



**ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет  
Институт механизации и технического сервиса**

Направление 23.03.03 - Эксплуатация транспортно-технологических  
машин и комплексов

Направленность (профиль) Автомобили и автомобильное хозяйство

Кафедра «Эксплуатация и ремонт машин»

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ / Адигамов Н.Р. /

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**ЗАДАНИЕ  
на выпускную квалификационную работу**

Студенту Максимову Алексею Валерьевичу

Тема ВКР Проектирование участка по ремонту двигателей с  
разработкой стенда для их обкатки

утверждена приказом по вузу от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

1. Срок сдачи студентом законченной ВКР 10 июня 2019 года

2. Исходные данные

Техническая литература

Научные статьи и патенты на изобретения

Данные преддипломной практики

3. Перечень подлежащих разработке вопросов

1. Состояние вопроса ремонта двигателей

2. Обзор существующих конструкции стендов для обкатки ДВС

3. Технологические расчеты по проектированию участка по ремонту  
двигателей

3. Конструктивные расчеты стенда для обкатки ДВС.

4. Экономическое обоснование разработанного стенда.

5. Обеспечение охраны труда и окружающей среды при техническом  
обслуживании и ремонте машин.

#### 4. Перечень графических материалов

Лист 1. Планировка участка по ремонту двигателей

Лист 2. Патентный обзор станков для обкатки ДВС

Листы 3 и 4 Сборочные и рабочие чертежи конструкции

Лист 5. Технологическая карта

Лист 6. Техничко-экономические показатели конструкции

#### 5. Консультанты по ВКР

Раздел (подраздел)	Консультант
Нормо-контроль	Матяшин А.В.
Техничко-экономическое обоснование	Сафиуллин И.Н.
Охрана труда и окружающей среды	Гаязиев И.Н.

6. Дата выдачи задания 29 апреля 2019 года

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения	Примечание
1	Раздел 1	До 06.05.2019	
2	Раздел 2	До 20.05.2019	
3	Раздел 3	До 03.06.2019	
4	Оформление ВКР	До 10.06.2019	

Студент группы Б251-05 \_\_\_\_\_ (Максимов А.В.)

Руководитель ВКР к.т.н., доцент \_\_\_\_\_ (Матяшин А.В.)

## АННОТАЦИЯ

к выпускной квалификационной работе Максимова А.В. на тему  
«Проектирование участка по ремонту двигателей  
с разработкой стенда для их обкатки»

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на 54 листах машинописного текста и графической части на 6 листах формата А1.

Записка состоит из введения, 3 разделов, заключения и включает 4 рисунка, 9 таблиц. Список используемой литературы содержит 20 наименований.

Первый раздел пояснительной записки ВКР посвящен изучению состояния вопроса ремонта двигателей. Рассматриваются эксплуатационные требования к двигателям, виды и технологические процессы ремонта машин и их агрегатов, а также приводится технология обкатки ДВС. Определены цели и задачи ВКР в соответствии с выбранной темой.

Второй раздел посвящен проектированию участка ремонта двигателей. В этом разделе приводятся расчет объема работ по техническому обслуживанию и ремонту машин, обоснование площади участка ремонта двигателей, определяется количество рабочих, основные требования охраны труда, пожарной безопасности и обеспечения экологичности процессов технического обслуживания и ремонта машин.

В третьем разделе пояснительной записки приводится описание устройства и принципа работы разработанного стенда для обкатки ДВС, а также конструктивные расчет деталей и узлов. Определены требования безопасности при эксплуатации разработанного стенда, а также произведен расчет технико-экономических показателей эффективности разработанного стенда.

Пояснительная записка заканчивается выводами и заключением.

## **ANNOTATION**

for final qualifying work Maksimova A.V. on the theme  
«Design of the site on the engines with the development of a stand for their  
running»

Final qualifying work consists of an explanatory note on 54 typewritten pages and the graphic part on 6 sheets of A1 format.

The note consists of introduction, 3 sections, conclusion and includes 4 figures, 9 tables. The list of used literature contains 20 items.

The first section of the explanatory note of the final qualifying work is devoted to the study of the state of the issue of engine repair. The operational requirements for engines, types and technological processes of repair of machines and their units are considered, and also the technology of engine running is given. The goals and objectives of the final qualifying work are determined in accordance with the chosen theme.

The second section is devoted to the design of the engine repair section. This section provides a calculation of the scope of maintenance and repair of machines, the justification of the area of the engine repair area, the number of workers, the basic requirements for labor protection, fire safety and ensuring the environmental friendliness of the processes of maintenance and repair of machines.

The third section of the explanatory note provides a description of the device and the principle of operation of the developed stand for running the internal combustion engine, as well as a constructive calculation of parts and assemblies. The safety requirements for the operation of the developed stand were determined, and the technical and economic indicators of the efficiency of the developed stand were calculated.

Explanatory note ends with conclusions and conclusion.

## СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
ВВЕДЕНИЕ	7
1 СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА РЕМОНТА ДВИГАТЕЛЕЙ	9
1.1 Общие положения по ремонту машин и их агрегатов	9
1.1.1 Виды ремонта машин и их агрегатов	9
1.1.2 Технологические процессы капитального ремонта машин и их агрегатов	10
1.2 Эксплуатационные требования к ДВС	12
1.3. Технология обкатки ДВС	13
1.3.1 Цель и задачи обкатки ДВС	13
1.3.2 Режимы обкатки дизельных двигателей на стенде	14
1.4 Оборудование для обкатки ДВС	17
1.5 Цели и задачи выпускной квалификационной работы	18
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ И ПЛАНИРОВКА УЧАСТКА РЕМОНТА ДВИГАТЕЛЕЙ	19
2.1 Исходные данные к технологическому расчету	19
2.2 Определение общего объема работ ТО и ремонта автомобилей	20
2.2.1 Определение количества ТО и ремонта автомобилей	20
2.2.2 Определение трудоемкости ТО и ремонтов автомобилей	22
2.3 Определение объема работ по участку ремонта двигателей	24
2.4 Определение численности работников участка ремонта двигателей	24
2.5 Выбор технологического оборудования для участка ремонта двигателей	25
2.6 Определение площади участка ремонта двигателей	26
2.7 Требования безопасности при выполнении работ на участке ремонта двигателей	26
2.7.1 Требования безопасности к помещениям для ТО и ремонта машин и их агрегатов	26
2.7.2 Расчет вентиляции помещения участка по ремонту двигателей	28
2.7.3 Расчет освещения участка ремонта двигателей	29
2.7.4 Пожарная безопасность при выполнении работ по ТО и ремонту машин	31

2.8 Производственная гимнастика для работников участка по ремонту двигателей	32
2.9 Требования экологической безопасности при выполнении работ по ТО и ремонту машин	33
<b>3 КОНСТРУКТИВНАЯ ЧАСТЬ</b>	<b>35</b>
3.1 Обоснование темы конструкторской разработки	35
3.2 Назначение и описание станда для обкатки ДВС	36
3.3 Конструктивные расчеты гидросистемы привода станда	38
3.3 Расчет гидропривода станда	
3.3.1 Обоснование и выбор марки гидромотора	38
3.3.2 Обоснование и выбор шестеренчатого насоса	40
3.4 Обоснование и выбор электродвигателя	40
3.5 Проверочный расчет карданного вала привода двигателя	41
3.6 Основные требования безопасности при эксплуатации станда для обкатки ДВС	44
3.7 Технико-экономическая оценка станда для обкатки ДВС	45
3.7.1 Определение стоимости станда для обкатки ДВС	45
3.7.2 Расчет технико-экономических показателей эффективности конструкции	46
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b>	<b>51</b>
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ</b>	<b>52</b>
<b>СПЕЦИФИКАЦИЯ</b>	<b>54</b>

## ВВЕДЕНИЕ

Эффективность любого производства в значительной степени зависит от технического состояния применяемых машин и оборудования. Надежная работа таких машин как тракторы, автомобили и другая самоходная техника зависит не только от их конструкции и качества изготовления, но и от своевременного и качественного технического обслуживания и ремонта в период эксплуатации. Для обеспечения качественного технического сервиса машин все работы по их диагностики, обслуживанию и ремонту должны выполняться квалифицированным персоналом с применением современных технических средств: приборов, приспособлений и оборудования. Это, в свою очередь, требует постоянное развитие системы технического сервиса.

Наиболее сложным, дорогостоящим агрегатом любой самоходной машины является двигатель. В процессе эксплуатации в двигателях появляются отказы и неисправности, в основном, в результате изнашивания деталей и усталости материала из которого они изготовлены. Отказы и неисправности устраняются во время технического обслуживания и ремонта путем замены изношенных деталей. Как известно, эксплуатационные показатели, безотказность и долговечность отремонтированных двигателей хуже, чем у новых. Одной из причин этого является не проведение обкатки двигателей сразу после ремонта или несоблюдение режимов их обкатки.

Обкатка двигателей внутреннего сгорания является заключительной операцией процесса их ремонта и оказывает значительное влияние на качество самого ремонта. В процессе обкатки двигателей производится проверка качества их сборки, регулировка сопряжений деталей, приработка трущихся поверхностей деталей путем создания рациональных нагрузочно-скоростных и температурных режимов.

Целью данной выпускной квалификационной работы является проектирование участка по ремонту дизельных двигателей внутреннего сгорания.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Рассмотреть современное состояние вопроса ремонта дизельных ДВС.
2. Произвести технологические расчеты и планировку участка ремонта ДВС.
3. Разработать стенд для обкатки двигателей.
4. Рассчитать технико-экономические показатели конструкторской разработки.
5. Разработать мероприятия по охране труда и окружающей среды при выполнении работ по техническому обслуживанию и ремонту автотракторной техники.

# **1 СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА РЕМОНТА ДВИГАТЕЛЕЙ**

## **1.1 Общие положения по ремонту машин и их агрегатов**

### **1.1.1 Виды ремонта машин и их агрегатов**

Техническое состояние машин ухудшается в процессе эксплуатации. Это приводит к ухудшению его технико-эксплуатационных свойств, а также к полной или частичной потере работоспособности. На работоспособность машин и их отдельных агрегатов и узлов во время эксплуатации влияют следующие факторы: не соблюдение периодичности операций технического обслуживания или некачественное их выполнение; проведение ремонтных работ с нарушением технологии их выполнения без применения специального оборудования и приспособлений; применение не рекомендованных инструкцией сортов топливо-смазочных материалов или нарушение правил их применения и другие.

В связи с этим, необходимо проводить мероприятия, направленные на обеспечение работоспособности машин и их агрегатов [ ].

Существуют два метода обеспечения работоспособности:

- поддержание работоспособности (техническое обслуживание);
- восстановление работоспособности (ремонт).

Ремонтные работы проводятся для восстановления работоспособности машин и их агрегатов, а также для устранения отказов и неисправностей, которые могут возникать в процессе эксплуатации или могут быть выявлены при техническом обслуживании. Если ремонтные работы выполняются после появления отказа или неисправности, то это ремонт по потребности, через определенный пробег – плановый или предупредительный ремонт.

В зависимости от назначения, характера и объема выполняемых работ различают два вида ремонта:

- капитальный ремонт (КР);
- текущий ремонт (ТР).

Капитальный ремонт проводится для восстановления работоспособности машин и их агрегатов. При этом выполняются следующие виды работ: полная разборка машин или его агрегатов, дефектовка деталей или отдельных узлов, восстановление или замена изношенных деталей, сборка, регулировка, обкатка и испытание.

Текущий ремонт предназначен для обеспечения или восстановления работоспособности машин и их агрегатов, при котором производится устранение возникших неисправностей или отказов. Основными видами работ, выполняемые при текущем ремонте, являются: разборочно-сборочные, слесарные, сварочные, дефектовочные, окрасочные, замена деталей и агрегатов.

Ремонт машин и их агрегатов может быть выполнен индивидуальным или агрегатным методом [ ].

Индивидуальный метод ремонта предусматривает снятие с машины или отдельного его агрегата неисправных узлов и деталей с последующим их ремонтом и установкой на ту же машину или агрегат. Основным недостатком данного метода является то, что при этом увеличивается время простоя машины, которое связана с временем ремонта его отдельных агрегатов.

Для устранения данного недостатка применяется агрегатный метод ремонта, при котором неисправные агрегаты или узлы машины заменяют новыми или отремонтированными агрегатами. Использование данного метода при текущем ремонте значительно сокращает время простоя машины на ремонте, следовательно, это ведет к увеличению производительности машин и снижению себестоимости выполняемых работ.

### **1.1.2 Технологические процессы капитального ремонта машин и их агрегатов**

Рассмотрим схему технологического процесса капитального ремонта грузового автомобиля, который представлен на рисунке 1.1.

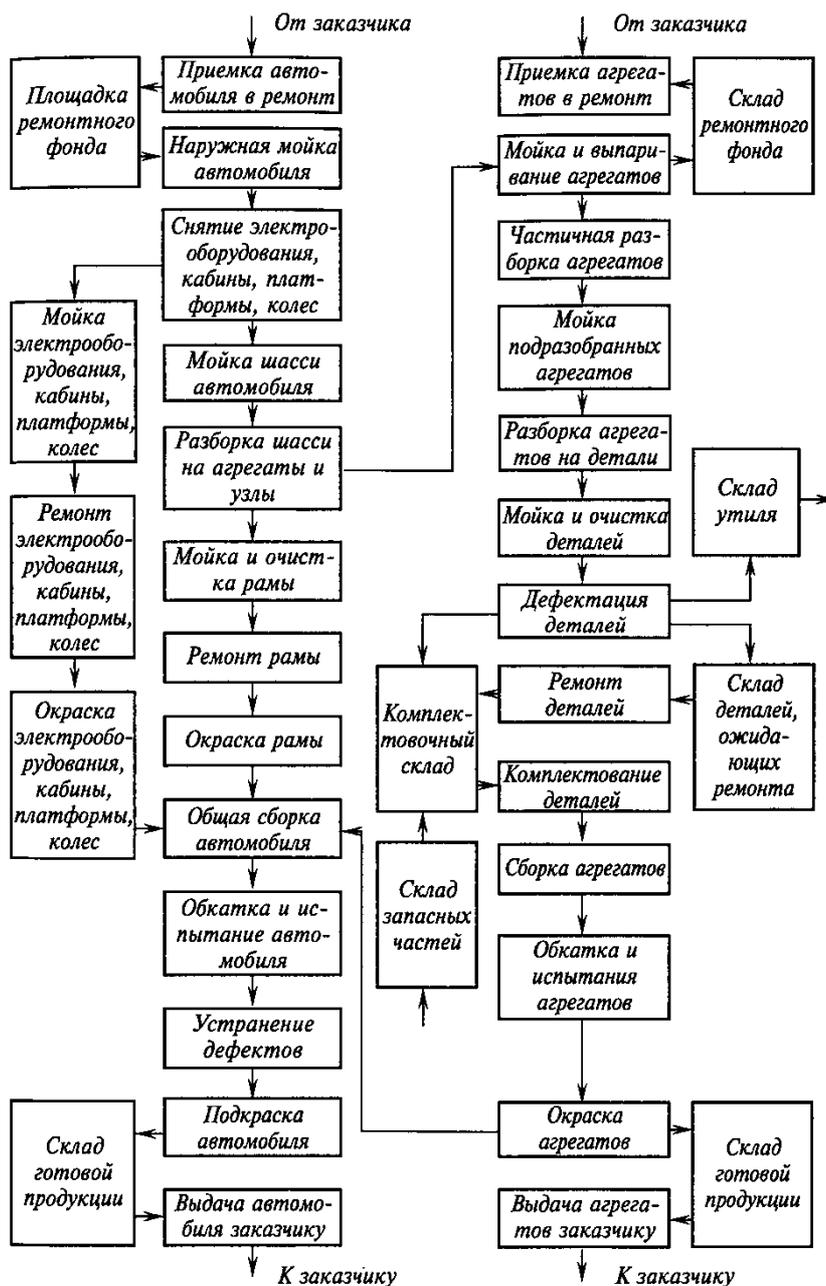


Рисунок 1.1 – Схема технологического процесса капитального ремонта автомобиля и его агрегатов

Автомобиль, поступивший на ремонт сначала подвергается наружной мойке. После чего производится снятие с автомобиля электрооборудования, кабины, платформы, колес и разборка шасси на отдельные агрегаты и узлы, которые направляются на соответствующие производственные участки для выполнения необходимых ремонтных работ.

Агрегаты и узлы, снятые автомобиля (двигатель, коробка передач и другие) подвергаются наружной мойке и поступают на разборку. После разборки производится очистка и мойка деталей от загрязнений, накипи и нагара, после чего они поступают на дефектовку. Во время дефектовки детали делят на негодные, годные без ремонта и требующие восстановления. Для восстановления изношенных деталей применяют различные способы: механическая или слесарная обработка, сварка, наплавка и другие. После восстановления производится подбор и комплектование деталей и сборка агрегатов и узлов.

Собранные агрегаты и узлы подвергаются обкатки и испытанию с целью проверки правильности сборки и качества ремонтных работ. Выявленные в ходе испытания дефекты устраняют, производят необходимые регулировки. После чего агрегаты и узлы поступают для установки на автомобиль.

## **1.2 Эксплуатационные требования к ДВС**

К основным требованиям, предъявляемым к исправным ДВС относятся: легкий запуск, работа без нехарактерных шумов, стуков и перебоев, минимальное содержание токсичных веществ в отработавших газах, герметичность систем питания, смазки и охлаждения, минимальный расход эксплуатационных материалов и другие [ ].

При несоблюдении указанных и других требований, а также при неисправности или отказе отдельных агрегатов и систем двигателя необходимо направить на ремонт. В процессе эксплуатации двигатель подвергается текущему и капитальному ремонту.

Текущий ремонт двигателя заключается в замене неисправных или отказавших узлов, деталей или механизмов (например, замена элементов системы топливоподачи, стартера, ремня привода генератора и т.п.) и тем самым производится восстановление его работоспособности. Таким образом, текущий ремонт включает в себя наименьший объем ремонтных работ, т.к. производится без полной разборки двигателя.

Капитальный ремонт двигателя является самым трудоемким и дорогостоящим видом ремонта. При этом производится полная разборка двигателя, дефектовка всех деталей, замена или восстановление изношенных деталей, сборка двигателя, его испытание и обкатка. При капитальном ремонте производится замена поршней и поршневых колец, гильз цилиндров, вкладышей коренных и шатунных подшипников коленчатого вала, уплотнительных манжет и прокладки, деталей топливного насоса у дизельных двигателей и т.д.

Все указанные виды ремонтных работ, а также своевременное техническое обслуживание и диагностика направлены на обеспечение надежности двигателя, так как с его надежностью связаны затраты на ремонт и обслуживание двигателя во время эксплуатации и затраты, связанные простоем техники из-за отказов двигателя.

### **1.3 Технология обкатки ДВС**

#### **1.3.1 Цель и задачи обкатки ДВС**

Обкатка ДВС – важная операция приработки его деталей. Основной целью обкатки является подготовка двигателя к восприятию эксплуатационных нагрузок, а также выявление и устранение дефектов деталей, сборки и регулировки сопряжений. При обкатке двигатель адаптируется к условиям эксплуатации. Обкатка двигателей производится как на стенде, так и в эксплуатационных условиях.

Обкатка на стенде производится в условиях ремонтных мастерских или участков по ремонту двигателей. К обкатке на стенде должен быть подвергнут каждый двигатель после капитального ремонта. В нормативно-технической документации определены режимы обкатки на стенде для каждой модели двигателя.

Обкатка двигателя в эксплуатационных условиях производится уже после установки на машину непосредственно на эксплуатирующих предприятиях. Продолжительность обкатки в эксплуатационных условиях составляет 30...60 ч. При этом обкатка производится при постепенном увеличении нагрузки по режимам обкатки той машины, на которую установлен двигатель.

### **1.3.2 Режимы обкатки дизельных двигателей на стенде**

Обкатка двигателей на стенде состоит из трех этапов: холодная обкатка, обкатка на холостом ходу и обкатка под нагрузкой (горячая обкатка).

#### *Требования к подготовке дизельных двигателей к обкатке.*

На обкатку двигателя направляют без вентилятора, гидронасоса, радиаторов охлаждения и выпускной трубы. Перед установкой на стенд для обкатки производится осмотр двигателя и необходимые операции технического обслуживания (проверка и при необходимости регулировка зазоров в клапанном механизме, натяжения ремня привода водяного насоса, состояние наружных креплений и т.д.). Необходимо также проверить вращение коленчатого вала двигателя, который должен проворачиваться от руки свободно, без заеданий. В поддон дизельного двигателя заливают моторное дизельное масло температурой 60...75 °С.

После установки двигателя на стенд производится присоединение к двигателю жидкостных патрубков, топливопроводов и выхлопных коллекторов, устанавливаются необходимые датчики приборов для контроля давления масла, температуры охлаждающей жидкости и масла, а также присоединение тяги управления подачей топлива.

#### *Холодная обкатка дизельных двигателей.*

Режимы холодной обкатки дизельных двигателей представлены в таблице 1.1 [ ].

**Таблица 1.1 – Режимы холодной обкатки дизельных двигателей**

Частота вращения коленчатого вала, мин <sup>-1</sup>	Продолжительность обкатки, мин
600...650	10
750...800	10
900...950	10

Таким образом, общая продолжительность холодной обкатки дизельных двигателей составляет 30 мин. При этом не должно быть посторонних шумов и стуков, в местах соединения трубопроводов не допускаются подтекания топлива, масла и охлаждающей жидкости. При их возникновении следует прекратить процесс обкатки и устранить неисправности. После окончания холодной обкатки следует еще раз проверить и при необходимости отрегулировать зазоры в клапанном механизме, натяжение ремня привода водяного насоса, угол опережения подачи топлива и проверить состояние наружных креплений.

*Обкатка дизельного двигателя на холостом ходу (без нагрузки).*

Перед началом обкатки двигателя на холостом ходу следует произвести осмотр системы питания двигателя, проверить наличие топлива и отсутствие воздуха в системе.

В таблице 1.2 приведены режимы обкатки дизельного двигателя на холостом ходу.

**Таблица 1.2 - Режимы обкатки дизельного двигателя на холостом ходу (без нагрузки)**

Этап обкатки	Режим обкатки (частота вращения коленчатого вала)	Продолжительность обкатки, мин
1	65...70% от номинального	5
2	80...90% от номинального	5
3	Номинальная частота вращения коленчатого вала	5

В процессе обкатки на холостом ходу следует постоянно следить за показаниями приборов контроля: давление масла в магистрали должно быть в пределах 0,25...0,35 МПа, температура охлаждающей жидкости - 60...90 °С. При этом не должно быть посторонних шумов и стуков, в местах соединения трубопроводов не допускаются подтекания топлива, масла и охлаждающей жидкости. При их возникновении следует прекратить процесс обкатки и устранить неисправности.

После окончания процесса обкатки на холостом ходу следует произвести затяжку болтов крепления головки цилиндров дизельного двигателя (момент затяжки 190...210 Н·м), проверить и при необходимости отрегулировать зазоры в клапанном двигателе.

*Горячая обкатка дизельного двигателя под нагрузкой.*

Горячая обкатка дизельного двигателя производится при плавном последовательном загрузке двигателя при частоте вращения коленчатого вала от холостого до номинального.

В таблице 1.3 приведены режимы горячей обкатки дизельного двигателя под нагрузкой.

**Таблица 1.3 - Режимы горячей обкатки дизельных двигателей под нагрузкой**

Частота вращения коленчатого вала, мин <sup>-1</sup>	Нагрузка по показаниям весового механизма стенда, Н	Продолжительность обкатки, мин
1600	50	10
1800	120	10
2000	30	10
2200	320	10

В процессе горячей обкатки под нагрузкой следует постоянно следить за показаниями приборов контроля: давление масла в смазочной системе двигателя должно быть 0,25...0,35 МПа при номинальной частоте вращения коленчатого вала и не менее 0,08 МПа (при минимальной частоте вращения), температура охлаждающей жидкости должно быть в пределах 60...90 °С.

При этом не должно быть посторонних шумов и стуков, в местах соединения трубопроводов не допускаются подтекания топлива, масла и охлаждающей жидкости, выход отработавших газов из-под соединений выпускного коллектора. При их возникновении следует прекратить процесс обкатки и устранить неисправности.

#### **1.4 Оборудование для обкатки ДВС**

Обкатка двигателей может проводиться с использованием следующего оборудования и схем нагружения:

1. На простейшем стенде, предназначенном только для обкатки и испытания на этапе холостого хода двигателя.
2. На стенде, включающем в себя электродвигатель и редуктор (коробка передач), позволяющем обкатывать двигатель только на этапах прокрутки и холостого хода. Частичное нагружение двигателя на таких стендах может обеспечиваться бестормозными методами или посредством нагружения гидронасоса дизеля или гидронасосов, дополнительно установленных на стенде и приводимых во вращение через клиноременную передачу от шкива коленчатого вала двигателя. Частичное нагружение двигателя может выполняться за счет сопротивления прокрутки через редуктор другого обкатываемого двигателя.
3. На гидротормозном стенде, где торможение двигателя выполняется за счет сопротивления потока воды. Для обкатки на режимах прокрутки может дополнительно использоваться электродвигатель.
4. На электротормозном стенде, основа которого — электродвигатель с фазным ротором, обеспечивающий прокрутку двигателя в режиме электродвигателя и нагружение его в режиме генератора.
5. Стенды на основе электрических индукторных тормозов.
6. Стенды на основе электрических тормозов постоянного тока.
7. Стенды с использованием инерционных тормозов.

### **1.5 Цели и задачи выпускной квалификационной работы**

Для повышения качества и снижения стоимости ремонтных работ необходимо правильная организация ремонта машин, а в частности их агрегатов. Основными показателями правильной организации ремонта машин является сокращение времени их простоя на ремонте и его ожидании и снижение себестоимости выполняемых работ.

Кроме этого, важное значение имеет обкатка машин и агрегатов после их капитального ремонта. Обкатка машин и их агрегатов, например двигателей, коробок передач и т.д., позволяет произвести проверку качества их сборки, регулировку сопряжений деталей, приработку трущихся поверхностей деталей путем создания рациональных нагрузочно-скоростных и температурных режимов.

## **2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ И ПЛАНИРОВКА УЧАСТКА РЕМОНТА ДВИГАТЕЛЕЙ**

### **2.1 Исходные данные к технологическому расчету**

Для качественного выполнения и соблюдения технологии ремонт и обкатку двигателей должно проводиться в специализированных участках, оснащенные необходимым технологическим оборудованием, инструментами и различными механизмами и приспособлениями и т.д., в соответствии с техническими условиями.

На проектируемом участке ремонта двигателей выполняются работы по ремонту механизмов, узлов и отдельных агрегатов двигателя, в частности, замена поршневых колец, поршней, поршневых пальцев, замена вкладышей шатунных и поршневых подшипников, замена прокладки блока цилиндров, устранение трещин и пробоев, притирка и шлифовка клапанов.

Проектируемый участок ремонта двигателей состоит из:

- 1) поста разборки и сборки двигателя;
- 2) поста ремонта механизмов газораспределения;
- 3) поста обкатки двигателей.

Для проектирования участка ремонта двигателей необходимы следующие исходные данные:

- общий объем работ всех видов ремонта обслуживания автомобилей, в том числе и по ремонту и обкатки двигателей;
- численность производственных рабочих на участке ремонта двигателей;
- номенклатура, количество и габаритные размеры технологического оборудования и оснастки, устанавливаемого на участке ремонта двигателей.

## 2.2 Определение общего объема работ ТО и ремонта автомобилей

### 2.2.1 Определение количества ТО и ремонта автомобилей

Для грузовых автомобилей предусмотрено выполнение капитального и текущего ремонтов, технических обслуживаний №1 (ТО-1), №2 (ТО-2) и сезонного (СТО). Определим количество указанных видов ремонтов и обслуживаний.

Расчетное количество капитальных ремонтов автомобилей зависит от количества автомобилей, коэффициент охвата капитальным ремонтом автомобилей, а также поправочных коэффициентов [ ]:

$$N_{KP}^{авто} = n_{авто} \cdot \eta_{KP} \cdot K_{ДУ} \cdot K_{КУ}, \quad (2.1)$$

где:  $K_{ДУ}$  – коэффициент, учитывающий категорию дорожных условий эксплуатации автомобилей (принимается по [ ]);

$K_{КУ}$  – коэффициент, учитывающий климатические условия эксплуатации автомобилей (принимается по [ ]);

$\eta_{авто}$  – коэффициент охвата капитальным ремонтом автомобилей (принимается по [ ]);

$n_{авто}$  – количество автомобилей одной марки.

Количество текущих ремонтов для автомобилей не определяется, т.к. при текущем ремонте производится устранение возникших неисправностей или отказов [ ].

Количество ТО-2 для автомобилей определяется по следующей формуле [ ]:

$$N_{ТО-2}^{авто} = \frac{n_{авто} \cdot Q_{П}^{авто}}{П_{ТО-2}^{авто}} \cdot K_{ДУ} \cdot K_{ПУ} - N_{KP}^{авто}, \quad (2.2)$$

где  $Q_{П}^{авто}$  – пробег автомобилей на планируемый период, км;

$П_{ТО-2}^{авто}$  – нормативная периодичность проведения ТО-2 автомобилей, км.

Количество ТО-1 для автомобилей определяется по следующей формуле [ ]:

$$N_{\text{ТО-1}}^{\text{авто}} = \frac{3}{4} \cdot \frac{n_{\text{авто}} \cdot Q_{\text{П}}^{\text{авто}}}{\text{П}_{\text{ТО-1}}^{\text{авто}}} \cdot K_{\text{ДУ}} \cdot K_{\text{ПУ}}, \quad (2.3)$$

где  $\text{П}_{\text{ТО-1}}^{\text{авто}}$  – нормативная периодичность проведения ТО-1 автомобилей, км.

Для автомобилей предусмотрено проведение сезонного ТО 2 раза в год. Таким образом,

$$N_{\text{СТО}}^{\text{авто}} = 2 \cdot n_{\text{авто}}. \quad (2.4)$$

Произведем расчеты по формулам 2.1-2.4 для разных марок автомобилей.

Для автомобилей марки КамАЗ:

$$N_{\text{КР}}^{\text{авто}} = 6 \cdot 0,1 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1.$$

$$N_{\text{ТО-2}}^{\text{авто}} = \frac{6 \cdot 20000}{10000} \cdot 1,0 \cdot 1,0 - 1 = 12.$$

$$N_{\text{ТО-1}}^{\text{авто}} = \frac{3}{4} \cdot \frac{6 \cdot 20000}{2500} \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 36.$$

$$N_{\text{СТО}}^{\text{авто}} = 2 \cdot 6 = 12.$$

Для автомобилей марки ГАЗ-3309:

$$N_{\text{КР}}^{\text{авто}} = 4 \cdot 0,13 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1.$$

Принимаем  $N_{\text{КР}}^{\text{авто}} = 0$ .

$$N_{\text{ТО-2}}^{\text{авто}} = \frac{4 \cdot 10000}{10000} \cdot 1,0 \cdot 1,0 - 1 = 3.$$

$$N_{\text{ТО-1}}^{\text{авто}} = \frac{3}{4} \cdot \frac{4 \cdot 10000}{2500} \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 12.$$

$$N_{\text{СТО}}^{\text{авто}} = 2 \cdot 4 = 8.$$

### 2.2.2 Определение трудоемкости ТО и ремонтов автомобилей

Трудоемкость ТО и ремонтов определяется исходя из нормативной трудоемкости одного ремонта или обслуживания и их количества.

Трудоемкость капитальных ремонтов отдельных марок автомобилей определяется по следующей формуле:

$$T_{\text{КР}}^{\text{авто}} = N_{\text{КР}}^{\text{авто}} \cdot t_{\text{КР}}^{\text{авто}}, \quad (2.5)$$

где  $N_{\text{КР}}^{\text{авто}}$  - количество капитальных ремонтов автомобиля данной марки;

$t_{\text{КР}}^{\text{авто}}$  – нормативная трудоемкость одного капитального ремонта автомобиля данной марки, чел.-ч (принимается по [ ]).

Трудоемкость текущих ремонтов автомобиля определяется исходя из нормативной удельной трудоемкости текущего ремонта по следующей формуле:

$$T_{\text{ТР}}^{\text{авто}} = \left( \frac{n_{\text{авто}} \cdot Q_{\text{П}}^{\text{авто}} \cdot t_{\text{уд}}}{1000} \right) \cdot K_{\text{ДУ}} \cdot K_{\text{ПУ}}, \quad (2.6)$$

где  $t_{\text{уд}}$  - суммарная удельная трудоемкость текущего ремонта автомобилей, чел.-ч/1000 км (принимается по [ ]).

Трудоемкость технических обслуживаний автомобилей определяются по следующим формулам:

$$T_{\text{ТО-2}}^{\text{авто}} = N_{\text{ТО-2}}^{\text{авто}} \cdot t_{\text{ТО-2}}^{\text{авто}}; \quad (2.7)$$

$$T_{\text{ТО-1}}^{\text{авто}} = N_{\text{ТО-1}}^{\text{авто}} \cdot t_{\text{ТО-1}}^{\text{авто}}; \quad (2.8)$$

$$T_{\text{СТО}}^{\text{авто}} = N_{\text{СТО}}^{\text{авто}} \cdot t_{\text{СТО}}^{\text{авто}}, \quad (2.9)$$

где  $T_{\text{ТО-1}}^{\text{авто}}$ ,  $T_{\text{ТО-2}}^{\text{авто}}$ ,  $T_{\text{СТО}}^{\text{авто}}$  - соответственно общая трудоемкость ТО-1, ТО-2 и сезонного ТО автомобиля данной марки, чел.-ч;

$N_{\text{ТО-1}}^{\text{авто}}$ ,  $N_{\text{ТО-2}}^{\text{авто}}$ ,  $N_{\text{СТО}}^{\text{авто}}$  – соответственно количество ТО-1, ТО-2 и сезонного ТО автомобиля данной марки;

$t_{\text{ТО-1}}^{\text{авто}}$ ,  $t_{\text{ТО-2}}^{\text{авто}}$ ,  $t_{\text{СТО}}^{\text{авто}}$  – соответственно нормативная трудоемкость одного ТО-1, ТО-2 и сезонного ТО автомобиля данной марки, чел.-ч (принимается по [ ]).

Произведем расчеты по формулам 2.5-2.9 для разных марок автомобилей.

Для автомобилей марки КамАЗ:

$$T_{\text{КР}}^{\text{авто}} = 1 \cdot 380 = 380 \text{ чел. -ч.}$$

$$T_{\text{ТР}}^{\text{авто}} = \left( \frac{6 \cdot 20000 \cdot 10,5}{1000} \right) \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1260 \text{ чел. -ч.}$$

$$T_{\text{ТО-2}}^{\text{авто}} = 12 \cdot 16,5 = 198 \text{ чел. -ч.}$$

$$T_{\text{ТО-1}}^{\text{авто}} = 36 \cdot 4,4 = 158,4 \text{ чел. -ч.}$$

$$T_{\text{СТО}}^{\text{авто}} = 12 \cdot 21,5 = 258 \text{ чел. -ч.}$$

Суммарная трудоемкость ТО и ремонтов автомобилей КамАЗ:

$$T_{\text{ТОиР}}^{\text{КамАЗ}} = 380 + 1260 + 198 + 158,4 + 258 = 2254,4 \text{ чел. -ч.}$$

Для автомобилей марки ГАЗ-3309:

$$T_{\text{КР}}^{\text{авто}} = 1 \cdot 249 = 249 \text{ чел. -ч.}$$

$$T_{\text{ТР}}^{\text{авто}} = \left( \frac{4 \cdot 10000 \cdot 5,9}{1000} \right) \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 236 \text{ чел. -ч.}$$

$$T_{\text{ТО-2}}^{\text{авто}} = 4 \cdot 9,1 = 36,4 \text{ чел. -ч}$$

$$T_{\text{ТО-1}}^{\text{авто}} = 12 \cdot 2,9 = 34,8 \text{ чел. -ч}$$

$$T_{\text{СТО}}^{\text{авто}} = 8 \cdot 11,8 = 94,4 \text{ чел. -ч}$$

Суммарная трудоемкость ТО и ремонтов автомобилей КамАЗ:

$$T_{\text{ТОиР}}^{\text{ГАЗ}} = 249 + 236 + 36,4 + 34,8 + 94,4 = 650,6 \text{ чел. -ч.}$$

Таким образом, суммарная трудоемкость ТО и ремонтов всех автомобилей равняется  $\sum T_{\text{авто}} = 2905 \text{ чел.-ч.}$

При определении объема работ выполняемых в ремонтных мастерских или участках по ремонту автомобилей кроме суммарной трудоемкости ТО и ремонта необходимо дополнительно учитывать трудоемкость ТО и ремонта технологического оборудования.

Таким образом:

$$T_{\text{общ}} = \sum T_{\text{авто}} \cdot K_{\text{доп}}, \quad (2.10)$$

где  $K_{\text{доп}}$  - коэффициент, учитывающий дополнительные работы.

$$T_{\text{общ}} = 2905 \cdot 1,2 = 3486 \text{ чел.-ч.}$$

### 2.3 Определение объема работ по участку ремонта двигателей

Объем работ, выполняемых на участке ремонта двигателей определяется в процентах от общей трудоемкости работ по ТО и ремонту автомобилей.

Кроме этого, необходимо учитывать трудоемкость дополнительных работ. К дополнительным работам относятся, например, подготовка двигателей к обкатки и проведение обкатки, ремонт и обслуживание технологического оборудования и инструментов и т.п. [ ].

Таким образом,

$$T_{урд} = 1,25 \cdot (0,2 \cdot T_{общ}). \quad (2.11)$$

$$T_{урд} = 1,25 \cdot (0,2 \cdot 3486) = 871,5 \text{ чел.-ч.}$$

### 2.4 Определение численности работников участка ремонта двигателей

Численность рабочих участка ремонта двигателей определяется по следующей формуле:

$$n_p = \frac{T_{урд}}{\Phi_{рм}}, \quad (2.12)$$

где  $T_{общ,уч}$  – трудоемкость работ, выполняемых на участке ремонта двигателей, чел.-ч.;

$\Phi_{рм}$  – фонд рабочего времени одного работника за год, ч.;

$$\Phi_{рм} = D \cdot T_{см} \cdot \tau \cdot K_{см}, \quad (2.13)$$

где  $D$  - число рабочих дней за год, дн.;

$T_{см}$  - продолжительность одной смены, ч;

$\tau$  - коэффициент использования времени смены;

$K_{см}$  - коэффициент сменности.

$$\Phi_{рм} = 230 \cdot 8 \cdot 0,8 \cdot 1 = 1472 \text{ ч.}$$

$$n_p = \frac{871,5}{1472} = 0,6 \text{ чел.}$$

Принимаем  $n_p = 1$  чел.

## 2.5 Выбор технологического оборудования для участка ремонта двигателей

В соответствии с технологией выполнения ремонт двигателей выполняется с применением различного технологического оборудования, приспособлений, инструментов и приборов. К ним относятся: стенды и приспособления для разборочно-сборочных работ, установки для восстановления изношенных деталей, подъемно-транспортные механизмы, стенды для обкатки и испытания и т.д.

Для проектируемого участка ремонта двигателей выбираем технологическое оборудование, перечень которых представлен в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Перечень технологического оборудования участка ремонта двигателей

№	Наименование	Тип, модель	Кол-во	Размеры, мм
1	2	3	4	5
1	Ларь для ветоши	Соб. изготовления	1	600x600
2	Ларь для отходов	Соб. изготовления	1	600x600
3	Шкаф секционный	Соб. изготовления	2	750x900
4	Пожарный щит	Соб. изготовления	1	2250x1500
5	Ящик для песка	Соб. изготовления	1	600x600
6	Кран-балка	НКМ 201	1	Q=5т
7	Стол для ремонта головок блока цилиндров	Соб. изготовления	1	750x900
8	Стеллаж для деталей и запасных частей	ОРГ – 1468 – 05 – 230А	3	1400x500
9	Стеллаж для двигателей	5146	2	1220x900
10	Емкость для сбора отработанного масла	Соб. изготовления	1	Диаметр 500
11	Передвижная маслораздаточная колонка	С-223	1	730x550
12	Стенд для обкатки двигателей	Соб. изготовления	1	3760x2250
13	Универсальный стенд для ремонта двигателей	М-401	1	1370x925
14	Универсальный стенд шлифовки головок блока цилиндров	SJMC MG1400	1	2800x1200
15	Стенд для правки шатунов	P207	1	1200x750
16	Стенд балансировки колен. валов	P114	1	2250x750
17	Слесарные тиски	МСТ 4045-75Е	1	-
18	Слесарные стол	СД 3701	1	500x1500

## 2.6 Определение площади участка ремонта двигателей

Площадь участка ремонта двигателей определяется исходя из площади, занимаемой технологическим оборудованием с учетом проходов между ними по следующей формуле [ 1 ]:

$$F_{уч} = F_{об} \cdot K_n, \quad (2.14)$$

где  $F_{об}$  – площадь, занимаемая технологическим оборудованием,  $m^2$  (по данным таблицы 2.5  $F_{об}=20,3 m^2$ );

$K_n$  – коэффициент, который учитывает проходы между оборудованями и наличие зон обслуживания (принимаем  $K_n=4$  [ 1 ]).

Площадь, занимаемая технологическим оборудованием определяем согласно данным, представленным в таблице 2.1.

$$F_{уч} = 20,3 \cdot 4 = 21,2 m^2.$$

По строительным нормам ширину участка принимаем равным 6 м. Тогда длина участка будет равным:

$$L_{уч} = 21,2 / 6 = 13,5 m. \text{ Принимаем } L_{уч} = 14 m.$$

Окончательно площадь участка ремонта двигателей принимаем равным  $F_{уч} = 14 \cdot 6 = 84 m^2$ .

## 2.7 Требования безопасности при выполнении работ на участке ремонта двигателей

### 2.7.1 Требования безопасности к помещениям для ТО и ремонта машин и их агрегатов

Согласно действующим строительным и санитарным нормам и правилам в рабочей зоне помещения для ТО и ремонта машин и их агрегатов для должны быть обеспечены значения показателей условий труда [ 1 ], которые представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Требуемые значения показателей условий труда для помещений для ТО и ремонта машин

Показатель	Значение показателя			
Температура воздуха, °С	17,8	18,3	20,7	22,3
Относительная влажность воздуха, %	100	90	50	30

В связи с этим, в целях обеспечения оптимальной температуры участок ремонта двигателей должен быть оборудован общеобменной вентиляцией, которая позволяет произвести забор загрязненного воздуха из верхней зоны рабочих постов и направит поток свежего и очищенного воздуха в рабочую зону. Кроме этого, все рабочие посты, в которых при выполнении работ производится запуск двигателя, должны быть оборудованы принудительной вентиляцией и местными отсосами.

Помещения для технического обслуживания и ремонта автомобилей должны иметь въезды и выезды, которые должны быть без порогов и выступов. Внутри помещения их оборудуют тепловыми завесами.

Поверхность пола участка ремонта двигателей должен быть ровным с возможностью проведения уборки от мусора, очистки от пролитых жидкостей (масла, топлива и других). Если пол бетонный, то следует установить деревянные переносные настилы.

Участок ремонта двигателей должен иметь естественное и искусственное освещения. При этом осветительные приборы необходимо располагать таким образом, чтобы обеспечить правильное направление светового потока, без резких теней. Выполнение этих требований обеспечивает снижение утомляемости зрения рабочих и повышает безопасность выполнения работ.

Для обеспечения безопасности выполняемых на участке ремонта двигателей работ необходимо также произвести более рациональную планировку рабочих постов, размещение технологического оборудования,

приспособлений, инструментов и оснастки. Кроме этого, все применяемые при ремонте и обкатке двигателей оборудование, приспособления и инструменты должны быть исправными. Технологическое оборудование, оснастку, приспособления и инструменты применять только по назначению.

Оборудование, в которых имеется вращающиеся или перемещающиеся части должны иметь исправные защитные кожухи и ограждения технологического оборудования. Подъемное оборудование должны быть оборудованы устройствами, которые обеспечивают остановку груза на любой высоте при его подъеме и плавное опускание груза, а также исключают самопроизвольное его опускание.

Рабочие, производящие работы по ремонту и обкатке двигателей должны пользоваться средствами индивидуальной защиты:

- для защиты тела работника: костюм ГОСТ 12.4.109-82, комбинезон ГОСТ 12.4. 100-80;
- для защиты рук: рукавицы комбинированные.

Все операции по ремонту и обкатке двигателей должны выполняться на предусмотренных для этого местах (рабочих постах).

### **2.7.2 Расчет вентиляции помещения участка по ремонту двигателей**

Вентиляция помещения участка по ремонту двигателей необходимо для уменьшения запыленности, задымленности и для очистки воздуха от вредных выделений при выполнении ремонтных работ и обкатки двигателей, а так же для повышения сохранности оборудования. Вентиляция помещений также улучшает условий труда рабочих, тем самым позволяет повысить производительность и предотвращает опасность профессиональных заболеваний.

На участке по ремонту двигателей предусматривается естественная, механическая или смешанную вентиляцию. На проектируемом участке предусматриваем общеобменную механическую вентиляцию с местными отсосами, которые предназначены ограничения распространения вредных выделений у места их образования и удаления загрязненного воздуха за пределы помещения с концентрациями, более высокими, чем при общеобменной вентиляции.

Объем отсасываемого воздуха определяется по формуле:

$$V_g = k \cdot V_n, \quad (2.15)$$

где  $k$  - кратность воздухообмена в помещении;

$V_n$  - объем вентилируемого помещения,  $m^3$ .

Кратность воздухообмена в помещении принимаем равным 1,8...2,2 по [ ].

$$V_g = 2 \cdot 84 = 168 m^3.$$

### 2.7.3 Расчет освещения участка ремонта двигателей

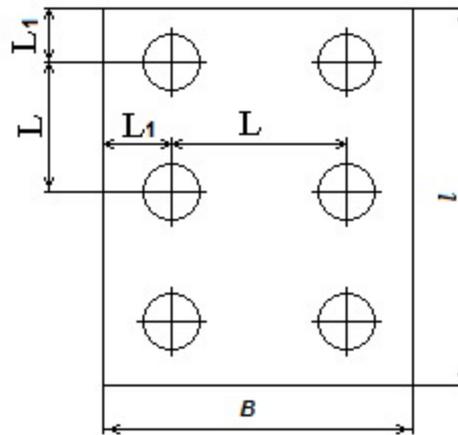
Произведем расчет искусственного освещения участка ремонта двигателей автомобилей [ ].

Искусственное освещение помещения может осуществляться электрическими лампами различных конструкций, которые должны обеспечивать достаточную освещенность рабочих мест.

Расчет искусственного освещения производится по световому потоку, необходимого для освещения участка ремонта и обкатки двигателей.

Выбираем светильники общего назначения ЛСП 04/2\*80/Д 64-01, люминесцентные лампы ЛХБ 20-4, рассчитанные на напряжение 220 В.

Для ориентировочного расчета количества светильников  $N$  для помещения необходимо сделать проектировочную схему их расположения (рисунок 2.1).



**Рисунок 2.1 – Схема расположения светильников**

Как правило, величину  $L$  – расстояние между светильниками принимают равной 2...4 м. Тогда расстояние от стены до первого светильника:

$$L_1 = (0,3 \dots 0,5) \cdot L. \quad (2.16)$$

$$L_1 = 0,5 \cdot 2 = 1,0 \text{ м.}$$

Высота подвеса светильников определяется по формуле:

$$H_{\text{под.св}} = H - (h_{\text{п}} + h_{\text{р}}), \quad (2.17)$$

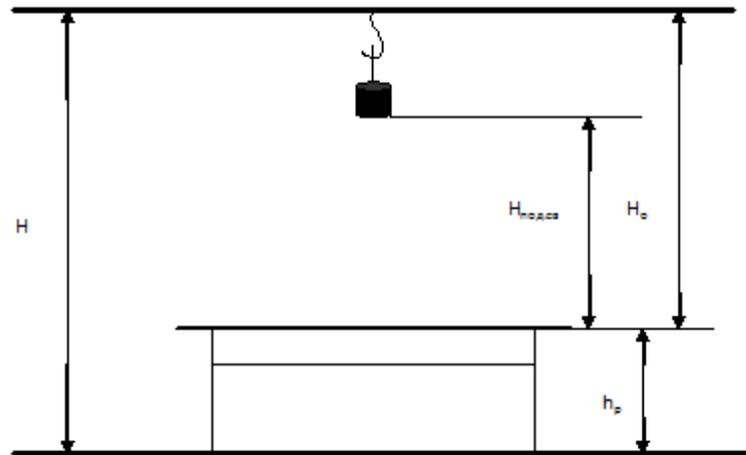
где  $h_{\text{п}}$  – расстояние от светильника до потолка, м (принимаем  $(0,25 \dots 0,5) H_0$ );

$h_{\text{р}}$  – расстояние от пола помещения до рабочей поверхности, м (принимаем 0,8...1,2 м);

$H_0$  – расстояние от потолка помещения до рабочей плоскости, м.

$$H_{\text{под.св}} = 4,5 - (1,8 + 1,2) = 1,5 \text{ м.}$$

Схема к определению высоты подвеса показана на рисунке 2.2



**Рисунок 2.2 - Схема к определению высоты подвеса светильника**

Пользуясь схемой размещения светильников, определяем количество светильников для участка ремонта и обкатки двигателей автомобилей равным 21.

#### **2.7.4 Пожарная безопасность при выполнении работ по ТО и ремонту машин**

К основным требованиям пожарной безопасности при выполнении работ по ТО и ремонту машин относятся [ ]:

- 1) На территории ремонтных предприятий запрещается хранение резервуаров для топливо-смазочных материалов.
- 2) Хранение негорючих и горючих материалов в одном помещении допускается, если площадь помещения не превышает  $50\text{м}^2$ .
- 3) Внутренние двери помещений для ТО и ремонта машин должны быть изготовлены из материалов, предел огнестойкости которых не менее 0,75ч.
- 4) На территории ремонтных предприятий должны быть оборудованы специальные места для курения.
- 5) Запрещается разведение костров и пользование открытым огнем на территории ремонтных предприятий.

б) Все помещения ремонтных предприятий должны быть оборудованы пожарным инвентарем, который должен содержаться в исправном состоянии. Использование пожарного инвентаря не по назначению категорически запрещается. Все помещения оборудуются огнетушителями из расчета один огнетушитель на  $50\text{ м}^2$  площади помещения и устанавливаться на видном месте. В помещениях, где производятся работы по ТО и ремонту автомобилей должны быть установлены ящики с сухим просеянным песком из расчета один ящик емкостью  $0,5\text{ м}^3$  на  $100\text{ м}^2$  площади, но не менее двух на каждое отдельное помещение.

7) Должны быть разработаны план эвакуации машин и людей при возникновении пожара и инструкции по действию персонала на случай пожара.

## **2.8 Производственная гимнастика для работников участка по ремонту двигателей**

При выполнении работ на участке по ремонту двигателей основными факторами влияющими на работоспособность работника являются наличие шума, пыли на рабочем месте, продолжительное воздействие высокой температуры, недостаточная освещенность рабочего места, работа в неудобной позе, а также организационные факторы: неправильная организация режима труда и отдыха, нарушение режима дня и т.д. Все это в конечном итоге влияет на производительность труда.

Для повышения работоспособности работников и снижения их утомляемости и усталости необходимо:

- правильная организация труда работника;
- правильный режим труда и отдыха (короткие перерывы и отдых во время работы);
- выбор оптимального темпа выполнения работы;
- занятие производственной гимнастикой и спортом.

Производственная гимнастика относится к формам активного и отдыха и призвана восстановить работоспособность работника и снизить его утомляемость путем выполнения специальных физических упражнений, к которым относятся:

1. *Вводная гимнастика*, которую рекомендуется выполнять в течении 5...6 мин перед началом рабочего дня.

2. *Физкультурная пауза*, которую рекомендуется выполнять при появлении признаков усталости в течении рабочего дня. Продолжительность физкультурной паузы составляет 5...7 мин, в течении которых рекомендуется выполнить 5...7 упражнений.

Выполнении коротких физических упражнений в течении рабочего дня способствует более совершенной работе нервно-мышечного аппарата, повышают работоспособность организма и тем самым профилактики профессиональных заболеваний работника.

## **2.9 Требования экологической безопасности при выполнении работ по ТО и ремонту машин**

Автомобили и другая мобильная техника оказывает негативное воздействие на окружающую среду, в основном, из-за выхлопных газов, остатков топливо-смазочных материалов и других отходов, получаемых при его эксплуатации. Наибольшую опасность для окружающей среды представляет эксплуатация неисправных машин, в котором имеются неисправности систем питания, смазки двигателя, системы выхлопа, гидросистемы и других. При этом могут быть подтеки топлива и масла, которые могут попасть в почву и канализацию.

При выполнении работ по ТО и ремонту машин необходимо следующие требования:

- отработанные масла, топливо и другие технические жидкости должны собираться в специальную емкость и вывозиться на утилизацию;

- пришедшие в негодность шины необходимо складировать в установленном месте и вывозиться на утилизацию;

- неисправные аккумуляторные батареи складироваться в установленном месте и вывозятся на утилизацию;

- твердые и бытовые отходы, а также использованная ветошь должны собираться в отдельный контейнер и по мере накопления вывозиться на утилизацию;

- оборудование помещений системами очистки сточных вод.

Таким образом, своевременное и качественное проведение операции ТО и ремонта обеспечивает экологическую безопасность эксплуатации машин. При этом все эти работы должны проводиться в предусмотренных для этого местах.

### 3. КОНСТРУКТИВНАЯ ЧАСТЬ

#### 3.1 Обоснование темы конструкторской разработки

Обкатка двигателей внутреннего сгорания является заключительной операцией процесса их ремонта и оказывает значительное влияние на качество самого ремонта. В процессе обкатки двигателей производится проверка качества их сборки, регулировка сопряжений деталей, приработка трущихся поверхностей деталей путем создания рациональных нагрузочно-скоростных и температурных режимов.

В настоящее время представлены множество конструкции стендов для обкатки ДВС. Существующие стенды, в основном, различаются типом нагрузочного устройства и по назначению могут быть специализированными или универсальными.

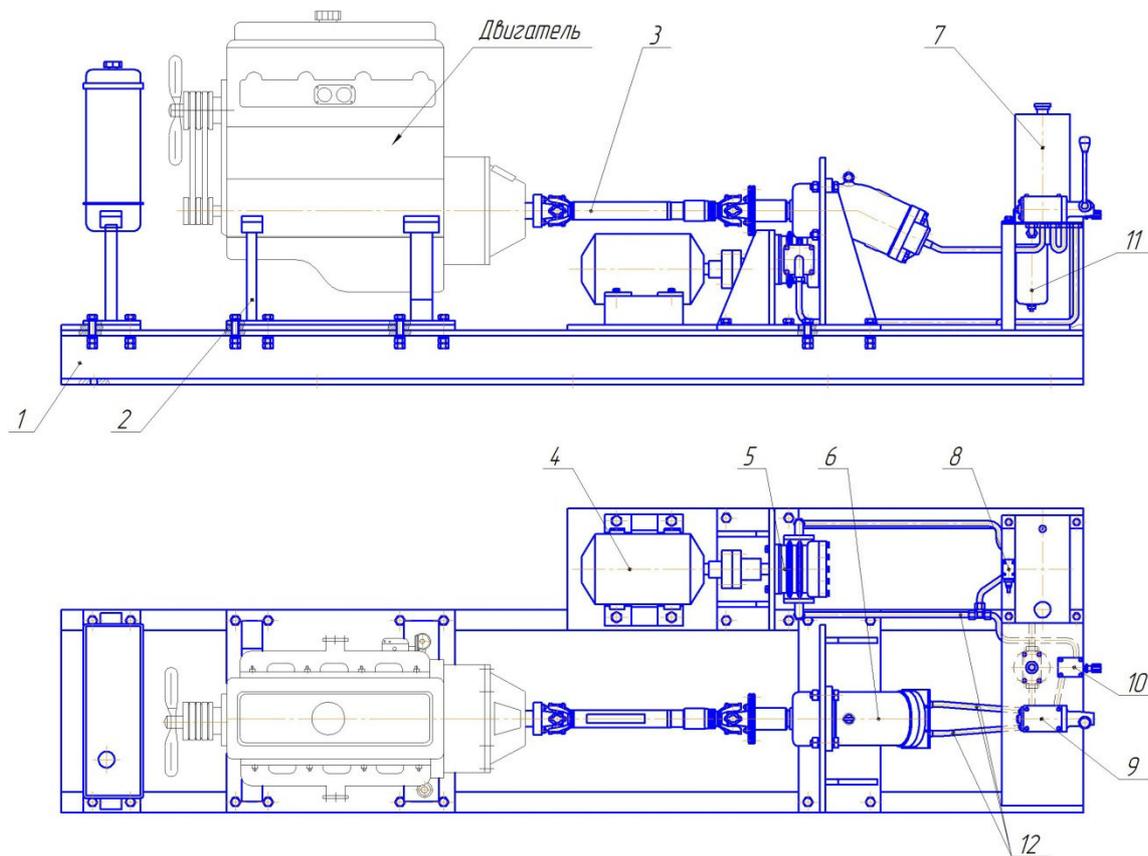
Проведенный анализ показал, что стенды для обкатки ДВС должны отвечать следующим требованиям:

1. В конструкции стендов для обкатки ДВС должны быть предусмотрены устройства для привода коленчатого вала ДВС и создания нагрузки. Устройства для привода должны иметь возможность проворачивания коленчатого вала ДВС с переменной частотой вращения, а устройства для создания нагрузки - изменения величины тормозного момента при различных режимах обкатки в соответствии с техническими условиями.

2. В конструкциях стендов для обкатки ДВС также должны быть предусмотрены контрольно-измерительные приборы, которые показывают величину тормозного момента, частоты вращения коленчатого вала, а также показателей работы самого двигателя.

					<i>ВКР 230303.148.19.00.00.00.ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Максимов А.В.</i>			<i>Стенд для обкатки ДВС</i> <i>Пояснительная записка</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		<i>Матяшин А.В.</i>					1	
<i>Реценз.</i>						<i>Каз ГАУ каф. ЭиРМ</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Матяшин А.В.</i>						
<i>Утверд.</i>		<i>Адигамов Н.Р.</i>						





- 1 - рама ; 2 – ложемент; 3 – карданная муфта; 4 – электродвигатель;  
 5 – насос шестеренчатый; 6 – гидромотор; 7 – гидробак; 8 – обратный клапан;  
 9 – гидрораспределитель; 10 – дроссель; 11 – фильтр;  
 12 – рукава высокого давления

**Рисунок 3.1 – Стенд для холодной обкатки ДВС**

В ходе разработки стенда были обоснованы его габаритные размеры, типы отдельных его узлов и агрегатов и проведены необходимые конструктивные расчеты.

Предлагаемый стенд позволяет произвести качественную обкатку большинства существующих автотракторных двигателей при наименьших трудовых и материальных затратах.


### 3.3 Конструктивные расчеты гидросистемы привода станда

#### 3.3.1 Обоснование и выбор марки гидромотора

Гидромотор предназначен для прокручивания коленчатого вала ДВС при его холодной обкатки. При выборе марки гидромотора учитывают номинальное давление  $p_{\text{ном}}$  и рабочий объем  $q_d$ . Номинальное давление в гидросистеме станда принимаем равными  $p_{\text{ном}} = 16$  МПа.

Кроме этого, в нашем случае, при выборе гидромотора необходимо учитывать и необходимую мощность на прокручивание коленчатого вала, который зависит от количества цилиндров, сил трения в местах соединения сопряженных деталей, различных деформационных явлений, качества выполнения сборочных работ и множества других факторов.

Из литературных источников известно, что момент сопротивления прокручиванию для большинства автотракторных двигателей составляет 170...300 Нм при частоте вращения коленчатого вала 150 мин<sup>-1</sup> [ ]. Для дальнейших расчетов момент сопротивления прокручиванию принимаем равным 300 Нм.

Мощность, необходимую для прокручивания коленчатого вала ДВС можно определить по следующей формуле [ ]:

$$N_{\Gamma} = \frac{M_c \cdot \omega}{\eta_{\text{п.г}} \cdot 1000}, \quad (3.1)$$

где  $M_c$  – момент сопротивления прокручиванию двигателя, Нм;

$\omega$  - угловая скорость вращения коленчатого вала, с<sup>-1</sup>;

$\eta_{\text{п.г}}$  – полный КПД гидромотора (предварительно принимаем  $\eta_{\text{гм}} = 0,75...0,85$ ).

$$N_{\Gamma} = \frac{300 \cdot 104,6}{0,8 \cdot 1000} = 39,2 \text{ кВт.}$$





$K_{3y}$  - коэффициент запаса по усилию ( $K_{3y} = 1,1 \dots 1,2$ );

$K_{3c}$  — коэффициент запаса по скорости ( $K_{3c} = 1,1 \dots 1,3$ ).

$$N_H = 39,2 \cdot 1,1 \cdot 1,2 = 51,7 \text{ кВт.}$$

Из источника [ ] выбираем электродвигатель со следующими характеристиками:

- марка: 4АН200Б4У3;
- тип - асинхронный трехфазный с короткозамкнутым ротором;
- мощность - 55 кВт;
- частота вращения -  $1460 \text{ мин}^{-1}$ .

### 3.5 Проверочный расчет карданного вала привода двигателя

При работе карданный вал испытывает следующие виды деформации: кручение, растяжение или сжатие и изгиб. Произведем проверочный расчет карданного вала по напряжениям кручения.

Момент сопротивления кручению карданного вала определяется по следующей формуле [ ]:

$$W_{KP} = \frac{\pi(D^4 - d^4)}{16 \times D}, \quad (3.5)$$

где  $D$  – наружный диаметр карданного вала, мм;

$d$  – внутренний диаметр карданного вала, мм.

$$W_{KP} = \frac{3,14 \cdot (55^4 - 50^4)}{16 \cdot 55} = 10350 \text{ мм}^3 = 10,4 \text{ см}^3.$$

Максимальное напряжение кручения вала определяется по следующей формуле [ ]:

$$\tau = \frac{M_{\max} \cdot K_D}{W_{KP}} \leq [\tau] \quad (3.6)$$

где  $M_{\max}$  – максимальный крутящий момент, Нм (в нашем случае, принимаем равным моменту сопротивления прокручиванию коленчатого вала);




$$P = \frac{115}{2 \cdot 0,026} = 2211 \text{ Н}.$$

При действии этой силы крестовина испытывает деформации смятия, изгиба и среза. Необходимо отметить, что напряжение смятия для материала крестовины не должно превышать 80 МПа, напряжение изгиба - 35 МПа, напряжение среза - 17 МПа. Произведем проверочный расчет по указанным напряжениям.

Напряжение смятия определяется по следующей формуле:

$$\sigma_{см} = \frac{P}{l \cdot d}, \quad (3.10)$$

где  $d$  - диаметр шипа, м ( $d = 0,0305$  м);

$l$  - длина шипа, м ( $l = 0,025$  м).

$$\sigma_{см} = \frac{2211}{0,0305 \cdot 0,025} = 2,9 \text{ МПа}.$$

Напряжение изгиба определяется по следующей формуле:

$$\sigma_{изг} = \frac{P \cdot l}{W \cdot 2}, \quad (3.11)$$

для шипа

$$W = \frac{\pi r^3}{4} = \frac{3,14 \cdot 1,525^3}{4} = 0,9 \text{ м}^3.$$

$$\sigma_{изг} = \frac{2211 \cdot 0,025}{0,9 \cdot 2} = 30,7 \text{ МПа}.$$

Напряжение среза определяется по следующей формуле::

$$\tau = \frac{4 \cdot P}{\pi \cdot d^2} \quad (3.12)$$

$$\tau = \frac{4 \cdot 2211}{3,14 \cdot 0,0305^2} = 3 \text{ МПа}.$$

Как видно, все условия выполняются.










Фондоемкость процесса определяется по формуле:

$$F_e = C_6 / (W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}), \quad (3.17)$$

где  $C_6$  – балансовая стоимость проектируемой и существующих конструкции, руб.;

$$F_{e1} = 423127 / (1,2 \cdot 150) = 2350,7 \text{ руб./ ед};$$

$$F_{e0} = 650000 / (1,06 \cdot 150) = 4088 \text{ руб./ ед}.$$

Энергоемкость определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_e = N_e / W_{\text{ч}} \quad (3.18)$$

где  $\mathcal{E}_e$  – энергоемкость проектируемой и существующей конструкции, кВтч/ ед;

$N_e$  – потребляемая мощность, кВт;

$$\mathcal{E}_{e1} = 22 / 1,2 = 18,3 \text{ кВтч/ ед};$$

$$\mathcal{E}_{e0} = 35 / 1,06 = 33 \text{ кВтч/ ед}.$$

Трудоемкость процесса определяется по формуле:

$$T_e = n_p / W_{\text{ч}}, \quad (3.19)$$

где  $n_p$  – количество обслуживающего персонала, чел.

$$T_{e1} = 1 / 1,2 = 0,83 \text{ челч/ ед}.$$

$$T_{e0} = 1 / 1,06 = 0,94 \text{ челч/ ед}.$$

Себестоимость работы выполняемой с помощью спроектированной конструкции и в исходном варианте находятся из выражения:

$$S = C_{\text{зн}} + C_{\text{э}} + C_{\text{рто}} + A, \quad (3.20)$$

где  $C_{\text{зн}}$  – затраты на оплату труда обслуживающему персоналу, руб./ ед.

$C_{\text{э}}$  – затраты на электроэнергию, руб./ ед;

$C_{\text{рто}}$  – затраты на ремонт и техническое обслуживание, руб./ ед;

$A$  – амортизационные отчисления, руб./ ед.

Затраты на оплату труда определяются из выражения:

$$C_{\text{зн}} = z_{\text{ч}} \cdot T_e, \quad (3.21)$$

где  $z_{\text{ч}}$  – часовая ставка рабочих, начисляемая по среднему разряду, руб./ч.


$$C_{\text{зп1}} = 250 \cdot 0,83 = 208,3 \text{ руб./ ед};$$

$$C_{\text{зп0}} = 250 \cdot 0,94 = 235,8 \text{ руб./ ед.}$$

Затраты на электроэнергию определяются по формуле:

$$C_{\text{э}} = C_{\text{э}} \cdot \text{Э}_e, \quad (3.22)$$

где  $C_{\text{э}}$  – комплексная цена электроэнергии, ( $C_{\text{э}} = 2,81 \text{ руб./кВт}$ ).

$$C_{\text{э1}} = 4,5 \cdot 18,3 = 82,5 \text{ руб./ ед};$$

$$C_{\text{э0}} = 4,5 \cdot 33 = 148,6 \text{ руб./ ед.}$$

Затраты на ремонт и ТО определяются из выражения:

$$C_{\text{рто}} = C_{\text{б}} \cdot N_{\text{рто}} / (100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}), \quad (3.23)$$

где  $N_{\text{рто}}$  – норма затрат на ремонт и техобслуживание, %.

$$C_{\text{рто1}} = 423127 \cdot 15 / (100 \cdot 1,2 \cdot 150) = 352,6 \text{ руб./ ед};$$

$$C_{\text{рто0}} = 650000 \cdot 15 / (100 \cdot 1,06 \cdot 150) = 613,2 \text{ руб./ ед.}$$

Затраты на амортизацию определяются из выражения:

$$A_i = C_{\text{б}} \cdot a / (100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}), \quad (3.24)$$

где  $a$  – норма амортизации, % ,

$$A_1 = 423127 \cdot 14 / (100 \cdot 1,2 \cdot 150) = 329 \text{ руб./ ед};$$

$$A_0 = 650000 \cdot 14 / (100 \cdot 1,06 \cdot 150) = 572,3 \text{ руб./ ед.}$$

Отсюда,

$$S_{\text{эксн1}} = 208,3 + 82,5 + 352,6 + 329 = 972,5 \text{ руб./ ед};$$

$$S_{\text{эксн0}} = 235,8 + 148,5 + 613,2 + 572,3 = 1570 \text{ руб./ ед.}$$

Приведенные затраты определяются из выражения:

$$C_{\text{пр}} = S_1 + E_{\text{н}} \cdot F_e, \quad (3.25)$$

где  $E_{\text{н}}$  – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений,  $E_{\text{н}} = 0,15$ .

$$C_{\text{пр1}} = 972,5 + (0,15 \cdot 2350,7) = 1325,14 \text{ руб./ ед.}$$

$$C_{\text{пр0}} = 1570 + (0,15 \cdot 4088) = 2183,2 \text{ руб./ ед.}$$

Годовая экономия в рублях определяется по формуле:

$$\text{Э}_{\text{год}} = (S_0 - S_1) \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}, \quad (3.26)$$

$$\text{Э}_{\text{год}} = (2183,2 - 1325,14) \cdot 1,2 \cdot 150 = 107537,7 \text{ руб.}$$


Годовой экономический эффект определяется по формуле:

$$E_{\text{год}} = \mathcal{E}_{200} - E_{\text{н}} \cdot C_{\text{б}}, \quad (3.27)$$

$$E_{\text{год}} = 107537,7 - 0,15 \cdot 423216 = 44055,3 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости капитальных вложений определяется по формуле:

$$T_{\text{ок}} = C_{\text{б1}} / \mathcal{E}_{200}, \quad (3.28)$$

$$T_{\text{ок}} = 423216 / 107537,7 = 4 \text{ года.}$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяется по формуле:

$$K_{\text{эф}} = \mathcal{E}_{200} / C_{\text{б1}}, \quad (3.29)$$

$$K_{\text{эф}} = 107537,7 / 423216 = 0,25.$$

Данные расчетов технико-экономических показателей стенда для обкатки двигателей приведены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкций

Наименование показателей	Варианты	
	Исходный	Проектируемый
Производительность ед /ч	1,06	1,2
Фондоемкость, руб./ ед	4088	2350,7
Энергоемкость, кВт/ ед	33	18,3
Металлоемкость, кг/ ед	1,08	0,35
Трудоемкость, чел ч/ ед	0,94	0,83
Себестоимость работы, руб./ ед	1570	972,5
Приведенные затраты, руб./ ед	2183,2	1325,14
Годовая экономия, руб.	–	107537,7
Годовой экономический эффект, руб.	–	44055,3
Срок окупаемости капитальных вложений, лет.	–	4


## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе были рассмотрены вопросы, связанные с организацией и планированием технического обслуживания и ремонта автомобилей, на основании которых был спроектирован участок ремонта двигателей.

Участок ремонта двигателей предназначен для выполнения всего комплекса работ по ремонту двигателей. Имеющееся технологическое оборудование и оснастка позволяет провести разборочно-сборочные, дефектовочные, очистительно-моечные, слесарные работы, а также обкатку отремонтированных двигателей.

Обкатка агрегатов, узлов и в целом машины – это технологическая операция, которая проводится при определенных режимах для подготовки машины (агрегата) к восприятию эксплуатационных нагрузок, устранения мелких неисправностей, удаления продуктов износа, интенсивно выделяющийся во время приработки трущихся пар с целью последующей надежной работы машины.

В данной работе проведен анализ и патентного обзор оборудования для обкатки двигателей, на основании которых сконструирован стенд для обкатки двигателей внутреннего сгорания. Обоснованы конструктивные параметры стенда, определены основные требования безопасности при эксплуатации стенда.

Внедрение разработанного стенда для обкатки двигателей позволяет получить годовую экономию в размере 107537,7 руб. и годовой экономический эффект 44055,3 руб.

Срок окупаемости капитальных вложений составил 4 года.

В работе также рассмотрены вопросы охраны труда и противопожарной безопасности при техническом обслуживании и ремонте машин. Определены требования по охране окружающей среды.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т. – 9-е изд., перераб. и доп. / под ред. И.Н. Жестковой. - М.: Машиностроение, 2006, ил.
2. Белоусов И.С. Пуск тракторных дизелей: Учеб. пособие / И.С. Белоусов, П.И. Федюнин / Новосиб. гос. аграр. ун-т. Инж. ин-т. – Новосибирск, 2007.
3. Бондаренко Е. В. Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования: учебник для студ. высш. учеб. заведений / Е. В. Бондаренко, Р. С. Фаскиев. — М.: Издательский центр «Академия», 2011. — 304 с.
4. Булгариев Г.Г., Абдрахманов Р.К., Валиев А.Р. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных квалификационных работ (для студентов ИМ и ТС). – Казань, 2012. – 64 с.
5. ГОСТ 18523-79. Дизели тракторные и комбайновые. Сдача в капитальный ремонт и выпуск из капитального ремонта. Технические условия. – Введ. 1981.01.01.
6. ГОСТ 20799-88. Масла индустриальные. Технические условия. - Дата введения 01.01.90.
7. Гузенков П.Г. Детали машин: Учеб. Для вузов.-4-е изд., испр. М.: Высш. шк., 1986.-359 с.: ил.
8. Диагностика и техническое обслуживание машин: учебник для студентов высш. учеб. заведений / [А.Д. Ананьин, В.М. Михлин, И.И. Габитов и др.] – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 432 с.

9. Зотов В.И. Безопасность жизнедеятельности на производстве: Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальностям 311300, 311500, 311900 / В.И. Курдюмов. – 2-издание, переработанное и дополненное. - М.: Колос, 2003.-432с.
10. Иванов, В.П. Ремонт автомобилей: учебное пособие / В.П. Иванов, В.К. Ярошевич, А.С. Савич. Минск: Выш. шк., 2009. 383 с.: ил.
11. Кузнецов А. С. Ремонт двигателя внутреннего сгорания: учеб. пособие / А.С. Кузнецов. 2-е изд., стер. М.: Издательский центр «Академия», 2013. - 64с.
12. Максимов А.В., Салахов И.М. Разработка стенда для обкатки двигателей внутреннего сгорания // Студенческая наука – аграрному производству: Материалы 77-й студенческой (региональной) научной конференции. – Казань: Издательство Казанского ГАУ, 2019.
13. Масуев М. А. Проектирование предприятий автомобильного транспорта : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / М. А. Масуев. - М. : Издательский центр «Академия», 2007. - 224 с.
14. Мишин М.М. Проектирование предприятий технического сервиса.: Учебное пособие./М.М. Мишин, П.Н. Кузнецов – Мичуринск: Изд-во МичГАУ, 2008. – 213 с.
15. Руководство по эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту. Двигатели КамАЗ / Под ред. главного конструктора по двигателям НТЦ ОАО «КамАЗ» Гатауллина Н.А. – Набережные Челны. – 2002 г.
16. Решетов Д. Н. Детали машин: учебник для студентов в машиностроительных и механических специальностей вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1989.- 496 с.: ил.
17. Табель технологического оборудования, применяемого при ТО и ТР на автотранспортных предприятиях / В.С. Котов, В.П. Кубраков, М.В. Полуэктов. - Волгоградский государственный технический университет, Волгоград, 2004 – 43 с.

18. Технологические карты по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей КамАЗ.
19. Хусаинов А.Ш. Расчёт исполнительных механизмов технологического оборудования автотранспортных предприятий: Методические указания к практическим работам/ А.Ш. Хусаинов, С.П. Бортников – Ульяновск: УлГТУ, 2003. –37 с.
20. Живоглядов Н.И. Основы расчета, проектирования и эксплуатации технологического оборудования, Учеб. пособие– Тольятти: ТГУ, 2002. 145 с.