

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра Проектирование и эксплуатация автомобилей

(наименование)

23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Автомобили и автомобильный сервис

(направленность (профиль)/специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Разработка конструкции стенда проверки ТНВД для участка  
топливной аппаратуры

Обучающийся

Е.В. Люлин

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

В.Е. Епишкин

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультанты

канд. физ.-мат. наук, доцент Д.А. Романов

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

канд. экон. наук, доцент Л.Л. Чумаков

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2024

## Аннотация

Данная выпускная квалификационная работа посвящена разработке конструкции стенда проверки топливных насосов высокого давления (ТНВД) для участка испытаний топливной аппаратуры. ТНВД являются ключевыми агрегатами систем впрыска топлива в дизельных двигателях и играют важную роль в обеспечении эффективной работы двигателя.

Целью работы является создание универсального стенда, способного проводить качественные проверки и измерения параметров работы ТНВД различных моделей. Разработка такого стенда позволит улучшить процесс диагностики и обслуживания топливной аппаратуры, а также повысить надежность и эффективность работы дизельных двигателей.

В рамках бакалаврской работы предполагается проектирование конструкции стенда, анализ и подбор необходимого материально-технического обеспечения для участка топливной аппаратуры, а также проведение экспериментальных испытаний с целью верификации разработанной системы.

Результаты работы могут быть полезны как для автосервисов и предприятий по обслуживанию техники, так и для производителей ТНВД, способствуя совершенствованию процесса обслуживания и повышению качества работы дизельных двигателей.

Для подтверждения безопасности разработанной конструкции и для обоснования экономической эффективности была выполнена разработка разделов «Безопасность и экологичность участка» и «Экономический раздел выпускной квалификационной работы».

## Содержание

Введение .....	5
1 Технический проект участка ремонта топливной аппаратуры .....	7
1.1 Описание проектируемого участка .....	7
1.2 Персонал участка топливной аппаратуры и режим его работы .....	9
1.3 Расчет площади участка ремонта топливной аппаратуры .....	11
2 Конструкторский расчет проектируемого стенда для проверки форсунок и ТНВД .....	14
2.1 Техническое задание на разработку стенда проверки форсунок и ТНВД .....	14
2.2 Техническое предложение на разработку стенда проверки форсунок и ТНВД .....	17
2.3 Расчет сил, воздействующих на механизмы стенда в процессе эксплуатации и определение параметров конструкции .....	23
3 Технологический раздел выпускной квалификационной работы .....	26
3.1 Описание проверяемого топливного насоса высокого давления (ТНВД) и его возможных неисправностей .....	26
3.2 Описание технологического процесса проверки форсунок и ТНВД на специализированном стенде .....	27
3.3 Технологическая карта проверки ТНВД и форсунок на стенде .....	28
4 Безопасность и экологичность участка механической сборки .....	33
4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика технического объекта .....	33
4.2 Идентификация профессиональных рисков .....	36
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков .....	37
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта .....	39
4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта .....	43
5 Экономический раздел выпускной квалификационной работы .....	45

5.1 Технико-экономическое обоснование объекта разработки выпускной квалификационной работы .....	45
5.2 Расчет затрат и экономической эффективности .....	46
5.3 Расчет экономического эффекта от разработанной конструкции .....	53
Заключение .....	58
Список используемой литературы и используемых источников .....	63
Приложение А Спецификации .....	67

## Введение

Современные дизельные двигатели являются неотъемлемой частью многих отраслей промышленности и транспорта, обеспечивая надежную и эффективную работу различных механизмов и транспортных средств. Одним из ключевых компонентов таких двигателей являются топливные насосы высокого давления (ТНВД), ответственные за подачу топлива в цилиндры двигателя.

Эффективность работы дизельного двигателя напрямую зависит от исправности и точной настройки ТНВД. Для обеспечения качественной диагностики и обслуживания данных узлов необходимо иметь специализированные стенды, позволяющие проводить исчерпывающие проверки и измерения.

«Актуальность рассматриваемой темы заключается в том, что в настоящее время автомобилестроению принадлежит самая ведущая роль в развитии и машиностроения вообще, и транспортного машиностроения в частности. Автомобильная промышленность мира – это емкий и весьма значительный сектор мировой экономики и международного бизнеса, ведь это не только собственно автомобили, но и разнообразные товары по обслуживанию автомобиля.

Рынок автомобилей имеет ряд смежных рынков и отраслей: от наиболее тесно прилегающих (рынка деталей и блоков автомобилей и нефтедобывающей промышленности) до менее очевидных (строительство дорог, производство аксессуаров для автомобилей и т.п.). Автомобиль обеспечивает высокую мобильность человека, эффективность труда, определяет современный образ жизни общества. Он является показателем уровня обеспеченности материальными средствами как отдельного человека (его владельца), так и общества или государства в целом (в данном случае речь идет об автообеспеченности населения страны).» [15], [22]

Темой выпускной квалификационной работы является «Разработка конструкции стенда проверки ТНВД для участка топливной аппаратуры».

Целью данной выпускной квалификационной работы является разработка конструкции стенда проверки ТНВД для участка топливной аппаратуры. Создание такого стенда позволит улучшить процесс обслуживания дизельных двигателей, повысить их надежность и эффективность.

В ходе исследования мы будем рассматривать основные технические характеристики ТНВД, особенности их работы, а также различные методы диагностики и проверки. Разработка конструкции стенда и соответствующего программного обеспечения представляет собой важный шаг в совершенствовании технологий обслуживания дизельных двигателей и повышении качества их работы.

Результатом выполнения выпускной квалификационной работы будет являться разработка на уровне технического проекта конструкции стенда для испытания ТНВД в условиях автотранспортного предприятия либо станции технического обслуживания. Также будет выполнен анализ и подбор оснащения для участка ремонта топливной аппаратуры.

# **1 Технический проект участка ремонта топливной аппаратуры**

## **1.1 Описание проектируемого участка**

Участок ремонта топливной аппаратуры является составной частью цехов и отделений предприятия, задействованного в процессе ремонта автомобилей. На участке выполняется комплекс работ, связанных с ремонтом, обслуживанием и диагностикой агрегатов топливной аппаратуры и ее отдельных систем.

Участок ремонта топливной аппаратуры представляет собой специализированное помещение, оснащенное оборудованием для проведения диагностики, ремонта и настройки топливных насосов высокого давления (ТНВД) и других компонентов топливной системы дизельных двигателей.

Помещение располагается в основном производственном корпусе, в непосредственной близости от зоны текущего ремонта. В зоне текущего ремонта производится демонтаж элементов топливной системы, ремонт которых необходимо производить на участке, после чего демонтированный узел доставляется на участок. Половое покрытие участка выполнено по технологии наливного полимерного покрытия по бетонной стяжке. Участок имеет естественное освещение, обеспеченное ленточным остеклением, а также искусственное освещение диодными лампами нейтрального спектра. Электрическое обеспечение на участке осуществлено трехфазной линией на 400В и однофазной линией 240В.

На участке производятся следующие работы, связанные с ремонтом и обслуживанием узлов топливной аппаратуры:

- диагностика ТНВД на специализированном стенде;
- проведение разборочно-сборочных и дефектовочных работ;
- профилактическое обслуживание и настройка узлов топливной аппаратуры;
- калибровка и тестирование ТНВД после ремонта.

Последовательность проведения технологического процесса по ремонту и обслуживанию узлов и агрегатов ТНВД можно описать следующей последовательностью действий:

- прием и диагностика ТНВД;
- разборка и очистка узлов ТНВД;
- замена деталей и компонентов;
- сборка и настройка ТНВД;
- проверка и тестирование на стенде;
- окончательная калибровка перед установкой на двигатель.

В целях соблюдения безопасности проведения работ на участке, к оснащению помещения и рабочих мест предъявляются следующие требования:

- помещение должно быть сухим и чистым, на участке должна быть оборудована приточно-вытяжная вентиляция;
- для поддержания оптимальных условий температуры и влажности в помещении обязательным является наличие системы отопления и кондиционирования воздуха.
- помещение должно иметь достаточное пространство для размещения необходимого оборудования для осуществления технологического процесса, размещенного в соответствии с техническими нормами и требованиями к планировке участков.

Для обеспечения бесперебойного протекания технологического процесса на участке размещается следующее оборудование:

- специализированный стенд проверки ТНВД;
- набор инструментов для разборки, сборки и настройки ТНВД;
- моечное оборудование для очистки деталей;
- калибровочное оборудование для точной настройки ТНВД;
- информационная система для работы с технической документацией и программным обеспечением тестирования.

Соблюдение перечисленных требований к участку и его оснащению позволит обеспечить эффективное и качественное проведение работ по ремонту и обслуживанию топливной аппаратуры, что в свою очередь будет способствовать надежной работе дизельных двигателей.

## **1.2 Персонал участка топливной аппаратуры и режим его работы**

Для проведения комплекса работ, связанных с ремонтом и обслуживанием топливной аппаратуры, на участке находится персонал, имеющий различную квалификацию и специализацию.

Механики-ремонтники, выполняющие работу с механической составляющей узлов топливной аппаратуры:

- персонал имеет опыт работы по ремонту и обслуживанию дизельных двигателей и топливной аппаратуры;
- персонал обладает знанием устройства и принципов работы ТНВД и компонентов топливной системы;
- персонал обладает навыками по диагностике, разборке, сборке, настройке и калибровке ТНВД.

Техники-наладчики выполняют работы, связанные с настройкой и калибровкой оборудования после проведения ремонта механической части:

- персонал специализируется на настройке и калибровке топливных насосов и форсунок;
- персонал обладает необходимыми компетенциями для работ с калибровочным оборудованием и программным обеспечением для тестирования.

Инженерно-технический персонал участка осуществляет общий контроль за проведением работ и осуществляет руководство процессом работ:

- персонал отвечает за контроль качества работ, осуществляет планирование процесса ремонта и обеспечение технической поддержки;

- персонал обладает знаниями в области дизельной техники и топливной аппаратуры.

Квалификационные требования, предъявляемые к персоналу, типичны для технического персонала предприятий обслуживания автомобильного транспорта:

- обязательно наличие профильного образования в области обслуживания автомобильной дизельной техники;
- опыт работы не менее 2-3 лет в сфере ремонта топливной аппаратуры, предпочтительно с дизельными двигателями;
- для персонала, имеющего базовую специализацию, не связанную с ремонтом и обслуживанием топливной аппаратуры, обязательны специальные курсы и сертификаты по ремонту и настройке ТНВД и других компонентов топливной системы.

Для участка ремонта топливной аппаратуры принимаем следующий режим работы:

- пятидневная рабочая неделя с возможным выполнением дежурств или дополнительных часов при необходимости;
- соблюдение технического регламента по проведению работ и безопасности труда;
- обязательное следование инструкциям и рекомендациям производителей по ремонту и обслуживанию ТНВД.

Таким образом, персонал ремонта топливной аппаратуры должен включать в себя специалистов с соответствующим опытом и знаниями в области обслуживания топливных систем автомобилей. Постоянное обучение и соблюдение высоких стандартов квалификации являются основой успешной работы в данной области. Для проекта участка топливной аппаратуры необходим расчет площади, выполненный исходя из размещенного на участке оборудования.

Произведем расчет числа рабочих на участке, исходя из следующих данных. Часовой фонд времени рабочего на участке  $\Phi_{\text{ч}} = 1840$  ч, принимается

для участка ремонта топливной аппаратуры. Годовой фонд времени работы участка принимаем в объёме  $T = 5500$  ч, что соответствует среднему объёму работ по топливной аппаратуре для АТП с парком транспортных средств до 200 единиц. Расчет численности рабочих производится по формуле:

$$\begin{aligned} \text{Ч}_{\text{сп}} &= T / \Phi_{\text{ч}} & (1) \\ \text{Ч}_{\text{сп}} &= 5500 / 1840 = 2,98 \end{aligned}$$

Принимаем явочное число рабочих на участке – 3 человека.

### **1.3 Расчет площади участка ремонта топливной аппаратуры**

Расчет площади участка ремонта топливной аппаратуры производится по площади размещенного на участке оборудования. Данный метод позволяет наиболее точно определить площадь разрабатываемого участка, основываясь на площади выбранного оборудования и коэффициента расстановки оборудования. Расчет площади участка производится по формуле:

$$S_{\text{уч}} = S_{\text{об}} \cdot k \quad (2)$$

где  $S_{\text{об}}$  – площадь оборудования, размещенного на участке (таблица 1);  
 $k$  – коэффициент плотности расстановки оборудования,  $k = 4,5$ .

Площадь оборудования, размещенного на участке ремонта топливной аппаратуры приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Оборудование участка ремонта топливной аппаратуры

Наименование оборудования	Площадь единицы оборудования, м <sup>2</sup>	Количество оборудования на участке	Площадь оборудования, м <sup>2</sup>
Сверлильный станок	0,4	1	0,4
Заточной станок	0,3	1	0,3
Верстак слесарный	1,1	3	3,3
Стенд для ремонта подкачивающих насосов	0,95	1	0,95
Стенд для продува топливной аппаратуры	0,9	1	0,9
Стенд для ремонта и испытания ТНВД	1,2	1	1,2
Высоочастотная мойка	1,1	1	1,1
Стенд для регулировок форсунок	0,8	1	0,8
Стеллаж	0,75	2	1,5
Тумба слесарная	0,5	3	1,5
ИТОГО	-	-	11,95

Произведем расчет площади помещения.

$$S_{\text{уч}} = 11,95 \cdot 4,5 = 53,8 \text{ м}^2$$

Исходя из необходимости привязки к строительным модулям, которые в крупнопанельном строительстве составляют 3 м, окончательно принимаем площадь участка для планировки 54 м<sup>2</sup>.

Результатом выполнения первого раздела выпускной квалификационной работы явился расчет участка ремонта топливной аппаратуры. Были определены перечень рабочих, задействованных на участке ремонта топливной аппаратуры, специализирующиеся на ремонте топливной аппаратуры, что обеспечивает профессиональный подход к выполнению работ и обслуживанию клиентов. Составлен полный перечень оборудования, необходимого для эффективного функционирования участка по ремонту топливной аппаратуры. Это обеспечит выполнение работ на высоком уровне

качества и соблюдение сроков обслуживания. Рассчитана площадь участка в 54 м<sup>2</sup>, что позволяет организовать рабочие процессы эффективно и обеспечивает необходимое пространство для размещения оборудования и рабочих мест. Подготовленный технический проект участка топливной аппаратуры является ключевым элементом для обеспечения эффективной работы сервисного центра и обслуживания клиентов с высоким уровнем профессионализма и качества. Разработанный проект создает базу для дальнейшего развития участка, внедрения новых технологий и методов работы, что позволит повысить конкурентоспособность сервисного центра и улучшить качество предоставляемых услуг.

Таким образом, разработанный технический проект участка топливной аппаратуры обеспечивает необходимую оснащенность, квалификацию рабочих и оптимальное использование площади, что способствует эффективному функционированию сервисного центра и обеспечивает высокий уровень сервиса для клиентов.

## **2 Конструкторский расчет проектируемого стенда для проверки форсунок и ТНВД**

### **2.1 Техническое задание на разработку стенда проверки форсунок и ТНВД**

В рамках выполнения выпускной квалификационной работы требуется разработать стенд для проверки форсунок и топливных насосов высокого давления (ТНВД) на уровне технического проекта. Разрабатываемый стенд должен обеспечить возможность проверки и калибровки форсунок и ТНВД различных типов и гарантировать точность и надежность измерений.

Разрабатываемое изделие должно быть адаптировано к испытанию и промывке форсунок топливной системы и ТНВД грузовых автомобилей.

В качестве базового оборудования рекомендуется использовать стенд для проверки форсунок и ТНВД, установленный в испытательной лаборатории кафедры ПЭА Тольяттинского государственного университета, рисунок 1.



Рисунок 1 – Стенд проверки форсунок и ТНВД

Цель проекта – создание высокоточного и эффективного стенда для диагностики, проверки и калибровки форсунок и ТНВД автомобильных двигателей.

Требования к разрабатываемому стенду проверки форсунок и ТНВД:

- поддержка всех типов форсунок и ТНВД, используемых в современных автомобилях;
- точность и надежность измерений не менее  $\pm 0.5\%$ ;
- возможность проведения динамических и статических тестов;
- автоматизированная система управления и сбора данных;
- интерфейс для подключения к компьютеру для анализа результатов должен быть совместим с РС-компьютерной техникой для передачи данных по цифровой САМ-шине;
- возможность симуляции различных рабочих условий и режимов работы.

Функциональные требования к конструкции стенда для проверки форсунок и ТНВД следующие:

- проведение испытаний форсунок на распыление, давление и герметичность;
- проверка и калибровка ТНВД на выходное давление и расход топлива;
- возможность подключения к компьютеру для анализа данных и управления стендом;
- автоматизированный процесс проверки с возможностью сохранения результатов испытаний.

«В разрабатываемой конструкции должны применяться стандартные комплектующие изделия при проектировании и изготовлении механизма нагружения, таких как двигатели, редукторы, динамометрические измерительные устройства и т.д., предусмотрены условия взаимозаменяемости комплектующих изделий на аналогичные по характеристикам и возможность дальнейшего усовершенствования

конструкции с целью расширения функциональных возможностей при изменении характеристик пусковых стартеров.

Пульт управления должен находиться на высоте 700...800 мм от уровня пола, усилие нажатия на кнопку должно быть не более 20 Н. Все органы управления должны находиться в зоне досягаемости рук оператора, без перемещения туловища. Рабочее положение оператора – стоя. Приборы должны располагаться на панели, располагаемой в поле зрения оператора.

Внешние очертания механизма должны отвечать требованиям технической эстетики и передавать функциональный характер. Композиционное решение установки должно быть таково, что гармоничное соотношение элементов достигается за счет пропорционального сочетания элементов конструкции, пропорциональный подбор габаритов станины и моста, смонтированных на стенде. Визуально создается впечатление устойчивости конструкции. Острые углы стенда рекомендуется скруглить, рекомендуется окрасить станину и агрегаты стенда в серо-зеленый либо в серо-голубой цвет. Внутренние поверхности защитных кожухов и электрошкафов окрасить в красный цвет. Не допускаются выступающие за габариты стенда детали, если того не требует их функциональное предназначение.» [7], [18]

Требования к безопасности разрабатываемого стенда проверки форсунок и ТНВД:

- при разработке стенда необходимо обеспечить безопасность персонала при работе со стендом путем вынесения пульта за пределы опасной зоны, изолирования подвижных частей стенда или агрегатов, находящихся под напряжением и невозможности запуска стенда, если опасные или подвижные части не закрыты защитными кожухами;
- в конструкции стенда необходимо использовать материалы и компоненты, отвечающие стандартам безопасности;
- в конструкции стенда необходимо предусмотреть аварийное отключение в случае возникновения нештатных ситуаций.

Требования к технической документации, разрабатываемой в рамках выполнения технического проекта:

- в процессе проектирования стенда необходимо разработать руководство пользователя с подробным описанием работы стенда;
- в процессе разработки стенда требуется предоставить техническую документацию на все компоненты стенда на уровне технического проекта.

Разработка стенда должна быть завершена в течение срока выполнения выпускной квалификационной работы, предусмотренного учебным планом. Данное техническое задание является основой для разработки современного и эффективного стенда для проверки форсунок и ТНВД, который позволит повысить качество обслуживания автомобилей и оптимизировать рабочие процессы в сервисных центрах.

## **2.2 Техническое предложение на разработку стенда проверки форсунок и ТНВД**

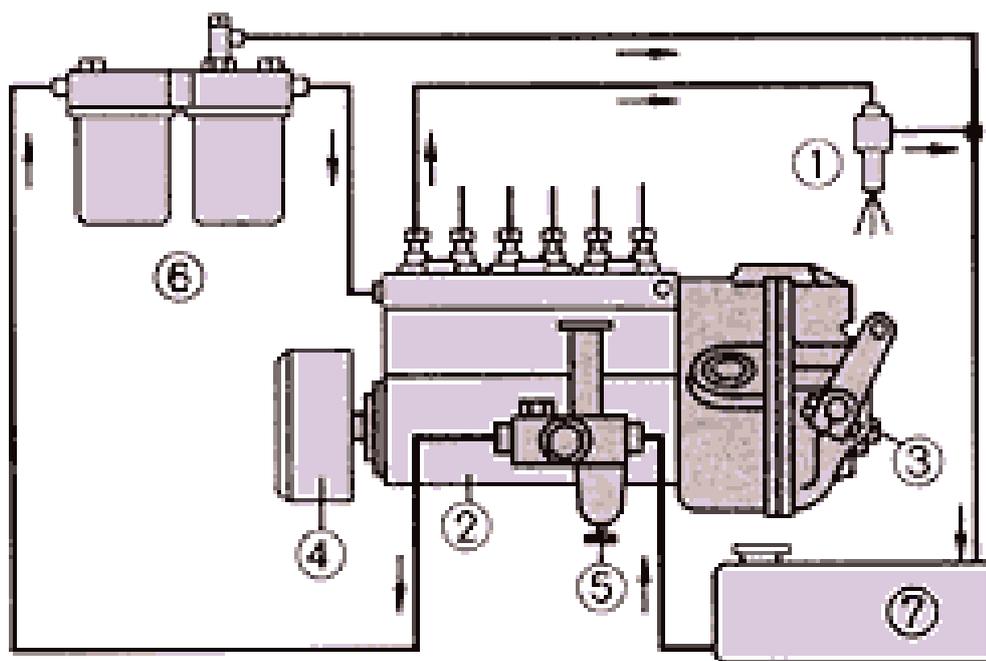
Получено техническое задание на разработку стенда проверки форсунок и ТНВД. Задание получено в рамках выполнения выпускной квалификационной работы.

«Изделие относится к испытательной технике, и может быть использовано при испытаниях насосов высокого давления. Цель внедрения— расширение технологических возможностей.

Анализ аналогов конструкции произведен в соответствующем разделе и представлен на листе графической части.

Аналогами устройства являются следующие выпускаемые серийно образцы:

Устройство для промывки ТНВД и форсунок Ярославского завода топливной аппаратуры, рисунок 2.» [1], [17]



1 – форсунка; 2 – ТНВД; 3 – регулятор частоты вращения; 4 – муфта привода ТНВД; 5 – подкачивающий насос; 6 – топливные фильтры; 7 – топливный бак

Рисунок 2 – Устройство для промывки ТНВД и форсунок Ярославского завода топливной аппаратуры

«Для проверки ТНВД снимают с дизельного двигателя и устанавливают его на стенде с эталонными форсунками или форсунками с проверяемого дизельного двигателя.» [2], [23]

«Цикловая подача определяется активным ходом плунжера - от момента отсечки его верхней кромкой впускного отверстия до совмещения спиральной канавки на поверхности плунжера с перепускным отверстием в гильзе. В процессе эксплуатации вследствие износа плунжерной пары увеличиваются утечки топлива, изменяются условия впрыскивания. Поэтому необходимо периодически регулировать цикловую подачу, чтобы обеспечить равномерное впрыскивание топлива по цилиндрам и обеспечить максимальную подачу топлива для получения максимальной мощности. Настройку подачи топлива плунжерными парами производят поворотом регулирующей втулки с двумя

пазами, в которые входят выступы плунжера, относительно связанного с управляющей рейкой зубчатого сектора. При этом изменяется активный ход плунжера, момент окончания впрыска топлива и соответственно цикловая подача.» [5], [16]

«Подсистема фильтрации обычно содержит фильтры грубой и тонкой очистки. Для эксплуатации при низких температурах они, а также трубопроводы, оборудуются подогревателями. Для предотвращения замерзания воды в системе следует систематически сливать отстой из фильтра грубой очистки. Кроме того, необходимо периодически промывать его растворителем (например, ацетоном) и продувать воздухом. В фильтрах тонкой очистки расположен редукционный клапан, поддерживающий перед ТНВД давление 0,12 МПа, которое регулируют подбором шайб под пружиной клапана. При замене фильтрующих элементов в фильтрах тонкой очистки меняют также и прокладки. Если это не представляется возможным, то для обеспечения герметичности стыка крышку при сборке следует установить в первоначальное положение, для чего на ней делают соответствующие метки. Подкачивающий насос используется для забора топлива из бака, прокачивания его через фильтры и подачи под давлением 0,08...0,12 МПа в ТНВД, а также для обеспечения циркуляции горючего. Производительность этого насоса примерно вдвое превышает максимальный расход топлива двигателем. Таким образом обеспечивается удаление пузырьков воздуха и паров топлива при его отсечке в ТНВД. Подкачивающий насос устанавливается, как правило, на корпусе ТНВД и приводится в действие от эксцентрика на его кулачковом валу. Давление подаваемого топлива определяется усилием расположенной в поршне пружины. Для заполнения топливом фильтра, удаления воздуха из системы питания после длительной стоянки или ремонта некоторые дизельные двигатели оборудуются дополнительными подкачивающими насосами с ручным приводом.» [4], [7]

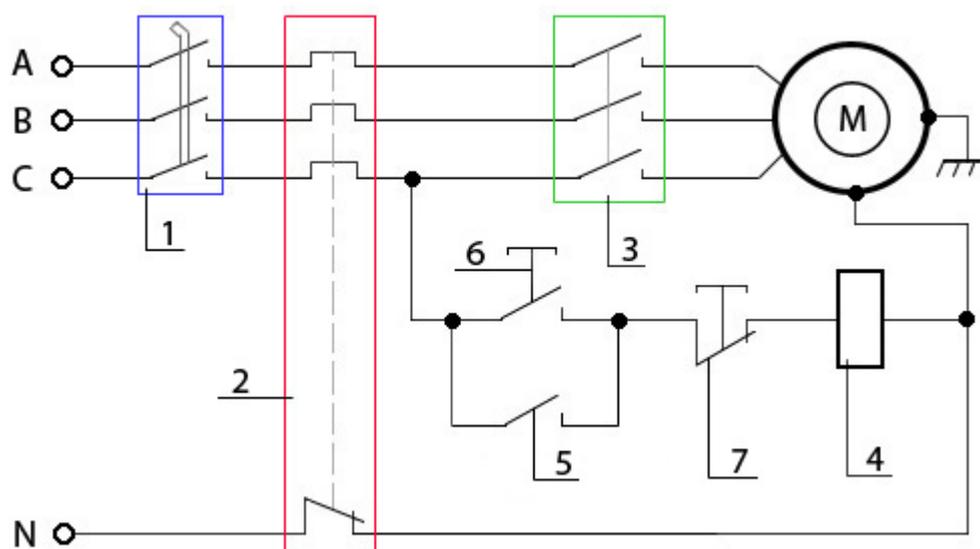
«Очевидно, что конструкция, рассмотренная в качестве аналога имеет ряд недостатков, а именно:

- отсутствие возможности проверки ТНВД других типов ввиду сложности перенастройки стенда;

- сложность закрепления ТНВД разных типов, необходимость подгонки размещения привода.

Предлагаемая к разработке конструкция будет ориентирована на устранение изложенных недостатков. В частности, привод предполагается выполнить в виде отдельного узла, что позволит производить переподрключение ТНВД различных типов с наименьшими трудозатратами. Также предполагается оснастить рампу, где закрепляется блок форсунок, мерными емкостями, которые позволят контролировать производительность каждой из секций ТНВД в отдельности.» [24], [30]

Электрическая схема стенда приведена на рисунке 3.



1 - выключатель автоматический (3х-полюсный автомат), 2 - тепловое реле с размыкающими контактами, 3 - группа контактов магнитного пускателя, 4 - катушка магнитного пускателя (в данном случае рабочее напряжение катушки - 220 в), 5 - блок-контакт нормально разомкнутый, 6 - кнопка "Пуск", 7 - кнопка "Стоп".

Рисунок 3 Электрическая схема стенда

«Предполагается подключение двигателя стенда по типовой схеме. Каких-либо особенностей схема подключения не имеет. Для обеспечения регулирования частоты вращения предполагается применение в составе стенда частотного регулятора, который позволит производить проверку угла опережения впрыска ТНВД (не показан на схеме).» [8], [10]

«Рассмотрим отдельные узлы предполагаемой конструкции. Наиболее характерным будет являться блок колб, отвечающих за определение производительности каждой из секций ТНВД. Вариант компоновки механизма крепления блока емкостей для сбора жидкости приводится на рисунке 4.» [21]

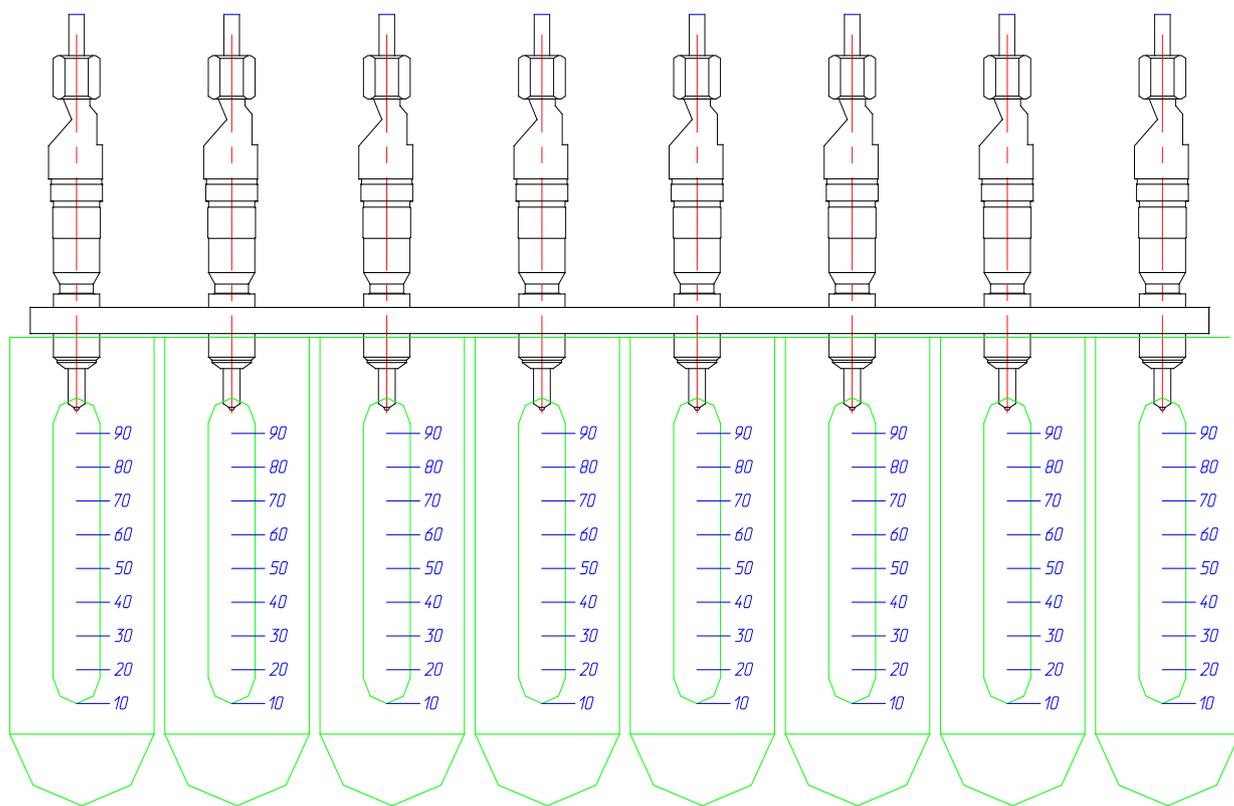


Рисунок 4 - Вариант компоновки узла мерных емкостей

«Предполагается закрепление мерных емкостей на единой рампе. Форсунки будут вкручиваться в специальные пистоны, располагаемые на рампе через равные промежутки. Мерные емкости выполняются в виде колб, с

нанесенными делениями. Предполагается изготовить колбы из пластика, как наименее подверженного разрушению при ударных нагрузках в результате неосторожного обращения.» [14], [21]

Узел крепления ТНВД представлен на рисунке 5.

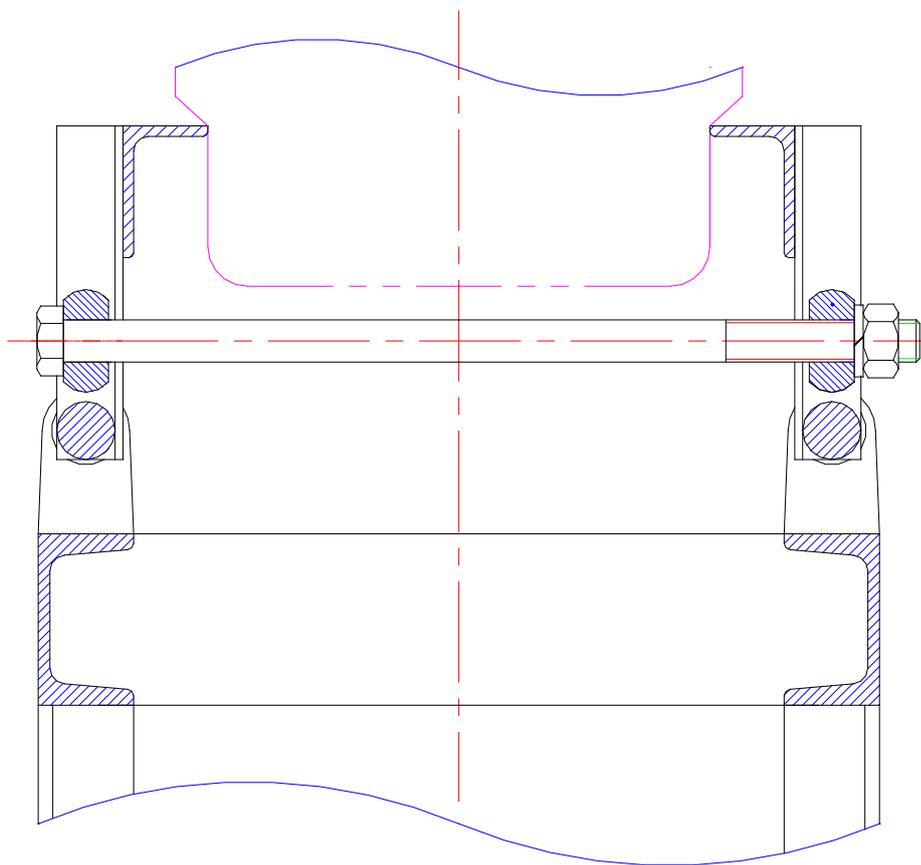


Рисунок 5 - Узел крепления ТНВД

«Предполагается крепление ТНВД при помощи струбцины, выполненной из уголков путем сваривания. Подобное решение позволит максимально быстро производить установку различных ТНВД при проведении работ по их контролю и испытанию. В качестве направляющих предположительно будут использоваться выточенные из стали втулки, так как нагрузка при закреплении будет весьма значительна.» [9], [20]

В результате анализа существующих решений и аналогов, было выявлено, что большинство существующих стендов имеют ограниченный

функционал, не всегда соответствуют современным стандартам точности измерений и не обладают возможностью проведения полного комплекса тестов. Техническое предложение направлено на создание высокоточного и универсального стенда, который будет сочетать в себе все необходимые функции для проверки и калибровки форсунок и ТНВД с учетом технических требований.

При разработке проекта стенда особое внимание было уделено конструктивным узлам, обеспечивающим высокую надежность и удобство в эксплуатации. Были проанализированы и оптимизированы следующие компоненты конструкции стенда:

- механическая часть, обеспечивающая стабильность и точность испытаний;
- интерфейс, для удобства работы оператора и анализа результатов;
- безопасность, как важный аспект, обеспечивающий защиту персонала и оборудования.

Разработка стенда для проверки форсунок и ТНВД представляет собой перспективное направление, позволяющее повысить качество обслуживания топливной аппаратуры автомобилей. Предлагаемый стенд будет не только соответствовать современным стандартам качества и безопасности, но и дать возможность расширения функционала в будущем. Все эти факторы делают техническое предложение на разработку стенда проверки форсунок и ТНВД конкурентоспособным и перспективным для успешной реализации и внедрения в производство. Стенд предназначен для испытания ТНВД Ярославского завода ЯЗДА 33-02, 33-10, 334, 337-20, 337-23, 337-40, 337-42.

### 2.3 Расчет сил, воздействующих на механизмы стенда в процессе эксплуатации и определение параметров конструкции

Проектируемый стенд не имеет большого количества механизмов, нуждающихся в проведении инженерных расчетов. Основными расчетами, которые требуются для стендов данного типа является расчет производительности насоса и приводного электродвигателя, подбираемого по мощности.

Произведем расчет производительности насоса. Расчет производится по формуле.

$$Q = \alpha \cdot n \cdot \mu \cdot \omega \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H} \quad (3)$$

где  $Q$  – производительность насоса

$\alpha = 1.3$  - коэффициент запаса

$n = 10$  – количество форсунок, предполагаемое

$\mu = 0,5$ - коэффициент расхода

$\omega = 0,00008$ - площадь поперечного сечения сопла форсунки, м<sup>2</sup>

$H = 55$  – напор, МПа

$$Q = 1,3 \cdot 10 \cdot 0,5 \cdot 0,00008 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 55 \cdot 10^6} = 0.168 \text{ м}^3/\text{мин}$$

В качестве привода применяем электродвигатель 4А112М4У3 по ГОСТ 19523 – 85,  $n = 3000$  об/мин,  $N_e = 2,5$  кВт.

Выбор электродвигателя производится в соответствии с требованиями к проведению испытаний агрегатов топливной аппаратуры, а также на основании характеристик рассчитанного насоса, обеспечивающего прокачку топлива при проведении испытаний.

В конструкторском разделе выпускной квалификационной работы проведена разработка технического задания на создание стенда для проверки

форсунок и топливных насосов высокого давления (ТНВД). Техническое предложение включает в себя все необходимые требования к функциональности, безопасности и документации, необходимые для успешной реализации проекта. Выполнены конструкторские расчеты насоса и электродвигателя, учитывающие требования к давлению, расходу топлива и другим параметрам, необходимым для эффективной работы стенда. Полученные результаты позволяют утверждать, что выбранные насос и электродвигатель соответствуют требуемым характеристикам и обеспечат надежное и точное функционирование стенда. На основе результатов проведенных расчетов можно приступать к проектированию конструкции стенда, включая выбор материалов, компонентов и систем управления. Рекомендуется провести дополнительные проверки совместимости выбранных компонентов и их взаимодействия в рамках общей концепции стенда. Полученные результаты конструкторских расчетов и разработки технического задания и предложения свидетельствуют о грамотной подготовке к проектированию стенда для проверки форсунок и ТНВД. Дальнейшая работа должна быть направлена на уверенное выполнение всех этапов проектирования, производства и внедрения стенда с соблюдением всех установленных требований и стандартов.

### **3 Технологический раздел выпускной квалификационной работы**

#### **3.1 Описание проверяемого топливного насоса высокого давления (ТНВД) и его возможных неисправностей**

Топливный насос высокого давления (ТНВД) является ключевым компонентом системы впрыска топлива дизельных двигателей. ТНВД отвечает за подачу топлива в форсунки под высоким давлением для их распыления и воспламенения в цилиндрах двигателя. Он обеспечивает точное дозирование и распределение топлива под высоким давлением, что влияет на эффективность и мощность двигателя.

ТНВД принимает топливо из топливного бака и по мере необходимости подает его под давлением в форсунки. Подача топлива из бака к ТНВД осуществляется при помощи насоса низкого давления. Частью агрегата ТНВД является механизм подачи топлива (обычно поршневой или роторный), который создает давление для распыления топлива в цилиндрах двигателя.

«Мощность двигателя и исправная его работа напрямую зависят от исправности и правильных регулировок ТНВД. При эксплуатации ТНВД и двигателя нельзя забывать про очистку топлива от вероятных загрязнений. Если загрязненное топливо попадет в насос, то неизбежна его поломка. Ремонт насоса является дорогостоящим процессом, как по запасным частям так и по трудоемкости. После разборки и сборки необходима настройка правильных параметров топливного насоса.» [6], [15]

Рассмотрим возможные неисправности ТНВД, возникающие в процессе эксплуатации:

- утечка топлива может возникнуть из-за износа уплотнительных элементов, приводя к понижению давления или некорректной подаче топлива;
- износ или поломка внутренних компонентов ТНВД могут привести к снижению давления топлива, что влияет на работу двигателя;

- засорение фильтров, проблемы с электромагнитными клапанами или датчиками могут вызвать неравномерную подачу топлива;

- поршни, клапаны, ролики и другие детали ТНВД могут изнашиваться со временем, что приведет к снижению эффективности и надежности работы.

Регулярное обслуживание, проверка и замена изношенных компонентов помогут поддерживать надлежащее функционирование ТНВД и предотвращать серьезные неисправности двигателя.

### **3.2 Описание технологического процесса проверки форсунок и ТНВД на специализированном стенде**

Технологический процесс проверки форсунок и ТНВД на специализированном стенде состоит из ряда последовательно выполняемых операций, укрупненно описываемых следующей последовательностью.

- Подключение форсунок и ТНВД к специализированному стенду, обеспечивая все необходимые соединения.

- Проверка соответствия параметров испытуемых форсунок и ТНВД стандартам производителя.

- Форсунки:

- Запуск тестового цикла, включающего проверку распыления топлива, давления и расхода.

- Оценка равномерности распыления и объема расхода топлива для каждой форсунки.

- Анализ реакции форсунок на изменения давления и сравнение результатов с нормативами.

- ТНВД:

- Проверка подачи топлива под разными режимами работы двигателя (холостой ход, максимальная нагрузка и т. д.).

- Измерение давления, объема поданного топлива и частоты вращения вала ТНВД.

- Оценка эффективности работы ТНВД и его соответствия требуемым параметрам.
- Сравнение измеренных значений с нормативами и установленными стандартами.
- Идентификация любых отклонений от нормы и определение неисправностей, если они обнаружены.
- Фиксация результатов проверки для дальнейшего анализа и принятия решений о дальнейших действиях.
- Отключение форсунок и ТНВД от стенда после завершения проверки.
- Проведение необходимых корректирующих действий в случае выявления неисправностей.
- Выдача отчета о результатах проверки, включая выявленные проблемы и рекомендации по дальнейшему обслуживанию или ремонту.

Такая технология проверки на специализированном стенде помогает обеспечить эффективную работу форсунок и ТНВД, а также выявить потенциальные проблемы и предотвратить серьезные поломки в будущем.

### **3.3 Технологическая карта проверки ТНВД и форсунок на стенде**

Разработка технологической карты является важной частью формирования инженерных навыков. Также технологическая карта позволяет структурированно описать операции и переходы при проведении технологической операции проверки агрегатов топливной аппаратуры. Технологическая карта приведена в таблице 2, а также на листе графической части выпускной квалификационной работы.

Исполнителем является сотрудник участка ремонта топливной аппаратуры, обученный работе на стенде.

Таблица 2 – Технологическая карта

Наименование операции, перехода	Инструмент, приспособление	Трудоемкость, мин	Примечание
1 Установка ТНВД на стенд	-	13,5	-
1.1 Поставить ТНВД нанаправляющие опоры стенда	-	0,5	-
1.2 Прикрутить ТНВД болтами копорам	Ключ на 13	2	-
1.3 Прикрутить приводной вал стенда к ТНВД	Ключ 14-17	2	-
1.4 Прикрутить топливные трубки к ТНВД и форсункам	Два ключа 17-19	5	-
1.5 Прикрутить шланг подачи топлива к ТНВД	Ключ 17-19	1	-
1.6 Прикрутить шланг отвода топливаот ТНВД	Ключ 17-19	1	-
1.7 Прикрутить шланг подачи масла к ТНВД	Ключ 17-19	1	-
1.8 Прикрутить шланг отвода масла от ТНВД	Ключ 17-19	1	-
2 Испытание и настройка ТНВД	-	99.2	-
2.1 Включить стенд	-	0,5	-
2.2 Включить подачу дизельного топлива и масла к ТНВД	-	0,5	-
2.3 Включить вращение ТНВД	-	0,5	В нужном направлении.По модели ТНВД
2.4 Покрутить ТНВД на холостом ходу от завоздушивания	-	5	В стеклянных стаканчиках не должно быть пены
2.5 Включить режимы 100 об/мин и 100 ходов	-	0,5	-
2.6 Проверить пусковую подачутоплива	-	2	Во всех колбах должно быть одинаковое 24 см <sup>3</sup> количество топлива
2.7 Слить колбы перевернув рычагом	-	0,5	
2.8 Отрегулировать пусковую подачу ТНВД рейками	Ключ 10 -12	5	При не одинаковых количествах в мерных колбах
2.9 Повторить переходы 2.5 – 2.7 при необходимости	-	3	-

Продолжение таблицы 2

Наименование операции, перехода	Инструмент, приспособление	Трудоемкость, мин	Примечание
2.10 Включить режимы 650 об/мин и 200 ходов	-	0,5	Рукоятками стенда
2.11 Проконтролировать наполнение в колбах	-	2	Во всех колбах должно быть одинаковое 30 см <sup>3</sup> количество топлива
2.12 Слить колбы перевернув рычагом	-	0,5	
2.13 Отрегулировать подачу поворотом секции плунжеров	Ключ 17-19	5	
2.14 Повторить переходы 2.10 – 2.13	-	8	При не одинаковых количествах в мерных колбах
2.15 Включить режимы 800 об/мин и 200 ходов	-	0,5	
2.16 Произвести контроль подачи	-	2	Необходимая подача 27см <sup>3</sup> /мин
2.18 Слить колбы перевернув рычагом	-	0,5	Во всех колбах должно быть одинаковое количество топлива
2.19 Отрегулировать подачу поворотом секции плунжеров	Ключ 17-19	5	
2.20 Повторить переходы 2.15 – 2.18	-	8	При не одинаковых количествах в мерных колбах
2.21 Включить режимы 1100 об/мин и 200 ходов	-	0,5	
2.22 Произвести контроль подачи	-	2	Необходимая подача 25см <sup>3</sup> /мин
2.23 Слить колбы перевернув рычагом	-	0,5	Во всех колбах должно быть одинаковое количество топлива
2.24 Отрегулировать подачу поворотом секции плунжеров	Ключ 17-19	5	
2.25 Повторить переходы 2.20 – 2.23	-	8	При не одинаковых количествах в мерных колбах

Продолжение таблицы 2

Наименование операции, перехода	Инструмент, приспособление	Трудоемкость, мин	Примечание
2.26 Включить режимы 500 об/мин и 200 ходов	-	0,5	
2.27 Произвести контроль подачи	-	2	Необходимая подача 25см <sup>3</sup> /мин
2.28 Слить колбы перевернув рычагом	-	0,5	Во всех колбах должно быть одинаковое количество топлива
2.29 Отрегулировать подачу поворотом секции плунжеров	Ключ 17-19	5	
2.30 Повторить переходы 2.25 – 2.28	-	8	При не одинаковых количествах в мерных колбах
2.31 Включить режимы 300 об/мин и 100 ходов	-	0,5	
2.32 Произвести контроль подачи	-	2	Необходимая подача 3-4см <sup>3</sup> /мин
2.33 Слить колбы перевернув рычагом	-	0,5	Во всех колбах должно быть одинаковое количество топлива
2.34 Отрегулировать подачу поворотом секции плунжеров	Ключ 17-19	5	
2.35 Повторить переходы 2.29 – 2.17	-	8	При не одинаковых количествах в мерных колбах
2.36 Включить обороты стенда 1250 об/мин	-	0,2	
2.37 Проверить отключение подачи топлива	-	1	Если топливо подается, отремонтировать ТНВД
2.38 Выключить стенд	-	0,5	
3 Снятие ТНВД со стенда	-	13,5	
3.1 Открутить шланг подачи топлива к ТНВД	Ключ 17-19	1	
3.2 Открутить шланг отвода топлива от ТНВД	Ключ 17-19	1	

Продолжение таблицы 2

Наименование операции, перехода	Инструмент, приспособление	Трудовое мкость, мин	Примечание
3.3 Открутить шланг подачи масла к ТНВД	Ключ 17-19	1	
3.4 Открутить шланг отвода масла от ТНВД	Ключ 17-19	1	
3.5 Открутить приводной вал стэндаот ТНВД	Ключ 14-17	2	
3.6 Открутить топливные трубки от ТНВД и форсунок	Два ключа 17-19	5	

В процессе разработки технологического процесса проверки ТНВД была подробно изучена конструкция данного устройства. Понимание принципов работы и устройства ТНВД позволило оптимизировать процесс проверки и обеспечить более точные результаты. Проведенные проверки на специализированном стенде помогли выявить различные неисправности в работе ТНВД. На основе обнаруженных дефектов были разработаны рекомендации по дальнейшей диагностике и ремонту устройства.

В ходе работы была разработана подробная технологическая карта, описывающая каждый этап проверки ТНВД на специализированном стенде. Технологическая карта содержит инструкции по подготовке к проверке, сам процесс проверки и анализ результатов, что обеспечивает стандартизацию и повышение эффективности работы. Разработанный технологический процесс проверки ТНВД на специализированном стенде является важным инструментом для поддержания и контроля качества работы топливной аппаратуры. Этот процесс позволяет оперативно выявлять неисправности, улучшать производительность ТНВД и обеспечивать безопасность эксплуатации двигателей.

Дальнейшее развитие и совершенствование данного технологического процесса позволит повысить эффективность обслуживания и увеличить срок службы автомобильных двигателей.

## **4 Безопасность и экологичность участка механической сборки**

### **4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика технического объекта**

В рамках выполнения выпускной квалификационной работы рассматривается технологический процесс сборки узлов и агрегатов стенда испытания ТНВД, а также операции связанные с заготовительными и сборочно-сварочными работами по раме проектируемого стенда. Для осуществления данного технологического процесса, для его безопасной организации при производстве необходимо рассмотреть комплекс факторов, оказывающих влияние на рабочих, занятых при осуществлении комплексного технологического процесса сборки. Рассмотрим основные моменты, связанные с особенностями проведения технологического процесса, а также характеристики участка, на котором осуществляется технологическая операция.

Рама стенда, проектируемого в рамках выпускной квалификационной работы, представляет собой, изготовленную из стального проката различного сортамента. Материал труб – сталь 20 и сталь 20кп.

«В рамках раздела нами исследуется сборочный участок, на котором осуществляется технологический процесс сборки транспортного средства. Сборочный участок является основным местом осуществления технологической операции сборки и относится к мелкосерийному производству. В первую очередь это означает, что данный участок, являясь частью опытно-промышленного производства, не ориентирован на специализированные работы, а занят в широком спектре выполняемых производственных функций. Оборудование, которое находится на участке – универсальное. Оборудование группируется по своему функционалу – сварочное, металлорежущее, шлифовальное и т.п.

Зоны выполнения работ, связанных с избыточным тепловыделением, выделением продуктов горения или ультрафиолетового излучения, таких как сварка на стапеле, зона термической обработки металла отделяются от основного помещения защитными экранами и оснащаются вытяжкой. Те же ограждения применяются для групп оборудования, чья работа связана с повышенным шумом, например абразивно-режущие станки.

Половое покрытие на всем участке выполнено из каучуковой плитки. Термические зоны имеют половое покрытие из наливного термостойкого полимера.» [3], [13]

Общие технические характеристики участка приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Общие технические характеристики сборочного участка

Наименование технической характеристики участка	Значение характеристики
Класс функциональной пожарной опасности	Ф1.3
Степень огнестойкости	I
Класс конструктивной пожарной опасности	С0
Степень долговечности здания	II
Уровень ответственности здания	II
Электроснабжение участка	трехфазная, 380В
Выделенная мощность, кВА	25

Основные технологические операции, осуществляемые на сборочном участке, осуществляются в рамках технологического процесса. Основными этапами процесса сборки будут являться:

- заготовительные операции;
- операции черновой механической обработки;
- операции чистовой механической обработки;
- сварочные операции;
- сборочные операции из корпусных изделий и сборочных единиц;
- окрашивание или нанесение защитных покрытий.

В таблице 4 приводится перечень технологических операций, осуществляемых на исследуемом участке.

Таблица 4 – Осуществляемые на участке технологические процессы и операции

Наименование технологического процесса	Наименование технологической операции и, вида выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс	Оборудование, устройство, приспособление	Материал, вещества
Заготовительная операция	Резка профильной трубы	Слесарь 5-го разряда	Торцевая абразивная пила PRN-320	Сталь 3, Сталь 20, Сталь 20кп
Черновая механическая обработка	Подрезка стыков	Слесарь 5-го разряда	Угловая шлифовальная машина Bosch PWS 650-115	Сталь 3, Сталь 20, Сталь 20кп
Чистовая механическая обработка	Шлифовка	Слесарь 5-го разряда	Угловая шлифовальная машина Bosch PWS 650-115	Сталь 3, Сталь 20, Сталь 20к
Сварочная операция	Сварка труб каркаса	Сварщик	Инверторный аппарат дуговой сварки MMA-200S	Сталь 3, Сталь 20, Сталь 20кп
Сборочная операция	Сборка	Слесарь-сборщик	Стапель сборки	Сталь 3, Сталь 20, Сталь 20кп
Нанесение защитного слоя на металлическую раму	Окраска	Маляр	Краскопульт безвоздушного распыления Graco	Эмаль ЭЦ

Таким образом, определен перечень технологических операций, осуществляемых на участке. Далее следует определить перечень опасных и вредных факторов, воздействующих на работников, исходя из означенного перечня технологических операций.

## 4.2 Идентификация профессиональных рисков

Процесс механической обработки заготовок, изготовления узловых конструкций и окончательная сборка сопряжены с различными профессиональными рисками для работников. Рассмотрим основные угрозы, с которыми сталкиваются сотрудники на участке механической сборки, и выявим способы их предотвращения для обеспечения безопасности и здоровья персонала на производстве. Идентификация профессиональных рисков приведена в таблице 5.

Таблица 5 - Идентификация профессиональных рисков

Технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и вредный производственный фактор	Источник опасного и вредного производственного фактора
Заготовительные работы и механическая обработка	Повышенный уровень шума,	Угловая шлифовальная машина
	Мелкодисперсная минеральная и металлическая пыль	Материал шлифовальных камней и дисков
	Возгорание пыли при обработке деталей и изделий	Искры
	Статическая нагрузка	Угловая шлифовальная машина
	Шум	Угловая шлифовальная машина
	Ультразвук	Угловая шлифовальная машина
	Вибрации	Угловая шлифовальная машина

Продолжение таблицы 5

Сварка	Интенсивное ультрафиолетовое излучение сварочной дуги	Сварочный аппарат
	Искры, брызги расплавленного металла	Материал детали
	Электромагнитные поля	Сварочный аппарат
	Сварочный дым, имеющий в составе твердые и газообразные токсические вещества	Материал детали
	Шум	Сварочный аппарат
	Ультразвук	Сварочный аппарат
	Статическая нагрузка	Сварочный аппарат
Чистовая механическая обработка	Повышенный уровень шума,	Угловая шлифовальная машина
	Мелкодисперсная минеральная и металлическая пыль	Материал детали и шлифовального диска
	Возгорание пыли при обработке деталей и изделий	Искры
	Статическая нагрузка	Угловая шлифовальная машина
	Шум	Угловая шлифовальная машина
	Ультразвук	Угловая шлифовальная машина
Нанесение защитного слоя на металлическую раму	Испарение токсичных веществ	Эмаль ЭЦ
	Статическая нагрузка	Краскопульт безвоздушного распыления Graco

Выявленные профессиональные риски позволят разработать методы для их минимизации или нейтрализации, а также произвести подбор необходимых средств индивидуальной защиты (СИЗ).

### 4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

В современных условиях охраны труда и производственной безопасности важно не только осознавать возможные профессиональные риски на рабочем месте, но и активно принимать меры по их снижению и предотвращению. Рассмотрим разнообразные методы и средства, которые могут быть использованы для сокращения возможных опасностей на участке

механической сборки. Будут определены как технические аспекты, включающие внедрение безопасного оборудования и технологий, так и организационные меры, такие как обучение персонала, разработка процедур безопасной работы и поощрение соблюдения правил безопасности. Определим средства персональной защиты, необходимость профилактических медицинских осмотров и других методов, направленных на создание безопасной и здоровой рабочей среды для сотрудников участка механической сборки.

«Приказ Министерства труда и социальной защиты российской федерации от 19 августа 2016 г. № 438н «Об утверждении типового положения о системе управления охраной труда». Методы, приведённые в таблице 6, соответствуют приказу. Они были специально разработаны, как и средства индивидуальной и коллективной защиты, для снижения воздействия каждого опасного и вредного производственного фактора. Соответственно всё было проверено на практике и только после этого утверждено, следует они являются эффективными.» [12], [19], [31]

Таблица 6 – Методы и средства снижения профессиональных рисков

Опасный и вредный производственный фактор	Методы и средства защиты, снижения, устранения опасного и вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
Ультрафиолетовое излучение сварочной дуги	Использования специальной одежды. Применение средств коллективной защиты (нанесение предупреждающих надписей, информационных табличек, меток и т.д.)	Сварочная маска, сварочные перчатки
Искры, брызги расплавленного металла	Использования специальной одежды. Использование средств защиты органов зрения и органов дыхания.	Спецовка, защитные очки, защитные перчатки, специальные ботинки.

Продолжение таблицы 6

Электромагнитные поля	Использование согласованных нагрузок и поглотителей мощности, снижающих напряженность и плотность потока энергии электромагнитных волн;	Очки и спецодежда, выполненная их металлизированной ткани.
Сварочный дым, имеющий в составе твердые и газообразные токсические вещества. Мелкодисперсная пыль. Наличие в воздухе рабочей зоны вредных веществ	Проветривание помещения. Применение средств индивидуальной защиты.	Респиратор, фильтрующая маска.
Шум	Уменьшение акустики помещения за счёт специальных материалов, наложенных на стены или крупные металлические предметы.	Беруши
Ультразвук	Использование изолирующих корпусов и экранов. Недопущение длительного воздействия. Обеспечение технических перерывов в работе	Противошумы. Резиновые и хлопчато-бумажные перчатки надеты совместно.

Обозначенные методы снижения профессиональных рисков позволяют значительно снизить воздействие на работающих и повысить общий уровень безопасности на производстве.

#### **4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта**

В обеспечении пожарной безопасности технического объекта заключается один из важнейших аспектов обеспечения надежной и безопасной работы предприятия. Пожарная безопасность является неотъемлемой частью общей системы безопасности и требует комплексного подхода и постоянного контроля. Понимание и строгое соблюдение мер по обеспечению пожарной безопасности являются ключевым элементом для защиты жизни и имущества на техническом объекте.

«В таблице 7 приведена идентификация источников потенциального возникновения класса пожара и выявленных опасных факторов пожара, с разработкой технических средств.» [19], [25], [29]

Таблица 7 – Идентификация источников потенциального возникновения класса пожара и выявленных опасных факторов пожара

Наименование участка	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
Сборочный участок	Инверторный аппарат дуговой сварки MMA-200S	А – твёрдые материалы.	Дым, искра, открытый огонь, интенсивное тепловое излучение.	Низкая влажность, наличие рядом с источником возгорания хлопчатобумажных изделий, древесины, и др. горючих материалов
	Угловая шлифовальная машина Bosch PWS 650-115	А – твёрдые материалы.	Дым, искра, открытый огонь, интенсивное тепловое излучение.	Низкая влажность, наличие рядом с источником возгорания хлопчатобумажных изделий, древесины, и др. горючих материалов
	Краскопульт безвоздушного распыления Graco	В – горение жидкостей	Натуральные и синтетические масла, лакокрасочные изделия.	Пары легковоспламеняющихся жидкостей, которые взрываются при смешении с воздухом

«В таблице 8 приведены первичные и мобильные средства пожаротушения, средства пожарной автоматики и индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре, пожарное оборудование и инструмент.» [11], [19]

Таблица 8 – Средства пожаротушения и противопожарное оборудование

Первичные средства пожаротушения	Огнетушитель, бочка с водой, ткань асбестовая, ящики с песком
Мобильные средства пожаротушения	Пожарный автомобиль
Установки пожаротушения	Автоматические установки пожаротушения
Средства пожарной автоматики	приборы приемно-контрольные пожарные приборы управления пожарные технические средства оповещения и управления эвакуацией пожарные системы передачи извещений о пожаре
Пожарное оборудование	Модуль порошкового пожаротушения
Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	средства защиты органов дыхания (респираторы, противогазы, самоспасатели изготовленные из подручных средств, противопыльные тканевые маски и марлевые повязки), средства защиты кожного покрова (защитные костюмы, резиновые сапоги и др.)
Пожарный инструмент (механизированный и не механизированный)	Немеханизированный: пожарная багра, топор, лом. Механизированный: гидронасос, силовой режущий узел.
Пожарная сигнализация, связь и оповещение	Система оповещения о пожаре, сигнализация

«В соответствии с видами выполняемых заготовительных,

обрабатывающих и сборочных работ в здании и с учетом типа и особенностей реализуемых технологических процессов, в таблице 9 указаны эффективные организационно-технические мероприятия по предотвращению пожара.» [19], [28]

Таблица 9 – Организационно-технические мероприятия по предотвращению пожара

Наименование технологического процесса, вид объекта	Наименование видов работ	Требования по обеспечению пожарной безопасности
Сваривание металлических труб	Сварка	Отсутствие рядом с электродами сварки легковоспламеняющихся жидкостей, газов и тканей.
Шлифование сварных соединений	Шлифовка	Отсутствие рядом с работающей шлифовальной машиной легковоспламеняющихся жидкостей, газов и тканей.
Нанесение защитного слоя на металлическую раму	Окраска	Отсутствие рядом открытого огня.

Обеспечение пожарной безопасности на техническом объекте является фундаментальным аспектом правильной эксплуатации и защиты от чрезвычайных ситуаций. Ключевыми мерами являются обучение персонала безопасным методам действий в случае пожара, регулярные проверки систем пожарной сигнализации и тушения, а также строгое соблюдение норм и требований пожарной безопасности. Важно помнить о необходимости планирования и проведения учений по эвакуации персонала для минимизации потенциальных угроз. Обеспечение пожарной безопасности на техническом

объекте требует постоянного внимания, проактивного подхода и готовности к действиям в случае возникновения чрезвычайных ситуаций.

#### 4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Экологическая безопасность участка сборки должна обеспечиваться в рамках общей экологической безопасности всего предприятия. Обеспечение экологической безопасности на техническом объекте является необходимым условием для соблюдения экологических стандартов, минимизации отрицательного воздействия на окружающую среду и предотвращения экологических чрезвычайных ситуаций.

«В таблице 10 приведена идентификация негативных экологических факторов, возникающих при создании проектируемого объекта. На основании идентификации разработаны мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду производимым рассматриваемым техническим объектом.» [19], [26], [27]

Таблица 10 – Идентификация негативных экологических факторов

Наименование технического объекта разработки	Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса	Воздействие объекта на атмосферу	Воздействие объекта на гидросферу	Воздействие объекта на литосферу
Рама сборочного стапеля	Сталь 20. Сварка, шлифовка, окраска.	Испарений из емкостей для хранения химических веществ. Газообразные выделения сварки. Пыль с поверхности, сыпучих строительных материалов	Изменение качества воды, вызванное выбросами нефтепродуктов и тяжелых металлов	Загрязнение. Вторичное засоление и заболачивание. Отчуждение земель производства

Обеспечение безопасности и экологичности на предприятии сегодня становится все более неотъемлемой частью успешной деятельности компании. Успешная реализация мероприятий по безопасности и экологичности требует постоянного контроля, обучения персонала, использования современных технологий и систем управления. Важно также формирование экологической культуры среди работников и внедрение принципов ответственного потребления ресурсов.

В разделе определены технологические операции, осуществляемые на сборочном участке. На основании перечня технологических операций, были идентифицированы профессиональные риски и определен перечень воздействующих на работников вредных и опасных производственных факторов. Выявленные профессиональные риски позволили выполнить разработку методов для их минимизации или нейтрализации, а также произвести подбор необходимых средств индивидуальной защиты (СИЗ).

Определены факторы пожарной опасности, на основании чего разработан комплекс организационно-технических мероприятий по предотвращению пожара. Также выполнена идентификация негативных экологических факторов, что также позволило разработать мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду производимым рассматриваемым техническим объектом.

На основании изложенного, можно сделать вывод о выполнении задач в рамках выполнения раздела безопасность и экологичности участка.

## **5 Экономический раздел выпускной квалификационной работы**

### **5.1 Техничко-экономическое обоснование объекта разработки дипломного проекта**

Техничко-экономическое обоснование является важной частью любого проекта, включая проектирование технического устройства в рамках дипломного проекта. Оно включает в себя анализ технической и экономической целесообразности выполняемого проекта.

Объектом дипломного проектирования является новый тип испытательного стенда, который обладает уникальным функционалом и улучшенными техническими и эксплуатационными характеристиками. Разрабатываемый стенд представляет собой сложное техническое устройство, предназначенное для проведения ресурсных испытаний с целью улучшения его технических и эксплуатационных характеристик, а также функциональности. Проектируемый в рамках дипломного проекта стенд обладает новыми техническими возможностями, такими как эффективность работы, повышенная производительность, позволяющая уменьшить затраты на проведение испытаний, надежность и долговечность. Разрабатываемый в рамках дипломного проекта испытательный стенд дает возможность применения нового функционала, который включает дополнительные режимы работы, расширенные возможности управления процессом испытаний, интеграцию с другими системами и устройствами проведения процесса обкатки. Последующая разработка стенда может иметь потенциал для дальнейшего развития и модернизации, что сделает испытательные лаборатории, оснащенные данным техническим устройством, более конкурентоспособными на рынке. Таким образом, разработка и внедрение нового испытательного стенда с улучшенными характеристиками имеет потенциал для создания продукта, который будет выделяться на рынке

технической новизной и обладать привлекательностью как для пользователей, так и для эксплуатантов испытательных устройств.

Техническая целесообразность разработки нового вида конструкции продиктована требованиями, предъявляемым к современным образцам техники. Так, в конструкции стенда применены конструкторские решения, которые позволяют снизить вес конструкции, в первую очередь за счет применения более легких материалов и за счет конструкторских решений, позволяющих уменьшить массу детали без снижения ее прочностных характеристик. Также общий вес конструкции удалось уменьшить за счет более рациональной компоновки деталей.

Расширение функционала испытательного стенда произведено за счет реализации в ходе конструкторской разработки функционала, ранее не применявшегося в данном типе устройств стендовых испытаний.

## **5.2 Расчет затрат и экономической эффективности**

В рамках раздела экономической эффективности дипломного проектирования требуется произвести расчет себестоимости конструкции стенда и расчет отпускной цены проектируемой конструкции. Расчет стоимости изготовления конструкции рассчитывается по формуле:

$$C = M + \Pi_{и} + Z_{осн} + Z_{доп} + СС + И_{цех} + И_{зав} + НР \quad (4)$$

где  $M$  – затраты на материалы конструкции стенда, руб.;

$\Pi_{и}$  – затраты на покупные стенда, используемые в конструкции, руб.;

$Z_{осн}$  – основная заработная плата рабочих, руб.;

$Z_{доп}$  – дополнительная заработная плата рабочих, руб.;

$СС$  – отчисления на социальное страхование,  $СС = 30\%$ ;

$И_{цех}$  – общецеховые издержки,  $И_{цех} = 85\%$ ;

$И_{зав}$  – общезаводские издержки,  $И_{зав} = 110\%$ ;

$НР$  – накладные расходы,  $НР = 7,5\%$

Выполним расчет затрат по каждой из статей расходов на изготовление проектируемой конструкции. Расчет затрат на материалы, используемые в конструкции стенда, рассчитаны в таблице 11. Расчет материальных затрат производится по формуле:

$$M = \sum_{i=1}^n M_n \cdot C_n + k_3 \sum_{i=1}^n M_n \cdot C_n \quad (5)$$

где  $M_n$  – количество материала, ед;

$C_n$  – цена материала за единицу, руб.;

$k_3$  – коэффициент затрат на транспортировку и доставку,  $k_3 = 0,15$

Таблица 11 – Расчет затрат на материалы

Наименование материала	Количество материала	Цена единицы материала, руб	Сумма, руб
Заготовка поковка	16	230,20	3683,20
Чугун литейный	35	180,00	6300,00
Грунтовка	3,5	150,00	525,00
Краска	4	725,00	2900,00
Круг сортовой Сталь 45, d = 120	10	125,00	1250,00
Круг сортовой Сталь 45, d = 40	12	120,00	1440,00
Круг горячекатанный, d = 25	12	120,00	1440,00
Круг, бронза	3	750,50	2251,50
Листовой металл, h = 6	8	110	880,00
Листовой металл, h = 2	18	110	1980,00
Литол	1	125	125,00
Масло промышленное И-20	0,5	145,00	72,50
Сетка	0,8	350,00	280,00
Трубный прокат, d = 25x20	10	300,00	3000,00
Швеллер гнутый	20	160	3200,00
Прочие			2500,00
ИТОГО			31 827,20
Транспортно-заготовительные расходы			4 774,08
ВСЕГО			36 601,28

Статья, учитывающая затраты на покупные станда и полуфабрикаты, используемые в изготавливаемой конструкции, рассчитываются по формуле:

$$П_{и} = \sum_{i=1}^n П_{и_n} \cdot C_n + k_3 \sum_{i=1}^n П_{и_n} \cdot C_n \quad (6)$$

где  $П_{и_n}$  – количество покупных изделий, ед;

$C_n$  – цена за единицу покупного станда, руб.;

$k_3$  – коэффициент затрат на транспортировку и доставку,  $k_3 = 0,1$

Для удобства проведения расчетов по затратам на закупку и доставку покупных изделий конструкции, сведем их в таблицу 12.

Таблица 12 – Расчет затрат на покупные станда

Наименование и вид покупного станда	Количество покупных изделий	Цена за единицу, руб	Сумма, руб
Болты М10	40	8,00	320,00
Болты М6х15	24	6,50	156,00
Болт фундаментный	4	350,00	1 400,00
Винты М10	50	10,00	500,00
Вал карданный	2	2 200,00	4 400,00
Выключатель автоматический	4	450,00	1 800,00
Датчик ЭИИ-35 ТУ 38769 - 85	2	3 500,00	7 000,00
Двигатель 4А160М6УЗ ГОСТ 19523-81	2	32 500,00	65 000,00
Кольцо стопорное	8	0,80	6,40
Кнопка пусковая	2	250,00	500,00
Лампа контрольная	4	85,00	340,00
Манжеты для гидравлических устройств по ГОСТ 14896-78 d = 52	6	125,00	750,00
Мост ВА3-2106 с редуктором в сборе		8 200,00	0,00
Муфта МУВП ГОСТ 13254-75	2	780,00	1 560,00
Подшипник 305 ГОСТ 5720-75	8	750,00	6 000,00
Подшипник 302	6	550,00	3 300,00
Подшипник 46310 ГОСТ 8338-75	12	750,00	9 000,00

Продолжение таблицы 12

Пульт управления	1	11 200,00	11 200,00
Редуктор КЦ1 - 250 - I - 3 - ЦУ2	2	7 500,00	15 000,00
Цепь зубчатая	2	9 500,00	19 000,00
Прочие			6 000,00
ИТОГО			153 232,40
Транспортно-заготовительные расходы			4 596,97
ВСЕГО			157 829,37

Наряду с затратами на материалы и покупные станда, при изготовлении новой конструкции предприятие несет издержки также на заработную плату, как основную, так и дополнительную. Расчет заработной платы производится по формуле:

$$Z_o = \sum_{i=1}^n (T_i \cdot C_{T_i} \cdot k_{ч_i} \cdot k_{пр}) \quad (7)$$

где  $T_i$  – трудоемкость выполнения  $i$ -той операции, чел-час;

$C_{T_i}$  – часовая тарифная ставка рабочего, занятого на выполнении  $i$ -той операции, руб.;

$k_{ч_i}$  – коэффициент доплат заработной платы до часового фонда работающих,  $k_{ч_i} = 1,05 \dots 1,15$ ;

$k_{пр}$  – коэффициент премирования,  $k_{пр} = 1,24$ .

Расчет основной заработной платы рабочих приводится в таблице 13.

Таблица 13 – Расчет основной заработной платы

Виды операций	Трудоемкость, чел-час	Часовая тарифная ставка, руб	Тарифная зарплата, руб
Литейная	18,00	210,30	4 050,38
Гибочная	12,50	210,30	2 812,76
Сварочная	10,50	210,30	2 362,72
Токарная	8,25	250,50	2 211,29
Фрезерная	16,00	250,50	4 288,56
Шлифовальная	6,00	250,50	1 608,21
Долбежная	4,50	210,30	1 012,59
Термическая	12,00	210,30	2 700,25
Сверлильная	8,00	185,25	1 585,74
Слесарная	12,50	185,25	2 477,72
Сборочная	22,50	185,25	4 459,89
Окрасочная	6,00	160,45	1 030,09
Испытательная	12,00	210,30	2 700,25
ИТОГО			33 300,46
Премияльные доплаты			7 992,11
Основная заработная плата			41 292,57

Наряду с основной заработной платой, рассчитывается размер дополнительной заработной платы. Дополнительная заработная плата – это переменная часть общей заработной платы, которая выплачивается рабочему, например за определенные условия труда и как определенная гарантия от работодателя. Расчет заработной платы производится по формуле:

$$З_{доп} = З_о \cdot k_{доп}, \quad (8)$$

где  $k_{доп}$  – коэффициент дополнительной заработной платы,  $k_{доп} = 0,25$ .

$$З_{доп} = 41\,292,57 \cdot 0,25 = 10\,323,14 \text{ руб}$$

Отчисления в фонд социального страхования являются важным компонентом формирования фонда оплаты труда. В отличие от основной и

дополнительной заработной платы, эта часть фонда оплаты труда не выплачивается работнику, а оплачивается работодателем в фонд социального страхования напрямую. Расчет величины отчислений в фонд социального страхования рассчитывается по формуле:

$$З_{ФСС} = (З_о + З_{доп}) \cdot 0,3 \quad (9)$$

$$З_{ФСС} = (41\,292,57 + 10\,323,14) \cdot 0,3 = 15\,484,71 \text{ руб}$$

Также предприятие несет издержки, связанные с ремонтом оборудования и его обслуживанием. Соответственно, эта статья затрат должна находить свое отношение в структуре себестоимости. Расчет затрат на содержание и эксплуатацию оборудования определяется как процент от затрат на основную заработную плату. В соответствии с принятой практикой расчетов, принимаем для затрат на содержание и эксплуатацию 104% от затрат на основную заработную плату. Расчет производится по формуле:

$$Р_{об} = З_о \cdot 1,04 \quad (10)$$

$$Р_{об} = 41\,292,57 \cdot 1,04 = 42\,944,27 \text{ руб}$$

Общехозяйственные расходы – это расходы по цеху, занятого в производственном процессе. Как правило, это расходы, связанные с поддержанием работоспособности цеха, транспортировкой и технологическими перемещениями внутри цеха и заработной плату вспомогательного персонала. Расчет общехозяйственных расходов производится как процент от затрат на основную заработную плату. В соответствии с принятой практикой расчетов, принимаем для затрат на общехозяйственные расходы 25% от затрат на основную заработную плату. Расчет производится по формуле:

$$P_{ох} = Z_о \cdot 0,25 \quad (11)$$

$$P_{ох} = 41\,292,57 \cdot 0,25 = 10\,323,14 \text{ руб}$$

Общепроизводственные расходы – это расходы предприятия, связанные с выпуском продукции и осуществлением хозяйственной и коммерческой деятельности. Как правило, общепроизводственные расходы включают в себя комплекс расходов, связанных с функционированием предприятия, включая затраты на заработную плату инженерно-технического и административно-управленческого персонала. В соответствии с принятой практикой расчетов, принимаем для затрат на общепроизводственные расходы 30% от затрат на основную заработную плату. Расчет производится по формуле:

$$P_{оп} = Z_о \cdot 0,30 \quad (12)$$

$$P_{оп} = 41\,292,57 \cdot 0,30 = 12\,387,77 \text{ руб}$$

Сведение всех статей расходов в общую сумму, даст величину производственной себестоимости продукции. Это затраты предприятия на производство продукции. Добавление к производственной себестоимости внепроизводственных расходов, связанных с продвижением продукции на рынке, позволит рассчитать величину полной себестоимости. Для простоты и удобства восприятия, все статьи расходов сведем в таблицу 14.

Таблица 14 – Расчет себестоимости конструкции

Наименование статьи затрат	Сумма, руб	%
Затраты на материалы	2 875,00	0,95%
Затраты на покупные станда	157 829,37	52,22%
Зарплата основная	41 292,57	13,66%
Зарплата дополнительная	10 323,14	3,42%
Отчисления на соцстрах	15 484,71	5,12%
Расходы на содержание оборудования	42 944,27	14,21%
Общепроизводственные расходы	10 323,14	3,42%
Общехозяйственные расходы	12 387,77	4,10%
Производственная себестоимость	293 459,98	97,09%
Внепроизводственные расходы	8 803,80	2,91%
Полная себестоимость	302 263,78	100,00%

Расчет полной себестоимости дает возможность выполнить расчет цены станда и определить экономический эффект от их внедрения. Расчет цены и оценка экономического эффекта будет произведен в соответствующем подразделе экономического раздела дипломного проекта.

### **5.3 Расчет экономического эффекта от разработанной конструкции**

Экономический эффект от разработки новой конструкции является комплексным показателем, свидетельствующим об общей успешности разработанной конструкции. Экономический эффект выражается в получении дополнительной прибыли от увеличения отпускной цены. Отчасти это может объясняться большими затратами на изготовление конструкции, а отчасти

повышенным спросом со стороны потребителя на разработанную конструкцию, что объясняется лучшими эксплуатационными показателями.

Для определения экономического эффекта необходимо рассчитать отпускную цену на разработанное изделие. В отпускную цену включается прибыль, которую предприятие предполагает получить от продажи стенда, а также налог на добавленную стоимость (НДС). Предполагается уровень рентабельности на уровне 15%, а НДС 20%. Расчет производится по формуле:

$$Ц_{и} = С_{п} + С_{п} \cdot 0,15 + С_{п} \cdot 0,20 \quad (13)$$

$$Ц_{и} = 302\,263,78 + 302\,263,78 \cdot 0,15 + 302\,263,78 \cdot 0,20 = 408\,056,10$$

Принимаем отпускную цену  $Ц_{и} = 410\,000$  руб. Как было отмечено ранее, экономический эффект будет достигнут за счет увеличения цены для конечного потребителя, за счет чего и будет получена прибыль предприятия. Расчет производится по формуле:

$$\mathcal{E} = Ц_{и} - Ц \quad (14)$$

где  $Ц$  – средняя цена стенда до модернизации, руб

В соответствии с произведенным анализом, выявлена цена на изделие на рынке у разных продавцов. Анализ средней стоимости приведен в таблице 15.

Таблица 15 – Расчет средней цены станда

Наименование фирмы	Цена станда, руб
ООО «Авангард», Тольятти	320 000
ООО «РемтехКомплект», Тольятти	350 000
ООО «Аверс», Тольятти	300 000
Средняя цена по компаниям	323 333

Исходя из определенной средней цены, выполним расчет экономического эффекта для одного станда.

$$\mathcal{E} = 4\,333\,350 - 323\,333 = 86\,667,00 \text{ руб}$$

Предполагается объём реализации в количестве не менее 50 изделий. Тогда годовой экономический эффект составит:

$$\mathcal{E}_г = \mathcal{E} \cdot N$$

где  $N$  – объём реализации продукции, ед.

$$\mathcal{E}_г = 86\,667,00 \cdot 50 = 4\,333\,350 \text{ руб}$$

Рассчитанный экономический эффект можно использовать при более детальной проработке эффективности внедрения станда, которое позволит рассчитать срок окупаемости проекта, социальный эффект и ряд иных показателей, которые лежат вне рамок выполнения экономического раздела выпускной квалификационной работы.

Результатом выполнения экономического раздела выпускной квалификационной работы явился расчет стоимости изготовления конструкции нового вида и определения величины экономического эффекта.

Объектом дипломного проектирования является новый тип испытательного стенда, который обладает уникальным функционалом и улучшенными техническими и эксплуатационными характеристиками. Разрабатываемый стенд представляет собой сложное техническое устройство, предназначенное для проведения ресурсных испытаний с целью улучшения его технических и эксплуатационных характеристик, а также функциональности. Разработанный в рамках дипломного проекта испытательный стенд дает возможность применения нового функционала, который включает дополнительные режимы работы, расширенные возможности управления процессом испытаний, интеграцию с другими системами и устройствами проведения процесса обкатки. Последующая разработка стенда может иметь потенциал для дальнейшего развития и модернизации, что сделает испытательные лаборатории, оснащенные данным техническим устройством, более конкурентоспособными на рынке. Таким образом, разработка и внедрение нового испытательного стенда с улучшенными характеристиками имеет потенциал для создания продукта, который будет выделяться на рынке технической новизной и обладать привлекательностью как для пользователей, так и для эксплуатантов испытательных устройств.

Расчет полной себестоимости дает возможность выполнить расчет цены стенда и определить экономический эффект от их внедрения. Расчет цены и оценка экономического эффекта будет произведен в соответствующем подразделе экономического раздела дипломного проекта. В результате произведенных расчетов определена себестоимость стенда,  $C_{п} = 302\,263,78$  руб. Определение себестоимости позволило рассчитать отпускную цену на разработанное изделие. В отпускную цену включается прибыль, которую предприятие предполагает получить от продажи стенда, а также налог на добавленную стоимость (НДС). Принимаем отпускную цену  $C_{ц} = 410\,000$  руб.

Экономический эффект от разработки новой конструкции является комплексным показателем, свидетельствующим об общей успешности

разработанной конструкции. Экономический эффект выражается в получении дополнительной прибыли от увеличения отпускной цены. Отчасти это может объясняться большими затратами на изготовление конструкции, а отчасти повышенным спросом со стороны потребителя на разработанную конструкцию, что объясняется лучшими эксплуатационными показателями. Предполагается объем реализации в количестве не менее 50 изделий. Тогда годовой экономический эффект составит,  $\text{Эг} = 4\,333\,350$  руб.

Рассчитанный экономический эффект можно использовать при более детальной проработке эффективности внедрения стенда, которое позволит рассчитать срок окупаемости проекта, социальный эффект и ряд иных показателей, которые лежат вне рамок выполнения экономического раздела выпускной квалификационной работы. На основании всего вышеизложенного, можно сделать вывод о выполнении задач, поставленных в рамках выполнения экономического раздела.

## Заключение

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы был решен ряд связанных между собой задач, отраженных в соответствующих разделах.

Результатом выполнения первого раздела выпускной квалификационной работы явился расчет участка ремонта топливной аппаратуры. Были определены перечень рабочих, задействованных на участке ремонта топливной аппаратуры, специализирующиеся на ремонте топливной аппаратуры, что обеспечивает профессиональный подход к выполнению работ и обслуживанию клиентов. Составлен полный перечень оборудования, необходимого для эффективного функционирования участка по ремонту топливной аппаратуры. Это обеспечит выполнение работ на высоком уровне качества и соблюдение сроков обслуживания. Рассчитана площадь участка в 54 м<sup>2</sup>, что позволяет организовать рабочие процессы эффективно и обеспечивает необходимое пространство для размещения оборудования и рабочих мест. Подготовленный технический проект участка топливной аппаратуры является ключевым элементом для обеспечения эффективной работы сервисного центра и обслуживания клиентов с высоким уровнем профессионализма и качества. Разработанный проект создает базу для дальнейшего развития участка, внедрения новых технологий и методов работы, что позволит повысить конкурентоспособность сервисного центра и улучшить качество предоставляемых услуг.

Таким образом, разработанный технический проект участка топливной аппаратуры обеспечивает необходимую оснащенность, квалификацию рабочих и оптимальное использование площади, что способствует эффективному функционированию сервисного центра и обеспечивает высокий уровень сервиса для клиентов.

В конструкторском разделе выпускной квалификационной работы проведена разработка технического задания на создание стенда для проверки форсунок и топливных насосов высокого давления (ТНВД). Техническое

предложение включает в себя все необходимые требования к функциональности, безопасности и документации, необходимые для успешной реализации проекта. Выполнены конструкторские расчеты насоса и электродвигателя, учитывающие требования к давлению, расходу топлива и другим параметрам, необходимым для эффективной работы стенда. Полученные результаты позволяют утверждать, что выбранные насос и электродвигатель соответствуют требуемым характеристикам и обеспечат надежное и точное функционирование стенда. На основе результатов проведенных расчетов можно приступать к проектированию конструкции стенда, включая выбор материалов, компонентов и систем управления. Рекомендуется провести дополнительные проверки совместимости выбранных компонентов и их взаимодействия в рамках общей концепции стенда. Полученные результаты конструкторских расчетов и разработки технического задания и предложения свидетельствуют о грамотной подготовке к проектированию стенда для проверки форсунок и ТНВД. Дальнейшая работа должна быть направлена на уверенное выполнение всех этапов проектирования, производства и внедрения стенда с соблюдением всех установленных требований и стандартов.

В процессе разработки технологического процесса проверки ТНВД была подробно изучена конструкция данного устройства. Понимание принципов работы и устройства ТНВД позволило оптимизировать процесс проверки и обеспечить более точные результаты. Проведенные проверки на специализированном стенде помогли выявить различные неисправности в работе ТНВД. На основе обнаруженных дефектов были разработаны рекомендации по дальнейшей диагностике и ремонту устройства.

В ходе работы была разработана подробная технологическая карта, описывающая каждый этап проверки ТНВД на специализированном стенде. Технологическая карта содержит инструкции по подготовке к проверке, сам процесс проверки и анализ результатов, что обеспечивает стандартизацию и повышение эффективности работы. Разработанный технологический процесс

проверки ТНВД на специализированном стенде является важным инструментом для поддержания и контроля качества работы топливной аппаратуры. Этот процесс позволяет оперативно выявлять неисправности, улучшать производительность ТНВД и обеспечивать безопасность эксплуатации двигателей.

Обеспечение безопасности и экологичности на предприятии сегодня становится все более неотъемлемой частью успешной деятельности компании. Успешная реализация мероприятий по безопасности и экологичности требует постоянного контроля, обучения персонала, использования современных технологий и систем управления. Важно также формирование экологической культуры среди работников и внедрение принципов ответственного потребления ресурсов.

В разделе определены технологические операции, осуществляемые на сборочном участке. На основании перечня технологических операций, были идентифицированы профессиональные риски и определен перечень воздействующих на работников вредных и опасных производственных факторов. Выявленные профессиональные риски позволили выполнить разработку методов для их минимизации или нейтрализации, а также произвести подбор необходимых средств индивидуальной защиты (СИЗ).

Определены факторы пожарной опасности, на основании чего разработан комплекс организационно-технических мероприятий по предотвращению пожара. Также выполнена идентификация негативных экологических факторов, что также позволило разработать мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду производимым рассматриваемым техническим объектом.

Результатом выполнения экономического раздела выпускной квалификационной работы явился расчет стоимости изготовления конструкции нового вида и определения величины экономического эффекта.

Объектом дипломного проектирования является новый тип испытательного стенда, который обладает уникальным функционалом и

улучшенными техническими и эксплуатационными характеристиками. Разрабатываемый стенд представляет собой сложное техническое устройство, предназначенное для проведения ресурсных испытаний с целью улучшения его технических и эксплуатационных характеристик, а также функциональности. Разработанный в рамках дипломного проекта испытательный стенд дает возможность применения нового функционала, который включает дополнительные режимы работы, расширенные возможности управления процессом испытаний, интеграцию с другими системами и устройствами проведения процесса обкатки. Последующая разработка стенда может иметь потенциал для дальнейшего развития и модернизации, что сделает испытательные лаборатории, оснащенные данным техническим устройством, более конкурентоспособными на рынке. Таким образом, разработка и внедрение нового испытательного стенда с улучшенными характеристиками имеет потенциал для создания продукта, который будет выделяться на рынке технической новизной и обладать привлекательностью как для пользователей, так и для эксплуатантов испытательных устройств.

Расчет полной себестоимости дает возможность выполнить расчет цены стенда и определить экономический эффект от их внедрения. Расчет цены и оценка экономического эффекта будет произведен в соответствующем подразделе экономического раздела дипломного проекта. В результате произведенных расчетов определена себестоимость стенда,  $C_{п} = 302\,263,78$  руб. Определение себестоимости позволило рассчитать отпускную цену на разработанное изделие. В отпускную цену включается прибыль, которую предприятие предполагает получить от продажи стенда, а также налог на добавленную стоимость (НДС). Принимаем отпускную цену  $C_{и} = 410\,000$  руб.

Экономический эффект от разработки новой конструкции является комплексным показателем, свидетельствующим об общей успешности разработанной конструкции. Экономический эффект выражается в получении дополнительной прибыли от увеличения отпускной цены. Отчасти это может

объясняться большими затратами на изготовление конструкции, а отчасти повышенным спросом со стороны потребителя на разработанную конструкцию, что объясняется лучшими эксплуатационными показателями. Предполагается объём реализации в количестве не менее 50 изделий. Тогда годовой экономический эффект составит,  $Эг = 4\ 333\ 350$  руб.

Рассчитанный экономический эффект можно использовать при более детальной проработке эффективности внедрения стенда, которое позволит рассчитать срок окупаемости проекта, социальный эффект и ряд иных показателей, которые лежат вне рамок выполнения экономического раздела выпускной квалификационной работы. На основании всего вышеизложенного, можно сделать вывод о выполнении задач, поставленных в рамках выполнения экономического раздела.

## Список используемой литературы и используемых источников

1. Анопченко, В. Г. Практикум по теории движения автомобиля [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Г. Анопченко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2013. - 116 с. - ISBN 978-5-7638-2494-0.
2. Богатырев, А. В. Автомобили : учебник / А.В. Богатырев, Ю.К. Есеновский-Лашков, М.Л. Насоновский ; под ред. проф. А.В. Богатырева. – 3-е изд., стереотип. – Москва : ИНФРА-М, 2019. – 655 с. – (Высшее образование: Бакалавриат). – [www.dx.doi.org/10.12737/2530](http://www.dx.doi.org/10.12737/2530). - ISBN 978-5-16-101092-1.
3. Безопасность и экологичность проекта/ Ю.Н. Безбородов [и др.] - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2015. - 148 с. ISBN 978-5-7638-3176-4.
4. Березина, Е. В. Автомобили: конструкция, теория и расчет: Учебное пособие / Е.В. Березина. - М.: Альфа-М: НИЦ Инфра-М, 2012. - 320 с.: ил.; . - (ПРОФИЛЬ). ISBN 978-5-98281-309-1. - Текст : электронный.
5. Вахламов, В. К. Автомобили: Основы конструкции: учебник для студ. высш. учеб. заведений/ В.К. Вахламов — М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 528 с.
6. Волков, В.С. Конструкция автомобиля : учеб. пособие / В.С. Волков. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. - 200 с. - ISBN 978-5-9729-0329-0.
7. Головин, С. Ф. Технический сервис транспортных машин и оборудования [Электронный ресурс] : учеб. пособие / С. Ф. Головин. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 282 с. - (Высшее образование. Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-011135-3
8. Гринцевич, В. И. Техническая эксплуатация автомобилей. Технологические расчеты [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. И. Гринцевич. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2011. - 194 с. - ISBN 978-5-7638-2378-3.

9. Карташевич А.Н. «Тракторы и автомобили. Конструкция» / А.Н. Карташевич, А.В. Понталев, А.В. Гордеенко // учебное пособие, Изд-во Инфра-М, 2013 – 313 с.

10. Кибанов, А. Я. Проектирование функциональных взаимосвязей структурных подразделений производственного объединения (предприятия) [Электронный ресурс] / А. Я. Кибанов, Т. А. Родкина. - М. : МИУ им. С. Орджоникидзе, 2016

11. Коханов, В. Н. Безопасность жизнедеятельности : учебник / В.Н. Коханов, В.М. Емельянов, П.А. Некрасов. – М. : ИНФРА-М, 2018. – 400 с. – (Высшее образование: Бакалавриат). – [www.dx.doi.org/ 10.12737/2883](http://www.dx.doi.org/10.12737/2883). - ISBN 978-5-16-100439-5.

12. Корниенко, Евгений. Информационный сайт по безопасности жизнедеятельности [Электронный ресурс] / Е. Корниенко. – Электрон. текстовые дан. – Москва: [б.и.], 2018. – Режим доступа [http://www.kornienko-ev.ru/teoria\\_auto/page233/page276/index.html](http://www.kornienko-ev.ru/teoria_auto/page233/page276/index.html), свободный

13. Лата, В.Н. Основы моделирования управляемого движения автомобиля : учебное пособие / В.Н. Лата. - Тольятти : ТГУ, 2012. – 60 с. [11] : ил.-Библиогр.: с.10-21.

14. Лукаш, Ю. А. Экономические расчеты в бизнесе [Электронный ресурс] : большое практ. справ. пособие / Ю. А. Лукаш. - Москва : Флинта, 2012. - 210 с. - ISBN 978-5-9765-1369-3.

15. Мигаль, В. Д. Методы технической диагностики автомобилей : учебное пособие / В.Д. Мигаль, В.П. Мигаль. – Москва : ИД «ФОРУМ» : ИНФРА-М, 2020. – 417 с. – (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-100107-3.

16. Муравьева, А.М., Яковлев Ю.В. Методические указания к выполнению домашнего задания по винтовым устройствам: Харьков, Харьк. авиац. ин-т, 1981;

17. Набоких, В. А. Испытания автомобиля : учебное пособие / В.А. Набоких. – 2-е изд. – Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2020. – 224 с. – (Среднее

профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-106839-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1087951> (дата обращения: 09.06.2020)

18.Огороднов, С.М. Конструкция автомобилей и тракторов : учебник / С.М. Огороднов, Л.Н. Орлов, В.Н. Кравец. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. - 284 с. - ISBN 978-5-9729-0364-1.

19.Огороднов С.М. «Конструкция автомобилей и тракторов»/ С.М. Огороднов, Л.Н Орлов, В.Н. Кравец // учебник, Изд-во Инфра Инженерия, 2019 – 284 с

20.Радин, Ю. А. Справочное пособие авторемонтника / Ю. А. Радин, Л. М. Сабуров, Н. И. Малов. - Москва : Транспорт, 2018. - 285 с. : ил. - Библиогр.: с. 277. - Предм. указ.: с. 278-278. - ISBN 5-277-00094-1 : 28-80.

21.Ремонт автомобилей [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://automend.ru/>

22.Руководство по ремонту и техническому обслуживанию автомобилей КамАЗ 5320, 5410, 55102, 55111, 53212, 53211, 53213, 43114, 65111, 4326, 54155 – М., 2010. – 286 с.

23.Савич, Е. Л. Легковые автомобили : учебник / Е.Л. Савич. – 2-е изд., перераб. и доп. – Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2019. – 758 с. : ил. – (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-104387-5.

24.Сайт торговой компании «Все инструменты» [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://tolyatti.vseinstrumenti.ru>, свободный

25.Соломатин, Н.С. Испытания узлов, агрегатов и систем автомобиля : учебное пособие / Н.С. Соломатин. – Тольятти : ТГУ, 2013. – 140 с. [1] : ил.- Библиогр: с. 110-112.

26.Стуканов, В. А. Основы теории автомобильных двигателей и автомобиля : учебное пособие / В.А. Стуканов. – Москва : ИД «ФОРУМ» : ИНФРА-М, 2020. – 368 с. – (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-101654-1.

27. Тарасик, В. П. Теория автомобилей и двигателей : учебное пособие / В.П. Тарасик, М.П. Бренч. – 2-е изд., испр. – Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2020. – 448 с. – (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-101224-6.

28. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: учебник / В. М. Власов [и др.] ; под ред. В. М. Власова. - Гриф МО. - Москва : Academia, 2003. - 477 с. : ил. - (Среднее профессиональное образование). - Библиогр.: с. 473. - Прил.: с. 421-472. - ISBN 5-7595-1150-8 : 191-82.

29. Халтурин Д.В., Испытание автомобилей и тракторов : практикум / Д.В. Халтурин, Н.И. Финченко, А.В. Давыдов - Томск : Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2017. - 172 с. (Серия "Учебники ТГАСУ") - ISBN 978-5-93057-791-4 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930577914>

30. Чернова, Е.В. Детали машин : проектирование станочного и промышленного оборудования : учеб. пособие для вузов / Е. В. Чернова. - Москва : Машиностроение, 2011. - 605 с.

31. Щелчкова, Н. Н. Практикум по безопасности жизнедеятельности. Часть II : учебно-практическое пособие / Н.Н. Щелчкова, Д.В. Натарова, Е.А. Романова. – Москва : ИНФРА-М, 2019. – 225 с. - ISBN 978-5-16-108275-1.



