

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

(наименование кафедры)

23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

профиль «Автомобили и автомобильное хозяйство»

(направленность (профиль)/специализация)

## БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Разработка конструкции стенда для проверки амортизаторов  
транспортных средств

Студент

Д.О. Тренин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

В.Г. Доронкин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

А.Н. Москалюк

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Л.Л. Чумаков

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

А.Г. Егоров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

**Допустить к защите**

Заместитель ректора-директор  
института машиностроения

к.т.н., доцент А.В. Бобровский

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

(личная подпись)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ г.

Тольятти 2017

## АННОТАЦИЯ

Использование в выпускной квалификационной работе темы «Разработка конструкции стенда для проверки амортизаторов транспортных средств» связано прежде с необходимостью модернизации конструкции для удешевления её изготовления за счет сокращения количества деталей, узлов, элементов стенда, повышение его технологичности, упрощение конструкции отдельных узлов, применения более выгодных экономических конструкций деталей и узлов автомобильных компонентов.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка конструкции стенда для проверки амортизаторов основываясь на анализе конструкции уже разработанных устройств.

Задачами выпускной квалификационной работы являются:

1. проведение глубокого анализа существующих аналогов различных видов стенда для проверки амортизаторов;
2. овладение методами конструкторских решений;
3. овладение практическими навыками 3D моделирования в графической среде КОМПАС 3D.

По ходу выполнения работы должна быть предоставлен стенд для проверки амортизаторов. В работе необходимо провести конструктивно-технологический анализ представленных на отечественном и зарубежном рынках устройств, провести сравнительную оценку основных параметров представленных устройств, определить наиболее подходящее устройство для проведения более подробного анализа.

На основе анализа более прогрессивного аналога необходимо разработать конструкцию стенда, подготовить сборочные чертежи конструкции, провести расчеты деталей, узлов её конструкции, составить технологическую карту операции проверки технического состояния амортизатора.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 Состояние вопроса .....	7
1.1 Стенд МАНА MSD 3000 .....	7
1.2 Стенд BEISSBARTH SA 640 .....	9
1.3 Стенд FWT 2010E PC SET CARTEC .....	10
2 Разработка конструкции стенда для проверки амортизаторов транспортных средств.....	11
2.1 Техническое задание на разработку конструкции стенда для проверки амортизаторов транспортных средств .....	11
2.2 Техническое предложение на разработку конструкции для проверки амортизаторов транспортных средств .....	16
2.3 Расчет конструкции .....	26
3 Технологический процесс диагностики амортизаторов.....	33
3.1 Параметры диагностирования состояния амортизатора .....	33
3.2 Наиболее характерные неисправности.....	34
3.3 Технологический процесс диагностирования амортизатора, снятого с автомобиля.....	35
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	39
4.1 Технологический паспорт.....	40
4.2 Оценка профессиональных рисков .....	41
4.3 Разработка перечня мероприятий и применение технических средств для обеспечения ПБ.....	42
4.4 Организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению чрезвычайных происшествий (пожар).....	46
4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта .....	47
4.6 Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду .....	47

5 Экономическая эффективность разработанной конструкции .....	49
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	53
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	54
ПРИЛОЖЕНИЕ А Спецификация.....	57

## ВВЕДЕНИЕ

Подвески современных автомобилей являются сложными конструкциями, сочетающими механические, гидравлические, пневматические и электрические элементы, могут иметь электронные системы управления, что позволяет получить высокие параметры комфортабельности, управляемости и безопасности.

Основным критерием безопасности подвески можно считать обеспечение хороших сцепных качеств шин с дорогой. Подвеска автомобиля, или система поддресоривания – совокупность деталей, узлов и механизмов, являющихся соединительным звеном между кузовом автомобиля и дорожным покрытием.

Снижению уровня колебаний кузова и колес автомобилей (улучшению плавности хода и устойчивости движения) непрерывно уделяется большое внимание. При проектировании автомобилей сначала моделируется процесс их движения в различных дорожных условиях, с различными скоростями и нагрузками, затем результаты расчетов проверяются испытаниями автомобилей на соответствующих стендах, в дорожных условиях. Для математического моделирования необходимы параметры упругих и гасящих устройств подвески, к которым относятся и характеристики амортизаторов [1].

Амортизатор современного автомобиля – это гидравлический механизм, помещенный, так же, как и пружина, между поддресоренной и неподдресоренной массой автомобиля. Предназначение амортизатора – преобразовывать кинетическую энергию движения подвески, полученную от неровностей дороги, в потенциальную энергию. Иными словами, амортизатор преобразует вертикальные колебания кузова автомобиля в тепло, которое, в дальнейшем, отдает в окружающую среду. При проектировании подвески, стараются подобрать такое место для установки

амортизатора, чтобы обеспечить хороший отвод тепла посредством набегающего воздуха при движении автомобиля.

В процессе эксплуатации детали подвески автомобиля изнашиваются. В первую очередь теряют свои рабочие характеристики амортизаторы. По рекомендации автомобильного совета США проверять работоспособность амортизаторов через 40 тысяч миль (приблизительно 64400 км), и дальше через каждые 10 тысяч миль (16000 км) при нормальном режиме эксплуатации. Такое внимание к амортизаторам не случайно. Их износ происходит незаметно для водителя и проявляется обычно в критических ситуациях. Сцепление колес с дорогой уменьшается, и водитель не может в должной мере реализовать возможности автомобиля. В поворотах автомобиль может не сохранять заданное направление движения, и кроме того, удлиняется тормозной путь.

К оборудованию для испытания амортизаторов предъявляются следующие требования:

- стенд должен производить быстрые, серийные и воспроизводимые испытания;

- при проведении испытаний поршень амортизатора должен достигать скоростей, которые являются обычными при реальных условиях эксплуатации автомобиля;

- обеспечивать измеряемые величины, которые могут быть сравнены по функциональности с таковыми для амортизатора нового автомобиля, установленного согласно инструкциям изготовителей, и позволять оценку состояния амортизатора базирующуюся на стандартных условиях;

- обеспечивать измеряемые величины, на которые не влияют различные типы шин.

В выпускной квалификационной работе будет рассмотрен динамический метод проверки амортизаторов.

## 1 Состояние вопроса

Необходимым условием успешной разработки конструкции стенда для проверки амортизаторов транспортных средств является глубокий анализ принципа работы стенда, конструкций существующих аналогов и разработанных патентов, исследований в области диагностики подвески и техники в целом.

При анализе отечественного и зарубежного рынка можно выделить следующие установки:

- стенд для проверки амортизаторов МАНА MSD 3000 (рисунок 1.1);
- стенд для проверки амортизаторов BEISSBARTH SA 640 (рисунок 1.2);
- стенд для проверки амортизаторов FWT 2010E PC SET CARTEC

### 1.1 Стенд МАНА MSD 3000

Благодаря полностью автоматическому циклу измерения, гарантирована простая работа. Детальная распечатка данных для клиента включает измеренные величины, дату, время и адрес компании. Более того, графическое представление амплитуд колебаний программным обеспечением EUROSYSTEM делает процесс оценки при испытаниях очень легким. Можно также сравнивать полученные данные с ранее полученными или данными по аналогичным транспортным средствам.



Рисунок 1.1 – Стенд для проверки амортизаторов МАНА MSD 3000

Основные характеристики стенда:

- быстрая и простая, физически обоснованная проверка системы подвески автомобиля;
- оценка, основанная на Лерше коэффициенте демпфирования «D»;
- автоматический запуск стенда при загрузке обеих площадок стенда;
- полностью автоматический режим диагностирования;
- автоматическое измерение веса оси и всего автомобиля;
- подготовлен для частотно модулируемого поиска шумов.

Особенности стенда для проверки амортизаторов МАНА MSD 3000:

Очень прост в работе благодаря целиком автоматической процедуре измерения;

- автоматическое начало измерения при загрузке обеих платформ стенда;
- электромоторы раскачивают платформы стенда до частоты 10 Гц, затем происходит частотно управляемый процесс затухания колебаний к состоянию покоя с оценкой максимальной амплитуды колебаний;
- представление измеренных результатов, основанных на Лерше коэффициенте демпфирования “D”, на экране с указанием разницы слева/справа, графическим представлением и оценкой результатов;
- распечатка, включающая дату, время, адрес компании и график (опция).

Технические характеристики стенда для проверки амортизаторов МАНА MSD 3000 представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Характеристики МАНА MSD 3000

Параметры	Значение
1	2
Агрегат стенда	MSD 3000
Допустимая нагрузка на ось	2.2 т
Нагрузка на ось при проезде через стенд	2.5 т / 13 т (опция)
Электропривод	(2 х) 1.1 кВт
Амплитуда возбуждающих колебаний	6.5 мм
Частота возбуждающих колебаний	2 - 10 Гц



## Продолжение таблицы 1.1

1	2
Макс. ход платформы	прим. 70 мм
Ширина колеи	от 800 мм до 2200 мм
Пределы измерений фактора демпфирования „D“	0,02 – 0,3 (безразмерный)
Источник питания / Защита по току	220 В, 1 фаза, 50/60 Гц / 16 А
Запуск измерения	автоматически, при нагрузке более 60 кг (регулируемый)
Точность результатов испытаний	2 % от конечной величины 2 % разница между левой и правой стороной
Габариты агрегата (Д x Ш x В)	2320 x 800 x 280 мм
Габариты упаковки (Д x Ш x В)	2400 x 1000 x 700 мм
Общий вес	ок. 650 кг
Система управления	Коммуникационный пульт 3000
Стоимость	774 840 р

### 1.2 Стенд BEISSBARTHSA 640

Стенд диагностики подвески легковых автомобилей и микроавтобусов с нагрузкой на ось до 2,5т и шириной колеи от 800 мм до 2200 мм работает по европейскому методу EUSAMA, компьютерная визуализация. Функция поиска шумов в подвеске позволяет избежать длительных тестовых поездок. Вибрационная платформа оснащается датчиком веса.



Рисунок 1.2 – Стенд для проверки амортизаторов BEISSBARTH SA 640

Основные характеристики стенда представлены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Характеристики BEISSBARTHSA 640

Параметры	Значение
1	2
Принцип измерения	EUSAMA
Измерительный диапазон	0-30 Гц, 0-100% сцепление с дорогой
Двигатели	2x2,5 кВт
Нагрузка на ось при тестировании	максимально 1,5 т
Эксцентриковый привод, амплитуда вибрационной платформы вверх/вниз	12 мм
Стоимость	267 750 руб.

### 1.3 Стенд FWT 2010E PC SET CARTEC

Стенд предназначен для контроля качества работы подвески легковых и легко-грузовых автомобилей с нагрузкой на ось до 2 тонн, принцип работы которого указана ниже:

При проверке подвески транспортное средство заезжает колесами на подвижные площадки тестера подвески и происходит взвешивание колес АТС в статике. Затем включается привод перемещения одной из площадок в вертикальном направлении (сначала левой, а потом правой). На экран монитора выводятся коэффициенты падения веса колес АТС, и разность (в %) измеренных параметров.

Стенд представляет собой стационарную конструкцию, которая включает в себя его основные составные части:

- тестер подвески FWT2010E (фирмы КАРТЕК);
- стойка управления;
- ПДУ.

Тестер подвески предназначен для взвешивания (в статике) и контроля состояния подвески каждого колеса по всем диагностируемым осям АТС. Оценка работы подвески производится по амплитуде колебаний веса и интенсивности их гашения. Большое значение разности коэффициентов падения веса по колесам говорит о низкой устойчивости АТС на дороге.

## 2 Разработка конструкции стенда для проверки амортизаторов транспортных средств

### 2.1 Техническое задание на разработку конструкции стенда для проверки амортизаторов транспортных средств

#### 2.1.1 Актуальность разработки, область применения

Требуется разработать стенд для проверки амортизаторов, предназначенного для контроля состояния и определения рабочих характеристик амортизаторов транспортных средств. Оценка работоспособности амортизаторов должна производиться по проверке демпфирующего усилия самого амортизатора.

В среднем на каждом седьмом автомобиле неисправен хотя бы один амортизатор. Такие данные уже не раз были получены различными исследовательскими организациями и автомобильными институтами. Количество случаев неисправности амортизаторов заметно возрастает при пробеге более 100 000 км. Кроме того, изношенные компоненты амортизаторов, такие как резиновые втулки, оказывают негативное влияние на параметры демпфирования оси.

Следствием этого является увеличение рисков ДТП, поскольку длина тормозного пути, крен на виражах, работа АБС и противоскользких систем, таких как ESP, напрямую зависят от демпфирующих свойств подвески. Поэтому должна проводиться проверка как подвески так и амортизаторов.

Стенд предполагается использовать на авторемонтных предприятиях и СТО, где проводится ТО и Р легковых автомобилей в следующих условиях:

- пол бетонный (возможно покрытый деревянной шашкой или металлической плиткой);
- температура в помещении 18...40°C, влажность 60...80%;
- освещенность – внутренним и внешним освещением;

- энергия: переменный ток с напряжением в сети 380 В, возможно подключение к системам водоснабжения (горячая и холодная вода) и сжатого воздуха, 6 атм.

### 2.1.2 Основание для разработки

Разработка выполняется по заданию кафедры «Проектирование и эксплуатация автомобилей» ФГБОУ ВПО Тольяттинский государственный университет. Наименования и условного обозначения тема разработки - не имеет. Научно исследовательские работы не проводились, экспериментальные образцы и макеты не изготавливались.

### 2.1.3 Цель и назначение разработки

Назначение данной разработки является разработка конструкторской документации, на основе которой разрабатывается рабочая документация, по которой будет изготовлен опытный образец стенда.

После проведения всех необходимых испытаний и работ по доводке стенда принимается решение о запуске его в производство.

Целью разработки данного стенда является удешевление конструкции аналога путём упрощения конструкции и сокращению числа уникальных деталей - заменой их на детали автомобильных компонентов. А также за счет повышения технологичности, упрощения конструкции отдельных узлов, применения экономически более выгодных конструкций деталей и узлов других аналогов, а также максимально возможное применение стандартных и покупных изделий.

### 2.1.4 Источники информации

Источниками информации, которые принимаются во внимание при разработке данного стенда, являются:

1. Каталоги оборудования разных производителей.

2. С.М. Круглов “Устройство, техническое обслуживание и ремонт легковых автомобилей” М.: Высш. шк., 1897г.
3. Живоглядов Н.И. “Основы расчета, проектирования и эксплуатации технологического оборудования” Учеб.пособие – Тольятти: ТГУ, 2002 г.
4. Орлов П.И. “Основы конструирования” в 3х томах. Москва “Машиностроение” 1977 г.
5. “Оборудование для ремонта автомобилей” Справочник под редакцией М.М. Шахнеса. Москва “Транспорт” 1978 г.
6. В.В. Крамаренко “Техническое обслуживание автомобилей” Москва “Транспорт” 1968 г
7. В.С. Малкин, Н.И. Живоглядов, Е.Е. Андреева “Основы проектирования и эксплуатации технического оборудования” Учебное пособие для студентов специальности “Автомобили и автомобильное хозяйство” Тольятти – 2005 г.
8. В.И. Анурьев “Справочник конструктора-машиностроителя” в 3х томах. Москва “Машиностроение” 1982 г

#### 2.1.5 Технические требования и рекомендации к проектируемой конструкции

Разрабатываемый стенд должен обладать технико-экономическими характеристиками, не уступающими характеристикам стендов аналогичного назначения:

Рекомендуемая техническая характеристика стенда:

1. Тип стенда.....стационарный
2. Мощность эл.дв., не более.....2 кВт
3. Частота вращения эл.дв. не более.....1500 мин<sup>-1</sup>
4. Габаритные размеры стенда, не более:
  - 4.1 Высота.....1500 мм
  - 4.2 Глубина.....600 мм
  - 4.3 Ширина.....800 мм

5. Масса станда, не более.....200 кг  
6. Напряжение, В .....380

По возможности предусмотреть изготовление станда силами АТП или СТО (возможность выполнения токарных, фрезерных, шлифовальных, слесарных и сварочных работ). Срок эксплуатации станда – 8 лет. При разработке конструкции установки должны выполняться требования к патентной чистоте.

Разрабатываемый станд должен удовлетворять требованиям надёжности. Конструкция станда должна быть безотказна в работе или иметь малую трудоемкость ремонта, иметь хорошие эксплуатационные характеристики, быть технологичной в изготовлении, сохранять работоспособность в течении хранения, а также быть работоспособной после хранения и транспортировки.

В разрабатываемой конструкции станда должны применяться стандартные изделия, соответствующие требованиям государственного стандарта – электродвигатель, металлопрокат, крепежные изделия и т.д. Также в разрабатываемой конструкции станда должны предусматриваться варианты дальнейшего усовершенствования конструкции, если это допустимо. И с целью упрощения и удешевления конструкции в производстве необходимо также максимально применить покупные изделия, и детали авто компонентов, что так же позволит сократить и время на изготовление станда.

При эксплуатации станда должны выполняться требования стандартов безопасности труда. Безопасность труда обеспечиваются следующими требованиями:

1) Требованиями к конструкции (должны быть предусмотрены ограждения подвижных частей и элементов управления стандом, блокировка включения при нерабочем и аварийном положении, фиксация и крепление рабочих органов при ремонте и в нерабочем состоянии при транспортировке, освещение органов управления, приборы контроля);

2) Требованиями к обеспечению нормальных санитарно-гигиенических условий (должна быть предусмотрена местная вентиляция, защитные экраны, организованы работы по уборке и протирке элементов стенда, и т.п.);

3) Требованиями к электробезопасности (электрическая изоляция, устойчивость к химическим и механическим воздействиям, электрооборудование должно быть заземлено, а также выключатели защитного тока при перегрузках и, при необходимости, аварийное отключение стенда);

4) Требованиями пожаро и взрывобезопасности (предусмотрено наличие огнетушителей ОУ и ОП для тушения пожаров, установлена коробка с песком и другие приспособления для устранения пожара);

5) Требованиями к наличию пояснительных знаков и знаков безопасности (например: Осторожно! Посторонним вход воспрещён! защитная окраска ограждений опасных зон и т.п.);

6) Требованиями защиты обслуживающего персонала от вредных воздействий (шума, вибраций, температуры и т.п.)

7) Стенд должен отвечать требованиям эргономики: панель управления должна быть на уровне грудной клетки с удобным расположением кнопок и органов управления и не вызывать повышенной усталости в работе оператора.

Конструкция стенда должна отвечать требованиям пожаро и электробезопасности.

Стенд должен соответствовать требованиям эстетики: внешние контуры конструкции стенда должны быть простыми и строгими, части стенда предпочтительно прямоугольные, общая концепция стенда не должна оказывать моральное давление на человеческую психику.

Для питания электропривода стенда должен использоваться переменный ток с напряжением сети 380 В.

Стенд должен удовлетворять условиям сборки-разборки. При хранении и транспортировке стенд должен разбираться и упаковываться в ящики, если это необходимо.

#### 2.1.6. Стадии и этапы разработки

Конструкторская документация на этапе технического проекта согласовывается с руководителем проекта, также техническими специалистами, рекомендованными руководителем.

Техническое предложение согласовывается с заказчиком и после его утверждения является основанием для разработки технического проекта. Основанием для запуска в серию служит испытание опытного образца.

Данная разработка выполняется по заданию кафедры «Проектирование и эксплуатация автомобилей» ФГБОУ ВПО Тольяттинский государственный университет.

### 2.2 Техническое предложение на разработку конструкции для проверки амортизаторов транспортных средств

#### 2.2.1 Состояние вопроса - оценка ТЗ на разрабатываемый стенд

Амортизатор – достаточно сложная, с технической точки зрения, деталь автомобиля. Если диагностику большинства элементов подвески можно провести “с помощью монтировки”, то для определения неисправностей амортизаторов, а тем более выявления причин этих неисправностей, часто необходимо тестирование на специальных стендах.

Тем не менее, выделяют пять основных способа диагностики амортизаторов - от самого поверхностного до "глубинного" с применением, конечно же, микропроцессоров и компьютеров:

1. Диагностика по изменению устойчивости, управляемости и жесткости подвески автомобиля:



Амортизатор, как и любая деталь автомобиля, подвержен износу. Со временем характеристики амортизатора постепенно ухудшаются, но водитель не всегда сразу замечает это, так как приспособливает свой стиль вождения под возможности автомобиля. Данный метод диагностики предполагает субъективную оценку степени износа амортизаторов экспертом. Оценка производится по ухудшению эксплуатационных характеристик автомобиля.

2. Диагностика при помощи раскачивания стоящего на месте автомобиля:

Данный метод заключается в раскачивании кузова стоящего автомобиля и оценке состояния амортизаторов по количеству колебательных движений кузова до момента полной остановки. Данный метод позволяет определить только два “крайних” состояния амортизатора: либо амортизатор полностью вышел из строя (сломана проушина или шток, износился клапанный узел, отсутствует амортизаторная жидкость в рабочей камере), либо амортизатор “подклинивает” или “заклинило” полностью. Попытки определить степень износа амортизатора, в этом случае, обречены на провал, так как усилие, развиваемое амортизатором, зависит от скорости движения штока. Поэтому и определить степень износа амортизатора в данном случае невозможно. Обычно такой способ выявления причин неисправностей амортизаторов дополняется еще и визуальным методом их диагностики.

3. Визуальный метод диагностики амортизаторов:

Это наиболее распространенный метод, который, в совокупности с первыми двумя способами диагностики, позволяет, в большинстве случаев, выяснить истинные причины выхода амортизатора из строя. С помощью данного метода невозможно точно установить только причины повреждений и разрушений внутренних частей амортизатора. Важно знать, что одним из наиболее часто встречающихся дефектов внутренних частей амортизатора является их естественный износ. При использовании визуального метода диагностики часто приходится снимать установленный на автомобиль

амортизатор, что, как правило, влечет за собой значительные трудозатраты, а следовательно, и расходы.

#### 4. Диагностика амортизаторов на “шок-тестере”:

Шок-тестер – стенд для проверки амортизаторов, принцип работы которого заключается в том, что одна из осей автомобиля раскачивается с определенной частотой и амплитудой, после чего определяется скорость затухания колебаний. Данный метод позволяет определить степень износа амортизаторов относительно эталона. Таким эталоном служат заложенные в компьютер диагностического стенда значения величины затухания, соответствующие аналогичным значениям нового амортизатора, установленного на автомобиль на сборочном конвейере. Недостатком данного метода является то, что стенд диагностирует не состояние амортизаторов, а состояние подвески автомобиля. Некоторые производители амортизаторов не признают результаты такого тестирования как диагностику амортизаторов.

#### 5. Проверка амортизатора на диагностическом стенде:

Это наиболее точный способ диагностики амортизаторов - проверка демпфирующего усилия непосредственно амортизатора. Но этот способ и более трудоемкий, т.к. требует разборки подвески и снятия амортизатора с автомобиля. Максимальная точность диагностики при данном методе достигается тем, что тестируется именно амортизатор, а не вся подвеска, как при диагностике на “шок-тестере”. На стенде определяют его характеристики и сравнивают их с характеристиками, указанными в технической документации на данную модель амортизаторов. По несоответствию характеристик определяют причины выхода амортизатора из строя.

Итак, в соответствии с требованиями и рекомендациями изложенными в ТЗ (см. выше) и из анализа наиболее распространенных способов диагностирования амортизаторов, выбираем способ проверки амортизатора на диагностическом стенде, поскольку такая диагностика позволяет получить максимально точную информацию о состоянии амортизатора.

## 2.2.2 Анализ современных аналогов

Поскольку был выбран способ проверки амортизатора на диагностическом стенде, и рассмотрим в качестве аналога электронный стенд проверки амортизаторов Precisa-2000, имеющего следующие технические характеристики:

Габаритные размеры 2000×800×600 мм

Питание 380В

Двухскоростной двигатель на 60 и 120 циклов/минуту

Подача нагрузки до 1000 (2000 по требованию заказчика), с положительным или отрицательным значением (компрессия-растяжение) хода штока от/до с возможностью регулировки/изменения

Информация выводимая на дисплей:

- усилие при сжатии /растяжении;
- амортизатора в данном режиме (в кг);
- температуры окружающей среды;
- температуры в точке контакта на амортизаторе;
- ход штока (в мм).

На экран монитора компьютера выводится следующая информация:

- усилие при сжатии /растяжении амортизатора в данном режиме (в кг.) и графики стабильности работы в 2 режимах с возможностью увидеть отсутствие/наличие провалов с определением места провала. Каждый режим отображается различным цветом

- график перемещения во времени с интервалом от 1 сек. до 2 мин;
- температура окружающей среды;
- температура в точке контакта на амортизаторе;
- ход штока (в мм)

В комплект поставки входят:

- стенд Precisa 2000;- компьютер с установленной программой;
- графическая программа отображения результатов на CD;
- 2 насадки для закачивания газа с диаметром по Вашему желанию;
- сменные насадки для зажима всех видов амортизаторов

На рисунке 2.1 представлены похожие конструкции стенда, имеющие как схожие технические характеристики, так и имеющие примерно одинаковую компоновочную силовую схему.



Рисунок 2.1 - Универсальные стенды для проверки амортизаторов

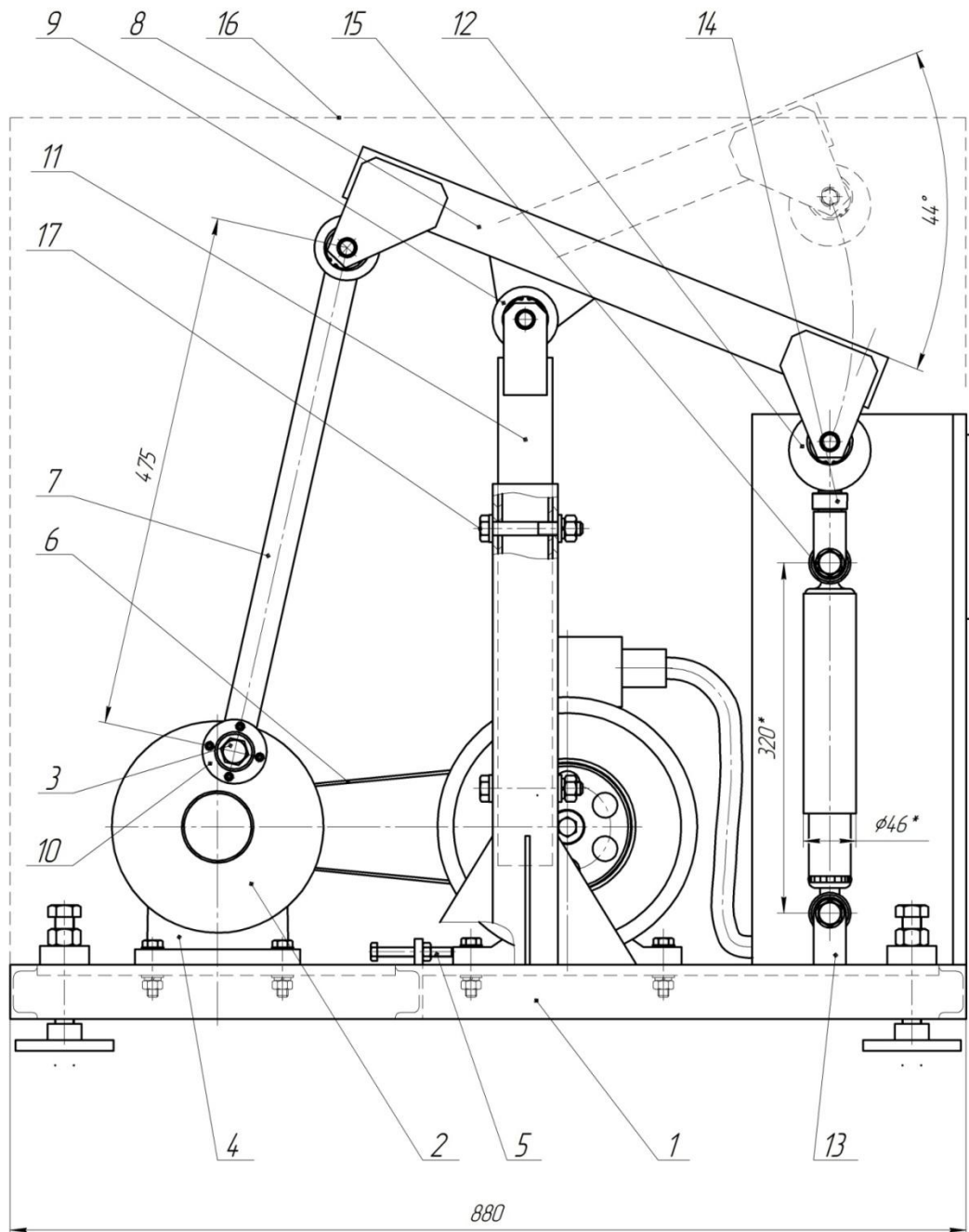
Эти стенды обладают рядом преимуществ: универсальность, достоверность результатов, безопасность проводимых работ, хорошие эргономические и высокие эстетические показатели.

Но все эти аналоги за счет своего промышленного дизайна являются дорогостоящими, и могут оправдать свою стоимость (окупить себя) только при большой программе загрузки.

### 2.2.3 Обоснование и общее компоновочное решение стенда

Сделав выводы из анализа преимуществ и недостатков аналогов, а также опираясь на технические требования и рекомендации изложенные в ТЗ

предлагается следующее компоновочное решение станда для проверки демпфирующего усилия амортизаторов (см.рисунок 2.2):



1 – рама, 2 – эксцентрик, 3 – ступица в сборе с подшипником, 4 – приводной электродвигатель, 5 – натяжные винты, 6 – приводной зубчатый ремень, 7 – штанга, 8 – рычаг поворотный, 9 – подшипниковая опора, 10 – подшипник оси штанги, 11 – монтажная консоль, 12 – подшипниковая опора рычага, 13 – кронштейн амортизатора на платформе, 14 – тензорезисторный датчик, 15 – переходник, 16 – кожух защитный (показан условно), 17 – монтажные отверстия

Рисунок 2.2 - Схема станда для проверки амортизатора:

В нижней части стенда размещена промопора с подшипниковым узлом 3, на эксцентрике 2, представляющем собой массивный стальной диск, на который в свою очередь крепится штанга 7, также представляющий из себя толстостенную трубу 50x30 (см.СБ). Такое решение позволяет значительно сократить сроки изготовления стенда и снизить его себестоимость.

Вращение эксцентрика 2 через зубчатый ремень 6 осуществляется от приводного электродвигателя 4. Зубчатый ремень подобран таким образом, что шаг его зубьев совпадает с шагом зубьев звездочек, закрепленных на другой стороне промопоры и с шагом приводной звездочки (от привода ГРМ ВА3-2112), установленной на выходном валу электродвигателя 4. Натяжение ремня 6 осуществляется натяжными болтами 5, через пазы в плите, на которой крепится электродвигатель. Помимо натяжения ремня 6, ролик 5 служит и направляющей ремня 6, удерживая его от срыва с зубчатого венца маховика 2. Такое решение позволяет упростить конструкцию привода маховика 2, и удешевить производство стенда в целом.

В качестве ремня 6, предлагается использовать приводной полиуретановый ремень зубчатого профиля АТР от ООО "Белтимпэкс" (рисунок 2.3), поскольку этот ремень наилучшим образом подходит под штатные размеры зубьев приводной звездочки электродвигателя 4 и по зубья промопоры от эксцентрика 2. А также за счет улучшенных до 60% технических характеристик этих ремней: они обладают увеличенной на 70% поверхностью зуба, обеспечивают равномерное распределение нагрузки и имеют пониженную, вплоть до 10 Дб, шумность работы.



Рисунок 2.3 - Приводной ремень ООО «Белтимпэкс»

С целью обеспечения безопасности проведения работ все движущие части привода ограждены защитным кожухом 16, крепление которого осуществляется к раме 1. Кожух выполнен в виде рамок со стальной сеткой по всей поверхности, рамки снимаются на время монтажа/демонтажа амортизатора.

На раме 1 на болтах закреплена монтажная консоль 11, имеющая соотв. три монтажных отверстия 17, причем каждое из этих отверстий отстоит от оси вращения эксцентрика на разных расстояниях (под разные хода штока амортизатора). В одно из этих отверстий монтируется нижний (с встроенным в него шарикоподшипником 10) конец штанги 7. Другой конец этой штанги через подшипниковую опору 9 консольно соединен с поворотным рычагом 8. А сам каретка поворотный рычаг закреплен относительно рамы 1 при помощи 2-х штатных болтов таким образом, что эта каретка может совершать только возвратно-поступательное движение относительно направляющих, закрепленных на стойках рамы 1. Такое конструктивное решение позволяет при помощи простых, унифицированных узлов выполнить достаточно сложную плоскопараллельную систему с преобразованием вращательного движения в возвратно-поступательное. Причем применение подшипниковой опоры 9 в качестве шарнира, обусловлено не только для обеспечения передачи усилия от возвратно-поступательного и одновременно вращательного движения штанги 7, но и для компенсации возможных перекосов элементов конструкции (рычага 8 относительно монтажной консоли 11). И с этой же целью шарикоподшипник 10 требуется использовать самоустанавливающийся.

Амортизатор, подвергаемый проверке, нижним концом закрепляется на консольной опоре 12, а штоком крепится к переходнику 15, который в свою очередь жестко соединен с тензорезисторным датчиком. А сам датчик соединен через испыткемый амортизатор с кронштейном платформы 13, который через переходные детали является переналаживаемой (под разные типоразмеры амортизаторов) относительно рамы 1 при помощи болтовых

соединений. Такое решение обеспечивает условие универсальности использования данного стенда под различные типоразмеры амортизаторов (переходник 15 и ось 15 являются съемными (для замены на другие – под другие типы амортизаторов, см СБ).

Применение тензорезисторного датчика марки тип EMS20 (рисунок 2.4) обусловлено его конструктивными особенностями и принципом действия: он основан на преобразовании силы растяжения/сжатия вдоль оси симметрии датчика в пропорциональный электрический сигнал. Т.е. то, что и требуется для этого стенда. Датчики комплектуются шарнирными подвесами, с помощью которых обеспечивается регулировка крепления прибора по высоте. Кроме того, датчики требуют минимального времени для монтажа и запуска в эксплуатацию.



Рисунок 2.4 - Внешний вид тензодатчика EMS20

Краткие технические характеристики выбранного датчика:  
 мембранный датчик алюминиевый (50, 100, 200, 500 N) и стальной (1, 2, 5 kN);

для измерения усилий сжатия и растяжения  
 полный измерительный тензомост

Технические данные работы датчика представлены в таблице  
 Таблица 2.1 - Технические данные работы датчика

Показатель	Параметр	
1	2	
1 Класс точности	1	0,5



Продолжение таблицы 2.1

1	2		
2 Диапазон измерений	50 Н	100, 200, 500 Н	1, 2, 5 кН
3 Допускаемая перегрузка	150 %FS		
4 Номинальный выход (мВ/В ± 2%)	1,0		1,5
5 Макс. ошибка нуля	± 2 %FS		
6 Макс. ошибка			
- нелинейности (%FS)	0,5	0,25	
- гистерезиса (%FS)	0,5	0,25	
7 Коэффициент температурный	0,1 %FS/10 °C		
- при нуле	0,1 %FS/10 °C		
- при номинальной нагрузке	0,1 %FS/10 °C		
8 Сопротивление	395 Ом	380 Ом	
- входное	± 10%	± 10%	
- выходное	350 Ом ± 5%		
9 Сопротивление изоляции	> 5000 Мом		
10 Напряжение питания			
- типическое	5 В	10 В	
- максимальное	7 В	15 В	
11 Диапазон температуры	0 ... + 50 °C		
- компенсированный	- 10 ... + 70 °C		
- рабочий			
12 Класс защиты	IP54		
13 Деформация датчика	0,1 мм		
14 Материал датчика	алюминий	сталь	
15 Поверхностная защита	анодирование	никель	
16 Кабель	LifYDY 4 x 0,05		
- тип	2 м		
- длина			

Т.о. предлагаемый для изготовления стенд по испытанию амортизаторов, а именно для проверки его демпфирующего усилия, полностью соответствует изложенным в ТЗ техническим требованиям и рекомендациям, стенд является универсальным, а также очевидно, что

себестоимость изготовления его конструкции значительно ниже станков аналогичного назначения предлагаемых на рынке на сегодняшний день.

## 2.3 Расчет конструкции

### 2.3.1 Расчет привода станка и выбор электродвигателя

#### 1. Определение крутящих моментов:

При определении крутящих моментов задаемся моментом, необходимым для проворота эксцентрика электродвигателем, при преодолении сопротивления растягивания/сжатия амортизатором. Таким образом, момент на выходном валу редуктора будет равен:

$$M_{\text{вых}} = m \times l, \quad (1)$$

где  $m$  – сила сопротивления сжатия/растяжения амортизатора на заданном режиме, принимается для самого тяжелого варианта, по данным завода-изготовителя (таблица 2.2).

Таблица 2.2 – Характеристики амортизаторов

№ п/п	Наименование параметров	Ед. изм.	3302-2905006-01	3302-2905006-02
1	Номинальный внутренний диаметр рабочего диаметра цилиндра	мм	30	30
2	Номинальный диаметр штока	мм	16	16
3	Ход штока	мм	185+/-2	185+/-2
4	Длина в сжатом состоянии	мм	360+/-2	360+/-2
5	Номинальное усилие амортизатора:			
5.1.	- на ходе сжатия, Н(кгс);		217+/-1,5	217+/-1,5
5.2.	- на ходе отбоя, Н(кгс)		740+/-1,5	740+/-1,5
6	Объем рабочей жидкости	м <sup>3</sup>	330+5	330+5
7	Усилие затяжки гайки резервуара	Н×м		
8	Масса, не более	кг		

1 – расстояние от центра качения верхнего рычага до оси вращения эксцентрика, выбирается больше, исходя из перемещения ц.т. кузова при

работе на кузове и в зависимости от навесного оборудования, оставшемся на кузове.

$$M_{\text{вых}} = 140 \times 0,3 = 420 \text{ Н}\times\text{м}.$$

### *2. Определение угловой скорости вращения выходного вала привода*

При определении угловой скорости техническими данными производителя на амортизаторы, для наиболее нагруженного состояния, усилие, прилагаемое для преодоления сопротивления амортизатора (усилие измеряется на динамометрическом стенде при ходе 80÷100 мм и частоте 60÷80 циклов в минуту), т.е. 80 мин<sup>-1</sup>.

### *3. Определение необходимой мощности приводного электродвигателя*

Зная частоту вращения выходного звена (задаваясь исходя из условий технологического процесса работы на стенде) и КПД механизма, можно определить необходимую мощность привода.

$$N = \frac{M_c \times n_c}{9550 \times \eta_{\text{мех}}}; \quad [\text{Вайнсон, стр. 23}] \quad (2)$$

где  $M_c$  – момент сопротивления вращению выходного вала привода.

$n_c$  – частота вращения выходного звена (кузова автомобиля).

$\eta_{\text{мех}}$  – КПД механизма,

$N$  – мощность электродвигателя.

КПД механизма, определенный в первом приближении:

Тогда:  $M_c = 420 \text{ Н}\times\text{м}$  [см. пред. п. ПЗ];

$n_c = 80 \text{ мин}^{-1}$  [см. пред. п. ПЗ];

$\eta_{\text{мех}} = 0,8$  – в первом приближении,

$N = 2700 \times 3 / (9550 \times 0,8) = 1,059 \text{ кВт}.$

По найденному значению мощности по каталожным данным подбираем двигатель мощностью  $N_{дв} = 1,059$  кВт с частотой вращения вала  $n_{дв} = 1000$  мин<sup>-1</sup>, тип 4А80А4 – трехфазный асинхронный короткозамкнутый.

*4. Расчет трансмиссии (редуктора привода) и разбивка его по ступеням*

Общее передаточное отношение между двигателем и выходным звеном определяется по формуле:

$$u = \frac{n_{дв}}{n_c}; \quad [\text{Вайнсон, стр. 24}] \quad (3)$$

где  $n_{дв}$  - частота вращения выбранного электродвигателя;

$n_c$  - частота вращения выходного вала привода.

$$n_{дв} = 1000 \text{ мин}^{-1};$$

$$n_c = 80 \text{ мин}^{-1}.$$

$$\text{Тогда: } n = \frac{1500}{3} = 500.$$

Полученное передаточное отношение обеспечиваем передачей зубчатым ремнем.

Передаточное число ременной передачи определяем исходя из известного допускаемого крутящего момента на валу электродвигателя:

$$u_p = \frac{M_c}{M_p}, \quad [\text{Вайнсон, стр. 24}] \quad (4)$$

где  $M_c$  - необходимая мощность привода;

$M_p$  - допускаемый крутящий момент на валу волнового мотор-редуктора в составе привода

$$M_c = 2700 \text{ Н}\times\text{м} [\text{см. пред. п. ПЗ}];$$

$$M_p = 1000 \text{ Н}\times\text{м} \text{ [см. выше].}$$

$$\text{Тогда: } u_p = \frac{2700}{1000} = 2,7$$

В итоге, принимается на стенде ременная передача, с применением стандартных звездочек от ГРМ ВАЗ-2112 и соответствующего им зубчатого ремня.

### 2.3.2 Кинематический расчет привода стенда

#### 1. Определение угловых скоростей:

$$w_{\text{вых}} = \frac{\pi \times n_{\text{вых}}}{30} = \frac{3,14159 \times 3}{30} = 0,3142 \text{ с}^{-1} \quad (5)$$

где  $w_{\text{вых}}$  – угловая скорость вращения выходного вала привода;

$n_{\text{вых}} = 3 \text{ мин}^{-1}$  – частота вращения выходного вала привода [см. пред.п. ПЗ].

Частота вращения на входном валу ременной передачи:

$$w_p = w_{\text{вых}} \times u_p = 0,314159 \times 2,7 = 0,848 \text{ с}^{-1} \quad (6)$$

#### 2. Определение крутящих моментов:

$$M_p = \frac{M_{\text{вых}}}{u_p} \quad (7)$$

где  $M_p$  – выходной момент привода;

$u_p$  - передаточное число ременной передачи.

$$\text{Тогда: } M_p = \frac{2700}{2,7} = 1000 \text{ Н}\times\text{м}$$

### 2.3.3 Расчет оси ролика

На ось действует сила натяжения троса от веса на крюке. Конструктивно выбран материалом оси: стальной болт М10, длиной 60 мм, поверх него втулка диаметром 20 мм, марка материала втулки – сталь 40Х.

Проверяем прочность оси на изгиб. Должно выполняться следующее условие:

$$\sigma_{\text{изг}} = \frac{M_{\text{и}}}{W} \leq [\sigma]_{\text{изг}}, \quad (8)$$

где  $M_{\text{и}}$  – изгибающий момент,

$W$  – момент сопротивления в расчетном сечении оси.

Строим эпюру нагружения плиты (см. рисунок 2.5):

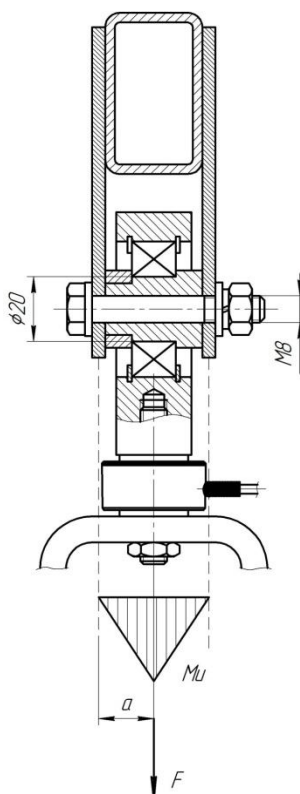


Рисунок 2.5 - Эпюра нагружения оси стрелы

Определяем максимальный изгибающий момент:

$$M_{и} = F \cdot a$$

где  $F = G = 450$  кг – в первом приближении – по тяговому усилию лебедки (см. п. 2.2.1 ПЗ),

$a = 20$  мм – плечо действия силы  $F$ , по чертежу

Тогда:  $M_{и} = 450 \cdot 40 = 18000$  кг×мм = 1800 кг×см.

$W = 40,75$  см<sup>3</sup> - момент сопротивления для сечения в виде круга  $\phi 10$ , согласно справочнику

$$\text{Получаем: } \sigma_{изг} = \frac{1800}{40,75} = 39,6 \text{ кг/см}^2.$$

В итоге:  $\sigma_{изг} = 39,6 \leq \sigma_{изг} = 350$  кг/мм<sup>2</sup> – для марки стали 40Х.

Условие выполняется, значит расчет произведен верно.

#### 2.3.4 Подбор подшипника ролика

Для подбора выбран подшипник оси направляющего ролика.

Подбор подшипника качения ведется по коэффициенту работоспособности:

$$C_p = Q \cdot n \cdot L_h^{0,3}, \quad (9)$$

где  $Q$  – приведенная нагрузка к условной реальной, кгс

$n$  – частота вращения вала опоры, мин<sup>-1</sup>

$L_h$  - задаваемая долговечность подшипника, час

Принимаем  $L_h = 20000$  часов.

$$Q = F \cdot K_k \cdot K_\rho \cdot K_\tau, \quad (10)$$

где  $K_\tau = 1$  – температурный коэффициент,

$K_k = 1,35$  – так как внутреннее кольцо вращается относительно вектора нагрузки.

$K_\rho = 1,8$  – коэффициент безопасности

$F = G = 400$  кг – в первом приближении – по тяговому усилию лебедки (см.п.2.2.1 ПЗ),

Приведенная нагрузка:

$$Q = 400 \cdot 1,35 \cdot 1,8 \cdot 1,0 = 972 \text{ кг}$$

Следовательно, коэффициент работоспособности для подшипника:

$$C = 972 \cdot \left( \frac{3 \cdot 20000}{20} \right)^3 = 20411,19 \text{ кг}$$

Вычисленные значения  $C$  сравниваем с данными [7. стр.602 приложение 2, табл. 1].

Расчетное значение  $C$  меньше табличного для средней серии шарикового радиального сферического однорядного подшипника, условное обозначение подшипника – 300 ГОСТ 8338-75. Для выбранного подшипников диаметр вала равен 20 мм.

Можно считать, что подбор подшипников для заданных условий произведен правильно.



### 3 Технологический процесс диагностики амортизаторов

#### 3.1 Параметры диагностирования состояния амортизатора

Диагностирование технического состояния амортизаторов имеет первостепенное значение. От их исправности зависят безопасность движения, топливная экономичность, продолжительность эксплуатации шин и долговечность ряда агрегатов и механизмов автомобиля.

Подвеска автомобиля – узел, отвечающий за демпфирование неровностей дорожного покрытия при движении, от ее состояния в первую очередь зависит комфортабельность езды, что для транспорта имеет первостепенное значение. Также подвеска, поглощая неровности, способствует меньшим динамическим перегрузкам все узлов и агрегатов подвески в целом, снижает риск повреждения балки моста, возникновения усталостных трещин и т.д. Большое значение имеет комфортабельность поездки, которая обеспечивается гашением колебаний, что обеспечивается исправными амортизаторами.

В практике современного технического обслуживания устройства для диагностики элементов подвески начали применяться сравнительно недавно, главным образом это системы контроля амортизаторов.

Для автомобиля, параметрами, определяющими рабочее состояние амортизатора являются:

1. амплитуда затухания колебаний;
2. рабочий ход амортизатора;
3. амплитуда колебаний кузова при работе подвески (при диагностировании амортизатора, установленного на автомобиле);
4. горизонтальные перемещения кузова подвески (при диагностировании амортизатора, установленного на автомобиле).

Приняв во внимание все эти параметры, можно сделать выводы об общем техническом состоянии амортизатора, что особенно важно при определении отремонтированного амортизатора. Неудовлетворительное

состояние тех или иных параметров может свидетельствовать о некачественно произведенном ремонте или неправильной сборке.

### 3.2 Наиболее характерные неисправности

При движении автомобиля в результате деформации пружин подвески возникают поперечные колебания кузова, которые гасятся амортизаторами. В связи с повышенными требованиями к плавности хода амортизаторы стали одним из основных элементов современной подвески.

На автомобилях наиболее широко применяются гидравлические амортизаторы, в которых используют сопротивление сравнительно вязкой жидкости, проходящей через калиброванные отверстия малых диаметров и ограниченное сечение в клапанах. Полный цикл колебания включает в себя два периода:

– ход сжатия – когда подпрессоренная часть сближается с неподпрессоренной частью;

– ход отбоя – когда подпрессоренная часть отдаляется от неподпрессоренной части.

Амортизаторы делятся на две группы: амортизаторы двустороннего действия и амортизаторы одностороннего действия, последние гасят колебания только при ходе отдачи. Амортизаторы двустороннего действия обеспечивают более плавный ход автомобиля, поэтому в настоящее время амортизаторы одностороннего действия практически не применяются.

При проведении работ по диагностике и ремонту приходится сталкиваться с рядом наиболее типичных для амортизаторов подвески неисправностей. Для удобства восприятия они будут сведены в таблицу 3.1.

Таблица 3.1 – Типичные неисправности амортизаторов

Частные симптомы	Возможные неисправности
1	2
Мал свободный ход подвески	а) Поломка пружины

### Продолжение таблицы 3.1

1	2
	б) Заклинивание амортизатора
Посторонние шумы при работе	а) Поломка планки б) Ослабление крепежа амортизатора в) Разрушение отбойника г) Износ проушин крепления амортизатора д) Поломка пружины е) Отсутствие амортизаторной жидкости
Перекус кузова	а) Разрушение пружины по одному из бортов б) Перекус моста вследствие его деформации
Высокая амплитуда затухания колебаний	а) Неисправность амортизатора

### 3.3 Технологический процесс диагностирования амортизатора, снятого с автомобиля

На разрабатываемом в рамках ВКР стенде осуществляется диагностика амортизатора транспортного средства с нагрузкой на ось до 1 т. Предполагается диагностика амортизаторов всех типов, применяющихся на автомобилях и микроавтобусах (пружинная подвеска, рессорная подвеска).

Работы производятся в следующей последовательности. На проушины стенда посредством болтов крепится отремонтированный амортизатор. В зависимости от типа амортизатора устанавливаются переходники для крепления. Далее включается электрический двигатель, и реакция амортизатора на нагружение снимается и фиксируется тензорезисторными датчиками, расположенными в верхней точке крепления. После фиксирования параметров работы амортизатора производится расфиксация закрепленного элемента и выполняется заключение о его техническом состоянии.

Основные этапы диагностики амортизатора сведены в технологическую карту (таблица 3.2).

Технологическая карта проверки технического состояния амортизатора  
автобуса ГАЗ-3221.

Общая трудоемкость: 8,0 чел.×мин.

Исполнитель: слесарь по ремонту автомобилей – 4го разряда

Таблица 3.2 - Технологическая карта проверки технического состояния амортизатора автобуса ГАЗ-3221

№ п/п	Наименование и содержание работы	Кол-во точек воздействия	Приборы и инструмент	Оперативное время, мин	Технические требования
1	2	3	4	5	6
1	<i>Подготовка стенда</i>	-	-	-	-
1.1	Произвести визуальный осмотр стенда и всех узлов	-	-	0,2	Не допускается повреждение узлов и деталей. Все детали должны быть закреплены
1.2	Включить стенд в сеть	1	-	0,09	-
1.3	Включить компьютер	1	-	0,5	-
1.4	Запустить программу	1	-	0,2	-
1.5	Запустить электродвигатель с помощью кнопки «ПУСК» в программе компьютера	1	-	0,2	-
1.6	Проверить исправность работы стенда на холостом ходу	1	-	1	Не допускаются стуки, заедания. Должна обеспечиваться плавность хода
1.7	Выключить электродвигатель	1	-	0,05	-

Продолжение таблицы 3.2

1	2	3	4	5	6
	кнопкой «СТОП» в программе компьютера				
2	<i>Подготовка амортизатора</i>	-	-	-	-
2.1	Произвести визуальный осмотр амортизатора	2	-	0,2	Не допускается наличие подтеканий и повреждений корпуса и проушин крепления
3	<i>Установка амортизатора на стенде</i>	-	-	-	-
3.1	Установить амортизатор в проушины	2	-	0,1	-
3.2	Вставить болт в проушину снизу	1	-	0,09	-
3.3	Закрутить гайки	2	Гаечный ключ на 19 мм	0,33	Момент затяжки 54,2-87,6 Н×м (5,53-8,93кгсм)
4	<i>Испытание амортизатора</i>	-	-	-	-
4.1	Запустить электродвигатель с помощью кнопки «ПУСК» в программе компьютера	1	-	0,2	-
4.2	Медленно увеличивать частоту вращения вала электродвигателя от 1 до 4 Гц	1	Частотный регулятор	1,2	-
4.3	Оценить наличие шумов при работе амортизатора	-	-	0,35	Стук, скрип и прочие шумы не допускаютсяДопускается «сопение»,

Продолжение таблицы 3.2

1	2	3	4	5	6
					обусловленное истечением жидкости
4.4	Дождаться стабилизации графика на мониторе компьютера	-	-	1,5	Резкие перепады на графике не допускаются
4.5	Снять показания рабочей диаграммы	-		0,2	График должен иметь вид синусоиды, смещенной вверх относительно оси Y, координат
4.6	Оценить работу амортизатора на ход сжатия	-	-	0,5	Усилие должно быть равным $32,9 \pm 4,7$ кгс
4.7	Оценить работу амортизатора на ход отбоя	-	-	0,5	Усилие должно быть равным $174 \pm 17,4$ кгс
4.8	Выключить электродвигатель кнопкой «СТОП» в программе компьютера	1		0,05	
5	<i>Снятие амортизатора</i>	-	-	-	
5.1	Открутить гайки в местах крепления амортизатора	2	Гаечный ключ на 19 мм	0,33	
5.2	Убрать болт из проушины	2	-	0,09	
5.3	Снять амортизатор со стенда	2	-	0,1	-

#### 4 Безопасность и экологичность технического объекта

Для предоставления потребителю максимально полной информации о соблюдении необходимой безопасности для предотвращения чрезвычайных ситуаций при эксплуатации оборудования (устройства) необходимо разработать технологический паспорт безопасности.

На территории Российской Федерации действуют нормативно-правовые акты, устанавливающие, что товары, которые негативно влияют или потенциально могут влиять на внешнюю среду и различные факторы, могут осуществлять свой жизненный цикл (начиная с разработки и заканчивая утилизацией) только в сопровождении всей технической документации. Паспорт разрабатывается для:

- продукции, к которой в соответствии с нормами Законодательства применяются меры относительно обеспечения безопасности;
- новых типов продукции, которые могут потенциально нанести вред потребителю;
- продукции, которая в соответствии с международными стандартами признана опасной.

Паспорт безопасности представляет собой технический документ, который включают в себя:

- технологическую карту, в которую входит подробное описание технических операций, выполняемых на данном оборудовании (устройстве, приспособлении и т.п.);
- перечень возможных профессиональных рисков и их оценка;
- способы и применяемые средства защиты, предотвращающие вредные и опасные производственных факторы при эксплуатации оборудования;
- разработку перечня мероприятий и применение технических средств для обеспечения пожарной безопасности;

– разработку мероприятий по предотвращению экологических рисков, возникающие при эксплуатации рассматриваемого оборудования;

– мероприятия по предотвращению неблагоприятного антропогенного влияния на окружающую среду.

#### 4.1 Технологический паспорт

Технологический паспорт представлен в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Технологический паспорт

Технологический процесс	Технологическая операция, вид производственных работ	Занимаемая должность сотрудника, выполняющего технологический процесс	Устройство, механизм, оборудование	Одежда, вещества, материалы
1	2	3	4	5
1. Подготовка стенда	1.1 визуальный осмотр стенда и всех узлов 1.2 Включение: а) стенда в сеть б) компьютера 1.3 Запуск: а) программы б) электродвигатель с помощью кнопки «ПУСК» в программе компьютера 1.4 Проверка исправности работы стенда на холостом ходу 1.5 Выключение электродвигателя кнопкой «СТОП» на компьютере	слесарь по ремонту автомобилей – 4го разряда)	Стенд, компьютер	-
2 Подготовка амортизатора	2.1 визуальный осмотр амортизатора		Амортизатор	перчатки чистая ветошь
3. Установка амортизатора на стенде	3.1 установка амортизатора в проушины 3.2 Закрепление амортизатор		Амортизатор, стенд, ключ на 17	



Продолжение таблицы 4.1

1	2	3	4	5
4. Испытание амортизатора	<p>4.1 Запуск электродвигателя с помощью кнопки «ПУСК» на компьютере</p> <p>4.2 Постепенное увеличение частоты вращения вала электродвигателя от 1 до 4 Гц</p> <p>4.3 Оценка наличия шумов при работе амортизатора</p> <p>4.4 Ожидание стабилизации графика на мониторе компьютера</p> <p>4.5 Снятие показания рабочей диаграммы</p> <p>4.6 Оценка работы амортизатора: а) на ход сжатия б) на ход отбоя</p> <p>4.7 Выключение электродвигателя кнопкой «СТОП» в программе компьютера</p>	слесарь по ремонту автомобилей – 4го разряда)	Амортизатор, компьютер, стенд	-
5. Снятие амортизатора	<p>5.1 Освобождение амортизатора</p> <p>5.2 Снятие амортизатора со стенда</p>		Амортизатор, стенд, ключ на 17	-

4.2 Оценка профессиональных рисков

Профессиональный риск – вероятность причинения вреда здоровью в результате воздействия вредных и (или) опасных производственных

факторов при исполнении работником обязательств по трудовому соглашению.

Таблица 4.2 – Перечень основных профессиональных рисков возникающие при работе в агрегатном отделении

Производственно-технологический и/или эксплуатационно-технологический процесс, разновидность осуществляемых работ	Вредные и опасные технологически-производственные факторы	Очаг происхождения опасного и/или вредного производственного фактора
1	2	3
1. Подготовка стенда 2. Подготовка амортизатора 3. Установка амортизатора на стенде 4. Испытание амортизатора 5. Снятие амортизатора	Физические опасные и вредные факторы: – недостаточный уровень освещенности на рабочем месте; – повышенная запыленность воздуха рабочей зоны; – острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности инструментов и оборудования; – движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования. Психофизиологические опасные и вредные факторы: - перенапряжение зрительных анализаторов -монотонность труда	Острые кромки стенда, инструмента, агрегатов двигателя, недостаточная освещенность оборудования находящегося вдали от оконных приемов. Большое количество сборочно-разборочных операций

#### 4.3 Разработка перечня мероприятий и применение технических средств для обеспечения ПБ

Мероприятия по обеспечению ПБ разрабатываются в целях повышения устойчивости и пожарной безопасности разрабатываемого устройства, которые включают в себя комплекс технических решений и противопожарных систем, обеспечивающих пожарную безопасность и оптимальную защиту объекта на котором планируется эксплуатировать разрабатываемое оборудование (устройство). Также необходимым этапом в части обеспечения пожарной безопасности является умение производить

индификацию опасных факторов и относить их к определенным классам пожароопасности.

Первичным средством пожаротушения будет выступать: пенный огнетушитель ПО-12 – 1шт, универсальный порошковый огнетушитель 10 л, пожарные краны, пожарный щит с песком для присыпания легко-воспламеняющихся жидкостей, асбестовое полотно размером не менее 1x1 м, багор, топор и лом для вскрытия помещений или элементов конструкций.

Мобильным средством является специализированная техника. Стационарные установки системы пожаротушения – спринклера срабатывание, которых происходит в автоматическом режиме. В качестве средства пожарной автоматики возможно применить сигнальные извещатели (дымовой и тепловой), прибор приемно-контрольный, пожарный. Средством индивидуальной защиты работников при пожаре являются противогаз, в том числе гражданский противогаз ГП-7.

Гражданский противогаз ГП-7 предназначен для защиты населения от вредных и отравляющих веществ, передающихся по воздуху. Элемент, прикрывающий лицо, изготовлен в виде маски с круглыми стеклами, обеспечивающими обзор. Благодаря специальным пленкам и утеплителю, стекла остаются прозрачными при любой температуре.

Противогаз способен защитить человека от следующих веществ:

- оман, зарин и другие нервно-паралитические газы;
- хлорциан и другие яды;
- эффективен в течение пары часов при воздействии иприта и подобных веществ кожно-нарывного воздействия;
- обеспечивает защиту от радиоактивного действия на протяжении шести часов.

Комплект ПГ-7 включает следующие составляющие:

- фильтрующе-поглощающая коробка (1 шт) – необходима для отделения чистого воздуха от примесей, пара и различных вредных веществ;

- лицевая часть (1 шт) – маска, изготовленная из плотной резины.

Производится в трех ростовых размерах;

- незапотевающая пленка для стекол (6шт в коробке);
- уплотнительные манжеты (2 шт);
- сумка для хранения противогаса (1 шт);
- прижимной шнур из резины (2 шт);
- инструкция (1 шт);
- формуляр (1 шт).

Фильтр можно заменить, не снимая маску, поэтому противогаз можно носить до 12 часов, не причиняя вреда здоровью. Данная модель устройства полностью герметична и оказывает небольшое давление на лицо человека. Для расширения сферы применения ПГ-7 можно оснастить патроном ДПГ-3.

Гражданский фильтрующий противогаз одновременно защищает дыхательные органы, глаза, а также поверхность кожи лица человека. Он выпускается в двух модификациях, которые отличаются устройством маски.

Пожарный инструмент - лопата совковая, багор. Пожарные сигнализации и оповещение - оповещатель охранно-пожарный светозвуковой Inter-M.

Громкоговоритель представляет собой электроакустическую «колонку», которая громко воспроизводит звуковой сигнал. По типовым видам громкоговорители бывают рупорными, настенными и потолочными. Данные приборы должны использоваться в обязательном порядке в системах, которые созданы для оповещения и управления эвакуацией людей.

Практически доказано, что громкоговорители снижают риск возникновения панических ситуаций при пожарах и помогают выводить эвакуируемых из здания более организованно. Поэтому они считаются важнейшей частью каждой вещательной системы на самых различных объектах. Самой большой известностью в нашей стране пользуются громкоговорители Inter-M, называемые трансляционными. Эти приборы позволяют передавать аудиосигнал одновременно людям, находящимся во

всевозможных кабинетах и производственных цехах, независимо от этажа здания, а также в разных зданиях.

Такого эффекта можно добиться при объединении нескольких десятков или сотен громкоговорителей в единую сеть. Однако с их помощью можно разбить систему на разные автономные зоны трансляций. Это так называемая адресная система, при которой информацию доводится только до тех, кому она предназначена.

Inter-M громкоговорители могут работать в следующих режимах:

- автоматически оповещают сотрудников о пожарах, управляют эвакуацией;
- автоматически транслируют сигналы о ЧП, поступившие с городской сети трансляции;
- автоматически транслируют плановые сообщения и сигналы по установленному недельному расписанию;
- используются как связь с персоналом для громких сообщений и работы диспетчеров;
- используются для передачи музыкальных произведений и песен.

Прибор самостоятельно переключает звук с текущего в приоритетный режим.

Таблица 4.3 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок подразделение и применяемое на нем оборудование	Класс пожароопасности	Вредные и опасные факторы при пожаре
Участок диагностики. Технологическое оборудование в отделении	Б	<p>Основные факторы:  пламя и искры, тепловой поток, повышенная температура окружающей среды, повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения, пониженная концентрация кислорода.</p> <p>Сопутствующие проявления пожара:  Осколки, части разувшихся зданий, сооружений и т.п, опасные факторы взрыва, воздействие огнетушащих веществ</p>

#### 4.4 Организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению чрезвычайных происшествий (пожар)

Производим анализ допустимых мероприятий по сохранению противопожарной безопасности.

Таблица 4.4 – Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Наименование технологического процесса, оборудования	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Агрегатное отделение	Наличие свидетельства по ПБ на необходимое устройство, приспособления	Приобретение только сертифицированного оборудования
	Инструктажи по пожарной безопасности	Своевременное проведение ранних видов инструктажей
	Регулярное осуществление предупредительных и ремонтных работ, оптимизация работы оборудования	Проведение профилактических работ в соответствии с заранее разработанным графиком.
	Наличие предусмотренных законодательством знаков, информационных табличек	Знаки и информационные таблички безопасности, установленные в НПА РФ
	Расстановка технологического оборудования не создающая затруднений к подходу к средствам пожаротушения и эвакуации персонала	Должно быть обеспечено беспрепятственное движение персонала к эвакуационным путям и средствам пожаротушения
	Своевременно производить обновление средств пожаротушения	Огнетушители и других средства пожаротушения всегда должны быть в исправном состоянии. Не допускается использовать средства пожаротушения с истекшим сроком
	Разработка плана по эвакуации при пожаре	Наличие действующего эвакуационного плана эвакуации на предприятии с своевременное размещение планов эвакуации в доступных для обозрения местах (1 раз в 5 лет)
	Изготовление и применение средств наглядной агитации по обеспечению ПБ	Наличие средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности

#### 4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

Таблица 4.5 – Идентификация экологических факторов

Наименование технического объекта или технологического процесса	Где предполагается использовать приспособление, устройство, механизм и кем	Влияние технологического устройства на атмосферу (опасные и вредные выбросы в окружающую среду)	Влияние технологического устройства на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжения)	Влияние технологического устройства на литосферу (почву, растительность, недра, образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, и т.д.)
Агрегатное отделение	Стенды и оборудование, производственный персонал	не обнаружено	не обнаружено	изношенная спецодежда, ТБО, упаковки запчастей, масло отработанное, лом черных и цветных металлов

#### 4.6 Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду

Для защиты окружающей среды от негативного антропогенного воздействия в виде загрязнения её вредными веществами можно выделить следующие мероприятия:

- технологические;
- санитарно-технические.

Таблица 4.6 – Перечень мероприятий, определяющих экологические факторы устройства, оборудования

Наименование технического объекта	Агрегатное отделение
Мероприятия по уменьшению отрицательного антропогенного влияния на литосферу	Сбор и складирование отходов осуществляется в специальные закрытые контейнеры, 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. Металлолом хранится и при накоплении вывозится организацией. Индивидуальная ответственность за сохранность окружающей среды.

Выводы по разделу «Безопасность и экологичность технологического оборудования».

В разделе проведен глубокий анализ основных характеристик технологических процессов происходящих на участке диагностики, перечислены технологические операции, производственно-техническое и инженерно-техническое спецоборудование (таблица 4.1).

Идентифицированы профессиональные риски осуществляемого технологического процесса, выполняемых технологических операций, видов производимых работ (таблица 4.2). Опасными и вредными производственными факторами определены такие факторы как: острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности инструментов и оборудования, недостаточная освещенности на рабочем месте, подвижные элементы производственного оборудования, перенапряжение анализаторов, монотонность работы

Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности участка диагностики. Были идентифицированы класс пожарной опасности и опасные факторы пожара, а также проработаны список средств, различных методов и меры по обеспечению пожарной безопасности (таблицы 4.3, 4.4), а также разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.

Выявлены экологически опасные факторы (таблица 4.5) и проработаны мероприятия по обеспечению экологической безопасности при работе на техническом оборудовании (таблица 4.6).



## 5 Экономическая эффективность разработанной конструкции

### Себестоимость изготовления конструкции

Статья затрат «Сырье и материалы» рассчитывается по следующей формуле:

$$M = C_M \times Q_M \times \left(1 + \frac{K_{мз}}{100}\right) \quad (12)$$

Таблица 5.1 – Затраты для изготовления и реализацией конструкции

№ п/п	Наименование сырья / материала	Единица измерения	Норматив расхода	Средняя цена за единицу материала, руб.	Итоговая сумма, руб.
1	2	3	4	5	6
1	Труба профильная 110×60, Ст3	кг	10	28,8	288,0
2	Труба профильная 100×50, Ст3	кг	10	30,3	303,0
3	Металл листовой, h = 3	кг	15	15,8	237,0
4	Металл листовой, h = 10	кг	30	15,8	474,0
5	Металл листовой, h = 25	кг	15	15,8	237,0
6	Металл листовой, h = 6	кг	20	15,6	312,0
7	Металл листовой, h = 8	кг	15	15,8	237,0
8	Полоса 5 мм Ст3	кг	5	37,2	186,0
9	Пруток Ф40, Ст45	кг	4	45,0	180,0
10	Пруток Ф25, Ст45	кг	1	37,5	37,5
11	Круг Ф190, Ст10	кг	10	31,7	317,0
12	Круг Ф80, Ст10	кг	14	33,2	464,8
13	Круг Ф170, Ст 10	кг	10	15,8	158,0
14	Полоса 60x10, Ст10	кг	10	37,8	378,0
15	Полоса 40 x10, Ст10	кг	8	36,4	291,2
16	Швеллер №8	кг	15	12,5	187,5
17	Швеллер №10	кг	50	12,5	625,0
18	Литол 24	кг	0,2	210	42,0
19	Грунтовка ГФ-020	кг	1,0	46,0	46,0
20	Эмаль ПФ-132	кг	2	85,0	190,0
21	Разное				
ИТОГО:					5691,0
Расходы связанные с транспортировкой и заготовкой:					284,55
Остатки сырья/материалов:					113,82
ВСЕГО:					5861,73

Статья затрат «Покупные изделия и полуфабрикаты» рассчитывается по следующей формуле:

$$\Pi_{и} = \Pi_{ц} \times \eta_{и} \times \left(1 + \frac{K_{мз}}{100}\right) \quad (13)$$

Таблица 5.2 – Затраты на покупные изделия

№ п/п	Наименование	Количество, шт.	Средняя цена за единицу, руб.	Итоговая сумма, руб.
1	2	3	4	5
1	Включатель концевой	2	250,0	500,0
2	Пневмоцилиндр ПЦ-1-160×100	2	5000,0	10000,0
3	Подшипник 46312	2	45,0	90,0
4	крепёж		500,0	300,0
5	Разное		500,0	500,0
ИТОГО:				11390
Расходы связанные с транспортировкой и заготовкой:				569,5
ВСЕГО:				11959,5

Статья «Зарплата основная» рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{о} = C_{р} \times T \times \left(1 + \frac{K_{мз}}{100}\right) \quad (14)$$

Таблица 5.3 – Расчет статьи «Зарплата основная»

№ п/п	Наименование операции	Квалификационный разряд работы	Трудоемкость, человек/час	Тарифная ставка, рублей/час	Тарифная заработная плата, рублей
1	2	3	4	5	6
1	Заготовительные работы	3	3	63,62	320,06
2	Сварочные работы	5	4	82,34	829,98
3	Токарные работы	5	4	74,85	565,87
4	Фрезерные работы	4	6	74,85	565,87
5	Сверлильные работы	4	6	63,62	80,16

Продолжение таблицы 5.3

1	2	3	4	5	6
6	Слесарные работы	3	63,62	240,48	63,62
7	Сборочные работы	4	74,85	754,48	74,85
8	Окрасочные работы	3	74,85	94,31	74,85
ИТОГО:					3451,21
Выплата премии:					3037,06
Заработная плата (основная):					6488,27

Статья «Зарплата дополнительная» рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{д} = З_{о} \times \frac{К_{д}}{100} \quad (15)$$

$$З_{д} = 6488,27 \times 1,1 - 1 = 648,8 \text{ руб.}$$

Статья «Отчисления в единый социальный налог» рассчитывается по следующей формуле:

$$О_{с} = З_{о} + З_{д} \times К_{с} \quad (16)$$

$$О_{с} = 6488,27 + 648,8 \times 0,26 = 1855,64 \text{ руб.}$$

Статья «Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования» рассчитывается по следующей формуле:

$$Р_{\text{сод.об}} = З_{о} \times \frac{К_{\text{об}}}{100} \quad (17)$$

$$Р_{\text{сод.об}} = 6488,27 \times 1,04 = 6747,8 \text{ руб.}$$

Статья «Общепроизводственные расходы» рассчитывается по следующей формуле:

$$P_{\text{опр}} = 3_o \times \frac{K_{\text{опр}}}{100} \quad (18)$$

$$P_{\text{опр}} = 6488,27 \times 1,5 = 9732,41 \text{ руб.}$$

Затраты, связанные с работой цеха (цеховая себестоимость) рассчитываются по следующей формуле:

$$C_{\text{ц}} = M + \Pi_{\text{ц}} + 3_o + 3_{\text{д}} + 0_c + P_{\text{сод.об}} + P_{\text{опр}} \quad (19)$$

$$C_{\text{ц}} = 5861,73 + 11959,5 + 6488,27 + 648,8 + 1855,64 + 6747,8 + 9732,41 = 43294,15 \text{ руб.}$$

Статья «Общехозяйственные расходы» рассчитывается по следующей формуле:

$$P_{\text{охр}} = 3_o \times K_{\text{охр}} \quad (20)$$

$$P_{\text{охр}} = 6488,27 \times 1,6 = 10381,23 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{пр}} = C_{\text{ц}} + P_{\text{охр}} \quad (21)$$

$$C_{\text{пр}} = 43294,15 + 10381,23 = 53675,38 \text{ руб.}$$

Статья «Внепроизводственные расходы» рассчитывается по следующей формуле:

$$P_{\text{вн}} = C_{\text{пр}} \times K_{\text{внепр}} \quad (22)$$

$$P_{\text{вн}} = 53675,38 \times 0,05 = 2683,77 \text{ руб.}$$

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе представлена разработка конструкции стенда для проверки амортизаторов на основании уже разработанных конструкций.

Выполненные задачи выпускной квалификационной работы:

1. проведен глубокий анализ аналогов различных видов установок для слива масла;
2. овладел методами конструкторских решений;
3. овладел практическими навыками 3D моделирования в графической среде КОМПАС 3D.

В результате выполненной работы предоставлена модернизированная разработка конструкции стенда для проверки амортизаторов. В работе проведен конструктивно-технологический анализ представленных на отечественном и зарубежном рынках устройств, проведена сравнительная оценка основных параметров представленных устройств и определено наиболее подходящее устройство для проведения более подробного анализа.

На основе анализа прототипа разработана конструкция стенда для проверки амортизаторов, подготовлены презентационные листы, сборочные чертежи конструкции, проведены расчёты деталей, узлов его конструкции, составлена технологическая карта операции проверки технического состояния амортизатора автобуса ГАЗ-3221.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Епишкин, В.Е.** Выпускная квалификационная работа бакалавра: учебно-методическое пособие для студентов направлений подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» (профиль «Автомобили и автомобильное хозяйство») [Текст] / В.Е. Епишкин, И.В. Турбин. - Тольятти : ТГУ, 2016. – 130 с.

2 **Правила оформления выпускных квалификационных работ по программам подготовки бакалавра и специалиста** : учеб.-метод. пособие [Текст]/ А. Г. Егоров [и др.] ; ТГУ ; Архитектурно-строительный ин-т ; каф. "Дизайн и инженерная графика". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2013. - 98 с. .:

3 **Петин, Ю.П., Мураткин, Г.В., Андреева, Е.Е.** Технологическое проектирование предприятий автомобильного транспорта [Текст] / Ю. П. Петин, Г. В. Мураткин, Е. Е. Андреева ; Учебное пособие для студентов вузов. – М. : Тольятти: ТГУ, 2013. – 136 с.;

4 **Масуев, М.А.** Проектирование предприятий автомобильного транспорта [Текст] / М. А. Масуев ; - М. : Издательский центр «Академия», 2007. – 224 с.;

5 **Болбас, М.М.** Проектирование предприятий автомобильного транспорта [Текст] / Под ред. М.М. Болбаса. - М. : Адукациявыхаванне, 2004. – 596 с.;

6 **Руководство по ремонту и техническому обслуживанию автомобилей: КамАЗ-5320, 5410, 55102, 55111, 53212, 53211, 53213, 54112, 43114, 43118, 65111, 53228, 44108, 43115, 65115, 6540, 53229, 4326, 53215, 54115.** [Текст] - Москва : РусьАвтокнига, 2001. - 286 с.

7 **Автомобильный справочник**[Текст] / Б. С. Васильев [и др.] ; под общ. ред. В. М. Приходько. - Москва : Машиностроение, 2004. - 704 с. : ил. - Библиогр.: с. 696. - Прил.: с. 483-695.

8 **Титунин, Б. А.** Ремонт автомобилей КаМАЗ : учеб. пособие для ПТУ [Текст] / Б. А. Титунин. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва :

Агропромиздат, 1991. - 320 с. : ил. - (Учебники и учебные пособия для кадров массовых профессий).

**9 Устройство и эксплуатация автомобиля КАМАЗ 4310** : [учеб. пособие] [Текст]/ В. В. Осыко [и др.]. - Москва : Патриот, 1991. - 351 с. : ил. - Библиогр.: с. 350. - Прил.: с. 341-349.

**10 Автомобили КамАЗ** : эксплуатация и техническое обслуживание автомобилей КамАЗ-5320, КамАЗ-53212, КамАЗ-5410, КамАЗ-54112, КамАЗ-5511 [Текст]/ сост. Р. А. Мартынова [и др.] ; под общ. ред. Л. Р. Пергамента. - Москва : Недра, 1981. - 424 с. : ил.

**11 Типовые нормы времени на ремонт грузовых автомобилей марок ГАЗ, ЗИЛ, КАЗ, МАЗ, КамАЗ, КраЗ в условиях автотранспортных предприятий**[Текст]/ Гос. комитет СССР по труду и социальным вопросам. - Москва : Экономика, 1989. - 299 с.

**12 Краткий автомобильный справочник. Т. 2. Грузовые автомобили** [Текст] / Б. В. Кисуленко [и др.] ; под общ. ред. А. П. Насонова. - Москва : Автополис-Плюс, 2006. - 670 с.

**13 Живоглядов, Н. И. Основы расчета, проектирования и эксплуатации технологического оборудования** : учеб. пособие. В 2 ч. Ч. 1 [Текст]/ Н. И. Живоглядов. - Тольятти : ТГУ, 2002. - 145 с. : ил.

**14 Межотраслевые правила по охране труда на автомобильном транспорте** : ПОТ Р М-027-2003 : правила введ. в действие с 30 июня 2003 г. [Текст] - Москва : НЦ ЭНАС, 2004. - 164 с. - Прил.: с. 139-160. - ISBN 5-93196-373-1 : 116-18.

**15 Чумаков, Л.Л. Методические указания к выполнению экономического раздела ВКР для студентов по направлению 190600 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»**[Текст] / Л.Л. Чумаков. - Тольятти: ТГУ, 2016.-35 с.

**16 Оборудование для ремонта автомобилей:** Справочник [Текст]/ Григорченко П.С., Гуревич Ю.Д., Кац А.М. и др.: Под ред. М.М. Шахнеса.- 2-е изд., перераб. и доп.- М.: Транспорт, 1978.- 384 с.

17 **Орлов, П.И.** Основы конструирования: Справочно-методическое пособие. В 2-х кн. [Текст]/ Под ред. П.И. Усачева.- 3-е изд., исправл.- М.: Машиностроение, 1988.

18 **Справочник технолога-машиностроителя** В 2-х т. [Текст]/ Под ред. А.К. Косиловой; Р.К. Мещерякова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1986.

19 **Каталог деталей и сборочных единиц автомобиля-самосвала КамАЗ-5320.** [Текст] - Набережные Челны: КамАЗ, 2009. - 322 с.

20 **Малкин, В. С.** Устройство и эксплуатация технологического оборудования предприятий автомобильного транспорта [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / В. С. Малкин ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Проектирование и эксплуатация автомобилей". - Тольятти : ТГУ, 2016. - 451 с. : ил. - Библиогр.: с. 445. - Прил. : с. 446-451.



ПРИЛОЖЕНИЕ А  
Спецификация

Инв. № подл.	Изм. / лист	№ док-м.	Подп.	Дата	17.БР.ПЭА.167.61.00.000.СБ	Лит.				
						Лит.	Лист	Листов		
Инв. № подл.	Разраб.	Тренин Д.О.			Стенд для испытания амортизаторов		1	2		
	Пров.	Доронкин В.Г.								
Инв. № подл.	Исполн.	Егоров А.Г.			Стенд для испытания амортизаторов	ТГУ, ИМ,				
	Утв.	Бодоровский А.В.				гр. ЭТКдэ-1231				
Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № докл.	Подп. и дата							
Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № докл.	Подп. и дата							
Справ. №	Формат Зона Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	<u>Документация</u>				
						A4	17.БР.ПЭА.167.61.00.000.ПЗ	Пояснительная записка	1	
						A1	17.БР.ПЭА.167.61.00.000.СБ	Сборочный чертеж	3	
						<u>Сборочные единицы</u>				
						1	17.БР.ПЭА.167.61.01.000	Рама	1	
						2	17.БР.ПЭА.167.61.02.000	Регулировочная консоль	1	
						3	17.БР.ПЭА.167.61.03.000	Корпус опоры	1	
						4	17.БР.ПЭА.167.61.04.000	Кривошип в сборе	1	
						5	17.БР.ПЭА.167.61.05.000	Электрошкаф управления	1	
						6	17.БР.ПЭА.167.61.06.000	Эксцентрик в сборе	1	
						7	17.БР.ПЭА.167.61.07.000	Опора с датчиком в сборе	1	
						8	17.БР.ПЭА.167.61.08.000	Рычаг нагрузителя	1	
						9	17.БР.ПЭА.167.61.09.000	Диск опорный	4	
						10	17.БР.ПЭА.167.61.10.000	Электрожгут в сборе	1	
						<u>Детали</u>				
						11	17.БР.ПЭА.167.61.00.011	Вилка	2	
						12	17.БР.ПЭА.167.61.00.012	Переходник	1	
						13	17.БР.ПЭА.167.61.00.013	Кольцо	3	
14	17.БР.ПЭА.167.61.00.014	Ось шарнира	3							
15	17.БР.ПЭА.167.61.00.015	Втулка электродвигателя	1							
16	17.БР.ПЭА.167.61.00.016	Крышка	1							
17	17.БР.ПЭА.167.61.00.017	Крышка	1							
18	17.БР.ПЭА.167.61.00.018	Вал	1							
17.БР.ПЭА.167.61.00.000.СБ										
Копировал										
Формат А4										

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
		19	17.БР.ПЭА.167.61.00.019	Прокладка опоры	2		
		20	17.БР.ПЭА.167.61.00.020	Кольцо распорное	1		
			<i>Стандартные изделия</i>				
		21		Гайка М33 х 1,5 ГОСТ 11871-88	1		
		22		Шайба Н.33 ГОСТ 11872-89	1		
		23		Винт М4 х 5 ГОСТ Р 50384-92	2		
		24		Кольцо 135-1 ОСТ 92-8969-78	1		
		25		Болт М10 х 50 ГОСТ 7798-70	4		
		26		Гайка М10 ГОСТ 5915-70	8		
		27		Шайба 10 Н ГОСТ 6402-70	8		
		28		Шайба 10 ГОСТ 11371-78	8		
		29		Болт М6 х 20 ГОСТ 7798-70	8		
		30		Шайба 6 Н ГОСТ 6402-70	8		
		31		Подшипник 7307 А ГОСТ 27365-87	2		
		32		Шпонка 6 х 6 х 60 ГОСТ 23360-78	1		
		33		Шпонка 32-4 ГОСТ 18360-75	2		
		34		Шпонка 47-6 ГОСТ 18360-75	1		
		35		Болт М12 х 70 ГОСТ 7798-70	6		
		36		Гайка М10 ГОСТ 5915-70	6		
		37		Шайба 10 Н ГОСТ 6402-70	6		
		38		Шайба 10 ГОСТ 11371-78	12		
			<i>Покупные изделия</i>				
		39		Шкив ГРМ ВАЗ-2112	1	ведущий	
		40		Шкив ГРМ ВАЗ-2112	1	ведомый	
		41		Ремень ГРМ ВАЗ-2112	1		
		42		Электродвигатель 4АИР80В4	1		
		43		Тензометрический датчик силы	1	EMS20	
			Тренин Д.О.				
			Доронкин В.Г.				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	<b>17.БР.ПЭА.167.61.00.000.СБ</b>		
Изм. Лист	№ док.м.	Подп.	Дата			Лист 2	

Копировал

Формат А4