

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)

«Автомобили и автомобильное хозяйство»

(направленность (профиль)/специализация)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Разработка конструкции стенда для проверки амортизаторов

легковых автомобилей

Студент

А.К. Яргуни

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Е.А. Кравцова

(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

И.о заведующего кафедрой

к.т.н., доцент А.В. Бобровский

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

(личная подпись)

« _____ »

20 г.

Тольятти 2018

АННОТАЦИЯ

При выполнении выпускной квалификационной работы необходимо провести анализ конструкций стендов для проверки амортизаторов, отечественных и зарубежных производителей. После этого провести сравнительную оценку основных параметров представленных стендов путем построения циклограммы и выявить конструкцию для проведения подробного анализа.

Основываясь на проведенном анализе, разработать усовершенствованную конструкцию стенда для проверки амортизаторов выполнить сборочные чертежи конструкции в графическом редакторе Компас-3D, провести прочностные расчеты элементов конструкции стенда.

Составить технологическую карту проверки амортизаторов на спроектированном оборудовании.

В первой главе рассмотрены различные конструкции стендов для проверки амортизаторов.

Во второй главе представлено техническое задание, предложение, конструкторские расчеты элементов стенда и руководство по эксплуатации.

В третьей главе рассмотрена конструкция и устройство амортизатора и представлена технологическая карта испытания амортизатора.

В четвертой главе рассмотрена безопасность и экологичность проектируемой конструкции.

В пятой главе представлен расчет экономической эффективности проектируемой конструкции.

Выпускная квалификационная работа состоит из 63 страниц, и включает в себя 5 иллюстраций, 17 таблиц, 25 источников, 1 приложение.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1 Состояние вопроса.....	7
2 Конструкторская часть	14
2.1 Техническое задание на разработку конструкции стенда для проверки амортизаторов легковых автомобилей	14
2.2 Техническое предложение на разработку конструкции стенда для проверки амортизаторов легковых автомобилей	18
2.3 Расчет элементов конструкции стенда для проверки амортизаторов легковых автомобилей.....	23
2.4 Руководство по эксплуатации стенда для проверки амортизаторов легковых автомобилей.....	27
3 Технологический процесс.....	34
3.1 Конструкция и устройство амортизаторов	34
3.2 Технологическая карта испытания амортизатора автомобиля ВАЗ-2170	38
4 Безопасность и экологичность стенда для проверки амортизаторов легковых автомобилей.....	39
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика стенда для проверки амортизаторов легковых автомобилей	40
4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков.....	40
4.3 Разработка комплекса организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности.....	42
4.4 Организационно-технические мероприятия по предотвращению чрезвычайных происшествий.....	43

4.5	Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта	44
4.6	Мероприятия, способствующие уменьшению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду	45
5	Расчет экономической эффективности стенда для проверки амортизаторов легковых автомобилей.....	47
5.1	Калькуляция себестоимости изготовления проектируемого изделия....	47
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	52
	СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	54
	ПРИЛОЖЕНИЕ А	58

ВВЕДЕНИЕ

Российский автомобильный рынок непрерывно пополняется автомобилями отечественного и зарубежного производства и в ближайшее десятилетие ожидается удвоение парка автомобилей. Согласно данным ежегодного справочника «Автомобильный рынок России», посвященного итогам 2016 года, в 2016 году в Российской Федерации в общей сложности было выпущено 1,31 млн. единиц автомобильной техники (-5,4% по сравнению с прошлым годом) [3]. Наметившиеся позитивные сдвиги в российской экономике дают основание полагать о достижении «дна» и завершении кризиса на российском рынке автомобилей. Значительный отложенный спрос, подошедшие сроки смены владения автомобилем, наряду с мерами государственной поддержки, такими как программы льготного кредитования, льготного автолизинга, особенно актуального для коммерческого транспорта, программа обновления парка, необходимая в ситуации общего старения отечественного автопарка, субсидирование части стоимости газомоторной техники и другими, способны оживить авторынок, который, в свою очередь, активизирует производство.

Также активно развивается рынок услуг по ремонту и техническому обслуживанию автомобилей [1]. Проведение своевременного технического обслуживания, качественного ремонта и правильная эксплуатация автомобиля – факторы, гарантирующие сохранение работоспособности автомобиля в процессе его эксплуатации.

Техническая эксплуатация автомобилей невозможна без использования специального технологического оборудования, позволяющего производить диагностику технического состояния подвижного состава автомобильного парка, работы по регулировке, ремонту, крепежу и смазке работы, а также очистки и мойки автомобилей, их узлов, агрегатов и деталей [3].

Применение технологического оборудования в процессах ТО и Р влияет на повышение качества и производительности выполняемых работ,

обеспечивает безопасность труда производственного персонала, уменьшает расходы на поддержание парка автомобилей в технически исправном состоянии.

Разнообразные конструкции узлов и агрегатов автомобилей отечественного и зарубежного производства требует разнообразное технологическое оборудование, применяемое в практике технического обслуживания автомобилей. В настоящий момент рынок технологического оборудования заполнен, в основной массе дорогими моделями зарубежного изготовления, а оборудование, используемое в АТП, зачастую является старым и изношенным [7].

Таким образом, значительно увеличивается роль инженеров, которые способны сделать обоснованный выбор наиболее приемлемой модели приобретаемого технологического оборудования, умеющих спроектировать оптимальное технологическое оборудование для изготовления в условиях СТО, АТП, или АРЗ.

1 Состояние вопроса

С технической точки зрения, амортизатор является сложным элементом подвески автомобиля. Если диагностику большинства элементов подвески автомобиля можно провести простым способом «с помощью монтировки», то для определения неисправностей амортизаторов, а уж тем более выявления причин этих неисправностей, часто необходимо проводить диагностику на специальных стендах [1].

При выполнении анализа отечественного рынка можно выделить следующие стенды для проверки амортизаторов легковых автомобилей [6]:

- стенд для диагностики амортизаторов MSG MS1000+;
- стенд диагностики амортизаторов «CENTURION» S400AM;
- стенд для испытания амортизаторов ИТМ010201.

Для выявления достоинств и недостатков конструкций и выбора наиболее прогрессивного стенда выполним сравнение по заранее выбранным параметрам:

- габаритные размеры;
- максимальное усилие системы нагружения;
- мощность;
- масса;
- стоимость.

Стенд для диагностики амортизаторов MSG MS1000+ (рисунок 1.1) является специализированным оборудованием, разработанным для производств и сервисов по обслуживанию и ремонту автомобильных амортизаторов для легкового и грузового транспорта. Предназначен для диагностики одно- и двухтрубных газонаполненных амортизаторов с различными комбинациями штыревых шарниров и шарниров проушин.

Специальные пневматические зажимы позволяют безопасно, быстро и удобно зафиксировать амортизатор любого типа. Управление зажимами

осуществляется тремя способами: через ПК, пульт управления или педальный узел.

Проверка амортизаторов возможна в двух режимах: ручном и автоматическом. В ручном режиме доступны 3 скорости: 60, 120 и 180 об/мин, в автоматическом режиме алгоритм проверки может включать до 6 произвольных скоростей. Результаты диагностики доступны к сохранению в файл и дальнейшему использованию в виде шаблона.



Рисунок 1.1 – Стенд для диагностики амортизаторов MSG MS1000+

Технические характеристики стенда для диагностики амортизаторов MSG MS1000+ представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Технические характеристики стенда для диагностики амортизаторов MSG MS1000+

Параметр	Габаритные размеры (ДхШхВ), мм	Максимальное усилие системы нагружения, кг	Мощность, кВт	Масса нетто, кг	Стоимость, рублей
Значение	1042x482x2460	1000	3,7	340	1 132 800

Стенд диагностики амортизаторов «CENTURION» S400AM (рисунок 1.2) позволяет определять усилия ходов сжатия и отбоя амортизаторов, строить диаграмму Монро и скоростную характеристику амортизатора, определять давление газового подпора, выдавать результаты замеров в числовом, графическом виде и в виде заключения о соответствии либо несоответствии параметров. Графическое представление результатов измерений можно масштабировать, чтобы проанализировать работу разных узлов амортизатора.

Программный модуль стенда позволяет проводить адаптацию проверок под специфические задачи, выбирать количество циклов прокачки и скорости прокачки, добавлять и редактировать типы и параметры амортизаторов подлежащих испытаниям. Программная оболочка стенда позволяет накапливать, хранить и редактировать базу данных по испытаниям как локально, так и в сети.



Рисунок 1.2 – Стенд диагностики амортизаторов «CENTURION» S400AM

Технические характеристики стенда диагностики амортизаторов «CENTURION» S400AM представлены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Технические характеристики стенда диагностики амортизаторов «CENTURION» S400AM

Параметр	Габаритные размеры (ДхШхВ), мм	Максимальное усилие системы нагружения, кг	Мощность, кВт	Масса нетто, кг	Стоимость, рублей
Значение	500x460x1940	350	2,2	280	550 000

Стенд для испытания амортизаторов ИТМ010201 (рисунок 1.3) относится к специальному оборудованию для испытания элементов подвески транспортных средств, в частности амортизаторов, с кинематической цепью, основанной на кривошипно-шатунном механизме. Габариты и прочность стенда позволяют проводить испытания практически всех амортизаторов.



Рисунок 1.3 – Стенд для испытания амортизаторов ИТМ010201

Стенд отличается мощным контроллером и методикой измерения основных динамических характеристик амортизаторов, позволяющих получать все значения за один рабочий ход амортизатора. А это, в свою очередь, позволяет получать наглядную скоростную характеристику (зависимость усилия от скорости) на одной скорости вращения привода стенда (60 оборотов в минуту).

За один рабочий ход амортизатора на одной скорости позволяет получить от 128 до 2500 точек скоростной характеристики!

Кроме того стенд ИТМ010201 позволяет проводить статические испытания, при которых фиксируется изменение рабочих характеристик амортизаторов на каждом рабочем ходу, в течение времени испытания.

Технические характеристики стенда для испытания амортизаторов ИТМ010201 представлены в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Технические характеристики стенда для испытания амортизаторов ИТМ010201

Параметр	Габаритные размеры (ДхШхВ), мм	Максимальное усилие системы нагружения, кг	Мощность, кВт	Масса нетто, кг	Стоимость, рублей
Значение	950x500x2200	1000	2	300	430 000

Рассмотренные выше стенды обладают рядом преимуществ: они универсальны, имеют высокие показатели достоверности результатов, безопасны при выполнении работ по испытанию амортизаторов, обладают хорошими эргономическими и высокими эстетическими показателями.

Однако все эти стенды в силу своего промышленного дизайна дорогостоящи, и могут окупить себя только при большой программе загрузки.

Проведение достоверной оценки качества технологического оборудования возможно только с учетом всей системы групп показателей

качества. Для этого требуется разработка формальных правил проведения данной оценки.

В том случае, если определенные единичные показатели качества P_i могут быть выражены количественными значениями, то их можно соотнести с базовым показателем P_{i0} , который обычно отражает значение показателя качества оборудования, соответствующее современным требованиям и хорошо зарекомендовавшим себя на рынке. Если рост абсолютного значения показателя качества ведет к улучшению качества, то уровень качества данного оборудования выражается следующим отношением (формула 1.1):

$$Y_i = \frac{P_i}{P_{i0}} \quad (1.1)$$

Иначе, если при увеличении показателя ухудшается качество оборудования, то уровень качества определяется обратным отношением (формула 1.2):

$$Y_i = \frac{P_{i0}}{P_i} \quad (1.2)$$

Таким образом, улучшение качества всегда приводит к росту уровня качества по рассматриваемому показателю.

Определяем показатели качества, характеризующие стенд для проверки амортизаторов легковых автомобилей:

- габаритные размеры;
- максимальное усилие системы нагружения;
- мощность;
- масса;
- стоимость.

Для выбранных показателей качества определяем Y_i и заносим в таблицу 1.4.

Таблица 1.4 – Сравнительная характеристика аналогов

Показатель	Модель сравниваемого оборудования		
	MSG MS1000+	CENTURIONS40 0AM	ИТМ010201
1	2	3	4
Занимаемая площадь в плане, м ² $P_{i0} = 0,23 \text{ м}^2$	0,5	0,23	0,47
$Y_i =$	0,46	1	0,49
Максимальное усилие системы нагружения, кг $P_{i0} = 1000 \text{ кг}$	1000	350	1000
$Y_i =$	1	0,35	1
Мощность, кВт $P_{i0} = 2 \text{ кВт}$	3,7	2,2	2
$Y_i =$	0,54	0,9	1
Масса оборудования, кг $P_{i0} = 280 \text{ кг}$	340	280	300
$Y_i =$	0,82	1	0,93
Стоимость, рублей $P_{i0} = 430000 \text{ рублей}$	1 132 800	550 000	430 000
$Y_i =$	0,38	0,78	1
	3,2	4,03	4,42

По данным таблицы 1.4 видно, что наибольший суммарный показатель качества имеет стенд для испытания амортизаторов ИТМ010201, из этого можно заключить, что в настоящее время данное устройство является наиболее прогрессивным в данной области техники. Особенности конструкции данного стенда можно использовать при разработке нового оборудования.

На основании полученных значений характеристик по формулам (1.1-1.2) строим циклограмму выбора оборудования.

2 Конструкторская часть

2.1 Техническое задание на разработку конструкции стенда для проверки амортизаторов легковых автомобилей

2.1.1 Область применения

Стенд для проверки амортизаторов легковых автомобилей (далее – стенд) относится к технике для выполнения испытательных работ, и может применяться для контроля состояния и определения рабочих характеристик амортизаторов легковых автомобилей. Оценка работоспособности амортизаторов должна производиться по проверке демпфирующего усилия самого амортизатора [9]. Стенд может применяться на станциях технического обслуживания и авторемонтных предприятиях, где выполняется техническое обслуживание и ремонт легковых автомобилей.

2.1.2 Основание для разработки

Конструкция стенда разрабатывается по заданию кафедры «ПЭА» ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет».

Разработка конструкции стенда для проверки амортизаторов легковых автомобилей проводится на основании технического описания существующих аналогов.

2.1.3 Цель и назначение разработки

Целью разработки конструкции стенда для проверки амортизаторов легковых автомобилей является изменение конструкции аналога за счет уменьшения количества деталей, упрощения конструкции отдельных узлов повышения технологичности при изготовлении, что в совокупности позволяет изготавливать конструкцию в условиях небольшого парка станков, применения экономически более выгодных конструкций, а также унифицированных узлов и деталей.

Назначением разработки данной конструкции является разработка пакета конструкторской документации, на основании которого будет разрабатываться рабочая документация, по результатам которой в дальнейшем будет изготовлен опытный образец стенда для проверки амортизаторов легковых автомобилей.

2.1.4 Источники информации

При разработке данной конструкции стенда для проверки амортизаторов легковых автомобилей использовались следующие источники информации:

1. Оборудование для ремонта автомобилей. Под ред. Шахнеса М. М. Изд-во «Транспорт», 1971 г.

2. И.С. Туревский «Техническое обслуживание автомобилей. Книга 1. Техническое обслуживание и текущий ремонт автомобилей». Изд-во «Форум», 2007 г.

3. В.В. Крамаренко «Техническое обслуживание автомобилей». Изд-во «Транспорт», 1968 г.

2.1.5 Технические требования к проектируемому стенду для проверки амортизаторов легковых автомобилей

Стенд для проверки амортизаторов легковых автомобилей должен:

- удовлетворять требованиям надёжности и экономичности;
- быть безотказным при эксплуатации;
- иметь малую трудоемкость при проведении ремонтных работ;
- быть технологичным при производстве;
- быть работоспособным в течение всего срока хранения и транспортировки;
- отвечать требованиям пожаро- и электробезопасности.

При проектировании стенда должны приобретаться изделия,

отвечающие требованиям государственного стандарта - автомобильные запасные части, крепежные детали и т.д. [13]. Кроме того, в разработанной конструкции стенда должны быть предусмотрены варианты дальнейшей модификации конструкции с целью улучшения ее технико-потребительских качеств и свойств.

Безопасность труда при эксплуатации стенда для проверки амортизаторов легковых автомобилей обеспечиваются следующими требованиями [8, 9]:

1. Конструктивными (при выполнении ремонтных работ должно быть предусмотрено крепление и фиксация рабочих органов стенда, устройства для обеспечения безопасности оператора и т.д.).

2. Санитарно-гигиенические условия (обеспечение местной вентиляции, применение шумовых экранов, обеспечение беспрепятственного доступа к внутренним поверхностям стенда для выполнения работ по уборке).

3. Электробезопасность стенда (заземление, стойкая к химическому и механическому воздействию электроизоляция, защита при перегрузке стенда и возможность экстренного отключения стенда).

4. Эргономические требования (рабочее место не должно вызывать повышенной усталости оператора. Должно быть предусмотрено удобное размещение крепежных и стопорных элементов. Предусмотреть возможность дистанционного управления).

5. Эстетические требования (очертания конструкции должны быть простыми и строгими, предпочтительно выполнять части стенда в форме прямоугольника, внешний вид конструкции не должен оказывать воздействия на психическое состояние оператора, отвлекать его от работы, острые углы и кромки поверхностей должны быть скруглены, выступающие углы должны иметь скошенные грани).

6. Защита персонала от вредных производственных факторов.

7. Стенд для проверки амортизаторов легковых автомобилей должен

удовлетворять условиям разборки / сборки и ремонтпригодности. При осуществлении хранения и транспортировки стенд должен разбираться и упаковываться в ящики.

Питание электрического привода стенда должно осуществляться при помощи переменного трёхфазного тока (напряжение сети 380 В, частота 50 Гц).

2.1.6 Рекомендуемая техническая характеристика стенда для проверки амортизаторов легковых автомобилей

Рекомендуемая техническая характеристика стенда для проверки амортизаторов легковых автомобилей представлена в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Рекомендуемая техническая характеристика стенда для проверки амортизаторов легковых автомобилей

Параметр	Значение
Габаритные размеры:	
– длина, мм	не более 1500
– ширина, мм	не более 600
– высота, мм	не более 800
масса, кг	не более 200
Тип	стационарный стенд
Частота вращения электродвигателя, мин ⁻¹	не более 1500
Мощность электрического двигателя, кВт	2
Напряжение сети, В	380

2.1.7 Стадии и этапы разработки

Сроки выполнения технического задания по разработке конструкции стенда для проверки амортизаторов легковых автомобилей должны соответствовать срокам, установленным в учебном плане.

2.1.8 Порядок контроля и приёмки

Конструкторская документация на стадии технического проекта проходит согласование с руководителем выпускной квалификационной работы, и техническими специалистами, рекомендованными руководителем ВКР.

2.2 Техническое предложение на разработку конструкции стенда для проверки амортизаторов легковых автомобилей

2.2.1 Подбор материалов

При выполнении проектирования конструкции стенда используются материалы, собранные в ходе литературного обзора разрабатываемой конструкции, курс лекций кафедры «Проектирование и эксплуатация автомобилей», книги и журналы.

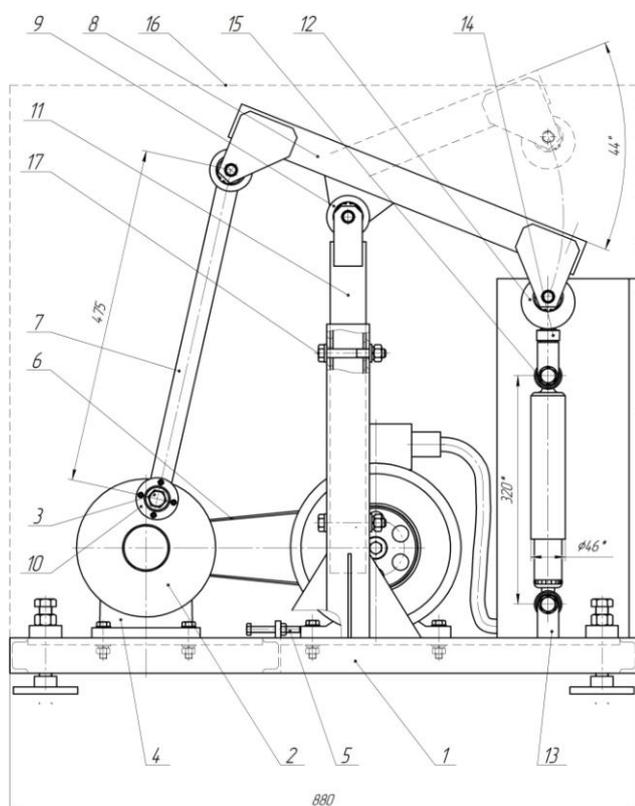
2.2.2 Выявление, оценка и общее конструктивное устройство стенда

Сделав выводы из анализа преимуществ и недостатков конструкций аналогичных стендов, а также опираясь на изложенные в техническом задании требования предлагается следующее компоновочное решение стенда.

Предлагаемая конструкция стенда для проверки амортизаторов легковых автомобилей представляет собой раму 1, выполненную из пространственно сваренных друг с другом стальных катаных швеллеров С-сечения, усиленных между собой листовым металлом в местах установки узлов стенда. Данное конструктивное решение обеспечивает необходимую жесткость стенда при минимальной металлоемкости. Для регулировки горизонтальности рамы в углах рамы располагаются регулируемые опоры.

В нижней части стенда размещена промопора с подшипниковым узлом 3, на эксцентрике 2, который представляет собой массивный стальной диск, к которому крепится штанга 7, представляющая собой толстостенную трубу

50x30 мм. Данное конструктивное решение позволяет снизить себестоимость изготовления и значительно сократить сроки изготовления стенда.



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

Рисунок 2.1 - Компоновочная схема стенда для проверки амортизаторов легковых автомобилей

Вращение эксцентрика 2 через зубчатый ремень 6 осуществляется от электрического двигателя 4. Подбор зубчатого ремня выполнен таким образом, что шаг его зубьев совпадает с шагом зубьев звездочек, закрепленных на другой стороне промопоры и с шагом приводной звездочки (от привода ГРМ

ВАЗ-2112), которая установлена на выходном валу электрического двигателя 4. Натяжение ремня 6 осуществляется натяжными винтами 5, через пазы в плите, на которой крепится электрический двигатель. Помимо натяжения ремня 6, натяжной винт 5 служит и направляющей ремня 6, позволяя удерживать его от срыва с зубчатого венца маховика 2. Это позволяет упростить конструкцию привода маховика 2 и удешевить стоимость производства стенда.

В качестве ремня 6, предлагается использовать приводной ремень зубчатого профиля от ОАО «БАЛАКОВОРЕЗИНОТЕХНИКА», т.к. данный ремень оптимально совместим со штатными размерами зубьев приводной звездочки электрического двигателя 4 и с зубьями промопоры от эксцентрика 2.

Для обеспечения безопасности при проведении работ по испытанию амортизатора все движущиеся части привода закрыты защитным кожухом 16, который крепится к раме 1. Кожух изготовлен в виде рамок со стальной сеткой по всей поверхности, рамки снимаются на время монтажа/демонтажа испытываемого амортизатора.

К раме 1 болтами крепится монтажная консоль 11 с тремя монтажными отверстиями 17, причем каждое из этих отверстий размещается 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. Каретка поворотного рычага закреплена относительно рамы 1 при помощи 2-х штатных болтов. Это позволяет ей совершать только возвратно-поступательное движение относительно направляющих, которые закреплены на стойках рамы 1. Данное конструкторское решение позволяет при помощи простых и унифицированных узлов обеспечить достаточно сложную плоскопараллельную систему преобразуя вращательное движение в возвратно-поступательное. Использование 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 того чтобы компенсировать возможные перекосы рычага 8 относительно монтажной консоли 11. Для той же цели требуется использовать самоустанавливающийся шарикоподшипник 10.

Нижний конец проверяемого амортизатора закрепляется на консольной опоре 12, а верхним концом - штоком крепится к переходнику 15, жестко соединенным с тензорезисторным датчиком силы. Тензорезисторный датчик силы соединен через испытуемый амортизатор с кронштейном платформы 13, являющийся переналаживаемым (под различные типоразмеры амортизаторов) через переходные детали (переходник 15 и ось) относительно рамы 1 при помощи болтовых соединений. Это позволяет обеспечить универсальность стенда при его использовании под различные модели амортизаторов.

Для работы стенда требуется датчик, позволяющий преобразовать растягивающие и сжимающие силы вдоль оси симметрии датчика в пропорциональный электрический сигнал. В качестве такого датчика был принят тензометрический датчик силы модель EMS20. Выбор данного датчика основан на его конструктивных особенностях, а также доступной цене. Регулировка датчика по высоте осуществляется за счет шарнирного подвеса (входит в комплектацию датчика). Минимальное время монтажа и запуска в эксплуатацию является отличительной особенностью данного датчика.

Таким образом, предлагаемая конструкция стенда для испытания амортизаторов легковых автомобилей, путем проверки демпфирующего усилия амортизатора, полностью соответствует техническим требованиям и рекомендациям, изложенным в ТЗ. Стенд является универсальным, себестоимость его изготовления значительно ниже представленных на рынке стендов аналогичного назначения отечественного и зарубежного изготовления.

2.2.3 Эстетические требования к разрабатываемой конструкции

Общий конструктивный стиль отдельных узлов должен создавать

продуманный и гармоничный дизайн разрабатываемого изделия [2].

Форма очертаний узлов и деталей проста и строга и в большинстве случаев является повторением горизонтальных и вертикальных линий. Простота и открытость внешней формы обеспечивает содержание стенда в чистоте и упрощает удаление различных видов загрязнений.

Стенд для проверки амортизаторов легковых автомобилей окрашивается в соответствии с эстетическими требованиями и требованиями безопасности. Все части корпуса стенда окрашиваются в светло-зеленый цвет, так как он является физиологически оптимальным для зрения человека, не оказывает влияния на нервную систему оператора и не снижает производительность труда. Движущиеся части окрашиваются ярко-красной эмалью.

2.2.4 Эргономические требования

Конструкция стенда в целом эргономична, так как ее техническое обслуживание не сопряжено с большими неудобствами.

Пульт управления стендом, органы управления и кнопки легкодоступны, удобны в управлении и размещены на уровне согнутого локтя. Предусмотрено дистанционное отключение стенда рубильником.

2.2.5 Техника безопасности в конструкции

Выполнение требований техники безопасности обеспечивается проведением комплекса следующих мероприятий [3]:

– выполнение требований пожаро- и взрывобезопасности путем оснащения участка для проведения ремонта средствами пожаротушения: пожарный щит, огнетушитель порошковый ОП-5, огнетушитель углекислотный ОУ-5 и ящик с песком (емкость 0,5 м³) на 50 м² площади помещения;

– обеспечение эргономики труда оператора;

– проведение инструктажей для слесарей МСР согласно ГОСТ

12.0.004-2015. «Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Организация обучения безопасности труда. Общие положения» с обязательным ведением журнала регистрации;

- соблюдение порядка и чистоты на рабочем месте;
- проверка крепления всех узлов стенда и исправности крепежа перед проведением ремонтных работ.

Таким образом, предлагаемый для изготовления стенд для проверки амортизаторов легковых автомобилей, а именно проверки демпфирующего усилия, полностью соответствует изложенным в техническом задании техническим требованиям, стенд универсальный, а также является очевидным тот факт, что себестоимость изготовления конструкции стенда на порядок меньше стоимости стендов аналогичного назначения предлагаемых на рынке.

2.3 Расчет элементов конструкции стенда для проверки амортизаторов легковых автомобилей

2.3.1 Выполнение расчета привода стенда и выбор электрического двигателя

При определении крутящих моментов задаемся моментом, необходимым для поворота эксцентрика электрическим двигателем, при преодолении сопротивления растяжения/сжатия амортизатором.

Момент сопротивления вращению выходного вала привода определяется по формуле (2.1) [21, 23]:

$$M_{\text{вых}} = m \cdot l, \quad (2.1)$$

где m – сила сопротивления сжатия/растяжения амортизатора на заданном режиме, принимается из таблицы 2.2 для самого тяжелого варианта, по данным завода-изготовителя:

Таблица 2.2 – Технические характеристики амортизатора легкового автомобиля Lada 2170-2915402-10

Параметр	Значение
Номинальный внутренний диаметр рабочего диаметра цилиндра, мм	30
Номинальный диаметр штока, мм	16
Ход штока, мм	229+/-2
Номинальное усилие при скорости поршня амортизатора:	
- на ходе сжатия, Н (кгс);	247 (25,2)
- на ходе отбоя, Н (кгс)	900 (91,8)
Масса, не более	2,2

l – расстояние от центра качения верхнего рычага до оси вращения эксцентрика, выбирается больше, исходя из перемещения центра тяжести кузова при работе на автомобиле и в зависимости от навесного оборудования, оставшемся на кузове.

Подставив соответствующие значения в формулу (2.1), получим:

$$M_{\text{вых}} = 1400 \cdot 0,3 = 420 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

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⁻¹.

Производим подбор электрического двигателя, задаваясь частотой вращения выходного звена из условия технологического процесса работы на стенде, при этом определяется необходимая мощность привода по формуле (2.2):

$$N = \frac{M_c \cdot n_c}{9550 \cdot \eta_{\text{мех}}}, \quad (2.2)$$

где M_c – момент сопротивления вращению выходного вала привода,

$$M_c = M_{\text{вых}} = 420 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

n_c – частота вращения выходного звена, $n_c = 80 \text{ мин}^{-1}$;

$\eta_{\text{мех}}$ – КПД механизма, $\eta_{\text{мех}} = 0,8$.

Подставив соответствующие значения в формулу (2.2), получим:

$$N = \frac{420 \cdot 80}{9550 \cdot 0,8} = 1,059 \text{ кВт}.$$

По полученному значению мощности, принимается двигатель мощностью $N_{\text{дв}} = 1,059 \text{ кВт}$, частота вращения вала $n_{\text{дв}} = 1000 \text{ мин}^{-1}$, тип АИР.

Производим расчет редуктора привода станда.

Определение передаточного отношения между двигателем и выходным звеном осуществляется по формуле (2.3):

$$u = \frac{n_{\text{дв}}}{n_c}, \quad (2.3)$$

где $n_{\text{дв}}$ – частота вращения выбранного электрического двигателя,

$$n_{\text{дв}} = 1000 \text{ мин}^{-1};$$

n_c – частота вращения выходного вала привода, $n_c = 80 \text{ мин}^{-1}$.

Подставив соответствующие значения в формулу (2.3), получим:

$$u = \frac{1000}{80} = 12,5.$$

Полученное передаточное отношение обеспечивается ременной передачей при помощи зубчатого ремня.

Передаточное число ременной передачи определяется по формуле (2.4):

$$u_p = \frac{M_c}{M_p}, \quad (2.4)$$

где M_c - необходимая мощность привода;

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

Подставив соответствующие значения в формулу (2.4), получим:

$$u_p = \frac{2700}{1000} = 2,7.$$

Выполняем кинематический расчет клиноременной передачи.

Угловые скорости определяются по формуле (2.5) [24]:

$$w_{\text{вых}} = \frac{\pi \cdot n_{\text{вых}}}{30}, \quad (2.5)$$

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

$n_{\text{вых}}$ – частота вращения выходного вала привода, $n_{\text{вых}} = 3 \text{ мин}^{-1}$.

Подставив соответствующие значения в формулу 2.5, получим:

$$w_{\text{вых}} = \frac{3,14159 \cdot 3}{30} = 0,3142 \text{ с}^{-1}.$$

Частота вращения на входном валу ременной передачи определяется по формуле (2.6):

$$w_p = w_{\text{вых}} \cdot u_p; \quad (2.6)$$

Подставив соответствующие значения в формулу 2.6, получим:

$$w_p = 0,3142 \cdot 2,7 = 0,848 \text{ с}^{-1}.$$

Крутящие моменты определяются по формуле (2.7):

$$M_p = \frac{M_{\text{вых}}}{u_p}, \quad (2.7)$$

$$M_p = \frac{2700}{2,7} = 1000 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

2.4 Руководство по эксплуатации стенда для проверки амортизаторов легковых автомобилей

Введение

Руководство по эксплуатации стенда для проверки амортизаторов легковых автомобилей (далее по тексту – стенд) предназначено для изучения принципа действия стенда и содержит сведения, необходимые для его правильной эксплуатации и обслуживания.

К работам по управлению стендом, надзору за ее работой, уходу, техническому обслуживанию и контролю разрешается допускать только персонал, знакомый с принципами проведения указанных работ и изучивший настоящее руководство по эксплуатации, а также прошедший инструктаж относительно связанных со стендом опасностей.

Ремонт стенда выполняется поставщиками.

2.4.1 Описание и работа стенда для проверки амортизаторов легковых автомобилей

Стенд для проверки амортизаторов легковых автомобилей предназначен для контроля состояния и определения рабочих характеристик амортизаторов легковых автомобилей, путем проверки демпфирующего усилия самого амортизатора [4].

2.4.2 Технические характеристики стенда

Технические характеристики стенда представлены в таблице 2.3

Таблица 2.3 – Технические характеристики стенда для испытания амортизаторов

Параметр	Значение
1	2
Габаритные размеры:	
– длина, мм	880

Продолжение таблицы 2.3

1	2
– ширина, мм	750
– высота	880
масса, кг	82
Тип	стационарный
Электрический двигатель	асинхронный тип АИР (с системой управления на две скорости вращения – из расчета на 60 и 120 мин ⁻¹), N = 1,1 кВт, n = 925 мин ⁻¹
Варианты хода штока за цикл, мм	80 / 90 / 100
с возможностью доработки под дополнительные варианты ходов штока за цикл, из диапазона, мм	75...105
Информация, отображающаяся на дисплее блока управления	- усилие при сжатии /растяжении амортизатора в данном режиме (кг); - температура окружающей среды (°C); - ход штока (мм); - число циклов в минуту
Напряжение сети, В	380

2.4.3 Комплект поставки

Комплект поставки стенда должен соответствовать перечню таблицы 2.4.

Таблица 2.4 – Комплект поставки стенда

Наименование	Количество, шт	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
Основные части			
Стенд для проверки амортизаторов легковых автомобилей	1	880x750x880	82
Техническая документация			
Паспорт	1	-	-
Руководство по эксплуатации	1	-	-
Лист упаковочный	1	-	-

2.4.4 Общие меры безопасности

Любые изменения или модификации, вносимые в стенд без предварительного разрешения производителя, освобождают производителя

от ответственности за возможный ущерб, нанесенный или вызванный вышеназванными действиями.

Для монтажа стенда требуется пространство шириной 1000 мм и глубиной 600 мм. От него до стены должно быть минимум 300 мм. Стенд необходимо установить на горизонтальном, твердом, не имеющем повреждений полу и закрепить его к полу с помощью анкерных болтов.

Производитель не несет ответственности за вред, нанесенный вследствие невыполнения правил данного руководства по эксплуатации.

2.4.5 Общее описание стенда

Общее описание основных узлов стенда и их назначение подробно описано в п.2.2.2 настоящей пояснительной записки.

2.4.6 Подготовка и порядок работы на стенде

1. Снять защитное покрытие со всех неокрашенных поверхностей стенда, собрать стенд из поставленного комплекта согласно сборочному чертежу.

2. Провести регулировку и устранение зазоров в узлах кинематической цепочки стенда (выставить зазоры и соблюсти соосности между соответствующими узлами стенда, произвести натяжение ремня привода).

3. Смонтировать и подключить энергообеспечение для работы стенда и произвести его заземление.

4. Нанести консистентную смазку на подшипники и направляющие движущихся частей стенда.

5. Разместить пульт управления на удаленном расстоянии (не менее 2 метров от любой точки стенда) от стенда

6. Произвести испытательный запуск стенда (без установки амортизатора), в случае необходимости выполнить работы по наладке.

Порядок работы на стенде.

Рассмотрим проведение работы на стенде для проверки амортизатора задней подвески автомобиля Lada (рисунок 2.1).

Установить ось штанги 7 в соответствующее монтажное отверстие 17 на монтажной шайбе 11 (в соответствии с техническими данными на амортизатор – выбирается соответствующее монтажное отверстие, которое при вращении маховика 2 равно ходу штока амортизатора).

Установить защитный кожух 16 на раму 1 стенда.

Закрепить испытуемый амортизатор на консольной оси 12 (надежно закрепив при помощи гайки), а шток на переходнике 15, предварительно выставив нужный переходник на кронштейне платформы 13 при помощи болтовых соединений.

Далее проверяем правильность выставления режима испытания (сверяется ход штока, цикл испытания), надежность всех болтовых соединений (не допускается неполное или неплотное соединение любого из узлов стенда и испытываемого амортизатора). После чего отходим на удаленное расстояние (не менее 2м) к пульту управления и осуществляем пуск электрического двигателя стенда. Тем самым осуществляем процесс испытания амортизатора.

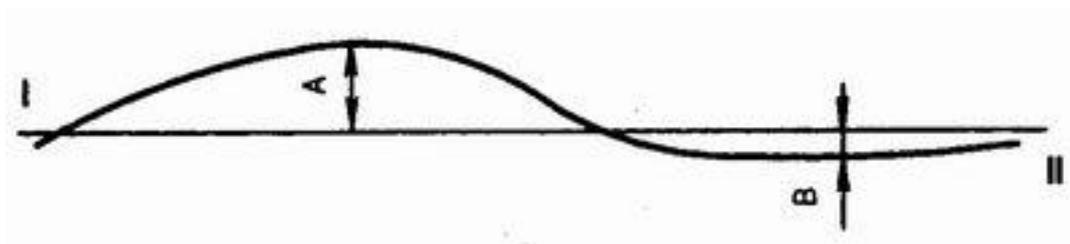
ПРИМЕЧАНИЕ:

Невыполнение требований может привести к нанесению увечий или смерти оператора. Никогда не входите в зону периметра стенда в процессе хода испытания.

Не используйте стенд для испытания амортизаторов с ходом штока меньше выставленному диапазону на стенде.

Далее, по окончании хода испытания на стенде, необходимо проанализировать полученную, в ходе испытания, рабочую диаграмму. Снятие рабочей диаграммы производится после выполнения не менее 5 рабочих циклов, при температуре рабочей жидкости $(20\pm 5)^{\circ}\text{C}$, частоте 60 циклов в минуту и длине хода штока (100 ± 1) мм).

Кривая, полученная на диаграмме (рисунок 2.2) должна быть плавной, а в точке перехода от хода сжатия к ходу отдачи без участков, параллельных нулевой линии.



I - усилие при ходе отдачи; II - усилие при ходе сжатия

Рисунок 2.2 – Рабочая диаграмма амортизатора задней подвески

Определение сопротивлений хода сжатия и хода отдачи производится по наибольшим усилиям, полученным при снятии диаграммы. Контрольные значения усилий на диаграммах амортизатора определяются при температуре $(20\pm 5)^\circ\text{C}$.

Усилие при ходе сжатия (зона II) должно быть: $(247 + 35) \text{ Н} = (25,2 + 3,6) \text{ кгс}$. Усилие при ходе отдачи (зона I) должно быть: $(799 + 82,25) \text{ Н} = (81,6 + 8,4) \text{ кгс}$.

После проведения испытания снять амортизатор со стенда и при необходимости произвести его разборку, заменить изношенные или поврежденные детали. После сборки повторить испытания, для того чтобы убедиться в исправном состоянии амортизатора.

2.4.7 Техническое обслуживание

Регулярное техническое обслуживание способствует длительной и безотказной работе стенда.

Работы по техническому обслуживанию принципиально должны производиться только на отключенном стенде. При этом главный

выключатель следует предохранять от несанкционированного повторного включения (при помощи висячего замка).

Работы по техническому обслуживанию должны регулярно проводиться квалифицированными лицами в соответствии с указаниями производителя. При этом необходимо соблюдать существующие положения и требования охраны труда. Работы с электрическим оборудованием должны выполняться только квалифицированным электриком.

Также необходимым условием является контроль станда на предмет безопасного состояния, проводимый экспертом перед первым ее вводом в эксплуатацию, а затем как минимум один раз в год.

Минимум раз в неделю проверять степень натяжения приводного ремня и крепежных элементов силовых механизмов станда.

В случае короткого замыкания немедленно отключить питание станда.

При возникновении неисправности или сбоя в работе станда немедленно отключить напряжение до выяснения причин и устранения неисправности.

2.4.8 Транспортировка и хранение

Станд может транспортироваться автомобильным, железнодорожным и морским транспортом. Транспортировка в части воздействия: механических факторов в условиях «Л» по ГОСТ 23170-78; климатических факторов – по условиям хранения «8» ГОСТ 15150-69.

Возможно хранение станда под навесом или в неотапливаемом складе согласно группе 5 ГОСТ 15150-69. Вариант защиты ВЗ-1 по ГОСТ 9.014-78.

При превышении срока хранения срока консервации равным 3 года, необходимо произвести повторную консервацию в соответствии с ГОСТ 9.014-78.

2.4.9 Гарантийные обязательства

Гарантируется исправная работа станда в течение 12 месяцев со дня продажи, при условии эксплуатации его в точном соответствии с требованиями руководства по эксплуатации, но не более 18 месяцев со дня отгрузки заказчику.

В течение гарантийного срока предприятие-изготовитель производит ремонт или замену преждевременно вышедших из строя деталей и сборочных единиц.

Предприятие-изготовитель не несёт никаких гарантийных обязательств в случае использования станда не по назначению и несоблюдению правил и условий эксплуатации указанных в данном руководстве по эксплуатации.

В случае утери данного руководства по эксплуатации либо отсутствия требуемых записей в Листе регистрации, гарантийное обслуживание прекращается, претензии не принимаются.

2.4.10 Сведения о рекламациях

Потребитель предъявляет рекламации предприятию-изготовителю на основании действующего положения о поставке продукции производственного назначения.

Детали и сборочные единицы заменяются предприятием-изготовителем при условии предоставления акта рекламации с полным обоснованием причин поломок.

В акте должны быть указаны наименование деталей и сборочной единицы, время и место выявления дефекта а также подробно указаны обстоятельства, при которых обнаружен дефект.

3 Технологический процесс

3.1 Конструкция и устройство амортизаторов

Амортизаторы являются главными компонентами каждого автомобиля. Подобрать амортизатор в настройку подвески не так уж просто. Известно, что жесткая подвеска близка к спортивным характеристикам. Она, во-первых, гарантирует минимальные крены, во-вторых, обеспечивает хороший контакт с дорожным покрытием [1].

Что касается функциональности амортизаторов, то он должен в первую очередь гасить вертикальные колебания. Стоит отметить, что они же влияют на скорость автомобиля во время езды, его разгонную и тормозную динамику. Известно, что при разгоне машина как бы приседает назад, тем самым задние колеса нагружаются, а передние, наоборот, разгружаются. Таким образом, сцепление передних колес с дорогой заметно снижается. Когда же автомобиль тормозит, то происходит иная картина. В этом случае максимальная нагрузка идет, наоборот, на передние колеса, а не на задние. Задние же притормаживают, лишь слегка. В любом случае при торможении или разгоне машина в идеале должна сохранять свое нормальное ровное положение. Когда же автомобилист делает на своем автомобиле какие-либо маневры, то нагрузка будет смещаться не по осям, а по сторонам машины. В этом плане она также должна оставаться в ровном, горизонтальном положении.

Таким образом, главной задачей амортизаторов является обеспечение стабильного контакта, сцепления колес с поверхностью дороги в то время, когда над автомобилем теряется контроль. Если они исправны, то колеса без труда обходят все препятствия и возвращаются на исходные позиции, возвращаются быстро на дорогу и обеспечивают правильное сцепление. Сегодня же разрабатываются такие автомобили, у которых их вес поддерживают рессоры или пружины. За все остальное отвечают как раз

амортизаторы. Поэтому каждый автомобилист должен отнестись к их выбору предельно серьезно.

Стоит отметить, что работа амортизаторов отличается от других систем некоторыми нюансами и спецификой своего функционирования. Дело в том, что дорожное покрытие не бывает идеально ровным, тем более, если мы говорим о наших дорогах. Нужно помнить, что автомобиль может ехать по неровностям, кочкам, щебню и т.д. Известно, что при встрече автомобилем нескольких кочек подряд, амортизатор начинает работать с перебоями. То есть, он еще не успевает распрямиться, как уже опять должен работать на сжатие. Кроме того, он должен обеспечивать нормальную обработку мелких неровностей. Что касается крупных неровностей, то в этом случае он не должен полностью сжиматься, иначе в противном случае могут возникнуть перебои.

Теплообразование также является главным нюансом в работе амортизаторов. Известно, что жесткость амортизаторов повышена в том случае, если вязкость жидкости выше или перепускные отверстия поршня меньше. Из-за этого при работе амортизаторов выделяется больше температуры. Стоит отметить, что сильно низкая температура также отрицательно сказывается на их работе. Когда в них наблюдается минусовая температура, то масло начинает становиться густым, что также приводит к жесткости амортизатора. В этом случае характеристики его работы сильно меняются. В этом случае нужно суметь правильно выбрать масло.

Говоря о работе амортизаторов, нельзя пройти мимо аэрации. Дело в том, что в современных моделях помимо масла присутствует определенный газ, которое смешивается с маслом и превращает его в пенообразную консистенцию. Известно, что пена может сжиматься, поэтому в этом случае эффективность демпфирования резко снижается.

Расположение амортизаторов также играет существенную роль. Самым выгодным для них местом является расположение неподалеку от колеса,

перпендикулярно плоскости подвески. Демпфирующая эффективность амортизатора будет снижена в том случае, если его установить под углом.

Таким образом, конструкция и устройство амортизатора представляет собой сложную науку. Конечно, здесь существует множество компоновочных и конструкторских решений различных инженерных задач.

Сегодня различают два основных типа амортизаторов: однотрубные и двухтрубные. Кроме того, они делятся по наполнению на жидкостные, или гидравлические, и газовые, то есть, с гидравлическим газовым подпором. Крайне редко встречаются амортизаторы, работающие только на высоком давлении газа.

Рассмотрим самые распространенные виды амортизаторов: гидравлические и с гидравлическим газовым подпором.

На сегодняшний день гидравлические двухтрубные амортизаторы являются самыми распространенными. В принципе, их легко изготовить, да и в эксплуатации они не такие требовательные. Стоит отметить, что у гидравлических амортизаторов имеются свои недостатки. Во-первых, у них есть существенные проблемы, связанные с аэрацией. Они наблюдаются, когда амортизатор работает особенно интенсивно. Если воздух будет заменяться азотом, то работа будет намного лучше, как показывает практика. Дело в том, что азот является инертным газом, который не дает амортизатору корродировать в отличие от обычного воздуха. Но все же азот не может полностью решить проблему с аэрацией. Стоит также упомянуть о том, что двухтрубные амортизаторы хуже охлаждаются. Такой фактор также негативно сказывается на их работе.

Амортизаторы с гидравлическим газовым подпором имеют практически ту же конструкцию, что и гидравлические двухтрубные системы. Кроме того, они имеют схожий принцип действия. Все же есть существенное отличие: обычно в амортизаторе находится не воздух, а инертный газ, например, азот, давление которого составляет от 4-20 атм и больше. То есть, инертный газ и есть газовый подпор. При различных

условиях эксплуатации машины давление газа может меняться. Обычно задние и передние амортизаторы имеют разное давление. Известно, что давление газового подпора зависит от диаметра патрона. Если диаметр большой, то давление инертного газа требуется значительно меньше.

Главным преимуществом амортизатора такого типа является нормальная аэрация. Дело в том, что в этом случае масло не смешивается с газом так интенсивно, как у гидравлического типа, поэтому амортизатору ничто не мешает хорошо работать. Сегодня инженеры используют конструкторский подход при настройках работы амортизатора, поэтому они все чаще разрабатывают универсальные модели, которые имеют ряд преимуществ, в отличие от обычных гидравлических амортизаторов.

В любом случае все двухтрубные амортизаторы имеют один большой недостаток: они не могут устанавливаться в перевернутом виде. Этому препятствует газ, который их наполняет.

Сегодня можно встретить и однотрубные амортизаторы. Рассмотрим принцип их действия подробнее.

Такая модель амортизатора имеет только одну колбу. Именно эта колба выполняет функцию одновременно рабочего цилиндра и корпуса. Вообще принцип работы однотрубной модели похож с двухтрубным амортизатором. Но есть существенное отличие: газ в этом случае находится в том же цилиндре, кроме того, он отделен от масла специальным плавающим поршнем. В этом случае инженеры используют инертный газ, то есть, азот, который находится отдельно от масла. Его давление относительно высоко: от 20 до 30 атм.

Нижний клапан сжатия в однотрубных моделях, как и в двухтрубных, отсутствует. Всю работу, связанную со сжатием и управлением сопротивления, выполняет поршень. Из-за этого поршень подобрать не всегда просто. Он должен подходить по размеру, конструкции, форме и числу отверстий.

Стоит отметить, что однотрубные амортизаторы отличаются от остальных высокими техническими характеристиками. Обычно автомобиль, оснащенный такими амортизаторами, точнее держится и легче управляется. Однотрубные модели могут быстро охлаждаться, так как воздух обдувает только рабочий цилиндр. Габариты системы в этом случае также играют большую роль. Если диаметр рабочей колбы будет больше, то и масла будет больше, таким образом, следует ожидать лучшей теплоотдачи и высоких стабильных технических характеристик.

Все же есть некоторые минусы. Однотрубные амортизаторы в отличие от своих конкурентов могут легко получить повреждения различного рода. Если колба помнется, то нужно менять всю стойку. Двухтрубные модели в этом плане имеют защиту – щит в качестве внешнего цилиндра, поэтому они относительно дольше служат. Кроме того, однотрубные амортизаторы слишком чувствительны к температуре. Если температура очень высокая, то амортизатор будет работать жестко.

Главным плюсом однотрубных амортизаторов является то, что их можно устанавливать как угодно, так как масло и газ находятся друг от друга отдельно, не соприкасаются. Инженеры используют такой фактор в своих целях. Они устанавливают такой амортизатор штоком вниз, тем самым снижая неподрессоренные массы.

3.2 Технологическая карта испытания амортизатора автомобиля ВАЗ-2170

В связи с ограниченным объемом пояснительной записки технологический процесс испытания амортизатора автомобиля ВАЗ-2170 представлен на листе графической части выпускной квалификационной работы.

Общая трудоёмкость 8 чел.-мин. (0,13 чел.-ч.). Исполнитель – слесарь по ремонту автомобилей 4-го разряда

4 Безопасность и экологичность стенда для проверки амортизаторов легковых автомобилей

Технологический паспорт безопасности объекта – это документ, который требуется на всех опасных сооружениях и производствах. Он помогает не только сократить количество чрезвычайных ситуаций, происходящих на производстве по причине работы с потенциально опасными объектами, но и нужен для разработки плана на случай ЧС. Благодаря тому, что в Главном управлении МЧС находятся паспорта для всех опасных объектов на подконтрольной территории, повышается техногенная безопасность, а в случае аварии и персонал, и спецслужбы точно знают как действовать. Плюс ко всему, организации, работающие с взрывоопасными, радиоактивными, химическими и биологическими веществами, получают гарантию безопасности во время их производства, перевозки и использования. Промышленный уровень безопасности значительно повышается.

Создается и утверждается паспорт безопасности опасного объекта по нормам, установленным Российским законодательством, а также Приказом МЧС РФ. Основные документы, регулирующие разработку и предоставление документа были утверждены более десятилетия назад, но содержащиеся там рекомендации и правила актуальны и сегодня.

Необходимо разрабатывать паспорт безопасности по следующим причинам:

- оценка последствий в случае аварийной ситуации или ЧС;
- расчет рисков для персонала, оборудования, производства и населения;
- установление плана дальнейших действий для восстановления после происшествия;
- анализ подготовленности персонала на случай аварии, готовность персонала материальной базы к устранению последствий;

– составление плана действий для увеличения уровня защиты, а также проведение подробного инструктажа среди работников.

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика стенда для проверки амортизаторов легковых автомобилей

Технологический паспорт стенда для проверки амортизаторов легковых автомобилей представлен в таблице 4.1 [14].

Таблица 4.1 – Технологический паспорт стенда для проверки амортизаторов легковых автомобилей

Технологический процесс	Технологическая операция	Занимаемая должность сотрудника, выполняющего технологический процесс	Оборудование, устройство, приспособление	Одежда, материалы, вещества
Проверка амортизаторов легковых автомобилей	1 Подготовка стенда 2 Подготовка амортизатора 3 Установка амортизатора на стенде 4 Испытание амортизатора 5 Снятие амортизатора	Слесарь по ремонту автомобилей четвертого разряда	Стенд для проверки амортизаторов легковых автомобилей	Спецодежда, перчатки, набор ключей

4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

Рассмотрим воздействующие на человека опасные и вредные производственные факторы (таблица 4.2) в соответствии с классификацией, приведенной в ГОСТ 12.0.003-74, при выполнении работ на стенде для проверки амортизаторов легковых автомобилей [14].

Таблица 4.2 – Перечень основных вредных и опасных производственных факторов при выполнении работ на стенде для проверки амортизаторов легковых автомобилей

Производственно-технологический процесс	Вредные и опасные производственные факторы в соответствии с ГОСТ 12.0.003-74 Система стандартов безопасности труда (ССБТ)	Очаг происхождения вредного и/или опасного производственного фактора
1	2	3
Подготовка стенда	Физические опасные и вредные факторы: – движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования. Нервно-психологические перегрузки: – умственное перенапряжение; – перенапряжение анализаторов; однообразное многократно повторяющиеся действия (монотонность труда)	Стенд для проверки амортизаторов легковых автомобилей
Подготовка амортизатора	Нервно-психологические перегрузки: – умственное перенапряжение; – перенапряжение анализаторов, – однообразное многократно повторяющиеся действия (монотонность труда).	Амортизатор легкового автомобиля
Установка амортизатора на стенд	Нервно-психологические перегрузки: – умственное перенапряжение; – перенапряжение анализаторов, однообразное многократно повторяющиеся действия (монотонность труда).	Стенд для проверки амортизаторов легковых автомобилей, амортизатор легкового автомобиля
Испытание амортизатора	Физические опасные и вредные факторы: – движущиеся машины и механизмы, подвижные части стенда. Нервно-психологические перегрузки: – умственное перенапряжение; – перенапряжение анализаторов, однообразное многократно повторяющиеся действия (монотонность труда).	Стенд для проверки амортизаторов легковых автомобилей

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3
Снятие амортизатора	Нервно-психологические перегрузки: – умственное перенапряжение; – перенапряжение анализаторов, – однообразное многократно повторяющиеся действия (монотонность труда).	Стенд для проверки амортизаторов легковых автомобилей, амортизатор легкового автомобиля

4.3 Разработка комплекса организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности

Технические средства пожаротушения являются неотъемлемой частью всей системы безопасности. На производственных объектах и там, где существует повышенная опасность возникновения аварийных ситуаций, связанных с возгораниями, наличие технических средств для ликвидации пожаров обязательно. Требования к ним описаны в соответствующем техническом регламенте и отраслевых актах нормативной литературы. Некоторые правила и их своды выпущены во времена СССР, но продолжают действовать до сих пор.

Рассмотрим классификацию средств пожаротушения применяемых для данного технического объекта [14]:

- первичные средства пожаротушения - внутренний пожарный кран, щит пожарный с песком и инвентарем (лом, багор пожарный, топор, комплект для резки электропроводов, лопата совковая, полотно асбестовое), универсальный огнетушитель порошковый ОП-10 – 1 шт., воздушно-пенный огнетушитель ОВП-12 – 1 шт.;

- мобильные средства пожаротушения предназначены для тушения пожаров с возможностью перемещения (мотопомпа для тушения возгораний);

- стационарные средства пожаротушения состоят из трубопроводов, в случае с наполнением из воды, пара или пены. Система трубопроводов

соединяет автоматические устройства и оборудование. Приборы реагируют на повышенную температуру, сигнал передается на датчики. Затем происходит включение насосов, подающих воду.

Идентификация класса пожароопасности и опасных факторов пожара приведена в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Идентификация класса пожароопасности и опасных факторов пожара

Участок и его оснащённость оборудованием	Класс пожароопасности	Вредные и опасные факторы при пожаре
1	2	3
Технологическое оборудование в агрегатном отделении	класс В	Разлив смазочного материала (масла), опасность поражения электрическим током

4.4 Организационно-технические мероприятия по предотвращению чрезвычайных происшествий

Организационно-технические мероприятия по предотвращению ЧС приведены в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Организационно-технические мероприятия по предотвращению ЧС

Технологический процесс, оборудование	Варианты проводимых организационно-технических мероприятий	Требования, которые предъявляются для обеспечения ПБ, реализуемые эффекты
1	2	3
Стенд для проверки амортизаторов легковых автомобилей	Наличие свидетельства по ПБ на стенд для проверки амортизаторов легковых автомобилей	Приобретение оборудования с сертификатом на требования ПБ
	Проведение инструктажей по ПБ	Своевременное и регулярное проведение инструктажей по ПБ под роспись
	Выполнение регулярного и высококачественного осуществления планово-предупредительных и ремонтных работ	Профилактические работы на основании ранее разработанного и утвержденного графика. Определение приказом по

Продолжение таблицы 4.4

1	2	3
		организации работника, ответственного за осуществление планово-предупредительных и ремонтных работ
	Наличие в соответствии с требованиями законодательства РФ знаков и информационных табличек безопасности применяемых для соблюдения условий охраны труда и пожарной безопасности	Знаки безопасности применяемые для соблюдения условий охраны труда и пожарной безопасности, установленные в соответствии с требованиями законодательства РФ
	Размещение технологического оборудования в соответствии с требованиями ПБ	Должно быть обеспечено свободный доступ работающего персонала к путям эвакуации и средствам пожаротушения
	Материально-техническое обеспечение с целью безусловного выполнения функционального назначения во всех режимах	Исправное состояние огнетушителей и других средства пожаротушения Не допускать наличие и применение просроченных
	Разработка плана эвакуации людей в соответствии с п. 3.14 ГОСТ Р 12.2.143-2002	Наличие действующего плана эвакуации. Планы эвакуации вывешиваются на видных местах. Планы пересматриваются не реже одного раза в 5 лет. При изменениях в технологическом процессе, метрологическом обеспечении, при наличии информации об имевших место пожароопасных ситуациях планы уточняются в 15-дневный срок.

4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

Идентификация экологических факторов стенда для проверки амортизаторов легковых автомобилей приведена в таблице 4.5 [15, 16].

Таблица 4.5 – Идентификация экологических факторов стенда для проверки амортизаторов легковых автомобилей

Название технического объекта или технологического процесса	В каком месте планируется использовать устройство и кем	Влияние технического объекта на атмосферу	Влияние технического объекта на гидросферу	Влияние технического объекта на литосферу
Стенд для проверки амортизаторов легковых автомобилей	Агрегатное отделение	Не выявлено	Не выявлено	Отработанные средства индивидуальной специальной защиты (спецодежда, перчатки)

4.6 Мероприятия, способствующие уменьшению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду

Перечень мероприятий, определяющих экологические факторы стенда для проверки амортизаторов легковых автомобилей приведен в таблице 4.6 [15].

Таблица 4.6 – Перечень мероприятий, определяющих экологические факторы стенда для проверки амортизаторов легковых автомобилей

Название технического объекта	Стенд для проверки амортизаторов легковых автомобилей
Мероприятия, способствующие уменьшению негативного антропогенного влияния на атмосферу	Проведение контроля за состоянием воздуха в рабочей зоне оператора. Применение фильтрующих элементов в вытяжных шкафах (зондах) агрегатного отделения.
Мероприятия, способствующие уменьшению негативного антропогенного влияния на гидросферу	Проведение утилизации и захоронения выбросов, отходов, стоков и осадков сточных вод соблюдая меры по предотвращению загрязнения почв
Мероприятия, способствующие уменьшению негативного антропогенного влияния на литосферу	Выполнение сбора, накопления и хранения отходов в специальных закрытых емкостях (бочки, контейнеры и т.д.), которые установлены в специально отведенных местах. Вывоз ТБО и КТО осуществляется на основании договоров, заключенных со специализированными организациями по сбору и вывозу отходов, в соответствии с действующим законодательством

Выводы по разделу «Безопасность и экологичность стенда для проверки амортизаторов легковых автомобилей».

В разделе представлен обзор и оценка основных характеристик технологического процесса проверки амортизаторов легковых автомобилей, составлен технологический паспорт стенда для проверки амортизаторов легковых автомобилей (таблица 4.1).

Произведена идентификация опасностей в процессе производственной деятельности (таблица 4.2). Определены возможные профессиональные риски при выполнении проверки амортизатора. Вредными и опасными производственными факторами определены: монотонность работы, движущиеся части стенда для проверки амортизаторов легковых автомобилей, умственное перенапряжение, перенапряжение анализаторов.

Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности в агрегатном отделении (таблица 4.3).

Разработаны организационно-технические мероприятия по предотвращению чрезвычайных происшествий в агрегатном отделении (таблица 4.4).

Проведена идентификация экологически опасных факторов стенда для проверки амортизаторов легковых автомобилей (таблица 4.5) и разработан перечень мероприятий для обеспечения экологической безопасности при выполнении работ на данном техническом объекте (таблица 4.6).

5 Расчет экономической эффективности стенда для проверки амортизаторов легковых автомобилей

5.1 Калькуляция себестоимости изготовления проектируемого изделия

5.1.1 Расчет расходов на сырье и основные материалы производится по формуле (5.1) [18, 19, 20]:

$$M = C_m \cdot Q_m \cdot \left(1 + \frac{K_{мз}}{100}\right) \quad (5.1)$$

Расчет расходов на сырье и основные материалы представлен в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Себестоимость изготовления проектируемого изделия

Наименование материала	Единица измерения	Количество	Заготовительная цена, руб.	Стоимость, руб.
Профильная труба 110x60, Ст3	кг	10	28,8	288
Труба профильная 100x50, Ст3	кг	10	30,3	303
Металл листовой, h = 3 мм	кг	15	15,8	237
Металл листовой, h = 10 мм	кг	30	15,8	474
Металл листовой, h = 25 мм	кг	15	15,8	237
Металл листовой, h = 6 мм	кг	20	15,6	312
Металл листовой, h = 8 мм	кг	15	15,8	237
Металлическая полоса 5 мм Ст3	кг	5	37,2	186
Металлический пруток Ф40, Ст45	кг	4	45	180
Металлический пруток Ф25, Ст45	кг	1	37,5	37,5
Круг Ф190, Ст10	кг	10	31,7	317
Круг Ф80, Ст10	кг	14	33,2	464,8
Круг Ф170, Ст 10	кг	10	15,8	158
Полоса 60x10, Ст10	кг	10	37,8	378
Полоса 40x10, Ст10	кг	8	36,4	291,2
Швеллер №8	кг	15	14,5	217,5
Швеллер №10	кг	50	15,5	775
Консист. смазка Литол-24	кг	0,2	250	50
Грунтовка ГФ-020	кг	1	67	67
Эмаль ПФ-132	кг	2	98	196
Иное	-	-	-	700
ИТОГО:				5818
Расходы на заготовку и транспортировку:				407,26
Возвратимые отходы:				261,81
ВСЕГО:				6487,07

5.1.2 Расчет затрат на готовые покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, используемые для комплектования изделий производится по формуле (5.2):

$$P_{II} = C_i \cdot n_i \cdot \left(1 + \frac{K_{m3}}{100}\right) \quad (5.2)$$

Расчет затрат на готовые покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты представлен в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Затраты на покупные комплектующие

Наименование комплектующих	Количество	Заготовительная цена, руб.	Стоимость, руб.
Шкив ГРМ ВАЗ-2112 (ведущий)	1	400	400
Шкив ГРМ ВАЗ-2112 (ведомый)	1	400	400
Ремень ГРМ ВАЗ-2112	1	600	600
Электродвигатель 4АИР80В4	1	5600	5600
Тензометрический датчик силы	1	2000	2000
Метизы	85	-	250
Иное	-	-	700
ИТОГО:			9950
Расходы на заготовку и транспортировку:			696,5
ВСЕГО:			10646,5

5.1.3 Расчет затрат на выплату основной заработной платы производится по формуле (5.3):

$$Z_o = C_p \cdot T \cdot \left(1 + \frac{K_{пл}}{100}\right) \quad (5.3)$$

Расчет затрат на выплату основной заработной платы представлен в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Затраты на выплату основной заработной платы

Вид операции	Квалификационный разряд работы	Трудоемкость, человек/час	Тарифная часовая ставка	Тарифная заработная плата
1	2	3	4	5
Заготовительная	3	5,04	42,17	212,53

Продолжение таблицы 5.3

1	2	3	4	5
Сварочная	5	10,08	50,51	509,14
Токарная	4	7,56	50,51	381,85
Фрезерная	4	7,56	50,51	381,85
Сверлильная	3	1,26	45,04	56,75
Слесарная	3	3,78	45,04	170,25
Сборочная	4	10,08	50,51	509,14
Окрасочная	3	1,26	45,04	56,75
Испытательная	4	10,08	45,04	454
ИТОГО:				2732,28
Доплата премии:				546,45
Заработная плата основная:				3278,74

5.1.4 Расчет затрат на выплату дополнительной заработной платы производится по формуле (5.4):

$$Z_d = Z_o \cdot \frac{K_d}{100} \quad (5.4)$$

Подставив соответствующие значения в формулу (5.4), получим:

$$Z_d = 3278,74 \cdot (1,1 - 1) = 327,87 \text{ руб.}$$

5.1.5 Расчет затрат на отчисления единого социального налога производится по формуле (5.5):

$$O_c = (Z_o + Z_d) \cdot K_c \quad (5.5)$$

Подставив соответствующие значения в формулу (5.5), получим:

$$O_c = (3278,74 + 327,87) \cdot 0,26 = 937,72 \text{ руб.}$$

5.1.6 Расчет расходов на ремонт, содержание и эксплуатацию промышленного оборудования производится по формуле (5.6):

$$P_{\text{СОД.ОБ}} = 3_0 \cdot \frac{K_{\text{ОБ}}}{100} \quad (5.6)$$

Подставив соответствующие значения в формулу (5.6), получим:

$$P_{\text{СОД.ОБ}} = 3278,74 \cdot 1,04 = 3409,89 \text{ руб.}$$

5.1.7 Расчет затрат общепроизводственного характера производится по формуле (5.7):

$$P_{\text{ОПР}} = 3_0 \cdot \frac{K_{\text{ОПР}}}{100} \quad (5.7)$$

Подставив соответствующие значения в формулу (5.7), получим:

$$P_{\text{ОПР}} = 3278,74 \cdot 1,5 = 4918,11 \text{ руб.}$$

5.1.8 Расчет цеховой себестоимости производится по формуле (5.8):

$$C_{\text{Ц}} = M + П_{\text{И}} + 3_0 + 3_{\text{Д}} + O_{\text{С}} + P_{\text{СОД.ОБ}} + P_{\text{ОПР}} \quad (5.8)$$

Подставив соответствующие значения в формулу (5.8), получим:

$$C_{\text{Ц}} = 6487,07 + 10646,5 + 3278,74 + 327,87 + 937,72 + 3409,89 + 4918,11 = 30005,91 \text{ руб.}$$

5.1.9 Расчет затрат на общехозяйственные расходы производится по формуле (5.9):

$$P_{\text{ОБЩ.ХОЗ.Р}} = 3_0 \cdot \frac{K_{\text{ОБЩ.ХОЗ.Р}}}{100} \quad (5.9)$$

Подставив соответствующие значения в формулу 5.9, получим:

$$P_{\text{ОБЩ.ХОЗ.Р}} = 3278,74 \cdot 1,6 = 5245,98 \text{ руб.}$$

5.1.10 Расчет производственной себестоимости производится по формуле (5.10):

$$C_{\text{ПР}} = C_{\text{Ц}} + P_{\text{ОБЩ.ХОЗ.Р}} \quad (5.10)$$

Подставив соответствующие значения в формулу (5.10), получим:

$$C_{\text{ПР}} = 30005,91 + 5245,98 = 35251,9 \text{ руб.}$$

5.1.11 Расчет затрат на внепроизводственные расходы производится по формуле (5.11):

$$P_{\text{ВНЕПР.}} = C_{\text{ПР}} \cdot \frac{K_{\text{ВНЕПР}}}{100} \quad (5.11)$$

Подставив соответствующие значения в формулу (5.11), получим:

$$P_{\text{ВНЕПР.}} = 35251,9 \cdot 0,05 = 1762,59 \text{ руб.}$$

Для определения общих затрат на производство стенда, приобретения материалов и затрат связанных с выплатой денежных средств воспользуемся формулой (5.12):

$$C_{\text{Общ}} = C_{\text{ПР}} + P_{\text{ВНЕПР}} \quad (5.12)$$

Подставляем ранее вычисленные значения в формулу 5.12 и получаем.

$$C_{\text{ПР}} = 35251,9 + 1762,59 = 37014,49 \text{ руб.}$$

Анализ отечественного рынка показал, что средняя стоимость приобретения стенда для проверки амортизаторов легковых автомобилей составляет 704266 руб. На основании этого можно сделать вывод, что изготовление конструкции разработанного стенда является экономически целесообразным.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проработки темы выпускной квалификационной работы проведена следующая работа, а именно:

1. Проведен анализ конструкций стендов для проверки амортизаторов легковых автомобилей, отечественных и зарубежных производителей. Выполнена сравнительная оценка основных параметров представленных стендов путем построения циклограммы и выявлена наиболее прогрессивная конструкция – стенд для испытания амортизаторов ИТМ010201. Особенности конструкции данного стенда были использованы при разработке нового оборудования.

2. Разработана конструкция стенда для проверки амортизаторов легковых автомобилей, выполнены сборочные чертежи конструкции в графическом редакторе Компас-3D, проведены прочностные расчеты элементов конструкции стенда, составлено руководство по эксплуатации стенда.

Невысокие затраты на изготовление стенда и относительно простая конструкция позволяет изготовить стенд в условиях станции технического обслуживания и/или автотранспортного предприятия.

3. Рассмотрена конструкция и устройство амортизатора. Составлена технологическая карта испытания амортизатора автомобиля ВАЗ-2170 проверки амортизаторов на спроектированном оборудовании.

4. Рассмотрен раздел «Безопасность и экологичность стенда для проверки амортизаторов легковых автомобилей», составлен технологический паспорт стенда для проверки амортизаторов легковых автомобилей, определены возможные профессиональные риски при выполнении проверки амортизатора, разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности в зоне участка диагностики, разработаны организационно-технические мероприятия по предотвращению ЧС, разработан перечень

мероприятий для обеспечения экологической безопасности при выполнении работ на данном техническом объекте.

5. Проведен расчет экономической эффективности спроектированного стенда.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Иванов, В. П. Оборудование автопредприятий [Текст] : учебник для студентов учреждений высшего образования по специальности "Техническая эксплуатация автомобилей" / В. П. Иванов, А. В. Крыленко. - Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2014. - 301 с. : ил.

2 Проектирование технологической оснастки для ремонта и обслуживания транспортных и транспортно-технологических машин : практикум / Сев.-Кавказ. федерал. ун-т ; [сост. Н. Ю. Землянушнова, Н. И. Ющенко]. - Ставрополь : СКФУ, 2015. – 150.

3 Виноградов, В. М. Ремонт и утилизация наземных транспортно-технологических средств [Текст] : учебное пособие : для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки 23.00.00 "Техника и технологии наземного транспорта", 20.05.01 "Наземные транспортно-технологические средства" (квалификация специалист) / В. М. Виноградов, А. А. Черепяхин, В. Ф. Солдатов. - Москва. - Москва : ИНФРА-М, 2016. - 346 с. : ил.

4 Кирсанов, Е. А. Основы расчета, разработки конструкций и эксплуатации технологического оборудования для автотранспортных предприятий [Текст] : учеб. пособие / Е. А. Кирсанов, С. А. Новиков - М. : [б. и.], 19 - . - В надзаг.: Моск. гос. автомоб.-дор. ин-т (Техн. ун-т). Ч. 1. - 1993. - 80 с. : ил.

5 Плаксин, А. М. Технологический расчет производственных подразделений автотранспортного предприятия [Текст] : учеб. пособие / А. М. Плаксин, Э. Г. Мухамадиев. - Челябинск : ЧГАУ, 2007 (Челябинск). - 68 с.

6 Специальное технологическое оборудование (СТО) [Текст] : Каталог. - БМ : б. и., 1979. - 364 с. : ил.

7 Напольский, Г. М. Технологический расчет и планировка автотранспортных предприятий [Текст] : учеб. пособие к курсовому

проектированию по дисциплине "Проектирование предприятий автомоб. трансп." / Г. М. Напольский. - М. : [б. и.], 2003. - 43 с.

8 Машины, агрегаты и процессы. Проектирование, создание и модернизация: материалы международной научно-практической конференции [Текст]. - Санкт-Петербург : СПбФ НИЦ МС, 20 - . - ISSN 2587-7577. № 1. - 2018. - 236 с. : ил.

9 Бурков, А. А. Проектирование оборудования и систем из него [Текст] : учеб. пособие / А. А. Бурков, Е. Б. Щелкунов, И. П. Конченкова. - Комсомольск-на-Амуре : КНАГТУ, 2006 (Комсомольск-на-Амуре). - 92 с. : ил.

10 Волков, И. А. Основы математического моделирования транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования [Текст] : метод. пособие для студентов оч. и заоч. обучения спец. 190600.62 "Эксплуатация трансп.-технол. машин и комплексов" / И. А. Волков, А. С. Рукодельцев, И. С. Тарасов ; Волж. гос. акад. вод. трансп., Каф. приклад. механики и подъем.-трансп. машин. - Н. Новгород : ВГАВТ, 2014. - 51 с.

11 Теория проектирования подъемно-строительных, транспортно-дорожных средств и спецоборудования [Текст] : учебное пособие / Р. Р. Шарапов [и др.] ; БГТУ им. В. Г. Шухова. - Белгород : БГТУ им. В. Г. Шухова, 2017. - 121 с. : ил.

12 Шестаков, В. С. Исследование и совершенствование способов графического представления оборудования в процессе технологической подготовки производства [Текст] : автореф. дис. канд. техн. наук : 05.11.14 / В. С. Шестаков. - СПб., 2016. - 23 с. : ил.

13 Ковалевский, В. И. Проектирование технологического оборудования и линий [Текст] : учеб. пособие / В. И. Ковалевский. - СПб. : ГИОРД, 2007 (СПб.). - 316 с. : ил.

14 Горина, Л. Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое

пособие [Текст] / Л. Н. Горина - Тольятти: изд-во Тольяттинский государственный университет, 2016. –33 с.

15 Оценка загрязнения атмосферного воздуха производственным участком автотранспортного предприятия [Текст] / А. Т. Туленов [и др.] // Естественные и технические науки. - 2015. - № 9. - С. 145-147. - Библиогр.: 2 назв. (Шифр в БД У2950/2015/9).

16 Воликов, А. Н. Исследование загрязнителей воздушной среды [Текст] : учеб. пособие для студентов специальности 290700-теплогазоснабжение и вентиляция / А. Н. Воликов. - 20 - . - В надзаг.:С.- Петерб. гос. архитектур.-строит. ун-т, Каф. теплогазоснабжения и охраны воздуш. бассейна. Ч. 1 : Механизм и условия образования. - [Б. м. : б. и.]. - 2003. - 113 с. : ил.

17 Новиков, А. И. Конструкция и эксплуатационные свойства транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования [Текст] : лаб. практикум / А. И. Новиков ; Воронеж. гос. лесотехн. ун-т им. Г. Ф. Морозова. - Воронеж : ВГЛТУ, 2016. - 83 с.

18 Бычков, В. П. Экономика автотранспортного предприятия [Текст] : учебник / В. П. Бычков. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 404 с.

19 Маевская, Е. Б. Экономика организации [Текст] : учебник / Е. Б. Маевская. - Москва : ИНФРА-М , 2017. - 351 с. : ил.

20 Ярин, Г. А. Экономика предприятия [Текст] : учеб. / Г. А.Ярин. - 2.изд., перераб.и доп. - Екатеринбург : [б. и.], 2001. - 182 с.

21 Werner, E. Schmierungstechnik [Text] / E. Werner. - 1976. – p. 134.

22 Niemann, G. Maschinenelemente: Band 1: Konstruktion und Berechnung von Verbindungen, Lagern, Wellen [Text] / G. Niemann, H. Winter. - 2005.Springer, - p. 903.

23 Mikell, P. Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems [Text] / P. Mikell. - John Wiley & Sons, 2010. - p. 1024.

24 Konig, R. Schmiertechnik [Text] / R. Konig. – Springer, 1963. – p.164.

25 Wittel, H. Maschinenelemente: Normung, Berechnung, Gestaltung -
Lehrbuch und Tabellenbuch [Text] / H. Wittel, D. Muhs, D. Jannasch. -
Vieweg+Teubner Verlag, 2011. - p. 810.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
Спецификация

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание	
<i>Документация</i>							
A4			18.БР.ПЭА.250.61.00.000.ПЗ	Пояснительная записка	1	61 стр.	
A1			18.БР.ПЭА.250.61.00.000.СБ	Сборочный чертеж	3		
<i>Сборочные единицы</i>							
		1	18.БР.ПЭА.250.61.01.000	Рама	1		
		2	18.БР.ПЭА.250.61.02.000	Регулировочная консоль	1		
		3	18.БР.ПЭА.250.61.03.000	Корпус опоры	1		
		4	18.БР.ПЭА.250.61.04.000	Кривошип в сборе	1		
		5	18.БР.ПЭА.250.61.05.000	Электрошкаф управления	1		
		6	18.БР.ПЭА.250.61.06.000	Эксцентрик в сборе	1		
		7	18.БР.ПЭА.250.61.07.000	Опора с датчиком в сборе	1		
		8	18.БР.ПЭА.250.61.08.000	Рычаг нажимателя	1		
		9	18.БР.ПЭА.250.61.09.000	Опорный диск	4		
		10	18.БР.ПЭА.250.61.10.000	Электрожгут в сборе	1		
<i>Детали</i>							
		11	18.БР.ПЭА.250.61.00.011	Вилка	2		
		12	18.БР.ПЭА.250.61.00.012	Переходник	1		
		13	18.БР.ПЭА.250.61.00.013	Кольцо	3		
		14	18.БР.ПЭА.250.61.00.014	Ось шарнира	3		
		15	18.БР.ПЭА.250.61.00.015	Втулка электродвигателя	1		
		16	18.БР.ПЭА.250.61.00.016	Крышка	1		
		17	18.БР.ПЭА.250.61.00.017	Крышка	1		
		18	18.БР.ПЭА.250.61.00.018	Вал	1		
			18.БР.ПЭА.250.61.00.000				
Изм.		Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разработ.		Яргунин А.К.					
Пров.		Кравцова Е.А.					
Начектр.		Егоров А.Г.					
Утв.		Бобродский А.В.					
Стенд для испытания амортизаторов					Лит.	Лист	Листов
						1	3
					ТГУ, ИМ, зр. ЭТКДз-1331		
Копировал					Формат А4		

