

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)

23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Автомобили и тракторы

(направленность (профиль) / специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
(ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ)**

на тему Разработка стенда для испытаний тормозных механизмов

на долговечность

Обучающийся

И.А. Назмиев

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент Л.А. Черепанов

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

Консультанты

канд. техн. наук, доцент А.В. Бобровский

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

доцент И.В. Дерябин

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

канд. экон. наук, доцент О.М. Сярдова

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

О.А. Головач

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

Тольятти 2022

## Аннотация

Дипломный проект выполнен на тему: «Разработка стенда для испытаний тормозных механизмов на долговечность».

Цель дипломного проекта – разработка конструкции стенда для испытаний тормозных механизмов на долговечность.

Пояснительная записка содержит шесть разделов, введение и заключение, список используемой литературы и используемых источников, приложения, всего 83 страницы с приложениями.

Графическая часть содержит 10 листов формата А1, выполненных в автоматизированной системе разработки и оформления конструкторской и проектной документации КОМПАС-График. Выполненный дипломный проект полностью соответствует утвержденному заданию.

В первом разделе рассмотрены испытания на циклическую долговечность как неотъемлемая и важная часть при производстве продукции.

Во втором разделе сопоставлены совокупности существенных признаков проектируемого объекта и аналогов, выбранных ранее из патентного поиска, объект не обладает критериями патентоспособности.

В третьем разделе составлены техническое задание и предложение на разработку конструкции стенда для испытаний тормозных механизмов на долговечность.

В четвертом разделе выполнено обоснование выбора технологического процесса, определена трудоемкость сборки, составлен технологический процесс сборки стенда для испытаний тормозных механизмов на долговечность.

В пятом разделе рассмотрены вопросы, касающиеся обеспечения безопасности, экологичности проекта.

В шестом разделе определена эффективность разработки стенда для испытаний тормозных механизмов на долговечность с экономической стороны.

## **Abstract**

The title of the graduation work is: «The development of a stand for testing the durability of brake mechanisms».

The aim of the project is to develop the construction of the stand for testing the durability of brake mechanisms.

The graduation work consists of introduction, six parts, conclusion, the list of 35 references including 5 foreign sources, 1 appendices, and the graphic part on 10 A1 sheets.

The work touches upon next issues: the review of the existing cyclic durability tests; the construction design of the stand for testing the durability of brake mechanisms; the development of its assembly process.

At the start of work we review the cyclic durability tests as an integral and important part in the products manufacturing. Then, we compare the essential features of the designed stand with analogues from the patent search to determine the compliance of the developed stand with the criteria of patentability. Next, we develop the terms of reference and technical proposal for the design development of the stand for testing the durability of brake mechanisms. We also outline the technological process for assembling the proposed stand.

The special part of the project gives details about the issues related to ensuring the safety and environmental friendliness.

The finally part explains the economic efficiency of the development of the stand for testing the durability of brake mechanisms.

## Содержание

Введение.....	6
1 Состояние вопроса .....	8
2 Патентный анализ аналогов .....	12
2.1 Обоснование необходимости патентных исследований.....	12
2.2 Формирование программы исследования .....	13
2.3 Определение стран проверки.....	13
2.4 Определение категории объекта.....	14
2.5 Выбор технических решений, подлежащих исследованию .....	14
2.6 Установление глубины патентного поиска .....	14
2.7 Анализ результатов патентно-информационного поиска.....	20
3 Конструкторская часть .....	21
3.1 Техническое задание на разработку стенда для испытаний тормозных механизмов на долговечность.....	21
3.2 Техническое предложение на разработку стенда для испытаний тормозных механизмов на долговечность.....	24
4 Технологический раздел.....	40
4.1 Обоснование выбора технологического процесса.....	40
4.2 Определение трудоемкости сборки.....	43
4.3 Составление технологического процесса сборки стенда для испытаний тормозных механизмов на долговечность.....	44
5 Безопасность и экологичность технического объекта .....	51
5.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика технологического процесса испытания тормозных механизмов на долговечность.....	51
5.2 Идентификация профессиональных рисков.....	52
5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков .....	53
5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта .....	59

5.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технологического процесса испытания тормозных механизмов на долговечность.....	62
6 Экономическая эффективность проекта.....	64
Заключение .....	73
Список используемой литературы и используемых источников.....	74
Приложение А. Спецификации.....	81

## Введение

«Современный автомобиль – сложный с технической точки зрения организм, который включает в себя раму или несущий кузов с закрепленными на них узлами и агрегатами различного функционального назначения» [31].

Рабочие свойства автомобиля в течение его эксплуатации постепенно ухудшаются, по причине изнашивания деталей, узлов и агрегатов, входящих в конструкцию автомобиля, от постоянных вибраций различных амплитуд и частот, усталости материала, а также негативного воздействия окружающей среды (влажности воздуха, перепадов температуры, воздействия соляных растворов и так далее).

«В совокупности всё это приводит к появлению отказов и неисправностей, устранение которых выполняется в процессе технического обслуживания и текущего ремонта, путем выполнения регулировочных и плановых работ по техническому обслуживанию отдельных узлов, агрегатов и систем автомобиля в целом, либо путем замены отдельных деталей в случае необходимости. Хорошо известно, что эффективность использования автомобильного транспорта зависит от его технического состояния. Условием надежной работы автомобиля является систематическое и высококачественное техническое обслуживание, выполняемое в условиях современных авторемонтных предприятий и СТО А, оснащенных надлежащим оборудованием, средствами ми контроля и диагностирования неисправностей» [18].

«Одной из важнейших проблем, стоящих перед автомобильным транспортом, является повышение эксплуатационной надежности автомобилей за счет их качественного и своевременного ремонта и техобслуживания. Решение этой проблемы обеспечивается как автомобильной промышленностью путем выпуска более надежных автомобилей, так и совершенствованием методов технического

обслуживания и ремонта автомобилей. Это требует создания необходимой производственно-технологической базы для поддержания подвижного состава автомобильного транспорта в исправном состоянии, широкого применения прогрессивных и ресурсосберегающих технологических процессов, технического диагностирования и обслуживания, ремонта, эффективных средств механизации и автоматизации производственных процессов на авторемонтных предприятиях, повышения квалификации персонала» [26].

Автомобильный рынок России уже долгое время переживает большие трудности. В 2021 году обозначилась серьезная проблема с поставками новых автомобилей из-за пандемии коронавируса. В магазинах наблюдался сильный дефицит нового транспорта. Преимущественно это происходило из-за недостатка электронных компонентов, разрывом цепочек поставок и ростом цен на сырье (в первую очередь на сталь) необходимых для производства машин.

Теперь же к этому прибавилась еще одна проблема – санкционные ограничения, наложенные США и Европой на российские организации.

В условиях санкционных ограничений в отношении Российской Федерации и как следствие дефицита иностранных запчастей и деталей, повышения цен на автомобили, запчасти, поднятие расценок на техническое обслуживание, представляется интересным проведение качественной диагностики автомобиля, для своевременного выявления и предотвращения возможного дорогостоящего ремонта.

В работе будет рассмотрена разработка конструкции стенда для испытаний тормозных механизмов на долговечность.

## 1 Состояние вопроса

«Усталость материала – деградация механических свойств материала в результате постепенного накопления повреждений под действием переменных (часто циклических) напряжений с образованием и развитием трещин, что обуславливает его разрушение за определённое время» [15].

Испытание на усталость является полезным методом для определения характеристики поведения материала или компонента при циклическом нагружении.

Испытание на усталость измеряет, как циклические силы будут воздействовать на материал с течением времени. Путем анализа различных размеров циклических нагрузок при различных скоростях и условиях окружающей среды можно создавать прогнозные модели поведения материала. Хотя большая часть испытаний на усталость выполняется для построения зависимости напряжения ( $S$ ) от количества циклов до разрушения ( $N$ ) (также известной как кривая  $SN$ ), они также могут быть полезны для моделирования конкретных сценариев и исследования реальных усталостных отказов. Понимание усталостных свойств является одним из наиболее важных элементов исследований и разработок, безопасности продукции и программ испытания материалов.

Циклы от 100 до 10000 называются малоцикловой усталостью (LCF), а более 10000 – многоцикловой усталостью (HCF). Это важно, учитывая, что автомобили или их компоненты вполне могут иметь много миллионов циклов [34].

В автомобильной промышленности в основном используется сталь для конструкционных деталей, литой алюминий для блоков и головок цилиндров и чугун для коленчатых валов. Алюминий все чаще используется в кузовных панелях и конструктивных элементах автомобилей. Тем не менее, более крупные транспортные средства, такие как грузовики, могут использовать чугун в таких деталях, как головки и блоки цилиндров, из-за связанных с



ними нагрузок и температур. Однако сталь и алюминий все чаще формируются новыми способами, например гидроформованием для создания трубчатых деталей, с целью снижения веса материалов по сравнению со старыми конструкциями из сплошных стержней или пластин.

В целях испытаний на усталость можно разделить использование материалов на конструктивные части автомобиля и трансмиссию. Конструктивная часть автомобиля включает в себя центральные стойки дверей и подножки. Другие конструкционные детали включают в себя рамы, бамперы, кронштейны, опоры двигателя, детали сидений, спинки сидений и колеса, все из которых тестируются на уровне материалов и компонентов с точки зрения вибрации, а также ударопрочности. Из-за дороговизны и сложности головки и блоки обычно не испытываются на усталость. Головки и блоки обычно испытывают на усталость с помощью контрольных образцов, которые представляют собой испытательные образцы, вырезанные из компонентов и подвергнутые механической обработке. Тем не менее, коленчатые валы и целые двигатели по-прежнему подвергаются динамометрическим испытаниям в тяжелых условиях перегрева и нагрузки.

В автомобилестроении используются композиты с полимерной матрицей (PMC) и полимеры, армированные углеродным волокном (CFRP). По сравнению с металлами эти материалы создают интересные проблемы для испытаний на усталость. С точки зрения организации самих испытаний, испытания композитов требуют передовых методов обработки, чтобы избежать вырывания волокна, чувствительных тензодатчиков для измерения малых нагрузок и передовых методов захвата, чтобы избежать переломов захвата, которые не происходят с металлами.

Из-за своей анизотропной природы полимеры представляют собой еще одну проблему. Свойства этих материалов меняются в зависимости от направления, поэтому методы укладки, включающие офсетные методы, предназначены для устранения анизотропии. В результате любые испытания на усталость требуют учета направления нагрузки для сборных конструкций.

Хотя основные принципы испытаний на усталость не изменились за последние пятьдесят лет, испытания образцов, безусловно, претерпели значительные изменения. Оцифровка контрольных и аналитических данных для получения информации об усталостной долговечности при деформации стала самым большим изменением в испытаниях на усталость.

Очень важным событием, которое набирает обороты в отрасли, является растущее распространение методов производства «точно в срок». Это побудило производителей оценить, как они могут сократить время, затрачиваемое на этап испытаний на усталость. Естественно, длительные циклы испытаний требуют определенных временных рамок, а увеличение частоты испытаний на усталость повлияет на температуру, создаваемую в образце для испытаний на усталость, что может изменить требуемые результаты и условия.

В отрасли конечная цель состоит в том, чтобы добавить к текущим испытаниям LCF/HCF испытания на усталостную усталость при сверхвысоких циклах (VHCF), что позволит более точно прогнозировать долгосрочную усталостную долговечность в автомобильном секторе. Методы VHCF предполагают радикальное переосмысление усталостных испытаний. Разработка испытаний VHCF в настоящее время включает в себя пропускание звуковых волн через образцы, а не существующие методы применения усталостных деформаций к образцам с помощью движущихся сервогидравлических приводов [34].

Еще одно важное изменение – это моделирование усталостных испытаний материалов. Прогнозируется, что модели представят виртуальные процессы литья и тестирования, что является серьезным изменением в отрасли. Эти виртуальные процессы неизбежно обеспечат значительную экономию на существующих физических методах обработки металлов и испытаний, поскольку сертификация материалов требует значительных затрат.

Прогнозирование срока службы – это большая область исследований, которая позволит производителям пересмотреть свои процессы, чтобы быстро обеспечить улучшенные свойства материалов и улучшить производительность своей продукции и транспортных средств.

Новые технологии производства, такие как 3D-печать, ставят новые задачи. В конечном счете, на данном этапе невозможно точно предсказать огромный диапазон преимуществ (или, возможно, недостатков) сопротивления усталости таких материалов. По мере того, как будет собрано больше информации об их производстве и производительности, будет принято решение об увеличении их использования.

Выводы по разделу.

В разделе «Состояние вопроса» рассмотрены испытания на циклическую долговечность, как неотъемлемую и важную часть при производстве продукции.

## 2 Патентный анализ аналогов

### 2.1 Обоснование необходимости патентных исследований

В конструкторской части необходимо разработать стенд для испытаний тормозных механизмов на долговечность.

Устройство для прочностных испытаний фрикционных дисков для тормозных систем (по патенту № 2014151194/28, МПК G01L 5/28 (2006.01), G01M 13/00 (2006.01) (рисунок 1) для испытания упругих элементов на усталость относится к машиностроению и может быть использована для испытания изделий на прочность, в частности, к измерительному оборудованию для определения прочностных испытаний тормозных дисков.

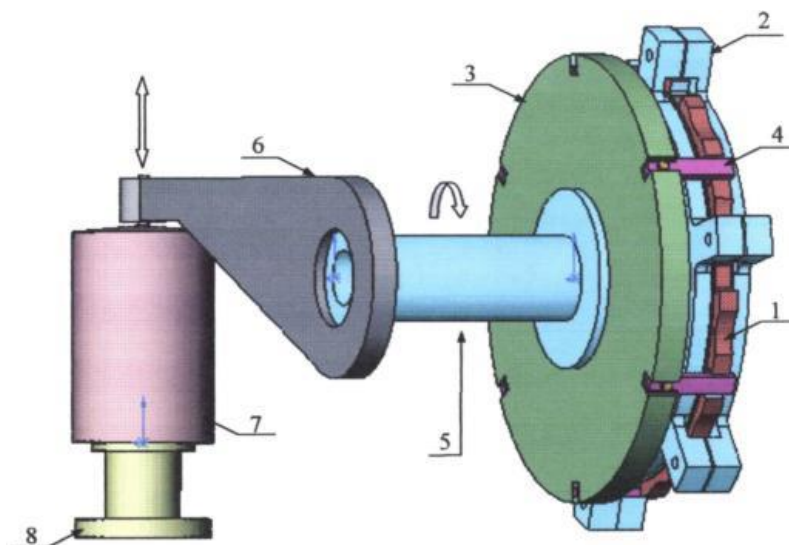


Рисунок 1 – Объект права «устройство»

Объект характеризуется конструктивными признаками: формой, взаимным расположением элементов, соотношением размеров и так далее, следовательно, как объект патентного права «устройство для прочностных испытаний фрикционных дисков для тормозных систем» представляет собой «устройство». Исследуемый объект содержит следующие основные технические решения (существенные признаки): рама, нагружающее устройство, привод, способ закрепления.

Принимаем окончательный вариант ТР «Стенд для испытания тормозных механизмов на долговечность» для проведения патентного поиска.

Недостатком покупных изделий является завышенная стоимость.

«Спроектировать стенд для испытаний тормозных механизмов на долговечность, отвечающий требованиям современного производства, можно только путём широкого применения в его конструкции прогрессивных технических решений, созданных в последнее время в Российской Федерации и во всём мире. Выявить прогрессивные технические решения, которые могут лечь в основу усовершенствованной конструкции объекта, можно в результате патентного исследования достигнутого уровня развития вида техники – стенд для испытаний тормозных механизмов на долговечность

Для определения патентоспособности разработанной конструкции и объёма её правовой охраны проведем патентные исследования на основные критерии патентоспособности: изобретательский уровень, новизна, промышленная применимость» [17].

## **2.2 Формирование программы исследования**

Цель исследования: создание объекта с лучшей функциональностью, меньшей стоимостью и простотой конструкции.

## **2.3 Определение стран проверки**

«Странами проверки являются страны с наиболее широко развитой индустрией автомобильного транспорта, и в этих странах может быть наиболее полная информация об исследуемой области техники: Российская Федерация (СССР), Великобритания, Германия, США, Франция, Япония» [28].

## **2.4 Определение категории объекта**

«Исследуемый объект является устройством, так как характеризуется конструктивными признаками – формой и сопоставимостью размеров деталей: нагрузочное устройство, рама, привод» [28].

## **2.5 Выбор технических решений, подлежащих исследованию**

Для достижения цели модернизации внесем изменения в конструкцию привода, рамы и силового элемента.

## **2.6 Установление глубины патентного поиска**

Для начала необходимо определить рубрики МПК и индекса УДК, АПУ, ключевые слова или словосочетания.

«Проводим классификацию по МПК 8 редакции с соблюдением всех поправок и изменений: Раздел G – физика, класс G01 – измерение; испытание, подкласс G01M – проверка статической и динамической балансировки машин; испытания различных конструкций или устройств, не отнесенные к другим подклассам. Главная дробная рубрика: G01M13/00 – испытание деталей машин и G01M15/00 – испытание машин и двигателей.

Индекс УДК: 6 – прикладные науки, медицина, техника; 65 – управление предприятиями, организация производства, торговли и транспорта; 656 – транспортное обслуживание, организация и управление перевозками, почтовая связь; 656.1 – эксплуатация наземного безрельсового транспорта, движение по улицам и дорогам; 656.1.5 – организация и эксплуатация наземного (сухопутного) транспорта» [7].

«Защита патентоспособности на изобретение составляет 25 лет, на полезную модель – 13 лет. Новые технические решения внедряются в конструкцию стенда для испытаний тормозных механизмов на долговечность

медленно. Так как разработки ведутся медленно, установим глубину патентного поиска 10 лет» [7].

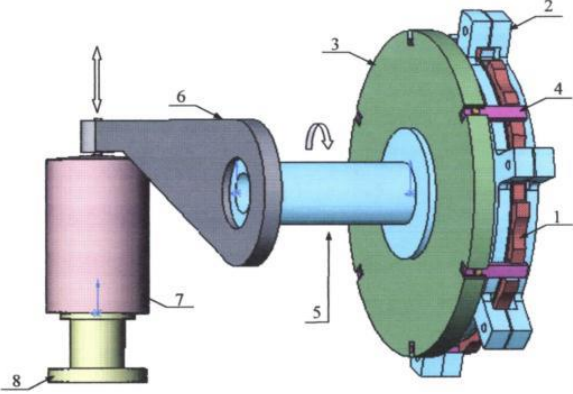
Составляем регламент патентно-информационного поиска и заносим в таблицу 1.

Таблица 1 – Регламент патентно-информационного поиска

Предмет поиска (объект исследования)	Рубрики: МПК (МКИ) УДК, НКИ	Страна поиска	Ретроспективность	Наименование информационной базы (фонда)
«Устройство для прочностных испытаний	656.1.5 G01L 5/28 (2006.01) G01M 13/00 (2006.01)	Российская Федерация, Германия, США, Япония, Великобритания, Франция	10 лет (2012-2022)	Описания к авторским свидетельствам и патентам. Реферативный сборник Изобретения стран мира. Реферативный журнал Автомобиль, автомобильное хозяйство. Журналы: За рулем, Автомобильная промышленность, Автомобильный транспорт, Автомобильная промышленность США. Мимоза (MIMOSA). Сайты: <a href="http://www.fips.ru">www.fips.ru</a> , <a href="http://www.zr.ru">www.zr.ru</a> , <a href="http://www.garo.ru">www.garo.ru</a> <a href="http://uspto.gov">uspto.gov</a> <a href="http://espacenet.org">espacenet.org</a> » [15]

Выполняем патентно-информационный поиск и сводим информацию в таблицу 2.

Таблица 2 – Патентно-информационный поиск

Объект исследования	МПК, УДК авторы, дата начала действия патента, дата публикации, № патента, страна приоритета	Суть изобретения, название и сущность технического решения	Подлежит или не подлежит детальному исследованию	
			Достигнутого уровня	Патентной чистоты
Устройство для прочностных испытаний фрикционных дисков для тормозных систем	G01L 5/28 (2006.01) G01M 13/00 (2006.01) Крамаренко Е.И. Селезнев А.Н., Мозалев В.В., Сивурова В.А., Шевяхов С.Н., Кулаков В.В., Кенигфест А.М. 18.12.2014 г. заявка на полезную модель № 2014151194/28 Россия	<p>Устройство для прочностных испытаний фрикционного диска для тормозных систем, содержащее кассету с размещенным в ней испытуемым диском, нагружающий блок и гидравлический привод с силовым гидроцилиндром, отличающееся тем, что оно дополнительно содержит промежуточную муфту и рычаг, передающие усилия от силового гидроцилиндра на нагружающий блок, при этом нагружающий блок выполнен в виде кольцевой обечайки с закрепленными по внешнему контуру силовыми призматическими пальцами, число которых соответствует числу пазов испытуемого диска, а силовой гидроцилиндр выполнен с возможностью программирования окружных циклических усилий.</p> 	да	да
Установка для испытания образца материала на усталость	G01M15/00 Власов В.П. 2004.01.18 Заявка на полезную модель	«Установка для испытания образца материала на усталость, содержащая основание, захваты образца, нагружающее приспособление, выполненное в виде кривошипно-шатунного механизма с шатуном	да	да



Продолжение таблицы 2

Объект исследования	МПК, УДК авторы, дата начала действия патента, дата публикации, № патента, страна приоритета	Суть изобретения, название и сущность технического решения	Подлежит или не подлежит детальному исследованию	
			Достигнутого уровня	Патентной чистоты
	18.01.2017г. патент № 2029282 от 20.02.2018г. Россия	регулируемой длины, связанный с шатуном ползун с направляющей, закрепленной на основании, две силовые пружины, одна из которых связана одним концом с ползуном, а другим - с одним из захватов, и приспособление для ударного нагружения, включающее поворотное звено с осью, кинематически связанной с кривошипно-шатунным механизмом, одноплечий рычаг, шарнирно установленный на основании и связанный с одним из захватов, и боек, связанный с поворотным звеном и предназначенный для периодического взаимодействия с одной из сторон рычага, отличающаяся тем, что она снабжена тягой, выполненной в виде рамы, закрепленной на захвате, связанном с ползуном, приспособление для ударного нагружения включает дополнительные поворотное звено и связанный с ним боек, предназначенный для периодического взаимодействия с другой стороной рычага, поворотные звенья выполнены в виде находящихся в зацеплении зубчатых колес, их связи с бойками выполнены в виде свободно установленных на осях соответствующих зубчатых колес маятников, на которых закреплены соответствующие бойки, соосных с соответствующими зубчатыми колесами кулачков, установленных на основании с возможностью фиксированного поворота вокруг своих осей и взаимодействующих с соответствующими кулачками, подпружиненных с ним толкателей, установленных на соответствующих		

Продолжение таблицы 2

Объект исследования	МПК, УДК авторы, дата начала действия патента, дата публикации, № патента, страна приоритета	Суть изобретения, название и сущность технического решения	Подлежит или не подлежит детальному исследованию	
			Достигнутого уровня	Патентной чистоты
		<p>зубчатых колесах и предназначенных для отклонения маятников, связанный с ползуном конец шатуна выполнен в виде вилки, между зубцами которой размещены перекладина рамы и вторая силовая пружина, взаимодействующая с этой перекладиной со стороны ползуна» [6].</p> 		
<p>Машина испытательная универсальная сервогидравлическая для механических испытаний образцов материалов на растяжение, сжатие, изгиб и малоцикловую усталость</p>	<p>G01M15/00 Потаенко Е.Н., Шахназарян В.С., Чиликов С.М. 17.04.2018 04.02.2019 патент № 2018114233</p>	<p>«Машина испытательная универсальная сервогидравлическая для механических испытаний образцов материалов на растяжение, сжатие, изгиб и малоцикловую усталость при растяжении-сжатии, включающая нагружающее устройство, содержащее основание, два гидроцилиндра, закрепленных на верхней плоскости основания симметрично относительно оси нагружающего устройства, траверсу, скрепленную со штоками гидроцилиндров, два захвата для закрепления испытуемых образцов, датчик силы, датчик перемещения, приспособление для испытания на сжатие, содержащее нижнюю и верхнюю плиты, устанавливаемые на захваты нагружающего устройства, приспособление для испытания на</p>	да	да

Продолжение таблицы 2

Объект исследования	МПК, УДК авторы, дата начала действия патента, дата публикации, № патента, страна приоритета	Суть изобретения, название и сущность технического решения	Подлежит, не подлежит детальному исследованию	
			Достигнутого уровня	Патентной чистоты
при растяжении-сжатии		<p>изгиб, содержащее изгибную траверсу с опорными роликами для установки образца и опору с комплектом ножей, высокого давления, клапан предохранительный, устанавливаемые на захваты нагружающего устройства, а также насосную установку, содержащую насос гидрораспределители для управления захватами, компенсатор давления и сервоклапан для управления гидроцилиндрами (нагрузением образца), отличающаяся тем, что гидроцилиндры, установленные на верхнюю плоскость основания, выполнены уплотненными с двумя полостями: нижние полости соединены с каналом «А» сервоклапана, верхние - с каналом «В», а между собой обе полости соединены через дроссель малого сечения» [4].</p>		

Проведя патентный поиск мы установили, что идет модернизация в направлении усовершенствования рамы и привода.

Было найдено 2 патента, из которых, выбрали наиболее интересные для нашего исследования: заявка на полезную модель № 2014151194/28, патент № 2029282.

## 2.7 Анализ результатов патентно-информационного поиска

Новый разработанный объект исследования показан в конструкторской части дипломного проекта. Для исследования патентоспособности используем уже определенный ранее регламент и проведенный патентный поиск.

Выявим существенные признаки ИТР и аналогов и занесем в таблицу 3.

Таблица 3 – Существенные признаки ИТР и аналогов

Конструкция проектируемого объекта	Проект	Аналоги	
		А 1 № 2014151194/28	А 2 № 2029282
Нагрузочное устройство	0	+	+
Рама	0	-	+
Привод	0	+	+
Суммарная оценка		2	3

Согласно таблице 3 наибольшую сумму баллов имеет аналог А2 «Установка для испытания образца материала на усталость», следовательно, данное техническое решение является наиболее прогрессивным.

Принимаем его для использования в разработке конструкции стенда для испытаний тормозных механизмов на долговечность.

Также видим, что объект не обладает критериями патентоспособности: изобретательский уровень, новизна, так как все технические решения, используемые в спроектированном устройстве, являются общеизвестными из уровня вида техники, следовательно, разрабатываемый стенд можно сделать и использовать в условиях предприятия, с минимальными экономическими и трудовыми затратами.

Выводы по разделу.

В разделе «Патентный анализ аналогов» сопоставлены совокупности существенных признаков проектируемого объекта и аналогов, выбранных ранее из патентного поиска, объект не обладает критериями патентоспособности: изобретательский уровень, новизна.

### **3 Конструкторская часть**

#### **3.1 Техническое задание на разработку стенда для испытаний тормозных механизмов на долговечность**

Необходимо разработать стенд для испытаний тормозных механизмов на долговечность. На раме стенда, конструктивно, предусмотреть возможность быстрой установки и смены испытуемого объекта, без дополнительной наладки стенда.

В качестве привода предлагается использовать электрический двигатель с двумя блоками (управления и измерительно информационным).

Стенд входит в сферу испытания оборудования.

Стенд представляет собой стационарную конструкцию, которая является устойчивой к разрушениям под воздействием пульсирующих нагрузок (симметричных, разнонаправленных) и обеспечивающая безопасные испытания тормозных барабанов.

«Стенд устанавливается в производственной лаборатории, состояние и условия которой должны соответствовать требованиям методик испытаний: температура воздуха от 19°С до 24°С, относительная влажность воздуха от 15 до 75%» [21].

«Стенд разрабатывается по заданию кафедры Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов Тольяттинского государственного университета в рамках выполнения выпускной квалификационной работы и предназначен для проверки соответствия, с заявленным производителем нормативов, циклической долговечности тормозных барабанов легковых автомобилей» [14].

«Проектируя стенд, рекомендуется использовать существующую техническую литературу: И 3124.37.101.043 «Долговечность тормозных механизмов», ГОСТ Р 52431-2005, ГОСТ Р 52847-2007, ГОСТ 31177-2003,

ГОСТ 25.502-79, ГОСТ 12.1.019-2017, авторские свидетельства и патенты, стандарты по безопасности производства, методические пособия» [5].

«Наименования и условного обозначения тема разработки не имеет.

Стенд изготовить в единичном экземпляре.

Запуск в серийное производство предполагается, следовательно: «обязателен поиск на патентную чистоту» [11].

«К конструкции стенда для испытаний тормозных механизмов на долговечность предъявляются следующие требования:

- требования безопасности – крепкая рама стенда должна иметь запас прочности, для выполнения безопасных испытаний;
- в ходе испытаний минимизировать регламентированные действия по смене очередных, проверяемых тормозных систем;
- для удешевления конструкции стенда, рекомендуется применение нормализованных и унифицированных узлов и блоков, стандартных крепежных изделий и металлопроката;
- гидравлическая система стенда должна обеспечивать циклическое плавное изменение давления в цилиндре в диапазоне от 0 до 80 бар;
- заданное установочное время полного цикла 3,6 сек., а частота повторов 1 тыс. циклов/час;
- для равномерности износа тормозных колодок, через каждые 75 тыс. циклов необходимо поворачивать барабан на 90 град.;
- использовать трёхфазное электрическое питание 380 В.
- конструкция должна обеспечивать отсутствие труднодоступных мест для проведения уборки и обслуживания;
- в конструкции должны быть минимизированы работы по наладке и регулировке;
- использовать стандартные подшипники;
- разработать защитные кожухи на движущиеся части, для обеспечения безопасного проведения испытательных работ;

- для постоянного контроля над работой двигателя использовать магнитный пускатель, исключающий бесконтрольный запуск электрического двигателя при сбое в электрической сети;
- обеспечить надежное заземление;
- стенд должен осуществлять одновременное испытание четырех пар тормозных механизмов, с учетом расположения на автомобиле;
- в ярко оранжевый цвет необходимо окрасить движущиеся элементы конструкции, в серый цвет остальные элементы;
- при обслуживании использовать рекомендованные материалы, не требующие специальных приспособлений;
- для обеспечения безопасной работы оператора конструкция не должна иметь острых кромок, заусенцев, все углы должны быть скруглены;
- предпочтительный размер менее 2100×910×1310 мм;
- масса не должна превышать 500 кг» [23].

«Внешний облик стенда должны соответствовать правилам технической эстетики и подчеркивать функционал изделия. Композиционное равновесие обеспечивается симметричным расположением элементов конструкции» [2].

«К работе на стенде допускаются рабочие, прослушавшие специализированный инструктаж по технике безопасности и изучившие алгоритм выполнения работ на стенде.

Для поддержания работоспособного состояния и безотказной работы стенда, проводить обязательное техническое обслуживание не реже 1 раза в 6 месяцев» [25].

«Конструктивно стенд должен легко разбираться и собираться для замены или ремонта вышедшего из строя узла. Транспортировка также производится в разобранном виде: узлы и агрегаты, снимаются с рамы и упаковываются в маркированные контейнеры. Хранение должно производиться в теплом и сухом месте» [21].

### **3.2 Техническое предложение на разработку стенда для испытаний тормозных механизмов на долговечность**

Получено задание на разработку стенда для испытаний тормозных механизмов на долговечность

Стенд для испытаний тормозных механизмов на долговечность должен создать условия проведения испытаний на циклическую долговечность тормозных механизмов автомобилей ВАЗ. Стендовые испытания тормозных механизмов на долговечность проводят следуя инструкции И 3124.37.101.043.

Цель испытаний: определение долговечности дисковых и барабанных тормозных механизмов.

Анализ существующих устройств.

«Устройство стенда 17.13.004-93 (рисунок 2) для испытаний тормозных механизмов на долговечность:

- стенд и его привод должны иметь специальную оснастку для крепления тормозных механизмов автомобилей ВАЗ;
- гидросистема стенда должна иметь возможность, за время торможения, циклически изменять давление в рабочем цилиндре от 0 до 80 бар. Визуальный контроль давления осуществляется манометром типа МТП-160 с пределом показаний от 0 до 100 бар и С1 1,5ед.;
- пневматика стенда задает двумя пневмоцилиндрами, через рычаг, крутящий момент на диск с заданным поворотом 360 град., используя автоматику редукционного клапана управления гидроцилиндром, задаем время полного цикла торможения 3,6 с. Чтобы давление воздушной системы находилось стабильно в рабочем диапазоне, для контроля, на входе установлен манометр – индикатор (тип МТ) и ресивер» [19].

«Алгоритм проведения испытаний:



- закрепить тормозной механизм на стенде. Внимательно проверить герметичность соединения воздухопроводов, задающих крутящий момент и рабочее давление в гидросистеме, для левого и правого тормозного механизма;
- подать к тормозному цилиндру циклически изменяемое давление с частотой 1000 циклов/час (для дискового тормоза от 0 до 80 бар, для барабанного тормоза от 0 до 60 бар.);
- обнулить счётчик циклов и запустить стенд;
- манометр используется для настройки или для текущего контроля давления, с подключением посредством крана-тройника» [1].

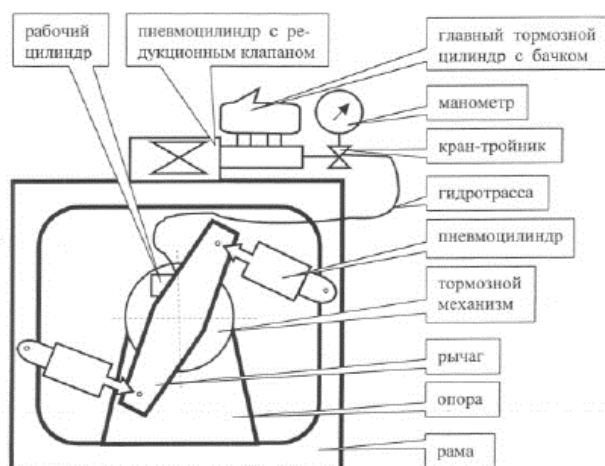


Рисунок 2 – Схема испытательного оборудования стенда 17.13.004-93

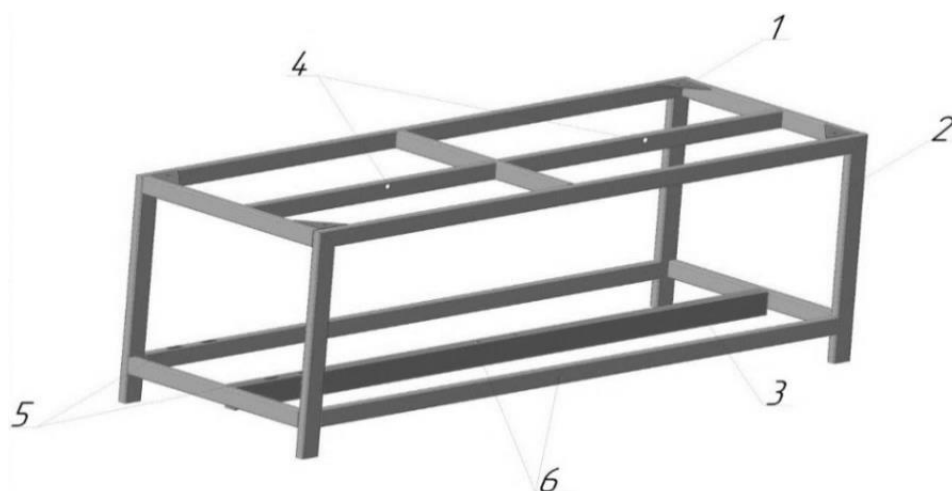
Анализ существующего устройства показал, что оно не в полной мере отвечает, требованиям технического задания, что показывает необходимость разработки новой конструкции под техническое задание.

Новая конструкция стенда будет состоять из следующих элементов: рамы, сваренной из типового металлопроката, электрического двигателя, шкива, качающейся рамки, рамки для крепления тормозных барабанов, опоры рамки на раме, кривошипа, натяжителя ремня, гидравлической системы. Новая конструкция стенда способствует быстрой переналадке и

позволяет одновременно проводить испытания сразу четырьмя парами тормозных механизмов, комплекту тормозных механизмов всего автомобиля.

Основным отличием является возможность регулировать нагрузку в расширенном диапазоне (от 20 до 90 бар) независимую от угла поворота тормозного барабана, что позволяет гибко менять режимы тестирования в угоду требованиям заказчика. Предложенное решение упрощает управление поворотом барабана, исключая шумный пневматический привод, заменив его электромеханическим. Это значительно снижает уровень шума при эксплуатации стенда и даёт возможность быстро корректировать угол поворота барабана.

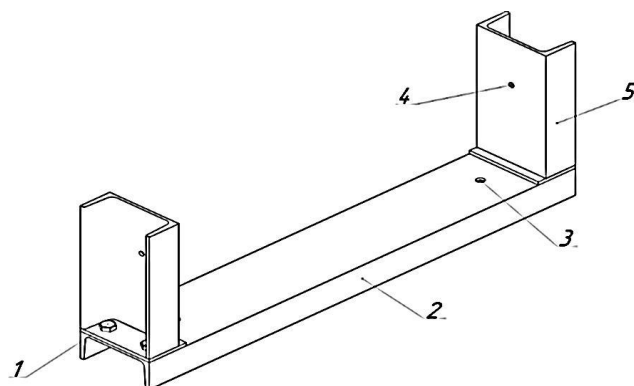
«Автоматизируя работу стенда, добавим в схему контроллер, который будет, управляя частотным регулятором, контролировать частоту вращения электрического двигателя гидравлического насоса, задавая необходимое давление в тормозной системе. В качестве рамы для стенда (рисунок 3) используется сварная конструкция из уголков 1 для крепления основания под тормозные механизмы, из профильной трубы 2, из швеллера 3, и просверленных в них отверстий 4 для закрепления рамки привода, отверстий 6 для крепления подшипникового узла и фиксации привода, отверстий 5 для крепления натяжного устройства ремня.



1 – уголок; 2 – профиль; 3 – швеллер; 4, 5, 6 – отверстия

Рисунок 3 – Рама стенда

Основание для крепления рамок (рисунок 4) представляет собой сборную конструкцию из: основного швеллера 2, расположенного горизонтально, к которому вертикально крепится два швеллера 5, с приваренными к ним пластине, которая фиксируется болтами 1, отверстие 3 в горизонтально расположенном швеллере 2 служит для крепления опоры на раме, отверстие 4 для крепления оси для размещения тормозных механизмов.



1 – болт; 2 – швеллер; 3, 4 – отверстия; 5 – швеллер

Рисунок 4 – Основание для крепления рамок

Для установки валов на стенде необходимо использование подшипниковых опор» [12].

«Как правило, для установки вращающегося вала, применяют две подшипниковые опоры, которые фиксируют его положение в радиальном и осевом направлении относительно неподвижного основания» [35].

Для своей конструкции стенда подбираем представленные виды подшипниковых опор (рисунок 5).

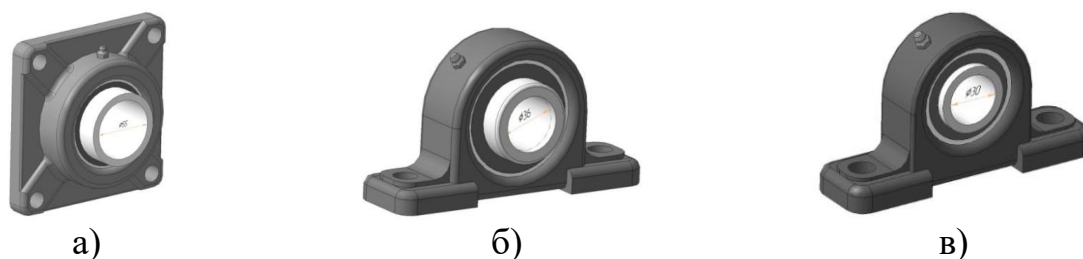
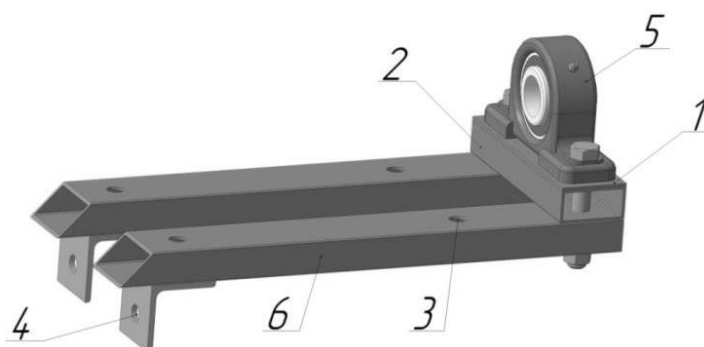


Рисунок 5 – Подшипниковые узлы, серии UCF (а), UCP с диаметром 36 мм (б), UCP с диаметром 30 мм (в)

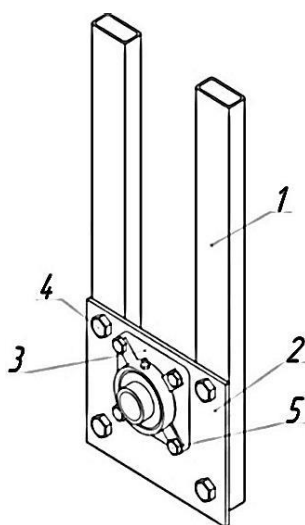
Опора жесткости (рисунок 6) состоит из двух параллельно расположенных профильных труб 6, на которых устанавливается опорный подшипник 5, который закреплен болтом сквозь пластину 1 и профиль 2, отверстия 3 и уголки 4 служат для установки опоры жесткости на раме.



1 – пластина; 2 – профиль; 3 – отверстие; 4 – уголок; 5 - подшипник;  
6 – профильная труба

Рисунок 6 – Опора жесткости

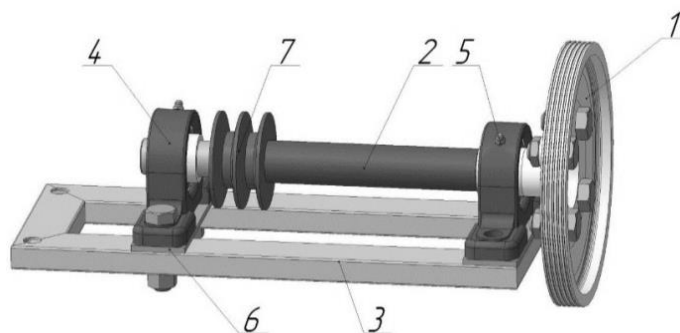
Опора для крепления подшипникового узла серии UCF (рисунок 7), представляющая собой два параллельных профиля, и закрепленной между ними болтами пластины с подшипниковым узлом, приваренные к раме.



1 – профиль; 2 – пластина; 3 – подшипниковый узел; 4, 5 – болт

Рисунок 7 – Опора для крепления подшипникового узла серии UCF

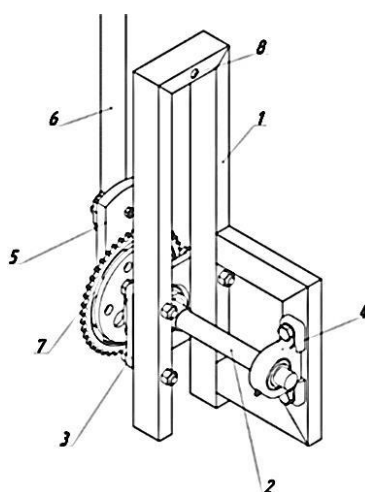
«Для регулировки натяжения ремня служит устройство для натяжения (рисунок 8), представляющее собой сварную металлическую конструкцию 3, на которой крепятся пластины 6, служащие для крепления подшипниковых опор 4 и 5 для установки вала 2 со шкивами 7 и 1.



1 – шкив; 2 – вал; 3 – рама; 4, 5 – подшипниковые узлы; 6 – пластины; 7 – шкив

Рисунок 8 – Устройство для натяжения

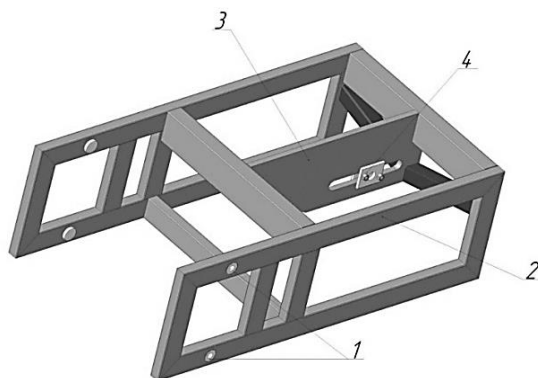
Для задания циклической нагрузки, спроектирован механический привод (рисунок 9), рама 1 сварена из профильной трубы, на которой установлены подшипниковые узлы 3 и 4, закрепленная в узлах полуось с приводной звездочкой и пластиной для установки кривошипного узла.



1 – рама; 2 – полуось; 3, 4 – подшипниковые узлы; 5 – пластина; 6 – кривошипный узел; 7 – звездочка; 8 – отверстие

Рисунок 9 – Привод рамки

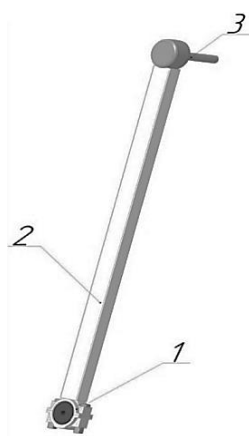
Рамка крепления тормозных механизмов (рисунок 10) разработана под штатное место для закрепления тормозных механизмов, сварная конструкция из профильной трубы с отверстиями для фиксирующих втулок, а также присутствует крепление для кривошипного узла 3 с пропилом для регулировки 4 и двумя пластинами фиксации.



1 – отверстия; 2 – профильная труба; 3 – крепление кривошипного узла;  
4 – регулировочный пропил

Рисунок 10 – Рамка крепления тормозных механизмов

Кривошипный узел (рисунок 11) спроектирован для сообщения нагрузки на рамку крепления тормозных механизмов, представляющий собой сварную конструкцию, состоящую из шатуна 1, профиля 2 и шарового шарнира 3.



1 – шатун; 2 – профиль; 3 – шаровой шарнир

Рисунок 11 – Кривошипный узел

Для приложения силы на рамки, с закрепленными комплектами тормозных механизмов, следует подобрать оптимальный привод» [17].

«Предпочтительней для проектируемого стенда считается цепная передача и ременная. В состав ременной и цепной передачи входят шкивы и звёздочки. Классификатор относит шкивы к общемашиностроительным деталям, фрикционная передача с ободом, передающая движение приводному ремню, крутящий момент передается за счет сил трения. От того, какой по типу ремень будет выбран, такая форма обода будет у шкива: клиновья форма, зубчатая форма, поликлиновья форма, плоская форма, полукруглая форма и выпуклая форма обода» [22].

«Звездочка, как и цепь, – важные элементы цепной передачи. Данный вид привода позволяет передавать вращательный момент с одной звездочки – ведущей на другую звездочку – ведомую посредством гибкой цепи, без проскальзывания, за счёт сил зацепления.

Помимо диаметра, количество зубьев – основной параметр звездочек, определяющий понятие передаточного числа. В машиностроении, в зависимости от передающей мощности, применяются как однорядные, так и многорядные звездочки» [32].

Проанализировав поставленную задачу, отдаем предпочтение однорядным звёздочкам и поликлиновым шкивам (рисунок 12) и соответствующим цепью и ремнем. Подобранные элементы закрепляем на валу.



Рисунок 12 – Варианты передач, цепная (а), ременная (б)

Подобранные элементы закрепляем на валу (рисунки 13, 14).

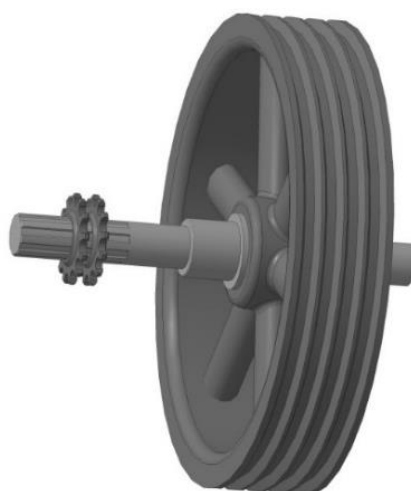


Рисунок 13 – Вал в сборе

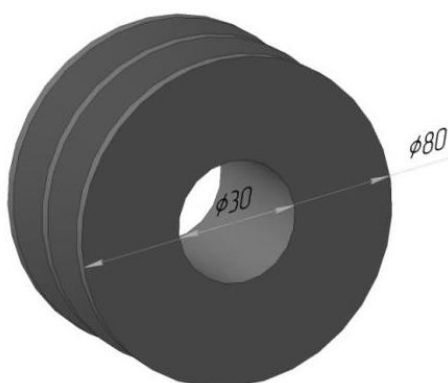


Рисунок 14 – Шкив натяжения ремня

Принимаем цепь приводную втулочную цепь ПВ-16,4-18,2 ГОСТ 13568-97 (рисунок 15).



Рисунок 15 – Цепь, соединяющая малую и большую звездочку



Разобравшись с цепной передачей привода, определяемся с ременной передачей.

«Для выбранных размеров шкивов, малого и большого, под расчетную ширину 14 мм, подбираем клиновой ремень типа В(Б) – 2360 ГОСТ 1284.1-89 с расчетной длиной 2360 мм, а для привода электрического двигателя со шкивом, с расчетной шириной 19 мм, клиновой ремень типа С(В) – 1065 ГОСТ 1284.1-89 с расчетной длиной 1065 мм» [22]

Приступаем к подбору электрических двигателей.

Под заданные данные, для стенда подходит АИР90L4 2,2 кВт, 1500 мин<sup>-1</sup> (рисунок 16а), асинхронный короткозамкнутый трехфазный электродвигатель, а для гидросистемы АИР90LA8 0,75 кВт 750 мин<sup>-1</sup> (рисунок 16б), асинхронный короткозамкнутый трехфазный электродвигатель.

Технические характеристики электродвигателей АИР90L4 2,2 кВт, АИР90LA8 0,75 кВт представлены в таблицах 4, 5.

Таблица 4 – Технические параметры асинхронного короткозамкнутого электродвигателя АИР90L4

Серия	Электрические характеристики							Нетто, кг
	Р, кВт	n, мин <sup>-1</sup>	КПД, %	I <sub>п</sub> /I <sub>н</sub>	M <sub>п</sub> /M <sub>н</sub>	M <sub>max</sub> /M <sub>н</sub>	M <sub>min</sub> /M <sub>н</sub>	
АИР90 L4	2,2	1430	82,0	6,0	2,1	2,5	2,1	18,7

Таблица 5 – Технические параметры асинхронного короткозамкнутого электродвигателя АИР 90LA8

Серия	Электрические характеристики							Нетто, кг
	Р, кВт	n, мин <sup>-1</sup>	КПД, %	I <sub>п</sub> /I <sub>н</sub>	M <sub>п</sub> /M <sub>н</sub>	M <sub>max</sub> /M <sub>н</sub>	M <sub>min</sub> /M <sub>н</sub>	
АИР90 LA8	0,75	700	72,0	4,0	1,6	2,0	1,6	18,2

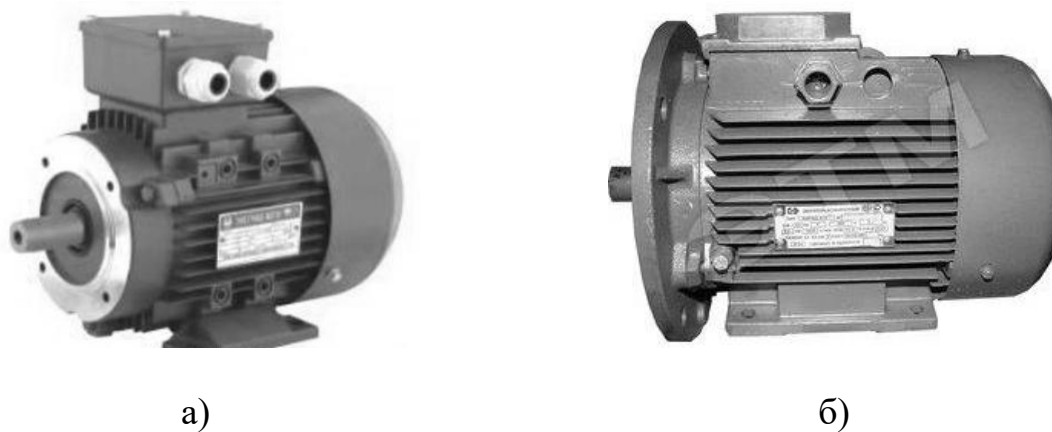
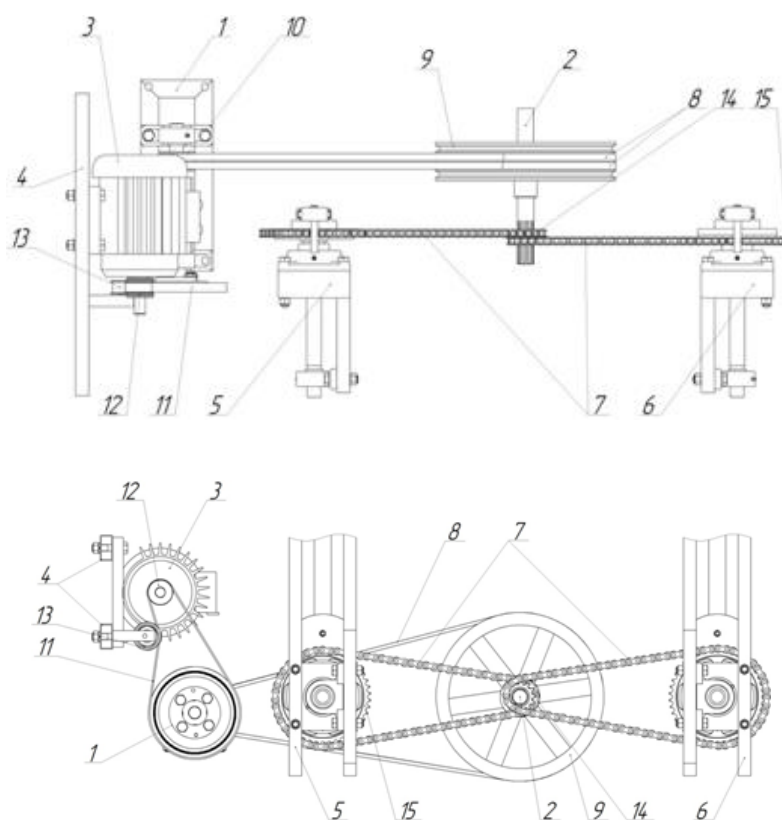


Рисунок 16 – Электродвигатели АИР90 L4 (а) и АИР90 LA8 (б)

Согласно компоновочной схеме привода станда, собираем выбранные части и готовые блоки в единый механизм (рисунок 17).



1 – механизм натяжения; 2 – вал; 3 – электрический двигатель; 4 – профили; 5, 6 – приводные рамки; 7 – втулочная цепь; 8 – ремень большой; 9 – большой шкив; 10 – шкив натяжитель; 11 – малый ремень; 12 – шкив поликлиновой электрического двигателя; 13 – натяжение ремня; 14 – малая шестерня; 15 – большая шестерня

Рисунок 17 – Компоновочная схема привода станда

Для подключения к работе и управлению тормозной системой, требуется спроектировать гидравлическую систему, подобрать оборудование, отвечающее поставленным задачам.

Для нагнетания рабочей жидкости выбираем шестеренный насос НШ32М-4 (рисунок 18) с характеристиками, представленными в таблице 6.

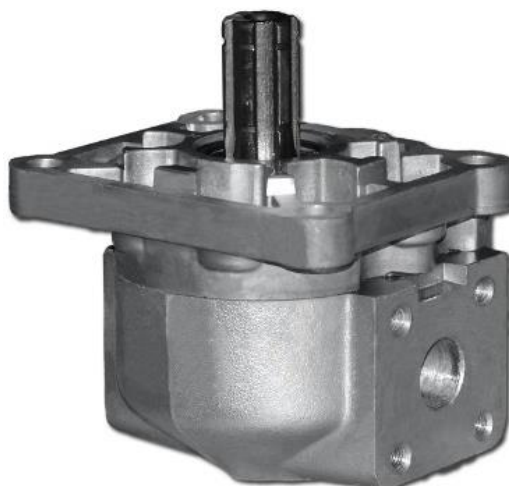


Рисунок 18 – Насос шестеренный НШ32М-4

Таблица 6 – Характеристики шестеренного насоса

Параметр	Значение
«Рабочий объем, см <sup>3</sup>	32
Номинальная частота вращения, об/с	40
Номинальная подача, л/мин	68,6
Давление на выходе ном, кгс/см <sup>2</sup>	200
Давление на выходе max, кгс/см <sup>2</sup>	250
Кэффициент подачи, более	0,94
Кэффициент полезного действия, более	0,83
Номинальная мощность, кВт	33,2
Масса, кг	4,0» [9].

В гидравлической системе, для отведения излишнего тепла с рабочей жидкости, к радиатору установим вентилятор. Для предотвращения появления в гидравлической системе, воздушных пробок, подключим компенсационный бачок (рисунок 19).



а)



б)

а) радиатор; б) компенсационный бачок

Рисунок 19 – Оснащение гидравлической системы

Для визуального контроля за давлением в гидравлической системе используем манометр с ограничением показаний 100 МПа, и электромагнитный гидравлический клапан итальянской фирмы Walvoil (рисунок 20).



Рисунок 20 – Гидравлические клапаны и манометр

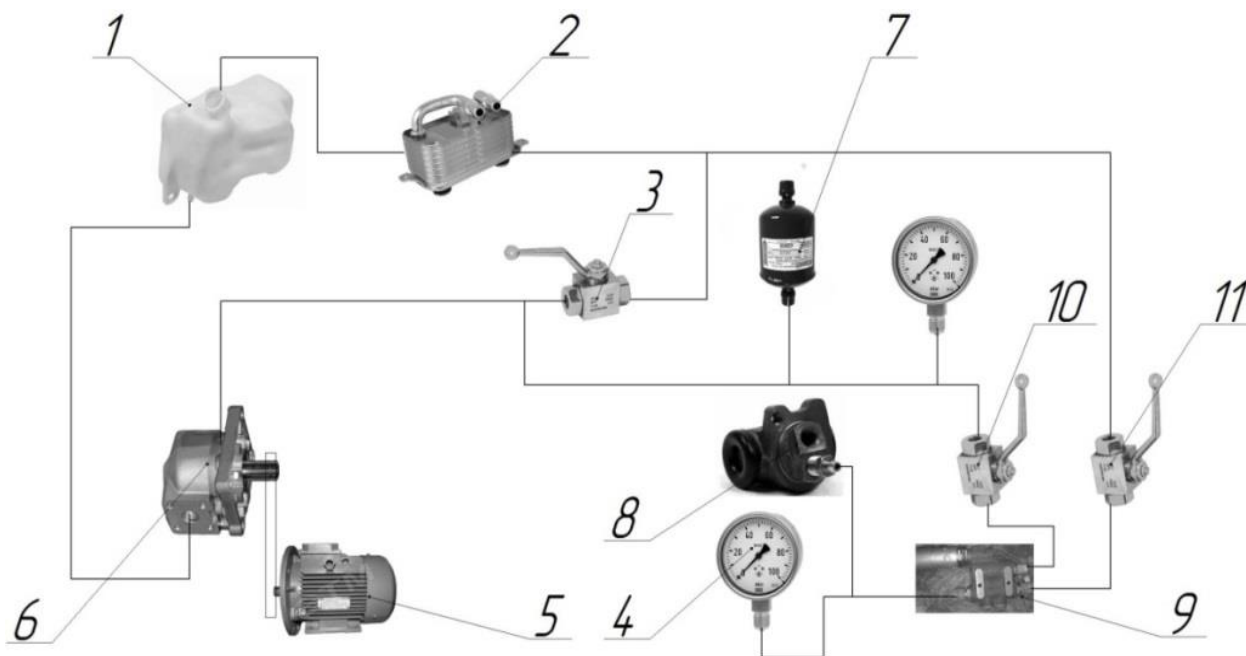
Для подпитки гидравлической системы выбираем двух ходовой шаровой кран (рисунок 21).



Рисунок 21 – Шаровой кран двухходовой

Подобрав детали и арматуру, соберем, согласно взрыв схеме, гидравлическую часть станда для испытания тормозных механизмов (рисунок 22).

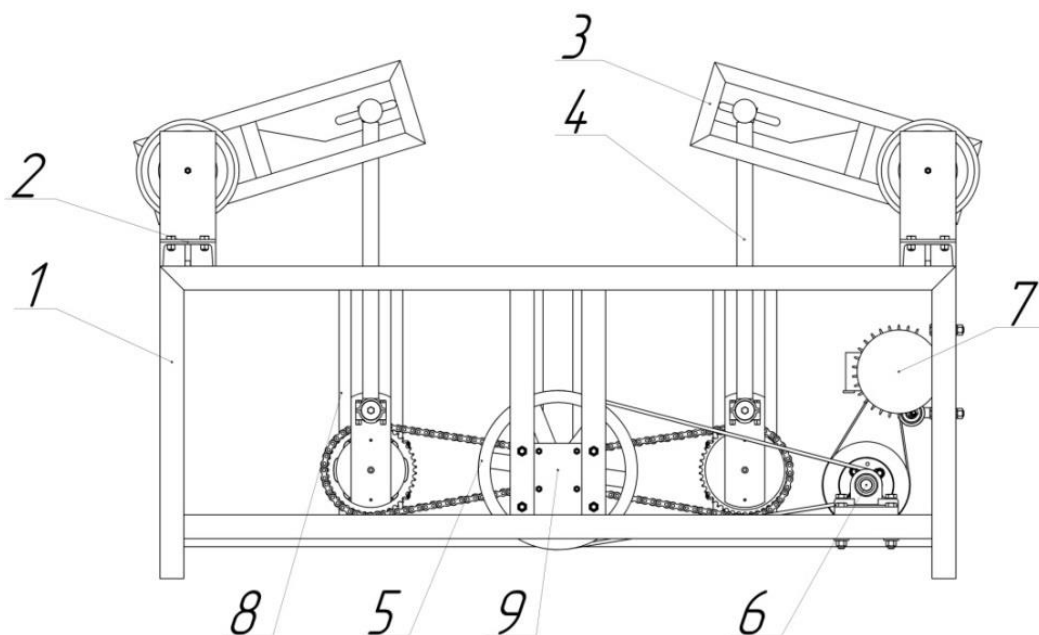
«В состав гидравлической системы входит: компенсационный бачок, алюминиевый радиатор, шаровый кран для подпитки рабочей жидкости, сглаживающий пульсацию давления ресивер, крупные манометры, асинхронный электродвигатель, насос, тормозной стендовый цилиндр, электроклапан, шаровый кран нагнетания давления, шаровый кран сброса давления.



1 – расширительный бачок; 2 –алюминиевый радиатор; 3 – двухходовой кран регулирования давления; 4 –пружинный манометр; 5 – асинхронный электрический двигатель; 6 – шестерённный насос; 7 – ресивер; 8 – стендовый цилиндр тормозного механизма; 9 – электрический клапан; 10 – двухходовой кран поднятия давления; 11 – двухходовой кран скорости сброса

Рисунок 22 – Взрыв схема гидравлической части станда для испытания тормозных механизмов» [33]

Скомпонуем механическую часть и гидравлическую, части станда в общую компоновочную схему (рисунок 23).



1 – универсальная рама; 2 – площадка крепления рамок; 3 – рамка; 4 – кривошипный узел; 5 – шкив; 6 – натяжное устройство; 7 – асинхронный электрический двигатель; 8 – цепной привод рамки; 9 – крепление подшипниковой опоры

Рисунок 23 – Общая компоновочная схема

«Стенд для испытаний тормозных механизмов на долговечность состоит из нескольких основных механизмов и узлов:

- универсальной рамы;
- кривошипных узлов для приведения колебательного движения приводных рамок;
- приводов для задания синусоиды нагрузки на тормозной механизм;
- клинового шкива для передачи момента от двигателя остальным участникам испытания» [9].

Краткое описание работы испытательного стенда.

«Запустив основной, асинхронный электродвигатель стенда, передаём крутящий момент посредством клиноременной передачи, с вала, через шкив натяжителя, на большой шкив.

На одном валу с большим шкивом, установлена шестерня. Посредством цепной передачи на кривошипный узел, передается частота колебаний рамки и угол наклона, обеспечивающие заданные условия испытаний.

Одновременное включение электродвигателя насоса гидравлической системы и открытие электромагнитных клапанов создаёт необходимое давление рабочей жидкости в главном цилиндре тормозных механизмов и по прохождению 300 тыс. циклов, делается заключение о соответствии качества комплекта тормозных механизмов» [9].

Спецификация на стенд для испытаний тормозных механизмов на долговечность представлена в Приложении А (рисунки А.1, А.2, А.3).

Выводы по разделу.

В разделе «Конструкторская часть» составлены техническое задание и предложение на разработку конструкции стенда для испытаний тормозных механизмов на долговечность. Разработанный стенд прост по конструкции и обеспечивает испытание тормозных механизмов в соответствии с необходимыми требованиями.

## 4 Технологический раздел

### 4.1 Обоснование выбора технологического процесса

Процесс сборки является одним из заключительных этапов изготовления машины.

«Организационная форма сборки машин определяется типом и условиями производства. При этом решающими факторами являются годовой объем выпуска изделий, трудоемкость сборочных работ и экономическая эффективность» [30].

Для сборки станда для испытаний тормозных механизмов на долговечность предлагается мелкосерийная сборка, так как данный вид модернизации не будет иметь большого количества заказов, а, следовательно, не требуется постановка изготовления на «поток».

В мелкосерийном производстве используют форму стационарной непоточной сборки с дифференциацией процесса на узловую и общую сборку. Процесс выполняется бригадами рабочих со специализацией по видам сборочных работ. Областью экономичного использования данного вида сборки является мелкосерийное производство средних по размеру и крупных машин.

Определяем такт выпуска:

$$T_d = \frac{F_d \cdot 60 \cdot m}{N}, \quad (1)$$

где  $F_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени сборочного оборудования в одну смену, принимается равным 2070 ч. для стационарной сборки на необорудованных стандах [16].;

$m$  – количество смен, принимается равным 1 [3];

$N$  – годовой объем выпуска, принимается равным 200 шт [24].



$$T_d = \frac{2070 \cdot 60 \cdot 1}{200} = 621 \text{ мин.}$$

Следующим этапом является составление технологической схемы сборки, в которой отражена последовательность соединения составных элементов конструкции (детали, сборочные единицы).

Технологическая схема сборки станда для испытаний тормозных механизмов на долговечность представлена в графической части ВКР.

На основании технологической схемы сборки, составляем перечень сборочных работ узловой и общей сборки.

Перечень выполняем в виде таблицы (таблица 7), содержащей наименование сборочных работ и данные о нормировании всех необходимых видов работ.

Таблица 7 – Перечень сборочных работ [29]

Содержание основных и вспомогательных переходов	Время операции, мин
Сборка левой рамки	
Взять трубу профильную 20×40×215 мм 8 шт.	0,2
Осмотреть трубу профильную 20×40×215 мм 8 шт.	0,2
Взять трубу профильную 20×40×700 мм 4 шт.	0,2
Осмотреть трубу профильную 20×40×700 мм 4 шт.	0,2
Установить трубы профильные в кондуктор и сварить	8
Сборка правой рамки	
Взять трубу профильную 20×40×215 мм 8 шт.	0,2
Осмотреть трубу профильную 20×40×215 мм 8 шт.	0,2
Взять трубу профильную 20×40×700 мм 4 шт.	0,2
Осмотреть трубу профильную 20×40×700 мм 4 шт.	0,2
Установить трубы профильные в кондуктор и сварить	8
Сборка основания для крепления рамок левого	
Взять швеллер 14 865 мм	0,2
Осмотреть швеллер 14 865 мм	0,3
Взять швеллер 14 272 мм 4шт.	0,6
Осмотреть швеллер 14 272 мм 4шт.	0,3
Взять лист толщиной 7 мм	0,2
Осмотреть лист толщиной 7 мм 2 шт.	0,3
Приварить лист толщиной 7 мм 2 шт. к полке швеллера 14 272 мм 2 шт.	10
Закрепить полученную конструкцию при помощи болтов 4 шт. и гаек 4 шт. к краям швеллера 14 865 мм	12
Приварить 14 272 мм 2шт. к швеллеру 14 865 мм в средней части	10

Продолжение таблицы 7

Содержание основных и вспомогательных переходов	Время операции, мин
Сборка основания для крепления рамок правого	
Взять швеллер 14 865 мм	0,3
Осмотреть швеллер 14 865 мм	0,3
Взять швеллер 14 272 мм 4шт.	1
Осмотреть швеллер 14 272 мм 4шт.	0,8
Взять лист толщиной 7 мм 2 шт.	0,2
Осмотреть лист толщиной 7 мм 2 шт.	0,4
Приварить лист толщиной 7 мм 2 шт. к полке швеллера 14 272 мм 2 шт.	12
Закрепить полученную конструкцию при помощи болтов 4 шт. и гаек 4 шт. к краям швеллера 14 865 мм	6
Приварить 14 272 мм 2шт. к швеллеру 14 865 мм в средней части	8
Сборка рамки крепления привода левой	
Взять трубу профильную 30×60×315 мм	0,2
Осмотреть трубу профильную 30×60×315 мм	0,2
Взять трубу профильную 30×60×210 мм 2 шт.	0,2
Осмотреть трубу профильную 30×60×210 мм 2 шт.	0,2
Взять трубу профильную 30×60×700 мм 2 шт.	0,2
Осмотреть трубу профильную 30×60×700 мм 2 шт.	0,2
Взять трубу профильную 30×60×160 мм	0,2
Осмотреть трубу профильную 30×60×160 мм	0,2
Установить трубы профильные в кондуктор и сварить	25
Сборка рамки крепления привода правой	
Взять трубу профильную 30×60×315 мм	0,2
Осмотреть трубу профильную 30×60×315 мм	0,2
Взять трубу профильную 30×60×210 мм 2 шт.	0,2
Осмотреть трубу профильную 30×60×210 мм 2 шт.	0,2
Взять трубу профильную 30×60×700 мм 2 шт.	0,2
Осмотреть трубу профильную 30×60×700 мм 2 шт.	0,2
Взять трубу профильную 30×60×160 мм	0,2
Осмотреть трубу профильную 30×60×160 мм	0,2
Установить трубы профильные в кондуктор и сварить	25
Общая сборка	
Взять раму в сборе	1
Осмотреть раму в сборе	3
Взять электродвигатель АИР90L4 2,2 кВт	0,4
Осмотреть электродвигатель АИР90L4 2,2 кВт	0,3
Установить электродвигатель АИР90L4 2,2 кВт на раму стенда при помощи болтов 4 шт. и гаек	8
Взять устройство натяжительное в сборе	0,4
Осмотреть устройство натяжительное в сборе	0,3
Установить устройство натяжительное в сборе в нижней части рамы стенда при помощи болтов 4 шт. и гаек 4 шт.	8
Взять опору привода со шкивом, валом и опорными подшипниками в сборе	0,5
Осмотреть опору привода со шкивом, валом и опорными	0,6

Продолжение таблицы 7

Содержание основных и вспомогательных переходов	Время операции, мин
подшипниками в сборе	
Установить опору привода со шкивом, валом и опорными подшипниками в сборе	10
Взять кривошипный механизм в сборе	0,5
Осмотреть кривошипный механизм в сборе	0,6
Установить кривошипный механизм с звездочкой, подшипниковыми опорами и валом в сборе на левую рамку крепления привода при помощи болтов 4 шт. и гаек 4 шт.	10
Закрепить конец кривошипного механизма к левой рамке	5
Установить кривошипный механизм с звездочкой, подшипниковыми опорами и валом в сборе на правую рамку крепления привода при помощи болтов 4 шт. и гаек 4 шт.	10
Закрепить конец кривошипного механизма к правой рамке	5
Взять малый ремень	0,2
Осмотреть малый ремень	0,3
Соединить шкив электродвигателя и шкив устройства натяжительного в сборе	7
Отрегулировать натяжение ремня	5
Взять большой ремень	0,2
Осмотреть большой ремень	0,3
Соединить шкив устройства натяжительного в сборе со шкивом привода	7
Взять цепь 2 шт.	0,4
Осмотреть цепь 2 шт.	0,6
Соединить цепью шкив привода и привод левого кривошипного механизма	7
Отрегулировать натяжение цепи	3
Соединить цепью шкив привода и привод правого кривошипного механизма	7
Отрегулировать натяжение цепи	3
Провести регулировочные операции	45
Выполнить испытание стенда	60
Итого:	343,3

## 4.2 Определение трудоемкости сборки

Определяем общее оперативное время на все виды работ по формуле:

$$t_{on}^{общ} = \sum t_{on1} + t_{on2} + \dots + t_{on_n}, \quad (2)$$

«Определяем суммарную трудоемкость сборки изделия по формуле:

$$t_{ум}^{общ} = t_{он}^{общ} + t_{он}^{общ} \cdot \left( \frac{\alpha + \beta}{100} \right), \quad (3)$$

где  $\alpha$  – часть оперативного времени на организационно-техническое обслуживание рабочего места в процентах, которая принимается в диапазоне от 2 до 3%, принимаем 3%;

$\beta$  – часть оперативного времени для перерыва и отдыха в процентах, которая принимается в диапазоне от 4 до 6%, принимаем 5%» [27].

$$t_{ум}^{общ} = 343,3 + 343,3 \cdot \left( \frac{3+5}{100} \right) = 370,76 \text{ мин.}$$

#### 4.3 Составление технологического процесса сборки стэнда для испытаний тормозных механизмов на долговечность

Последовательность технологических операций с указанием приспособлений и затрачиваемого на выполнение операций времени заносим в таблицу 8.

Таблица 8 – Технологический процесс сборки стэнда для испытаний тормозных механизмов на долговечность [20]

№ операции	Операция	№ позиции	Содержание операций, переходов	Приспособление, оборудование, инструмент	Время мин.
Сборка левой рамки					
005	Сборочная	1	Взять трубу профильную 20×40×215 мм 8 шт.	Сварочный аппарат, углошлифовальная машина, молоток, кондуктор	8,8
		2	Осмотреть трубу профильную 20×40×215 мм 8 шт.		
		3	Взять трубу профильную 20×40×700 мм 4 шт.		
		4	Осмотреть трубу профильную 20×40×700 мм 4 шт.		

Продолжение таблицы 8

№ операции	Операция	№ позиции	Содержание операций, переходов	Приспособление, оборудование, инструмент	Время мин.
		5	Установить трубы профильные в кондуктор и сварить		
Сборка правой рамки					
010	Сборочная	1	Взять трубу профильную 20×40×215 мм 8 шт.	Сварочный аппарат, углошлифовальная машина, молоток, кондуктор	8,8
		2	Осмотреть трубу профильную 20×40×215 мм 8 шт.		
		3	Взять трубу профильную 20×40×700 4 мм шт.		
		4	Осмотреть трубу профильную 20×40×700 мм 4 шт.		
		5	Установить трубы профильные в кондуктор и сварить		
Сборка левого основания для крепления рамок					
015	Сборочная	1	Взять швеллер 14 865 мм	Сварочный аппарат, углошлифовальная машина, молоток, кондуктор, набор гаечных ключей	33,9
		2	Осмотреть швеллер 14 865 мм		
		3	Взять швеллер 14 272 мм 4шт.		
		4	Осмотреть швеллер 14 272 мм 4шт.		
		5	Взять лист толщиной 7 мм		
		6	Осмотреть лист толщиной 7 мм 2 шт.		
		7	Приварить лист толщиной 7 мм 2 шт. к полке швеллера 14 272 мм 2 шт.		
		8	Закрепить полученную конструкцию при помощи болтов 4 шт. и гаек 4 шт. к краям швеллера 14 865 мм		
		9	Приварить 14 272 мм 2шт. к швеллеру 14 865 мм в средней части		

Продолжение таблицы 8

№ операции	Операция	№ позиции	Содержание операций, переходов	Приспособление, оборудование, инструмент	Время мин.
<b>Сборка правого основания для крепления рамок</b>					
020	Сборочная	1	Взять швеллер 14 865 мм	Сварочный аппарат, углошлифовальная машина, молоток, кондуктор, набор гаечных ключей	33,9
		2	Осмотреть швеллер 14 865 мм		
		3	Взять швеллер 14 272 мм 4шт.		
		4	Осмотреть швеллер 14 272 мм 4шт.		
		5	Взять лист толщиной 7 мм 2 шт.		
		6	Осмотреть лист толщиной 7 мм 2 шт.		
		7	Приварить лист толщиной 7 мм 2 шт. к полке швеллера 14 272 мм 2 шт.		
		8	Закрепить полученную конструкцию при помощи болтов 4 шт. и гаек 4 шт. к краям швеллера 14 865 мм		
		9	Приварить 14 272 мм 2шт. к швеллеру 14 865 мм в средней части		
<b>Сборка рамки крепления привода левой</b>					
025	Сборочная	1	Взять трубу профильную 30×60×315 мм	Сварочный аппарат, углошлифовальная машина, молоток, кондуктор, набор гаечных ключей	26,6
		2	Осмотреть трубу профильную 30×60×315 мм		
		3	Взять трубу профильную 30×60×210 мм 2 шт.		
		4	Осмотреть трубу профильную 30×60×210 мм 2 шт.		
		5	Взять трубу профильную 30×60×700 мм 2 шт.		
		6	Осмотреть трубу профильную 30×60×700 мм 2 шт.		
		7	Взять трубу		

Продолжение таблицы 8

№ операции	Операция	№ позиции	Содержание операций, переходов	Приспособление, оборудование, инструмент	Время мин.
			профильную 30×60×160 мм		
		8	Осмотреть трубу профильную 30×60×160 мм		
		9	Установить трубы профильные в кондуктор и сварить		
Сборка рамки крепления привода правой					
030	Сборочная	1	Взять трубу профильную 30×60×315 мм	Сварочный аппарат, углошлифовальная машина, молоток, кондуктор, набор гаечных ключей	26,6
		2	Осмотреть трубу профильную 30×60×315 мм		
		3	Взять трубу профильную 30×60×210 мм 2 шт.		
		4	Осмотреть трубу профильную 30×60×210 мм 2 шт.		
		5	Взять трубу профильную 30×60×700 мм 2 шт.		
		6	Осмотреть трубу профильную 30×60×700 мм 2 шт.		
		7	Взять трубу профильную 30×60×160 мм		
		8	Осмотреть трубу профильную 30×60×160 мм		
		9	Установить трубы профильные в кондуктор и сварить		
Общая сборка					
035	Сборочная	1	Взять раму в сборе	Сварочный аппарат, углошлифовальная машина, молоток, набор гаечных ключей, головок, плоскогубцы	104,6
		2	Осмотреть раму в сборе		
		3	Взять электродвигатель АИР90L4 2,2 кВт		
		4	Осмотреть электродвигатель АИР90L4 2,2 кВт		

Продолжение таблицы 8

№ операции	Операция	№ позиции	Содержание операций, переходов	Приспособление, оборудование, инструмент	Время мин.
		5	Установить электродвигатель АИР90L4 2,2 кВт на раму стенда при помощи болтов 4 шт. и гаек		
		6	Взять устройство натяжительное в сборе		
		7	Осмотреть устройство натяжительное в сборе		
		8	Установить устройство натяжительное в сборе в нижней части рамы стенда при помощи болтов 4 шт. и гаек 4 шт.		
		9	Взять опору привода со шкивом, валом и опорными подшипниками в сборе		
		10	Осмотреть опору привода со шкивом, валом и опорными		
		11	Установить опору привода со шкивом, валом и опорными подшипниками в сборе		
		12	Взять кривошипный механизм в сборе		
		13	Осмотреть кривошипный механизм в сборе		
		14	Установить кривошипный механизм с звездочкой, подшипниковыми опорами и валом в сборе на левую рамку крепления привода при помощи болтов 4 шт. и гаек 4 шт.		
		15	Закрепить конец кривошипного механизма к левой рамке		



Продолжение таблицы 8

№ операции	Операция	№ позиции	Содержание операций, переходов	Приспособление, оборудование, инструмент	Время мин.
		16	Установить кривошипный механизм с звездочкой, подшипниковыми опорами и валом в сборе на правую рамку крепления привода при помощи болтов 4 шт. и гаек 4 шт.		
		17	Закрепить конец кривошипного механизма к правой рамке		
		18	Взять малый ремень		
		19	Осмотреть малый ремень		
		20	Соединить шкив электродвигателя и шкив устройства натяжительного в сборе		
		21	Отрегулировать натяжение ремня		
		22	Взять большой ремень		
		23	Осмотреть большой ремень		
		24	Соединить шкив устройства натяжительного в сборе со шкивом привода		
		25	Взять цепь 2 шт.		
		26	Осмотреть цепь 2 шт.		
		27	Соединить цепью шкив привода и привод левого кривошипного механизма		
		28	Отрегулировать натяжение цепи		
		29	Соединить цепью шкив привода и привод правого кривошипного механизма		

Продолжение таблицы 8

№ операции	Операция	№ позиции	Содержание операций, переходов	Приспособление, оборудование, инструмент	Время мин.
		30	Отрегулировать натяжение цепи		
040	Регулировочная	1	Провести регулировочные операции	Набор гаечных ключей, головок	105
		2	Выполнить испытание стенда		

Выводы по разделу.

В разделе «Технологический раздел» выполнено обоснование выбора технологического процесса, определена трудоемкость сборки, составлен технологический процесс сборки стенда для испытаний тормозных механизмов на долговечность.

## 5 Безопасность и экологичность технического объекта

### 5.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика технологического процесса испытания тормозных механизмов на долговечность

Для описания конструктивно-технологической и организационно-технической характеристики технологического процесса испытания тормозных механизмов на долговечность составлен технологический паспорт, представленный в таблице 9.

Таблица 9 – Технологический паспорт технологического процесса испытания тормозных механизмов на долговечность

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
«Испытание тормозных механизмов на долговечность»	1 Установка комплектов тормозных механизмов на стенд. 2 Выполнение регулировочных работ. 3 Проведение испытаний тормозных механизмов. 4 Завершение испытаний тормозных механизмов. 5 Снятие комплектов тормозных механизмов со стенда	Слесарь по ремонту автомобилей 5 разряда	Стенд для испытания тормозных механизмов на долговечность маслостанция, компьютер, принтер, ключ, рожковые ключи на 6, 10, 16, частотный регулятор, секундомер, счетчик» [13]	Спецодежда

## 5.2 Идентификация профессиональных рисков

Идентификация профессиональных рисков является частью процесса, используемого для оценки того, может ли какая-либо конкретная ситуация, предмет, вещь и так далее причинить вред. Для описания всего процесса часто используется термин «оценка риска», который включает в себя следующие этапы:

- выявление опасностей и факторов риска, которые могут причинить вред (идентификация опасностей);
- анализ и оценка риска, связанного с этой опасностью;
- определение подходящих способов устранения опасности или управления риском, когда опасность не может быть устранена (управление риском).

Сводная информация по идентификации профессиональных рисков при технологическом процессе испытания тормозных механизмов на долговечность представлена в таблице 10.

Таблица 10 – Идентификация профессиональных рисков

Выполняемая работа	ОиВПФ в соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»	Источник возникновения ОиВПФ
1 Установка комплектов тормозных механизмов на стенд. 2 Выполнение регулировочных работ. 3 Проведение испытаний тормозных механизмов. 4 Завершение испытаний тормозных механизмов. 5 Снятие комплектов тормозных механизмов со стенда 6 Окончание испытаний тормозной системы	Движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования	Стенд для испытаний тормозных механизмов на долговечность, технологическое оборудование агрегатного участка

Продолжение таблицы 10

Выполняемая работа	ОиВПФ в соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»	Источник возникновения ОиВПФ
	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях технологического оборудования	Детали и агрегаты стенда для испытаний тормозных механизмов на долговечность, поверхности автомобиля
	Повышенный уровень шума	Стенд для испытаний тормозных механизмов на долговечность, технологическое оборудование агрегатного участка
	Запыленность и загазованность воздуха	Поднимающаяся пыль от инструмента, ног, транспорта
	Динамические нагрузки. Статические, связанные с рабочей позой	Однообразно повторяющиеся технологические операции
	Напряжение зрительных анализаторов	
	Монотонность труда, вызывающая монотонию	

### 5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

«В обязанности работодателя входит обеспечение мероприятий, направленных на улучшение условий труда, в том числе разработанных по результатам специальной оценки условий труда (Федеральный закон «О специальной оценке условий труда» от 28.12.2013 № 426-ФЗ). Работодатель должен направлять на эти цели, согласно статье 226 «Финансирование

мероприятий по улучшению условий и охраны труда» Трудового кодекса РФ, не менее 0,2 % суммы затрат на производство продукции (работ, услуг).

Специальная оценка условий труда является единым комплексом последовательно осуществляемых мероприятий по идентификации ОиВПФ производственной среды и трудового процесса и оценке уровня их воздействия на работника с учетом отклонения их фактических значений от установленных уполномоченным Правительством Российской Федерации федеральным органом исполнительной власти нормативов (гигиенических нормативов) условий труда и применения средств индивидуальной и коллективной защиты работников» [10].

«Основные мероприятия:

- а) проведение специальной оценки условий труда (далее – СОУТ) позволяет оценить условия труда на рабочих местах и выявить О и ВПФ и тем самым выполнить некоторые обязанности работодателя, предусмотренные Трудовым кодексом РФ:
  - 1) информировать работников об условиях и охране труда на рабочих местах, о риске повреждения здоровья, предоставляемых им гарантиях, полагающихся им компенсациях и средствах индивидуальной защиты;
  - 2) разработать и реализовать мероприятия по приведению условий труда в соответствие с государственными нормативными требованиями охраны труда;
  - 3) установить компенсации за работу с вредными и (или) опасными условиями труда» [12].
- б) «обеспечение работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, производимых в особых температурных и климатических условиях или связанных с загрязнением, средствами индивидуальной защиты, смывающими и обезвреживающими средствами;

- в) устройство новых и (или) модернизация имеющихся средств коллективной защиты работников от воздействия опасных и вредных производственных факторов;
- г) приведение уровней естественного и искусственного освещения на рабочих местах, в бытовых помещениях, местах прохода работников в соответствие с действующими нормами;
- д) устройство новых и (или) реконструкция имеющихся мест организованного отдыха, помещений и комнат релаксации, психологической разгрузки, мест обогрева работников, а также укрытий от солнечных лучей и атмосферных осадков при работах на открытом воздухе; расширение, реконструкция и оснащение санитарно-бытовых помещений;
- е) обеспечение хранения средств индивидуальной защиты, а также ухода за ними (своевременная химчистка, стирка, дегазация, дезактивация, дезинфекция, обезвреживание, обеспыливание, сушка), проведение ремонта и замена СИЗ;
- ж) приобретение стендов, тренажеров, наглядных материалов, научно-технической литературы для проведения инструктажей по охране труда, обучения безопасным приемам и методам выполнения работ, оснащение кабинетов (учебных классов) по охране труда компьютерами, теле-, видео-, аудиоаппаратурой, лицензионными обучающими и тестирующими программами, проведение выставок, конкурсов и смотров по охране труда;
- з) обучение лиц, ответственных за эксплуатацию опасных производственных объектов;
- и) оборудование по установленным нормам помещения для оказания медицинской помощи и (или) создание санитарных постов с аптечками, укомплектованными набором лекарственных средств и препаратов для оказания первой помощи;

к) и других мероприятий пожарной безопасности в рамках действующего законодательства РФ» [12].

В целях частичного снижения или полного устранения обнаруженных ОВПФ выбираем организационно-технические методы и средства с учетом действующих на данный момент времени требований нормативных документов.

Мероприятия по снижению профессиональных рисков представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Мероприятия по снижению профессиональных рисков

ОиВПФ	Организационно-технические методы и технические средства (способы, технические устройства) защиты, частичного снижения или полного устранения ОиВПФ	Средства индивидуальной защиты
«Движущиеся машины и механизмы, подвижные части оборудования»	Организационно-технические мероприятия: – инструктажи по охране труда; – содержание технических устройств в надлежащем состоянии	Спецодежда, соответствующая выполняемой работе (спецобувь, спецодежда, средства защиты органов дыхания, зрения, слуха)» [8].
«Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях автомобиля»	Выполнение на регулярной основе планово-предупредительного обслуживания. Эксплуатация технологического оборудования в строгом соответствии с инструкцией. Санитарно-гигиенические мероприятия: – обеспечение работника СИЗ, смывающими и обеззараживающими средствами; – предохранительные устройства для предупреждения перегрузки оборудования. – знаки безопасности, цвета, разметка по ГОСТ 12.4.026-2015; обеспечение дистанционного управления оборудованием	Спецодежда, соответствующая выполняемой работе (спецобувь, спецодежда, средства защиты органов дыхания, зрения, слуха)» [10].
«Повышенный уровень шума»	Применение звукоизоляции, звукопоглощения, демпфирования	Защитные противозумные наушники, беруши



Продолжение таблицы 11

ОиВПФ	Организационно-технические методы и технические средства (способы, технические устройства) защиты, частичного снижения или полного устранения ОиВПФ	Средства индивидуальной защиты
	и глушителей шума (активных, резонансных, комбинированных); группировка шумных помещений в одной зоне здания и отделение их коридорами; введение регламентированных дополнительных перерывов; проведение обязательных предварительных и периодических медосмотров	противошумные» [10].
«Напряжение зрительных анализаторов. Статические нагрузки, связанные с рабочей позой	Оздоровительно-профилактические мероприятия: – медицинские осмотры (предварительный (при поступлении на работу) и периодические (в течение трудовой деятельности) и других медицинских осмотров согласно ст. 212 ТК РФ; – правильное оборудование рабочих мест, обеспечение технологической и организационной оснащенности средствами комплексной и малой механизации; используемые в работе оборудование и предметы должны быть удобно и рационально расположены на столе» [26].	–
«Монотонность труда	– объединение малосодержательных операций в более сложные и разнообразные: длительность объединенных операций не должна превышать 10-12 мин, иначе это повлечет снижение производственных показателей; чрезмерное укрупнение операций может не соответствовать уровню квалификации работника. При совмещении профессий следует учитывать перенос (положительное) и	–

Продолжение таблицы 11

ОиВПФ	Организационно-технические методы и технические средства (способы, технические устройства) защиты, частичного снижения или полного устранения ОиВПФ	Средства индивидуальной защиты
	<p>интерференцию (отрицательное) взаимодействие навыков новой и совмещаемой профессии.                      Должны загружаться различные психофизиологические функции работника» [10];</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– «внедрение научно обоснованных режимов труда и отдыха для предотвращения возникновения у работающих на монотонных работах отрицательных психологических состояний (психологического пресыщения, скуки, сонливости, апатии) в структуру режима труда и отдыха включают функциональную музыку, которая стимулирует двигательную активность и вызывает у работников приятные эмоции;</li> <li>– применение методов эстетического воздействия во время работы, что способствует улучшению психологических условий труда и включает озеленение, цветовой интерьер, оптимальную освещенность рабочего места, снижение шума, вибрации, запыленности и загазованности;</li> <li>– отбор работников на основе учета их индивидуальных психофизиологических особенностей;</li> <li>– разработку и регулярное применение систем морального и материального стимулирования;</li> <li>– усложнение обязанностей в процессе дежурства, а именно выполнение дополнительных задач по изучению техники, ведение записей в журнале;</li> <li>– выбор компромиссной продолжительности</li> </ul>	

Продолжение таблицы 11

ОиВПФ	Организационно-технические методы и технические средства (способы, технические устройства) защиты, частичного снижения или полного устранения ОиВПФ	Средства индивидуальной защиты
	периодического дежурства исходя из назначения системы человек-машина» [10]; – «установление оптимальной длительности ежесуточного пассивного отдыха (сна без перерывов) не менее 7 час (при отсутствии экстренной необходимости его прерывания); чередование пассивного отдыха с активным» [10].	

#### 5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Проводим идентификацию источников потенциального возникновения класса пожара и выявленных опасных факторов пожара (таблица 12).

Таблица 12 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
«Агрегатный участок	Технологическое оборудование, применяемое на агрегатном участке	В	Пламя и искры, повышенная температура окружающей среды, повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения	Образующиеся в процессе пожара осколки, части разрушившихся строительных зданий, инженерных сооружений, оборудования, технологических установок» [8].

Система пожаротушения является неотъемлемой частью любой противопожарной инфраструктуры. «Пожаротушение» – собирательный термин для любой инженерной группы подразделений, предназначенных для тушения пожара. Это может быть достигнуто применением огнетушащего

вещества, такого как вода, пена или химические соединения.

В статье 42 Федерального закона «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ представлена классификация пожарной техники:

- «системы, установки АПС (автоматическая пожарная сигнализация), АУПТ (автоматическая установка пожаротушения), СОУЭ (системы оповещения и управления эвакуацией), пожарной связи, автоматики;
- первичные: мобильные средства пожаротушения (все виды огнетушителей, пожарные краны, пожарный инвентарь);
- пожарное оборудование;
- средства индивидуального/группового самоспасения (далее – СИЗ), защиты органов дыхания;
- ручной, механизированный инструмент» [10].

«Выполним классификацию средств пожаротушения применяемых для данного технического объекта:

- первичные средства пожаротушения – внутренний пожарный кран, щит пожарный с песком и инвентарем (лом, багор пожарный, топор, комплект для резки электропроводов, лопата совковая, полотно асбестовое), универсальный огнетушитель порошковый ОП-10 – 1 шт., воздушно-пенный огнетушитель ОВП-12 – 1шт.;
- мобильные средства пожаротушения предназначены для тушения пожаров с возможностью перемещения (мотопомпа для тушения возгораний);
- стационарные средства пожаротушения состоят из трубопроводов, в случае с наполнением из воды, пара или пены. Система трубопроводов соединяет автоматические устройства и оборудование. Приборы реагируют на повышенную температуру, сигнал передается на датчики. Затем происходит включение насосов, подающих воду» [10].

Выполним разработку мероприятий по соблюдению требований пожарной безопасности в целях обеспечения пожарной безопасности, определяющих порядок поведения людей, порядок организации производства и (или) содержания территорий.

Перечень мероприятий по пожарной безопасности при технологическом процессе испытания тормозных механизмов на долговечность представлен в таблице 13.

Таблица 13 – Перечень мероприятий по пожарной безопасности при технологическом процессе испытания тормозных механизмов на долговечность

Мероприятия, направленные на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности	Предъявляемые требования к обеспечению пожарной безопасности
«Наличие сертификата соответствия продукции требованиям пожарной безопасности	Все приобретаемое оборудование должно в обязательном порядке иметь сертификат качества и соответствия
Обучение правилам и мерам пожарной безопасности в соответствии с Приказом МЧС России 645 от 12.12.2007 г.	Проведение обучения, а также различных видов инструктажей по тематике пожарной безопасности под роспись
Проведение технического обслуживания, планово-предупредительных ремонтов, модернизации и реконструкции оборудования	Выполнение профилактики оборудования в соответствии с утвержденным графиком работ. Назначение приказом руководителя лица, ответственного за выполнение данных работ
Наличие знаков пожарной безопасности и знаков безопасности по охране труда по ГОСТ	Знаки пожарной безопасности и знаки безопасности по охране труда, установленные в соответствии с нормативно-правовыми актами РФ
Рациональное расположение производственного оборудования без создания препятствий для эвакуации и использованию средств пожаротушения	Эвакуационные пути в пределах помещения должны обеспечивать безопасную, своевременную и беспрепятственную эвакуацию людей
Обеспечение исправности, проведение своевременного обслуживания и ремонта источников наружного и внутреннего противопожарного водоснабжения	Не допускается использование неисправных средств пожаротушения также средств с истекшим сроком действия
Разработка плана эвакуации при пожаре в соответствии с требованиями статьи 6.2 ГОСТ Р 12.2.143-2009, ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ	Наличие действующего плана эвакуации при пожаре, своевременное размещение планов эвакуации в доступных для обозрения местах
Размещение информационного стенда по пожарной безопасности	Наличие средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности» [10]

## 5.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технологического процесса испытания тормозных механизмов на долговечность

Выполняем идентификацию вредных и опасных экологических факторов, возникающих при технологическом процессе испытания тормозных механизмов на долговечность и сведем их в таблицу 14.

Таблица 14 – Идентификация негативных (вредных, опасных) экологических факторов

Технологический процесс	Антропогенное воздействие на окружающую среду:		
	атмосферу	гидросферу	литосферу
«Испытание тормозных механизмов на долговечность»	Мелкодисперсная пыль в воздушной среде, испарения смазочно-охлаждающей жидкости с поверхности новых деталей	–	Спецодежда пришедшая в негодность, твердые бытовые / коммунальные отходы коммунальный мусор)» [12].

«Выполним разработку экологических факторов, возникающих при технологическом процессе испытания тормозных механизмов на долговечность:

- атмосферу – применение фильтрующих элементов в вытяжных устройствах и своевременная их замена;
- гидросферу – контроль за процессами утилизации и захоронения выбросов, стоков и осадков сточных вод. Персональная ответственность за охрану окружающей среды;
- литосферу – спецодежда, пришедшая в негодность, применяется как вторичное сырье, металлический лом, стружка отправляется на переплавку, твердые бытовые и коммунальные отходы сортируются и перерабатываются или сжигаются, отработанное масло собирается и перерабатывается» [12].

Выводы по разделу.

В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта»:

- разработан Технологический паспорт технологического процесса испытания тормозных механизмов на долговечность;
- выявлены профессиональные риски при технологическом процессе испытания тормозных механизмов на долговечность и определены методы и средства их снижения;
- идентифицирован класс и опасные факторы пожара, разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности при технологическом процессе испытания тормозных механизмов на долговечность;
- идентифицированы экологические факторы, возникающие при технологическом процессе испытания тормозных механизмов на долговечность и разработаны мероприятия по их снижению.

## 6 Экономическая эффективность проекта

«Для определения финансовых затрат на разработку конструкции стенда для испытаний тормозных механизмов на долговечность воспользуемся формулой:

$$C_{\text{кон}} = C_{\text{к.д}} + C_{\text{о.д}} + C_{\text{сб.п}} + C_{\text{п.д}} + C_{\text{о.н}}, \quad (4)$$

где  $C_{\text{к.д}}$  – стоимость изготовления корпусных деталей, р.;

$C_{\text{о.д}}$  – затраты на изготовление оригинальных деталей, р.;

$C_{\text{сб.п}}$  – полная заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке, р.;

$C_{\text{п.д}}$  – цена покупных деталей, изделий, агрегатов, р.;

$C_{\text{о.н}}$  – общепроизводственные накладные расходы на изготовление конструкции, р.» [12].

«Стоимость изготовления корпусных деталей рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{к.д}} = Q_{\text{к}} \cdot C_{\text{к}}, \quad (5)$$

где  $Q_{\text{к}}$  – масса материала, израсходованного на изготовление корпусных деталей, кг;

$C_{\text{к}}$  – средняя стоимость 1 кг готовых деталей, р./кг» [12].

В таблице 15 представлена стоимость изготовления корпусных деталей.

Таблица 15 – Стоимость изготовления корпусных деталей

Деталь	Марка металла	Масса материала заготовок, кг	Масса деталей, кг	Цена за 1 кг, руб.	Сумма, руб.
Рама из стандартного проката (прямоугольный профиль)	Ст3	120	120	78,8	9456
Итого:	–	–	–	–	12312



$$C_{к.д} = 120 \cdot 78,8 = 9456 \text{ р.}$$

«Затраты на изготовление оригинальных деталей определяем по формуле:

$$C_{о.д} = C_{п.р.н} + C_M, \quad (6)$$

где  $C_{п.р.н}$  – заработная плата производственных рабочих, занятых на изготовление оригинальных деталей, с учетом дополнительной зарплаты и отчислений, р.;

$C_M$  – стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей, р.» [12].

«Зарботную плату рассчитываем по формуле:

$$C_{п.р.} = t \cdot C_q \cdot k_t, \quad (7)$$

где  $t$  – средняя трудоемкость на изготовление отдельных деталей: рамка крепления привода – 2 шт., кривошип – 2 шт., опора рамки – 2 шт., трудоёмкость на изготовление деталей: рамка крепления привода – 2,5 чел.-ч., кривошип – 1,8 чел.-ч., опора рамки – 2 чел.-ч.

$C_q$  – часовая ставка рабочих, отчисляемая по среднему разряду, р./ч;

$k_t$  – коэффициент, учитывающий доплаты к основной зарплате, принимаем равным 1,030» [12].

$$t = (2 \cdot t_{\text{рамка креп. привода}} + 2 \cdot t_{\text{кривошина}} + 2 \cdot t_{\text{опора рамки}}),$$

$$t = 2 \cdot 2,5 + 2 \cdot 1,8 + 2 \cdot 2 = 12,6 \text{ чел.-ч.}$$

«Тарифная ставка определяется на основании минимального размера оплаты труда (далее – МРОТ). Для Самарской области с 1 июня 2022 года МРОТ составляет 15279 р.

Принимаем тарифную ставку из учета МРОТ для первого разряда:  $15279/(7 \cdot 21) = 103,94$  р./ч. Для остальных разрядов с учётом тарифной сетки: I – 1,0; II – 1,12; III – 1,26; IV – 1,42; V – 1,60; VI – 1,80» [12].

Дальнейшие расчёты ведём по IV разряду:  $103,94 \cdot 1,42 = 147,59$  р./ч.

$$C_{\text{ПР}} = 12,6 \cdot 147,59 \cdot 1,03 = 1915,42 \text{ р.}$$

Определяем дополнительную заработную плату по формуле:

$$C_{\text{Д}} = (5 \dots 12) \cdot C_{\text{ПР}} / 100, \quad (8)$$

$$C_{\text{Д}} = 10 \cdot 1915,42 / 100 = 191,54 \text{ р.}$$

Начисления на заработную плату определяем по формуле:

$$C_{\text{СОЦ}} = 30 \cdot (C_{\text{ПР}} + C_{\text{Д}}) / 100, \quad (9)$$

$$C_{\text{СОЦ}} = 30 \cdot (1915,42 + 191,54) / 100 = 632,08 \text{ р.,}$$

$$C_{\Sigma\text{ПР}} = 1915,42 + 191,54 + 632,08 = 2739,04 \text{ р.}$$

В таблице 16 представлена заработная плата на изготовление оригинальных деталей.

Таблица 16 – Заработная плата на изготовление оригинальных деталей

Значение	Сумма, руб.
Заработная плата	1915,42
Дополнительная заработная плата	191,54
Начисления на заработную плату	632,08
Итого:	2739,04

«Стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей определяем по формуле:

$$C_M = C \cdot Q_3, \quad (10)$$

где  $C$  – цена 1 кг материала заготовок, р./кг;

$Q_3$  – масса заготовки, кг» [12].

В таблице 17 представлена стоимость материала для изготовления оригинальных деталей.

Таблица 17 – Стоимость материала заготовок на изготовление оригинальных деталей

Наименование детали	Материал	Количество, шт.	Общая масса материала, кг	Цена за 1 кг, руб.	Сумма, руб.
Рамка крепления привода	Ст3	2	18	78,8	1418,4
Кривошип	Ст3	2	6	78,8	472,8
Опора рамки	Ст3	2	22	78,8	1733,6
Итого:	–	–	–	–	3624,8

$$C_M = 18 \cdot 78,8 + 6 \cdot 78,8 + 22 \cdot 78,8 = 3624,8 \text{ р.}$$

$$C_{O,D} = 2739,04 + 3624,8 = 6363,84 \text{ р.}$$

«Полная заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке определяется по формуле:

$$C_{CB,П} = C_{CB} + C_{Д.СБ} + C_{СОЦ.СБ}, \quad (11)$$

где  $C_{CB}$  – основная заработная плата рабочих, занятых на сборке, р.;

$C_{Д.СБ}$  – дополнительная заработная плата рабочих, занятых на сборке, р.;

$C_{СОЦ.СБ}$  – страховые взносы в фонды, р» [12].

«Основная заработная плата рабочих, занятых на сборке рассчитывается по формуле:

$$C_{CB} = T_{CB} \cdot C_{Д.СБ} \cdot k_t, \quad (12)$$

где  $T_{CB}$  – нормативная трудоемкость на сборку конструкции, чел.-ч.

Значение определяем по формуле:

$$T_{CB} = k_C \cdot \Sigma t_{CB}, \quad (13)$$

где  $t_{CB}$  – трудоемкость сборки составных частей, чел.-ч ;

$k_C$  – коэффициент, учитывающий непредусмотренные работы, 1,1...1,5» [12].

По справочным данным принимаем трудоемкость сборки составных частей равной 20 чел.-ч.

$$T_{CB} = 1,25 \cdot 20 = 25 \text{ чел.-ч.}$$

Тогда заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке определится:

$$C_{CB} = 25 \cdot 147,59 \cdot 1,03 = 3800,44 \text{ р.},$$

$$C_{Д.СБ} = 0,1 \cdot 3800,44 = 380,04 \text{ р.},$$

$$C_{СОЦ.СБ} = 0,3 \cdot (3800,44 + 380,04) = 1254,14 \text{ р.}$$

$$C_{СБ.П} = 3800,44 + 380,04 + 1254,14 = 5434,62 \text{ р.}$$

В таблице 18 представлена полная заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке.

Таблица 18 – Полная заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке

Значение	Сумма, руб.
Основная заработная плата	3800,44
Дополнительная заработная плата	380,04
Страховые взносы в фонды	1254,14
Итого	5434,62

«Общепроизводственные накладные расходы на изготовление приспособления определяем по формуле:

$$C_{OH} = \frac{(C_{PP}' \cdot R_{OP})}{100}, \quad (14)$$

где  $C_{PP}'$  – основная заработная плата производственных рабочих, участвующих в изготовлении, р.;

$R_{OP}$  – процент общепроизводственных накладных расходов, %» [12].

$$C_{PP}' = (C_{PP} + C_{CB}). \quad (15)$$

Подставив числовые значения в формулу 69 получим:

$$C_{PP}' = 1915,42 + 3800,44 = 5715,86 \text{ р.}$$

$$C_{OH} = \frac{(5715,86 \cdot 15)}{100} = 857,48 \text{ р.}$$

«Для данной конструкции необходимо приобрести следующие компоненты: цепь – 2 шт., ремень клиновой – 2 шт., электродвигатель – 1 шт., задняя полуось ВАЗ – 2 шт., звезда ведущая – 2 шт., а также метизы» [12].

Перечень покупных деталей представлен в таблице 19.

Таблица 19 – Затраты по статье «Материалы» на конструкторскую разработку

Значение	Количество, шт.	Цена, руб.	Сумма, руб.
Цепь	2	2600	5200
Ремень клиновой	2	1750	3500
Электродвигатель	1	8950	8950
Задняя полуось ВАЗ	2	3160	6320
Звезда ведущая	2	780	1560
Болт	75	3,2	240
Гайка	75	2,9	217,5
Шайба	25	2,3	57,5
Грунт-эмаль	1	1020	1020
Краска акриловая по металлу Hammerite	1	2670	2670
Итого:			29735

$$C_{\text{мд}} = 5200 + 3500 + 8950 + 6320 + 1560 + 240 + 217,5 + 57,5 + 1020 + 2670 = 29735 \text{ р.}$$

Определим затраты на изготовление конструкции и сведем их в таблицу 20.

$$C_{\text{кон}} = 9456 + 6363,84 + 5434,62 + 857,37 + 29735 = 51846,83 \text{ р.}$$

Таблица 20 – Затраты на изготовление конструкции

Значение	Сумма, руб.
Стоимость изготовления корпусных деталей	9456
Затраты на изготовление оригинальных деталей	6363,84
Затраты на сборку	5434,62
Общепроизводственные накладные расходы	857,7
Стоимость покупных изделий (деталей)	29735
Итого:	51846,83

Общие затраты на изготовление конструкции стенда для испытаний тормозных механизмов на долговечность равны 51846,83 руб.

Далее рассчитаем годовую экономию, годовой экономический эффект и срок окупаемости разработки.

«Годовая экономия от снижения себестоимости при внедрении конструкции составит:

$$\mathcal{E}_Г = C_{ПР} - C_{КОН}, \quad (16)$$

где  $C_{ПР}$  – стоимость прототипа, р.» [12].

$$\mathcal{E}_Г = 258500 - 51846,83 = 206653,17 \text{ р.}$$

Срок окупаемости определяем по формуле:

$$O_{ОК} = \frac{C_{КОН}}{\mathcal{E}_Г}, \quad (17)$$

$$O_{ОК} = \frac{51846,83}{206653,17} = 0,25 \text{ года.}$$

Годовой экономический эффект от внедрения конструкции составит:

$$\mathcal{E}_{ЭФ} = \mathcal{E}_Г - 0,15 \cdot C_{КОН} \quad (18)$$

$$\mathcal{E}_{ЭФ} = 206653,17 - 0,15 \cdot 51846,83 = 198876,14 \text{ р.}$$

В таблице 21 представлены основные показатели проекта.

Таблица 21 – Основные показатели проекта

Показатели	Единица измерения	Значение	
		До внедрения	После внедрения
Стоимость изготовления конструкции	р.	258500	51846,83
Экономия от снижения себестоимости при внедрении конструкции	р.	–	206653,17
Экономический эффект	р.	–	198876,14
Срок окупаемости	год	–	0,25

Выводы по разделу.

В разделе «Экономическая эффективность проекта» определена эффективность разработки стенда для испытаний тормозных механизмов на долговечность с экономической стороны.

Стоимость разработки роликового тормозного стенда составляет 51846,83 р., срок окупаемости равен 0,25 года, что является допустимым для данной конструкции. За счёт невысокой стоимости изготовления стенд может найти широкое применение для проведения циклических испытаний тормозных механизмов.



## Заключение

В данном дипломном проекте была разработана конструкция стенда для испытаний тормозных механизмов на долговечность.

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы было сделано следующее:

- рассмотрены испытания на циклическую долговечность как неотъемлемая и важная часть при производстве продукции;
- сопоставлены совокупности существенных признаков проектируемого объекта и аналогов, выбранных ранее из патентного поиска;
- составлены техническое задание и предложение на разработку конструкции стенда для испытаний тормозных механизмов на долговечность. Разработанный стенд прост по конструкции и обеспечивает испытание тормозных механизмов в соответствии с необходимыми требованиями;
- выполнено обоснование выбора технологического процесса, определена трудоемкость сборки, составлен технологический процесс сборки стенда для испытаний тормозных механизмов на долговечность;
- рассмотрены вопросы, касающиеся обеспечения безопасности, экологичности проекта;
- определена эффективность разработки стенда для испытаний тормозных механизмов на долговечность с экономической стороны. Стоимость изготовления составляет 173514,51 рублей, что значительно дешевле вариантов стендов для испытания амортизаторов представленных на рынке.

## Список используемой литературы и используемых источников

1 Андросенко М. В. Проектирование технологического оборудования с применением САПР : учебное пособие / М. В. Андросенко, О. А. Филатова ; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова". - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2020. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM); 12 см.

2 Ануриев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя : В 3-х т. / В. И. Ануриев. - 6-е изд., перераб. и доп. - М. : Машиностроение, 1982-. - 22 см. Т. 2. - М. : Машиностроение, 1982. - 584 с.

3 Беляев В. П. Стендовые испытания автомобилей и тракторов : учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности "Автомобиле- и тракторостроение" / В. П. Беляев; М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное агентство по образованию, Южно-Уральский гос. ун-т, Каф. "Автомобили". - Челябинск : Изд-во ЮУрГУ, 2018. - 55, [1] с.

4 Бондаренко Е. В. Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования [Текст] : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки бакалавров «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» (профиль подготовки «Автомобили и автомобильное хозяйство») / Е. В. Бондаренко, Р. С. Фаскиев. - Москва : Академия, 2015. - 302, [1] с. : ил.

5 Брылев И. С. Расчет систем и механизмов транспортных средств : учебное пособие для студентов, магистров, аспирантов и преподавателей строительных, технических и автомобильно-дорожных университетов по направлению подготовки и специальностям: 15.03.03 (15.04.03)-"Прикладная механика", 23.03.03 (23.04.03)-"Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов", 23.03.01 (23.04.01)-"Технология транспортных процессов", 23.03.02 (23.04.02)-"Наземные транспортно-технологические

комплексы", 23.05.01-"Наземные транспортно-технологические средства" / И. С. Брылев, С. А. Евтюков, П. А. Кравченко. - Санкт-Петербург : Петрополис, 2019. - 111 с.

6 Васильев В. И. Основы проектирования технологического оборудования автотранспортных предприятий : учебное пособие / В. И. Васильев, А. В. Савельев, Р. А. Зиганшин ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Курганский государственный университет". - Курган : Курганский государственный университет, 2020. - 92 с.

7 Власов Ю. А. Проектирование технологического оборудования автотранспортных предприятий : учебное пособие / Ю. А. Власов, Н. Т. Тищенко ; Федеральное агентство по образованию, Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования, Томский гос. архитектурно-строительный ун-т. - Томск : Изд-во Томского гос. архитектурно-строительного ун-та, 2017. - 345 с

8 Воронов Д. Ю. Разработка сборочных технологических процессов [Электронный ресурс] : электронное учебно-методическое пособие / Д. Ю. Воронов, А. В. Щипанов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Тольяттинский государственный университет, Институт машиностроения, Кафедра "Оборудование и технологии машиностроительного производства". - Тольятти : Тольяттинский гос. ун-т, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) : ил.; 12 см

9 Герасимов М. Д. Конструкции наземных транспортно-технологических машин [Текст] : практикум : учебное пособие для студентов специальности 23.05.01 - "Наземные транспортно-технологические средства" / М. Д. Герасимов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова. - Белгород : Белгородский гос. технологический ун-т (БГТУ) им В. Г. Шухова, 2018. - 115 с.

10 Горина Л. Н., Фесина М. И. Раздел бакалаврской работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие (2-е изд. Доп.). - Тольятти: изд-во ТГУ, 2021. –22 с.

11 Демура Н. А. Экономика предприятия [Текст] : учебное пособие для студентов специальности 23.05.01 - Наземные транспортно-технологические средства и направления подготовки 15.03.02 - Технологические машины и оборудование / Н. А. Демура, Л. И. Ярмоленко ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова. - Белгород : Белгородский гос. технологический ун-т им. В. Г. Шухова, 2018. - 124 с.

12 Дрючин Д. А. Проектирование производственно-технической базы автотранспортных предприятий на основе их кооперации с сервисными предприятиями [Текст] : учебное пособие для студентов, обучающихся по программам высшего образования по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства / Д. А. Дрючин, Г. А. Шахлевич, С. Н. Якунин ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Оренбургский государственный университет". - Оренбург : ОГУ, 2016. - 124 с

13 Испытания машин : учебное пособие / В. В. Новиков, А. В. Поздеев, А. С. Дьяков, П. В. Потапов ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Волгоградский государственный технический университет. - Волгоград : ВолгГТУ, 2020. - 135, [1] с.

14 Кудрявцев Е. М. Компьютерное моделирование, проектирование и расчет элементов машин и механизмов [Текст] : учебное пособие по направлению 25.05.01 "Наземные транспортно-технологические средства", профиль "Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование" / Е. М. Кудрявцев. - Москва : АСВ, 2018. - 327 с.

15 Малкин В. С. Основы проектирования технологического оборудования предприятий автомобильного транспорта : электронное

учебно-методическое пособие / В. С. Малкин ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Тольяттинский государственный университет, Институт машиностроения, Кафедра "Проектирование и эксплуатация автомобилей". - Тольятти : Тольяттинский гос. ун-т, 2019. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM); 12 см.

16 Метод испытания металлов на циклическую трещиностойкость при продольном сдвиге / А. Е. Андрейкив, И. П. Гордынский, В. А. Зазуляк, Я. Л. Иваницкий. - Львов : ФМИ, 1987. - 22 с.

17 Михайлов В. А. Экологичные системы защиты воздушной среды объектов автотранспортного комплекса : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Наземные транспортно-технологические средства" / В. А. Михайлов, Е. В. Сотникова, Н. Ю. Калпина. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : ИНФРА-М, 2022. - 213 с.

18 Набоких В. А. Испытания автомобиля [Текст] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 550100 "Автомобиле- и тракторостроение" / В. А. Набоких. - Москва : ФОРУМ, 2015. - 223 с.

19 Основы расчета и проектирования технологического оборудования : учебное пособие / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева" ; сост. Н. А. Андреева. - Кемерово : Кузбасский гос. технический ун-т им. Т. Ф. Горбачева, 2020. - 113 с.

20 Петров В. И. Технологическое оборудование предприятий автомобильного транспорта [Текст] : учебное пособие / В. И. Петров, Н. В. Григорьева ; Минобрнауки России, Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. проф. образования "Тульский гос. ун-т". - Тула : Изд-во ТулГУ, 2012-. - 21 см. Ч. 2: Типаж, проектирование и эксплуатация технологического оборудования. - 2012. - 545 с.

21 Прейс В. В. Методологические основы проектирования технологических машин и оборудования [Текст] : учебное пособие / В. В. Прейс ; М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. образования "Тульский гос. ун-т". - Тула : ТулГУ, 2015. - 103 с.

22 Проектирование подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования : учебное наглядное пособие по направлению подготовки 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства : учебное наглядное электронное издание / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, Кафедра механизации строительства ; составители: Д. Ю. Густов, М. А. Степанов. - Москва : Изд-во МИСИ-МГСУ, 2020. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) : ил.; 12 см.

23 Проектирование технологического оборудования : учебное пособие / И. Р. Кузеев, С. С. Хайрудинова, М. И. Баязитов [и др.] ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Уфимский государственный нефтяной технический университет". - Уфа : УГНТУ, 2018. - 140 с.

24 Соломатин Н. С. Испытания узлов, агрегатов и систем автомобиля [Текст] : учебное пособие : для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 190109 "Наземные транспортно-технологические средства" / Н. С. Соломатин ; М-во образования и науки Российской Федерации, Тольяттинский гос. ун-т, Ин-т машиностроения, Каф. "Проектирование и эксплуатация автомобилей". - 2-е изд. - Тольятти, Самарская обл. : Изд-во ТГУ, 2013. - 142 с.

25 Справочник конструктора : справочно-методическое пособие / [Б. П. Белозеров и др.] ; под ред. И. И. Матюшева. - Санкт-Петербург : Изд-во Политехника, 2006 (СПб. : Техническая книга). - 1025 с.

26 Сырямин Ю. Н. Эксплуатационные испытания автомобилей : практикум / Ю. Н. Сырямин, А. Ю. Кирпичников, А. С. Алехин ; Сибирский государственный университет путей сообщения. - Новосибирск : Издательство Сибирского государственного университета путей сообщения, 2020. - 72, [1] с.

27 Технологические процессы технического обслуживания и текущего ремонта автомобилей : лабораторный практикум : учебное пособие для обучающихся по направлениям подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов (профиль: Автомобили и автомобильное хозяйство), уровень образования - бакалавриат, 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства (специализация: Автомобили и тракторы), уровень образования - специалитет / А. В. Агафонов, П. А. Табаков, Д. И. Федоров, В. В. Чегулов ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Московский политехнический университет, Чебоксарский институт (филиал). - Чебоксары : Политех, 2019. - 162 с.

28 Халтурин Д. В. Испытание автомобилей и тракторов [Текст] : практикум для студентов 5-го курса, обучающихся по профилю "Автомобили и тракторы" направления подготовки 23.05.01 "Наземные транспортно-технологические средства" / Д. В. Халтурин, Н. И. Финченко, А. В. Давыдов. - Томск : Изд-во ТГАСУ, 2017. - 171 с.

29 Шубин А. А. Разработка технологического процесса изготовления детали [Текст] : учебное пособие к выполнению курсового проекта по дисциплине "Технология производства наземных транспортно-технологических средств" / А. А. Шубин ; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана (Национальный исследовательский университет), Калужский филиал. - Калуга : Манускрипт, сор. 2018. - 65 с.

30 Яркин Е. К. Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования автотранспортных предприятий : учебное пособие / Е. К. Яркин, В. М. Зеленский, Е. В. Харченко ; М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное агентство по образованию, Южно-Российский гос. техн. ун-т (Новочеркасский политехн. ин-т). - Новочеркасск : Южно-Российский гос. техн. ун-т, 2006 (Новочеркасск : ЦОП ЮРГТУ). - 321 с.

31 Garrett T.K. The Motor Vehicle / T.K Garrett, K. Newton, W. Steeds. 13th ed. - Oxford: Butterworth-Heinemann, 2014. - 1214 p.

32 Genta G. The Automotive Chassis. Vol. 2: System Design / Prof. Dr. Giancarlo Genta, Prof. Dr. Lorenzo Morello. - [Without locations], Netherlands : Springer Science+Business Media, 2009. - 832 p.

33 Jazar N.R. Vehicle Dynamics: Theory and Application. — New York: Springer, 2008. - 1015 p.

34 Wong, J.Y. Theory of ground vehicles .-2nd ed., NY, 2013. - 435 p.

35 Zanten A., Erhardt R., Pfaff G. An Introduction to Modern Vehicle Design /Edited by Julian Happian-Smith. Reed Educational and Professional Publishing Ltd 2012. - 600 p.



Приложение А  
**Спецификации**

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документация</i>						
А4			22.ДП.ПЭА.185.6100.000.ПЗ	Пояснительная записка	1	
А1			22.ДП.ПЭА.185.6100.000.СБ	Сборочный чертеж	3	
<i>Сборочные единицы</i>						
		1	22.ДП.ПЭА.185.6101.000	Рама универсальная	1	
		2	22.ДП.ПЭА.185.6102.000	Рамка	2	
		3	22.ДП.ПЭА.185.6103.000	Опора рамки	2	
		4	22.ДП.ПЭА.185.6104.000	Рамка крепления привода	1	
		5	22.ДП.ПЭА.185.6105.000	Рамка крепления привода	1	
		6	22.ДП.ПЭА.185.6106.000	Опора привода	1	
		7	22.ДП.ПЭА.185.6107.000	Устройство натяжительное	1	
		8	22.ДП.ПЭА.185.6108.000	Натяжной ролик	1	
		9	22.ДП.ПЭА.185.6109.000	Кривошип	2	
		10	22.ДП.ПЭА.185.6110.000	Опора вала шкива	1	
		11	22.ДП.ПЭА.185.6111.000	Вал шкива	1	
<i>Детали</i>						
		12	22.ДП.ПЭА.185.6100.012	Пластина 13 мм	1	
		13	22.ДП.ПЭА.185.6100.013	Пластина 20 мм	2	
		14	22.ДП.ПЭА.185.6100.014	Пластина 5 мм	1	
<b>22.ДП.ПЭА.185.6100.000</b>						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<b>Стенд для испытаний          тормозных механизмов          на долговечность</b>	
Разр.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Проб.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Н.контр.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Утв.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<b>ТГУ ИМ          гр. АТС-1701В</b>	

*Копировал*

*Формат А4*

Рисунок А.1 – Спецификация на стенд для испытаний тормозных механизмов

Продолжение Приложения А

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание					
							Изм.	Лист	№ докцм.	Подп.	Дата
				<i>Стандартные изделия</i>							
		15		Цель ПВ-16,4-18,2 ГОСТ 13568-97	2						
		16		Ремень клиновой ВБ)-2360 ГОСТ 1284.1-89	2						
		17		Ремень клиновой СВ)-1065 ГОСТ 1284.1-89	1						
		18		Электродвигатель АИР90 L4	1						
		19		Задняя полуось ВАЗ 2107	2						
		20		Звезда (ведущая) 44	2						
		21		Звезда (ведомая) 14	2						
		22		Болт М16х65 ГОСТ 15589-70	4						
		23		Болт М16х100 ГОСТ 15589-70	10						
		24		Болт М6х40 ГОСТ 15589-70	2						
		25		Болт М10х55 ГОСТ 15589-70	2						
		26		Болт М6х45 ГОСТ 15589-70	2						
		27		Болт М16х50 ГОСТ 15589-70	4						
		28		Болт М16х55 ГОСТ 15589-70	6						
		29		Болт М14х80 ГОСТ 15589-70	4						
		30		Болт М16х105 ГОСТ 15589-70	2						
		31		Болт М16х70 ГОСТ 15589-70	2						
		32		Болт М16х60 ГОСТ 15589-70	2						
		33		Болт М16х30 ГОСТ 15589-70	4						
		34		Болт М10х65 ГОСТ 15589-70	1						
		35		Болт М16х130 ГОСТ 15589-70	2						
		36		Болт М10х30 ГОСТ 15589-70	4						
		37		Болт М14х15-6gx28 ГОСТ 7805-70	8						
		38		Болт М16х75 ГОСТ 15589-70	4						
		39		Болт М10х45 ГОСТ 15589-70	8						
		40		Гайка М16-6Н ГОСТ 15521-70	40						
		41		Гайка М10-6Н ГОСТ 15521-70	15						
			Назвиев				<b>22.ДП.ПЭА.185.61.00.000</b>				Лист
			Черепанов								2
Изм.	Лист	№ докцм.	Подп.	Дата			Копировал				Формат А4

Рисунок А.2 – Спецификация на стенд для испытаний тормозных механизмов

