остатками дизельного топлива насос может «хлебнуть воды», конденсата на стенках пустого бака в зимнее время. Это вызовет завоздушивание системы, плунжер начнёт работать «на сухую», ТНВД - «гнать стружку», и это быстро прикончит форсунки.

Для подготовки к зиме достаточно заменить топливный фильтр и заправляться качественным зимним дизтопливом.

То же самое касается советов по добавлению в бак керосина, бензина и прочих иссушающих жидкостей: при работе детали ТНВД смазываются топливом, иссушаем топливо - вынуждаем плунжер работать «на сухую» - получаем металлическую пыль и стружку в магистрали и забитые распылители форсунок.

В среднем рекомендуется менять топливный фильтр на дизельном ДВС раз в 10 тыс. км, вопреки рекомендациям производителя. Экономия на расходниках выйдет боком: при забитом фильтре в топливную систему попадают посторонние частицы, осадок и вода.

Для отдельных топливных систем CR специалисты вообще рекомендуют установить дополнительный фильтр тонкой очистки, чтобы задерживать микрочастицы, которые пропускает штатный топливный фильтр, тем самым спасти распылитель форсунки от поломки.

Также рациональным выглядит установка банджа подогревания на топливный фильтр. Он позволит быстро прогреть топливо зимой, и хлопья парафина, циркулируя по системе, не повредят распылитель форсунки. Даже если такого банджа фильтра нет, рекомендуется прогревать топливный бак и фильтр другими мерами: устройствами типа вебасто или по-дедовски, строительным феном.

Таким образом, топливные дизельные форсунки Common Rail - надёжный совершенный механизм, требующий, однако, бережного обращения владельца. Простые электромагнитные форсунки подлежат ремонту независимо от производителя, а вот пьезоэлектрические, за редким исключением, считаются не подлежащими восстановлению.

Программа-минимум для продления ресурса форсунок - выбор качественного топлива, отказ от каких-либо добавок в бак, регулярная замена топливного фильтра и чистка топливной системы.

Стендовую чистку топливных форсунок рекомендуется производить с интервалом 100 тыс. км.

## **2.2 Топливный насос высокого давления системы Common Rail**

Назначение системы Common Rail заключается в повышении эффективности работы дизельного двигателя. Во время работы определенное количество топлива поступает из топливного насоса в систему Common Rail, которая является своего рода аккумулятором, откуда оно затем направляется к форсункам. Эти форсунки с электронным управлением контролируют количество топлива и момент его впрыска под определенным давлением.

Блок управления двигателем (ECU) может контролировать количество и момент впрыска с высокой степенью точности, независимо от оборотов двигателя или нагрузки. Возможен даже мультивпрыск (несколько впрысков топлива за один ход впрыска). Это обеспечивает стабильное давление впрыска в любое время, даже в диапазоне низких оборотов двигателя, и значительно снижает количество сажи в выхлопе, выделяемой при запуске и ускорении.

Когда топливо поступает из бака в двигатель, насос системы Common Rail создает высокое давление, готовое к подаче в камеры сгорания через форсунки. Это делает насос системы Common Rail ключевой частью данной системы.

Это позволяет избежать повреждений топливной системы.

ТНВД системы CP1 имеет три плунжера, расположенных радиально к друг другу под углом в 120 градусов. В центре корпуса топливного насоса установлен приводной вал. Привод плунжерных пар осуществляется посредством эксцентрикового кулачка напрямую от выпускного распределительного вала через соединительный элемент. Давление в топливной рампе регулируется исключительно посредством регулятора давления топлива. ТНВД должен создавать минимальное давление в рампе на уровне 170-200 бар на холостом ходе и 1350 бар на максимальных оборотах. После входного штуцера на линии низкого давления в ТНВД имеется специальный клапан, который переводит часть топлива для смазки внутренних поверхностей насоса. По мере вращения приводного вала, эксцентрик нажимает на трехгранную втулку, а она надавливает на поршень плунжера. Когда эксцентрик не давит на

поршень плунжера, поршень под действием возвратной пружины двигается к центру насоса, создавая разрежение в камере, которое открывает впускной клапан и топливо попадает в камеру. После нажима эксцентрика на поршень, тот двигается вверх, сжимая топливо и высокое давление в камере перекрывает впускной клапан, одновременно выдвигая шарик контрольного клапан на впуске и выпуская топливо из камеры уже под высоким давлением. После этого движение поршня вниз снова создает разрежение и шарик перекрывает выпускное отверстие и впускной клапан открывается снова.

Клапан дозировки топлива встроен в насос высокого давления. Он обеспечивает необходимое регулирование давления топлива в области высокого давления. Клапан дозировки топлива регулирует количество топлива, которое поступает в насос высокого давления. Преимущество системы состоит в том, что насос высокого давления должен создавать только то давление, которое необходимо для рабочей ситуации на данное время. Таким образом, сокращается потребляемая мощность насоса высокого давления и предотвращается ненужный разогрев топлива.

Регулятор давления топлива предназначен для управления давлением топлива в системе, в зависимости от нагрузки на двигатель. Он устанавливается в топливной рампе.

Регулятор давления топлива является частью топливной рампы или расположен на корпусе ТНВД. Клапан на насосе располагается после выпускного штуцера подачи топлива в рампу и отводит часть топлива в линию обратки. Клапан состоит из соленоида и подпружиненного штока, который упирается в шарик для перекрытия сливного канала. Открытие форсунок и работа плунжеров приводят к сильным гидравлическим колебаниям топлива. Шарик в клапане призван гасить эти колебания. Если давление в клапане больше 100 бар, то пружина сжимается и топливо утекает в магистраль обратки. Под управлением сигнала частоты с ЭБУ соленоид двигает шток вперед и он перекрывает слив в обратку, повышая давление в линии. Если ЭБУ не управляет клапаном, то давление находится на уровне 100 бар. Если клапан

на рампе, то он находится на линии слива топлива в магистраль обратки и регулирует топливо по сигналу частотной модуляции с блока управления двигателем.

Топливная рампа предназначена для выполнения нескольких функций: накопления топлива и содержание его под высоким давлением, смягчения колебаний давления, возникающих вследствие пульсации подачи от ТНВД, распределения топлива по форсункам.

Основной причиной поломки топливной аппаратуры системы Common Rail является низкое качество топлива. Присутствие воды, грязи, присадок и посторонних примесей в дизельном топливе приводит к преждевременному выходу из строя системы питания двигателя. К быстрому выходу форсунок из строя приводит и несвоевременное прохождение планового ТО, использование низкокачественных смазочных материалов и запчастей при техническом обслуживании и ремонте.

Неисправности ТНВД и методы их устранения:

- ТНВД не качает топливо: удаление воздуха или замена ТНВД;
- Ограничитель потока всегда открыт: проверка контакта штекера или замена ТНВД;
- Плохой контакт штекера ограничителя потока: проверка контакта штекера;
- Неправильные распределительные фазы ТНВД: регулировка в соответствии с технологическими требованиями.

С момента своего появления два десятка лет назад дизельная аппаратура Common Rail сменила уже несколько поколений. Её современные компоненты - высокотехнологичные узлы, требующие особого подхода при ремонте, поэтому крайне важно проводить их ремонт в специализированных местах. Производители позаботились о разработке технологий ремонта, поставке запчастей и даже о создании сетей специализированных СТО.

При схожих устройстве и принципе работы форсунки и ТНВД Common Rail разных производителей могут иметь довольно серьёзные конструктивные

особенности. Это обуславливает специфику их восстановления, хотя общий подход одинаковый. В качестве примера рассмотрим технологии ремонта форсунок и ТНВД фирмы Bosch - одного из самых крупных производителей компонентов топливной аппаратуры.

Входную диагностику ТНВД проводят на стенде: проверяют производительность насоса и работу его дозирующего блока в различных режимах. Пул доступных ремонтных запчастей зависит от конструкции ТНВД. Сейчас в нашей стране на легковых автомобилях используются в основном насосы Bosch последних двух поколений: CP3 и CP4.

У ТНВД первым выходит из строя в основном навесное оборудование, в частности дозирующий блок. Заменить его не составляет проблем при наличии необходимого оборудования. Однако, необходимо соблюдать чистоту при сборке, ведь грязь, попавшая внутрь клапана при снятии старого блока и установке нового, может мгновенно вывести из строя насос высокого давления.

После ремонта ТНВД опять ставят на стенд, чтобы провести выходной контроль по полному тест-плану.

Завершающий этап ремонта Common Rail - почти что, ювелирное дело, очень тонкое, ответственное, потому что, если система будет отрегулирована неправильно, она попросту не будет работать.

Состоит из нескольких этапов:

- 1) Первым делом регулируется ход рейки системы ТНВД. Для того, чтобы двигатель работал хорошо, важно проверить положение троса акселератора.
- 2) После того, как будут выполнены работы предыдущего этапа, начинается очень ответственный пункт – регулировка количества подаваемого в систему горючего, что производится путем прокручивания винта, который затем фиксируется в постоянное положение контргайкой.
- 3) Завершающим этапом является проверка работы насоса. Важно, чтобы он подавал нужное количество топлива на повышенных оборотах двигателя на холостом ходу. Если будут наблюдаться сбои, необходимо начать

регулировку заново во избежание возникновения дальнейших сбоев системы.

Таким образом, в отличие от традиционной топливной системы, которая является полностью механической, Common Rail представляет собой механическую систему с электронным управлением впрыска. Контроль и команды на подачу топлива в цилиндры осуществляется электронной системой управления двигателем, где учитываются и корректируются все переменные параметры впрыска в соответствии с режимами работы дизеля на основе считываемых параметров через соответствующие датчики. То есть сами команды на выполнение впрыска форсунками, а также регулировка подачи количества топлива осуществляется при действии программного электронного блока вместо механического всережимного регулятора в составе традиционного ТНВД.

### **2.3 Техника безопасности при работе с Common Rail.**

К ремонту топливной аппаратуры необходимо подходить комплексно. Производителем рассчитано соответствие срока эксплуатации форсунок и топливного насоса системы CR, при соблюдении требований по эксплуатации, конечно. Поэтому рекомендуется при ремонте форсунок выполнить диагностику топливного насоса и его ремонт по необходимости.

Перед установкой топливного насоса и форсунок, прежде всего, нужно убедиться в чистоте всей топливной системы (топливный бак, топливная рампа, фильтрующие элементы, трубки высокого давления и низкого давления), так как все эти узлы могут содержать остаточную микро стружку от изношенных деталей топливного насоса, старого топлива, а также отложения грязи. Наличие данных элементов в топливе может привести к очень быстрому износу всей ТА (достаточно бывает 300 километров пробега или 10 моточасов). При установке форсунок обязательно поддержание чистоты. Несоблюдение этого правила грозит попаданием частиц грязи в сопряжение с напорной трубкой и влечет к повреждению запорного конуса.

Все конусные соединения трубок высокого давления непосредственно перед установкой нужно продувать сжатым воздухом, либо промывать очистителем. Обязательна установка новой тепло отводной (медной) шайбы, иначе ресурс распылителя сокращается от перегрева на 25-30%. Так же ставится новая напорная трубка, так как она содержит фильтрующий элемент.

Обязательна установка новой напорной трубки (напорного патрубка) при его наличии в данной топливной системе, т.к. эта деталь является одноразовой и имеет фильтрующий элемент, который невозможно прочистить. При повторном использовании грязь из фильтрующего элемента может попасть в форсунку и привести к выходу форсунки из строя. Кроме того, металл напорной трубки в части, сопрягающейся с форсункой, мягче, чем металл форсунки, и при использовании деформируется. При повторном использовании можно не добиться герметичного соединения форсунки и напорной трубки.



Во время эксплуатации не допускается добавление масла в топливо, если используются присадки, то только известных марок из проверенных магазинов. Аналогично необходимо подходить к выбору заправочных станций. Обязательно соблюдение регламента ТО, в среднем каждые 7-10 тыс. км. пробега (250 - 300 моточасов) в зависимости от условий эксплуатации.

Топливо может не иметь предупреждающих признаков перед тем, как начнет оказывать вредное для здоровья и жизни воздействие.

Воздействие топлива может оказаться вредным и может причинить серьезный вред здоровью или вызвать летальный исход.

При работе с топливной системой позаботьтесь о соответствующей вентиляции.

Будьте очень осторожны при обращении с горячими жидкостями. Незамедлительно вытирайте пролитую жидкость, попавшую на открытые участки кожи.

Не следует использовать топливо в качестве чистящего средства.

Держите емкости с топливом плотно затянутыми, вне прямого солнечного воздействия и в холодной зоне. Держите в стороне от источников тепла, источников воспламенения и веществ, выступающих в качестве окислителей.

Попадание на кожу: топливо оказывает среднее раздражающее действие на кожу и может вызвать дерматиты. Снимите грязную одежду. Промойте пораженный участок кожи водой с мылом. В случае раздражения кожи или иных недомоганий обратитесь за медицинской помощью. Выстирайте грязную одежду перед повторным ее использованием.

Попадание на кожу: обширный или продолжительный контакт дизельного топлива с кожей может вызвать серьезные заболевания кожи, включая и онкологические заболевания.

Попадание в глаза: топливо оказывает среднее раздражающее действие на глаза. Обильно промойте проточной водой, при этом как можно быстрее

моргая. Не открывайте глаза принудительно. В случае раздражения глаз или иных недомоганий обратитесь за медицинской помощью.

Проглатывание: топливо оказывает среднее токсическое воздействие и склонно к вспениванию при проглатывании. При проникновении в легкие возможно воспламенение. Не вызывайте рвоту. Если возникает самопроизвольная рвота, расположите пострадавшего в переднем положении, чтобы уменьшить риск попадания топлива в легкие. Ничего не делайте ртом. Если есть дыхание, но пострадавший находится без сознания, приведите его в положение, позволяющее привести его в чувство. В случае отсутствия дыхания сделайте искусственное дыхание. Немедленно обратитесь за медицинской помощью.

Вдыхание: топливо токсично для дыхательной и других систем человека. Воздействие топлива может вызвать различные симптомы, включая сонливость, потерю сознания или серьезный вред здоровью. Выведите пострадавшего на свежий воздух. Оставьте пострадавшего в теплом месте, дав ему покой. Если он находится без сознания, приведите его в положение, позволяющее привести его в чувство. В случае отсутствия дыхания сделайте искусственное дыхание. При необходимости сделайте массаж сердца. Немедленно обратитесь за медицинской помощью.

Предостережения:

- Оборудование системы впрыскивания топлива изготавливается с очень точными допусками и с минимальными зазорами. Поэтому при работе с этими элементами требуется соблюдать абсолютную чистоту.
- Как можно тщательнее очистите и освободите от пыли зону станции технического обслуживания, в которой работают с автомобилем.
- Используйте только инструменты без покрытия.
- Очищать инструменты следует с помощью новой щетки и подходящего свежего испаряющегося чистящего средства.
- Используйте верстак только со стальной столешницей, покрытой чистой безворсовой тканью.

- Кладите все элементы, снятые с автомобиля, только на чистую безворсовую ткань.
- Вся используемая защитная одежда должна быть чистой и должна быть изготовлена из безворсовой ткани.
- Используйте только неопудренные перчатки латексного типа.
- Перед использованием испаряющегося чистящего средства обязательно закройте все электрические элементы и электрические разъемы безворсовой тканью.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Common Rail очень большой потенциал. Горючее становится всё дороже, и экономичность двигателя выходит на первый план. Не так давно компания Bosch выпустила стомиллионный силовой агрегат со впрыском Common Rail для дизелей и легковых машин. Компания планирует дальше модернизировать систему и выпускать новые ее версии, которые будут отвечать возрастающим требованиям автолюбителей. Система впрыска Common Rail является самой современной системой впрыска топлива дизельных двигателей. Работа системы Common Rail основана на подаче топлива к форсункам от общего аккумулятора высокого давления - топливной рампы, наподобие бензиновых ДВС (Common Rail в переводе означает общая рампа). Система впрыска разработана специалистами фирмы Bosch.

Наибольшее распространения получили четыре типа систем Common Rail, названным по имени их производителя. BOSCH, DELPHI, DENSO и SIEMENS.

Применение данной системы позволяет достигнуть снижения расхода топлива, токсичности отработавших газов, уровня шума дизеля. Главным преимуществом системы Common Rail является широкий диапазон регулирования давления топлива и момента начала впрыска, которые достигнуты за счет разделения процессов создания давления и впрыска.

Глава 1, в которой описаны назначение, устройство, конструктивные детали системы впрыска Common Rail, технические особенности и принцип работы.

Система впрыска Common Rail представляет из себя систему впрыска топлива для дизельных двигателей с аккумулятором высокого давления. Английское выражение «Common Rail» буквально означает «общая рампа» и подразумевает, что топливо к каждой из форсунок подаётся из одного общего аккумулятора высокого давления.

Глава 2, в которой представлены общая информация о ремонте системы Common Rail, замена топливного насоса и форсунок, технологические процессы технического обслуживания.

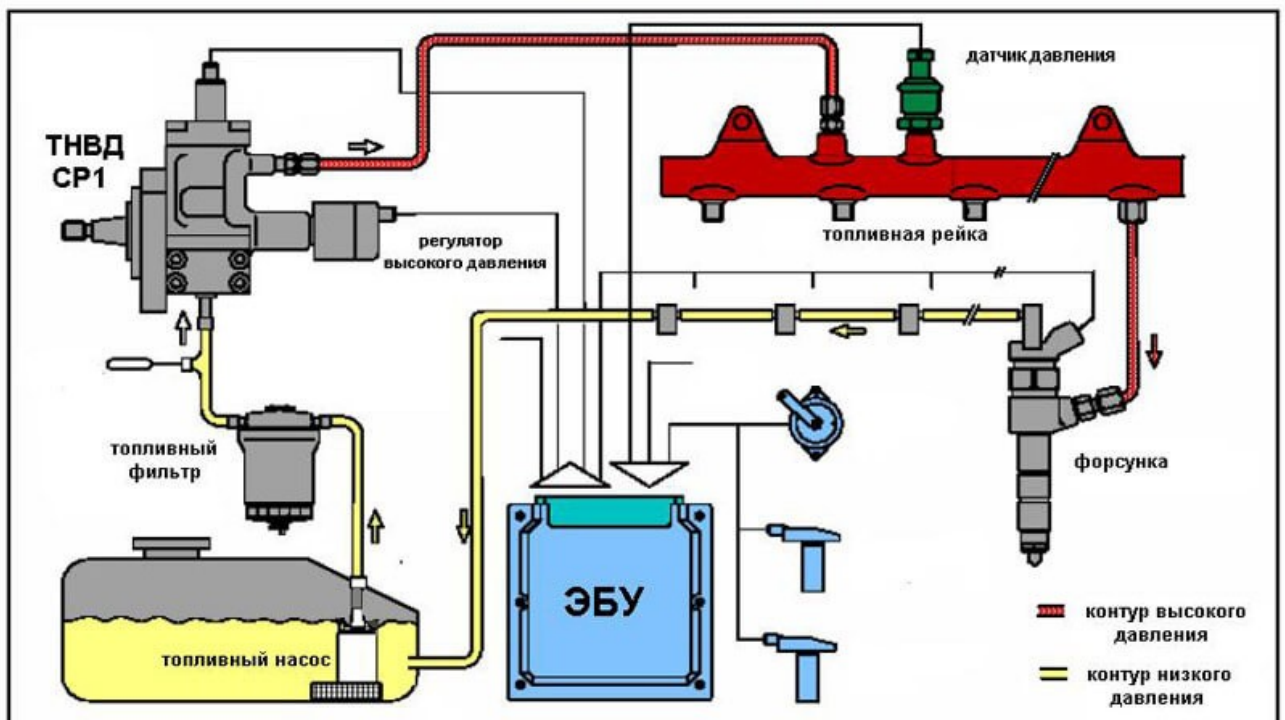
Современный дизельный двигатель, оснащенный системой электронного контроля расхода топлива и модификацией Common Rail, является более мощным, надежным и экономичным, чем бензиновый того же объема.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ламака Ф.И. Устройство автомобилей: учеб. пособие для нач. проф. Образования / Ф.И. Ламака. – 2-е изд., испр. – М.: Издательский центр «Академия», 2019. – 274 с.
2. Родичев, В.А. Легковые автомобили: учебник / В.А. Родичев. – Академия, 2018. – 306 с.
3. Чумаченко, Ю.Т. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: учеб. пособие / Ю.Т. Чумаченко. – Феникс, 2017. – 288 с.
4. Шестопалов С.К. Устройство легковых автомобилей. В двух частях. Ч. 1. Классификация и общее устройство автомобилей, двигатель, электрооборудование : учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / С.К. Шестопалов. – 3-е изд. стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2018. – 304 с.
5. Виноградов В.М. Организация производства технического обслуживания и текущего ремонта автомобилей : учеб. пособие для студ. учреждений сред. проф. образования / В.М.Виноградов, И.В. Бухтеева, В.Н. Редин. – 4-е изд., стер. – М. : Издательский центр < Академия >, 2016. – 289 с.
6. Иванов И.П. Ремонт автомобилей : учебник / В.П. Иванов, А.С. Савич, В.К. Ярошевич . – Минск : Высшая школа, 2014. – 301 с.
7. Пузанков А.Г. Автомобили : устройство автотранспортных средств : учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / А.Г.ПУЗАНКОВ. – 7-е изд., испр. – М. : Издательский центр «Академия», 2012. – 560 с.
8. Автотема - схемы, статьи, руководства по ремонту автомобилей, доступ не ограничен, не требует регистрации [Электронный ресурс]: <http://almarka.ru/dvigatel-audi-2-0-1-tdi-s-sistemoj-vpryska-common-rail/>
9. Устройство и принцип работы системы Common Rail [Электронный ресурс]: <https://zet-avto.ru/services/stati-o-dizelnoy-toplivoy-apparature/ustroystvo-i-printsip-raboty-sistemy-common-rail/>

10. Common rail: топливная система дизельного двигателя [Электронный ресурс]:<https://techautoport.ru/dvigatel/toplivnaya-sistema/common-rail.html>
11. Ремонт форсунок Common Rail: диагностика и устранение неполадок [Электронный ресурс]:<https://rad-star.ru/pressroom/articles/remont-forsunok-common-rail/>

### Устройство системы впрыска Common Rail фирмы BOSCH



Принципиальная схема топливной системы Common Rail производства Bosch



## Приложение 2



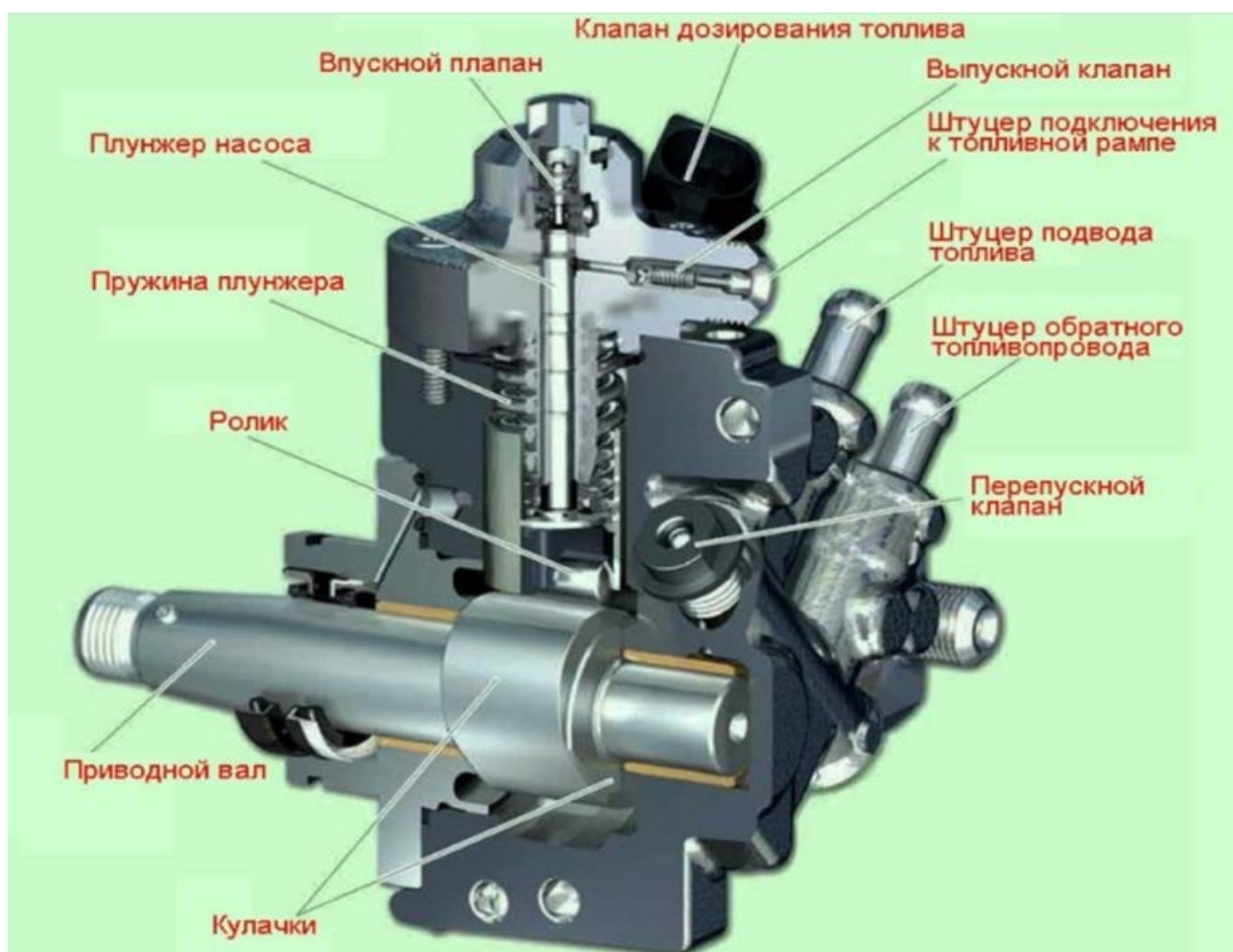
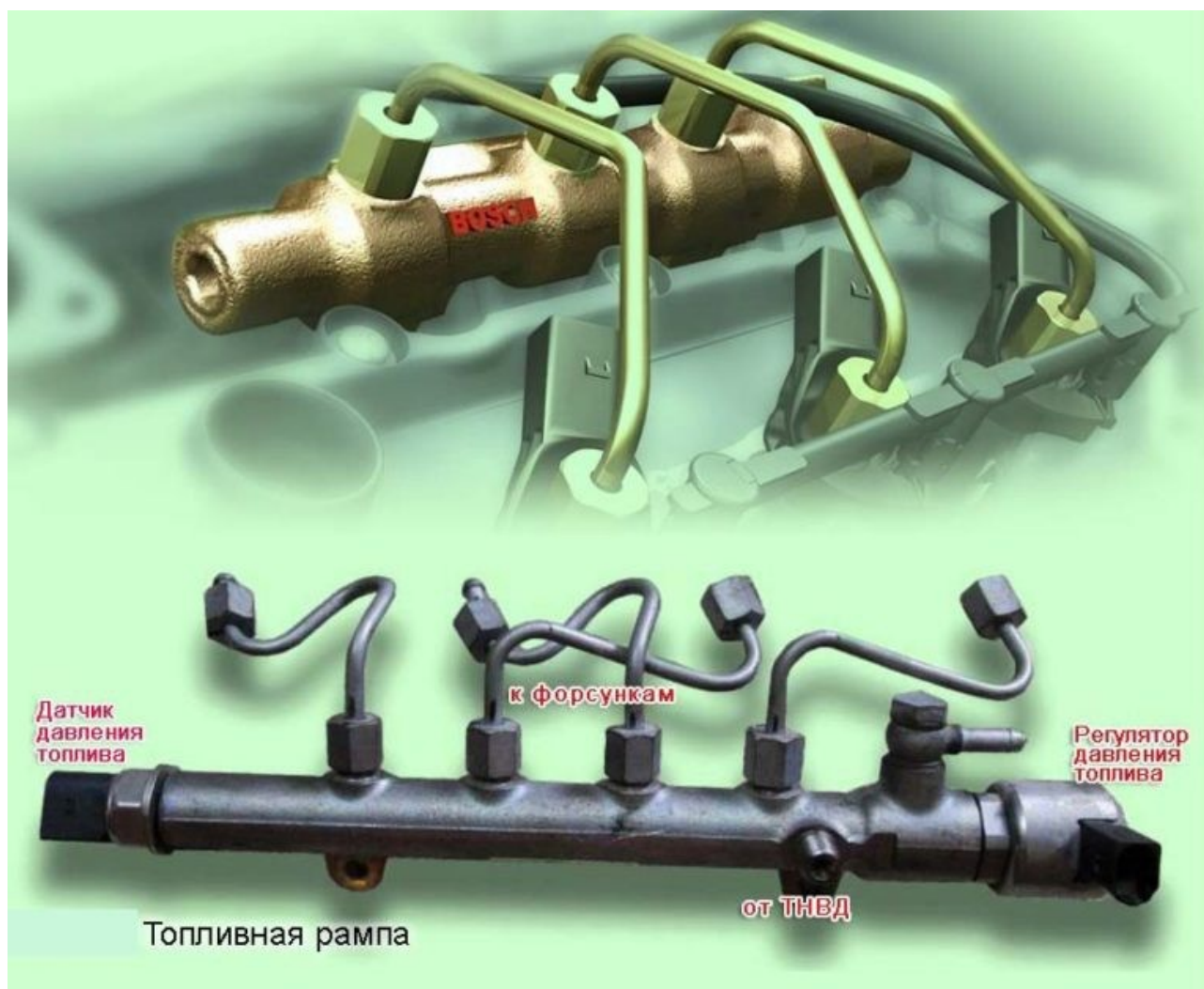


Схема магистрального ТНВД системы Common Rail

## Приложение 4

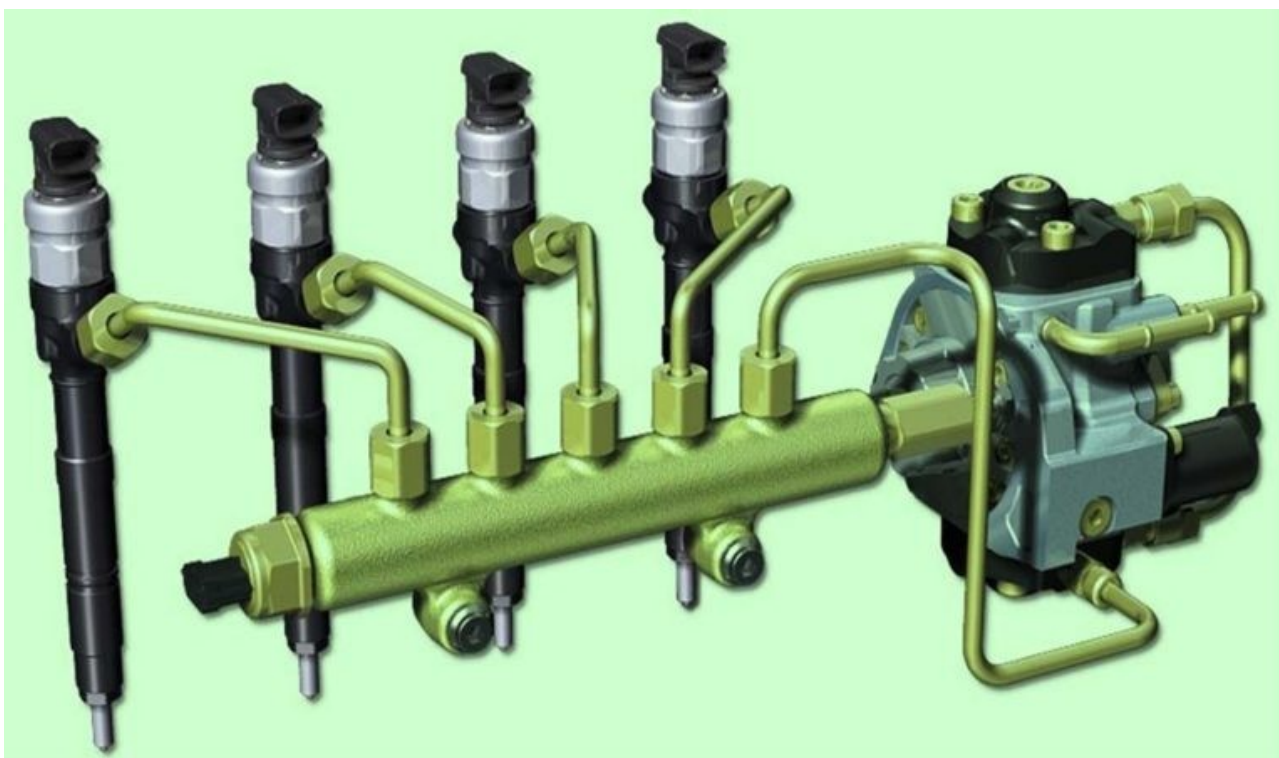




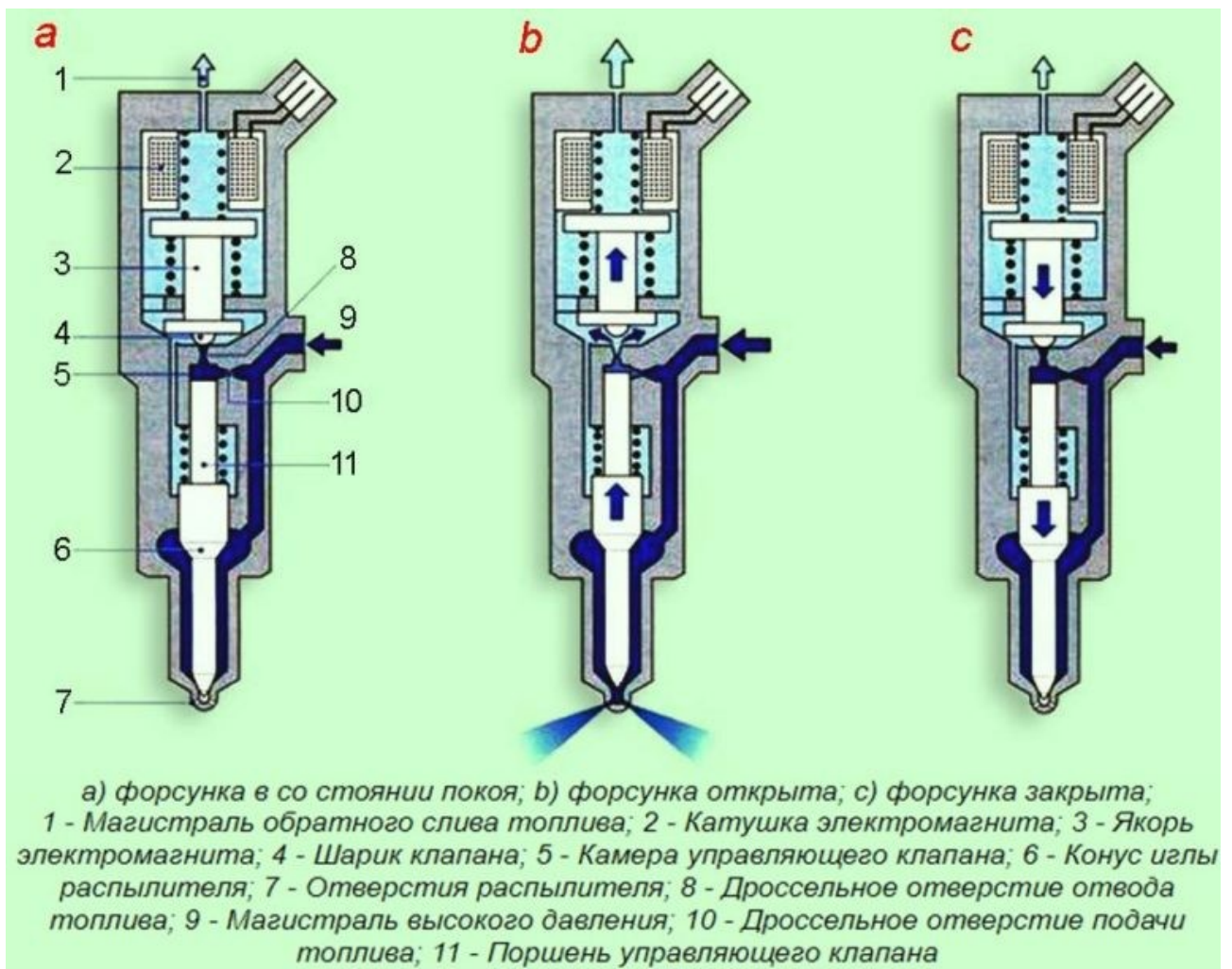
Топливная рампа - аккумулятор



Common Rail на V-образном двигателе



Форсунки подключённые к рампе



Принцип работы электромагнитной форсунки



Форсунки системы Common Rail





Стенд Bosch EPS 708 для проверки компонентов топливной системы Common Rail



Общий вид стенда МАК TEST для проверки и ремонта форсунок