Министерство путей сообщения

Российской Федерации

Московский государственный университет путей сообщения

(МИИТ)

**Кафедра «Локомотивы и локомотивное хозяйство»**

## КУРСОВАЯ РАБОТА

**по дисциплине**

**«Ремонт механического оборудования тепловозов»**

РЕМОНТ ФОРСУНОК ДИЗЕЛЕЙ ТИПА Д49

Выполнил: студент гр. ТЛТ-512 Прокопьев Е. В.

Проверил: доцент Скепский В. П.

Москва – 2000

### **Содержание**

#### Введение

1. Назначение, устройство и принцип работы форсунок дизелей типа Д49

#### 2. Ремонт форсунок

#### 3. Регулирование и настройка форсунок на стенде

4. Диагностика форсунок

#### Заключение

Список использованных источников

Приложение I

**Введение**

Как любая машина, или механизм, так и тепловоз со временем теряет свои первоначальные эксплуатационные качества, становится менее надежным. Техническое обслуживание тепловоза ставит перед собой задачу профилактического характера – предупредить возникновение неисправностей, уменьшить изнашивание деталей, снизить темп ухудшения технического состояния и свойств отдельных элементов конструкции и систем тепловоза.

Действующая система технического обслуживания и ремонта тепловозов приказом министра путей сообщения № 10Ц от 16 февраля 1981 г. предусматривает три вида технического обслуживания (ТО-1, ТО-2, ТО-3) и три вида текущего ремонта (ТР-1, ТР-2, ТР-3), а также два вида заводского апитального ремонта (КР-1, КР-2).

Текущие ремонты ТР-1, ТР-2, ТР-3 выполняются в депо. Объем каждого вида ремонта устанавливается «Правилами ремонта».

1. **Назначение, устройство и принцип работы форсунок дизелей типа Д49**

Форсунки предназначены для впрыскивания топлива в цилиндры в мелкораспыленном виде с обеспечением равномерного его распыливания по всему объему камеры сгорания. На отечественных дизелях применяют форсунки закрытого типа, у которых полость заполнения топливом в период между впрыскиваниями отделена от камеры сгорания иглой. Принципиально форсунки всех дизелей устроены одинаково, а различаются главным образом конструкцией распылителя, размерами проходных сечений в них, числом и размером сопловых отверстий и габаритными размерами.

Конструкция форсунки дизеля Д49 (прил. 1) обеспечивает максимально возможное приближение пружины к игле распылителя для уменьшения массы подвижных частей. Форсунки на дизеле устанавливаются в специальную расточку в крышке цилиндра, выполненную под углом 30° к оси цилиндра, что позволяет расположить вне закрытия крышки цилиндра наружную часть форсунки и облегчить условия ее обслуживания в период эксплуатации. Форсунка крепится к крышке цилиндра двумя шпильками, гайки которых во избежание чрезмерной деформации распылителя затягивают ключом, создавая момент 0,0785 – 0,117 кН\*м.

Уплотнение форсунки в крышке обеспечивается коническим соединением в нижней части и резиновым кольцом в верхней части.

К нижнему торцу корпуса форсунки 7 колпаком крепится корпус распылителя 2 и сопловой наконечник 1, торцевые поверхности которых уплотнены за счет их малой шероховатости и высокой точности обработки. Деформация распылителя ограничена фиксированным усилителем затяжки колпака.

Для равномерного распыливания топлива относительно днища крышки цилиндра при впрыскивании, ввиду наклонного положения форсунки, нижняя часть соплового наконечника имеет шаровую форму со шлифованным пояском шириной 2 – 2,3 мм в зонах распыливающих отверстий, которые сделаны под углом 30° относительно центральной оси сопла. Чтобы правильно установить сопло в форсунке, на его цилиндрической поверхности выполнена мыска, которая точно определяет положение распыливающих отверстий в форсунке. Количество и диаметр распыливающих отверстий соплавых наконечников для дизелей с различными цилиндровыми мощностями различны. Так, для дизелей 204 Н 26/26 сопловые наконечники имеют десять отверстий диаметром 0,35 мм , для остальных дизелей – девять отверстий диаметром 0,4 мм. Для того, чтобы сопловые наконечники можно было различать по внешним признакам, на наружной цилиндрической поверхности распылителей для отверстий 9\*0,35 выполнена одна проточка, для отверстий 10\*0,4 – две проточки. Сопловые наконечники с отверстиями 9 \* 0,4 не имеют проточек на наружной поверхности.

Эффективная площадь сечения распыливающих отверстий сопловых наконечников на заводе-изготовителе контролируется проливом топлива под давлением 1,0 МПа. Допускается разница пропускной способности между сопловыми наконечниками и между отдельными отверстиями одного наконечника не более 10%. В эксплуатации допускается износ распыливающих отверстий не более 0,02 мм и увеличение суммарной эффективной площади сечения не более 10%. Опыт Эксплуатации показывает, что в основном износ отверстий сопловых наконечников не превышает этих значений за 10 – 15 тысяч часов рабоы. В условиях локомотивных депо эффективная площадь сечения распыливающих отверстий сопловых наконечников проверяется на ротаметрах по истечению из них воздуха. Настройка (тарировка) ротаметров производится по эталонным сопловым наконечникам с номинальным и максимально допустимым эффективным сечением распыливающих отверстий и проверенных на заводе-изготовителе.

Чтобы не допустить накопления топлива под давлением и прорыва резинового кольца 5 в эксплуатации при возможных нарушениях плоскостности стыковых соединений деталей, в нижней части корпуса форсунки выполнен наклонный канал, через который топливо отводится в систему слива.

1. **Ремонт форсунок**

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°С. 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 натиры 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 кг\*с/см2 ) 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 крпуса распылителя.

Распыливающие отверстия проверяют пневматическим длинномером 1 (рис. 2). 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 поплавок на шкале занимает положение между верхним и нижнем 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.

1. **Регулировка и настройка форсунок на стенде**

Проверку работы собранных форсунок производят на стенде типа А106.

Стенд типа А106, принципиальная схема которого показана на рис. 3, представляет собой сварной стол, верх которого покрыт дюралюминиевым листом. На столе смонтированы топливный бак с указателем уровня топлива, насос высокого давления с ручным приводом и стойка с зажимом для монтажа регулируемой форсунки.

Топливо из бака 1 через отстойник 7 и фильтр тонкой очистки 2 поступает в насос высокого давления 6. При прокачке насоса рычагом топливо нагнетается в коллектор 3, откуда по трубе и зажиму поступает к форсунке 4. Коллектор служит одновременно для закрепления манометра и спуска топлива из системы стенда.

Топливо, распыленное форсункой, улавливается сборником 5, верхняя часть которого, выполненная из прозрачного органического стекла, может перемещаться в вертикальном направлении.

Таблица 1

##### Технологическая карта испытания форсунки дизеля 1А-5Д49 на стенде.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № № п/п | Наименование работ | Технические требования | Инструмент, приспособления |
| I | II | III | IV |
| 1. | Промывка системы. | Залить в бак чистое дизельное топливо вязкостью 1,43 – 1,45 ВУ при температуре 15 – 25 ° С. Произвести промывку стенда прокачкой топлива насосом стенда.  | Топливомерки «Д» или «ДЛ» ГОСТ 305-42  |
| 2. | Проверить герметичность нагнетательной системы стенда. | В колодку для испытания форсунок вставить заглушку, плотно закрепить ее винтовым зажимом, завинтить винт спускного клапана и создать давление в системе 400 кг\*с/см2 . Падение давления с 400 до 350 кг\*с/см2 в течение 5 мин, испытание провести с включенным и отключенным аккумулятором. | Заглушка, ключи. |
| 3. | Установить приспособление на стенд. | Установить на плите зажима сменные детали, соответствующие форсунке дизеля 1А-9ДГ. | Приспособление для крепления форсунок. |
| 4. | Установит форсунку на стенд. | В колодку стенда установить испытуемую форсунку, плотно закрепить ее винтовым зажимом. | Форсунка, ключи. |
| 5. | Подготовка форсунки, прокачка воздуха. | Отвернуть регулировочный болт форсунки для ослабления пружины и прокачать насосом топливо через форсунку, чтобы выпустить из нагнетательной системы стенда случайно накопившийся в ней воздух, и промыть форсунку до прекращения выхода пузырьков воздуха из отверстий распылителя. | Ключи. |
| 6. | Проверка герметичности распылителя. | Прокачать топливо, постепенно поворачива регулировочный болт до тех пор, пока давление в нагнетательной системе не достигнет 300 кг\*с/см2 . Давление поддерживается в течение 15 секунд. | Визуально. |
| 7.  | Проверка плотности форсунки. | Прокачкой поднять давление по манометру до 300 кг\*с/см2 , перестать качать топливо насосом и засечь время, в течение которого будет попадать давление в нагнетательной системе стенда с 250 до 200 кг\*с/см2 . Время падения давления не менее 5 секунд. | Секундомер. |
| 8.  | Опрессовка центрального канала форсунки. | Опрессовка производится дизельным топливом давлением 5 кг\*с/см2 в приспособлении. Пропуск топлива в соединениях не допускается. | Ключи, приспособление. |
| 9. | Регулировка давления начала подъема иглы. | Регулировка производится затяжкой пружины регулировочным болтом на давление 320 ± 5 кг\*с/см2 . | По прибору стенда. |
| 10. | Проверка качества распыла и впрыска. | Впрыскиваемое топливо должно распыливаться в виде тумана, впрыск должен быть четким и сопровождаться резким звуком. Не должно быть засоренных отверстий. | Визуально на слух. |
|  |  | Все испытания производятся при одинаковых температурных условиях. |  |

1. **Диагностика форсунок**

Под системой технического диагностирования понимается совокупность средств технического диагностирования и, при необходимости, исполнителей, состояние и прогнозировоние ресурса безотказной работы объекта и выдача рекомендаций для устранения неисправностей.

По связи с объектом контроля системы диагностирования разделяются на следующие:

встроенные, в которых средства диагностирования постоянно связаны с объектом контроля;

приставные, когда средства контроля периодически подключаются к объекту;

специальные, которые не имеют непосредственной связи с объектом.

В зависимости от того, как подается управляющее воздействие на объект контроля, система диагностирования разделяется на:

функциональные, в которых состояние объекта контролируется в рабочем режиме. При этом никакие воздействия на объект со стороны средств диагностироввания не подаются. Эти системы решают как задачи проверки, так и задачи поиска неисправностей;

тестовые, в которых состояние объекта проверяется тогда, когда объект не функционирует. Этот вид диагностирования предусматривает подачу тестовых воздействий на объект от средств диагностирования.

По назначению различают системы диагностирования для:

проверки неисправности;

проверки работоспособности;

проверки функционирования;

поиска дефектов.

Функциональное или тестовое воздействие, подаваемое на объект, а так же совокупность признаков или параметров, образующих ответную реакцию объекта, составляют одну элементарную проверку состояния объекта диагностирования. Состав и порядок проведения таких элементарных проверок и правила анализа их результатов определяются алгоритмом технического диагностирования.

Поскольку в условиях эксплуатации получить большое количество информации крайне затруднительно, то основной задачей технической диагностики является распознавание состояния технической системы в условиях ограниченной информации. Алгоритмы распознавания часто основываются на диагностических моделях, устанавливающих связь между состояниями технической системы и их отображениями в пространстве диагностических сигналов. При этом главной частью проблемы распознавания являются правила принятия решений.

Решение диагностической задачи (отнесение объекта к исправному или неисправному) всегда связано определенным риском пропустить неисправный объект и забраковать годный. Поэтому для принятия обоснованного решения чаще всего привлекают методы теории статистических решений.

Алгоритм диагностирования успешно реализуется только в том случае, если проверяемая техническая система обладает свойством контролеспособности, т.е. обеспечивает достоверную оценку ее технического состояния и раннее обнаружение неисправностей и отказов.

Под контролеспособностью тепловоза понимают приспособленность его к диагностическим операциям, обеспечивающим в заданных условиях необходимую достоверность диагностирования при минимальных затратах труда, времени и средств. Контролепригодность – это составная часть эксплуатационной технологичности тепловозов и диагностического обеспечения их производства, эксплуатации и ремонта.

Таким образом, техническая диагностика характеризуется двумя взаимопроникающими и взаимосвязанными направлениями: теорией распознавания и теорией контролеспособности. Теория распознавания содержит разделы, связанные с построением алгоритмов распознавания, решающих правил и диагностических моделей. Теория контролеспособности включает разработку средств и методов получения диагностической информации, автоматизированный контроль и поиск неисправностей.

Одним из наиболее важных и сложных элементов дизеля, в значительной степени определяющих его технико-экономические и эксплуатационные показатели, является топливная аппаратура. при работе на дизеле топливная аппаратура должна обеспечивать:

впрыскивание под высоким давлением точно дозированного количества топлива за цикл в соответствии с нагрузочным и скоростным режимами работы дизеля в строго определенный момент, скоординированный с положением поршня, и по заданному закону теплоподачи.

В период эксплуатации ввиду изнашивания прецизионных поверхностей топливных насосов высокого давления и форсунок в топливной аппаратуре происходят следующие изменения:

уменьшается цикловая подача топлива в цилиндр дизеля;

уменьшается давление впрыскивания и угол опережения подачи топлива;

увеличивается продолжительность впрыскивания топлива в цилиндр дизеля;

повышается неравномерность подачи топлива по цилиндрам.

Таким образом, зазор между прецизионными деталями топливной аппаратуры, изменяющийся в результате изнашивания в период эксплуатации, является структурным параметром, характеризующим запас их работоспособности. Фазы, продолжительность впрыскивания и интенсивность нарастания давления могут служить диагностическими параметрами по оцене их технического состояния.

Такие изменения в работе топливной аппаратуры вызывают увеличенный расход топлива, токсичность и дымность отработанных газов. Поэтому техническая диагностика топливной аппаратуры и современная ее регулировка имеют особо важное значение для повышения работоспособности и экономичности дизеля в период его эксплуатации.

В качестве диагностических параметров, характеризующих работоспособность топливной аппаратуры, необходимо выбрать такие, которые достаточно тесно связаны со структурными, т. к. любое изменение технического состояния элементов топливной аппаратуры отражается на величине диагностического параметра.

О степени работоспособности аппаратуры можно судить по структурным диагностическим параметрам, приведенным в табл. .

Таблица 4

##### Связь структурных и диагностических параметров

|  |  |
| --- | --- |
| Структурные параметры | Диагностические параметры |
| Износ деталей топливоподкачивающего насоса | Давление топлива перед фильтром тонкой очистки |
| Загрязненность фильтрующих элементов | Перепад давления до и после фильтра тонкой очистки |
| Объемный расход топлива | Расход топлива отдельными секциями |
| Износ плунжерной пары | Длительность нарастания и волны давления в насосе и коэффициент подачи топлива по отдельным секциям износа |
| Износ сопряжения: разгружающий поясок - гнездо клапана | Остаточное давление в нагнетательном трубопроводе |
| Продолжительность впрыскивания топлива | Перемещение иглы распылителя форсунки |
| Износ распылителя и регулировка силы затяжки пружины форсунки | Давление топлива под иглой (давление впрыскивания) |

Одной из основных характеристик, определяющих технико-экономические показатели, является зависимость изменения давления газа в цилиндрах дизеля в процессе сгорания топлива и газообмена от угла поворота коленчатого вала. Качество процесса сгорания топлива обычно оценивают по величине амплитудно-фазовых параметров на отдельных этапах, а также величиной среднего индикаторного давления. Характер протекания процесса сгорания и индикаторная мощность дизеля в значительной степени зависят от закона подачи и качества распыления топлива. При этом продолжительность и давление впрыскивания имеют доминирующее значение. Последние зависят от точности проведения регулировочных операций, а также от технического состояния отдельных деталей топливной аппаратуры.

Таким образом, качество протекания процесса впрыскивания и техническое состояние деталей топливной аппаратуры могут быть оценены по таким параметрам, как угол опережения подачи топлива и продолжительность впрыскивания, максимальное и среднее значение впрыскивания, фактор динамичности цикла, равный отношению количества топлива, подаваемого в цилиндры дизеля за период задержки самовоспламенения к цикловой подаче топлива и др. Эти параметры в условиях эксплуатации колеблются в весьма широких пределах, иногда значительно превышающих допустимые значения, поэтому их нужно периодически проверять и при необходимости регулировать.

Рассмотрим влияние параметров процесса впрыскивания топлива на процесс сгорания с помощью развернутой по времени (углу поворота коленчатого вала φ0 п.к.в. ) индикаторной диаграммы и давления газов Рц в рабочем цилиндре и совмещенных с ней зависимостей давления топлива в насосе Рн , в камера под иглой форсунки и хода иглы распределителя hи . Точка О соответствует моменту начала повышения давления в над плунжерной полости топливного насоса высокого давления (момент перекрытия всасывающего окна гильзы верхней кромкой плунжера), т. е. геометрическому началу подачи топлива. Точка I соответствует началу повышения давления в под игольной полости распылителя форсунки.

Точка 2 соответствует началу подъема иглы форсунки, т. е. действительному началу впрыскивания топлива в цилиндр при давлении в под игольной полости форсунки Р0. ф..

Точка 3 соответствует положению поршня в верхней мертвой точке.

В точке 4 произошла отсечка топлива, т. е. начало открытия отсечного окна гильзы отсечной кромкой плунжера.

В точке 5 начинается посадка иглы форсунки при давлении в под игольной полости Рз. ф. .

В точке 6 игла форсунки садится на седло и заканчивается процесс впрыскивания топлива в цилиндр продолжительностью φ д.п. (продолжительность действия подачи).

Под впрыскивание (дополнительное впрыскивание φ доп. ) возможно за счет отраженной волны давления топлива после посадки иглы распылителя.

Из диаграмм видно, что действительные фазы характеристики впрыскивания отличаются от геометрических за счет сжимаемости топлива и упругости топливопровода, гидродинамических колебаний в топливопроводе высокого давления, дросселирования при всасывании и перепуске и др.

Геометрический угол опережения подачи топлива соответствует периоду от точки 2 (начало подъема иглы форсунки) до ВМТ поршня (точка 3).

При настройке топливной аппаратуры на стендах регулируют геометрический угол опережения подачи топлива насосом высокого давления и давление начала подъема иглы форсунки Р0. ф. .

Наиболее слабым звеном топливоподающих систем дизелей являются форсунки. В период эксплуатации встречаются следующие дефекты форсунок: изменение затяжки пружины (в основном в сторону снижения против установленных норм); изменение эффективного проходного сечения распыливающих отверстий распылителя (в сторону уменьшения за счет закоксовывания и увеличения за счет изнашивания); износ запорных конусов иглы и корпуса распылителя, что приводит к увеличению подъема иглы и подтеканию топлива в период между впрыскиваниями; увеличение зазора между прецизионными поверхностями распылителя, что приводит к уменьшению цикловой подачи, давления впрыскивания и угла опережения подачи, а также к увеличению продолжительности впрыскивания. Закоксовывание сопловых поверхностей распылителя и уменьшение величины затяжки форсунки являются наиболее частыми причинами отказов форсунок. Поэтому проверка работоспособности форсунок выполняется на каждом техническом обслуживании тепловозов ТО-3.

Практика эксплуатации показывает, что работоспособность распылителя определяется величиной износа его прецизионных поверхностей, а также потерей герметичности уплотняющего конуса. В результате износа опорной торцевой поверхности иглы и просадки, вызванной износом уплотнительного конуса, величина подъема иглы в процессе эксплуатации увеличивается и может превысить допустимый предел. Ход иглы распылителя является одним из параметров, определяющих техническое состояние форсунки.

Диагностирование топливной аппаратуры можно выполнить следующими методами:

1. анализом параметров процесса впрыскивания топлива по осциллограммам;
2. виброакустическим методом;
3. по параметрам отработавших газов.

При диагностировании топливной аппаратуры по осциллограммам процесса впрыскивания выделяются характерные участки. Постановка диагноза в этом случае производится на основании сравнения критериев, заранее определенных для исправных элементов комплекта топливной аппаратуры, с критериями, установленными для контролируемого комплекта. В качестве выходных параметров используются, как правило, величины, доступные и удобные для измерения – давление топлива и продолжительность впрыскивания. Простейший способ – анализ изменения давления путем постановки простейших устройств с датчиками давления в разрыв линии нагнетания. При анализе осциллограммы давления на ней выделяются характерные участки (рис. ).

Участок 1 характеризует давление в нагнетательном трубопроводе перед началом подачи топлива. Постоянство данного давления на установившихся режимах работы дизеля свидетельствует о том, что нагнетательный клапан и игла распылителя работают нормально. Участок 2 показывает начало подачи топлива насосом (геометрическое начало подачи в момент перекрытия всасывающего окна гильзы верхней кромкой плунжера). Участок 3 – момент открытия нагнетательного клапана и начало формирования волны давления от насоса к форсунке. На участке 4 происходит падение давления в результате подъема иглы форсунки. На участке 5 давление топлива продолжает увеличиваться за счет продолжающегося нагнетательного хода плунжера и достигает максимума Рmax . На участке 6 давление падает после отсечки (открытие отсечного окна гильзы отсечной кромкой плунжера). На участке 7 давление несколько возрастает в результате посадки иглы распылителя. Участок 8 – момент закрытия нагнетательного клапана насоса (разъединение топливопровода высокого давления от надплунжерной полости), и за счет отсасывающего действия клапана происходит резкое падение давления до Рост. . На участке 9 происходят затухающие колебания давления под действием отраженных волн от концов нагнетательного трубопровода.

По осциллограммам протекания давления топливоподачи и по их расположению относительно отметки ВТМ можно обнаружить большинство неисправностей топливной аппаратуры.

Как правило, датчики состоят из чувствительного элемента и промежуточных преобразователей. По принципу действия в зависимости от используемого преобразователя датчики можно условно разделить на две группы: параметрические и генераторные.

Параметрические датчики преобразуют неэлектрические величины (например, давление) в параметр электрическое цепи: сопротивление, емкость, индуктивность и др. Для работы этих датчиков требуется дополнительный источник питания. Для диагностики элементов топливоподающих систем применяются следующие типы параметрических датчиков: контактные, которые под действием струи топлива вырабатывают дискретный сигнал, свидетельствующий о моменте начала подачи топлива и окончании процесса впрыскивания; магнитоупругие, основанные на свойстве изменения индуктивности в зависимости от механического напряжения ферромагнитного сердечника; фоторезисторные, в которых изменение сопротивления фотоэлементов происходит в зависимости от их освещенности; емкостные, работающие на свойстве изменения емкости в зависимости от упругих деформаций чувствительного элемента; тензометрические, основанные на изменении сопротивления проводника под воздействием различных деформаций.

К числу генераторных датчиков можно отнести индукционные и пьезоэлектрические.

Перспективным направлением безразборной диагностики топливной аппаратуры тепловозных дизелей является виброакустическая диагностика. Преобразование механических колебаний в электрические осуществляется с помощью вибродатчика, устанавливаемого на корпусе форсунки или топливного насоса посредством присоски или зажима. Сигнал о начале впрыскивания топлива в цилиндр поступает при ударе иглы об ограничитель ее подъема, а о конце – при ее ударе по запорному конусу при посадке. Период времени (угол поворота коленчатого вала) между этими ударами характеризует продолжительность впрыскивания топлива в цилиндр дизеля. Вибродатчик также фиксирует момент подъема и посадки нагнетательного клапана. Анализируя осциллограммы вибраций корпусов топливного насоса и форсунки, можно также определить давление впрыскивания топлива в цилиндр. Недостатками этого способа является чувствительность датчиков к качеству их крепления и необходимость использования сложной измерительной аппаратуры, способной устранять помехи, вносимые работающим дизелем, соизмеримые по амплитуде с полезным сигналом. Однако указанные недостатки в некоторой степени компенсируются простотой и удобством замера выходных параметров.

При диагностировании топливной аппаратуры по параметрам отработавших газов следует учитывать, что химический состав, температура и цвет отработавших газов зависят не только от состояния и регулировки топливной аппаратуры, но также и от качества сгорания топлива в цилиндре, неисправности системы воздухоснабжения и газообмена и, кроме того, от технического состояния цилиндропоршневой группы. В связи с этим по параметрам отработавших газов можно проводить лишь косвенную оценку работы топливной аппаратуры дизеля.

В последнее время для диагностирования топливной аппаратуры дизелей применяют автоматизированные комплексы на базе электронно-вычислительной техники. Исходной информацией служат сигналы от датчика верхней мёртвой точки ДВМТ нижнего поршня первого цилиндра и от датчиков подъёма иглы форсунки ДПИФ, установленных вместо сливных трубок. Сигнал от ДВМТ проходит через модуль ввода инициативных сигналов МВИС, поступает на вход процессора СМ-1П и служит сигналом запуска ЭВМ и опорным сигналом для определения угла опережения подачи топлива. Сигналы от ДПИФ через усилитель, бесконтактный коммутатор КБ и аналого-цифровой преобразователь АЦП поступают в процессор и далее записываются в оперативной ОЗУ или внешней ВЗУ памяти. Датчики подключаются к усилителю через контактные модули кодового управления МКУК, которые в свою очередь управляются от процессора через бесконтактный модуль МКУБ.

Для изменения частоты вращения коленчатого вала с помощью ЭВМ или включения и выключения группы топливных насосов процессор вырабатывает сигналы управления согласно алгоритму диагностирования и подаёт их через МКУБ и МКУК на электромагниты МР1-МР4 регулятора частоты вращения и электропневматические вентили ВП6 и ВП9. Результаты обработки полученной информации выдаются на устройство быстрой печати УБП в виде таблиц или знакосинтезирующее устройство печати УПЗ в виде графиков.

Состояние форсунки определяют по расшифровке комплексного сигнала в ДПИФ, который несёт в себе такую информацию как максимальный ход иглы, начальное давление впрыска, состояние отверстий сопла распылителя, затем сравнивают эти данные с эталонными. По результатам анализа технического состояния и сравнения выбраковывают неисправные форсунки и выдают рекомендации на ремонтные работы.

Управление процессом диагностирования выполняется по программе в автоматическом режиме с пульта оператора. В качестве ДВМТ используется индукционный датчик, устанавливаемый на указательной стрелке градуировочного диска валопроворотного механизма дизеля. Датчик подъёма иглы форсунки дифференциальный, индуктивный с линейной зависимостью хода сердечника от амплитуды выходного сигнала. Чувствительность датчика 5В на 1мм хода иглы форсунки, а погрешность измерения угла опережения подачи топлива 0,2 на 15-й и 0,08 на 0-й позициях контроллера машиниста.

Безразборное диагностирование. Угол опережения подачи топлива измеряют стробоскопом (используются виброакустические сигналы от форсунки) и используя стенд А-1926 (ПКБ ЦТ МПС). Однако все эти методы требуют обслуживающего персонала в дизельном помещении при работающем дизеле, что не совсем удобно.

Диагностирование топливной аппаратуры всегда связано с измерением действительного угла опережения подачи топлива поэтому система дополняется датчиком определения верхней мёртвой точки. Для уменьшения числа вибропреобразователей и повышение уровня автоматизации процесса диагностирования можно использовать в качестве контролируемой поверхности топливной аппаратуры наружную поверхность нагнетательного трубопровода. При таком способе контроля давление топлива в трубопроводе преобразуется в деформацию трубопровода. Виброускорение его наружной поверхности пьезокварцевым акселерометром преобразуется в электрический сигнал, который поступает в устройства обработки информации. Данные устройства контроля топливной аппаратуры используются в составе системы диагностировавния “Иртыш”, внедрённой в ряде локомотивных депо.

**Заключение**

При выполнении данной курсовой работы я получил обширный круг знаний по ремонту форсунок дизелей типа Д49, что в дальнейшем будет иметь большое значение при работе в локомотивном депо.

##### **Список использованных источников**

1. Скепский В. П., Какоткин В. З. Основы ремонта тепловозов. Методические указания. – М.; МИИТ, 1997.
2. Скепский В. П. Топливная аппаратура тепловозных дизелей. Учебное пособие. – М.; МИИТ. – 1990. – 123 с.
3. Пойда А. А. и др. Тепловозы. Механическое оборудование. Устройство и ремонт: Учебник для техникумов, школ, учебное пособие для СПТУ. – М.: Транспорт, 1986. – 328 с.
4. Находкин В. М., Черпашенец Р. Г. Технология ремонта тягового подвижного состава. – М.: Транспорт, 1998. 461 с.
5. Скепский В. П., Пузанков А. Д., Аникиев И. П. Диагностика тепловозов: Учебное пособие. – М.: МИИТ. – 1993. – 108 с.
6. Бервинов . Диагностика тепловозов.
7. Инструкция ЦТ-468.
8. Инструкция 1А-9ДГ 18РЭ.