

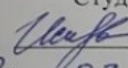
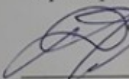
Министерство транспорта Российской Федерации  
Федеральное агентство железнодорожного транспорта  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Омский государственный университет путей сообщения»  
(ОмГУПС (ОМИИТ))

Кафедра «Технологии транспортного машиностроения и ремонта  
подвижного состава»

«Анализ технологического процесса ремонта топливной  
аппаратуры дизель-генераторной установки локомотива»

Отчет по *учебной* практике  
(Преддипломной практике)

*Затемно  
(хорошо)*  


Студент гр. 18И  
 Исин И.К.  
«10» 03 2023 г.  
Проверил: доцент каф.  
«ТМ и РПС»  
 Белан Ю.Ю.  
«14» 05 2023 г.

Омск 2023

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель практики от профильной организации

  
(подпись) (расшифровка подписи)

«10» 03 2023 г.  
М.П.

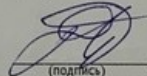
### Индивидуальное задание

обучаю щемуся 5 курса группы 18и Исин Ислам  
(курс) (группа) (Ф И О обучающ егося)

на тему: Анализ технологического процесса ремонта топливной аппаратуры дизель-генераторной установки локомотива, выполняемое в период учебной практики (практики по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности).

- 1) Назначение ремонтного предприятия, номенклатура продукции и услуг, организационная и производственная структура предприятия.
- 2) Описание объекта производства (ТНВ,РЗ, форсунок, перепускной клапана): назначение, конструкция, годовой объем ремонта, тип производства, виды проводимых ремонтов (объемы, сроки, периодичность), анализ статистических данных по неисправностям, дефектам и повреждаемости ТНВ,РЗ, форсунок, перепускного клапана
- 3) Выявление недостатков, выбор оптимальной технологии ремонта ТНВ,РЗ, форсунок, перепускного клапана
- 4) Описание технологического оборудования и средств технологического оснащения, применяемых в типовом технологическом процессе ремонта ТНВ,РЗ, форсунок, перепускного клапана. Изучение конструкции, назначения и принципа действия оборудования.
- 5) Обоснование выбора оптимального способа восстановления ТНВ,РЗ, форсунок, перепускного клапана при ремонте по техническому, технологическому и технико-экономическому критериям.

Руководитель практики от университета

  
(подпись)

Р. Ю. Белан  
(расшифровка подписи)

Обучающ ийся

  
(подпись)

Исин И.К.  
(расшифровка подписи)



СОГЛАСОВАНО:  
 Руководитель практики от профильной  
 организации \_\_\_\_\_  
 (подпись) (расшифровка подписи)

И.П. \_\_\_\_\_  
 «\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 г.  
 Приказ о назначении руководителя практики от  
 профильной организации № \_\_\_\_\_ от  
 \_\_\_\_\_ 2023 г.

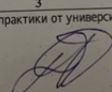
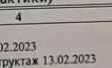
**РАБОЧИЙ ГРАФИК (ПЛАН)**

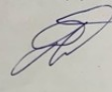
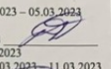
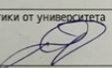
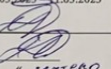
прохождения \_\_\_\_\_ учебной \_\_\_\_\_ практики  
 (вид практики)

практики по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности  
 (тип практики)

обучающегося 5 курса группы 18и Илина Ислама Кенжебековича  
 (курс) (группа) (Ф.И.О. обучающегося)  
 Специальность / направление подготовки 23.05.03 Подвижной состав железных дорог, «Технология производства и ремонта ПС»  
 (нужное подчеркнуть) (шифр и наименование специальности / направления подготовки)

Срок прохождения с 13.02.2023 по 12.03.2023.

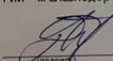
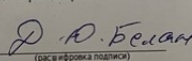
№ п/п	Этапы прохождения практики (с кратким описанием их содержания)	Руководитель практики	Краткий отчет о выполнении (даты, подпись руководителя практики)
1	2	3	4
1.	Подготовительный: – организационное собрание по практике; – ознакомление с объектом производства, его служебным назначением и условиями эксплуатации; – вводный инструктаж по охране труда и технике безопасности; – порядок прохождения практики и правила оформления документов; – выдача индивидуального задания	Руководитель практики от университета 	Собрание прошло 13.02.2023 Прошел вводный инструктаж 13.02.2023 Ознакомился с порядком прохождения практики и оформлением отчетных документов 13.02.2023 Получил индивидуальное задание 13.02.2023 Руководитель практики от университета 

2.	Основной / производственный: – устройство и отметка о прибытии на практику; – ознакомление с объектом производства, его служебным назначением и условиями эксплуатации; – сбор и анализ статистических и экспериментальных данных по тематике индивидуального задания; – изучение нормативно-технической документации по технологии изготовления или ремонта объекта производства; – выполнение пунктов научно-исследовательской части индивидуального задания; – сбор данных для оформления отчета	Руководитель практики от университета, руководитель практики от профильной организации 	Оформился на практику 14.02.2023 Ознакомился с объектом производства 15.02.2023 – 19.02.2023 Выполнил анализ 20.02.2023 – 26.02.2023 Изучил и ознакомился 27.02.2023 – 05.03.2023 Руководитель практики от профильной организации Выполнил 06.03.2023 – 09.03.2023 Собрал данные для отчета 10.03.2023 – 11.03.2023 Руководитель практики от университета 
3.	Заключительный: – подготовка и оформление обучающимся отчетных документов по практике; – аттестация обучающегося по итогам практики	Руководитель практики от университета 	Подготовил документы Аттестован с отметкой «хорошо» 11.03.2023. 

**Планируемые результаты практики**

Результатом прохождения практики является освоение обучающимся следующих профессиональных компетенций:  
 ПК-1 владением основами устройства железных дорог, организации движения и перевозок, умением различать типы подвижного состава и его узлы, определять требования к конструкции подвижного состава, владением правилами технической эксплуатации железных дорог, основными методами организации работы железнодорожного транспорта, его структурных подразделений, основами правового регулирования деятельности железных дорог, владением методами расчета организационно-технологической надежности производства, расчета продолжительности производственного цикла, методами оптимизации структуры управления производством, методами повышения эффективности организации производства, обеспечения безопасности и экологичности производственных процессов, применяемых на железнодорожном транспорте, способностью ориентироваться в технических характеристиках конструктивных особенностей и правилах ремонта подвижного состава, способностью оценивать его технический уровень  
 ПК-4 способностью использовать математические и статистические методы для оценки и анализа показателей безопасности и надежности подвижного состава  
 ПК-13 способностью проводить экспертизу и анализ прочностных и динамических характеристик подвижного состава, их технико-экономических параметров, оценивать технико-экономические параметры и удельные показатели подвижного состава  
 ПК-14 способностью использовать методы экономического и системного анализа для определения производственной мощности и показателей финансово-хозяйственной деятельности предприятий железнодорожного транспорта, в том числе предприятий по техническому обслуживанию и ремонту подвижного состава

Руководитель практики от университета

   
 (подпись) (расшифровка подписи)

## Реферат

УДК 629.45.004.67

Отчет содержит 27 страниц, 5 рисунков, 1 таблица, 5 источников.

Технологический процесс ремонта, тип производства, топливная аппаратура, дефекты и повреждаемости, насос высокого давления, топливоподкачивающий насос, форсунки, перепускной клапан.

Объектом исследования является конструкторско-технологический анализ технологического процесса ремонта топливной аппаратуры дизель-генераторной установки локомотива.

Цель работы: провести статистический анализ дефектов топливной аппаратуры и причины их возникновения в эксплуатации.

В отчете по производственной практике проведен анализ существующего технологического процесса ремонта топливной аппаратуры тепловоза. Проведен статистический анализ существующих неисправностей топливной системы, а также работ по их устранению.

## Содержание

Введение.....	4
1. Конструкторско-технический анализ топливной аппаратуры дизель-генераторной установки.....	5
2. Анализ конструкции и эксплуатационных показателей насоса высокого давления, топливоподкачивающего насоса, форсунок, перепускного клапана.....	8
3. Статистический анализ дефектов насоса высокого давления, топливоподкачивающего насоса, форсунок, перепускного клапана.....	15
4. Анализ способов ремонта насоса высокого давления, топливоподкачивающего насоса, форсунок, перепускного клапана.....	18
5. Определение оптимального способа восстановления насоса высокого давления, топливоподкачивающего насоса, форсунок, перепускного клапана.....	16
Заключение.....	25
Библиографический список.....	26

## Введение

Технология вагоностроения и ремонта вагонов является наукой, которая изучает сущность, взаимосвязь, развитие многочисленных разнообразных технологических процессов, которые используются при изготовлении и ремонте вагонов.

При ремонте вагонов, отдельных деталей, сборочных единиц широко используются: теория пластических деформаций, резания металлов, сварочного производства и другие теоретические и технические дисциплины.

Основой вагоностроительного и вагоноремонтного производства составляют специализированные предприятия, оснащённые высокопроизводительными станками, автоматическими и механизированными поточными линиями для изготовления и ремонта деталей и узлов вагона.

Для повышения качества ремонта, надёжности и долговечности вагонов большое значение имеет уровень техники, организации и технологии вагоноремонтного производства. Поэтому широко внедряются последние достижения науки и техники, новые технологические процессы для восстановления узлов и деталей вагонов и повышение уровня требований к соблюдению технологической и трудовой дисциплины.

Основной путь повышения уровня автоматизации и механизации применение методов и технических средств программного управления. На предприятиях начали использовать металлорежущие станки и сварочное оборудование с числовым программным управлением, создаются промышленные роботы для ремонтно-сварочных и ремонтно-сборочных процессов.

# 1 Конструкторско-технический анализ топливной аппаратуры дизель-генераторной установки

Топливная система предназначена для хранения дизельного топлива и подачи его к топливной аппаратуре (насосам высокого давления) дизеля. Во внешнюю топливную систему дизеля любого тепловоза входят топливные баки, топливоподкачивающие насосы и трубопроводы.

Топливная система должна обеспечивать бесперебойную подачу топлива для работы дизеля в любых возможных режимах его эксплуатации. Дизельное топливо при транспортировке и последующем хранении может загрязняться, в него может попадать пыль из воздуха. Возможно засорение дизельного топлива и при экипировке тепловозов, особенно если заправка топливного бака производится одновременно с набором песка или после этой операции.

В результате в дизельное топливо могут попасть вредные для работы системы механические примеси (главным образом, мелкие частицы кремне- и глинозема). Эти частицы имеют очень высокую твердость, равную или даже превышающую твердость сталей, применяемых для изготовления деталей топливной аппаратуры. Попадая в зазор между плунжером и гильзой топливного насоса, такие частицы могут заклиниваться в нем и при работе насоса будут истирать поверхности плунжера и гильзы. Заклиниванию частиц способствует также то, что в момент подачи топлива под действием его давления гильза топливного насоса деформируется, как бы «раздается», увеличивая зазор между плунжером и гильзой. В этот увеличенный зазор (он может быть в два-три раза больше первоначального, который составляет 2-3 мкм) могут проникать и более крупные частицы. После отсечки и падения давления гильза стягивается и зажимает проникшие в зазор частицы.

В результате по мере износа деталей плунжерной пары радиальный зазор между ними возрастает, увеличиваются утечки и снижается давление подачи. Все это ухудшает работу дизеля, увеличивает удельный расход топлива.

Для надежной эксплуатации дизеля необходима постоянная и тщательная очистка топлива, и поэтому в топливную систему дизеля для этой цели обязательно включают топливные фильтры.

Вязкость дизельного топлива сильно возрастает при понижении температуры. Во избежание затруднений в подаче «загустевшего» топлива в

зимних условиях (ведь топливный бак размещен снаружи тепловоза под его рамой) в топливные системы обязательно включают устройства для подогрева топлива - топливоподогреватели.

Оборудование топливных систем (топливоподкачивающие насосы, фильтры, баки) на большинстве серийных отечественных тепловозов практически однотипно.

Топливные баки тепловозов обычно представляют собой сваренные из стальных листов емкости, которые подвешиваются снизу к главной раме тепловоза в ее средней части между тележками.

Размеры топливного бака ограничены по ширине и высоте габаритом подвижного состава, а по длине - расстоянием между тележками. Емкость бака при таких ограничениях составляет от 3900 (тепловоз М62) до 8200 л (тепловоз 2ТЭ116). Топливные баки имеют с обеих сторон тепловоза заливные горловины 3 (см. рис. 6.1), в которые вставлены предохранительные сетки 2. Под днищем бака имеется отстойник 33, в котором скапливаются тяжелые осадки из топлива. Отстойник имеет пробку для их слива.

Топливо на тепловозе находится в подвесном баке 15, в соответствии с рисунком 1. Заправку бака можно производить с правой или левой стороны тепловоза. Количество топлива в баке измеряют с помощью шупов через люки на площадках тепловоза или дистанционно с помощью специальной системы измерения. Для последней в баке с каждой стороны устанавливаются специальные датчики. В отстойнике бака установлены клапан слива 16 и пробка 14, используемая при промывке бака.

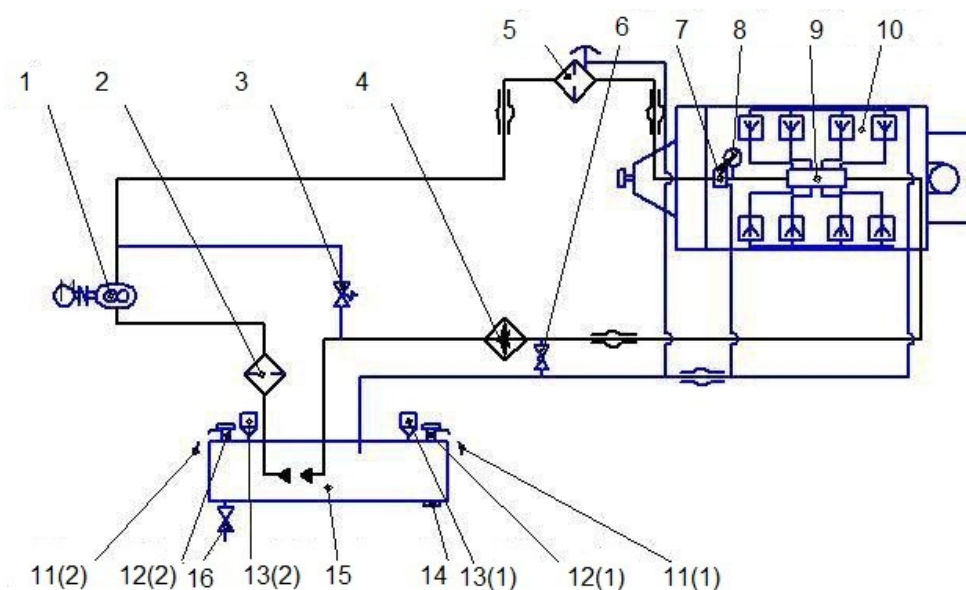
Бак имеет два заборных устройства, по одному с правой и левой стороны тепловоза.

Каждый дизель имеет автономную топливную систему, приведенную на рисунке 9.

Насосом топливоподкачивающего агрегата 1 топливо через фильтр грубой очистки 2 засасывается из бака и через фильтр тонкой очистки 5 и открытый клапан отключения подачи топлива 7 поступает к топливному насосу высокого давления 9. Отсечное топливо сливается через топливоподогреватель 4 в бак.



Для защиты насоса служит предохранительный клапан 3. Для измерения давления топлива перед ТНВД устанавливается датчик манометра 8.



1- агрегат топливоподкачивающий; 2- фильтр грубой очистки; 3- клапан предохранительный; 4-топливоподогреватель; 5- фильтр тонкой очистки;  
 6-кран;  
 7- клапан отключения подачи топлива; 8-датчик манометра; 9 - насос топливный; 10 - дизель; 11(1), 11(2) – труба вентиляционная; 12(1),12(2) – труба топливомера; 13(1), 13(2) – горловина заливная; 14 - пробка сливная; 15 - бак топливный; 16 – клапан слива топлива

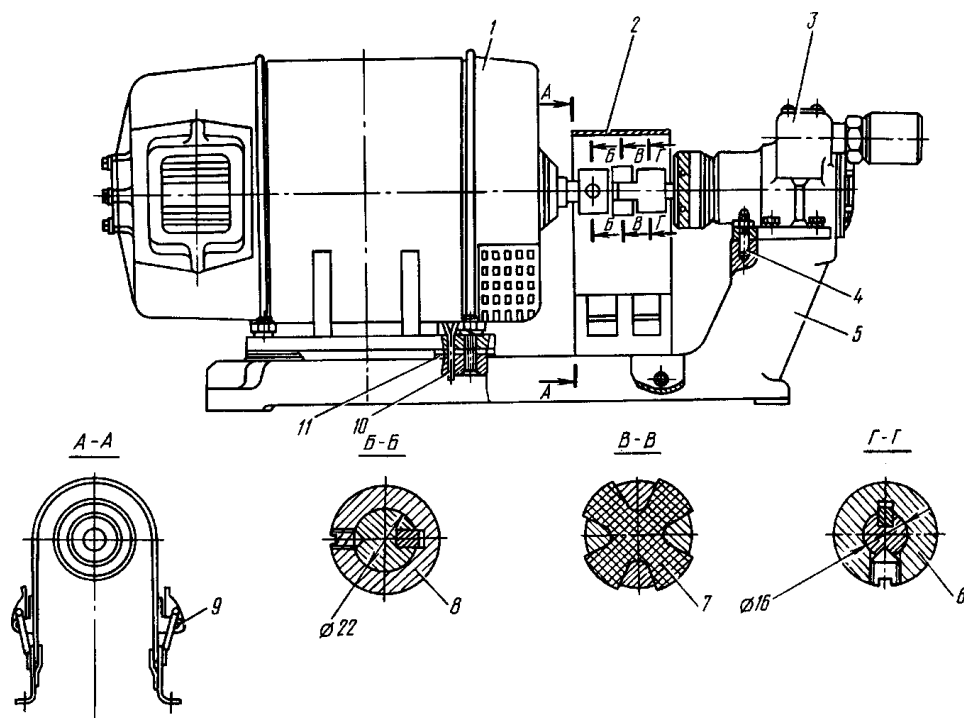
Рисунок 1 - Схема топливной системы дизеля

## 2 Анализ конструкции и эксплуатационных показателей насоса высокого давления, топливоподкачивающего насоса, форсунок, перепускного клапана

### Топливоподкачивающий насос

Для подвода топлива к топливным насосам дизеля под давлением в топливной системе установлен топливоподкачивающий агрегат, в соответствии с рисунком 2. Он состоит из электродвигателя 1 и насоса 3, смонтированных на одной плите 5 и соединенных при помощи кулачковой муфты 6, 8 и крестообразного резинового амортизатора 7.

Регулировка клапана производится на стенде.



1—электродвигатель; 2—кожух предохранительный;  
3—насос; 4,10—штифт конический; 5—плита; 6,8—  
полушестерни;  
7—амортизатор муфты; 9—замок; 11—прокладка

Рисунок 2 - Топливоподкачивающий насос

Для нормальной работы агрегата необходимо обеспечение соосности валов электродвигателя и топливного насоса. Несоосность и перекос осей допускается не более 0,1 мм. Контроль осуществляется индикаторной головкой по амортизатору муфты 7 ГОСТ 9696-82. Регулировка производится установкой прокладок 11 под лапы электродвигателя. После окончательной установки электродвигателя и насоса, устанавливаются контрольные штифты 4 и 10.

Закрепить электродвигатель к плите болтами и шайбами. Установить топливоподкачивающую помпу на плиту предварительно. Установить на вал электродвигателя калибр для контроля соосности. Выставить помпу по сопрягаемым опорным отверстиям плиты. Совместить отверстия калибра с валом помпы. Закрепить помпу болтами с шайбами предварительно. Произвести центровку валов электродвигателя и помпы в 4-х диаметрально противоположных точках с разностью перекоса осей не более 0,1 мм на радиус 100 мм. Допуск соосности не более 0,1 мм. Допускается рассверловка отверстий. Закрепить болтовые соединения до упора. Застропить электродвигатель в сборе с плитой и помпой, перевернуть на бок, расстропить. Разметить в плите расположение 2-х отверстий под штифты. Расстропить топливоподкачивающий агрегат, поднять, переместить на стенд для обкатки, опустить, расстропить. Залить 100 г дизельного топлива в помпу. Соединить трубопроводы стенда со штуцерами помпы с помощью накидных гаек.

После окончания центровки установить контрольные штифты на диагонально расположенные опорные плоскости лап компрессора и электродвигателя.

После окончательной установки электродвигателя и насоса, устанавливаются контрольные штифты 4 и 10.

Для осмотра крепления полумуфт и состояния резинового амортизатора предохранительный кожух 2 выполнен съемным на откидных замках 9.

#### Перепускной клапан

Для поддержания давления топлива в системе, при работе топливоподкачивающего агрегата, на выходе из него установлен предохранительный клапан. Его основой служит корпус 9, муфта 4 и стержень 6. Клапан 8, в соответствии с рисунком 3, регулируется на открытие преодолевая усилие пружины 5 через упорную шайбу 7 при

давлении 0,12 МПа ( $1,2 \text{ кгс/см}^2$ ) с помощью болта 2, после чего этот необходимо законтрить гайкой 3 и устанавливают колпачковую гайку 1. На торце «В» этой гайки 3 выбивается величина давления, на которое отрегулирован клапан. Регулировка клапана производится на стенде.

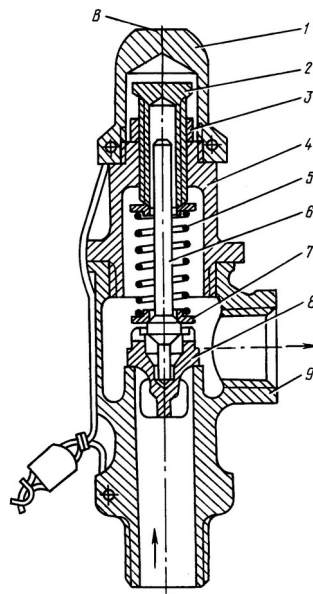


Рисунок 3 – Перепускной клапан

1–гайка колпачковая; 2–регулирующий болт; 3–гайка; 4–муфта; 5–пружина;  
6–стержень; 7–шайба упорная; 8–клапан; 9–корпус

### Насос высокого давления

Топливный насос высокого давления является основным прибором системы питания дизеля. Он предназначен для равномерной подачи строго определенной дозы топлива к форсункам двигателя под высоким давлением в течение определенного промежутка времени согласно порядку работы цилиндров двигателя. Состоит он из одинаковых секций по количеству цилиндров двигателя. Секция включает в себя корпус, втулку плунжера (гильзу), плунжер, поворотную втулку, нагнетательный клапан, который прижат штуцером к гильзе плунжера через прокладку.

Принцип работы ТНВД (рис. 45) состоит в следующем. Под действием кулачка вала и пружины плунжер совершает возвратно-

поступательное движение. При движении плунжера вниз внутреннее пространство гильзы наполняется топливом и топливо подается насосом низкого давления в подводящий канал корпуса насоса. При этом открывается впускное отверстие и топливо поступает в надплунжерное пространство. Далее под действием кулачка плунжер начинает подниматься вверх, перепуская топливо обратно в подводящий канал, до тех пор, пока верхняя кромка плунжера не перекроет впускное отверстие гильзы. После перекрытия этого отверстия давление топлива резко возрастает и топливо через зазор между втулкой и плунжером, преодолевая усилие пружины, поднимает нагнетательный клапан и поступает в топливопровод.

Продвижение плунжера вверх вызывает повышение давления выше уровня давления, которое создается пружиной форсунки. В результате этого игла форсунки приподнимается и происходит впрыскивание топлива в камеру сгорания. Подача топлива продолжается до тех пор (рис. 46), пока винтовая кромка плунжера не откроет выпускное отверстие в гильзе. В результате давление над плунжером резко падает, нагнетательный клапан под действием пружины закрывается и пространство над плунжером разъединяется с топливопроводом высокого давления. Далее плунжер перемещается вверх, топливо перетекает в сливной канал через винтовую кромку плунжера и продольный паз. Количество топлива подается в форсунку с помощью зубчатой рейки, втулки и связывающего поводка. Продолжительность впрыскивания соответствующих порций топлива, подаваемых в цилиндры двигателя, зависит от угла поворота плунжера, так как изменяется расстояние, проходимое плунжером от момента перекрытия впускного отверстия до момента открытия выпускного отверстия винтовой кромкой.



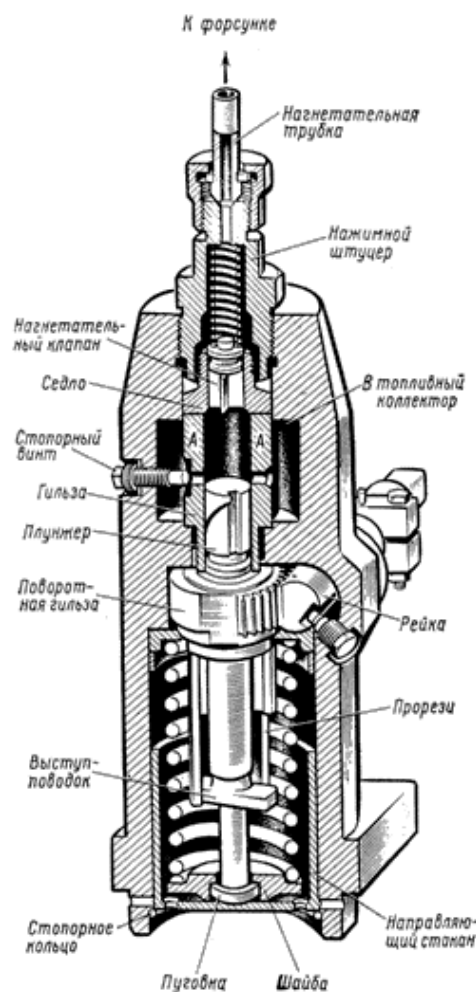


Рисунок 4 – Топливный насос высокого давления

### Форсунка

Форсунка предназначена для впрыскивания топлива в камеру сгорания цилиндра в мелкораспыленном (туманообразном) виде с обеспечением равномерного его распыливания по всему объему камеры сгорания. Чем меньше диаметр капель топлива, тем быстрее они нагреваются, лучше смешиваются с кислородом горячего воздуха, что улучшает их сгорание. В цилиндр тепловозного дизеля в зависимости от развиваемой мощности, числа цилиндров и частоты вращения КВ за один цикл впрыскивается от 0,07 до 1,0 г топлива. Струя топлива, впрыскиваемого в цилиндр дизеля, распадается на мириады капель, превращаясь в пылеобразное облачко.

Распыливание нужно осуществить в плотную среду сжатого воздуха за тысячные доли секунды (0,002—0,008 с). Если начало и конец распыливания не будут резкими, четкими, топливо будет выходить из

отверстий форсунки с малой скоростью (подтекать). В этом случае топливо плохо сгорает и превращается в нагар, который оседает вокруг распыливающих отверстий форсунки и затрудняет впрыскивание топлива и его соединение с воздухом, что неизбежно приводит к ухудшению работы дизеля и увеличению расхода горючего.

Чтобы хорошо распылить топливо за весьма короткий промежуток времени, оно подается через форсунки под высоким давлением 20—80 МПа (200—800 кгс/см<sup>2</sup>). Благодаря такому давлению скорость истечения топлива через распыливающие отверстия велика и впрыск происходит в очень короткий промежуток времени.

Скорость струи топлива, выходящей из форсунки, достигает 250—350 м/с. Большая скорость способствует дроблению струи в камере сгорания и увеличивает дальность полета отдельных частичек топлива (дальнобойность струи), в плотной среде сжатого воздуха частички воздуха распределяются по всему объему камеры. Давление впрыска рассчитывается таким образом, чтобы обеспечить необходимую «дальнобойность» струи, но без попадания топлива на стенки цилиндра, чтобы не охлаждать их. Вот почему у форсунок, подающих топливо в камеры сжатия, высокое давление начала подъема иглы.

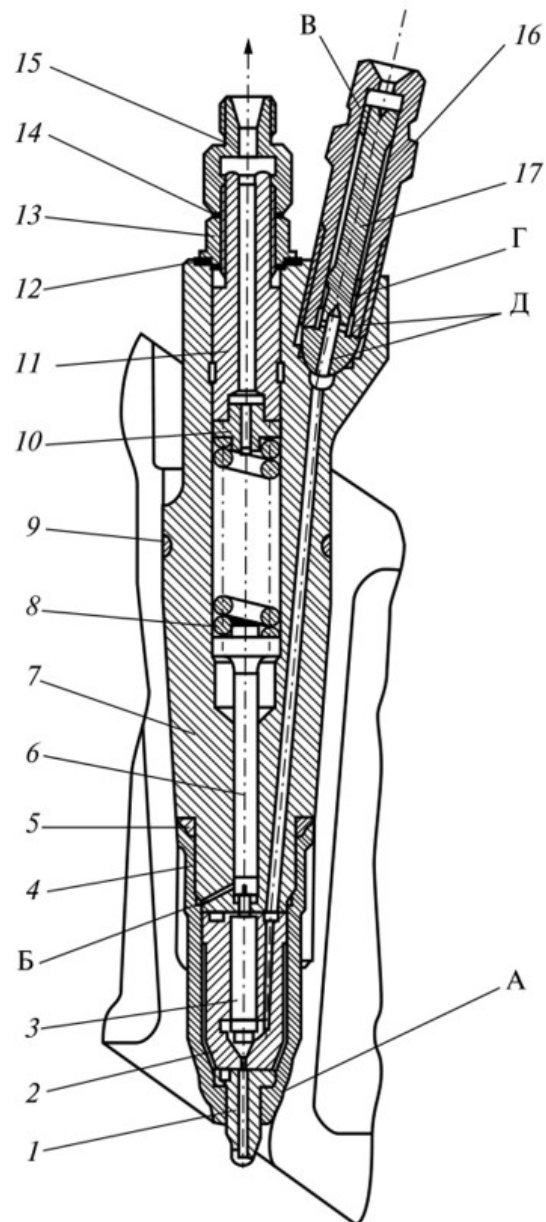


Рисунок 5 - Форсунка

1— наконечник распылителя сопловой; 2 — корпус распылителя; 3 — игла распылителя; 4 — колпак; 5 — кольцо уплотнительное между корпусом форсунки и колпаком; 6 — штанга форсунки; 7 — корпус форсунки; 8 — пружина; 9 — кольцо уплотнительное между форсункой и крышкой цилиндра; 10 — тарелка; 11 — винт регулировочный; 12 — прокладка медная; 13 — гайка; 14 — прокладка медная; 15 — штуцер; 16 — корпус фильтра; 17 — стержень; А — конусная поверхность; Б — канал отвода просочившегося топлива; В, Г — пазы; Д — отверстие прохода топлива

### 3 Статистический анализ дефектов насоса высокого давления, топливоподкачивающего насоса, форсунок, перепускного клапана

**Неисправности ТНВД** на дизеле приводят к потере мощности, увеличению расхода топлива, затрудненный запуск, увеличение дымности выхлопа и прочие. Типовые поломки топливного насоса высокого давления дизельного автомобиля заключается в попадании воды в плунжерные пары, падение давления в плунжерной паре, нарушение целостности уплотнительных колец, неисправности датчика или проводки (в дизелях под управлением электроники).

Список самых распространенных проблем с топливными насосами дизельных двигателей:

- Загрязнение насоса и цилиндров нагаром, пылью, внешней грязью. Засоренные каналы и клапаны препятствуют нормальной работе плунжера. Попытки добиться заданных характеристик приводят к тому, что металл устает, теряя изначальную жесткость и прочность.
- Сбои в подаче и равномерном распределении топлива. Обычно такая неполадка возникает по причине сильного износа зубьев рейки, втулки и плунжера, нагнетательных клапанов. Еще одна причина сбоев – повреждение или загрязнение форсунок продуктами сгорания топлива.
- Износ плунжерной пары. В результате при работе двигателя в холодном режиме наблюдаются так называемые плавающие обороты, сопровождающиеся повышенным расходом топлива. Уменьшается компрессия, что ведет к нарушению герметичности системы топливного насоса. Если проигнорировать проблему, все может закончиться повреждением плунжера, серьезными сбоями в работе силового агрегата и повышенному износу подшипников.
- Производственный брак. Самый редкий фактор, но иногда владельцы авто с дизельным двигателем сталкиваются с тем, что алюминиевый корпус ТНВД оказывается поврежденным или имеет трещины. Исправить эту проблему невозможно, поможет только полная замена топливного насоса.

- Чрезмерный износ подшипников. Повышение силы трения в отношении движущихся элементов влечет ухудшение рабочих характеристик мотора.

- Заклинивание плунжерной пары. Если в рабочем режиме поршень не возвращается обратно, а застревает в полости втулки, это повреждает регулятор, шестерни и зубчатую рейку. Одна из наиболее распространенных причин такой неполадки – попадание воды в пространство между плунжером и втулкой.

- Коррозия плунжерной пары. Возникает по причине наличия влаги в топливе. Если пытаться экономить, разводя дизтопливо водой, рано или поздно все закончится износом поршня из-за ржавчины.

- Перегрев даже при стабильной работе системы охлаждения двигателя. Неисправность возникает из-за использования некачественного антифриза, его нехватки или засорения каналов охлаждающих механизмов.

Самый сложный случай – появление в системе охлаждения топливного насоса масляной эмульсии. Это означает нарушение целостности отдельных комплектующих, исправляется только заменой поврежденных деталей.

Форсунка дизеля – один из основных составляющих системы питания двигателя, которая напрямую подает топливо в камеру сгорания для получения воздушно-топливной смеси. Эта деталь наиболее сильно подвергается износу и требует периодического обслуживания. От качества ее работы зависит полнота сгорания топлива в цилиндре, запуск, динамика и экономичность мотора, а также токсичность выхлопных газов.

Неисправности форсунок в дизельном двигателе имеют следующие характерные признаки:

1. При неравномерном распылении (форсунка «льет»):

- Потеря мощности мотора и наличие сизого дыма из выхлопной трубы;
- Сильный стук, напоминающий стук шатуна;
- Неравномерная работа силового агрегата, вызванная нарушением работы отдельных цилиндров.

2. При падении рабочего давления впрыска (по причине усталости пружин или износа дистанционных регулировочных шайб):

- Наличие сизого или черного дыма из выхлопной;
- Жесткая работа двигателя.



3. Отсутствие герметичности корпуса форсунки, что проявляется в течи топлива из соединений корпуса.

## 4 Сравнительный анализ способов ремонта насоса высокого давления, топливоподкачивающего насоса, форсунок, перепускного клапана

### Ремонт форсунок

Загрязнение каналов внутри форсунки, по которым проходит топливо, способствует ухудшению распыления топлива и нарушению образования воздушно-топливной смеси. Максимально равномерную пульверизацию нарушают смолы, содержащиеся в соляре. Проблему нарушения подачи топлива форсунками помогает устранить промывка. Данная процедура обеспечивает удаление загрязнений внутри топливных каналов. Для ее осуществления применяются следующие способы:

1. Чистка при помощи ультразвука. Эффективный способ удаления грязи, который проводится на специальном оборудовании. Снятые форсунки помещают в специальную жидкость и воздействуют ультразвуковыми колебаниями, при которых грязь в сопле разрушается в течение короткого времени.

2. Промывка топливом, содержащим специальные присадки. Наиболее популярен среди автолюбителей, так как не требует применения дорогого оборудования. Представляет собой добавление присадки в топливо, которое при прохождении через форсунку будет растворять отложения. Эффективность метода не доказана.

3. Промывка на стенде при помощи специальных жидкостей. Очищение происходит при высоком давлении за счет циркуляции. Способ отличается надежностью и высокой эффективностью.

4. Ручная промывка, при которой имитируется работа форсунки. Достаточно эффективный и недорогой способ, не требующий применения специального оборудования. Для его проведения форсунки демонтируют вместе с рейкой и фиксируют над емкостью. Подача очищающей жидкости производится по прозрачной силиконовой трубке. Дозатор форсунки активируют электрическим током, подведенным по проводам от аккумулятора. Полная очистка происходит после 5-10 мин. распыления жидкости. Сам процесс состоит из следующих этапов:

- С форсунки снимают фильтры и резиновые уплотнители, чтобы под воздействием жидкости они не вышли из строя;

- Организуют герметичное соединение баллона с жидкостью и форсунок через силиконовую трубку;
- Подводят электропитание от аккумулятора с помощью пары проводов;
- К разрыву одного провода подводят кнопку для размыкания цепи, второй провод оставляют целым;
- При нажатии кнопки происходит впрыск, который продолжается до момента равномерного распыления струй жидкости.

Достаточно часто некачественный впрыск происходит по причине засорения или износа сопел форсунки, что достаточно хорошо видно в процессе диагностики неисправностей. Для устранения поломки корпус детали разбирают и тщательно промывают в керосине, наружный нагар удаляют деревянным скребком, а отверстия прочищают мягкой стальной проволокой, диаметр которой меньше отверстия сопла. При увеличении размера сопла более чем на 10 %, или разнице в диаметре отверстий на 5%, распылитель заменяют на новый.

Иногда форсунка может давать течь, которую возможно устранить притиркой иглы к седлу. Течь может возникать и при нарушении уплотнения в торце иглы (уплотняющем конусе). Притирка производится разведенной в керосине пастой ГОИ, при которой избегают ее попадания в зазор между направляющей и самой иглой. После притирки все детали промывают в керосине или чистом дизтопливе, продувают сжатым воздухом, и после сборки снова тестируют на герметичность.

### **Ремонт ТНВД и топливоподкачивающего насоса**

Основные дефекты деталей насоса низкого давления и ручного топливоподкачивающего насоса и способы их устранения: насос низкого давления и ручной насос заменить при наличии трещин на корпусе, изломов, механических повреждений, коррозии, ведущей к потере подвижности сопрягаемых деталей. Особое внимание обратить на состояние узла штоков-втулка насоса низкого давления, так как от величины износа в сопряжении зависит количество перетекаемого топлива в полость кулачкового вала. Зазор в указанном сопряжении не должен превышать 0,012 мм. Величину зазора проверить, не извлекая втулки из корпуса насоса, путем определения времени падения давления воздуха от 5 до 4 кгс/см<sup>2</sup> в аккумуляторе объемом 30 см<sup>3</sup>.

Перечень работ на регулировку ТНВД, и его текущий ремонт

Работы по регулировке ТНВД:

1. регулировка конца подачи;
2. регулировка токсичности выхлопных газов;

Перечень работ на замену ТНВД:

1. снятие ТНВД;
2. установка ТНВД (включает работы по регулировке привода ТНВД на момент впрыска).

Перечень работ ТР ТНВД не имеет строго определенной последовательности, т.к. могут возникать различные неисправности одновременно, т.е. их комбинации. Поэтому последовательность работ текущего ремонта (наиболее вероятного) будет иметь вид:

1. снятие плунжерных пар;
2. постановка плунжерных пар;
3. регулировка ТНВД.

Замена ТНВД:

1. снятие ТНВД:
  - открыть дверь моторного отсека;
  - снять тросики привода воздушной и дроссельной заслонок;
  - отсоединить от ТНВД топливопроводы;
  - отсоединить от ТНВД маслопроводы;
  - отсоединить от ТНВД пневмоцилиндр уменьшения подачи топлива;
  - отсоединить и снять крышку привода ТНВД с прокладкой;
  - открепить и снять ТНВД в сборе;
2. установка ТНВД:
  - установить поршень шестого цилиндра в положение ВМТ;
  - установить крышку привода ТНВД вместе с прикладкой на картер распределительного механизма и закрепить (кулачковый вал ТНВД в положении начала впрыска восьмого цилиндра);
  - присоединить маслопровод к ТНВД;
  - присоединить топливопроводы к ТНВД (кроме нагнетательного топливопровода шестой секции);
  - отрегулировать момент начала впрыска топлива;

- присоединить нагнетательный топливопровод шестого цилиндра к ТНВД;
- залить масло в корпус ТНВД;
- отпустить автобус на подъемнике;
- закрыть дверь моторного отсека.

### **Ремонт перепускного клапана**

Для регулировки перепускного клапана его присоединяют к токоприемнику с нормальной характеристикой, не имеющему утечки воздуха из воздухопровода. Регулируя работу клапана, добиваются, чтобы подъем токоприемника был плавным, а опускание происходило с резким отрывом от контактного провода и плавным подходом к опорам. Регулировку клапана на подъем токоприемника осуществляют дроссельным болтом, расположенным в верхней части клапана, а на опускание - изменением нажатия пружины на тарелку дросселирующего устройства вращением регулировочного винта. На регулировочные винты отрегулированного клапана краской наносят контрольные риски.



5 Определение оптимального способа восстановления насоса высокого давления, топливоподкачивающего насоса, форсунок, перепускного клапана

Исправное состояние тепловозов на протяжении всей эксплуатационной службы на сети железных дорог обеспечивается планово-предупредительной системой технического обслуживания и ремонтов его агрегатов. При этой системе через определенное время работы или пробега, определяемое долговечностью и надежностью агрегатов, узлов и деталей тепловоза, производится их проверка, ремонт или замена. Система ремонта постоянно совершенствуется по мере повышения надежности узлов, улучшения технологии их ремонта и повышения производительности труда. Виды планово-предупредительного технического обслуживания и ремонтов, а также среднесетевые нормы межремонтных периодов, установленных приказом МПС для основных серий тепловозов, приведены в табл. 2. Среднесетевые нормы продолжительности технического обслуживания и ремонта, а также примерная стоимость ремонта, включая затраты на дизель и топливную аппаратуру приведены в табл. 1.

Таблица 1- Среднесетевые нормы продолжительности технического обслуживания и ремонта

	Виды ремонта и обслуживания				
	ТО-2	ТО-3	ТР-1	ТР-2	ТР-3
Средний простой для тепловозов: ТЭЗ, ТЭ7	1,2 ч	8 ч	36 ч	4,5 сут	4,5 сут
ТЭП60, тэю	1,2 ч	10 ч	36 ч	5 сут	6 сут
Стоимость ремонта, руб., для тепловозов: ТЭЗ	6,5	210	680	2575	6380
2ТЭ10Л	3,5- 10	202- 517	545- 2000	3554- 7555	7928- 13000
Распределение стоимости ремонта по узлам, %: дизель		5,3	43	45,3	37,9
топливная аппаратура	-	22,6	11	11,4	8,5

При малом периодическом ремонте форсунки снимают с тепловоза и испытывают на стенде, а при необходимости разбирают, притирают иглу распылителя и вновь испытывают на стенде или заменяют отремонтированной. Открывают нижний люк картера топливного насоса для проверки наличия зазоров между кулачками вала и роликами при поднятых толкателях. Отнимают трубку и тройник, подводящие смазку к распределительному валу топливного насоса для промывки и продувки воздухом. Проверяют работу топливоподкачивающего насоса. Фильтровальный элемент войлочных фильтров топлива и набивку сетчатонабивных фильтров заменяют.

При большом периодическом и подъёмочном ремонте секции топливного насоса снимают, разбирают, промывают, нагнетательные клапаны притирают к седлам, седло - к торцу гильзы плунжера и гильзу плунжера - к бурту корпуса. Медные кольца отжигают. Привод секций разбирают и ремонтируют. Секции испытывают на стенде. Форсунки разбирают, детали промывают, распылители заменяют или ремонтируют; форсунки испытывают на стенде. Топливоподкачивающий насос снимают с тепловоза, ремонтируют и испытывают на стенде. Нагнетательные трубки форсунок промывают дизельным топливом под давлением.

При заводском ремонте все детали топливоподающей системы разбирают. Плунжерные пары, распылители, заваренные нагнетательные трубки, игольчатые подшипники вала привода реек секций и валики заменяют. Пружины, просевшие по высоте, заменяют или восстанавливают до чертёжного размера. Топливоподкачивающий насос разбирают. Корпус, имеющий трещины, отремонтированный ранее сильфон и амортизатор муфты заменяют новыми. Регулируют соосность электродвигателя с насосом и проверяют их работу на стенде.

При эксплуатации дизелей в период их гарантийной наработки сроки между техническими обслуживаниями топливной аппаратуры могут быть увеличены. В депо организованы специализированные ремонтные цехи или отделения по ремонту топливных систем. В этих цехах и отделе обработка крупных деталей после восстановления наваркой и ряд других работ должны выполняться в электроаппарат-ном, заготовительном, сварочном, гальваническом и механическом отделениях. Запасные части, материалы, запасы дизельного топлива и керосина, инструмент и приспособления хранятся в централизованных кладовых депо.

Отделение ремонта топливной аппаратуры, как правило, размещается в общем пролете мастерских депо в непосредственной близости от цеха текущего ремонта ТР-3. По противопожарным и санитарным требованиям оно должно быть изолировано от других отделений промежуточными пожаробезопасными помещениями или специальными тамбурами-шлюзами. Отделение должно иметь по крайней мере три специализированных участка - моечный, ремонтный и испытательный, которые должны размещаться в изолированных помещениях. Это необходимо по технологическим особенностям ремонта и сборки весьма точных прецизионных узлов и деталей топливной аппаратуры и для улучшения санитарно-гигиенических условий труда. Так, промывка деталей и узлов на изолированном промывочном участке предотвращает распространение грязи в другие помещения, позволяет сконцентрировать специальную приточно-вытяжную вентиляцию и местные вытяжные отсосы.

В основе организации производственных процессов в отделении топливной аппаратуры лежит прогрессивный поточный метод ремонта топливных агрегатов и механизмов управления дизелей со специализацией рабочих мест, оснащенных оборудованием, приспособлениями, механизированным инструментом для разборочно-сборочных работ. Руководит отделением топливной аппаратуры мастер, а в сменах - сменные мастера или бригадиры. Отделение самостоятельно ведет учет своей работы, поступивших в ремонт узлов и выданной в дизельный цех или кладовую готовой продукции, взятых из материальных кладовых запасных частей и материалов, а также заполняет специальный журнал для записи сдаточных параметров узлов, испытываемых на стендах. Производственная программа по ремонту и обслуживанию выполняется специализированными и комплексными бригадами слесарей. Преимущество следует отдать специализированным бригадам, так как ремонт топливной аппаратуры требует высокой квалификации (4-5

разряд) и опыта работы по специальности. Комплексные бригады, как правило, используются при техническом обслуживании и в депо, где выполняются работы только в объеме планово-предупредительных осмотров (ТО-2, ТО-3, ТР-1). Внутри каждой бригады предусматривается совмещение профессий при персональной ответственности каждого работника за выполняемую им операцию по принципу бездефектного выполнения работ и выпуска продукции с первого предъявления. Организацию труда и отдыха

работников отделения следует планировать на основе типовых графиков сменности. Общее число работающих в отделении при обслуживании всеми видами ремонта 100-150 тепловозов достигает 20-30 чел., из них 10-12 работают по разборке и сборке аппаратуры на дизелях и 5 - 8 чел. полностью или частично выполняют работы по кооперации.

## Заключение

В отчете был рассмотрен конструкторско-экономический анализ насоса высокого давления, топливоподкачивающего насоса, форсунок, перепускного клапана. Приведен статистический анализ дефектов и выявлены причины возникновения дефектов.

Приведен статистический анализ способов восстановления геометрических параметров насоса высокого давления, топливоподкачивающего насоса, форсунок, перепускного клапана в условиях эксплуатации. Описана типовая технология восстановления рабочих поверхностей; выявлены недостатки типовой технологии ремонта и разработаны предложения по их устранению.

Произведено технико-экономическое обоснование оптимального способа восстановления поверхностей насоса высокого давления, топливоподкачивающего насоса, форсунок, перепускного клапана при деповском ремонте.

## Библиографический список

1. Астахов И. В. Подача и распыливание топлива в дизелях. М.: Машиностроение, 1972. 359 с.
2. Косилова, А. Г. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т1. / А. Г. Косилова, А. М. Дальский, Р. К. Мещеряков, А. Г. Суслов. М.: Машиностроение, 2001. 912 с.
3. Гизатулин Р. К. Двойная регулировка топливных насосов тепловозных дизелей. Минск: изд-во М-ва образования БССР, 1963. 23 с.
4. СТП ОмГУПС–1.2–2005. Система управления качеством и подготовки специалистов. Работы студенческие учебные и выпускные квалификационные. Общие требования и правила оформления текстовых документов / Омск: Омский государственный университет путей сообщения, 2005. 28 с.
5. Евсиков А. В., Попов В. Я. Технология производства и ремонта топливной аппаратуры дизелей. М.: Машиностроение, 195'8. 308 с.