

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

Институт машиностроения

(институт)

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

профиль «Автомобили и автомобильное хозяйство»

(направленность (профиль))

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Универсальный стенд для испытаний автокомпонентов.

Испытание растяжек передней подвески методом циклических нагрузений

Студент(ка)

А.Н. Карманов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

ст.преподаватель В.Е. Епишкин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

Безопасность
экологичность
технического объекта
Экономическая
эффективность проекта

и

ст.преподаватель К.Ш. Нуров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

к.э.н. Л.Л. Чумаков

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Нормоконтроль

д.т.н., профессор А.Г. Егоров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой

к.т.н., доцент А.В. Бобровский

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« _____ »

20 _____ г.

Тольятти 2016

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

Институт машиностроения

(институт)

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой

« ПЭА »

А.В. Бобровский

(подпись)

(И.О. Фамилия)

« 27 » января 20 16 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение бакалаврской работы

Студент Карманов Александр Николаевич

1. Тема Универсальный стенд для испытаний автокомпонентов. Испытание
растяжек передней подвески методом циклических нагружений.

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной
работы 15-18 июня 2016 года, согласно утвержденному графику защиты ВКР
на 2015-2016 уч. год

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе Разработать стенд
для циклических испытаний растяжек передней подвески согласно ТУ 4591-027-
20976755-2012

4. Содержание выпускной квалификационной работы (перечень подлежащих
разработке вопросов, разделов)

Аннотация

Содержание

Введение

1. Состояние вопроса

2. Конструкторская часть

3. Технологический процесс

4. Безопасность и экологичность технического объекта

5. Экономическая эффективность проекта

Заключение

Список использованных источников

Приложения

5. Ориентировочный перечень графического и иллюстративного материала

1. <i>Общий вид стенда</i>	- 2 листа (A1)
2. <i>Стенд для испытания растяжек</i>	- 1 лист (A1)
3. <i>Площадка для испытания растяжек</i>	- 1 лист (A1)
4. <i>Модель 3D стенда</i>	- 2 листа (A1)
5. <i>Расчет АРМ FEM</i>	- 1 лист (A1)
6. <i>Технологическая карта испытания растяжки передней подвески</i>	- 1 лист (A1)
7. <i>Презентационный лист</i>	- 1 лист (A1)

6. Консультанты по разделам

Безопасность и экологичность технического объекта	ст. преподаватель К.Ш. Нуров (ученая степень, звание, И.О., фамилия)	(личная подпись)
--	---	------------------

Экономическая эффективность проекта	к.э.н. Л.Л. Чумаков (ученая степень, звание, И.О., фамилия)	(личная подпись)
--	--	------------------

Нормоконтроль	д.т.н., профессор А.Г. Егоров (ученая степень, звание, И.О., фамилия)	(личная подпись)
---------------	--	------------------

7. Дата выдачи задания « 27 » января 20 16 г.

Руководитель квалификационной работы	выпускной		В.Е. Епишкин (И.О. Фамилия)
		(подпись)	

Задание принял к исполнению		А.Н. Карманов (И.О. Фамилия)
	(подпись)	

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

Институт машиностроения

(институт)

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой

« ПЭА »

А.В. Бобровский

(подпись)

(И.О. Фамилия)

« 27 » января 20 16 г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

выполнения бакалаврской работы

Студента Карманова Александра Николаевича

по теме Универсальный стенд для испытаний автокомпонентов.

Испытание растяжек передней подвески методом циклических нагружений

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
Анализ состояния вопроса	11.03.2016			
Разработка конструкции	01.04.2016			
Технологический процесс испытания растяжек передней подвески	29.04.2016			
Безопасность и экологичность технического объекта	13.05.2016			
Экономическая эффективность проекта	27.05.2016			
Оформление и доработка пояснительной записки и листов графической части с учетом замечаний, полученных во время предварительной защиты	10.06.2016			

Руководитель выпускной
квалификационной работы

(подпись)

В.Е. Елишкин

(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

(подпись)

А.Н. Карманов

(И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

Целью выпускной квалификационной работы является разработка стенда для испытания растяжек передней подвески.

Задачами выпускной квалификационной работы являются:

1. Рассмотреть различные виды испытаний на усталость.
2. Провести анализ существующих патентов в области испытательной техники.
3. Овладеть методами инженерных решений и расчётов.
4. Научиться основам выбора и сравнения технологического оборудования.

В данной работе представлена разработка стенда для испытания растяжек передней подвески, входящее в состав универсального стенда для циклических испытаний.

В первой главе рассмотрены современные методы испытаний на усталость.

Во второй главе разработаны техническое задание и предложение, выполнены конструкторские расчеты.

В третьей главе представлена технологическая карта.

В четвёртой главе рассмотрена безопасность и экологичность стенда для испытания растяжек передней подвески.

В пятой главе рассчитана экономическая эффективность стенда.

Выпускная квалификационная работа содержит 76 страниц, в том числе 17 иллюстраций, 20 таблиц, 25 источников, 3 спецификации.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1 Состояние вопроса	8
2 Конструкторская часть	10
2.1 Техническое задание на разработку универсального стенда для испытаний на циклическую долговечность щитков тормозных механизмов и растяжек подвески (Код ОКП 427187)	10
2.2 Техническое предложение на разработку универсального стенда для ..	15
испытаний на циклическую долговечность щитков тормозных механизмов и растяжек подвески	15
2.3 Конструкторские расчеты основных элементов разрабатываемого устройства	27
2.4 Руководство по эксплуатации универсального стенда для испытаний автокомпонентов в комплектации для испытаний растяжек передней подвески	35
3 Технологический процесс испытания растяжки передней подвески легкового автомобиля	47
3.1 Назначение растяжки передней подвески	47
3.2 Технологическая карта испытания растяжки передней подвески легкового автомобиля	47
4 Безопасность и экологичность технического объекта	50
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика стенда для испытания растяжек передней подвески методом циклических нагрузжений	50
4.2 Идентификация профессиональных рисков	50
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков	52
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта	54
4.4.1 Идентификация опасных факторов пожара	54
4.4.2 Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности технического объекта	55

4.4.3 Организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению пожара.....	55
4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта.....	57
5 Экономическая эффективность проекта.....	60
5.1 Расчет себестоимости изготовления проектируемой конструкции.....	60
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	64
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	65
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	69

ВВЕДЕНИЕ

Сертификационные испытания необходимы для проведения процедуры сертификации продукции (сертификационные услуги) на соответствие требованиям стандартов. Другими словами, если продукция входит в «Перечень продукции подлежащих обязательной сертификации», то для получения сертификата соответствия или регистрации декларации о соответствии необходимо провести сертификационные испытания. Результатом испытания является Протокол сертификационных испытаний **[Ошибка! Источник ссылки не найден.]**.

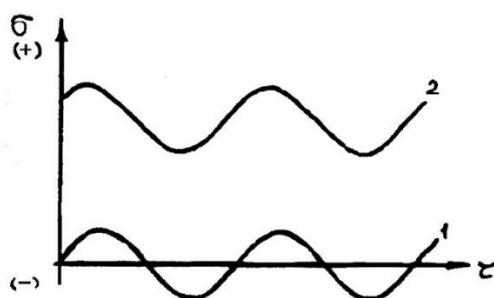
Сертификационные испытания проводят аккредитованные испытательные лаборатории или центры испытаний по направлению Органа по сертификации, сертификационной компании, сертификационного центра или по заявке от Заявителя для выдачи (получения) сертификата соответствия (регистрации декларации о соответствии, получения Одобрения типа транспортного средства). Никакие другие организации не аккредитованы на то, чтобы проводить испытания. Периодичность проведения испытаний сертификационных зависит от выбранной системы сертификации и обычно составляет от 1 до 2 лет.

Задача сертификационных испытаний (цель испытаний) – получение качественных или количественных характеристик продукции, то есть проведение оценки способности сертифицируемой продукции в заданных условиях выполнять возложенные на неё функции, а также установить, соответствуют ли характеристики продукции величинам, заданным в нормативных документах **[Ошибка! Источник ссылки не найден.]**. Сертификационные испытания проводятся в соответствии с положениями, содержащимися в законе от 27.12.02 № 184-ФЗ, методами, изложенными в ГОСТ или других нормативных документах, принятых в соответствии с действующим законодательством.

1 Состояние вопроса

Современные методы испытаний на усталость весьма разнообразны. Они отличаются характером изменений напряжений во времени, схемой нагружения (изгиб, растяжение-сжатие, кручение), наличием или отсутствием концентраторов напряжений. Усталостные испытания проводятся при различных температурах и в разных средах. Основные требования и методика усталостных испытаний обобщены в ГОСТ 25.502-79 [Ошибка! Источник ссылки не найден.].

Во время любого усталостного испытания на образец действуют циклические напряжения, непрерывно изменяющиеся по величине, а часто и по знаку. Типичные примеры используемых циклов напряжений показаны на рисунке 1.1. Циклом напряжений называют совокупность переменных значений за один период их изменения [21]. За максимальное напряжение цикла – σ_{\max} принимают наибольшее по алгебраической величине напряжение. Минимальное напряжение цикла – σ_{\min} – наименьшее по алгебраической величине.



1 – симметричный цикл; 2 – асимметричный

Рисунок 1.1 - Разновидности циклов напряжений

Если $R_\sigma = -1$, то такой цикл называют симметричным (кривая 1 на рисунке 1.1). Если минимальное и максимальное напряжение цикла не равны по величине, то он называется асимметричным (кривая 2 на рисунке 1.1). Для испытаний чаще всего используют знакопеременные циклы с $R_\sigma = -1$.

По ГОСТ 25.502-79 испытания на усталость проводят на образцах круглого и прямоугольного сечений, гладких и с надрезом. Диаметр цилиндрической части гладких образцов d обычно составляет 5-10 мм, а у образцов с надрезом $d = 10 \dots 20$ мм при глубине надреза $t = 0,25 \times d$. Ширина рабочей части плоских образцов $b = 10 \dots 20$ и толщина $h = 5 \dots 10$ мм.

Характеристики выносливости сильно зависят от размеров образца, часто они значительно выше у образцов с меньшим сечением. Также результаты усталостных испытаний очень чувствительны к качеству и состоянию поверхностного слоя образца. Качество поверхности должно соответствовать 9-10 классу чистоты.

Первичным результатом усталостного испытания одного образца является число циклов до разрушения (долговечность) при заданных характеристиках цикла. Критерием разрушения является разрушение образца; или образование трещины определенной протяженности; или значительное развитие пластической деформации образца.

Широкое распространение получили испытания на малоцикловую усталость (статическую выносливость). Их проводят с использованием относительно высоких напряжений и малой частоты циклов напряжений, обычно не более 3-5 Гц, имитируя условия эксплуатации конструкций, например, самолетных, которые подвергаются воздействию относительно редких, но значительных по величине циклических нагрузок. База испытаний на малоцикловую усталость не превышает 5×10^4 циклов. Малоцикловое нагружение сопровождается развитием общей или местной (в вершине надреза или трещины) пластической деформации, величина и закономерности которой определяют условия и характер разрушения.

Малоцикловые испытания чаще всего проводят по схеме растяжение-сжатие. Критериями выносливости материала в условиях малоцикловой усталости могут служить предел ограниченной выносливости, усталостная долговечность, величина отношения σ_{max}/σ_b , при котором образец разрушается после заданного числа циклов нагружения.

2 Конструкторская часть

2.1 Техническое задание на разработку универсального стенда для испытаний на циклическую долговечность щитков тормозных механизмов и растяжек подвески (Код ОКП 427187)

Стенд для сертификационных испытаний на циклическую долговечность щитков тормозных механизмов и растяжек подвески автомобилей ВАЗ, должен представлять собой раму, с возможностью установки на ней испытуемых объектов, обеспечивая быструю переналадку для испытания конкретного объекта.

Стенд должен обеспечивать синусоидальные изгибающие нагрузки, симметричного и ассиметричного цикла.

Стенд относится к области испытательной техники.

В процессе эксплуатации, детали подвески автомобиля испытывают циклические нагрузки. Растяжка нижнего рычага передней подвески является изделием, входящим в направляющий аппарат подвески, обеспечивающий эластокинематику передней подвески и передачу реакций от колес к кузову. Растяжка нижнего рычага передней подвески относится к необслуживаемым, невосстанавливаемым (неремонтируемым) изделиям непрерывного длительного применения, вида 1 по ГОСТ 27.003.

Сущность испытания заключается в имитации циклической нагрузки, действующей на растяжку нижнего рычага передней подвески автомобиля, в процессе эксплуатации.

Испытания на циклическую долговечность растяжки нижнего рычага передней подвески проводить согласно ТУ 4591-027-20976755-2012 (459100 - Унифицированные узлы и детали, применяемые в автомобильной промышленности) [22] завода изготовителя:

- закон нагружения – синусоидальный;
- частота нагружения – 3 Гц;
- нагрузка циклическая – от 0,5 до 1,5 кН;

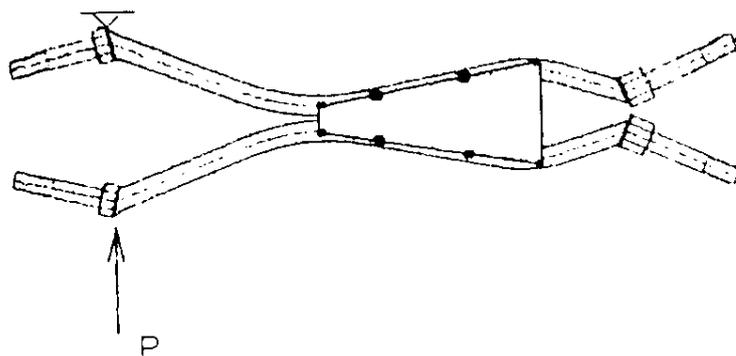


Рисунок 2.1 – Схема для испытаний

Перед испытаниями растяжки должны быть соединены при помощи металлических пластин и дуговой сварки. Размеры пластин, а также место нанесения, катеты и длина сварочных швов не регламентированы.

Проектируемое оборудование находится в лаборатории для сертификационных испытаний, стенд размещается в закрытом помещении, при температуре воздуха от $+15^{\circ}$ до $+25^{\circ}\text{C}$. Влажность воздуха в помещении не превышает норму.

Возможность экспорта в зарубежные страны не предусмотрена.

Задание на разработку выпускной квалификационной работы выдано, кафедрой «Проектирование и эксплуатация автомобилей» Тольяттинского государственного университета.

При разработке оборудования особое внимание следует обратить на следующие источники информации: авторские свидетельства и патенты МПК G01N3/32; ТУ 4591-027-20976755-2012; стандарты по безопасности производства; журналы и другая техническая литература. Обеспечить патентную чистоту конструкции.

Наименования и условного обозначения тема разработки не имеет.

Стенд в комплектации для испытаний растяжек должен состоять из универсальной рамы, привода, нагружающего устройства, площадки для крепления испытуемой детали, датчика контроля количества циклов и устройства для контроля усилия от нагружающего устройства.

К конструкции стенда в комплектации для сертификационных испытаний на циклическую долговечность растяжек подвески предъявляются следующие требования [12]:

1. Рама устройства должна обладать достаточной жесткостью и прочностью для безопасного проведения испытаний.

2. Стенд должен обеспечивать поочередное проведение испытаний с минимальным количеством переналадочных работ.

3. Для удобства и простоты изготовления в конструкции стенда необходимо использовать нормализованные и унифицированные узлы и агрегаты.

4. Использовать стандартные крепёжные изделия и металлопрокат.

5. Должна быть предусмотрена возможность приложения синусоидальной нагрузки от 0,5 до 1,5 кН.

6. Необходимо обеспечить контроль количества циклов нагружения, не менее 2.000.000 миллионов циклов.

7. Необходимо обеспечить горизонтальное расположение двух испытуемых деталей.

8. Весь цикл испытаний должен продолжаться без остановки.

9. Использовать энергообеспечение трехфазным током.

10. Конструкция должна иметь заземление.

11. Для включения использовать магнитный пускатель, исключающий самопроизвольное включение двигателя при кратковременном отключении напряжения от сети.

12. Обеспечить удобство при проведении регулировочных и смазочных работ.

13. При работе устройство должно создавать минимальные вибрации издавать шум в допустимых пределах, отвечать всем требованиям производственной безопасности.

14. Конструкция оборудования должна исключать выбрасывание предметов, представляющих опасность для работающих, а также выбросы смазывающих, охлаждающих и других рабочих жидкостей.

15. Элементы оборудования не должны иметь острых углов, кромок, заусенцев и поверхностей с неровностями, представляющих опасность травмирования работающих.

16. Движущиеся части окрасить в оранжевый цвет, остальные части в серый.

17. Использование смазочных материалов, выпускающихся серийно, не требующих использования специальных инструментов при выполнении смазочных работ.

18. В процессе эксплуатации предусмотреть возможность ежемесячного обслуживания и проверки оборудования.

Из конструктивных соображений и учитывая характеристики существующего аналога, принимаем ориентировочно следующие технические показатели стенда для испытаний растяжек:

Габаритные размеры, не более мм.	2200x750x1200
Масса устройства, не более кг.	400
Мощность электродвигателя, не более кВт×час	3

Стенд в комплектации для испытаний растяжек изготовить в 1 экземпляре. Поскольку серийное производство не предусмотрено, то поиск на патентную чистоту не обязателен.

Внешние очертания устройства должны отвечать требованиям технической эстетики и передавать функциональный характер изделия. Пропорции контуров устройства должны обеспечивать композиционное равновесие. Переломы элементов формы должны быть логичными и согласовываться между собой, острые углы рекомендуется скруглить. Мелкие детали оборудования не должны быть хаотично расположены и при необходимости должны быть закрыты декоративными панелями.

Уровень шума нормируется в соответствии с СН 2.2.4/2.1.8.566-96 [21].
 Предельно допустимые значения для общей вибрации 3 категории (технологическая вибрация) типа В (помещение лаборатории) не должны превышать значения, представленные в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Предельно допустимые значения вибрации

Среднегеометрические частоты полос, Гц	Предельно допустимые значения по осям X_o, Y_o, Z_o							
	виброускорения				виброскорости			
	м/с ²		дБ		м/с 10 ⁻²		дБ	
	1/3 окт	1/1 окт	1/3 окт	1/1 окт	1/3 окт	1/1 окт	1/3 окт	1/1 окт
3,15	0,0089		79		0,045		79	
Корректированные и эквивалентные корректированные значения и их уровни		0,014		83		0,028		75

Использовать устройство должны люди, прошедшие специальный инструктаж по технике безопасности и изучившие правила эксплуатации устройства.

Для безотказной и эффективной работы устройства предусмотреть плановое ТО не реже 1 раза в 6 месяцев и обеспечение ремонтом в неустановленные сроки в норме 1/10 от трудоёмкости полного ремонта.

Составные части конструкции должны легко подвергаться сборке-разборке при замене деталей или транспортировке. Транспортировка осуществляется в разобранном виде, все узлы и агрегаты, снятые с рамы должны быть упакованы в деревянные ящики, которые маркируются соответственным образом. Хранить устройство в собранном или разобранном виде в сухом помещении.

Экономические показатели проектируемого стенда ориентировочно могут быть выражены следующими значениями:

- основные инвестиционные затраты, включающие изготовление опытного образца и проведение испытаний, предполагается осуществить в течение 1 года, общая сумма предполагаемых затрат 200000 руб;

- ожидаемая себестоимость стенда на начальном этапе производства около 120 тыс. руб., при этом планируемая рентабельность 5%.

Срок окупаемости оборудования принимаем ориентировочно 2 года.

При выполнении задания предусмотреть разработку технического предложения с эскизным проектом. Обязательна проработка 2-х или более вариантов компоновки.

На экспертизу предоставить в письменном варианте ТЗ, ТП, ЭП и расчёты. Место проведения экспертизы кафедра «ПЭА» ТГУ.

На согласование предоставляется техническое предложение с эскизным проектом. Согласование с другими организациями не требуется.

2.2 Техническое предложение на разработку универсального стенда для испытаний на циклическую долговечность щитков тормозных механизмов и растяжек подвески

В соответствии с техническим заданием необходимо разработать конструкцию универсального стенда в комплектации для сертификационных испытаний на циклическую долговечность растяжек подвески.

Стенд представляет собой сварную раму из металлопроката, электродвигатель, ременную передачу, поворотные кулаки для крепления шкивов, шатун, трос, с возможностью регулировки длины, для изменения величины нагрузки, стол для крепления растяжек, датчик для фиксации циклов, частотный регулятор для изменения частоты вращения электродвигателя.

Стенд обеспечивает проведение испытаний на циклическую долговечность растяжек подвески автомобилей ВАЗ с заданными техническими условиями:

- закон нагружения – синусоидальный;
- частота нагружения – 3 Гц;
- нагрузка циклическая – от 0,5 до 1,5 кН.

Проведенный поиск аналогов показал, что имеется установка для испытания образцов на усталость (авт. св. СССР № 1245933, кл. G01N3/32, 1986), а также установка для испытания образцов на усталость (заявка № 4776138/25-28, кл. G01N3/32, 1990). Установки содержат корпус, установленные на нем торцовый и консольный захваты образца, привод вращения торцового захвата, механизм нагружения, включающий эксцентрик с приводом вращения, шаровую подвеску, связанную с консольным захватом, упругий элемент, соединяющий подвеску с эксцентриком.

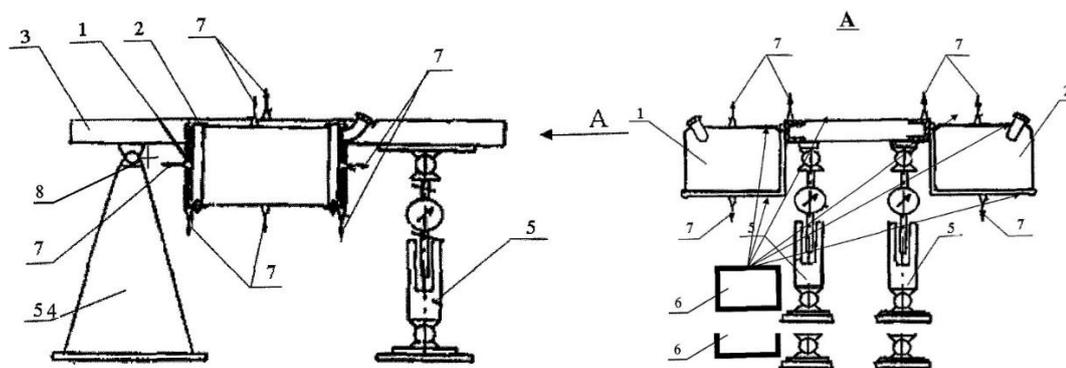
Однако испытания на них проводятся либо при неизменном, либо при ступенчатом изменении амплитуды нагружения. Испытания при циклическом изменении амплитуды нагружения на установках неосуществимы.

Известен стенд для испытания упругих элементов на усталость [18], содержащий раму с направляющей, две опоры для закрепления одного из концов соответствующих упругих элементов, размещенный в направляющей ползун с подвижными опорами для крепления вторых концов соответствующих упругих элементов, и привод перемещения ползуна, включающий кривошипный механизм, палец которого связан с ползуном, опоры установлены соосно направляющей и симметрично относительно ползуна, а стенд снабжен двумя находящимися в зацеплении зубчатыми колесами, одно из которых закреплено на оси кривошипа, а второе установлено на раме дополнительным кривошипом, закрепленным на втором колесе, и силовой пружиной, один конец которой связан с рамой, а другой - с дополнительным кривошипом, а диаметр первого зубчатого колеса в два раза больше диаметра второго зубчатого колеса (см. авт. свид. СССР №1803786, кл. G01N 3/32, 1993).

Недостаток стенда заключается в его сложности.

Известен стенд для испытаний узлов и агрегатов автотранспортных средств [15], содержащий раму 3, два гидроцилиндра 5, опору 4, топливные баки 1 и 2, измерительный комплекс 6 (ноутбук, устройство сбора данных,

зарядовые усилители в комплекте с акселерометрами, калибратор акселерометров, датчики 7 виброускорений), обеспечивающий контроль режима испытаний по уровню измеряемых датчиками виброускорений в контрольных точках на лонжеронах рамы, баках и элементах их крепления. Рама станда 3 крепится к опоре 4 посредством оси балансира 8, позволяющей раме совершать возвратно-поступательные движения под требуемым углом вокруг оси балансира. Топливные баки крепятся к раме кронштейнами симметрично относительно продольной оси рамы станда. Гидравлические цилиндры устанавливаются под лонжеронами рамы в плоскости, равноудаленной от точек расположения элементов крепления топливных баков на раме, симметрично относительно продольной оси рамы станда.



1, 2 – баки; 3 – рама; 4 – опора; 5 – гидроцилиндр; 6 - измерительный комплекс; 7 - датчики виброускорений; 8 - ось балансира

Рисунок 2.2 – Стенд для испытаний узлов и агрегатов автотранспортных средств

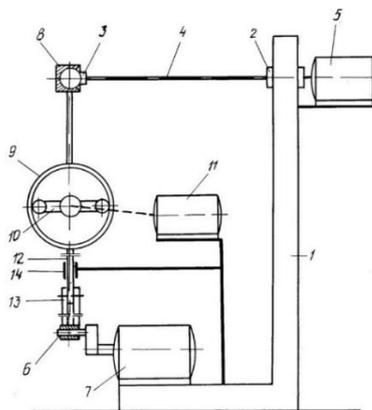
Стенд работает следующим образом.

Два гидравлических цилиндра 5 вибрирующей установки, создают колебания рамы 3 с баками 1 и 2, при которых воспроизводятся нагрузки на баках и элементах их крепления, имеющие место при эксплуатации автомобиля. Измерительный комплекс 6 обеспечивает контроль режима испытаний по уровню измеряемых датчиками 7 виброускорений в контрольных точках на лонжеронах рамы, баках и элементах их крепления. При помощи системы управления и контроля вибрирующей установки

обеспечивается поддержание и равенство виброускорений на баках 1 и 2 и элементах их крепления к раме 3. Режим испытаний поддерживается за счет настройки возбуждения каждого из двух цилиндров в реальном масштабе времени и их синхронизации.

Недостатком является сложность конструкции.

Известна установка для испытания образцов на усталость [17], содержащая корпус, установленные на нем торцевой и консольный захваты образца, привод вращения торцевого захвата, механизм нагружения, включающий эксцентрик с приводом вращения, шаровую подвеску, связанную с консольным захватом, и упругий элемент, содержащий подвеску с эксцентриком, отличающаяся тем, что, с целью обеспечения испытаний как при ступенчатом, так и при циклическом плавном изменении амплитуды нагружения, упругий элемент выполнен в виде кольца, а установка снабжена упором, установленным внутри кольца с возможностью взаимодействия с его внутренней стенкой и приводом вращения упора.



1 – корпус; 2 – торцевой захват; 3 – консольный захват; 4 – образец; 5 – привод вращения торцевого захвата; 6 - механизм нагружения; 7 - привод вращения; 8 - шаровая подвеска; 9 - упругий элемент; 10 – упор; 11 – привод; 12 – тяга; 13 – шарнир; 14 - направляющая

Рисунок 2.3 - Установка для испытания образцов на усталость

Установка работает следующим образом.

Включают привод 5 и через захват 2 вращают образец 4. Включают привод 7 и через эксцентрик 6 и упругий элемент 9 циклически нагружают консольный захват 3. Для изменения амплитуды нагрузки в циклическом

режиме включают привод 11 и вращают упор 10. Упор 10 взаимодействует последовательно с разными точками стенок кольца, отчего изменяется жесткость деформирования кольца эксцентриком и, соответственно, амплитуда нагружения образца. Для ступенчатого изменения амплитуды привод 11 включают периодически.

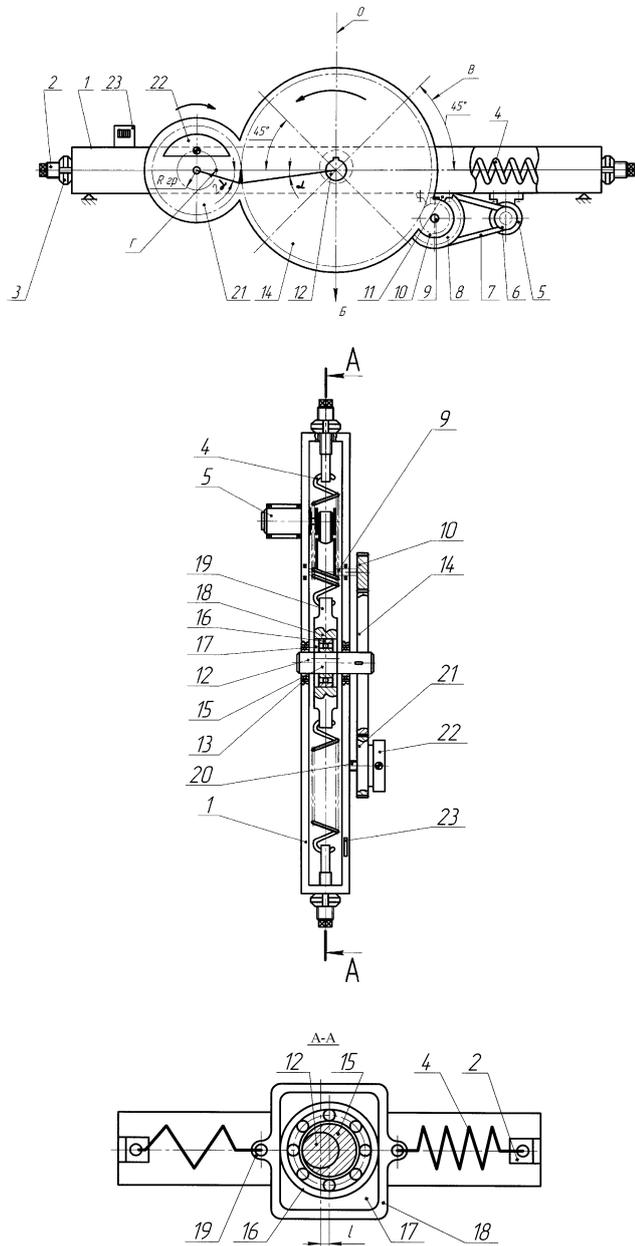
Установка позволяет проводить испытания в разных условиях: при постоянных, ступенчато или циклически изменяющихся амплитудах нагрузки.

Недостатком является энергоемкость установки.

Известен стенд для испытания упругих элементов на усталость [18], состоящий из рамы 1, на концах которой расположены неподвижные регулируемые винтовые опоры 2 с гайками 3, к которым крепится один из концов испытуемых упругих элементов 4 привода в виде электродвигателя 5 со шкивом 6, который посредством ремня 7 соединен со шкивом 8, сидящем на валу 9, который жестко соединен с шестерней 10. Вал 9 устанавливается в кронштейнах 11, расположенных на раме 1. В середине рамы 1 установлен вал кривошипного механизма 12 на подшипниках 13, на одном конце которого вне рамы 1 жестко закреплено зубчатое колесо 14, находящееся в зацеплении с шестерней 10. На палец 15 вала кривошипного механизма 12 насажен подшипник 16, который входит в прямоугольный паз 17 ползуна 18 с проушинами 19 для крепления подвижных концов соответствующих упругих элементов 4. Направляющими для ползуна 18 служат бруссы рамы 1. Прямоугольный паз 17 своим наибольшим размером ориентирован по вертикали и поэтому вертикальные «биения» пальца 15 не передаются на ползун, в то время как горизонтальный размер паза выполнен с малым (тепловым) зазором относительно наружного размера подшипника 16 и поэтому ползун 18 отслеживает горизонтальные «биения» пальца 15, передавая их упругим испытуемым элементам 4.

С внешней стороны рамы 1 на оси 20 установлено зубчатое колесо 21, находящееся в зацеплении с колесом 14. Сверху на раме 1 закреплен счетчик

циклов 23. Буквами обозначены: Б - направление действия силы тяжести; В - углы максимального крутящего момента уравнивания; Г - положение центра тяжести груза при максимальном крутящем моменте уравнивания; О - ось наибольшего эксцентриситета.



1 – рама; 2 – неподвижная опора; 3 – гайка; 4 – испытуемые упругие элементы; 5 – двигатель привода; 6 – шкив; 7 – ремень; 8 – шкив; 9 – вал; 10 – шестерня; 11 – кронштейн; 12 – вал кривошипного механизма; 13 – подшипник; 14 – зубчатое колесо; 15 – палец; 16 – подшипник; 17 – прямоугольный паз; 18 – ползун; 19 – проушины; 20 – ось; 21 – зубчатое колесо; 22 – груз; 23 – счетчик циклов

Рисунок 2.4 - Стенд для испытания упругих элементов на усталость

Стенд работает следующим образом.

В проушинах 19 закрепляются испытуемые упругие элементы 4 своими подвижными концами. Отпуская гайки 3, к неподвижным опорам 2 крепятся другие концы соответствующих упругих элементов 4. Включая двигатель 5 привода, поворачивают колесо 14 в такое положение, чтобы палец кривошипного механизма стал нейтрально, т.е. он не создаст натяга ни в одном из упругих элементов, расположенных горизонтально. Гайками 3 выбираются зазоры в сочленениях упругих элементов 4 с проушинами 19 и опорами 2, а если необходимо (по техническим требованиям к упругим элементам 4), то создаются или натяги или сжатия. Для фиксации колеса 14 в этом установочном (нейтральном) положении могут быть предусмотрены фиксаторы, а для его опознавания - риски или метки на колесе 14 или раме 1, при этом колесо 21 должно стоять так, чтобы центр тяжести груза 22 находился над осью его вращения.

При включении привода (двигателя 5) палец 15, поворачиваясь, начнет сжимать один из упругих элементов 4, а другой - растягивать, на что будет расходоваться энергия груза 22. При повороте колеса 14 на 90° один из упругих элементов 4 будет максимально сжат, а другой растянут, колесо 21 повернется на 180° , т.е. груз 22 полностью отдаст энергию, крутящий момент будет равен нулю, т.к. в этом положении плечо действия сил от упругих элементов будет равно нулю ($l \cdot \cos 90^\circ = l \cdot 0 = 0$). При дальнейшем повороте на 90° упругие элементы 4 будут возвращать накопленную энергию, т.е. крутящий момент будет отрицательным. Эта энергия будет поглощена грузом 22. Далее процесс будет повторяться на других четвертях поворота колеса 14. При этом колесо 21 будет поворачиваться на 180° , т.к. его диаметр в 2 раза меньше диаметра зубчатого колеса 14.

Недостатком является сложность конструкции.

Анализ конструктивных особенностей стендов - аналогов показал, что ни один из них не отвечает в полной мере установленным в ТЗ требованиям, что обуславливает необходимость разработки новой конструкции.

Предлагается два варианта компоновки стенда: расположение привода в нижнем ярусе (рисунок 2.5) или расположение привода вертикально на одном уровне с испытуемой деталью (рисунок 2.6).

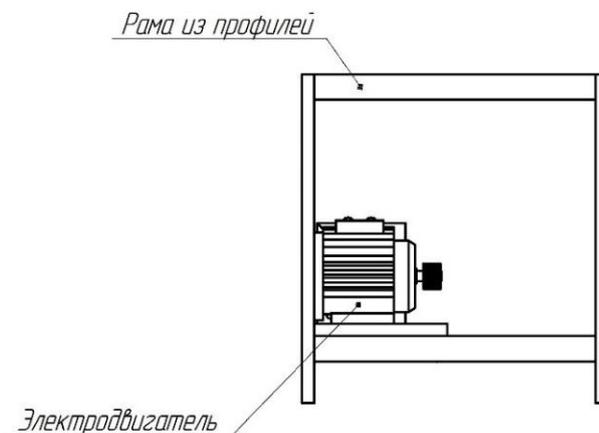


Рисунок 2.5

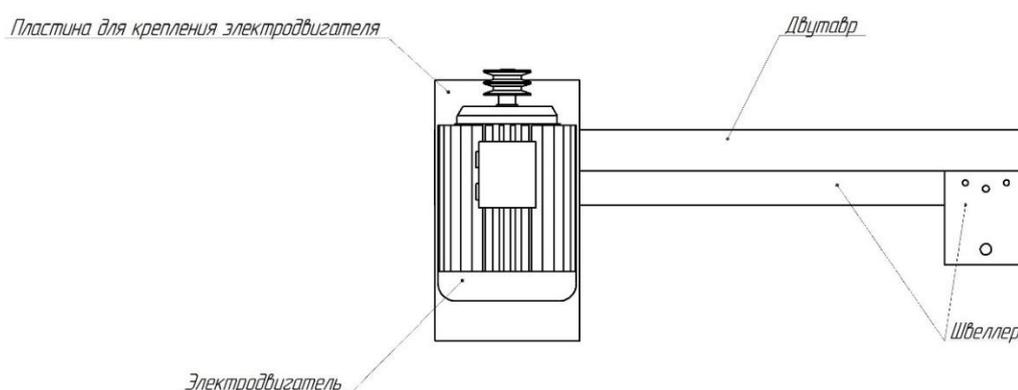


Рисунок 2.6

Преимуществом первого варианта компоновки является экономия площади, однако привод стенда усложняется, повышается металлоемкость. На основании этого, более приемлемым вариантом можно считать расположение привода вертикально, на одном уровне с испытуемой деталью.

Датчик для измерения количества циклов может быть размещен на отдельном столе, что исключает воздействие на него вибраций от работающего стенда, но в этом случае занимает большая производственная площадь, возможно повреждение кабелей. Размещение датчика для измерения количества циклов на раме стенда более компактное, а действие

вибраций может быть нейтрализовано специальными устройствами в местах подсоединения аппаратуры к раме.

Изменение величины нагрузки может осуществляться несколькими способами: изменением длины троса, изменением места крепления испытуемой детали на столе, применением эксцентрикового механизма. Первый и второй вариант предпочтительнее, т.к. как они проще в исполнении.

Предлагаются следующие варианты исполнения элементов стенда.

Рама - это базовая деталь стенда, которая должна обеспечить требуемую координацию всех элементов конструкции и надежное их крепление, позволять легко монтировать и демонтировать агрегаты стенда. С учетом выдвинутых в ТЗ требований к технологичности конструкции, рама может быть изготовлена из прямоугольного профиля (рисунок 2.7, а) или горячекатаных уголков (рисунок 2.7, б).

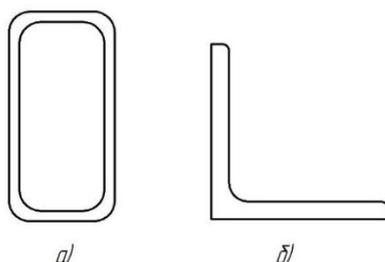


Рисунок 2.7 – Виды конструкций рамы

Достоинством первого варианта является меньший габаритный размер сечения, следовательно, меньше масса стенда.

Выбор типа привода зависит от условий работы исполнительного механизма, для которого он предназначен. Предлагается три варианта привода: гидравлический, пневматический, электрический [Ошибка! Источник ссылки не найден.].

Электрический привод предпочтительнее, т.к. как он проще в исполнении, имеет меньшую массу и габариты, возможность автоматизации и дистанционного управления.

Предлагается два варианта исполнения передаточного механизма: цепная передача (рисунок 2.8) или ременная передача (рисунок 2.9).

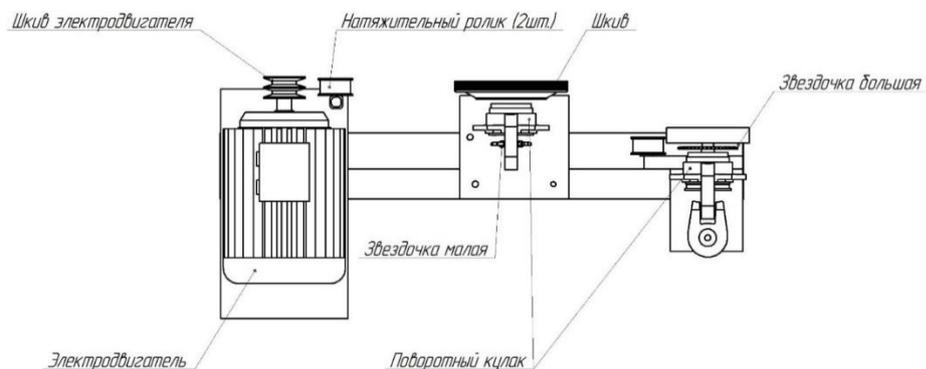


Рисунок 2.8

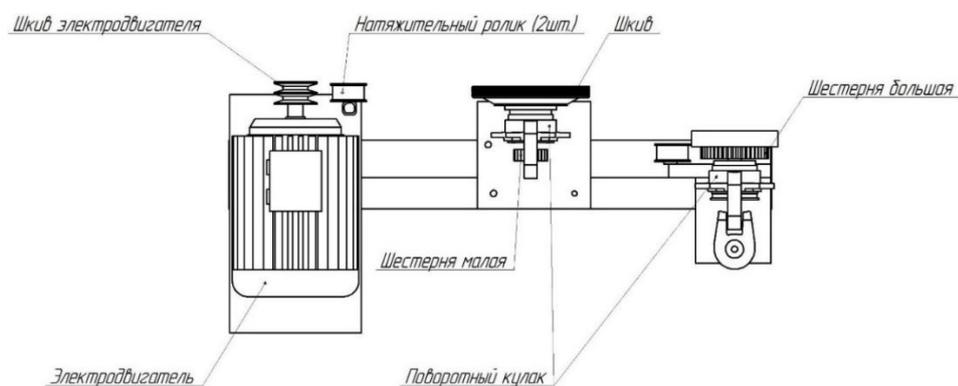


Рисунок 2.9

Принимаем в качестве передаточного механизма ременную передачу, т.к. она проще по конструкции, имеет меньшую стоимость, работает бесшумно и плавно.

В качестве ременной передачи принимаем поликлиновую ременную передачу, т.к. она сочетает достоинства плоских ремней - монолитность и гибкость, и клиновых - повышенную силу сцепления со шкивами. Передача с поликлиновыми ремнями имеет меньшие габариты, чем другие ременные передачи.

Поликлиновой ремень состоит из следующих элементов (рисунок 2.10): основы, несущего слоя и покрытия. Основа представляет собой ряд параллельных ребер V-образного сечения, расположенных вдоль ремня. Ребра обеспечивают фрикционное сцепление со шкивом и распределяют нагрузку по ширине ремня. Основа выполнена из имеющего полихлорпреновую основу эластомера, армированного поперечными волокнами.

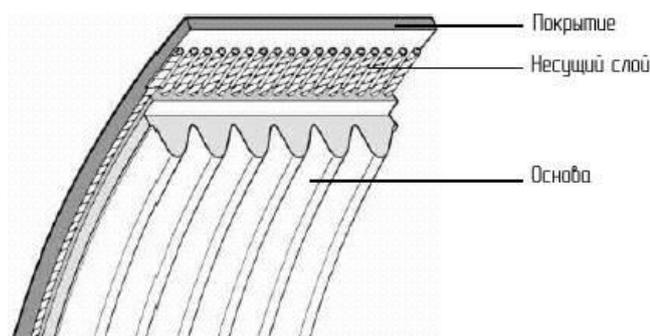


Рисунок 2.10 - Элементы поликлинового ремня

Несущий слой состоит из высокопрочных композитных нитей, распределенных по ширине ремня. Нити имеют малое линейное удлинение и прочно сцеплены с основой. Это обеспечивает стабильность длины при больших растягивающих усилиях и позволяет передавать повышенные нагрузки.

Долговечное и гибкое покрытие обеспечивает защиту несущего слоя и позволяет применять для поликлиновой передачи натяжной ролик.

В качестве датчика для контроля количества циклов принимаем тензометрический датчик (рисунок 2.11). Характеристики представлены в таблице 2.2.



Рисунок 2.11 – Тензометрический датчик

Таблица 2.2 – Технические характеристики датчика

Модель датчика	Номинальная нагрузка, кг	Материал датчика	Класс защиты	Длина кабеля, м
SBS-2	500, 1000, 2000	Нержавеющая сталь	IP67	3
1				2
Рабочий коэффициент передачи (РКП), мВ/В				2,0±0,002
Диапазон значения нуля, мВ/В				0±0,02
Суммарная ошибка, %				0,03
Повторяемость, %				0,01
Ползучесть (30 мин.), %				0,03
- Нуля				0,03
- Сигнала				0,014
Напряжение возбуждения, В				
- Рекомендуемое				10
- Максимальное				15
Сопротивление, Ом				
- Входное				400±3,5
- Выходное				350±3,5
- Изоляции				>2000
Безопасная перегрузка, % НПВ				150
Компенсируемый диапазон температур, °С				от -10 до +40
Рабочий диапазон температур, °С				от -30 до +80

Его достоинствами являются простота конструкции, безынерционность, линейная и реверсивная статическая характеристика, малая масса и небольшие габариты, невысокая стоимость.

В качестве подшипникового узла, предлагаю использовать стандартный подшипник, используемый в поворотном кулаке ВА3-2108.

Он обладает следующими конструктивными характеристиками: шариковый, радиально-упорный, двухрядный, закрытого типа (уплотнения с двух сторон). Двухрядный шарикоподшипник обладает способностью к двухсторонней фиксации.

Технические параметры и размеры подшипника передней ступицы 256907. Отечественные подшипники производятся по ГОСТ 520-2002, импортные по ISO 15:1998. По международной системе обозначений номер этого подшипника — 532066DA:

Внутренний диаметр (d): 34 мм;

Наружный диаметр (D): 64 мм;

Ширина (H): 37 мм;

Масса: 0,445 кг;

Диаметр шарика: 9,525 мм;

Количество шариков: 28 шт.;

Грузоподъемность динамическая: 31,5 кН;

Номинальная частота вращения: 6000 об/мин.

2.3 Конструкторские расчеты основных элементов разрабатываемого устройства

2.3.1 Расчет ременной передачи

Исходные данные: электродвигатель мощностью 1,5 кВт; $n = 1500 \text{ мин}^{-1}$; $u = 3,6$; работа двухсменная; желательное межосевое расстояние $a_{жс} \approx 450$ мм.

Предварительный выбор сечения ремня в зависимости от передаваемой мощности [2, 12].

По рисунку 2.12 принимаем сечение ремня РК.

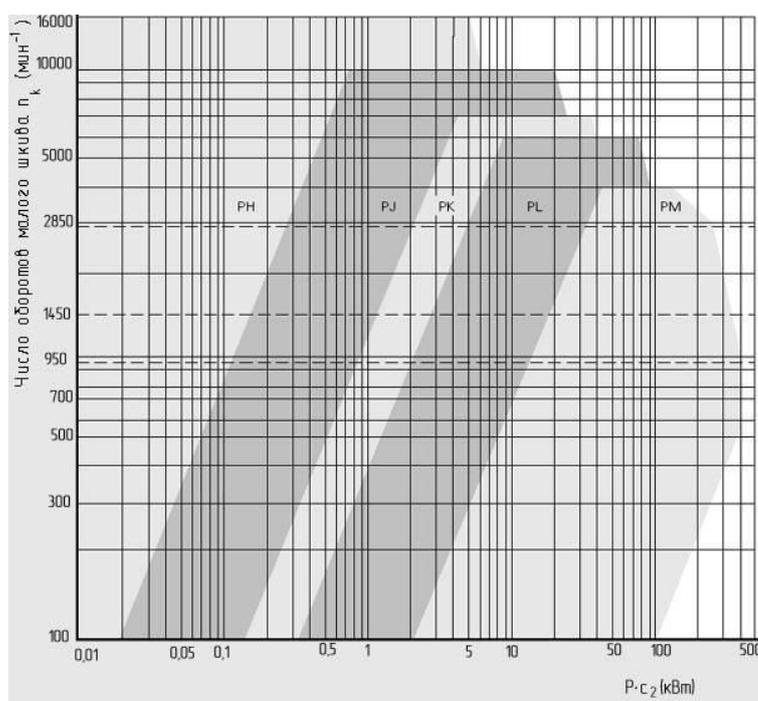


Рисунок 2.12

По таблице 2.3 определяем минимально допустимый диаметр шкива d_{b1} , мм, для выбранного сечения.

Таблица 2.3 – Геометрические размеры поликлиновых ремней

Обозначение	PH	PJ	PK	PL	PM
Шаг ребер, s , мм	1,6	2,34	3,56	4,7	9,4
Высота ремня, h , мм	2,7	4,0	5,4	9,0	14,2
Нейтральный слой, h_b , мм	0,8	1,2	1,5	3,0	4,0
Минимальный диаметр шкива, d_b , мм	13	20	45	75	180
Максимальная скорость, V_{max} , м/с	60	60	50	40	35
Диапазон длины, L , мм	1140...2404	356...2489	527...2550	991...2235	2286...16764

Принимаем $d_{b1} = 60$ мм.

Определяем диаметр второго шкива

$$d_{b2} = d_{b1} \times u \quad (2.1)$$

$$d_{b2} = 60 \times 3,6 = 216 \text{ мм.}$$

Определяем ориентировочную длину поликлинового ремня

$$L = 2 \times a + \frac{\pi}{2} \times (d_{b1} + d_{b2}) + \frac{(d_{b2} - d_{b1})^2}{4 \times a} \quad (2.2)$$

$$L = 2 \times 450 + \frac{3,141}{2} \times 60 + 216 + \frac{(216-60)^2}{4 \times 450} = 1397,05 \text{ мм}$$

Для сечения РК принимаем ближайшее стандартное значение $L=1397$ мм.

Уточняем межосевое расстояние.

$$a = \frac{1}{4} \times \left[L - \frac{d_{b1} + d_{b2}}{2} \times \pi + \sqrt{\left(L - \frac{d_{b1} + d_{b2}}{2} \times \pi \right)^2 - 2 \times (d_{b2} - d_{b1})^2} \right] \quad (2.3)$$

$$a = \frac{1}{4} \times \left[1397 - \frac{60 + 216}{2} \times 3,141 + \sqrt{\left(1397 - \frac{60 + 216}{2} \times 3,141 \right)^2 - 2 \times (216 - 60)^2} \right] = 445 \text{ мм}$$

Необходимо предусмотреть пространство x , мм для натяжения ремня в процессе эксплуатации и для надевания ремня на шкивы y , мм.

$$x = \frac{0,008 \times L}{\sin \frac{\beta}{2}}, \quad (2.4)$$

где β - угол обхвата меньшего шкива, °;

$$\beta = 2 \times \arccos \left[\frac{(d_{b2} - d_{b1})}{2 \times a} \right], \quad (2.5)$$

$$\beta = 2 \times \arccos \left[\frac{(216 - 60)}{2 \times 445} \right] = 160^\circ$$

$$x = \frac{0,008 \times 1397}{\sin \frac{160}{2}} = 11,348 \text{ мм}$$

$$y = \frac{0,005 \times L \times h_f \times \frac{\beta}{360}}{\sin \frac{\beta}{2}}, \quad (2.6)$$

где h_f – коэффициент высоты сечения.

По таблице 2.4 для сечения ремня РК принимаем $h_f = 3$

Таблица 2.4 – Коэффициент высоты h_f

Сечение ремня	PH	PJ	PK	PL	PM
Коэффициент высоты, h , мм	1,5	2,5	3	6	11

$$y = \frac{0,005 \times 1397 \times 3 \times \frac{160}{360}}{\sin \frac{160}{2}} = 9,457 \text{ мм}$$

Определяем окружную скорость V , м/с

$$V = \frac{\pi \times d_{b1} + 2 \times h_b \times n_1}{60 \times 1000} \leq [V], \quad (2.7)$$

$$V = \frac{3,141 \times 60 + 2 \times 1,5 \times 1500}{60 \times 1000} = 4,948 \text{ м/с}$$

$$V = 4,948 \text{ м/с} < [V] = 50 \text{ м/с}$$

Условие гарантирует срок службы ремня 1000÷5000 ч.

Определяем допускаемую мощность, передаваемую поликлиновым ремнем с десятью клиньями P_n , кВт

$$P_n = P_0 \times C_p \times C_\alpha \times C_l, \quad (2.8)$$

где P_0 – допустимая приведенная мощность, передаваемая одним поликлиновым ремнем с десятью клиньями, кВт;

$$P_0 = 1,8 \text{ кВт};$$

C_p - коэффициент динамичности нагрузки и длительности работы;

$C_p = 0,9$ для спокойной нагрузки, при двухсменном режиме работы;

C_α - коэффициент угла обхвата на меньшем шкиве,

$$C_\alpha = 0,92 \text{ при } \beta = 160^\circ;$$

C_l - коэффициент влияния отношения расчетной длины ремня l_p к базовой l_o ;

$$C_l = 1;$$

$$P_n = 1,8 \times 0,9 \times 0,92 \times 1 = 1,49 \text{ кВт}$$

Определяем число клиньев поликлинового ремня, шт

$$z = 10 \times \frac{P_{ном}}{P_n}, \quad (2.9)$$

где $P_{ном}$ – номинальная мощность электродвигателя, кВт,

$$z = 10 \times \frac{1,5}{1,49} = 10,06 \text{ шт.}$$

Принимаем $z = 10$.

Определяем силу предварительного натяжения F_0 , Н

$$F_0 = \frac{850 \times P_{ном} \times C_l}{V \times C_\alpha \times C_p}; \quad (2.10)$$

$$F_0 = \frac{850 \times 1,5 \times 1}{4,948 \times 0,92 \times 0,9} = 311,2 \text{ Н}$$

Определяем окружную силу, передаваемую поликлиновым ремнем F_t ,
Н

$$F_t = P_{ном} \times 10^3 / V; \quad (2.11)$$

$$F_t = 1,5 \times \frac{10^3}{4,948} = 303,152 \text{ Н}$$

Определяем ширину ремня, мм

$$b = \frac{F_t}{\delta \times [k]}, \quad (2.12)$$

где $[k]$ - допускаемая удельная окружная сила, МПа;

Для резинотканевых ремней принимаем $k = 2,25$ МПа;

δ – толщина ремня, мм

Для резинотканевых ремней принимаем $\delta = 2,5$ мм.

$$b = \frac{303,152}{2,5 \times 2,25} = 53,89 \text{ мм.}$$

Для обеспечения эластичности ремня, ширину округляем до стандартного значения $b = 63$ мм.

Определяем площадь поперечного сечения ремня A , мм²:

$$A = b \times \delta; \quad (2.13)$$

$$A = 63 \times 2,5 = 157,5 \text{ мм}^2.$$

Проверяют прочность ремня по максимальным напряжениям в сечении ведущей ветви σ_{max} , МПа

$$\sigma_{max} = \sigma_l + \sigma_u + \sigma_v \leq [\sigma]_p, \quad (2.14)$$

где σ_l – напряжения растяжения от силы F_l ;

$$\sigma_l = \frac{F_0}{A} + \frac{F_t}{2 \times A}; \quad (2.15)$$

$$\sigma_l = \frac{311,2}{157,5} + \frac{303,152}{2 \times 157,5} = 2,93 \text{ МПа}$$

σ_u – напряжение изгиба, МПа;

$$\sigma_u = E_u \times \frac{H}{d_{bl}}, \quad (2.16)$$

где E_u - модуль продольной упругости при изгибе, МПа;

Для прорезиненных ремней принимаем $E_u = 80$ МПа;

H – высота сечения ремня;

$$H = 4 \text{ мм}$$

$$\sigma_u = 80 \times \frac{4}{60} = 5,33 \text{ МПа};$$

σ_v – напряжение от центробежных сил, МПа,

$$\sigma_v = \rho \times V^2 \times 10^{-6}, \text{ МПа}, \quad (2.17)$$

где ρ - плотность материала, кг/м³;

Для поликлинового ремня принимаем $\rho = 1300 \text{ кг/м}^3$;

$$\sigma_v = 1300 \times 4,948^2 \times 10^{-6} = 0,0318 \text{ МПа.}$$

$[\sigma]_p$ - допускаемое напряжение растяжения, МПа.

Принимаем $[\sigma]_p = 9 \text{ МПа}$ для поликлинового ремня.

$$\sigma_{max} = 2,93 + 5,33 + 0,0318 = 8,291 \text{ МПа} < [\sigma]_p = 9 \text{ МПа}$$

Условие выполняется.

Определяем расчетную долговечность ремня H_0 , ч:

$$H_0 = \frac{\sigma_{-1}^6 \times 10^7 \times C_u \times C_H}{\sigma_{max}^6 \times 2 \times 3600 \times U} \quad (2.18)$$

где σ_{-1} - предел выносливости материала ремня, МПа;

Для прорезиненных поликлиновых ремней принимаем $\sigma_{-1} = 9 \text{ МПа}$;

C_u - коэффициент, учитывающий влияние передаточного числа ременной передачи

$$C_u = 1,5 \times \bar{u}^{-0,5}; \quad (2.19)$$

$$C_u = 1,5 \times \bar{3,6}^{-0,5} = 1,798$$

C_H - коэффициент нагрузки;

Принимаем $C_H = 1$ при постоянной нагрузке.

U – число пробегов ремня в секунду, с^{-1} ,

$$U = \frac{V}{L}; \quad (2.20)$$

$$U = \frac{4,948}{1,397} = 3,541 \text{ с}^{-1}$$

$$H_0 = \frac{9^6 \times 10^7 \times 1,798 \times 1}{8,291^6 \times 2 \times 3600 \times 3,541} = 1153,83 \text{ ч}$$

2.3.2 Расчет троса на прочность

$$\frac{N}{A} \leq R_{dh} \times \frac{\gamma_c \times \gamma_e}{\gamma_n}, \quad (2.21)$$

где N - нагрузка испытываемая тросом, Н;

$$N = 1500 \text{ Н};$$

A - площадь сечения троса, мм²;

$$A = \pi \times R^2; \quad (2.22)$$

$$A = 3,141 \times 1,5^2 = 22,206 \text{ мм}^2;$$

R_{dh} - расчетное сопротивление каната

$$R_{dh} = 0,63 \times R_{un}, \quad (2.23)$$

где R_{un} - наименьшее временное сопротивление проволоки разрыву по государственным стандартам или техническим условиям

Принимаем $R_{un} = 390$ МПа для проволоки из стали 08кп группы 1.

$$R_{dh} = 0,63 \times 390 = 245,7 \text{ МПа}$$

γ_c - коэффициент общих условий работы канатного элемента;

$$\gamma_c = 1;$$

γ_e - коэффициент условий работы, учитывающий влияние на прочность каната концевых анкерных креплений и промежуточных концентраторов напряжений;

$$\gamma_e = 1;$$

γ_n - коэффициент надежности по назначению, учитывающий степень ответственности и капитальности сооружения, принимаемый в соответствии с действующими нормативными документами, заданиями и специальными техническими условиями для конкретных сооружений

$$\gamma_n = 1;$$

$$\frac{1500}{22,206} \leq 245,7 \times \frac{1 \times 1}{1},$$

$$212,224 \text{ МПа} \leq 245,7 \text{ МПа.}$$

Условие выполняется.

2.3.3 Проверка подшипников на долговечность

В качестве подшипникового узла принимаем подшипник передней ступицы 256907, его технические параметры:

- грузоподъемность динамическая: 31,5 кН;

Определяем долговечность подшипника:

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^p, \quad (2.24)$$

где C – динамическая грузоподъемность, кН;

P – эквивалентная динамическая нагрузка, кН;

В стенде действует динамическая нагрузка от 0,5 до 1,5 кН, принимаем среднюю нагрузку около 1 кН;

p - индекс, в зависимости от конструкции подшипника;

Для шариковых подшипников принимаем $p = 3$.

$$L_{10} = \left(\frac{31,5}{1}\right)^3 = 31255,87 \text{ ч.}$$

2.4 Руководство по эксплуатации универсального стенда для испытаний автокомпонентов в комплектации для испытаний растяжек передней подвески

Руководство по эксплуатации универсального стенда для циклических испытаний в комплектации для испытаний растяжек передней подвески, предназначено для изучения принципа действия устройства и содержит сведения, необходимые для его правильной эксплуатации и обслуживания.

К работе на стенде допускается персонал, изучивший техническую документацию, прошедший обучение и предварительный инструктаж по технике безопасности.

К обслуживанию, проведению профилактических работ и ремонту стенда, допускается персонал, изучивший техническую документацию и имеющий квалификационную группу по технике безопасности не ниже третьей.

Ремонт стенда выполняется поставщиками.

2.4.1 Назначение стенда

Стенд предназначен для имитации циклической нагрузки, действующей на растяжку нижнего рычага передней подвески автомобиля, в процессе эксплуатации.

Стенд будет использоваться в лаборатории для проведения сертификационных испытаний. Стенд предполагает расположение внутри помещения.

2.4.2 Основные технические характеристики стенда

Основные технические характеристики сведены в таблице 2.5.

Таблица 2.5 - Технические характеристики

Характеристика	Значение характеристики
Тип стенда	стационарный
Мощность электрического двигателя, кВт	1,5
Закон нагружения	синусоидальный
Частота нагружения, Гц	3
Нагрузка циклическая, кН	от 0,5 до 1,5
Габариты устройства, мм	1392x1375x425

2.4.3 Состав изделия

Состав и комплект поставки соответствует таблице 2.6.

Таблица 2.6 - Состав изделия

Наименование	Количество
Электродвигатель	1
Рама	1
Тензометрический датчик	1
Частотный регулятор	1
Устройство для нагружения	1
Метизы	
Инструкция по монтажу	1
Паспорт	1
Руководство по эксплуатации	1

Стенд может эксплуатироваться в различных климатических условиях по ГОСТ 15150-69, группа У2 со следующими ограничениями:

- температура окружающей среды от плюс 5 °С до 30 °С;
- атмосферное давление от 75,6 до 106,7 к Па;
- относительная влажность до 100% при t=25°С;

По устойчивости к механическим воздействиям – исполнение устройств - обыкновенное по ГОСТ 12997-84.

Устройства соответствуют всем требованиям, обеспечивающим безопасность потребителя согласно ГОСТ 26104, ГОСТ 12.2.007.0.

Управление работой стенда для испытания растяжек передней подвески осуществляется при помощи частотного регулятора.

2.4.4 Устройство стенда

Стенд в комплектации для испытаний растяжек передней подвески состоит из следующих элементов конструкции, к которым относятся: 1. Привод; 2. Рама; 3. Площадка для испытаний.

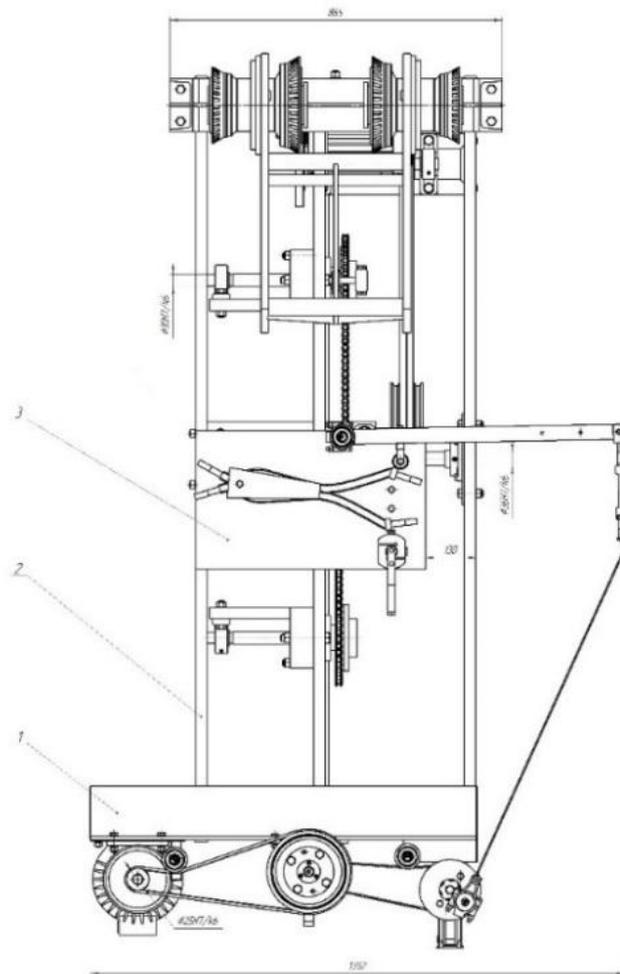
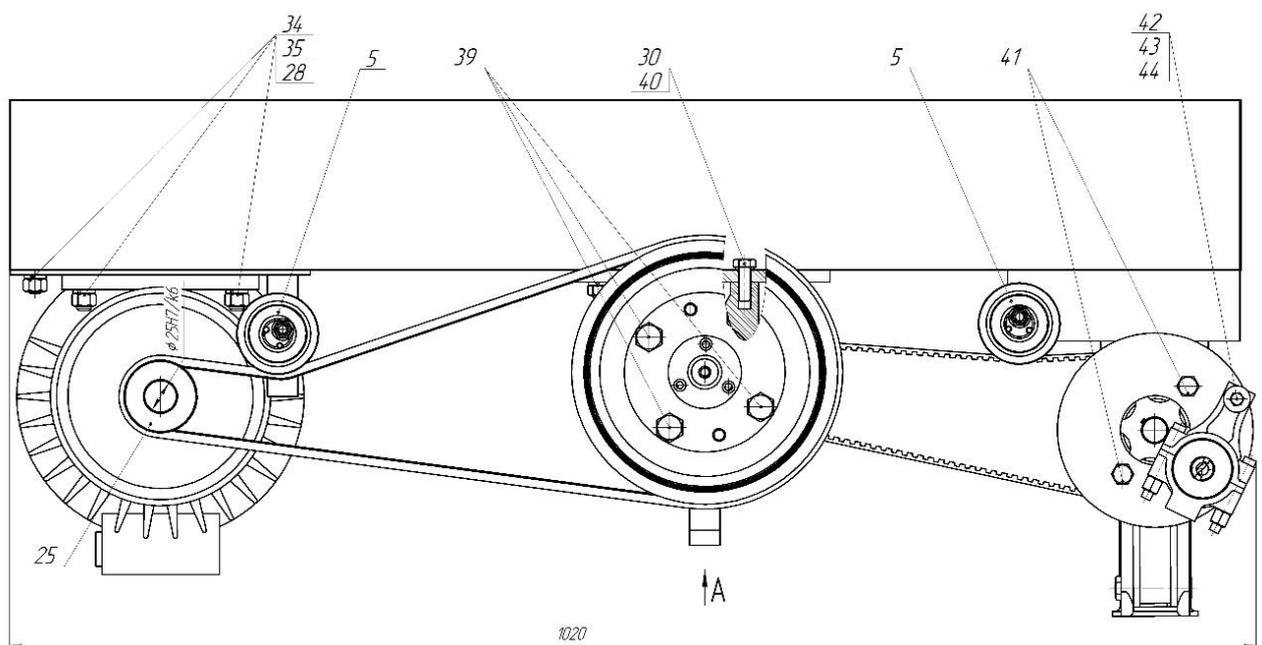
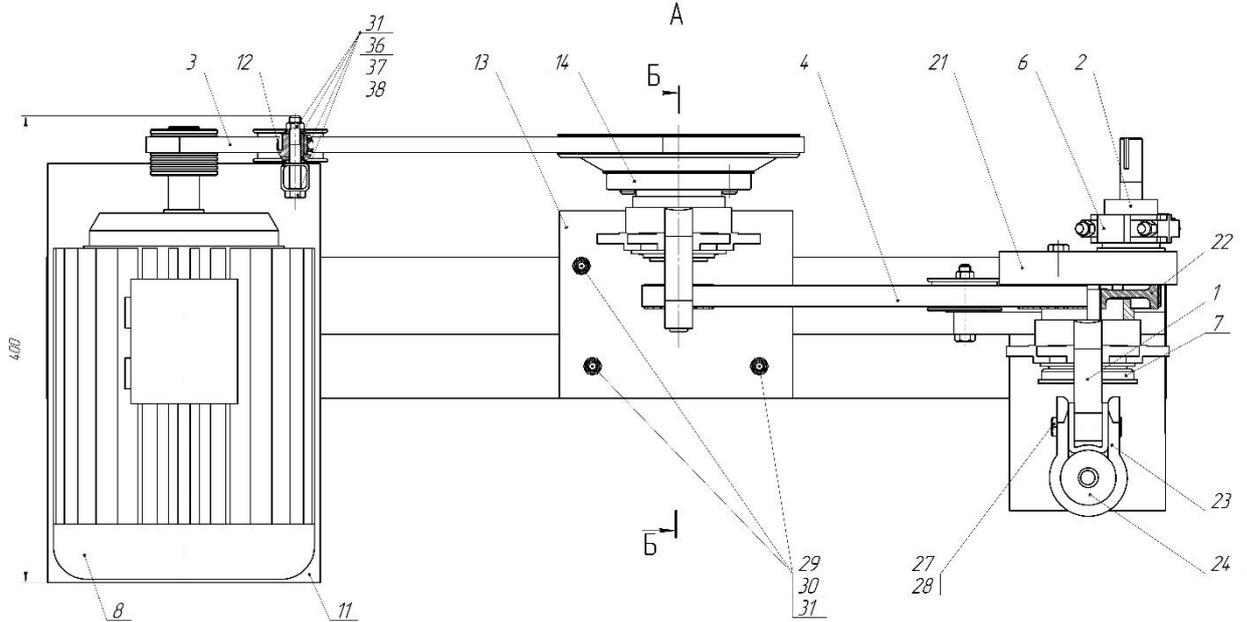


Рисунок 2.13 – Общая компоновка стенда для испытания растяжек передней подвески автомобиля

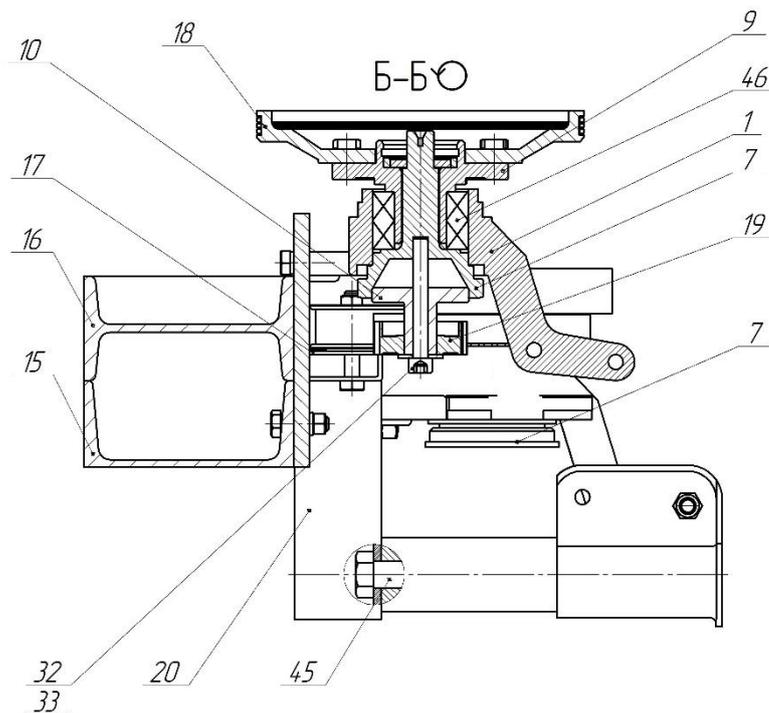
Привод стенда представлен на рисунке 2.14.



а) вид сверху



б) вид сбоку



в) разрез

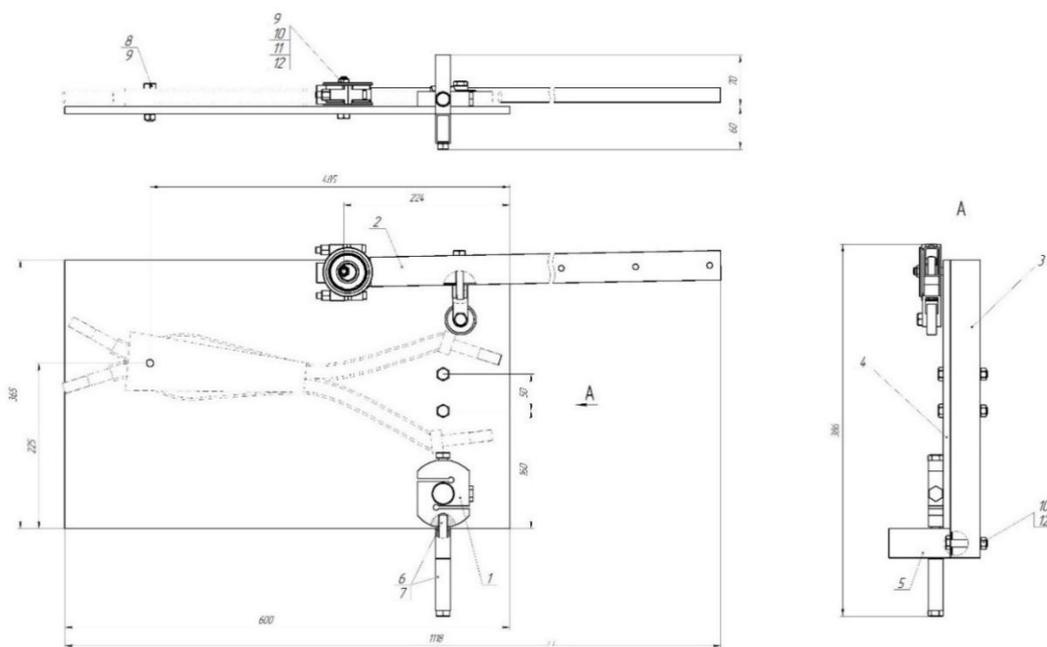
1 – кулак поворотный; 2 - ось ступицы; 3 - ремень поликлиновой; 4 - ремень зубчатый; 5 - ролик натяжной; 6 - шатун в сборе; 7 – ШРУС; 8 – электродвигатель; 9 - ступица; 10 – втулка; 11 - пластина для крепления электродвигателя; 12 - профиль прямоугольный 25x25x2; 13 - стальной лист s=10 мм; 14 – ступица; 15 - швеллер №14; 16 - двутавр №14; 17 - профиль прямоугольный 60x25x2,5; 18 – шкив; 19 – шкив малый; 20 - швеллер №14;

21 - металлический диск; 22 – шкив большой; 23 – держатель; 24 – ось; 25 – шкив; 27-45 – метизы; 46 – подшипник

Рисунок 2.14 – Конструкция стенда для испытания растяжек передней подвески:

Стенд представляет собой раму из металлопроката. На раму установлен привод, в который входит: электродвигатель 8, ременные передачи 3,4, поворотные кулаки с подшипниковыми узлами 1, шкивы, шатун 6, трос, с возможностью регулировки длины, для изменения величины нагрузки, стол для крепления растяжек, датчик для фиксации циклов.

Площадка для испытаний растяжек (рисунок 2.15) предназначена для крепления растяжек.



1 - тензометрический датчик; 2 - устройство для нагружения; 3 - профиль прямоугольный 40x20x2; 4 - стальной лист s=10 мм; 5 - профиль прямоугольный 40x20x2; 6-13 - метизы

Рисунок 2.15 – Площадка для испытаний:

Устройство работает следующим образом.

Проводятся испытания без растяжек с целью установления, требуемых ТУ (закон нагружения – синусоидальный; частота нагружения – 3 Гц; нагрузка циклическая – от 0,5 до 1,5 кН). Частотным регулятором задается

частота вращения электродвигателя, соответствующая требуемой частоте нагружения. Растяжки перед испытаниями соединяются с помощью металлических пластин и дуговой сварки и закрепляются при помощи болта на площадке для испытаний.

2.4.5 Расположение и монтаж стенда

Стенд в комплектации для испытаний растяжек передней подвески может использоваться в лабораториях для проведения сертификационных испытаний. Главное требование по расположению - это ровная горизонтальная поверхность. Место расположения под стенд определяет покупатель, исходя из имеющихся у него площадей, с учетом норм расстановки технологического оборудования. Также по возможности необходимо заземлить все сборочные единицы стенда. Заземляющий провод должен иметь сечение не менее 10 мм².

2.4.6 Подготовка стенда к работе

Работы по подготовке стенда производить в не рабочем состоянии, за исключением случаев, требующих обязательного работы устройства.

1. Удалить консервационную смазку с составных частей стенда.
2. Проверить надежность крепления на стенде сборочных единиц и деталей.
3. Проверить работу частотного регулятора.
4. Проверить наличие надежного заземления стенда.
5. Проверить работоспособность узлов стенда.

2.4.7 Маркировка стенда

На фирменной планке (закреплена на раме стенда) – товарный знак предприятия-изготовителя, наименование предприятия-изготовителя,

обозначение модели исполнения, технические условия, заводской номер, квартал и год выпуска.

2.4.8 Упаковка

Консервация и внутренняя упаковка составных частей стенда, упаковка технической и товаросопроводительной документации производится по упаковочному чертежу. Вариант внутренней упаковки - ВУ-1, вариант временной противокоррозионной защиты - ВЗ-15 по ГОСТ 9.014-78. Порядок размещения и крепления составных частей стенда в транспортной таре должен соответствовать упаковочному чертежу. Транспортная тара изготовлена по ГОСТ 24634-81. Изделия, требующие ящичной упаковки, упаковываются в ящики, изготовленные в соответствии с требованиями ГОСТ 2991-85, ГОСТ 10198-78, ГОСТ 23245-78.

2.4.9 Порядок работы на стенде в комплектации для испытаний растяжек передней подвески

1. Закрепить на площадке для испытаний растяжки передней подвески.
2. Запустить с помощью частотного регулятора электродвигатель.
3. Установить требуемую частоту вращения.
4. Каждый час производить контроль нагрузки и количества циклов.

2.4.10 Меры безопасности при работе на стенде

а) К работе на стенде допускаются лица, ознакомленные с устройством стенда и приемами безопасной работы на ней, знающие правила противопожарной безопасности, прошедшие инструктаж по общим правилам техники безопасности и инструктаж на рабочем месте.

б) Лица, допущенные к работе на стенде должны иметь индивидуальные средства защиты от шума.

в) При эксплуатации стенда **ЗАПРЕЩАЕТСЯ:**

- работать с незаземленным устройством;

- производить ремонтные и профилактические работы при не остановленном электродвигателе;
- пользоваться открытым огнем, курить, производить сварочные работы;
- производить работу на неисправном устройстве и без защитных кожухов.

2.4.11 По окончании работы и при техническом обслуживании:

- обязательно выключить двигатель;
- периодически, после работы проверять состояние болтовых соединений и состояние сварных швов.

2.4.12 Техническое обслуживание станда

Меры безопасности

1 К работе с устройством допускаются лица, ознакомленные с настоящим руководством по эксплуатации.

2 Меры безопасности при работе с устройством указаны в п 2.4.10 настоящего руководства.

2.4.13 Порядок технического обслуживания

а) Общие указания

Техническое обслуживание станда делится на ежедневное (один раз в смену) и периодическое.

Ежедневное обслуживание станда производится при его эксплуатации. Периодическое обслуживание включает в себя профилактические работы и техническое обслуживание отдельных узлов, механизмов и агрегатов станда, и выполняется с периодичностью, указанной в таблице 2.6, а также в следующих случаях:

- после монтажа узлов, механизмов и агрегатов;

- после ремонта узлов, механизмов и агрегатов;
- после выполнения регулировочных работ;
- после длительных перерывов в работе.

Ежедневное обслуживание стенда производится операторами.

К периодическому обслуживанию и проведению профилактических работ допускается персонал, изучивший техническую документацию и имеющий квалификационную группу по технике безопасности не ниже третьей.

б) Ежедневное техническое обслуживание

В процессе эксплуатации следует содержать узлы, механизмы и агрегаты стенда в чистоте.

Перед началом работы, следует проверить крепление органов управления, надежность соединения разъемов.

в) Профилактические работы

Профилактические работы проводятся при ежегодной проверке технического состояния, при этом визуально проверяется состояние лакокрасочных, крепление деталей и сборочных единиц, контровка крепежных соединений, натяжение ремня, надежность паек и контактных соединений, отсутствие сколов и трещин на деталях из изоляционного материала.

Места, подвергнутые коррозии, следует зачистить и покрыть эмалью (лаком) и смазкой (при необходимости). При визуальном осмотре рекомендуется проверить комплектность стенда и его состояние.

Запрещается при удалении жировых пятен и пыли применять органические растворители, ацетон, сильнодействующие кислоты и основания, повреждающие целостность защитных покрытий стенда.

Обслуживание элементов узлов, механизмов и агрегатов проводится в соответствии с таблицей 2.7.

Таблица 2.7 - Обслуживание стенда

Периодичность обслуживания	Содержание работ. Метод их применения	Технические требования. Материалы, необходимые для проведения работ	Приборы, инструменты
1	2	3	4
Ежедневно	Визуальная проверка всех крепежных соединений, подтяжка крепежа при необходимости		Гаечные ключи, ветошь
Один раз в 3-5 дней	Проверка и при необходимости подтягивание натяжения ремня		Гаечные ключи
Один раз в 6 месяца	Замена ремней		Гаечные ключи

г) Текущий ремонт

Перечень возможных неисправностей, возможных причин и способов их устранения приведен в таблице 2.8.

Таблица 2.8 - Возможные неисправности и способы их устранения

Неисправности	Вероятная причина	Метод устранения
1	2	3
1. Электрический двигатель не запускается, гудит	1. Отсутствие или недопустимо понижено напряжения питающей сети. 2. Обрыв одной фазы в обмотке статора, в подводящих проводах. 3. Неправильное соединение фаз. 4. Заклинивание приводимого механизма. 5. Перегрузка двигателя.	1. Устранить неисправность в питающей аппаратуре, установить номинальные значения параметров питающей среды. 2. Найти и устранить обрыв. 3. Проверить соединение фаз. 4. Устранить неисправность механизма 5. Снизить нагрузку до номинальной.
2. Двигатель вращается с сильно заниженной частотой вращения	1. Во время разгона или работы отключилась одна из фаз 2. Сильно понижено напряжение питающей сети	1. Устранить неисправность в питающей аппаратуре. 2. Устранить номинальные значения параметров питающей сети

3. Повышенная вибрация работающего двигателя	1. Несоосность валов. 2. Неотбалансированы детали привода.	1. Устранить несоосность валов. 2. Отбалансировать детали привода.
4. Остановка работающего двигателя	1. Прекращение подачи напряжения. 2. Недопустимо понижено напряжение питающей сети.	1. Устранить неисправность в питающей аппаратуре. 2. Установить номинальные значения параметров сети
5. Обрыв ремня	1. Износ ремня	1. Заменить ремень
6. Обрыв троса	1. Износ троса	1. Заменить трос

2.4.14 Хранение узлов, механизмов и агрегатов стенда

Узлы, механизмы и агрегаты до введения в эксплуатацию должны храниться в упаковке предприятия изготовителя в отапливаемых хранилищах при температуре окружающего воздуха от 5 до 40°C и при относительной влажности до 80% (при температуре 25°C) - условия хранения "Л" по ГОСТ 15150-69. В хранилищах не должно быть пыли, паров кислот и щелочей, агрессивных газов и других вредных веществ, вызывающих коррозию металлов и повреждение изоляционных материалов.

Без упаковки они должны храниться в отапливаемых хранилищах при температуре окружающего воздуха от 10°C до 35°C и при относительной влажности до 80% (при температуре 25°C).

2.4.15 Транспортирование узлов, механизмов и агрегатов стенда

Транспортирование производится в транспортной таре и должно быть в соответствии с требованиями:

- ГОСТ 23170-78 для условий транспортирования "С";
- "Техническими условиями погрузки и крепления грузов";
- "Общими специальными правилами перевозки грузов" (Тарифное руководство 4-М).
- Транспортная тара по ГОСТ 24634-81.

3 Технологический процесс испытания растяжки передней подвески легкового автомобиля

3.1 Назначение растяжки передней подвески

Растяжка нижнего рычага передней подвески (рисунок 3.1) служит для соединения рычага с поперечиной и снижения нагрузки на плечо рычага, усиливая при этом жесткость крепления элементов подвески [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**]. Растяжка закрепляется на рычаге и поперечине с помощью резиновых подушек, обеспечивающих жесткое креплением снижение ударных усилий от подвески к кузову автомобиля. Для закрепления растяжки, на ее концах находятся крепежные штыри с метрической резьбой М16х1,5. С помощью регулировочных шайб, устанавливаемых на крепежные штыри, регулируется положение рычага подвески относительно поперечины. Растяжка изготовлена из легированной стали и покрыта антикоррозионной краской, обеспечивающей сохранность металла от воздействия пыли и влаги. Растяжка нижнего рычага позволяет разгрузить остальные элементы подвески, принимая часть усилий от ударов и вибраций при движении автомобиля.



Рисунок 3.1 – Растяжка передней подвески

3.2 Технологическая карта испытания растяжки передней подвески легкового автомобиля

общая трудоёмкость - 31,1 чел.-мин (0,52 чел.-ч.)

Исполнитель – инженер-испытатель

Таблица 3.1 - Технологическая карта

Наименование операции, перехода	Количество точек воздействия	Приборы и инструмент	Трудоёмкость, мин	Технические требования
1 Подготовка растяжки к испытанию			15,0	
1.1 Изготовить соединительные пластины	2	Сверлильный станок, молоток, кернер	10	Размеры пластин согласно требованиям чертежа
1.2 Приварить пластины к растяжкам	8	Сварочный аппарат	5	-
2 Установка растяжки			3,0	
2.1 Закрепить растяжки передней подвески на стенд	2	Два ключа на 10 мм	1,5	-
2.2 Закрепить трос на устройстве для нагружения	2	Два ключа на 8 мм	1,5	-
3 Настройка стенда			7,8	
3.1 Запустить электрический двигатель	1	-	0,3	-
3.2 Установить частоту вращения для настройки нагрузки	1	Частотный регулятор	0,5	1 Гц
3.3 Нагрузить растяжку	1	-	3	min нагрузка 0,5 кН, max нагрузка 1,5 кН
3.4 Установить частоту нагружения	1	Частотный регулятор	2	3 Гц
3.5 Проверить величину нагрузки	1	Тензометрический датчик	2	min нагрузка 0,5 кН, max нагрузка 1,5 кН

Продолжение таблицы 3.1

Наименование операции, перехода	Количество точек воздействия	Приборы и инструмент	Трудоёмкость, мин	Технические требования
Примечание: При несоответствии нагрузки требованиям ТУ 4591-027- 0976755-2012, произвести регулировку				
4 Испытания			2	
4.1 Каждый час производить контроль нагрузки и количества циклов	1	Счетчик импульсов Овен СИ8, тензометрический датчик	2	min нагрузка 0,5 кН, max нагрузка 1,5 кН
5 Завершение испытаний			3,3	
5.1 При достижении 2.000.000 циклов, выключить электрический двигатель	1	-	0,3	-
Примечание: При разрушении растяжки зафиксировать количество циклов				
5.2 Снять трос с устройства для нагружения	2	Два ключа на 8 мм	1	-
5.3 Снять растяжки передней подвески со стенда	2	Два ключа на 10 мм	1,5	-

4 Безопасность и экологичность технического объекта

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика стенда для испытания растяжек передней подвески методом циклических нагружений

Таблица 4.1 - Технологический паспорт стенда для испытания растяжек передней подвески

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, устройство, приспособление	Материалы, вещества
Испытание растяжки передней подвески методом циклических нагружений	1 Подготовка растяжки к испытанию	Слесарь по ремонту автомобилей	Стенд для испытаний растяжек передней подвески методом циклических нагружений	Ветошь
	2 Установка растяжки			
	3 Настройка стенда			
	4 Испытания			
	5 Завершение испытаний			

4.2 Идентификация профессиональных рисков

Таблица 4.2 – Идентификация профессиональных рисков

Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и / или вредного производственного фактора
1 Подготовка растяжки к испытанию	Физические опасные и вредные производственные факторы: - острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности оборудования; - движущиеся машины и механизмы;	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности стенда. Сверлильный станок. Молоток, кернер Сварочный аппарат

Продолжение таблицы 4.2

Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и / или вредного производственного фактора
	подвижные части производственного оборудования; - повышенный уровень шума на рабочем месте; - повышенный уровень ультрафиолетовой радиации	
2 Установка растяжки	Физические опасные и вредные производственные факторы: - острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности стенда
3 Настройка стенда		
4 Подготовка установки к работе	Физические опасные и вредные производственные факторы: - острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности оборудования; - движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; - повышенный уровень шума на рабочем месте; - повышенная напряженность электрического поля	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности стенда. Устройство для нагружения растяжки, привод стенда. Электродвигатель, провода.
5 Испытания	Физические опасные и вредные производственные факторы: - острые кромки, заусенцы и	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности стенда Устройство для нагружения растяжки, привод стенда Электродвигатель, провода

Продолжение таблицы 4.2

Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и / или вредного производственного фактора
	и шероховатость на поверхности Нервно-психические перегрузки: – умственное перенапряжение; – перенапряжение анализаторов; монотонность труда	Контроль за проведением испытания
6 Завершение испытаний	Физические опасные и вредные производственные факторы: - острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности стенда

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Таблица 4.3 – Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов (уже реализованных и дополнительно или альтернативно предлагаемых для реализации в рамках ВКР)

Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности инструментов и оборудования	Рациональная планировка участка и расстановка оборудования, инструктаж, предупреждающие знаки, использование сертифицированного оборудования и инструмента	Спецодежда (куртка, брюки, фартуки, комбинезоны, рукавицы, перчатки, ботинки)

Продолжение таблицы 4.3

Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
Движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования	Рациональная планировка участка и расстановка оборудования, инструктаж персонала, установка предупреждающих знаков и табличек, установка ограждений	Спецодежда (куртка, брюки, фартуки, комбинезоны, рукавицы, перчатки, ботинки)
Повышенная напряженность электрического поля, возможность поражения электрическим током	Оформление допуска к работе, надзор во время работы, четкое производство отключений, инструктаж по работе с электроустановками, защитное заземление, предохранительные устройства, знаки безопасности, дистанционное управление стендами	Спецодежда (куртка, брюки, фартуки, комбинезоны, рукавицы, перчатки, ботинки)
Повышенный уровень шума на рабочем месте	Уменьшение шума в источнике шума (смазывание трущихся деталей), покупка оборудования с наименьшим уровнем шума, использования противошумных кожухов	СЗ органов слуха (наушники, противозумные шлемы, противозумные вкладыши)
Повышенный уровень ультрафиолетовой радиации	Оформление допуска к работе, проведение инструктажа по эксплуатации оборудования и охране труда	СЗ органов зрения
Умственное перенапряжение, перенапряжение анализаторов, монотонность труда	Лечебно-профилактические мероприятия: 1) внедрение оптимальных режимов труда и отдыха; 2) проведение предварительных, периодических медицинских	

Продолжение таблицы 4.3

Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
	освидетельствований работников для установления годности к выполняемой работе; 3) устройство комнат психологической разгрузки, физкультурных комнат	

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

4.4.1 Идентификация опасных факторов пожара

Таблица 4.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
Лаборатория для испытаний	Технологическое оборудование	А	Пламя и искры, повышенная температура окружающей среды,	Образующиеся в процессе пожара осколки, части разрушившихся строительных зданий, инженерных сооружений, оборудования, технологических установок, вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества;

4.4.2 Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности технического объекта

Таблица 4.5 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение
огнетушитель водный ОВ-10, 1 универсальный порошковый огнетушитель 10 л – ОП-10, 1 углекислотный огнетушитель – УО-5, ящик с песком для присыпания разлитых легковоспламеняющихся жидкостей, асбестовое одеяло 1 на 1 м	Спецавтомобили ближайшей пожарной части	Спринклерная система пожаротушения	Сигнальные извещатели (дымовой и тепловой), прибор приемно-контрольный, пожарный	Не предусмотрено по нормативам	Не предусмотрено по нормативам	Лопата совковая, багор	Не предусмотрено по нормативам

Примечания:

1. Необходимое количество первичных средств пожаротушения согласно ППБ-01-03 «Правила пожарной безопасности в Российской Федерации».

4.4.3 Организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению пожара

Таблица 4.6 – Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Наименование технологического процесса, оборудования технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Испытание растяжки передней подвески методом циклических нагрузений	Своевременное и качественное проведение профилактических работ, ремонта, модернизации и реконструкции энергетического оборудования	Проведение профилактических работ по графику, персональная ответственность
	Наличие сертификатов по пожарной безопасности на оборудование, оснастку и инструмент	Покупка только сертифицированного оборудования
	Инструктаж по пожарной безопасности	Проведение всех видов инструктажа под роспись
	Расстановка технологического оборудования не препятствует эвакуации персонала и подходу к средствам пожаротушения	Должно быть обеспечено беспрепятственное движение людей к эвакуационным путям и средствам пожаротушения
	Предписывающие и указательные знаки безопасности на дверях эвакуационных	Наличие предусмотренных знаков
	Разработка плана эвакуации при пожаре	Наличие действующего плана эвакуации на предприятии
	Своевременно обновлять средства пожаротушения	Размещение планов эвакуации на видных местах (1 раз в 5 лет)
	Изготовление и применение средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности	Наличие средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности

4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Таблица 4.7 – Идентификация экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта, технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса (производственного здания или сооружения по функциональному назначению, технологические операции, оборудование), энергетическая установка транспортное средство и т.п.	Воздействие технического объекта на атмосферу (вредные и опасные выбросы в окружающую среду)	Воздействие технического объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжения)	Воздействие технического объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра) (образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительного покрова и т.д.)
Испытание растяжки передней подвески методом циклических нагружений	Производственный персонал, установка	Не выявлено	Не выявлено	Отработанные изношенная спецодежда, отходы от упаковки запчастей (промасленная бумага)

Таблица 4.8 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду

Наименование технического объекта	Испытание растяжек передней подвески методом циклических нагружений
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Использование фильтрующих элементов в имеющихся на участке вытяжных шкафах(зонтах). Контроль за состоянием воздуха в рабочей зоне.
Мероприятия по снижению негативного антропогенного	Утилизация и захоронение выбросов, сбросов, отходов, стоков и осадков сточных вод с соблюдением мер по предотвращению загрязнения почв. Персональная ответственность за охрану окружающей среды.

Продолжение таблицы 4.8

воздействия на гидросферу		
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	на	Сбор и складирование отходов осуществляется в специальные закрытые контейнеры, бочки и т.д., установленные в специально отведенных местах. Использованная одежда применяется как вторичное сырье при производстве ветоши. Вывоз отходов производится силами специализированных организаций, с которыми заключается договор на вывоз, утилизацию и захоронение. Персональная ответственность за охрану окружающей среды.

Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта».

В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта» приведена характеристика технологического процесса испытания растяжек передней подвески методом циклических нагружений, перечислены технологические операции, должности работников, производственно-техническое и инженерно-техническое оборудование (таблица 4.1).

Проведена идентификация профессиональных рисков по осуществляемому технологическому процессу, выполняемым технологическим операциям, видам производимых работ (таблица 4.2). В качестве опасных и вредных производственных факторов идентифицированы следующие: движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования, повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень ультрафиолетовой радиации, повышенная напряженность электрического поля, возможность поражения электрическим током, умственное перенапряжение, перенапряжение анализаторов, монотонность труда.

Разработан комплекс организационно-технических мероприятий для снижения профессиональных рисков. Подобраны средства индивидуальной и коллективной защиты для работников (таблица 4.3).

Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности производственного подразделения. Проведена идентификация класса пожара

и опасных факторов пожара и разработка средств, методов и мер обеспечения пожарной безопасности (таблица 4.4). Разработаны средства, методы и меры обеспечения пожарной безопасности (таблица 4.5). Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности в отделении (таблица 4.6).

Проведена идентификация экологических факторов (таблица 4.7) и разработаны мероприятия по обеспечению экологической безопасности на техническом объекте (таблица 4.8).

5 Экономическая эффективность проекта

5.1 Расчет себестоимости изготовления проектируемой конструкции

5.1.1 Расчет затрат по статье “Сырье и материалы” производится по формуле [Ошибка! Источник ссылки не найден.]:

$$M = C_m \times Q_m \times (1 + K_{мз} / 100) \quad (5.1)$$

Таблица 5.1 – Себестоимость изготовления проектируемой конструкции

Наименование материала	Ед. изм.	Норма расхода	Ср. цена за единицу	Сумма, руб.
Прямоугольная труба	кг	50	4900	50
Швеллер №8	п/м	326	635,7	326
Швеллер №14	п/м	580	904,8	580
Двутавр №14	п/м	520	660,4	520
Лист горячекатанный	кг	43	980,4	43
Круг	кг	40	80	40
Грунтовка	кг	60	150	60
Краска	кг	80	240	80
Прочее				1000
			ИТОГО	9551,3
			Транспортно-заготовительные расходы	286,54
			Возвратные отходы	200
			ВСЕГО	9707,84

5.1.2 Расчет затрат “Покупные изделия и полуфабрикаты” производится по формуле:

$$P_{и} = C_{i} \times n_{i} (1 + K_{мз} / 100) \quad (5.2)$$

Таблица 5.2 – Затраты на покупные изделия

Наименование полуфабрикатов	Количество	Цена за 1 шт., руб.	Сумма, руб.
Ремень ГРМ	2	200	400
Кулак поворотный с подшипником	2	1500	3000
Ролик натяжной	2	200	400
Электродвигатель АИР90 L4	1	5000	5000
Болт М16х65	4	20	80
Болт М6х20	1	2	2

Продолжение таблицы 5.2

Наименование полуфабрикатов	Количество	Цена за 1 шт., руб.	Сумма, руб.
Болт М10х32	3	6	18
Болт М6х45	2	2,5	5
Болт М16х50	4	20	80
Болт М14х80	4	23	92
Болт М10х65	1	9	9
Болт М10х30	4	5	20
Болт М14х28	4	10	40
Гайка М16-6Н	8	7	56
Гайка М10-6Н	8	4	32
Гайка М14-6Н	8	5	40
Шайба	1	10	10
Шайба 10	7	2	14
Шкив	1	800	800
Прочее			700
ИТОГО			10948
Транспортно-заготовительные расходы			328,44
ВСЕГО			11276,44

5.1.3 Расчет статьи «Зарплата основная» производится по формуле:

$$Zc = Cp \times T \times (1 + Kнд / 100) \quad (5.3)$$

Таблица 5.3 – Статья «Зарплата основная»

Виды операций	Разряд работы	Труд-ть, ч/час	Часовая тарифная ставка	Тарифная зарплата
1 Заготовительная	3	2	42,17	84,34
2 Сварочная	5	4	50,51	202,04
3 Токарная	5	3	50,51	151,53
4 Фрезерная	4	3	50,51	151,53
5 Сверлильная	4	4	45,04	180,16
6 Слесарная	4	4	45,04	180,16
7 Сборочная	5	20	50,51	1010,2
8 Окрасочная	3	1	45,04	45,04
9 Испытательная	4	1	45,04	45,04
ИТОГО				1761,8
Премииальные доплаты				352,36
Основная заработная плата				2114,16

5.1.4 Расчет статьи затраты “Зарплата дополнительная” производится по формуле:

$$З\delta = Зo \times K\delta / 100 \quad (5.4)$$

$$З\delta = 2114,16 \times (1,1-1) = 211,41 \text{ руб.}$$

5.1.5 Расчет статьи “Отчисления в ЕСН” производятся по формуле:

$$Oс = (Зo + З\delta) \times Kс \quad (5.5)$$

$$Oс = (2114,16+211,41) \times 0,26 = 604,65 \text{ руб.}$$

5.1.6 Расчет статьи “Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования” производятся по формуле:

$$Pс.об = Зo \times Kоб / 100 \quad (5.6)$$

$$Pс.об = 2114,16 \times 1,04 = 2198,73 \text{ руб.}$$

5.1.7 Расчет статьи “Общепроизводственные расходы” производятся по формуле:

$$Pонр = Зo \times Kонр / 100 \quad (5.7)$$

$$Pонр = 2114,16 \times 1,5 = 3171,24 \text{ руб.}$$

5.1.8 Цеховая себестоимость рассчитывается по формуле:

$$Cц = M + Пу + Зo + З\delta + Oс + Pс.об + Pонр \quad (5.8)$$

$$Cц = 9707,84+11276,44+2114,16+211,41+604,65+2198,73+3171,24 = 29824,47 \text{ руб.}$$

5.1.9 Расчет статьи “Общехозяйственные расходы” производятся по формуле:

$$P_{охр} = Z_o \times K_{охр} / 100 \quad (5.9)$$

$$P_{охр} = 2114,16 \times 1,6 = 3382,66 \text{ руб.}$$

$$C_{пр} = C_{ц} + P_{охр} \quad (5.10)$$

$$C_{пр} = 29824,47 + 3382,66 = 32667,13 \text{ руб.}$$

5.1.10 Расчет статьи “Внепроизводственные расходы” производится по формуле:

$$P_{вн} = C_{пр} \times K_{внепр} / 100 \quad (5.11)$$

$$P_{вн} = 32667,13 \times 0,05 = 1633,36 \text{ руб.}$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В связи с необходимостью проведения испытаний агрегатов на разных режимах (растяжки испытываются методом нагружения с частотой 3 Гц, а тормозные механизмы нагружаются с частотой 16 циклов в минуту), принято решение использовать два привода имеющих отдельную настройку по частоте вращения вала электродвигателя.

В соответствии с техническими требованиями ТУ 4591-027-20976755-2012, растяжки должны испытываться в паре методом циклического нагружения. Величина нагрузки регулируется ходом кривошипа и изменением длины тяги и контролируется тензометрическим датчиком.

Отличительной особенностью изготовленного стенда является возможность регулирования нагрузки в широком диапазоне (от 20 до 90 бар) независимо от угла поворота тормозного барабана, что позволяет достаточно просто изменять режимы в соответствии с требованиями заказчика. При этом поворот барабана осуществляется электромеханическим способом, а не при помощи пневматического привода, как рекомендовано в инструкции. Это существенно снижает уровень шума при эксплуатации стенда и создаёт возможность (при необходимости) быстро изменять угол поворота барабана. Кроме того, данная конструкция позволяет автоматизировать процесс контроля и регулировки давления в тормозной системе за счёт использования гидравлического насоса с электродвигателем, частота вращения которого изменяется частотным регулятором при помощи контроллера.

В результате проделанной работы, были решены поставленные задачи:

1. Рассмотрены различные виды испытаний на усталость.
2. Проведен анализ существующих патентов в области испытательной техники.
3. Научился основам выбора и сравнения технологического оборудования.
4. Овладел методами инженерных решений и расчётов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Автомобили ВАЗ-2108, ВАЗ-21081, ВАЗ-21083, ВАЗ-2109, ВАЗ-21091, ВАЗ-21093, ВАЗ-21099** : руководство по ремонту : эксплуатация и техническое обслуживание [Текст] / А. П. Игнатов [и др.]. - Москва : Третий Рим, 1998. - 168 с. : ил. - Прил.: с. 163-167. - ISBN 5-88924-045-5.

2 **Анурьев, В. И.** Справочник конструктора-машиностроителя. В 3 т. Т. 1 [Текст] / В. И. Анурьев ; под ред. И. Н. Жестковой. - 8-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2001. - 920 с. : ил. - Библиогр. в конце гл. - Перечень ГОСТов: с. 909-912. - Предм. указ.: с. 913-920. - ISBN 5-217-02963-3.

3 **Воячек, А. И.** Основы проектирования и конструирования машин : учебное пособие [Текст] / А. И. Воячек, В. В. Сенькин ; Федеральное агентство по образованию, Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования "Пензенский гос. ун-т". - Пенза : Изд-во Пензенского гос. ун-та, 2008. - 223, [2] с. : ил.; 20 см.

4 **Выпускная квалификационная работа бакалавра** : учебно-методическое пособие для студентов направления подготовки 190600.62 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» (Автомобили и автомобильное хозяйство) [Текст] / В.Е. Епишкин, И.В. Турбин. - Тольятти : ТГУ, 2013. – 113 с.

5 **Горина Л.Н.** Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие [Текст] / Л.Л. Горина - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. –33 с.

6 Расчёты и испытания на прочность в машиностроении. Методы механических испытаний металлов. Методы испытаний на усталость = Strength analysis and testing in machine building. Methods of metals mechanical testing. Methods of fatigue testing [Текст] : государственный стандарт Союзв ССР ГОСТ 25.502-79 : взамен ГОСТ 23026-78, ГОСТ 2860-65 в части пп. 6.1

и 6.2 : введён с 01.01.81 до 01.07.91 / Государственный комитет СССР по стандартам. - Москва : Изд-во стандартов, 1986 г. - 34 с.

7 **Детали машин** : В 2 ч. [Текст] / [Б. А. Байков и др.] ; Под общ. ред. Д. Н. Решетова. - 5-е изд., перераб. и доп. - М. : Машиностроение, 1992-. - 22*29 см. Ч. 1. - М. : Машиностроение, 1992. - 351,[1] с. : ил. ISBN 5-217-01507-1.

8 **Правила оформления выпускных квалификационных работ по программам подготовки бакалавра и специалиста** : учебно-методическое пособие [Текст] /А.Г. Егоров, В.Г. Виткалов, Г.Н. Уполовникова, И.А. Живоглядова. - Тольятти, 2012, - 135 с.

9 **Клевлеев, В. М.** Метрология, стандартизация и сертификация : Учеб. для студентов учреждений сред. проф. образования [Текст] / В.М. Клевлеев, И.А. Кузнецова, Ю.П. Попов. - М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2003 (Тул. тип.). - 255 с. : ил.; 22 см. - (Профессиональное образование). ISBN 5-8199-0061-8.

10 **Дунаев, П. Ф.** Конструирование узлов и деталей машин : учеб. пособие для вузов [Текст] / П. Ф. Дунаев, О. П. Леликов. - 8-е изд., перераб. и доп. ; гриф МО. - Москва : Академия, 2003. - 496 с. : ил. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 494. - ISBN 5-7695-1041-2.

11 **Крылова, Г. Д.** Основы стандартизации, сертификации, метрологии : учеб. для вузов [Текст] / Г. Д. Крылова. - 3-е изд., перераб. и доп. ; Гриф МО. - Москва : ЮНИТИ-ДАНА, 2006. - 671 с. : ил. - Библиогр.: с. 609-613. - Основ. термины и понятия: с. 614-621. - Прил.: с. 623-671 . - ISBN 5-238-00524-5.

12 **Куклин, Н. Г.** Детали машин : учеб. для техникумов [Текст] / Н. Г. Куклин, Г. С. Куклина, В. К. Житков. - 5-е изд., перераб. и доп. ; Гриф МО. - Москва : Илекса, 1999. - 391 с. : ил. - Библиогр.: с. 383. - ISBN 5-89382-037-2.

13 **Малкин, В. С.** Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования : учеб. пособие по курсовому проектированию для студентов специальности "Автомобили и

автомобильное хозяйство" [Текст] / В. С. Малкин, Н. И. Живоглядов, Е. Е. Андреева. - Гриф УМО; ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2005. - 108 с. : ил. - Библиогр.: с. 67-68. - Прил.: с. 69-107.

14 Машиностроение : энциклопедия. В 40 т. Разд. 4. Расчет и конструирование машин. Т. IV-3. Надежность машин [Текст] / ред. совет: К. В. Фролов (пред.) [и др.] ; ред.-сост. В. В. Ключев, А. П. Гусенков ; отв. ред. тома К. С. Колесников. - Москва : Машиностроение, 2001. - 592 с.

15 Машины и стенды для испытания деталей [Текст] / В. Л. Гадолин [и др.] ; под ред. Д. Н. Решетова. - Москва : Машиностроение, 1979. - 343 с. : ил. - Библиогр. в конце разд.

16 Пат. 107355 Российская Федерация, МПК G 01 M 17/00. Стенд для испытания узлов и агрегатов автотранспортных средств [Текст] / Бижов Сергей Михайлович (RU), Греков Сергей Христофорович (RU), Филипенко Константин Борисович (RU) ; заявитель и патентообладатель Открытое акционерное общество "Автомобильный завод "УРАЛ" (RU) – № 2011109280/11 ; заявл. 11.03.2011 ; опубл. 10.08.2011.

17 Пат. 2049325 Российская Федерация, МПК G 01 N 3/32. Установка для испытания образцов на усталость [Текст] / Лодус Евгений Васильевич; заявитель и патентообладатель Лодус Евгений Васильевич - № 5002250/28 ; заявл. 28.11.1991 ; опубл. 27.11.1995.

18 Пат. 2336516 Российская Федерация, МПК G 01 M 17/04. Стенд для испытания упругих элементов на усталость [Текст] / Лелюх Борис Федорович (RU), Валентов Александр Викторович (RU); заявитель и патентообладатель Томский политехнический университет - государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования (RU) - № 2007116667/11, заявл. 02.05.2007 ; опубл. 20.10.2008.

19 Патентные исследования объекта дипломного проекта : учеб.-метод. пособие [Текст] / [авт.-сост. Н. З. Мазур, Е. М. Чертаков]. - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2005. - 89 с.

20 **Напольский, Г. М.** Технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания : учеб. для вузов по специальности "Автомобили и автомоб. хоз-во" [Текст] / Г. М. Напольский. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Транспорт, 1993. - 271 с. : ил. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 268-269.

21 **Приводы машин** : справочник [Текст] / В. В. Длоугий [и др.] ; под общ. ред. В. В. Длоугого. - 2-е изд., перераб. и доп. - Ленинград : Машиностроение, 1982. - 383 с. : ил. - Библиогр.: с. 378-379. - Предм. указ.: с. 380-383.

22 **Биргер, И. А.** Расчет на прочность деталей машин : справочник [Текст] / И. А. Биргер, Б. Ф. Шорр, Г. Б. Иосилевич. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 1993. - 639 с. : ил. - Библиогр.: с. 625-629. - Предм. указ.: с. 630-639.

23 **Суворов, Г. А.** Гигиеническое нормирование производственных шумов и вибраций [Текст] / Г. А. Суворов, Л. Н. Шкаринов, Э. И. Денисов. - М. : Медицина, 1984. - 240 с.

24 **Петин, Ю. П.** Техническая эксплуатация автомобилей : учеб.-метод. пособие по курсовому проектированию [Текст] / Ю. П. Петин, Е. Е. Андреева ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Проектирование и эксплуатация автомобилей". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2013. - 116 с. : ил. - Библиогр.: с. 78-79. - Прил.: с. 80-116. - 65-50.

25 **Чумаков, Л.Л.** Раздел выпускной квалификационной работы «Экономическая эффективность проекта». Уч.-методическое пособие [Текст] / Л. Л. Чумаков. - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. – 37 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А
СПЕЦИФИКАЦИИ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Перв. примен.				<u>Документация</u>			
	A1		16.БР.ПЗА.098.61.03.000.СБ	Сборочный чертеж	1		
Справ. №				<u>Сборочные единицы</u>			
		1	16.БР.ПЗА.098.61.13.000	Тензометрический датчик	1		
		2	16.БР.ПЗА.098.61.14.000	Устройство для нагружения	1		
Подп. и дата				<u>Детали</u>			
		3	16.БР.ПЗА.098.61.03.003	Профиль прямоугольный 40x20x2	1		
		4	16.БР.ПЗА.098.61.03.004	Стальной лист s=10 мм	1		
		5	16.БР.ПЗА.098.61.03.005	Профиль прямоугольный 40x20x2	1		
				<u>Стандартные изделия</u>			
Взам. инв. №		6		Болт 2М12x130 (S18) ГОСТ 15589-70	1		
		7		Втулка	1		
		8		Болт М10x45 (S16) ГОСТ 15589-70	1		
		9		Гайка М10-6Н ГОСТ 15521-70	5		
Подп. и дата		10		Шайба А 10.37 ГОСТ 10450-78	1		
		11		Шайба ГОСТ 28848-90-10-100 HV	2		
			16.БР.ПЗА.098.03.000				
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ док.м.	Подп.	Дата		
	Разраб.	Карманов А.Н.				Лит.	
	Пров.	Епишкин В.Е.				Лист	
	Н.контр.	Егоров А.Г.				Листов	
Утв.	Бодровский А.В.					1	
				Площадка для испытания растяжек		2	
				ТГУ, ИМ, гр. ЭТКдэ-1132			
				Копировал		Формат А4	

