

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

(наименование)

23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Автомобили и тракторы

(направленность (профиль) / специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ)

на тему Разработка конструкции стенда для испытания амортизаторов

ГАЗель NEXT

Обучающийся

А.С. Булычев

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. пед. наук, доцент Л.А. Угарова

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

Консультанты

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

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

доцент И.В. Дерябин

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

канд. экон. наук, доцент О.М. Сярдова

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

О.А. Головач

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

Тольятти 2022

Аннотация

Дипломный проект выполнен на тему: «Разработка конструкции стенда для испытания амортизаторов ГАЗель NEXT».

Цель дипломного проекта – разработка конструкции стенда для испытания амортизаторов ГАЗель NEXT.

Пояснительная записка содержит шесть разделов, введение и заключение, список используемой литературы и используемых источников, приложения, всего 77 страниц с приложениями.

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

В первом разделе рассмотрены конструкции и технические характеристики наиболее популярных тестеров подвески, представленных на рынке.

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

В третьем разделе разработаны технические задание и предложение на разработку конструкции стенда для испытания амортизаторов ГАЗель NEXT, выполнены конструкторские расчеты стенда.

В четвертом разделе выполнено обоснование выбора технологического процесса, определена трудоемкость сборки, составлен технологический процесс сборки стенда для испытания амортизаторов ГАЗель NEXT.

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

В шестом разделе определена эффективность разработки стенда для испытания амортизаторов ГАЗель NEXT с экономической стороны..

Abstract

The topic of the graduation project is: «The design development of the stand for testing shock absorbers of the GAZelle NEXT vehicle».

The graduation project consists of introduction, six main parts, conclusion, list of references and the graphic part on 10 A1 sheets.

The key issue of the project is the construction development of the stand for testing shock absorbers of the GAZelle NEXT vehicle.

To solve this task we start with the statement of the problem and then logically pass over to its possible solutions.

At first, we review the designs and specifications of the most popular suspension testers on the market. Then, we analyze the compliance of the graduate project's object with the patentability criteria. Based on the analysis of analogues from the patent search, it can be concluded that there is no inventive step and novelty of the designed stand as necessary criteria for a patent application. Next, in the main part of the work we concentrate on the terms of reference and technical proposal for the design development of the stand for testing shock absorbers of the GAZelle NEXT vehicle. Also we make the design calculations of the developed stand. Further in the graduation project, we outline the technological process of assembling the stand for testing GAZelle NEXT shock absorbers and determine the complexity of assembling the stand.

The special part of the project gives details about the safety and ecological properties of the project.

Finally, we present the calculation of the economic efficiency of developing the stand for testing shock absorbers of the GAZelle NEXT vehicle.

In conclusion, it can be noted that this graduation project may be of interest to testing laboratories and service stations for GAZelle NEXT trucks and buses.

Содержание

Введение.....	6
1 Состояние вопроса	7
1.1 Тестер подвески CARTEC FWT 3800	7
1.2 Стенд проверки демпфирующих свойств подвесок MAHA-Shock-Diagnostic MSD 3000.....	9
1.3 Тестер подвески BEISSBARTH SA 640.....	12
2 Патентный анализ аналогов	14
2.1 Описание объекта исследования	14
2.2 Формирование программы исследования. Формулировка и обоснование целей исследования.....	15
2.3 Определение стран проверки.....	15
2.4 Определение категории объекта.....	15
2.5 Выбор технических решений, подлежащих исследованию	15
2.6 Установление глубины патентного поиска	16
2.7 Анализ результатов патентно-информационного поиска.....	22
3 Конструкторская часть	24
3.1 Техническое задание на разработку конструкции стенда для испытания амортизаторов ГАЗель NEXT	24
3.2 Техническое предложение на разработку конструкции стенда для испытания амортизаторов ГАЗель NEXT.....	27
3.3 Расчет конструкции стенда для испытания амортизаторов ГАЗель NEXT	33
4 Технологический раздел.....	38
4.1 Обоснование выбора технологического процесса.....	38
4.2 Определение трудоемкости сборки.....	40
4.3 Составление технологического процесса сборки стенда для испытания амортизаторов ГАЗель NEXT	41
5 Безопасность и экологичность технического объекта	45

5.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика технологического процесса испытания амортизаторов ГАЗель NEXT	48
5.2 Идентификация профессиональных рисков.....	49
5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков	51
5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта	56
5.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технологического процесса испытания технического состояния амортизатора ГАЗель NEXT	58
6 Экономическая эффективность проекта.....	60
Заключение	69
Список используемой литературы и используемых источников.....	70
Приложение А. Спецификации.....	76

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 подрессоривания – совокупность деталей, узлов и механизмов, являющихся соединительным звеном между кузовом автомобиля и дорожным покрытием» [11].

Элементы подвески, расположенные между колесом и кузовом автомобиля, поглощают удары от неровностей дороги. Вибрации, смягчаемые амортизаторами, воздействуют все же на подвеску, колеса или кузов. Эффективность действия амортизаторов с течением времени снижается. Это приводит к снижению «сцепляемости» колес с дорогой и надежности управления. Как следствие, снижается эффективность электронных систем управления. Многочисленные исследования показали, что до 15% автомобилей эксплуатируются, по крайней мере, с одним неисправным амортизатором. В этих случаях тормозной путь возрастает на 5% при скорости 80 км/ч, а у автомобилей с антиблокировочной системой ABS даже на 14%. Аналогично влияние неисправного амортизатора на систему ESP (программа электронной стабилизации), в этом случае тормозной путь увеличивается на 20%.

Поэтому очень важно безошибочно определять надежность функционирования амортизатора.

Целью ВКР является разработка конструкции стенда для обкатки и испытаний ДВС грузовых автомобилей КамАЗ.

1 Состояние вопроса

Работа тестеров подвески, представленных в настоящее время на рынке, основана на различных принципах. Получаемые при этом результаты могут быть оценены только с учетом конкретного принципа измерения и специфических данных автомобиля.

При анализе отечественного и зарубежного рынка технологического оборудования можно выделить следующие стенды:

- тестер подвески CARTEC FWT 3800 (рисунок 1);
- стенд проверки демпфирующих свойств подвесок MAHA-Shock-Diagnostic MSD 3000 (рисунок 2);
- тестер подвески BEISSBARTH SA 640 (рисунок 3).

1.1 Тестер подвески CARTEC FWT 3800

Работа тестера подвески FWT 3800 базируется на принципе Тэта. Он отвечает всем требованиям объективной и однозначной оценки эффективности амортизатора:

- ясная физическая основа,
- простой принцип измерения,
- точность измерения,
- высокая повторяемость результатов FWT 3800 обеспечивает условия испытаний, соответствующие реальным условиям взаимодействия с дорогой, например, не слишком низкая скорость движения поршня амортизатора, аналогичные перемещения и давление на поршень.

Вибрационно-массовая система стенда рассчитана в соответствии с резонансными колебаниями подвески автомобиля. Благодаря этому, стенд не создает помех, влияющих на определение коэффициента демпфирования по Леру.

«Коэффициент демпфирования Лера – это безразмерная величина, характеризующая свойства колебательной системы поглощать энергию. Она является также конструктивной характеристикой подвески автомобиля; при этом величина $\theta \approx 0,2$ соответствует комфортабельной подвеске, а $\theta \approx 0,35$ спортивной. Предельное значение коэффициента демпфирования амортизатора, ниже которого надежная езда не обеспечивается, равно $\theta \approx 0,1$. Если измеренная величина ниже 0,1, необходимо тщательно проверить все демпфирующие элементы и при необходимости заменить их. Учет специфических данных автомобиля при этом методе не требуется. По результатам определения коэффициентов демпфирования дополнительно определяется разность величин для правой и левой сторон» [2].

Работа тестеров подвески, представленных в настоящее время на рынке, основана на различных принципах. Получаемые при этом результаты могут быть оценены только с учетом конкретного принципа измерения и специфических данных автомобиля. Главное преимущество принципа Тэта состоит в том, что для однозначного определения эффективности амортизатора не требуется учитывать специфические данные автомобиля. Периодическая актуализация допустимых значений также не требуется.

Тестер подвески CARTEC FWT 3800 (рисунок 1) предназначен для испытаний легковых автомобилей и легких грузовых автомобилей с нагрузкой на ось до 3 т и до 4 т.



Рисунок 1 – Тестер подвески CARTEC FWT 3800

В таблице 1 представлены технические характеристики тестера подвески CARTEC FWT 3800.

Таблица 1 – Технические характеристики тестера подвески CARTEC FWT 3800

Параметр	Значение
Габариты механической части, мм	800×2350×286
Масса механической части, кг	500
Нагрузка на ось, максимальная т	2,2
Испытательная ширина минимум/максимум, мм	900 / 2200
Амплитуда колебаний, мм	3
Частота колебаний, Гц	10
Диапазон измерения максимального хода, мм	70
Диапазон показаний	0–0,35
Точность показаний	±2% от предела диапазона
Мощность электродвигателей, кВт	2×1,1
Электропитание	3 фазы / нейтраль / земля / 230/400 В ~тока / 50/60 Гц
Предохранители	A 16

1.2 Стенд проверки демпфирующих свойств подвесок МАНА-Shock-Diagnostic MSD 3000

Стенд проверки демпфирующих свойств подвесок МАНА-Shock-Diagnostic MSD 3000 (рисунок 2) подходит для простой и точной оценки амортизаторов.



Рисунок 2 – Стенд проверки демпфирующих свойств подвесок МАНА-Shock-Diagnostic MSD 3000

«Для оценки состояния амортизаторов процедура их тестирования должна быть достаточно простой, подходящей для всех типов машин,

поддающейся сравнительному анализу и повторяющейся. Результаты наиболее популярных тестовых систем (по принципу BOGE и EUSAMA) довольно противоречивы, чтобы найти общую точку отсчета. МАХА, в сотрудничестве с университетами, автопроизводителями и проверяющими организациями, нашла решение, разработала новую процедуру, которая соответствует всем требованиям» [32].

«Стенд проверки демпфирующих свойств подвесок МАНА-Shock-Diagnostic MSD 3000 подходит для простой и точной оценки амортизаторов. Работа стенда базируется на принципе БОГЕ и определяет степень демпфирования «D». Этот параметр безразмерный и так же известен как фактор демпфирования Лера.

В физике существует мера затухания колебательной системы или степень затухания, которая также называется степень демпфирования или фактор демпфирования Лера. Этот показатель используется для понимания, как колебательная система ведет себя после возмущающего воздействия» [3].

«Степень демпфирования характеризует свойство демпфирующих устройств нивелировать (рассеивать) энергию вибрирующих систем. Теоретически это значение находится между нулем и единицей и отражает качество демпфирования в числовом выражении. При проектировании автомобилей это значение определяют тип подвески. Так, например, степень демпфирования 0,2 обозначает комфортную подвеску, а 0,35 – это уже спортивная» [32].

«Степень демпфирования определяется путем сложных вычислений, базирующихся на фундаментальном законе сохранения энергии, гласящем, что в замкнутой системе величина энергии остается постоянной. В применении к расчету степени демпфирования это означает, что энергия, передаваемая от стенда на подвеску автомобиля эквивалентна энергии рассеяния в ее демпфирующих элементах.

На практике ось автомобиля приводится колебание с определенной частотой. Таким образом, стенд определяет константу демпфирования

(постоянную затухания) подвески и, используя математические вычисления, дает ее по отношению к массе автомобиля.

Таким образом, стенд MSD 3000 является простым и надежным инструментом оценки подвески. Благодаря тому, что показатель степени демпфирования отображается как обычная физическая величина, появилась возможность определения граничных значений, независимо от автопроизводителя, определяющего требования по замене демпфирующих компонентов подвески, таких как неисправные амортизаторы. Другим преимуществом данного метода тестирования является возможность сравнения результатов измерения друг с другом, в том числе и полученные на других стендах, измеряющих степень демпфирования» [29].

«Стенд представляет собой самонесущий агрегат (он устанавливается вровень с полом или в напольном виде), в котором смонтированы две – для левой и правой стороны – измерительные системы, состоящие из пластин, приводных электромоторов и управляющей электроники.

Стенд MSD 3000 является простым и надежным инструментом оценки подвески.

Пластины смонтированы на рычажных параллелограммных конструкциях, обеспечивающих их перемещение по вертикали. На одной из пластин закреплены уголки, облегчающие позиционирование колес оси на пластинах стенда. Пластины приводятся в движение управляемыми электроприводами. Амплитуды колебаний пластин измеряются бесконтактными индуктивными датчиками» [6].

«Стенд MSD 3000 может быть установлен как отдельно, так и в составе диагностической линии, он сконструирован для максимальной осевой нагрузки до 2200 кг, на нем можно проверять автомобили с колеей от 880 до 2200 мм. Измерение запускается автоматически после заезда оси автомобиля на стенд и длится около 1 минуты для каждой оси. В начале процедуры измерений пластины стенда колеблются с амплитудой 6,5 мм и частотой около 10 Гц. Затем колебания подвески начинают затухать, проходя по всему

диапазону частот до полной остановки. При этом амплитуды колебаний – наибольшая будет в области резонанса – показываются на экране компьютера. Сразу после остановки колес на мониторе компьютера отображаются данные по коэффициенту демпфирования и разнице между правой и левой сторонами оси. По результатам диагностики можно сделать заключение достаточности демпфирующих свойств оси или о необходимости ремонтных работ» [31].

В таблице 2 представлены технические характеристики тестера подвески МАНА MSD 3000.

Таблица 2 – Технические характеристики тестера подвески МАНА MSD 3000

Параметр	Значение
Размеры тестера (Д×Ш×В), мм	2320×800×280
Масса, кг	650
Ширина колеи (минимальная/максимальная), мм	880–2200
Ход возбуждителя, мм	6,5
Частота возбуждителя, Гц	от 2 до 10
Индикация точности значения полной шкалы, %	2
Нагрузка на ось, тестируемая, кг	2200
Нагрузка на ось, подвижная, кг	2500 (стандарт)/13000 (опция)
Напряжение питания, В	230
Предохранитель, А	16

1.3 Тестер подвески BEISSBARTH SA 640

SA 640 измеряет относительное сцепление колеса с дорожным покрытием на основе международно признанного принципа EUSAMA.

Результаты полного испытания шасси дают общую оценку безопасности автомобиля на дороге.

Система измерения: гибочный стержень с тензодатчиком.



Рисунок 3 – Тестер подвески BEISSBARTH SA 640

В таблице 3 представлены технические характеристики тестера подвески BEISSBARTH SA 640.

Таблица 3 – Технические характеристики тестера подвески BEISSBARTH SA 640

Параметры	Значение
Размеры тестера (Д×Ш×В), мм	440×2360×280
Масса, кг	260
Измерительная система	ДМС
Длина тестовой пластины, мм	690
Ширина тестовой пластины, мм	273
Рабочая температура, °С	от минус 10 до плюс 50
Источник питания	400 В ,50-60 Гц
Максимальная возможность проверки нагрузки на ось, кг	2000
Ширина колеи (минимальная/максимальная), мм	820–2200
Частота возбудителя, Гц	< 25
Мощность двигателя, кВт	2×2,5
Частота двигателя, об/мин	1360
Диапазон измерения, максимальный ход, мм	6
Предохранитель, А	3×20

Выводы по разделу.

В разделе «Состояние вопроса» рассмотрены конструкции и технические характеристики наиболее популярных тестеров подвески, представленных на рынке.

2 Патентный анализ аналогов

2.1 Описание объекта исследования

«Электродвигатель передает крутящий момент через муфту сцепления на промежуточный вал, на котором закреплен маховик (рисунок 4). Через шатун крутящий момент преобразуется в возвратно-поступательное движение ползуна двигающегося по направляющей. Испытуемый амортизатор нижним концом закреплен на ползуне, а шток амортизатора крепится на тензобалке. Ползун, совершая возвратно-поступательные движения, перемещает корпус амортизатора вверх-вниз. Возникающая при этом сила сопротивления поршня амортизатора через шток передается на датчик усилий» [16].

«Для регулировки хода штока применяется устройство, содержащее следующие элементы: болты крепления опоры кривошипа к маховику, контргайка ходового винта, ходовой винт, опора кривошипа, маховик, шкала. Для изменения величины хода штока амортизатора необходимо ослабить болты крепления опоры кривошипа, ослабить контргайку ходового винта 3 и вращая ходовой винт за хвостовик, установить величину необходимого хода, контроль величины хода проводится по шкале. Затем затянуть болты и контргайку» [7].

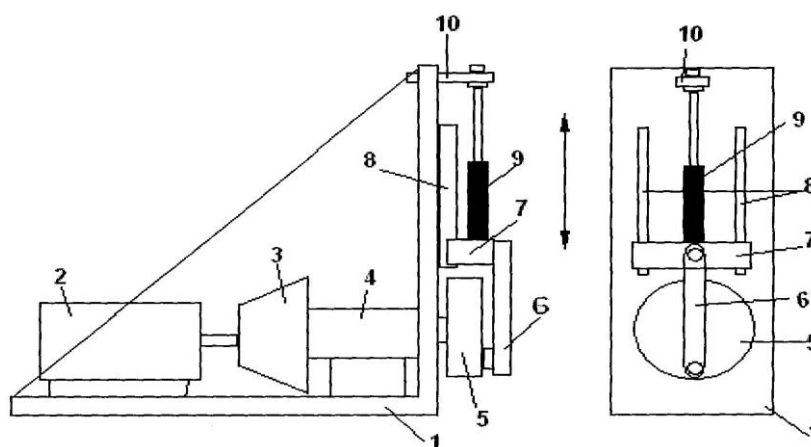


Рисунок 4 – Стенд для испытания амортизаторов

Недостатки объекта исследования – стенд для испытаний амортизаторов материалоемок и сложен в изготовлении.

2.2 Формирование программы исследования. Формулировка и обоснование целей исследования

Цель исследования: создание объекта с низкой материалоемкостью, что позволяет снизить затраты на производство.

2.3 Определение стран проверки

«Странами проверки являются страны с наиболее широко развитой индустрией автомобильного транспорта, и в этих странах наиболее полная информация об исследуемой области техники: Российская Федерация (СССР), Великобритания, Германия, США, Франция, Япония» [7].

2.4 Определение категории объекта

Исследуемый объект является устройством, так как характеризуется конструктивными признаками – формой и сопоставимостью размеров деталей:

- приводной механизм,
- силовой привод,
- рамная конструкция.

2.5 Выбор технических решений, подлежащих исследованию

Для достижения цели модернизации внесем изменения в конструкцию приводного механизма.

2.6 Установление глубины патентного поиска

Определение рубрики МПК и индекса УДК, АПУ и ключевые слова или словосочетания.

Проводим классификацию по МПК 8 редакции с соблюдением всех поправок и изменений: раздел G – физика; класс G01 – измерение; испытание, подкласс G01M – проверка статической и динамической балансировки машин; испытания различных конструкций или устройств, не отнесенные к другим подклассам, главная дробная рубрика G01M17/00 – испытание транспортных средств; дробная рубрика G01M17/04 – подвесок или демпфирующих устройств

Индекс УДК:

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

«Защита патентоспособности на изобретение составляет 25 лет, на полезную модель – 13 лет. Новые технические решения внедряются в конструкцию стенда для испытаний амортизаторов быстро, так как стенд для испытаний амортизаторов является важной частью комплекса по диагностике и обслуживанию автомобиля и влияет на скорость работы АТП в целом.

Так как разработки ведутся постоянно, установим глубину патентного поиска 25 лет» [2].

Составляем регламент патентно-информационного поиска и заносим в таблицу 4.

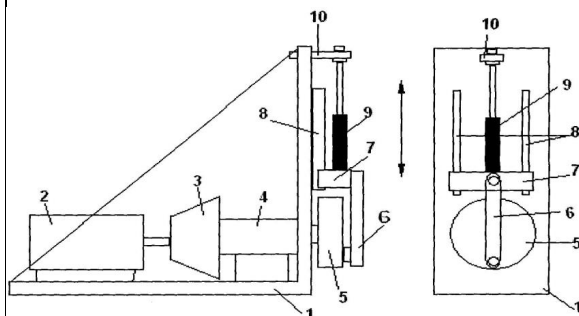
Таблица 4 – Регламент патентно-информационного поиска

Предмет поиска (объект исследования, его составные части)	Рубрики: МПК (МКИ) УДК, НКИ	Страна поиска	Ретроспективность	Наименование информационной базы (фонда)
«Стенд для испытания амортизаторов ГАЗель»	656.1.5 G01M17/04	Российская Федерация (СССР), Германия, США, Япония, Великобритания, Франция	25 лет (1997-2022)	Описания к авторским свидетельствам и патентам. Реферативный сборник Изобретения стран мира». Реферативный журнал Автомобиль, автомобильное хозяйство, Журналы: За рулем, Автомобильная промышленность, Автомобильный транспорт, Автомобильная промышленность США, Мимоза (MIMOSA). Сайты: www.fips.ru , www.zr.ru , www.garo.ru uspto.gov espacenet.org » [4].

Выполняем патентно-информационный поиск и сводим информацию в таблицу 5.

Таблица 5 – Патентно-информационный поиск

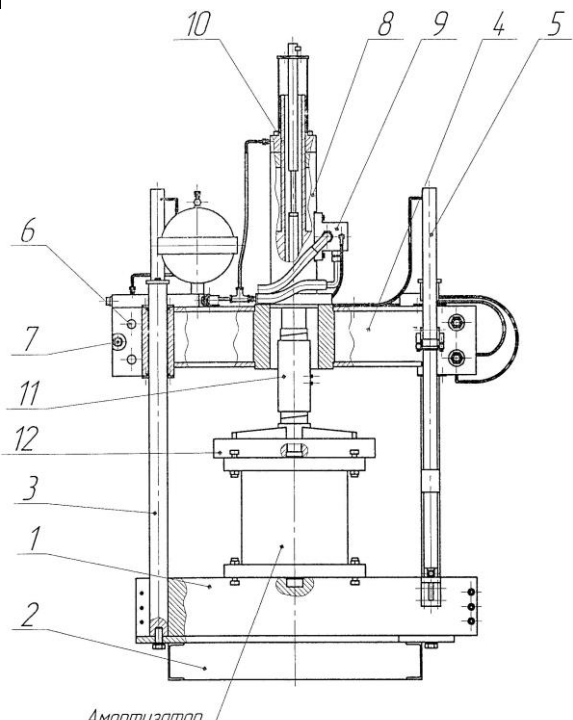
Объект исследования	МПК, УДК авторы, дата начала действия патента, дата публикации, № патента, страна приоритета	Суть изобретения, название и сущность технического решения	Подлежит, не подлежит детальному исследованию	
			Достигнутого уровня	Патентной чистоты
Стенд для определения характеристик амортизатора	G01M17/04 Черепанов Л.А.; Козлов В.А. 2008.04.04 2008.12.10 пат. № 78939 Россия	«Стенд для испытания амортизатора содержит электродвигатель, закрепленный на основании, пульт управления в виде регулятора напряжения, датчик силы для снятия усилия, отличающийся тем, что дополнительно снабжен регулятором хода штока, закрепленного на маховике и состоящего из опоры, винта ходового, стойки и оси» [5].	да	да
«Стенд для испытаний амортизатора»	G01M17/04 Петров А.А. 1994.04.07 1995.08.27 пат. № 2042937 Россия	Стенд для испытаний амортизатора, содержащий раму, закрепленную на основании, нагружающее устройство, выполненное в виде электрогидравлического привода с электрической обратной связью, образованной датчиком перемещения, подключенного к линии обратной связи, пульт управления с блоком, задающим сигнал управления, выход которого соединен с входом усилителя, датчик усилия, средство регистрации усилия по перемещению штока металлического стакана, одна часть которого связана со штоком гидроцилиндра, а другая с вторым узлом крепления амортизатора, причем на внутренней стенке стакана закреплен тензодатчик, средство регистрации усилия по перемещению выполнено в виде двухкоординатного	да	да



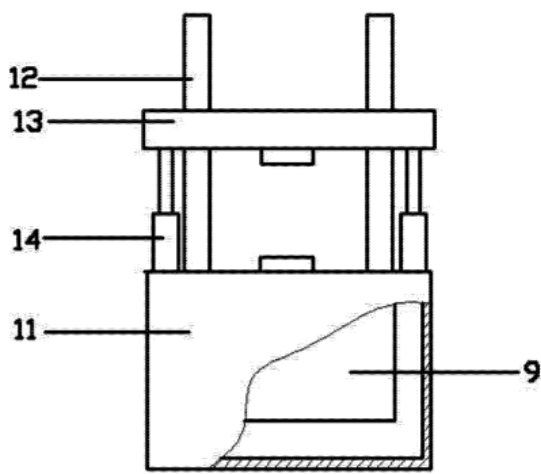
Продолжение таблицы 5

Объект исследования	МПК, УДК авторы, дата начала действия патента, дата публикации, № патента, страна приоритета	Суть изобретения, название и сущность технического решения	Подлежит, не подлежит детальному исследованию	
			Достигнутого уровня	Патентной чистоты
		<p>самописца, соединенного одним входом с металлическим стаканом датчика усилия, а другим входом с линией обратной связи, при этом блок, задающий сигнал управления, выполнен в виде генератора электрического сигнала, регулируемого по частоте и амплитуде, и операционного усилителя, один вход которого соединен с выходом генератора, а другой вход с линией обратной связи, причем выход гидроцилиндра, узлы крепления амортизатора, один из которых расположен на раме, отличающийся тем, что датчик усилия выполнен в виде операционного усилителя сообщен с входом электрогидравлического усилителя. » [5].</p>		
Стенд для испытания амортизаторов	G01M19/00 Кастанов А.С.; Семёнов В.Ф.; Иванов В.Н. 2008.09.26 2009.01.20 пат. № 80003 Россия	«Стенд для испытания амортизаторов, включающий в себя основание, установленное на опорах, закрепленные на основании четыре колонны, размещенную на колоннах подвижную траверсу с двумя цилиндрами подъема, позволяющими перемещать подвижную траверсу по колоннам, цилиндры зажима для фиксации траверсы в заданном положении, цилиндры		

Продолжение таблицы 5

Объект исследования	МПК, УДК авторы, дата начала действия патента, дата публикации, № патента, страна приоритета	Суть изобретения, название и сущность технического решения	Подлежит, не подлежит детальному исследованию	
			Достигнутого уровня	Патентной чистоты
		<p>разжима для расфиксации траверсы, установку насосную, систему управления, отличающийся тем, что в подвижную траверсу сверху встроен силовой цилиндр, основание, на котором монтируются испытуемые изделия, выполнено неподвижным, при этом датчик силы, фиксирующий статические и циклические усилия, установлен снизу штока силового цилиндра, а снизу к датчику силы закреплена цилиндрическая плита, предназначенная для крепления амортизаторов» [8].</p>  <p style="text-align: center;"><i>Амортизатор</i></p>	да	да

Продолжение таблицы 5

Объект исследования	МПК, УДК авторы, дата начала действия патента, дата публикации, № патента, страна приоритета	Суть изобретения, название и сущность технического решения	Подлежит, не подлежит детальному исследованию	
			Достигнутого уровня	Патентной чистоты
Стенд для испытания амортизаторов	G01m19/00 Lin yuanli; ma fangwu; guo qi; yang guobin; zhao fuquan 2012.06.12 2013.01.23 Патент № cn202693342 Китай	Стенд, который содержит основание, в котором направляющий механизм расположен на основании, гидравлическая система расположена между поперечной балкой и основанием и приводит в действие цилиндр и датчик утечки и систему циркуляции смазки. Когда стенд запускается, датчики утечки масла и циркуляции масла начинают одновременно работать. 	да	да
Стенд для испытания амортизаторов	G01M19/00 AIHONG LIU; PING YU; GUILIN YU 2011.06.08 2012.07.04 пат. № CN102539169 Китай	Стенд содержит тестовую платформу (1), консоли (2), приложения силы устройства (3), базу поддержки (4), передний амортизатор (5), колеса транспортного средства (6), вращающийся барабан (7), выступ (8) и тому подобное, причем основание (9) консоли (2) снабжено винтовым стержневым механизмом (10) вдоль направления горизонтального вала, причем винтовой стержневой механизм (10) можно включить, чтобы переместить туда и обратно. В стенде	да	да

Продолжение таблицы 5

Объект исследования	МПК, УДК авторы, дата начала действия патента, дата публикации, № патента, страна приоритета	Суть изобретения, название и сущность технического решения	Подлежит, не подлежит детальному исследованию	
			Достигнутого уровня	Патентной чистоты
		<p>можно регулировать положение оси колеса транспортного средства в горизонтальном направлении вала, а ось вращения вращающегося барабана поддерживается на том же осевой линии.</p> 		

Проведя патентный поиск было установлено, что идет модернизация в направлении усовершенствования платформы.

Было найдено 5 патентов, из которых 2 иностранные, из них выбрали наиболее интересные: патент № 78939 и патент № 80003.

2.7 Анализ результатов патентно-информационного поиска

Новый разработанный объект исследования показан в конструкторской части дипломного проекта.

Для исследования патентоспособности будем использовать уже определенный ранее регламент и проведенный патентный поиск.

Выявим существенные признаки ИТР и аналогов и занесем в таблицу 6.

Таблица 6 – Существенные признаки ИТР и аналогов

Конструкция проектируемого объекта	Проект	Аналоги	
		А 1 № 80003	А 2 № 78939
Приводной механизм	0	+	+
Силовой привод	0	-	+
Рамная конструкция	0	-	+
Суммарная оценка		1	3

Видим, что наибольшую сумму баллов имеет аналог А2 «Стенд для определения характеристик амортизатора», патент № 78939, авторы Козлов В.А., Черепанов Л.А., приоритет с 2008.04.04. Следовательно, данное ТР является наиболее прогрессивным, принимаем его для использования в усовершенствованном стенде для испытаний амортизаторов.

Выводы по разделу.

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

3 Конструкторская часть

3.1 Техническое задание на разработку конструкции стенда для испытания амортизаторов ГАЗель NEXT

«Требуется разработать стенд для испытания амортизаторов ГАЗель NEXT, предназначенного для контроля состояния и определения рабочих характеристик амортизаторов транспортных средств. Оценка работоспособности амортизаторов должна производиться по проверке демпфирующего усилия самого амортизатора» [4].

«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 тыс. 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 противоскользящих систем, таких как ESP, напрямую зависят от демпфирующих свойств подвески. Поэтому должна проводиться проверка как подвески так и амортизаторов» [1].

«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 от 18 до 40°C, влажность от 60 до 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» [7].

«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» [9].

«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» [17].

Целью разработки данного стенда является удешевление конструкции аналога путём упрощения конструкции и сокращению числа уникальных деталей – заменой их на детали автомобильных компонентов.

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

- тип стенда стационарный;
- габаритные размеры стенда, не более мм 600×800×1500;
- мощность электродвигателя, не более кВт 2;
- частота вращения электродвигателя, не более мин⁻¹ 1500;
- масса, не более кг 250;
- напряжение, В 380» [14].

«По возможности предусмотреть изготовление стенда силами АТП или СТО. Срок эксплуатации стенда – 8 лет. При разработке конструкции установки должны выполняться требования к патентной чистоте.

Разрабатываемый стенд должен удовлетворять требованиям надёжности. Конструкция стенда 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» [18].

«В разрабатываемой конструкции стенда должны применяться стандартные изделия, соответствующие требованиям государственного стандарта – электродвигатель, металлопрокат, крепежные изделия и т.д. Также в разрабатываемой конструкции стенда 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 стенда» [15].

«При эксплуатации стенда должны выполняться требования стандартов безопасности труда.

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» [4].

3.2 Техническое предложение на разработку конструкции стенда для испытания амортизаторов ГАЗель NEXT

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

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

Габаритные размеры (Д×Ш×В), мм	2000×800×600.
Питание, В	380.
Двухскоростной электродвигатель циклов/минуту	на 60 и 120

Подача нагрузки до 1000 (2000 по требованию заказчика), с положительным или отрицательным значением (компрессия-растяжение) хода штока от/до с возможностью регулировки/изменения» [30].

«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)» [30].

На рисунке 5 представлены схожие по конструкции стенды для испытания амортизаторов.



Рисунок 5 – Универсальные стенды для испытания амортизаторов

«Данные стенды обладают рядом преимуществ:

- универсальность, достоверность результатов,
- безопасность проводимых работ,
- хорошие эргономические и высокие эстетические показатели» [30].

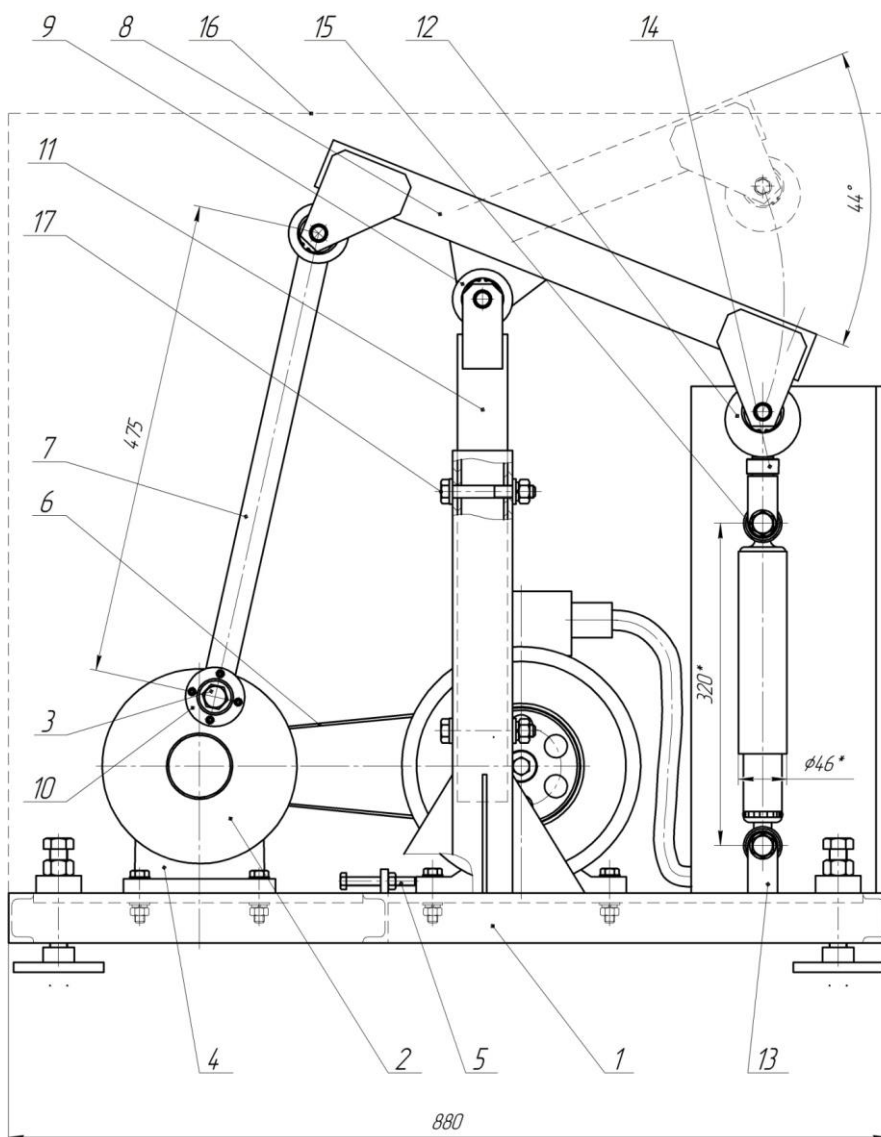
Основным недостатком является высокая стоимость, которая может окупиться при высокой программе загрузки.

Сделав выводы из анализа преимуществ и недостатков аналогов, а также опираясь на технические требования и рекомендации, изложенные в ТЗ, предлагается следующее компоновочное решение стенда для проверки демпфирующего усилия амортизаторов (рисунок 6).

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 50×30 . 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.



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 6 – Схема стенда для проверки амортизатора

«В качестве ремня 6, предлагается использовать приводной полиуретановый ремень зубчатого профиля ATP GEN III SYNCHROFLEX (рисунок 7), поскольку этот ремень наилучшим образом подходит под штатные размеры зубьев приводной звездочки электродвигателя 4 и зубья промопоры от эксцентрика 2» [13].

Сочетание износостойкости полиуретана и высокой эластичности стального корда использовано при создании основы для нового поколения зубчатых ремней, стойких к внешнему воздействию и устойчивых к изменению размера. Качество этой технологии подтверждено неизменно высокими характеристиками полученного продукта, среди которых:

- высокая устойчивость к изменению размера,
- стабильная длина в течение всего периода эксплуатации,
- низкий шум хода,
- стабильность при передаче крутящего момента,
- нет необходимости проводить текущий ремонт (обслуживание),
- не нужна смазка,
- устойчивость к химическому и механическому воздействию.



Рисунок 7 – Приводной полиуретановый ремень зубчатого профиля ATP GEN III SYNCHROFLEX

С целью обеспечения безопасности проведения работ все движущиеся 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. Каретка поворотного рычага закреплена 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).

«Применение тензорезисторного датчика марки тип EMS20 (рисунок 8) обусловлено его конструктивными особенностями и принципом действия. Датчик работает по принципу деформации гибкой мембраны, этим определена его форма. Он имеет простую конструкцию, универсален в применении и выгоден по цене.



Рисунок 8 – Внешний вид тензодатчика EMS20

Краткие технические характеристики выбранного датчика:

- мембранный датчик алюминиевый (50, 100, 200, 500 N) и стальной (1, 2, 5 кН);
- для измерения усилий сжатия и растяжения;
- полный измерительный тензомост» [31].

«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 стендов аналогичного назначения предлагаемых на рынке на сегодняшний день» [4].

Спецификация на стенд для испытания амортизаторов ГАЗель NEXT представлена в Приложении А (рисунки А.1, А.2).

3.3 Расчет конструкции стенда для испытания амортизаторов ГАЗель NEXT

Расчет привода стенда и выбор электродвигателя.

«При определении крутящих моментов задаемся моментом, необходимым для проворота эксцентрика электродвигателем, с учётом преодоления амортизатором сопротивления растягивания/сжатия. Момент на выходном валу редуктора будет равен:

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

где m – сила сопротивления сжатия/растяжения амортизатора на заданном режиме, принимается для самого тяжелого варианта, по данным завода-изготовителя (таблица 7).

l – расстояние от центра качения верхнего рычага до оси вращения эксцентрика» [15].

Таблица 7 – Характеристики амортизаторов

Параметр	3302-2905006-01	3302-2905006-02
«Номинальный внутренний диаметр рабочего диаметра цилиндра, мм	30	30
Номинальный диаметр штока, мм	16	16
Ход штока, мм	185+/-2	185+/-2
Длина в сжатом состоянии, мм	360+/-2	360+/-2
Номинальное усилие амортизатора:		
– на ходе сжатия, Н (кгс);	217+/-1,5	217+/-1,5
– на ходе отбоя, Н (кгс)	740+/-1,5	740+/-1,5
Объем рабочей жидкости, м ³	330+5	330+5» [19].

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

Определение угловой скорости вращения выходного вала привода.

Усилие измеряется на динамометрическом стенде при ходе от 80 до 100 мм и частоте от 60 до 80 циклов в минуту), то есть 80 мин⁻¹.

Определение необходимой мощности приводного электродвигателя.

«Зная частоту вращения выходного звена и КПД механизма, можно определить мощность привода:

$$N = \frac{M_c \cdot n_c}{9550 \cdot \eta_{мех}}, \quad (2)$$

где M_c – момент сопротивления вращению выходного вала привода,

420 Н·м

n_c – частота вращения выходного звена (кузова автомобиля),

80 об/мин

$\eta_{мех}$ – КПД механизма, 0,8» [22].

$$N = \frac{2700 \cdot 3}{9550 \cdot 0,8} = 1,059 \text{ кВт.}$$

По каталожным данным подбираем электродвигатель мощностью 1,059 кВт с частотой вращения вала $n_{дв} = 1000 \text{ мин}^{-1}$, тип 4А80А4 – трехфазный асинхронный короткозамкнутый.

Расчет трансмиссии (редуктора привода) и разбивка его по ступеням

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

$$u = \frac{n_{дв}}{n_c}, \quad (3)$$

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

n_c – частота вращения выходного вала привода» [12].

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

Полученное передаточное отношение обеспечиваем передачей зубчатым ремнем.

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

$$u_p = \frac{M_c}{M_p}, \quad (4)$$

где M_c – необходимая мощность привода, 2700 Н· м;

M_p – допускаемый крутящий момент на валу волнового мотор-редуктора в составе привода, 1000 Н· м» [24].

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

Для привода станда принимаем ременную передачу со стандартными звездочками от газораспределительного механизма ВАЗ-2112.

Кинематический расчет привода станда.

«Определение угловых скоростей:

$$w_{\text{вых}} = \frac{\pi \cdot n_{\text{вых}}}{30}, \quad (5)$$

где $n_{\text{вых}}$ – частота вращения выходного вала привода, 3 об/мин» [20].

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

Частота вращения на входном валу ременной передачи:

$$w_p = w_{\text{вых}} \cdot u_p, \quad (6)$$

$$w_p = 0,314159 \cdot 2,7 = 0,848 \text{ с}^{-1}.$$

Определение крутящих моментов:

$$M_p = \frac{M_{\text{вкл}}}{u_p}, \quad (7)$$
$$M_p = \frac{2700}{2,7} = 1000 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

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:

$$\sigma_{\text{изг}} = \frac{M_u}{W} \leq [\sigma_{\text{изг}}], \quad (8)$$

где M_u – изгибающий момент;

W – момент сопротивления в расчетном сечении оси» [20].

Строим эпюру нагружения плиты (рисунок 9).

«Определяем максимальный изгибающий момент:

$$M_u = F \cdot a, \quad (9)$$

где $F = G$ – в первом приближении – по тяговому усилию лебедки, 450 кг;

a – плечо действия силы F , по чертежу 20 мм» [20].

$$M_u = 450 \cdot 40 = 18000 \text{ кг/мм} = 1800 \text{ кг/см}.$$

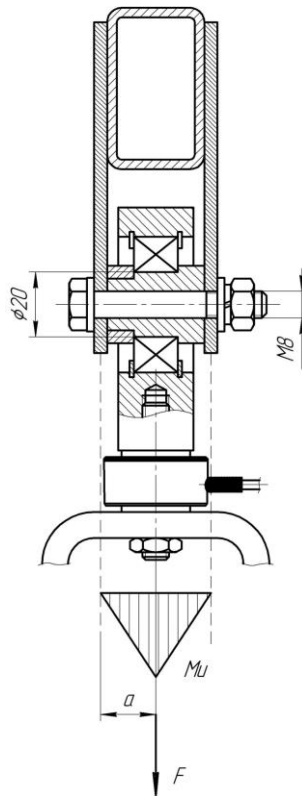


Рисунок 9 – Эпюра нагружения оси стрелы

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

$$\sigma_{изг} = 39,6 \text{ кг/см}^2 \leq [\sigma_{изг}] = 350 \text{ кг/мм}^2.$$

Условие выполняется, следовательно расчет произведен верно.

Выводы по разделу.

В разделе «Конструкторская часть» разработаны техническое задание и предложение на разработку конструкции стенда для испытания амортизаторов ГАЗель NEXT, выполнены конструкторские расчеты стенда.

4 Технологический раздел

4.1 Обоснование выбора технологического процесса

Процесс сборки является одним из заключительных этапов изготовления машины.

«Организационная форма сборки машин определяется типом и условиями производства. При этом решающими факторами являются годовой объем выпуска изделий, трудоемкость сборочных работ и экономическая эффективность» [26].

Для сборки станда для испытания амортизаторов ГАЗель NEXT предлагается мелкосерийная сборка, так как данный вид станда не будет иметь большого количества заказов, а, следовательно, не требуется постановка изготовления на «поток».

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

Определяем такт выпуска:

$$T_d = \frac{F_d \cdot 60 \cdot m}{N}, \quad (10)$$

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

m – количество смен, принимается равным 1;

N – годовой объем выпуска, принимается равным 50 шт.

$$T_d = \frac{2070 \cdot 60 \cdot 1}{50} = 2484 \text{ мин.}$$

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

Технологическая схема сборки стенда для испытания амортизаторов ГАЗель NEXT представлена в графической части ВКР.

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

Перечень выполняем в виде таблицы (таблица 8), содержащей наименование сборочных работ и данные о нормировании всех необходимых видов работ.

Таблица 8 – Перечень сборочных работ

Содержание основных и вспомогательных переходов	Время операции, мин
Взять раму стенда для испытания амортизаторов ГАЗель NEXT	0,7
Осмотреть раму стенда для испытания амортизаторов ГАЗель NEXT	2
Взять приводной электродвигатель	0,3
Осмотреть приводной электродвигатель	1
Взять болт М10×50 (4 шт.), гайку М10 (4 шт.)	0,3
Закрепить приводной электродвигатель на раме стенда при помощи болтов М10×50 и гаек М10	6
Взять регулировочную консоль	0,2
Осмотреть регулировочную консоль	0,4
Взять болт М12×70 (2 шт.), гайку М10 (2 шт.), шайбу 10 Н (2 шт.), шайбу 10 (2 шт.)	0,4
Закрепить регулировочную консоль на раме стенда при помощи болтов, шайб и гаек	3
Взять опору с датчиком в сборе	0,3
Осмотреть опору с датчиком в сборе	0,7
Взять болт М12×70, гайку М10, шайбу 10 Н, шайбу 10	0,3
Закрепить опору с датчиком в сборе на раме при помощи болта М12×70, шайбы 10 Н, шайбы 10 и гайки М10	
Взять эксцентрик в сборе	0,3
Осмотреть эксцентрик в сборе	0,7
Установить эксцентрик на регулировочную консоль и закрепить	2,5
Взять рычаг нагрузителя	0,3
Осмотреть рычаг нагрузителя	0,6

Продолжение таблицы 8

Содержание основных и вспомогательных переходов	Время операции, мин
Установить рычаг нагрузителя на регулировочную консоль и закрепить при помощи болта М12×70, шайбы 10 Н, шайбы 10 и гайки М10	3,2
Закрепить рычаг нагрузителя на опоре с датчиком в сборе при помощи М12×70, шайбы 10 Н, шайбы 10 и гайки М10	3,2
Взять ремень ГРМ	0,3
Осмотреть ремень ГРМ	0,4
Установить ремень ГРМ на шкив приводного электродвигателя и шкив корпуса опоры	2,9
Взять кривошип в сборе	0,3
Осмотреть кривошип в сборе	0,4
Соединить кривошип в сборе с эксцентриком в сборе и рычагом нагрузителя	5
Взять электрошкаф управления	0,3
Установить электрошкаф управления на раму станда	4,6
Взять жгут проводов	0,3
Выполнить соединение электрошкафа управления и приводного электродвигателя при помощи жгута проводов	6
Выполнить регулировочные работы по настройке станда	30
Выполнить испытание станда для испытания амортизаторов ГАЗель NEXT	60
Итого:	121,3

4.2 Определение трудоемкости сборки

Определяем общее оперативное время на все виды работ по формуле:

$$t_{on}^{общ} = \sum t_{on1} + t_{on2} + \dots + t_{on_n}, \quad (11)$$

«Определяем суммарную трудоемкость сборки изделия по формуле:

$$t_{ум}^{общ} = t_{on}^{общ} + t_{on}^{общ} \cdot \left(\frac{\alpha + \beta}{100} \right), \quad (12)$$

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

β – часть оперативного времени для перерыва и отдыха в процентах, которая принимается в диапазоне от 4 до 6%, принимаем $\beta=5\%$ » [23].

$$t_{\text{ит}}^{\text{общ}} = 121,3 + 121,3 \cdot \left(\frac{3+5}{100} \right) = 131 \text{ мин.}$$

4.3 Составление технологического процесса сборки стенда для испытания амортизаторов ГАЗель NEXT

Последовательность технологических операций с указанием приспособлений и затрачиваемого на выполнение операций времени заносим в таблицу 9.

Таблица 9 – Технологический процесс сборки стенда для испытания амортизаторов ГАЗель NEXT

№ операции	Операция	№ позиции	Содержание операций, переходов	Приспособление, оборудование, инструмент	Время $T_{\text{ит}}$, мин.
005	Сборочная	1	Взять раму стенда для испытания амортизаторов ГАЗель NEXT	Набор ключей, гайковерт, электрическая дрель, углошлифовальная машина, гайковерт, отвертки, изоляционная лента	46,9
		2	Осмотреть раму стенда для испытания амортизаторов ГАЗель NEXT		
		3	Взять приводной электродвигатель		
		4	Осмотреть приводной электродвигатель		
		5	Взять болт М10×50 (4 шт.), гайку М10 (4 шт.)		
		6	Закрепить приводной электродвигатель на раме стенда при		

Продолжение таблицы 9

№ операции	Операция	№ позиции	Содержание операций, переходов	Приспособление, оборудование, инструмент	Время $T_{ит}$, мин.
			помощи болтов М10×50 и гаек М10		
		7	Взять регулировочную консоль		
		8	Осмотреть регулировочную консоль		
		9	Взять болт М12×70 (2 шт.), гайку М10 (2 шт.), шайбу 10 Н (2 шт.), шайбу 10 (2 шт.)		
		10	Закрепить регулировочную консоль на раме стенда при помощи болтов, шайб и гаек		
		11	Взять опору с датчиком в сборе		
		12	Осмотреть опору с датчиком в сборе		
		13	Взять болт М12×70, гайку М10, шайбу 10 Н, шайбу 10		
		14	Закрепить опору с датчиком в сборе на раме при помощи болта М12×70, шайбы 10 Н, шайбы 10 и гайки М10		
		15	Взять эксцентрик в сборе		
		16	Осмотреть эксцентрик в сборе		
		17	Установить эксцентрик на регулировочную консоль и закрепить		
		18	Взять рычаг нагрузателя		
		19	Осмотреть рычаг нагрузателя		

Продолжение таблицы 9

№ операции	Операция	№ позиции	Содержание операций, переходов	Приспособление, оборудование, инструмент	Время $T_{ит}$, мин.
		20	Установить рычаг нагрузателя на регулировочную консоль и закрепить при помощи болта М12×70, шайбы 10 Н, шайбы 10 и гайки М10		
		21	Закрепить рычаг нагрузателя на опоре с датчиком в сборе при помощи М12×70, шайбы 10 Н, шайбы 10 и гайки М10		
		22	Взять ремень ГРМ		
		23	Осмотреть ремень ГРМ		
		24	Установить ремень ГРМ на шкив приводного электродвигателя и шкив корпуса опоры		
		25	Взять кривошип в сборе		
		26	Осмотреть кривошип в сборе		
		27	Соединить кривошип в сборе с эксцентриком в сборе и рычагом нагрузателя		
		28	Взять электрошкаф управления		
		29	Установить электрошкаф управления на раму стенда		
		30	Взять жгут проводов		
		31	Выполнить соединение электрошкафа управления и приводного электродвигателя при		

Продолжение таблицы 9

№ операции	Операция	№ позиции	Содержание операций, переходов	Приспособление, оборудование, инструмент	Время $T_{ит}$, мин.
			помощи жгута проводов		
010	Регулировочная	1	Выполнить регулировочные работы по настройке стенда	Отвертки, набор ключей, мультиметр	90
		2	Выполнить испытание стенда для испытания амортизаторов ГАЗель NEXT		

Выводы по разделу.

В разделе «Технологический раздел» выполнено обоснование выбора технологического процесса, определена трудоемкость сборки, составлен технологический процесс сборки стенда для испытания амортизаторов ГАЗель NEXT.

5 Безопасность и экологичность технического объекта

Рабочие в различных отраслях промышленности сталкиваются с вопросами безопасности, связанными с качеством воздуха, температурой и работой оборудования. Для обеспечения безопасности сотрудников в таких отраслях, как коммунальное хозяйство, нефть и газ, общественная безопасность, транспорт, производство и природные ресурсы, рабочие должны быть обеспечены технологиями, которые позволяют им исключить риски и максимально защититься от известных опасностей.

«Во всем мире насчитывается около 382 млн несчастных случаев на производстве и 172 млн жертв профессиональных заболеваний.

По оценкам Международной организации труда, каждый год в результате несчастных случаев на рабочем месте или болезней погибает 2,83 млн человек. Во всем мире насчитывается около 381 млн несчастных случаев на производстве и 160 млн жертв профессиональных заболеваний. Международная организация труда установила, что вредные и опасные вещества вызывают более 650 тыс. смертей в год, а строительная отрасль является источником наибольшего количества несчастных случаев» [7].

В отчете говорится, что улучшение качества работы включает в себя меньшую подверженность рискам, включая такие опасности, как испарения вредных веществ, контакт с химическими веществами, небезопасные методы работы и так далее.

Эффективная программа безопасности обеспечивает возврат инвестиций в размере 200%, помогая сократить расходы на компенсацию работникам и повышая производительность. Безопасность также может помочь улучшить качество работы: в отчете, охватывающем 1,2 млрд работников во всем мире, говорится, что повышение качества работы важно как для работников, так и для работодателей.

В зарубежных компаниях, использующих системы и программное обеспечение для оценки подрядчиков, а также для отслеживания и

мониторинга безопасности сотрудников и подрядчиков еще до того, как они выйдут на объект, могут увидеть сокращение числа инцидентов, связанных с безопасностью, на 50% по сравнению со средними показателями Бюро трудовой статистики.

Большинство организаций в различных отраслях используют технологии как способ повышения производительности. Автоматизация и оптимизация процессов с использованием роботов и других технологических инноваций может помочь предприятиям делать больше с меньшими затратами, снижать затраты и повышать эффективность. Однако теперь известно, что технологии также могут помочь улучшить состояние безопасности труда.

Например, предприятия используют цифровые технологии и программное обеспечение, чтобы сотрудники могли лучше понимать обстановку на рабочем месте и опасности, с которыми они могут столкнуться. Используя технологии для повышения осведомленности о рисках и их снижения, организациям будет легче соблюдать последние правила и стандарты, применимые к отрасли в каждой конкретной стране.

Для повышения осведомленности общественности необходимо повсеместно продвигать нормы безопасности, что само по себе создает осведомленность и дисциплину в обществе.

Существует пять способов, которыми технологии могут помочь повысить безопасность работников:

- коммуникации. Высокоскоростная связь и информация в режиме реального времени позволяют работодателям знать о состоянии качества воздуха, тепла и конкретных рисках, чтобы они могли устранить эти опасности до того, как они нанесут травму. Если произойдет травма, сотрудникам нужна надежная связь, чтобы позвать на помощь и сообщить об этом первым;
- достижение более высокой производительности труда среди сотрудников, путем обеспечения безопасной и надежной среды;

- идентификация опасности. Мгновенное управление безопасностью с помощью мобильного устройства может помочь организациям выявлять и устранять опасности по мере их возникновения. Рабочие могут фотографировать опасности и заполнять мобильные контрольные списки безопасности, а также проводить инструктаж на рабочем месте, для обеспечения безопасности всех работников;
- сохранение и помощь здоровью и благополучию сотрудников или рабочих;
- виртуальная и дополненная реальность. Виртуальная реальность и дополненная реальность могут помочь в обучении сотрудников тому, как справляться с опасными ситуациями, не подвергая их опасности. Дополненная реальность может позволить техническим специалистам или опытным работникам обучать других таким процессам, как ремонт машин, без необходимости физического увеличения числа людей в окружающей среде. Это может быть полезно, если сама процедура ремонта опасна, опасны условия;
- дроны. Дроны можно использовать, когда объекты слишком опасны для людей, чтобы исследовать их, например, если произошла утечка газа или другой химический разлив. Дроны могут собирать информацию и позволять командам по очистке определять наиболее безопасный план действий, не подвергаясь опасности;
- автоматизация и робототехника. Автоматизация повышает безопасность, снимая с людей бремя тяжелой ручной работы. Роботы могут выполнять тяжелую работу, позволяя людям сосредоточиться на более творческих задачах. Это особенно полезно на складах с недоукомплектованным персоналом и других объектах, где необходимость поддерживать производительность может создать культуру, при которой некоторый риск принимается в обмен на более быстрое выполнение работы. Добавление роботов к рабочей силе может облегчить нагрузку и снизить риск. Роботы

также могут помочь на производственных объектах или строительных площадках, где людям больше не нужно ходить с места на место, чтобы забрать материалы, необходимые для их части сборки или сборки. Вместо этого роботы могут доставлять им нужные детали, когда они им нужны, сокращая расстояние, которое проходят люди, и тем самым снижая утомляемость и риск несчастных случаев.

5.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика технологического процесса испытания амортизаторов ГАЗель NEXT

Для описания конструктивно-технологической и организационно-технической характеристики технологического процесса испытания технического состояния амортизатора ГАЗель NEXT составлен технологический паспорт, представленный в таблице 10.

Таблица 10 – Технологический паспорт технологического процесса испытания технического состояния амортизатора ГАЗель NEXT

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
Испытание технического состояния амортизатора ГАЗель NEXT	1 Подготовка стенда для испытания амортизаторов ГАЗель NEXT. 2 Подготовка амортизатора ГАЗель NEXT. 3 Закрепление амортизатора на стенде.	Слесарь по ремонту автомобилей 5 разряда	Стенд для испытания амортизаторов ГАЗель NEXT, компьютер, принтер, рожковые ключи на «9», «10», «12», «16», секундомер, счетчик	Спецодежда

Продолжение таблицы 10

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
	4 Проведение испытания амортизатора. 5 Завершение испытания. 6 Снятие амортизатора со стенда			

5.2 Идентификация профессиональных рисков

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

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

Сводная информация по идентификации профессиональных рисков при технологическом процессе испытания технического состояния амортизатора ГАЗель NEXT представлена в таблице 11.

Таблица 11 – Идентификация профессиональных рисков

Выполняемая работа	ОиВПФ в соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»	Источник возникновения ОиВПФ
1 Подготовка стенда для испытания амортизаторов ГАЗель NEXT. 2 Подготовка амортизатора ГАЗель NEXT. 3 Закрепление амортизатора на стенде. 4 Проведение испытания амортизатора. 5 Завершение испытания. 6 Снятие амортизатора со стенда	Движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования	Стенд для испытаний технического состояния амортизаторов ГАЗель NEXT, технологическое оборудование агрегатного участка
	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях технологического оборудования	Детали и агрегаты стенда для испытаний технического состояния амортизаторов ГАЗель NEXT, поверхности автомобиля
	Повышенный уровень шума	Стенд для испытаний технического состояния амортизаторов ГАЗель NEXT, технологическое оборудование агрегатного участка
	Запыленность и загазованность воздуха	Поднимающаяся пыль от инструмента, ног, транспорта
	Динамические нагрузки. Статические, связанные с рабочей позой	Однообразно повторяющиеся технологические операции
	Напряжение зрительных анализаторов	
	Монотонность труда, вызывающая монотонию	

5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

«В обязанности работодателя входит обеспечение мероприятий, направленных на улучшение условий труда, в том числе разработанных по результатам специальной оценки условий труда (Федеральный закон «О специальной оценке условий труда» от 28.12.2013 № 426-ФЗ). Работодатель должен направлять на эти цели, согласно статье 226 «Финансирование мероприятий по улучшению условий и охраны труда» Трудового кодекса РФ, не менее 0,2% суммы затрат на производство продукции (работ, услуг).

Специальная оценка условий труда является единым комплексом последовательно осуществляемых мероприятий по идентификации ОиВПФ производственной среды и трудового процесса и оценке уровня их воздействия на работника с учетом отклонения их фактических значений от установленных уполномоченным Правительством Российской Федерации федеральным органом исполнительной власти нормативов (гигиенических нормативов) условий труда и применения средств индивидуальной и коллективной защиты работников» [27].

«Основные мероприятия:

- а) «проведение специальной оценки условий труда (далее – СОУТ) позволяет оценить условия труда на рабочих местах и выявить О и ВПФ и тем самым выполнить некоторые обязанности работодателя, предусмотренные Трудовым кодексом РФ: информировать работников об условиях и охране труда на рабочих местах, о риске повреждения здоровья, предоставляемых им гарантиях, полагающихся им компенсациях и средствах индивидуальной защиты; разработать и реализовать мероприятия по приведению условий труда в соответствие с государственными нормативными требованиями охраны труда; установить компенсации за работу с вредными и (или) опасными условиями труда» [10].

- б) «обеспечение работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, производимых в особых температурных и климатических условиях или связанных с загрязнением, средствами индивидуальной защиты, смывающими и обезвреживающими средствами;
- в) устройство новых и (или) модернизация имеющихся средств коллективной защиты работников от воздействия опасных и вредных производственных факторов;
- г) приведение уровней естественного и искусственного освещения на рабочих местах, в бытовых помещениях, местах прохода работников в соответствии с действующими нормами;
- д) устройство новых и (или) реконструкция имеющихся мест организованного отдыха, помещений и комнат релаксации, психологической разгрузки, мест обогрева работников, а также укрытий от солнечных лучей и атмосферных осадков при работах на открытом воздухе; расширение, реконструкция и оснащение санитарно-бытовых помещений;
- е) обеспечение хранения средств индивидуальной защиты, а также ухода за ними (своевременная химчистка, стирка, дегазация, дезактивация, дезинфекция, обезвреживание, обеспыливание, сушка), проведение ремонта и замена СИЗ;
- ж) приобретение стендов, тренажеров, наглядных материалов, научно-технической литературы для проведения инструктажей по охране труда, обучения безопасным приемам и методам выполнения работ, оснащение кабинетов (учебных классов) по охране труда компьютерами, теле-, видео-, аудиоаппаратурой, лицензионными обучающими и тестирующими программами, проведение выставок, конкурсов и смотров по охране труда;
- з) обучение лиц, ответственных за эксплуатацию опасных производственных объектов;

и) оборудование по установленным нормам помещения для оказания медицинской помощи и (или) создание санитарных постов с аптечками, укомплектованными набором лекарственных средств и препаратов для оказания первой помощи» [10].

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

Мероприятия по снижению профессиональных рисков представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Мероприятия по снижению профессиональных рисков

ОиВПФ	Организационно-технические методы и технические средства (способы, технические устройства) защиты, частичного снижения или полного устранения ОиВПФ	Средства индивидуальной защиты
«Движущиеся машины и механизмы, подвижные части оборудования»	Организационно-технические мероприятия: <ul style="list-style-type: none"> – инструктажи по охране труда; – содержание технических устройств в надлежащем состоянии 	Спецодежда, соответствующая выполняемой работе (спецобувь, спецодежда, средства защиты органов дыхания, зрения, слуха)» [27].
«Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях автомобиля»	Выполнение на регулярной основе планово-предупредительного обслуживания. Эксплуатация технологического оборудования в строгом соответствии с инструкцией. Санитарно-гигиенические мероприятия: <ul style="list-style-type: none"> – обеспечение работника СИЗ, смывающими и обеззараживающими средствами; – предохранительные устройства для предупреждения перегрузки оборудования; – знаки безопасности, цвета, разметка по ГОСТ 12.4.026-2015; – обеспечение дистанционного управления оборудованием 	Спецодежда, соответствующая выполняемой работе (спецобувь, спецодежда, средства защиты органов дыхания, зрения, слуха)» [10].

Продолжение таблицы 12

ОиВПФ	Организационно-технические методы и технические средства (способы, технические устройства) защиты, частичного снижения или полного устранения ОиВПФ	Средства индивидуальной защиты
«Повышенный уровень шума	<p>Применение звукоизоляции, звукопоглощения, демпфирования и глушителей шума (активных, резонансных, комбинированных);</p> <ul style="list-style-type: none"> – группировка шумных помещений в одной зоне здания и отделение их коридорами; – введение регламентированных дополнительных перерывов; – проведение обязательных – предварительных и периодических медосмотров 	Защитные противошумные наушники, беруши противошумные» [27].
«Напряжение зрительных анализаторов. Статические нагрузки, связанные с рабочей позой	<p>Оздоровительно-профилактические мероприятия:</p> <ul style="list-style-type: none"> – медицинские осмотры (предварительный (при поступлении на работу) и периодические (в течение трудовой деятельности) и других медицинских осмотров согласно ст. 212 ТК РФ; – правильное оборудование рабочих мест, обеспечение технологической и организационной оснащенности средствами комплексной и малой механизации; используемые в работе оборудование и предметы должны быть удобно и рационально расположены на столе» [25]. 	–
«Монотонность труда	<p>объединение малосодержательных операций в более сложные и разнообразные: длительность объединенных операций не должна превышать 10-12 мин, иначе это повлечет снижение производственных показателей; чрезмерное укрупнение операций может не соответствовать уровню квалификации работника. При совмещении профессий следует</p>	–

Продолжение таблицы 12

ОиВПФ	Организационно-технические методы и технические средства (способы, технические устройства) защиты, частичного снижения или полного устранения ОиВПФ	Средства индивидуальной защиты
	<p>учитывать перенос (положительное) и интерференцию (отрицательное) взаимодействие навыков новой и совмещаемой профессии. Должны загружаться различные психофизиологические функции работника;</p> <ul style="list-style-type: none"> – внедрение научно обоснованных режимов труда и отдыха для предотвращения возникновения у работающих на монотонных работах отрицательных психологических состояний (психологического пресыщения, скуки, сонливости, апатии) в структуру режима труда и отдыха включают функциональную музыку, которая стимулирует двигательную активность и вызывает у работников приятные эмоции; – применение методов эстетического воздействия во время работы, что способствует улучшению психологических условий труда и включает озеленение, цветовой интерьер, оптимальную освещенность рабочего места, снижение шума, вибрации, запыленности и загазованности; – отбор работников на основе учета их индивидуальных психофизиологических особенностей; – разработку и регулярное применение систем морального и материального стимулирования; – чередование пассивного отдыха с активным» [28] 	

5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Проводим идентификацию источников потенциального возникновения класса пожара и выявленных опасных факторов пожара (таблица 13).

Таблица 13 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
«Агрегатный участок	Технологическое оборудование, применяемое на агрегатном участке	В	Пламя и искры, повышенная температура окружающей среды, повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения	Образующиеся в процессе пожара осколки, части разрушившихся строительных зданий, инженерных сооружений, оборудования, технологических установок» [10]

Система пожаротушения является неотъемлемой частью любой противопожарной инфраструктуры. «Пожаротушение» – собирательный термин для любой инженерной группы подразделений, предназначенных для тушения пожара. Это может быть достигнуто применением огнетушащего вещества, такого как вода, пена или химические соединения.

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

- «системы, установки автоматической пожарной сигнализации, автоматической установки пожаротушения, системы оповещения и управления эвакуацией, пожарной связи, автоматики;
- первичные: мобильные средства пожаротушения;
- пожарное оборудование;
- средства индивидуальной защиты органов дыхания;
- ручной, механизированный инструмент» [10].

«Выполним классификацию средств пожаротушения применяемых для данного технического объекта:

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

Перечень мероприятий по пожарной безопасности при определении технического состояния амортизатора представлен в таблице 14.

Таблица 14 – Перечень мероприятий по пожарной безопасности при определении технического состояния амортизатора

Мероприятия, направленные на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности	Предъявляемые требования к обеспечению пожарной безопасности
«Наличие сертификата соответствия продукции требованиям пожарной безопасности	Все приобретаемое оборудование должно в обязательном порядке иметь сертификат качества и соответствия
Обучение правилам и мерам пожарной безопасности в соответствии с Приказом МЧС России 645 от 12.12.2007	Проведение обучения, а также различных видов инструктажей по тематике пожарной безопасности под роспись
Проведение технического обслуживания, планово-предупредительных ремонтов, модернизации и реконструкции оборудования	Выполнение профилактики оборудования в соответствии с утвержденным графиком работ. Назначение приказом руководителя лица, ответственного за выполнение данных работ
Наличие знаков пожарной безопасности и знаков безопасности по охране труда по ГОСТ	Знаки пожарной безопасности и знаки безопасности по охране труда, установленные в соответствии с нормативно-правовыми актами РФ

Продолжение таблицы 14

Мероприятия, направленные на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности	Предъявляемые требования к обеспечению пожарной безопасности
Рациональное расположение производственного оборудования без создания препятствий для эвакуации и использованию средств пожаротушения	Эвакуационные пути в пределах помещения должны обеспечивать безопасную, своевременную и беспрепятственную эвакуацию людей
Обеспечение исправности, проведение своевременного обслуживания и ремонта источников наружного и внутреннего противопожарного водоснабжения	Не допускается использование неисправных средств пожаротушения также средств с истекшим сроком действия
Разработка плана эвакуации при пожаре в соответствии с требованиями статьи 6.2 ГОСТ Р 12.2.143-2009, ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ	Наличие действующего плана эвакуации при пожаре, своевременное размещение планов эвакуации в доступных для обозрения местах
Размещение информационного стенда по пожарной безопасности	Наличие средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности» [10]

5.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технологического процесса испытания технического состояния амортизатора ГАЗель NEXT

Выполняем идентификацию негативных (вредных, опасных) экологических факторов, возникающих при технологическом процессе испытания технического состояния амортизатора ГАЗель NEXT и сведем их в таблицу 15.

Таблица 15 – Идентификация негативных (вредных, опасных) экологических факторов

Технологический процесс	Антропогенное воздействие на окружающую среду:		
	атмосферу	гидросферу	литосферу
«Испытание технического состояния амортизатора ГАЗель NEXT	Мелкодисперсная пыль в воздушной среде, испарения смазочно-охлаждающей жидкости с поверхности новых деталей.	–	Спецодежда пришедшая в негодность, твердые бытовые / коммунальные отходы коммунальный мусор)» [29].

Выполним разработку экологических факторов, возникающих при определении технического состояния амортизатора ГАЗель NEXT:

- «атмосферу – применение фильтрующих элементов в вытяжных устройствах и своевременная их замена;
- гидросферу – контроль за процессами утилизации и захоронения выбросов, стоков и осадков сточных вод. Персональная ответственность за охрану окружающей среды;
- литосферу – спецодежда, пришедшая в негодность, применяется как вторичное сырье, металлический лом, стружка отправляется на переплавку, твердые бытовые и коммунальные отходы сортируются и перерабатываются или сжигаются, отработанное масло собирается и перерабатывается» [11];

Выводы по разделу.

В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта»:

- разработан технологический паспорт испытания амортизатора ГАЗель NEXT;
- выявлены профессиональные риски при испытании амортизатора ГАЗель NEXT и определены методы и средства их снижения;
- идентифицирован класс и опасные факторы пожара, разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности при испытании амортизатора ГАЗель NEXT;
- идентифицированы экологические факторы, возникающие при испытании амортизатора ГАЗель NEXT и разработаны мероприятия по их снижению (таблица 15).

6 Экономическая эффективность проекта

«Для определения финансовых затрат на разработку конструкции стенда для испытания амортизаторов ГАЗель NEXT воспользуемся формулой:

$$C_{\text{кон}} = C_{\text{к.д}} + C_{\text{о.д}} + C_{\text{сб.п}} + C_{\text{п.д}} + C_{\text{о.н}}, \quad (13)$$

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

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

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

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

$C_{\text{о.н}}$ – общепроизводственные накладные расходы на изготовление конструкции, р.» [11].

«Стоимость изготовления корпусных деталей рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{к.д}} = Q_{\text{к}} \cdot C_{\text{к}}, \quad (14)$$

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

$C_{\text{к}}$ – средняя стоимость 1 кг готовых деталей, р./кг» [11].

В таблице 16 представлена стоимость изготовления корпусных деталей.

Таблица 16 – Стоимость изготовления корпусных деталей

Деталь	Марка металла	Масса материала заготовок, кг	Масса деталей, кг	Цена за 1 кг, руб.	Сумма, руб.
Рама для стенда из стандартного металлопроката	Ст3	76	76	81	6156
Итого:	–	–	–	–	6156

$$C_{к.д} = 76 \cdot 81 = 6156 \text{ р.}$$

«Затраты на изготовление оригинальных деталей определяем по формуле:

$$C_{о.д} = C_{п.р.н} + C_{м}, \quad (15)$$

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

$C_{м}$ – стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей, р.» [11].

«Заработную плату рассчитываем по формуле:

$$C_{п.р.} = t \cdot C_{ч} \cdot k_t, \quad (16)$$

где t – средняя трудоемкость на изготовление отдельных деталей, кривошип – 1 шт.; эксцентрик – 1 шт., рычаг нагрузителя – 1 шт., крышка – 1 шт., вал – 1 шт., трудоёмкость на изготовление деталей: кривошип – 1,65 чел.-ч., эксцентрик – 1,76 чел.-ч., рычаг нагрузителя – 1,2 чел.-ч., крышка – 0,7 чел.-ч., вал – 1,6 чел.-ч.

$C_{ч}$ – часовая ставка рабочих, отчисляемая по среднему разряду, р./ч;

k_i – коэффициент, учитывающий доплаты к основной зарплате, принимаем равным 1,030» [11].

$$t = (1 \cdot t_{\text{кривошип}} + 1 \cdot t_{\text{рычаг нагрузж.}} + 1 \cdot t_{\text{эксцентрик}} + 1 \cdot t_{\text{рычаг нагрузжателя}} + 1 \cdot t_{\text{вал}}),$$

$$t = 1 \cdot 1,65 + 1 \cdot 1,76 + 1 \cdot 1,2 + 1 \cdot 0,7 + 1 \cdot 1,6 = 6,91 \text{ чел.-ч.}$$

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

Принимаем тарифную ставку из учета МРОТ для первого разряда: $15279 / (7 \cdot 21) = 103,94$ р./ч. Для остальных разрядов с учётом тарифной сетки: I – 1,0; II – 1,12; III – 1,26; IV – 1,42; V – 1,60; VI – 1,80» [11].

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

$$C_{\text{ПР}} = 6,91 \cdot 147,59 \cdot 1,03 = 1050,44 \text{ р.}$$

Определяем дополнительную заработную плату по формуле:

$$C_{\text{Д}} = (5 \dots 12) \cdot C_{\text{ПР}} / 100, \quad (17)$$

$$C_{\text{Д}} = 10 \cdot 1050,44 / 100 = 105,04 \text{ р.}$$

Начисления на заработную плату определяем по формуле:

$$C_{\text{СОЦ}} = 30 \cdot (C_{\text{ПР}} + C_{\text{Д}}) / 100, \quad (18)$$

$$C_{\text{СОЦ}} = 30 \cdot (1050,44 + 105,04) / 100 = 346,64 \text{ р.,}$$

$$C_{\text{ΣПР}} = 1050,44 + 105,04 + 346,64 = 1502,12 \text{ р.}$$

В таблице 17 представлена заработная плата на изготовление оригинальных деталей.

Таблица 17 – Заработная плата на изготовление оригинальных деталей

Значение	Сумма, руб.
Заработная плата	1050,44
Дополнительная заработная плата	105,04
Начисления на заработную плату	346,64
Итого:	1502,12

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

$$C_M = C \cdot Q_3, \quad (19)$$

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

Q_3 – масса заготовки, кг» [11].

В таблице 18 представлена стоимость материала для изготовления оригинальных деталей.

Таблица 18 – Стоимость материала заготовок на изготовление оригинальных деталей

Наименование детали	Материал	Количество, шт.	Общая масса материала, кг	Цена за 1 кг, руб.	Сумма, руб.
Кривошип	Сталь 40Х	1	5	91	455
Эксцентрик	Сталь 40Х	1	3,2	91	291,2
Рычаг нагрузателя	Сталь 45	1	4	78	312
Крышка	Сталь 40	1	1,2	74,5	89,4
Вал	Сталь 40Х	1	9	91	819
Итого:	–	–	–	–	1966,6

$$C_M = 5 \cdot 91 + 3,2 \cdot 91 + 4 \cdot 78 + 1,2 \cdot 74,5 + 9 \cdot 91 = 1966,6 \text{ р.}$$

$$C_{ОД} = 1502,12 + 1966,6 = 3468,72 \text{ р.}$$

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

$$C_{CB.П} = C_{CB} + C_{Д.СБ} + C_{СОЦ.СБ}, \quad (20)$$

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

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

$C_{СОЦ.СБ}$ – страховые взносы в фонды, р» [11].

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

$$C_{CB} = T_{CB} \cdot C_{Д.СБ} \cdot k_t, \quad (21)$$

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

Значение определяем по формуле:

$$T_{CB} = k_C \cdot \Sigma t_{CB}, \quad (22)$$

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

k_C – коэффициент, учитывающий непредусмотренные работы, 1,1...1,5» [11].

По справочным данным принимаем трудоемкость сборки составных частей равной 6 чел.-ч.

$$T_{CB} = 1,25 \cdot 6 = 7,5 \text{ чел.-ч.}$$

Тогда заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке определится:

$$C_{CB} = 7,5 \cdot 147,59 \cdot 1,03 = 1140,13 \text{ р.},$$

$$C_{Д.СБ} = 0,1 \cdot 1140,13 = 114,01 \text{ р.},$$

$$C_{СОЦ.СБ} = 0,3 \cdot (1140,13 + 114,01) = 376,24 \text{ р.}$$

$$C_{СБ.П} = 1140,13 + 114,03 + 376,24 = 1630,39 \text{ р.}$$

В таблице 19 представлена полная заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке.

Таблица 19 – Полная заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке

Значение	Сумма, руб.
Основная заработная плата	1140,13
Дополнительная заработная плата	114,01
Страховые взносы в фонды	376,24
Итого	1630,39

«Общепроизводственные накладные расходы на изготовление приспособления определяем по формуле:

$$C_{ОН} = \frac{(C'_{ПР} \cdot R_{ОН})}{100}, \quad (23)$$

где $C'_{ПР}$ – основная заработная плата производственных рабочих, участвующих в изготовлении, р.;

$R_{ОН}$ – процент общепроизводственных накладных расходов, %»
[11].

$$C'_{ПР} = (C_{ПР} + C_{СБ}). \quad (24)$$

Подставив числовые значения в формулы (23,24) получим:

$$C'_{IP} = 1050,44 + 1140,13 = 2190,57 \text{ р.}$$

$$C_{OH} = \frac{(2190,57 \cdot 15)}{100} = 328,58 \text{ р.}$$

Для данной конструкции необходимо приобрести следующие компоненты: шкив ГРМ ВАЗ-2112– 2 шт., ремень ГРМ – 1 шт., электрический двигатель– 1 шт., тензометрический датчик – 1 шт., подшипник – 2 шт., а также метизы. Перечень покупных деталей представлен в таблице 20 [21].

Таблица 20 – Затраты по статье «Материалы» на конструкторскую разработку

Значение	Количество, шт.	Цена, руб.	Сумма, руб.
Шкив ГРМ ВАЗ-2112	2	600	1200
Ремень ГРМ	1	861	861
Электрический двигатель	1	4200	4200
Тензометрический датчик	1	1300	1300
Подшипник	1	520	520
Болт	18	4,1	73,8
Гайка	15	3,4	51
Шайба	35	2	70
Грунт-эмаль	1	1250	1250
Краска акриловая по металлу Tikkurila Metallista	1	1920	1920
Итого:			11445,8

$$C_{ИД} = 1200 + 861 + 4200 + 1300 + 520 + 73,8 + 51 + 70 + \\ + 1250 + 1920 = 11445,8 \text{ р.}$$

Определим затраты на изготовление конструкции и сведем их в таблицу 21.

$$C_{КОИ} = 6156 + 3468,72 + 1630,39 + 328,58 + 11445,8 = 23029,49 \text{ р.}$$

Таблица 21 – Затраты на изготовление конструкции

Значение	Сумма, руб.
Стоимость изготовления корпусных деталей	6156
Затраты на изготовление оригинальных деталей	3468,72
Затраты на сборку	1630,39
Общепроизводственные накладные расходы	328,58
Стоимость покупных изделий (деталей)	11445,8
Итого:	23029,49

Общие затраты на изготовление конструкции стенда для испытания амортизаторов ГАЗель NEXТ равны 23029,49 р.

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

«Годовая экономия от снижения себестоимости при внедрении конструкции составит:

$$\mathcal{E}_Г = C_{\text{пр}} - C_{\text{кон}}, \quad (25)$$

где $C_{\text{пр}}$ – стоимость прототипа, р.» [11];

$$\mathcal{E}_Г = 80000 - 23029,49 = 55970,51 \text{ р.}$$

Срок окупаемости определяем по формуле:

$$O_{\text{ок}} = \frac{C_{\text{кон}}}{\mathcal{E}_Г}, \quad (26)$$

$$O_{\text{ок}} = \frac{80000}{55970,51} = 1,43 \text{ года.}$$

Годовой экономический эффект от внедрения конструкции составит:

$$\mathcal{E}_{\text{эф}} = \mathcal{E}_Г - 0,15 \cdot C_{\text{кон}} \quad (27)$$

$$\mathcal{E}_{\text{эф}} = 55970,51 - 0,15 \cdot 23029,49 = 52516,08 \text{ р.}$$

В таблице 22 представлены основные показатели проекта.

Таблица 22 – Основные показатели проекта

Показатели	Единица измерения	Значение	
		До внедрения	После внедрения
Стоимость изготовления конструкции	р.	80000	23029,49
Экономия от снижения себестоимости при внедрении конструкции	р.	–	55970,51
Экономический эффект	р.	–	52516,08
Срок окупаемости	год	–	1,43

Выводы по разделу.

В разделе «Экономическая эффективность проекта» определена эффективность разработки стенда для испытания амортизаторов ГАЗель NEXT с экономической стороны.

Стоимость разработки стенда для испытания амортизаторов ГАЗель NEXT составляет 25131,12 р., срок окупаемости равен 1,48 года, что является допустимым для данной конструкции.

Разработанная конструкция стенда для испытания амортизаторов ГАЗель NEXT может использоваться в коммерческих целях как в небольших СТО, так и на АТП, БЦТО.

Заключение

В данном дипломном проекте была разработана конструкция стенда для испытания амортизаторов ГАЗель NEXT.

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы было сделано следующее:

- рассмотрены конструкции и технические характеристики наиболее популярных тестеров подвески, представленных на рынке;
- сопоставлены совокупности существенных признаков проектируемого объекта и аналогов, выбранных ранее из патентного поиска, объект не обладает критериями патентоспособности: изобретательский уровень, новизна;
- разработаны техническое задание и предложение на разработку конструкции стенда для испытания амортизаторов ГАЗель NEXT, выполнены конструкторские расчеты стенда. Разработанная конструкция стенда проста в изготовлении и сборке, составляющие элементы конструкции доступны в продаже и легко заменяемы в случае ремонта;
- выполнено обоснование выбора технологического процесса, определена трудоемкость сборки, составлен технологический процесс сборки стенда для испытания амортизаторов ГАЗель NEXT;
- рассмотрены вопросы, касающиеся обеспечения безопасности, экологичности проекта;
- определена эффективность разработки стенда для испытания амортизаторов ГАЗель NEXT с экономической стороны. Стоимость изготовления составляет 25131,12 р., что значительно дешевле вариантов стендов для испытания амортизаторов представленных на рынке.

Список используемой литературы и используемых источников

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Приложение А
Спецификации

		Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Перв. примен.								
						<u>Документация</u>		
Ср. №	A4				22.ДП.ПЭА.175.6.100.000.ПЗ	Пояснительная записка	1	
	A1				22.ДП.ПЭА.175.6.100.000.СБ	Сборочный чертеж	3	
						<u>Сборочные единицы</u>		
			1		22.ДП.ПЭА.175.6.101.000	Рама	1	
			2		22.ДП.ПЭА.175.6.102.000	Регулировочная консоль	1	
			3		22.ДП.ПЭА.175.6.103.000	Корпус опоры	1	
			4		22.ДП.ПЭА.175.6.104.000	Кривошип в сборе	1	
			5		22.ДП.ПЭА.175.6.105.000	Электрошкаф управления	1	
			6		22.ДП.ПЭА.175.6.106.000	Эксцентрик в сборе	1	
Подп. и дата								
Взам. инв. №								
Инв. № подл.								
					22.ДП.ПЭА.175.6.100.000			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Разраб.	Булычев				Стенд для испытания амортизаторов			
Проб.	Угарова							
Н.контр.	Угарова				Лит.	Лист	Листов	
Утв.	Бабровский					1	2	
					ТГУ ИМ зр. АТС-1701В			
Копировал					Формат А4			

Рисунок А.1 – Спецификация на стенд для испытания амортизаторов

Продолжение Приложения А

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Инв. № подл.		Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подп. и дата		
							Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Изм.	Лист	Изм.	Лист
		19	22.ДП.ПЭА.175.6.100.019	Прокладка опоры	2										
		20	22.ДП.ПЭА.175.6.100.020	Кольцо распорное	1										
				<u>Стандартные изделия</u>											
		21		Гайка М33х15 ГОСТ 11871-88	1										
		22		Шайба Н.33 ГОСТ 11872-89	1										
		23		Винт М4х5 ГОСТ Р 50384-92	2										
		24		Кольцо 135-1 ОСТ92-8969-78	1										
		25		Болт М10х50 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 М6х20 ГОСТ 7798-70	8										
		30		Шайба 6 Н ГОСТ 6402-70	8										
		31		Подшипник 7307 А ГОСТ 27365-87	2										
		32		Шпонка 6х6х60 ГОСТ 23360-78	1										
		33		Шпонка 32-4 ГОСТ 18360-75	2										
		34		Шпонка 47-6 ГОСТ 18360-75	1										
		35		Болт М12х70 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										
				<u>Покупные изделия</u>											
		39		Шкив ГРМ ВА3-2112	1	ведущий									
		40		Шкив ГРМ ВА3-2112	1	ведомый									
		41		Ремень ГРМ ВА3-2112	1										
		42		Электродвигатель 4АИР80В4	1										
		43		Тензометрический датчик силы	1	EMS20									
				22.ДП.ПЭА.175.6.100.000				Лист							
				Булычев											
				Угарова											
				Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата							
				Копировал											
				Формат А4											

Рисунок А.2 – Спецификация на стенд для испытания амортизаторов