

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)

23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Автомобили и автомобильное хозяйство

(направленность (профиль) / специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Разработка стенда для диагностики подвески грузовых автомобилей

вибрационным методом

Обучающийся

А.Д. Кириченко

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

доктор техн. наук, доцент О.И. Драчев

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

Консультанты

канд. техн. наук, доцент А.Н. Москалюк

(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)

И.Ю. Усатова

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

Тольятти 2022

Аннотация

Выпускная квалификационная работа (бакалаврская работа) выполнена на тему: «Разработка стенда для диагностики подвески грузовых автомобилей вибрационным методом».

Цель бакалаврской работы – разработка конструкции стенда для диагностики подвески грузовых автомобилей вибрационным методом.

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

Графическая часть содержит 6 листов формата А1, выполненных в автоматизированной системе разработки и оформления конструкторской и проектной документации КОМПАС-График. Выполненная бакалаврская работа полностью соответствует утвержденному заданию.

В первом разделе рассмотрены виды подвесок грузового автомобиля, методы измерения сцепления колес с дорогой и измерения амплитуды, диагностическое оборудование, применяемое для проверки подвески.

Во втором разделе проведена конструкторская разработка стенда для диагностики подвески грузовых автомобилей, приведены техническое задание и предложение, выполнен расчет конструкции и составлено руководство по эксплуатации стенда.

В третьем разделе рассмотрены основные признаки неисправности амортизаторов и стоек, а также их влияние на безопасность автомобиля, отмечена важность их проверки.

В четвертом разделе рассмотрена безопасность и экологичность стенда для диагностики подвески грузовых автомобилей вибрационным методом.

В пятом разделе определена экономическая эффективность стенда для диагностики подвески грузовых автомобилей вибрационным методом.

Abstract

The topic of the graduation project is: «The development of a stand for trucks suspension diagnostics by vibration method».

The graduation project consists of: an introduction, five general parts, a conclusion, a list of 31 references, appendices and a graphic part on 6 A1 sheets.

The aim of the work is to develop the stand design for trucks suspension diagnostics by vibration method.

The key issue of the thesis is the design of the stand for trucks suspension diagnostics by vibration method. We touch upon the problem of the safety and the environmental friendliness of the developed stand, and calculate the developing cost of the stand for trucks suspension diagnostics by vibration method.

The graduation work may be divided into several logically connected parts which are: the technical requirements for the truck suspension, methods of measuring adhesion of the car wheels with a road surface, amplitude measurement methods, the review of the diagnostic equipment used to test the suspension, the design of the stand for trucks suspension diagnostics. The terms of reference and the technical proposal are drawn up. The technical characteristics of a developed construction are calculated, and the operation manual is written. The main signs of malfunction of shock absorbers and struts are described.

In conclusion we would like to stress this work is relevant in solving the problem of diagnostics the trucks suspension by vibration method as well as similar technological solutions can be used at freight transport enterprises to carry out timely and high-quality diagnostics of the trucks suspension by vibration method.

Содержание

Введение.....	6
1 Состояние вопроса	8
1.1 Виды подвесок грузового автомобиля.....	8
1.2 Методы измерения сцепления колес с дорогой и измерения амплитуды	10
1.3 Диагностическое оборудование для проверки подвески.....	16
2 Конструкторская часть	21
2.1 Техническое задание на разработку стенда для диагностики подвески грузовых автомобилей вибрационным методом	21
2.2 Техническое предложение на разработку стенда для диагностики подвески грузовых автомобилей вибрационным методом.....	25
2.3 Расчет конструкции стенда для диагностики подвески грузовых автомобилей вибрационным методом	31
2.4 Руководство по эксплуатации стенда для диагностики подвески грузовых автомобилей вибрационным методом	35
3 Технологический процесс	40
3.1 Основные признаки неисправности амортизаторов и стоек	40
3.2 Важность проверки амортизаторов и подвески.....	42
3.3 Испытания амортизаторов	43
3.4 Технологическая карта испытания подвески на вибрационном стенде	46
4 Безопасность и экологичность технического объекта	47
4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика технологического процесса диагностики подвески грузового автомобиля при помощи специализированного стенда	50
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	51
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков	53
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта	57

4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технологического процесса диагностики подвески грузового автомобиля при помощи специализированного стенда	60
5 Экономическая эффективность технического объекта.....	62
Заключение	67
Список используемой литературы и используемых источников.....	68
Приложение А	74

Введение

В начале разработки автомобилей особое внимание уделялось динамичности и устойчивости конструкции. Причина этого – относительно низкие скорости и в основном плохие дороги. С дальнейшими улучшениями в строительстве более качественных дорог наблюдается увеличение скорости автомобилей, но также и увеличение интенсивности движения, поэтому на первый план выходят вопросы безопасности дорожного движения, а, следовательно, и эксплуатационные и технические свойства управляемости и устойчивости. Интенсивность транспортных потоков на улицах и дорогах требует от каждого водителя полной концентрации и готовности в любой момент выполнить соответствующие маневры со своим транспортным средством, чтобы изменить скорость или направление движения в соответствии с требованиями, предъявляемыми дорожной ситуацией.

Конструкция и техническое состояние самого транспортного средства в современных дорожных условиях должны соответствовать требованиям движения, при котором транспортное средство должно иметь возможность хорошо и быстро менять направление и скорость в соответствии с пожеланиями водителя с минимальным потреблением энергии. При торможении в случае внезапной опасности необходимо обеспечить минимальный тормозной путь (максимальное замедление) без потери устойчивости (заноса) транспортного средства. Торможение в случае внезапной опасности очень важно, поскольку оно определяет безопасное движение, хотя и используется очень редко (3-5% от общего количества тормозов). Как бы ни было важно, чтобы транспортное средство безопасно останавливалось в определенных условиях, так же важно, чтобы оно не теряло своей устойчивости во время торможения, то есть двигалось по линии, продиктованной водителем. Во время резкого торможения транспортное средство часто становится неустойчивым, что может привести к серьезным последствиям. Устойчивость теряется, когда торможение

выполняется на пределе сцепления на одной или обеих осях транспортного средства.

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

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

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

В работе будет рассмотрена разработка конструкции стенда для диагностики подвески грузовых автомобилей вибрационным методом.

1 Состояние вопроса

1.1 Виды подвесок грузового автомобиля

На грузовых автомобилях встречаются несколько видов подвески. Для каждого вида подвески характерны свои конструкционные особенности и характеристики эксплуатации.

«Подвеской называется комплект деталей, которые крепят колеса автомобиля к кузову. Сам механический узел включает в себя несколько элементов. За счет элементов подвески снижается уровень вибрации при пересечении автомобилем дороги с неровностями. От эффективности работы подвески зависит не только гашения вибрации, но и уровень гашения шума извне, который возникает при вождении автомобиля.

Подвеска грузового автомобиля эталонного типа должна иметь облегченную конструкцию и должна быть выполнена из прочных материалов. Основная задача подвески заключается в недопущении крена, который превышает уровень предельного наклона автомобиля. Раскачка кузова не должна превышать предельных значений при экстренном торможении и преодолении поворотов» [2].

Кинематические характеристики колес и рулевое управление должны соответствовать эксплуатационным характеристикам подвески грузового автомобиля. За счет качества подвески обеспечиваются оптимальная регуляция углов колес. Все автомобильные подвески для грузовых автомобилей делятся на:

- зависимые,
- независимые.

«При выборе подвески для установки на грузовой автомобиль необходимо учитывать упругость основного элемента. Встречаются также пружинные подвески и рессорные, гидропневматические и пневматические, торсионные подвески для грузовых автомобилей.

У всех перечисленных видов подвесок для грузовых автомобилей имеются свои преимущества в эксплуатации. Но в зависимости от дорожных условий и особенностей автомобиля могут встречаться и недостатки эксплуатации подвески.

При создании модификации автомобиля все достоинства и недостатки подвески учитываются конструкторами. На сегодняшний день можно отметить, что производители грузовых автомобилей используют разные типы подвесок на передние и задние колеса автомобилей. Наиболее удачным видом подвески считается конструкция Макферсона. Эта конструкция подвески используется еще с 50-х годов прошлого столетия» [9].

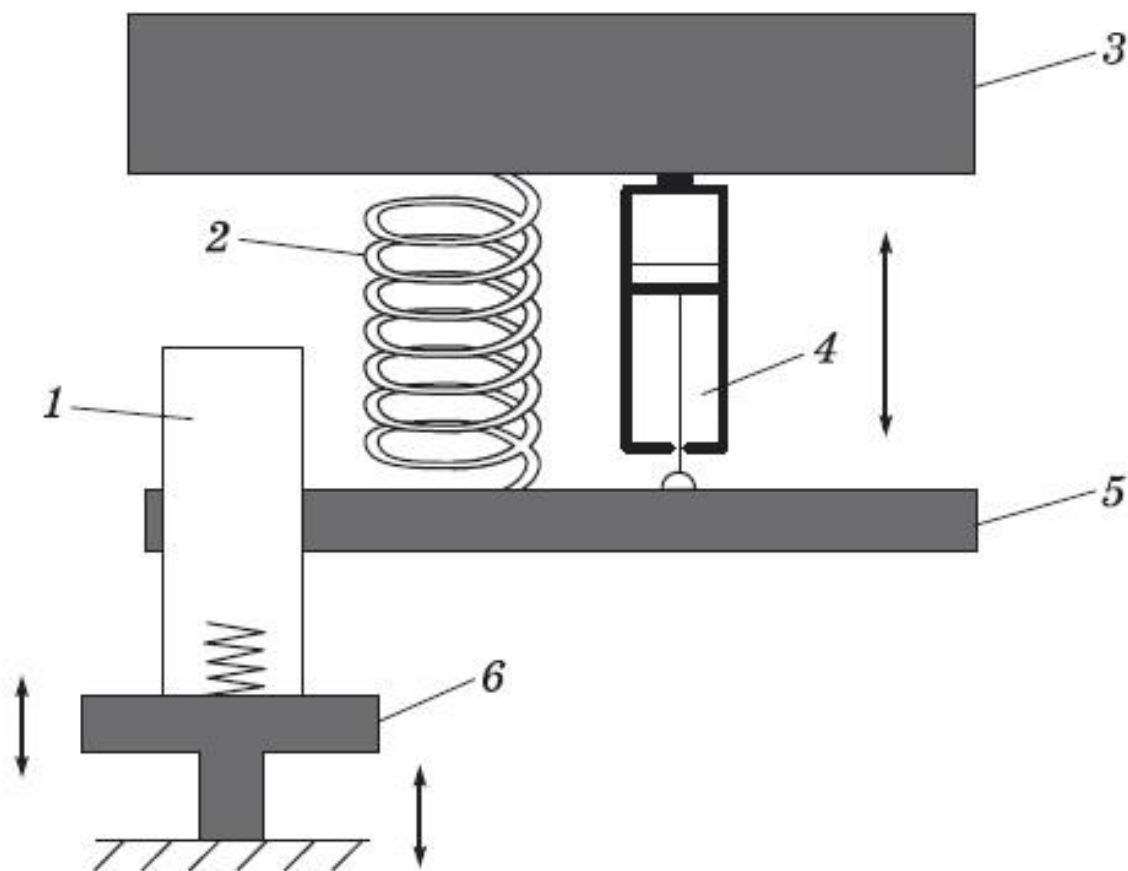
«Рычажная схема в подвесках используется для того, чтобы не допускать переход колес в определенные плоскости. У такого типа подвески имеется несколько преимуществ, в частности, при наличии такой подвески на грузовом автомобиле отмечается хорошая управляемость. Но у такого типа подвески имеется высокая цена, что обуславливает ее использование на больших грузовых автомобилях коммерческого типа. Такая подвеска имеет большой вес и большой размер. Для снижения веса подвески используются различные инженерные решения, в частности, широко стал применяться сплав алюминия для облегчения веса подвески. В таком типе подвески используются либо амортизаторы, либо пневматические элементы.

В торсионной подвеске используется длинный стержень, основной элемент работает на кручение. В конструкции такой подвески имеется пружина, которая монтируется на переднюю ось и напрямую связана с рычагом. Простота и надежность функционирования такой подвески – это основные преимущества эксплуатации такого типа подвески на грузовых автомобилях. Конец торсиона может крепиться к кузову в любом месте. При езде на автомобиле это позволяет добиться равномерного распределения нагрузок. В результате при ударе о неровную поверхность гасятся даже сильные вибрационные шумы. Гидропневматический тип подвески широко используется в автомобильной отрасли» [9].

1.2 Методы измерения сцепления колес с дорогой и измерения амплитуды

Для диагностики подвески и амортизаторов используются методы измерения сцепления колес с дорогой и измерения амплитуды.

Схема метода диагностирования по сцеплению колес с дорогой представлена на рисунке 1.



1 – колесо автомобиля; 2 – пружина; 3 – кузов; 4 – амортизатор; 5 – ось автомобиля;
6 – измерительная площадка

Рисунок 1 – Схема метода диагностирования амортизаторов по сцеплению колес с дорогой

«При методе диагностирования амортизаторов по сцеплению колес с дорогой база колебаний в нижней части жесткая и подпружинена только в верхней части. Технология проверки амортизаторов и подвески при использовании метода сцепления колес с дорогой заключается в следующем.

Сначала проверяемое колесо автомобиля устанавливается точно посередине измерительной площадки амортизаторного стенда. В состоянии покоя измеряется статический вес колеса. Затем включается привод перемещения одной из площадок в вертикальном направлении (сначала левой, потом правой).

С помощью электродвигателя осуществляется периодическое возбуждение колебаний с частотой 25 Гц; при этом измерительная площадка перемещается как жесткое звено. Полученный в результате динамический вес колеса (вес на плите при частоте колебаний 25 Гц) сравнивается со статическим весом путем деления первого на второй» [5].

Пример. Пусть статический вес колеса при частоте 0 Гц равен 500 кг, а динамический вес при частоте 25 Гц равен 250 кг. Тогда коэффициент падения веса колеса (в процентах), измеренный по методу сцепления колес с дорогой, составит 50%.

«Полученные значения коэффициента падения веса левого и правого колес и их разность (в процентах) выводятся на экран монитора.

Состояние амортизаторов характеризуется следующими соотношениями:

- хорошее – не менее 70% (для спортивной подвески – 90%);
- слабое – от 40 до 70% (от 70% до 90%);
- дефектное – менее 40% (от 40% до 70 %).

Результаты оценки состояния амортизаторов не должны различаться более чем на 25 % по бортам транспортного средства. Обработка результатов базируется на эмпирических значениях, которые были получены с помощью серийных исследований автомобилей различных производителей. При этом предполагается, что у среднестатистического автомобиля жесткость амортизаторов, как правило, увеличивается с увеличением нагрузки на ось» [15].

Рассмотренный метод имеет следующие недостатки: результаты измерений зависят от давления воздуха в шине диагностируемого

автомобиля; при диагностировании обязательно расположение колеса точно посередине площадки амортизаторного стенда; приложение постоянных внешних сил, боковых сил оказывает влияние на боковое перемещение автомобиля, что сказывается на результатах тестирования.

«Диагностирование по методу измерения амплитуды, применяемое на оборудовании фирм «Боге» и МАХА, более прогрессивное. Площадка стенда подвешена на гибком торсионе, база колебаний подпружинена как в верхней, так и в нижней части, что позволяет измерять не только вес, но и амплитуду колебаний на рабочих частотах» [9].

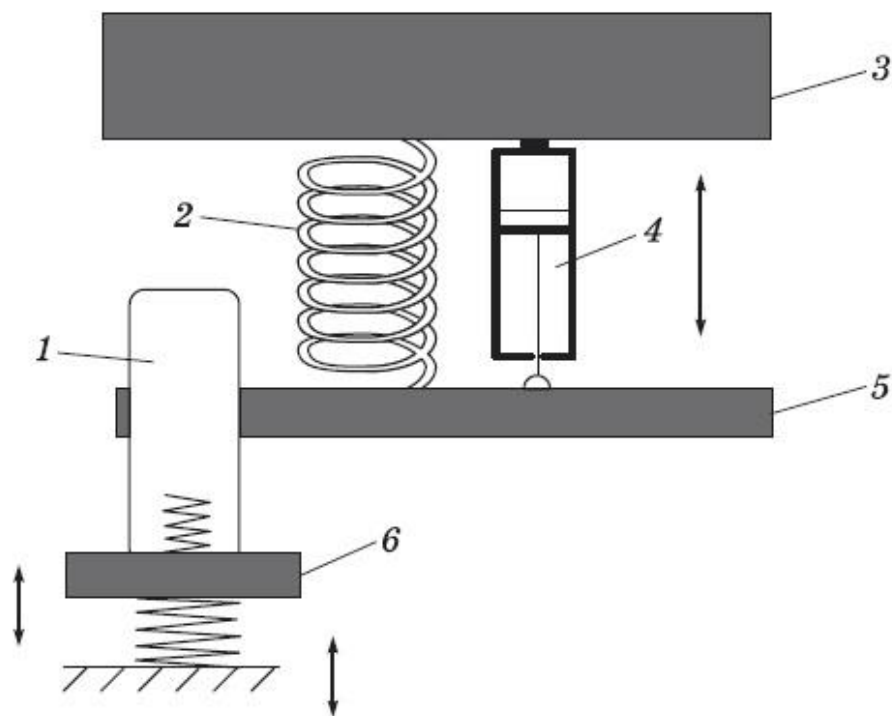
Технология проверки амортизаторов и подвески по методу измерения амплитуды (рисунок 2) заключается в следующем.

«Колесо автомобиля, установленное на площадку стенда, колеблется с частотой 16 Гц и амплитудой от 7,5 до 9,0 мм. После включения электродвигателя стенда колесо автомобиля колеблется относительно покоящихся масс автомобиля, частота колебаний увеличивается до достижения резонансной частоты (обычно от 6 до 8 Гц).

После прохождения точки резонанса принудительное возбуждение колебаний прекращается выключением электродвигателей стенда. Частота колебаний увеличивается и пересекает точку резонанса, в которой достигается максимальный ход подвески. При этом осуществляется измерение частотной амплитуды амортизатора.

Рабочие характеристики амортизатора определяются в «дроссельном» и «клапанном» режимах. В дроссельном режиме, когда максимальная скорость поршня не более 0,3 м/с, клапаны отбоя и сжатия в амортизаторе не открываются.

В клапанном режиме, когда в амортизаторе максимальная скорость поршня более 0,3 м/с, клапаны отбоя и сжатия открываются, причем тем больше, чем больше скорость поршня» [10].



1 – колесо автомобиля; 2 – пружина; 3 – кузов; 4 – амортизатор; 5 – ось автомобиля;
6 – измерительная площадка

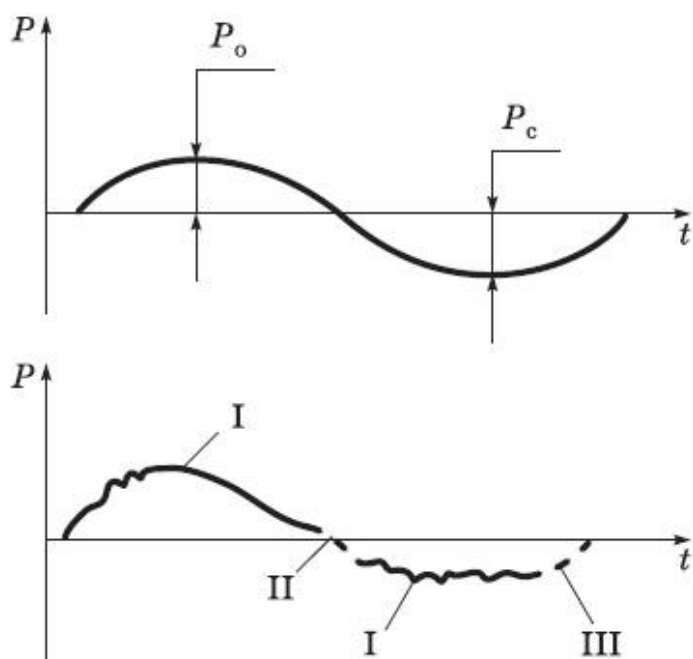
Рисунок 2– Схема метода диагностирования амортизаторов по амплитудным колебаниям

«Диаграммы при испытании амортизатора на стенде записываются в дроссельном режиме при частоте 30 циклов в минуту, ходе поршня 30 мм, максимальной скорости 0,2 м/с. В случае, когда амортизатор испытывается в амортизаторной стойке, ход поршня составляет 100 мм. Диаграммы записываются в клапанном режиме при частоте 100 циклов в минуту, таком же ходе поршня, что и в дроссельном режиме, и при максимальной скорости поршня 0,5 м/с.

При испытании амортизаторов дефектом считается появление жидкости на штоке и у верхней кромки манжеты стойки или сальника амортизатора при условии, что жидкость появляется вновь после протирки места течи. Дефектом считается наличие стуков, скрипов и других шумов, за исключением звуков, которые связаны с перетеканием жидкости через клапанную систему, а также наличие избыточного количества жидкости («подпор»), эмульсирование жидкости, недостаточное количество жидкости

(«провал»). Дефектом считается и отклонение формы кривых диаграмм от эталонной» [16].

На рисунке 3 показана эталонная форма диаграммы и форма диаграммы амортизатора с дефектами.



I, II, III – участки, свидетельствующие о наличии соответственно эмульсирования жидкости, «провала» и «подпора»; P_o , P_c – силы сопротивления при ходе отбоя и ходе сжатия

Рисунок 3 – Диаграммы работы исправного и дефектного амортизаторов

«Амплитуда колебаний определяется по движению следующей за колесом проверочной площадки и регистрируется. При этом измеряется также максимальное отклонение (максимальная амплитуда колебаний). Оно пересчитывается и показывается на экране монитора отдельно для левого и правого амортизаторов. По графику колебаний (рисунок 4) на экране монитора можно оценить эффективность амортизаторов, даже не зная параметров, заложенных изготовителем: чем меньше амплитуда резонанса на графике, тем лучше работает амортизатор» [11].

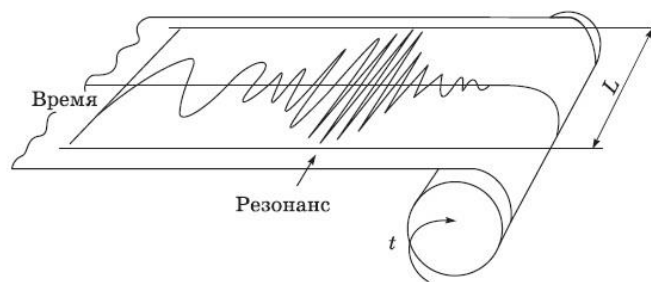


Рисунок 4 – Амплитуда колебаний амортизатора

Пример документирования результатов проверки амортизаторов передней и задней осей автомобиля на стенде показан на рисунке 5.

«Состояние амортизаторов по амплитудному показателю определяется следующим образом:

- хорошее – от 11 до 85 мм (для задней оси массой до 400 кг – 11,75 мм);
- плохое – менее 11;
- изношенное – более 85 мм (для задней оси массой до 400 кг – более 75 мм).

Разность хода колес не должна превышать 15 мм» [11].



Рисунок 5 – Данные контроля амортизаторов

«На стендах для проверки амортизаторов, например фирмы МАХА, можно производить поиск шумов подвески. В этом режиме оператор может сам задавать частоту вращения ротора (от 0 до 50 Гц). Без режима поиска шумов источник шума необходимо искать за доли секунды, пока затухают колебания подвески» [37].

1.3 Диагностическое оборудование для проверки подвески

Рассмотрим предложенные на рынке стенды для проверки подвески.

«Стенд проверки подвески СПП-2500 (рисунок 6) предназначен для контроля состояния подвески транспортного средства. Позволяет объективно оценить способность подвески воспринимать нагрузку и возвращаться в исходное положение, а также, выявить склонность автомобиля к «уводу» при верных углах установки колес» [12].

Технические характеристики стенда проверки подвески СПП-2500 представлены в таблице 1.



Рисунок 6 – Стенд СПП-2500

Таблица 1 – Технические характеристики стенда проверки подвески

Показатель	Значение
«Амплитуда колебания, мм, не более	±3
Частота колебания, Гц, не более	23
Осевая нагрузка, кг, не более	2500
Мощность двигателя кВт, не более	2×1,5
Ширина колеи, мм	800-2300
Габаритные размеры стенда, мм, не более	2460×480×355
Масса, кг, не более	290» [12].

«Стенд проверки подвески представляет собой платформу, состоящую из двух испытательных площадок, каждая из которых соединена с эксцентриковым валом.

Стенд отслеживает силу, с которой колесо автомобиля воздействует на платформу. Испытания производятся сначала на неподвижной платформе, а затем в процессе затухающих колебаний, начиная с частоты 23 Гц. По результатам тестирования компьютер вычисляет "коэффициент давления" колеса на опорную поверхность, выраженный в процентах. Он равен отношению минимальной нагрузки во время колебаний к нагрузке на неподвижную платформу.

При коэффициенте: более или равном 45 % – подвеска обеспечивает достаточное гашение колебаний; менее 45 %, но более 25 % – слабое гашение колебаний; меньше 25% – недостаточное гашение колебаний.

Предельно допустимая относительная разность коэффициентов для колес одной оси составляет 0,15.

Результаты проверки амортизаторов с использованием приборов и стендов выдаются на дисплей или (и) в виде распечатки. В ней могут присутствовать графики колебаний, весовая нагрузка осей, значения вычисленных коэффициентов для каждого амортизатора, разность коэффициентов для колес одной оси и тому подобное» [12].

Диагностическая линия NTS 800 ST (рисунок 7) состоит из: компьютерной стойки и тестера подвески EUSAMA со встроенной функцией поиска шумов. Технические характеристики диагностической линии NTS 800 ST представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Технические характеристики диагностической линии NTS 800

Параметр	Значение
«Грузоподъемность, т/ось	2
Амплитуда колебаний, +/- мм	3
Частота, Гц	25-0
Мощность двигателя, не более кВт	2×2,5» [13].



Рисунок 7 – Диагностическая линия NTS 800 ST

«Особенности:

- оцинкованное исполнение роликовой секции, тестера подвески, тестера увода;
- моторы во влагозащищенном исполнении (IP54);
- следящий ролик обеспечивает своевременное отключение стенда при начале проскальзывания колеса и предотвращает выбрасывание автомобиля с роликовой секции;
- привод роликов с механической блокировкой червячным редуктором облегчает съезд с тормозного стенда;
- высокоточные и надежные тензометрические датчики;
- русскоязычное ПО для сопровождения процесса диагностики, печати и хранения результатов испытаний.

Комплектация:

- компьютерная стойка Visio для управления работой стенда, сбора результатов диагностики, печати протокола и графиков, пульт ДУ;
- тормозной роликовый стенд, нагрузка на ось 3 т, 5 кН на колесо, на выбор корундовые или сварные ролики.
- диагностируемая колея 800-2200 мм;
- тестер подвески Eusama (вибростенд) для диагностики безопасности подвески;
- тестер увода для оценки увода автомобиля от прямолинейного движения;

– дооснащение для диагностики полноприводных автомобилей» [24].

«Тестер подвески (EUSAMA) с тестером поиска шумов с индивидуальной регулировкой частоты на одном или одновременно двух колесах одной оси.

Тестер EUSAMA рассчитывает так называемый коэффициент сцепления колес с поверхностью при определенных условиях колебания.

По методу EUSAMA колесо устанавливается на платформу, которая колеблется с амплитудой 3 мм (вверх/вниз), и с частотой от 3 до 25 Гц. В течение измерений определяется наименьший динамический вес (поэтому тестеры подвески имеют взвешивающее устройство и при комплектации диагностической линии тормозной стенд может не комплектоваться взвешивающим устройством).

Далее определяется коэффициент EUSAMA, а именно наименьший динамический вес делится на статический вес и умножается на 100%. Данный коэффициент сравнивается с коэффициентом, полученным при испытании новых машин. И делается вывод о состоянии подвески. Существует и опция к тестеру подвески - так называемый модуль шумов. С его помощью мы можем варьировать частоту колебаний платформ и при появлении шума, на какой-то определенной частоте мы её фиксируем. По звуку можно определить источник шума с последующим необходимым ремонтом.

Метод EUSAMA определяет больше состояние всей подвески в сборе.

Тестеры подвески могут входить в состав линии инструментального контроля, или использоваться отдельно. Пока ГОСТом не регламентируется расчет и метод определения коэффициентов состояния подвески» [14].

Комплекс измерительный (рисунок 8) может быть использован на автотранспортных предприятиях, автомобильных заводах, станциях технического обслуживания, пунктах ГТО и диагностических центрах.



Рисунок 8– Стенд SDL 4330 S40

Технические характеристики стенда SDL 4330 S40 в таблице 3.

Таблица 3 – Технические характеристики стенда SDL 4330 S40

Параметр	Значение
Габаритные размеры, мм	2940×690×280
Масса, кг	550
Диаметр ролика, мм	205
Ширина ролика, мм	700
Возвышение ролика, мм	25
Нагрузка допустимая при испытании, т	2,5
Допустимая перегрузка, т	4
Мощность привода, кВт	2×3,7
Скорость испытания, км/ч	5,2
Напряжение, В	400
Диапазон измерения, кН	от 0 до 8

Выводы по разделу.

В разделе «Состояние вопроса» рассмотрены виды подвесок грузовых автомобилей, методы измерения сцепления колес с дорогой и измерения амплитуды, диагностическое оборудование, применяемое для проверки подвески.

2 Конструкторская часть

2.1 Техническое задание на разработку стенда для диагностики подвески грузовых автомобилей вибрационным методом

2.1.1 Область применения

«Конструкторская разработка относится к диагностическому оборудованию, и может быть использована при работах в канаве как средство для амплитудно-резонансного способа определения износа амортизаторов без разборки автомобиля. Стенд может быть использован на авторемонтных предприятиях и станциях технического обслуживания, где проводится ремонт и техническое обслуживание грузовых автомобилей и автобусов» [5].

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 мелкое серийное производство.

Целью разработки данного стенда является упрощение конструкции путем применения унифицированных узлов, отказа от узла направляющих в приводе стенда, и повышения экономичности за счет снижения себестоимости изготовления конструкции, путем установки унифицированных узлов и снижения объемов и точности мехобработки.

Указанная цель достигается тем, что в качестве гидравлического привода подъема устанавливается шарнирная передача, применения рессоры грузового автомобиля в качестве источника резонанса, а также установка дополнительных регулировок рабочих органов, обеспечивающих снижение технологичности, для изготовления в условиях АТП.

2.1.2 Рекомендуемые технические требования и рекомендации к проектируемой конструкции

«Разрабатываемый стенд должен удовлетворять требованиям надежности.

Конструкция стенда должна быть безотказна в работе, иметь хорошие эксплуатационные характеристики, быть технологичной в изготовлении, сохранять работоспособность в течение хранения, а также быть работоспособной после хранения и транспортировки.

В разрабатываемой конструкции стенда должны применяться покупные изделия, соответствующие требованиям государственного стандарта. Такие в разрабатываемой конструкции стенда должны предусматриваться варианты дальнейшего усовершенствования конструкции, если это допустимо.

Конструкция стенда должна отвечать требованиям пожаробезопасности. Должен устанавливаться электрошкаф в отдельном заземленном корпусе» [26].

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

- требованиями к конструкции (должны быть предусмотрены ограждения подвижных частей, блокировка включения при нерабочем и аварийном положениях, фиксация и крепление рабочих органов при ремонте и в нерабочем состоянии при транспортировке, освещение органов управления, приборы контроля, вынесенные к органам управления и так далее);
- требованиями к обеспечению нормальных санитарно-гигиенических условий (должна быть предусмотрена местная вентиляция, защитные экраны в местах разбрызгивания смазки и тому подобное)» [7].

- «требованиями электробезопасности (должна быть предусмотрена электроизоляция, стойкая к химическому и механическому воздействию, электроаппаратура должна быть заземлена, а также защитные включения тока при перегрузках и при необходимости экстренного отключения стенда);
- требованиями пожаро- и взрывобезопасности (обеспечивается наличие огнетушителей марки ОУ и ОП для тушения пожаров, в помещении где эксплуатируется стенд устанавливается ящик с песком и другие приспособления для устранения пожара)» [9,12];
- «требованиями к наличию пояснительных знаков и знаков безопасности (например: Осторожно! Посторонним вход воспрещен! Не включать, работают люди! и тому подобное)» [11];
- требованиями защиты обслуживающего персонала от вредных воздействий (установка звуковых экранов и вибрационных прокладок, датчиков температуры и охлаждающих систем, желательно воздушного типа, и тому подобное).

«Стенд должен отвечать эргономическим требованиям: пульт управления должен доставать на уровне груди с удобным размещением кнопок и органов управления и не вызывать повышенной усталости в работе оператора» [10].

При технических обслуживаниях и работах при разборке и ремонте требуется предусмотреть конструкторские элементы, облегчающие работы, также вынесение этих элементов в доступны места.

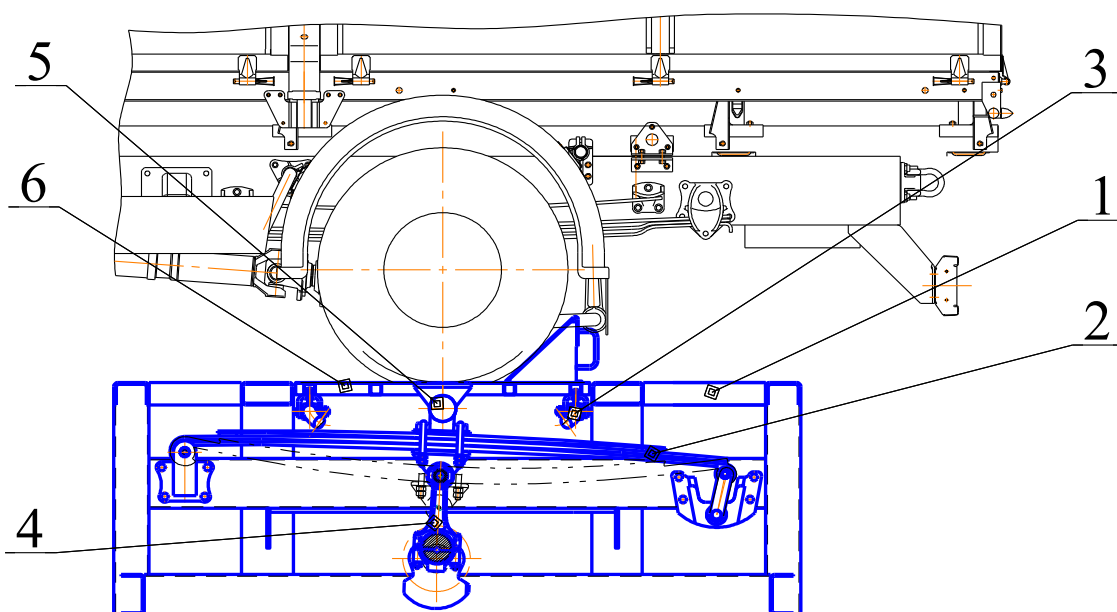
«Стенд должен отвечать эстетическим требованиям: внешние очертания конструкции стенда должны быть простыми и строгими, части стенда предпочтительно выполняются прямоугольной формы, острые углы должны закругляться, окраска стенда не должна совпадать с окраской окружающей среды, детали и части, которые могут привести к травмам, окрашиваются в яркий предупредительные цвета (обычно красный цвет), органы управления окрашиваются также в яркие цвета» [12].

Для питания электропривода стенда должен использоваться переменный ток с напряжением сети 220 и 380 В.

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

2.1.3 Рекомендуемая техническая характеристика стенда

Конструкция стенда представлена на рисунке 9.



1 – рама; 2 – возбудитель резонанса; 3 – тяга; 4 – привод возбудителя резонанса;
5 – шарнирная передача; 6 – подвижное основание

Рисунок 9 – Внешний вид стенда

«Рекомендуемая техническая характеристика стенда:

- грузоподъемность, не менее, кг.....2500;
- частота колебаний, не менее, Гц..... 15;
- ход площадки, не более, мм.....120;
- время диагностирования, не более, с 100;
- потребляемая мощность, кВт 1,1;
- напряжение питающей сети, В 380;

- максимальный крутящий момент на выходном валу привода, Н·м
..... 44,2;
- передаточное отношение редуктора 2;
- габаритные размеры, не более, мм
 - а) высота 1000;
 - б) ширина 1200;
 - в) длина 2500» [17].

Стенд расположен в канаве, конструктивно состоит из двух закрытых блоков по обеим сторонам канавы, каждый блок выполнен в виде закрытой рамы 1, в которой размещаются: привод возбуждителя резонанса 4, шарнирная передача 5, приводимая возбуждителем резонанса 2, подвижное основание 6, поддерживаемое в горизонтальном положении тягой 3. Вся механическая часть скрыта под листами обшивки рамы 1. Электрооборудование включает в себя шкаф, в котором размещены электроаппаратура и программно-управляющее устройство, также выносной пульт для ручного управления рабочими органами стенда, устанавливаемый рядом с диагностируемым автомобилем.

2.2 Техническое предложение на разработку стенда для диагностики подвески грузовых автомобилей вибрационным методом

2.2.1 Уточнение технического задания

Техническое задание, выданное кафедрой ПЭА на разработку конструкторской документации по производству стенда для диагностики амортизаторов, дополнительных уточнений не требует.

2.2.2 Анализ технического задания

Проанализировав техническое задание, устанавливаем, что стенду требуется упростить конструкцию путем изменения типа привода, сокращения числа механических передач, отказа от гидравлического

оборудования, и снижения себестоимости конструкции путем унификации конструкции и снижения числа и точности мехобработки.

Указанная цель достигается тем, что в качестве гидравлического привода подъема устанавливается шарнирная передача, применения рессоры грузового автомобиля в качестве источника резонанса, а также установка дополнительных регулировок рабочих органов, обеспечивающих снижение технологичности, для изготовления в условиях АТП.

2.2.3 Подбор материалов

Схема стенда и устройство, вошедшее в аналог данного проекта, описаны в описании изобретения в использованном списке литературы.

В качестве теоретической базы, помимо источников, указанных в техническом задании, использую данные сети «Интернет» и литературу, используемую при внутренних расчетах автозаводов России.

При конструировании нестандартного оборудования, целесообразно использовать готовые узлы и детали. В нашем случае при проектировании используются серийно выпускаемые цилиндрические и червячные редукторы, электродвигатели, стандартизованные изделия, а также изделия, массово выпускающиеся на автозаводах России.

2.2.4 Выявление, оценка и общее конструктивное устройство стенда

Схема и общее конструктивное устройство стенда показаны на рисунке 14.

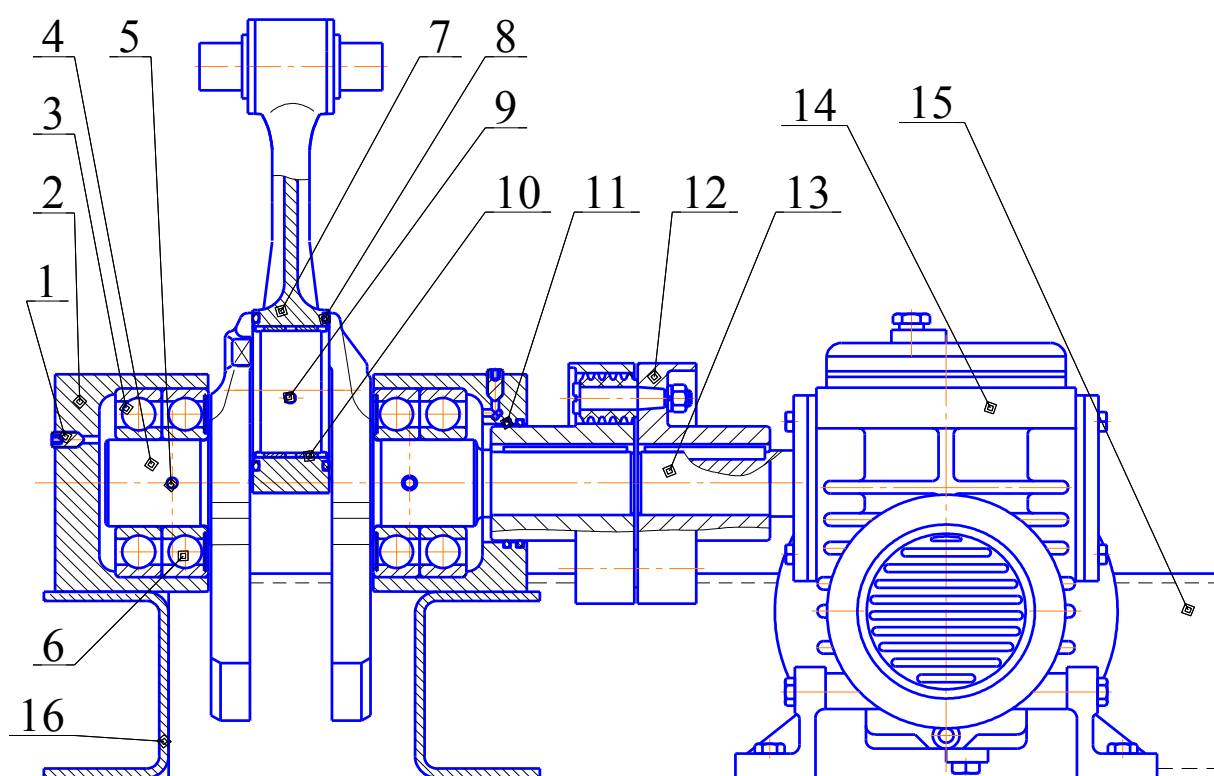
Требуется определить оптимальные решения при конструировании отдельных узлов и деталей стенда (рисунки 10, 11).

На рисунке 10 приведен вариант оптимального решения для привода резонансной рессоры – основного рабочего органа в стенде.

Привод состоит из кривошипной передачи и приводящего привода.

Кривошип 4 унифицирован частично, основой взял коленвал автомобиля КамАЗ-65111. После доработки остается одна шатунная шейка и две переточенных коренных. Сохранены вкладыши 10 шатунной шейки. С

сохранением вкладышей требуется сохранить и систему смазки. Переточенные концы коленвала установлены в сдвоенных подшипниках 3 и 6, последний имеет защитную крышку для предотвращения выхода заложенной смазки. Также сохранена система каналов 5 смазки коленвала, для подвода к вкладышам. Подшипники коренных шеек установлены в корпусах 2. Для смены и доливки масла предусмотрены винты 1. Смазка шатунной шейки удерживается уплотнителями 8, установочные места уплотнителей требуется шлифовать, в этом случае не менее чем через каждые 1000 часов работы стенда уплотнители и смазку требуется заменять. Для передачи и превращения вращательного вращения шатунной шейки установлен родной шатун 7.

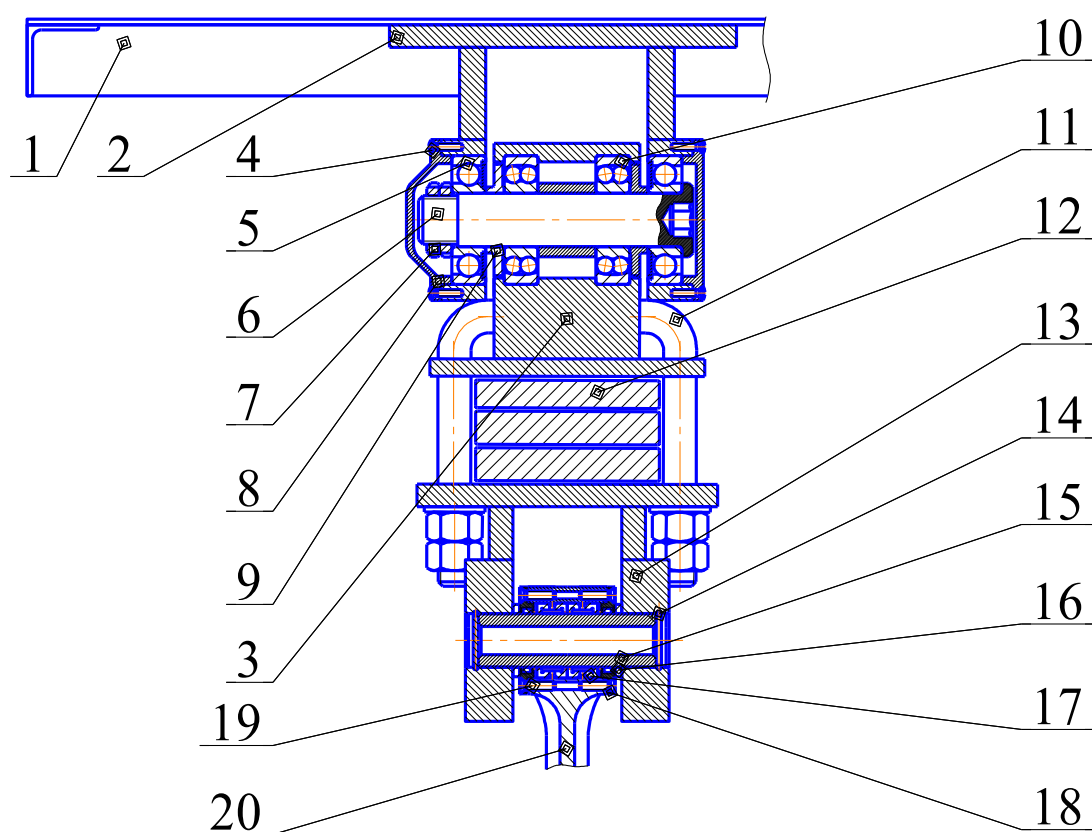


- 1 – винт; 2 – корпус; 3 – подшипник; 4 – кривошип; 5 – система каналов смазки;
 6 – подшипник; 7 – шатун; 8 –уплотнитель; 9 – канал; 10 – вкладыш;
 11 – кольцо; 12 – пальцево-втулочная муфта; 13 – вал редуктора; 14 – электродвигатель;
 15, 16 – швеллеры

Рисунок 10 – Привод рессоры

Правый корпус коренных подшипников имеет выходное отверстие, для подключения редуктора и электродвигателя 14. Отверстие уплотнено кольцами 11, а вал коленвала и вал 13 редуктора соединяются через пальцево-втулочную муфту 12. Весь механизм привода расположен в сварной конструкции из швеллеров 15.

На рисунке 11 показан вариант оптимального решения узла передачи усилий от привода к основанию.



- 1 – площадка; 2 – верхняя подшипниковая опора; 3 – промежуточная опора;
 4 – винт; 5 – подшипник; 6 – ось; 7 – стопорная гайка; 8 – крышка;
 9 – распорное кольцо; 10 – самоустанавливающийся подшипник; 11 – U-образная шпилька КамАЗ;
 12 – блок рессор; 13 – нижняя опора; 14 – пружинное кольцо; 15 – палец;
 16 – распорное кольцо; 17 – вкладыш; 18 – крышка; 19 – винт; 20 – головка шатуна

Рисунок 11 – Конструкция привода перемещения стэнда

Привод состоит из двух подшипниковых узлов и кронштейнов, объединяющих рабочий узел рессор и площадку.

Площадка 1 сварена из труб квадратного сечения с окантовкой из уголка по периметру, на верхней поверхности наложен и приварен лист с рельефным ребристым покрытием, для лучшего контакта шины диагностируемого автомобиля и площадки. Площадка крепится к верхней подшипниковой опоре 2 сваркой, в опоре, на оси 6, расположены подшипники 5 верхней опоры и самоустанавливающиеся подшипники 10 промежуточной опоры 3.

С обеих сторон подшипники защищены крышками 8, зажатых винтами 4. По внутренним кольцам подшипники установлены распорными кольцами 9, зафиксированными стопорными гайками 7. Промежуточная опора и нижняя опора 13 имеют основания, в которых установлен блок рессор 12. Весь этот пакет стянут штатными U-образными шпильками 11 КамАЗ. В нижней опоре расположена головка 20 шатуна привода рессоры. Головка после расточки вмещает в себя сдвоенный роликовый подшипник, закрытый крышками 18 с обеих сторон. Крышки стянуты винтами 19. Для удержания смазки в крышках установлены уплотнительные кольца. Головка шатуна центрируется на пальце 15 распорными кольцами 16, установленными в свободной посадке. Палец удерживается в нижней опоре через пружинные кольца 14. Такая компоновка элементов обеспечивает герметичность полостей смазки, ориентацию всех вращающихся элементов, ремонтпригодность.

Спецификация на стенд для диагностики подвески грузовых автомобилей вибрационным методом представлена в Приложении А.

2.2.5 Эстетические требования к разрабатываемому изделию

«Общий конструктивный стиль отдельных узлов должен создавать гармоничную, продуманную конструкцию изделия. В нашем случае я максимально использую симметрию в расположении парных узлов» [13].

«Если смотреть на стенд сверху, то конструкция стенда полностью симметрична относительно оси диагностируемого автомобиля.

Форма очертаний узлов и деталей проста и строга и имеет в большинстве своем повторение горизонтальных и вертикальных линий – внешне установочные листы обшивки позволяют создать эстетичный каркас с безопасными скругленными листами» [14].

«Простая внешняя форма позволяет содержать стенд в чистоте и облегчает удаление грязи и пыли. Симметрия формы стенда также служит для выражения статичности, главный вид придает ему выражение динамичности» [16].

«Окраска стенда должна производиться также в соответствии с эстетическими требованиями.

Все корпусные части стенда в светло-зеленый, так как он является более естественным, действует успокаивающе и не вызывает возбуждения, не рассредоточивают внимания человека и не влияет на производительность труда. Движущиеся части, кроме рабочих поверхностей полого штока, окрашиваются ярко-красной эмалью» [17].

2.2.6 Эргономические требования

«В целом конструкция стенда эргономична, так как обслуживание не сопряжено с большими неудобствами. Все кнопки и органы управления легко доступны после снятия обшивочных листов. Пульт управления вынесен в отдельный шкаф, совмещенный с электрооборудованием, позволяя управлять стендом вне канавы и удобен в управлении» [19].

2.2.7 Техника безопасности в конструкции

«Для обеспечения требований техники безопасности необходимо:

- при конструировании крепежных узлов не применять хрупких материалов без применения разгрузочных устройств;
- выполнять требования электробезопасности. Для этого следует подводимые к стенду провода изолировать, в конструкции стенда предусмотреть защитное заземление, в электросхеме выполнить дублирующую обмотку и легкоплавкие предохранительные элементы;

- выполнять требования пожаро- и взрывобезопасности. Для этого на участке размещения оборудования следует предусмотреть уголок пожарника: пожарный щит с огнетушителем и прочим необходимым для тушения оборудованием, также ящик с песком, защитные стенки греющихся узлов и агрегатов выполнять из горючестойких материалов;
- обеспечивать удобство работы оператора, геометрия размещения узлов управления и мест обслуживания должны соответствовать антропологическим характеристикам по данным ГОСТ» [7];
- «соблюдать экологические требования (избегать утечек масла из редуктора, окрасить стенд в цвет, отличный от цвета окружающей среды и тому подобное)» [8].

2.3 Расчет конструкции стенда для диагностики подвески грузовых автомобилей вибрационным методом

2.3.1 Расчет усилий механизма резонанса

Упрощенная схема механизма резонанса представлена на рисунке 12.

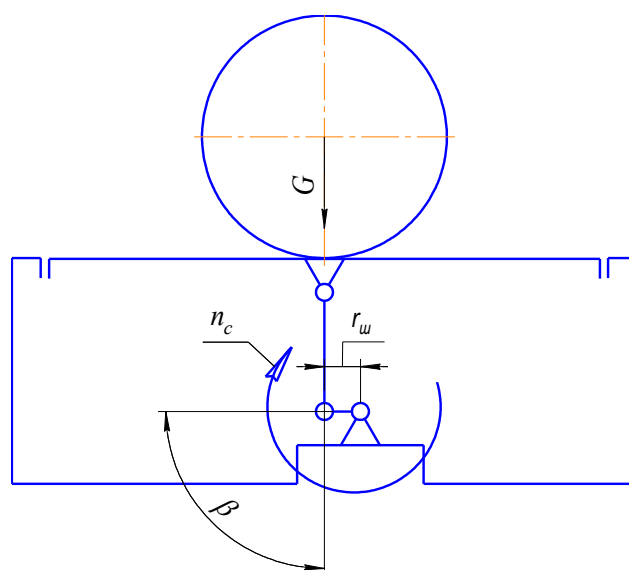


Рисунок 12 – Схема механизма резонанса стенда

«Соппротивление, создаваемое при перемещении площадки стенда, определяется по формуле [6]:

$$W_c = f_k \cdot G \cdot \cos \beta + G \cdot \sin \beta, \quad (1)$$

где W_c – сила статического сопротивления передвижению площадки;
 f_k – коэффициент сопротивления качению в подшипнике качения, принимается равным 0,001 [6];
 G – масса диагностируемой оси, принимается равным 2300 кг;
 β – продольный угол перемещения площадки, принимается равным 90° » [6].

$$W_c = 0,001 \cdot 2300 \cdot \cos 90^0 + 2300 \cdot \sin 90^0 = 2300 \text{ кг.}$$

При включении привода, из неподвижного состояния, усилие принимают [6]:

$$W_\partial = (1,2 \dots 1,5) \cdot W_c, \quad (2)$$

$$W_\partial = 1,2 \cdot 2300 = 2760 \text{ кг.}$$

Величина сопротивления вращению определяет силу, необходимую для работы стенда.

«Момент внешнего сопротивления приводного кривошипа для этого случая определяется по формуле:

$$M_c = \frac{W_\partial \cdot D_\kappa}{2} \quad (3)$$

где M_c – момент сопротивления вращению кривошипа;

W_∂ – сопротивление передвижению площадки;

D_κ – диаметр окружности, описываемой центром кривошипа, по данным завода изготовителя кривошипа принимается равным 0,118 м» [6].

$$M_c = \frac{2760 \cdot 0,144}{2} = 198,72 \text{ кг} \cdot \text{м}.$$

Учитывая, что стенд имеет два симметричных привода на диагностируемую ось:

$$M_c = \frac{198,72}{2} = 99,36 \text{ кг} \cdot \text{м}.$$

2.3.2 Расчет привода механизма резонанса

«Зная частоту вращения выходного звена (задаваясь, исходя из условий технологического процесса работы на стенде – 16 Гц колебания площадки стенда) и КПД механизма, можно определить необходимую мощность двигателя:

$$N = \frac{M_c \cdot n \cdot n_c}{9550 \cdot \eta_{\text{мех}}}, \quad (4)$$

где n – количество рабочих органов, 1 (см. чертеж);

n_c – частота вращения рабочего органа;

$\eta_{\text{мех}}$ – КПД механизма;

N – мощность электродвигателя» [6].

«КПД механизма определяем по схеме (рисунок 13), определенный в первом приближении:

$$\eta_{\text{мех}} = \eta_m^2 \cdot \eta_{\text{ред}} \cdot \eta_n^{14}, \quad (5)$$

где η_m – потери на трение в пальцевой муфте;

$\eta_{\text{ред}}$ – значение КПД для редуктора;

η_n – значение КПД подшипника качения.

Значения КПД механических передач берутся из [3]: $\eta_m = 0,993$,
 $\eta_n = 0,998$, $\eta_{ред} = 0,88$ » [18].

$$\eta_{мех} = 0,993^2 \cdot 0,9 \cdot 0,998^{14} = 0,86.$$

Далее n_c определяем из условия технологического процесса на стенде:
 $n_c = 16$ об/с.

$$N = \frac{993,6 \cdot 16}{9550 \cdot 0,86} = 1,857 \text{ кВт.}$$

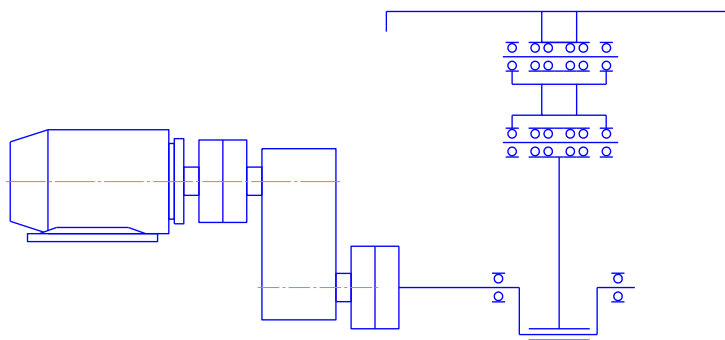


Рисунок 13 – Схема привода передачи винт-гайка

По данным каталога, на основании известных значений мощности принимаем двигатель АИРС80А2 мощностью $N_{дв} = 1,9$ кВт с частотой вращения вала $n_{дв} = 3000$ об/мин.

2.3.3 Расчет трансмиссии (редуктора привода) и разбивка его по ступеням

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

$$u = \frac{n_{дв}}{n_c}, \quad (6)$$

где $n_{дв}$ – частота вращения выбранного электродвигателя, 3000 об/мин» [20].

$$u = \frac{3000}{16 \cdot 60} = 3,12.$$

По данным каталога принимаем редуктор цилиндрический горизонтальный узкий одноступенчатый общемашиностроительного применения типа ЦУ160 с передаточным числом 3,15.

2.3.4 Расчет шпонки

«Для расчета выбрана шпонка в соединении вала редуктора привода стенда. Если принять, что напряжения в зоне контакта распределены равномерно, то средние контактные напряжения, вызывающие смятие рабочих граней равно:

$$\sigma_{см} = \frac{2 \cdot T}{d \cdot l_p \cdot t_2} \leq [\sigma]_{см}, \quad (7)$$

где T – крутящий момент на валу, принимается равным 993,6 Н·м;

d – диаметр вала, принимается равным 40 мм;

l_p – рабочая длина шпонки, принимается равной 76 мм (по чертежу);

t_2 – глубина врезания шпонки в ступицу, равна 6,4 мм [3];

$[\sigma]_{см}$ – допускаемое напряжение на смятие, 150-180 МПа» [1].

$$\sigma_{см} = \frac{2 \cdot 99360}{40 \cdot 76 \cdot 6,4} = 10,21 \leq 150 \div 180 \text{ МПа}.$$

Соответствует условию.

2.4 Руководство по эксплуатации стенда для диагностики подвески грузовых автомобилей вибрационным методом

«В связи с постоянным совершенствованием изделия, повышающим надежность его эксплуатации, возможны незначительные расхождения между конструкцией и данными настоящего паспорта» [31].

2.4.1 Назначение

«Стенд средство для амплитудно-резонансного способа определения износа амортизаторов без разборки автомобиля. Оно может быть использовано на авторемонтных предприятиях и станциях технического обслуживания, где проводится ремонт и техническое обслуживание грузовых автомобилей и автобусов. В конструкции большое количество унифицированных деталей с грузовых автомобилей» [25].

2.4.2 Технические характеристики

«1 Грузоподъемность, кг	2500.
2 Потребляемая мощность, кВт	2,0.
3 Напряжение питающей сети, В	380.
4 Габаритные размеры, мм	
– высота	810;
– ширина	1110;
– длина	2340.
5 Масса стенда, кг	154.
6 Привод стенда	
– частота вращения выходного вала редуктора, об/мин	960;
– крутящий момент на выходном валу редуктора, Н·м	993,6;
– тип приводного электродвигателя	АИРС80А2;
– частота вращения вала электродвигателя, об/мин	3000;
– передаточное отношение редуктора	3,15;
– частота колебаний, не менее, Гц	15;
– ход площадки, не более, мм	120» [29].

2.4.3 Комплект поставки

«В комплект поставки входит:

1 Каркас стенда, шт	1.
2 Крепежная метиза	1 комплект.
3 Блок электроуправления приводом, шт	1.

4 Пульт управления стандом, шт	1.
5 Мотор-редуктор, шт	1.
6 Муфта МУВП	1 комплект.
7 Площадка колесная	1 комплект.
8 Паспорт	1 экз» [28].

2.4.4 Устройство и порядок работы

Общий вид станда, устройство станда ранее описано в ПЗ (рисунки 10, 11) и продублировано здесь.

На рисунке 10 приведен вариант оптимального решения для привода резонансной рессоры – основного рабочего органа в станде.

«Привод состоит из кривошипной передачи и приводящего привода.

Кривошип 4 унифицирован частично, за основу взят коленвал автомобиля КамАЗ-65111. После доработки остается одна шатунная шейка и две переточенных коренных. Сохранены вкладыши 10 шатунной шейки. С сохранением вкладышей требуется сохранить и систему смазки. Переточенные концы коленвала установлены в сдвоенных подшипниках 3 и 6, последний имеет защитную крышку для предотвращения выхода заложной смазки. Также сохранена система каналов 5 смазки коленвала, для подвода к вкладышам. Подшипники коренных шеек установлены в корпусах 2. Для смены и доливки масла предусмотрены винты 1. Смазка шатунной шейки удерживается уплотнителями 8, установочные места уплотнителей требуется шлифовать, в этом случае не менее чем через каждые 1000 часов работы станда уплотнители и смазку требуется заменять. Для передачи и превращения вращательного вращения шатунной шейки установлен родной КамАЗовский шатун 7.

Правый корпус коренных подшипников имеет выходное отверстие, для подключения редуктора и электродвигателя 14. Отверстие уплотнено кольцами 11, а вал коленвала и вал 13 редуктора соединяются через пальцево-втулочную муфту 12. Весь механизм привода расположен в сварной конструкции из швеллеров 15» [27].

На рисунке 11 вариант оптимального решения узла передачи усилий от привода к основанию.

«Привод состоит из двух подшипниковых узлов и кронштейнов, объединяющих рабочий узел рессор и площадку.

Площадка 1 сварена из труб квадратного сечения с окантовкой у уголка пор периметру, на верхней поверхности наложен и приварен лист с рельефным ребристым покрытием, для лучшего контакта шины диагностируемого автомобиля и площадки. Площадка крепится к верхней подшипниковой опоре 2 сваркой, в опоре, на оси 6, расположены подшипники 5 верхней опоры и самоустанавливающиеся подшипники 10 промежуточной опоры 3.

С обеих сторон подшипники защищены крышками 8, зажатых винтами 4. По внутренним кольцам подшипники установлены распорными кольцами 9, зафиксированными стопорными гайками 7. Промежуточная опора и нижняя опора 13 имеют основания, в которых установлен блок рессор 12. Весь этот пакет стянут штатными U-образными шпильками 11 автомобиля КамАЗ. В нижней опоре расположена головка 20 шатуна привода рессоры. Головка после расточки вмещает в себя сдвоенный роликовый подшипник, закрытый крышками 18 с обеих сторон. Крышки стянуты винтами 19. Для удержания смазки в крышках установлены уплотнительные кольца. Головка шатуна центрируется на пальце 15 распорными кольцами 16, установленными в свободной посадке. Палец удерживается в нижней опоре через пружинные кольца 14. Такая компоновка элементов обеспечивает герметичность полостей смазки, ориентацию всех вращающихся элементов, ремонтпригодность» [30].

2.4.6 Техническое обслуживание

«В процессе эксплуатации необходимо систематически осматривать крепеж тяг и шатуна, контролировать затяжку всех гаек и болтов не реже одного раза в 6 месяцев.

Периодически проверять на стенде исправность электродвигателя мотор-редуктора, износ подшипникового узла и сайлентблоков поперечной тяги. Производить смену фильтров очистки масла: первую через 100 ч работы, вторую через 500 ч. работы, третью и последующие согласно показаниям манометров. Периодически требуется снятие и промывка механически изнашиваемых поверхностей.

В течение гарантийного срока не допускается разборка электродвигателя работниками предприятия.

Узлы следует хранить в закрытых помещениях с естественной вентиляцией (условия хранения II ГОСТ 15150-69). Электродвигатель и редуктор перед хранением консервируются согласно ТУ производителя» [27].

Выводы по разделу.

В разделе «Конструкторская часть» была проведена конструкторская разработка стенда для диагностики подвески грузовых автомобилей, приведены техническое задание и предложение, выполнен расчет конструкции и составлено руководство по эксплуатации стенда.

3 Технологический процесс

3.1 Основные признаки неисправности амортизаторов и стоек

Амортизаторы и стойки подвески – одни из тех деталей, выход из строя которых сопровождается многочисленными проявлениями. Именно поэтому проведение тест-драйва является самым простым способом получить подтверждение жалоб автовладельцев.

Рассмотрим 4 признака неисправности амортизаторов, на которые следует обратить внимание во время тестовой поездки, так как они явно указывают на необходимость замены элементов подвески.

Раскачка автомобиля.

Пружины подвески и амортизаторы обеспечивают плавное гашение колебаний, возникающих при проезде ям и неровностей дороги. Сами амортизаторы, помогают контролировать работу пружин, что ограничивает чрезмерное перемещение колес вверх и вниз. При неисправности этих деталей колеса могут терять контакт с дорогой. Это приводит к возникновению тряски и снижению комфортности езды. Машина становится валкой и расхлябанной, а при переезде через лежащий полицейский продолжительное время раскачивается. Это верный признак того, что амортизаторы в подвеске вытекли и не работают.

Самым простым способом проверить рабочее состояние амортизаторов, это нажать с усилием на крыло автомобиля и попробовать его раскачать вверх и вниз. Затем резко отпустить крыло. Если машина будет продолжать качаться на пружинах, то амортизаторы пора менять.

«Нырки» передней оси/проседание задней оси.

Амортизаторы и стойки обеспечивают стабилизацию кузова автомобиля при разгонах и торможениях. В случае неисправности этих деталей передняя ось может совершать «нырки» при торможении, а задняя

часть авто – проседать при ускорении. Это происходит вследствие того, что неисправные детали оказываются неспособными удерживать вес автомобиля.

Крены кузова.

Наряду с нырками и проседаниями автомобиля при разгонах и торможениях, стабилизация кузова также может страдать во время прохождения поворотов. В случае износа стоек или амортизаторов кузов начинает как бы наклоняться в сторону поворота. Это явление негативно влияет на безопасность движения, так как оно ухудшает качество торможения и рулевого управления. С вытекшими амортизаторами вы вряд ли удержите автомобиль при резком входе в поворот, особенно зимой.

При пробеге около 100000 километров эффективность работы амортизаторов и стоек может снизиться до такого уровня, при котором негативному влиянию подвергнется управляемость. Однако, это происходит постепенно, поэтому в большинстве случаев водитель ничего не заметит. Владелец может считать крены кузова нормальным явлением. Вот почему важной частью диагностики подвески является тестовая поездка.

Посторонние шумы в подвеске.

Одним из наиболее явных сигналов необходимости обслуживания подвески является посторонний шум. Изношенные амортизаторы и втулки теряют способность эффективно поддерживать вес автомобиля. При этом могут происходить пробои амортизаторов. Так называется явление, при котором происходит контакт металлических деталей, в результате которого в передней или задней подвеске слышится стук.

Повышенный или неравномерный износ шин может быть другой причиной возникновения шума в подвеске автомобиля. Неисправный амортизатор увеличивает вертикальные перемещения колеса, что влечет за собой характерный износ протектора шин в виде выступов и углублений. Езда на таких шинах сопровождается специфическим шумом, который выявляется в ходе тест-драйва.

3.2 Важность проверки амортизаторов и подвески

«Амортизаторы наряду с другими системами и агрегатами оказывают существенное влияние на безопасность движения. Известно, что отсутствие надежного контакта колеса с опорной поверхностью, особенно при высоких скоростях движения автомобиля, приводит к снижению безопасной скорости движения при повороте на 10-15%, а также к увеличению тормозного пути на 5-10%.

При неисправных амортизаторах колебания колеса могут исказить информацию, поступающую в блок управления ABS; при этом возможно ошибочное растормаживание колеса.

Неисправные амортизаторы приводят к нестабильному и неравномерному освещению дороги, ослеплению водителей встречных автомобилей вследствие повышенного колебания кузова или шасси.

Переднеприводный автомобиль с амортизаторами, изношенными на 50%, при движении с постоянной скоростью по дороге, покрытой слоем воды толщиной 6 мм, может начать аквапланирование при скорости, на 10 % меньшей скорости такого же автомобиля, но с исправными амортизаторами.

В настоящее время амортизаторы по влиянию на безопасность движения ставят в один ряд с такими элементами и системами активной безопасности автомобиля, как шины, тормозные системы и рулевое управление.

Причем при техническом обслуживании автомобиля должно внимание состоянию амортизаторов, как правило, не уделяется. Износ и старение деталей амортизаторов происходят медленно, вследствие чего постепенно снижается и эффективность. Водитель не чувствует резких изменений в поведении автомобиля, привыкая к постепенному ухудшению его характеристик. В связи с этим в процессе эксплуатации автомобиля весьма актуальны периодическое диагностирование амортизаторов и оценка эффективности их работы» [19].

3.3 Испытания амортизаторов

Испытания амортизаторов можно разделить на три основные категории:

- стендовые испытания части или всего амортизатора;
- дорожные испытания амортизатора на транспортном средстве;
- ежегодная сертификация безопасности транспортного средства.

Стендовые испытания амортизаторов в сборе или их отдельных частей могут быть отнесены к трем дополнительным рубрикам:

- для измерения производительности;
- для проверки долговечности;
- для проверки теоретических моделей.

Проверка теории требуется для проверки методов анализа и для подтверждения теории при проектировании. Это, вероятно, включает в себя испытания отдельных частей, клапанов в сборе в контуре с установившимся потоком или испытания амортизаторов в сборе для соотнесения характеристик амортизатора с характеристиками клапана, для исследования эффектов трения поршня или уплотнения штока и так далее.

Эксплуатационные испытания необходимы для проверки того, что прототипы или образцы серийных амортизаторов соответствуют своим спецификациям в пределах допуска и должным образом совместимы друг с другом.

На соревнованиях требуется тестирование производительности, чтобы убедиться, что данная конфигурация клапана обеспечивает ожидаемое поведение и, опять же, что амортизаторы работают согласованно и в подобранных парах.

Тесты на совместимость и тесты на соответствие часто разочаровывают из-за чувствительности амортизаторов к небольшим несоответствиям размеров в клапанах и к небольшим возможностям утечки. Регулируемые параметры часто несовместимы друг с другом в своем отклике на настройки.

Таким образом, тестирование может быть использовано для выбора согласованных пар или для усовершенствования производства и сборки до необходимого уровня.

В стоячем положении обычный двухтрубный амортизатор будет аккумулировать воздух в камере расширения. Амортизатор можно восстановить до правильно заряженного состояния, несколько раз нажав на него – этот процесс называется продувкой. Это формирует базовый тест: если для продувки требуется более трех ходов, это явный признак неисправности. На неполную продувку указывает значительное снижение силы растяжения вблизи полного хода.

Испытания на долговечность иногда проводятся на стенде, и это может быть полезно для начальных испытаний новых материалов или методов производства, но основное испытание на долговечность проводится в ходе дорожных испытаний.

Дорожные испытания можно разделить на четыре основные категории:

- дальние испытания на прочность на дорогах общего пользования;
- испытания на прочность на коротких дистанциях на тяжелых испытательных дорогах;
- проверка плавности хода и управляемости на дорогах общего пользования;
- проверка плавности хода и управляемости на специальных тестовых дорогах.

Одни только дорожные испытания амортизаторов на большие расстояния, как правило, неэкономичны, но они проводятся в сочетании с испытаниями на надежность всех других частей транспортных средств в сборе. Иногда используются испытания транспортных средств в сборе на короткие расстояния, при движении по поверхностям с твердым покрытием. Из-за больших амплитуд движения подвески этот тип испытаний очень серьезен для амортизаторов, которые могут выйти из строя из-за малоциклового усталостного разрушения опор, перегрева уплотнений,

испарения масла и так далее с последующей потерей демпфирующего эффекта.

Проверка управляемости в основном проводится на специальных трассах; по соображениям безопасности дороги общего пользования обычно не подходят для испытаний на экстремальных поворотах. Испытания на езде, конечно, целесообразны на дорогах общего пользования, но специальные дороги с особым покрытием, очевидно, имеют некоторые преимущества. Испытания транспортного средства в целом могут быть предназначены для оценки пригодности предлагаемых амортизаторов для конкретного транспортного средства или для сопоставления фактического поведения транспортного средства при движении и управляемости с теоретическими прогнозами для проверки теории динамики транспортного средства в целях проектирования.

Регулярная сертификация безопасности транспортных средств требуется во многих странах. Испытания амортизатора, как правило, довольно поверхностны, но, конечно, это намного лучше, чем отсутствие испытаний вообще.

Обычно автомобиль просто сильно качают рукой за каждый угол кузова по очереди; после отпускания последующее движение должно быть свободным от многократных колебаний. По сути, это визуальная проверка соотношения амплитуд собственных колебаний, тесно связанного с коэффициентом демпфирования автомобиля. Испытание также может быть применено путем внезапной остановки опускающегося четырехстоечного подъемника.

Амортизаторы и стойки также проверяются на наличие признаков утечки жидкости, что указывает на отказ из-за значительной потери жидкости.

Амортизаторы должны быть тщательно спроектированы знающим инженером и должны быть тщательно изготовлены, чтобы производительность, стабильность и надежность были

удовлетворительными. Процесс тестирования безжалостно выявляет любые недостатки, но, как это не было болезненно, гораздо лучше обнаружить эти проблемы до того, как амортизаторы будут установлены на автомобиль.

3.4 Технологическая карта испытания подвески на вибрационном стенде

Технологический процесс испытания подвески на разработанном стенде для диагностики подвески грузовых автомобилей вибрационным методом представлен на листе 6 графической части ВКР. Общая трудоемкость составляет 0,09 чел.-ч. Исполнителями являются два слесаря по ремонту автомобилей 3 и 4 разряда.

Выводы по разделу.

В разделе «Технологический процесс» были рассмотрены основные признаки неисправности амортизаторов и стоек, а также их влияние на безопасность автомобиля, отмечена важность их проверки.

4 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.

4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика технологического процесса диагностики подвески грузового автомобиля при помощи специализированного стенда

Для описания процесса диагностики подвески грузового автомобиля на стенде составлен технологический паспорт, представленный в таблице 5.

Таблица 5 – Технологический паспорт на диагностику подвески грузового автомобиля при помощи специализированного стенда

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
Диагностика подвески грузового автомобиля при помощи специализированного стенда	1 Подготовка стенда к работе. 2 Установка автомобиля передними колесами на стенд для диагностики подвески грузовых автомобилей вибрационным методом. 3 Диагностика передней подвески.	Слесарь по ремонту автомобилей 3 разряда, слесарь по ремонту автомобилей 4 разряда	Стенд для диагностики подвески грузовых автомобилей вибрационным методом	Спецодежда, перчатки

Продолжение таблицы 5

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
	4 Установка автомобиля задними колесами на стенд для диагностики подвески грузовых автомобилей вибрационным методом. 5 Диагностика задней подвески. 6 Окончание диагностики			

4.2 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 диагностике подвески грузового автомобиля на специализированном стенде представлена в таблице 6.

Таблица 6 – Идентификация профессиональных рисков

Выполняемая работа	ОиВПФ в соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»	Источник возникновения ОиВПФ
<p>1 Подготовка стенда к работе. 2 Установка автомобиля передними колесами на стенд для диагностики подвески грузовых автомобилей вибрационным методом. 3 Диагностика передней подвески. 4 Установка автомобиля задними колесами на стенд для диагностики подвески грузовых автомобилей вибрационным методом. 5 Диагностика задней подвески. 6 Окончание диагностики</p>	«Движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования» [9].	Стенд для диагностики подвески грузовых автомобилей вибрационным методом, технологическое оборудование участка диагностики
		Детали и агрегаты стенда для диагностики подвески грузовых автомобилей вибрационным методом
	Повышенный уровень шума	Стенд для диагностики подвески грузовых автомобилей вибрационным методом, технологическое оборудование участка диагностики
	Запыленность воздуха	Поднимающаяся пыль от инструмента, ног, транспорта и стенда для диагностики подвески грузовых автомобилей вибрационным методом, технологическое оборудование участка диагностики
	Загазованность воздуха	
	Динамические, статические нагрузки, связанные с рабочей позой	Однообразно повторяющиеся технологические операции
Напряжение зрительных анализаторов		
Монотонность труда		

4.3 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» [7].

«Основные мероприятия:

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

- 3) установить компенсации за работу с вредными и (или) опасными условиями труда» [7].
- 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» [7].

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 7.

Таблица 7 – Мероприятия по снижению профессиональных рисков

ОиВПФ	Организационно-технические методы и технические средства (способы, технические устройства) защиты, частичного снижения или полного устранения ОиВПФ	Средства индивидуальной защиты
«Движущиеся машины и механизмы, подвижные части оборудования»	Организационно-технические мероприятия: – инструктажи по охране труда; – содержание технических устройств в надлежащем состоянии	Спецодежда, соответствующая выполняемой работе (спецобувь, спецодежда, средства защиты органов дыхания, зрения, слуха)» [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: – обеспечение работника СИЗ, смывающими и обеззараживающими средствами; – предохранительные устройства для предупреждения перегрузки оборудования – знаки безопасности, цвета, разметка по ГОСТ 12.4.026-2015;	Спецодежда, соответствующая выполняемой работе (спецобувь, спецодежда, средства защиты органов дыхания, зрения, слуха)

Продолжение таблицы 7

ОиВПФ	Организационно-технические методы и технические средства (способы, технические устройства) защиты, частичного снижения или полного устранения ОиВПФ	Средства индивидуальной защиты
	– обеспечение дистанционного управления оборудованием» [23].	
«Повышенный уровень шума	Применение звукоизоляции, звукопоглощения, демпфирования и глушителей шума (активных, резонансных, комбинированных); группировка шумных помещений в одной зоне здания и отделение их коридорами; введение регламентированных дополнительных перерывов; проведение обязательных предварительных и периодических медосмотров» [7].	Защитные противошумные наушники, беруши противошумные» [27].
«Напряжение зрительных анализаторов. Статические нагрузки, связанные с рабочей позой	Оздоровительно-профилактические мероприятия: – медицинские осмотры (предварительный (при поступлении на работу) и периодические (в течение трудовой деятельности) и других медицинских осмотров согласно ст. 212 ТК РФ; – правильное оборудование рабочих мест, обеспечение технологической и организационной оснащенности средствами комплексной и малой механизации; – используемые в работе оборудование и предметы должны быть удобно и рационально расположены на столе» [7].	–
Монотонность труда	– «объединение малосодержательных операций в более сложные и разнообразные: длительность объединенных операций не должна превышать 10-12 мин, иначе это повлечет снижение производственных показателей; – 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	–

Продолжение таблицы 7

ОиВПФ	Организационно-технические методы и технические средства (способы, технические устройства) защиты, частичного снижения или полного устранения ОиВПФ	Средства индивидуальной защиты
	<p>отдыха включают функциональную музыку, которая стимулирует двигательную активность и вызывает у работников приятные эмоции;</p> <ul style="list-style-type: none"> – отбор работников на основе учета их индивидуальных психофизиологических особенностей; – разработку и регулярное применение систем морального и материального стимулирования; – усложнение обязанностей в процессе дежурства, а именно выполнение дополнительных задач по изучению техники, ведение записей в журнале; – установление оптимальной длительности ежесуточного пассивного отдыха (сна без перерывов) не менее 7 часов» [7]. 	

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Проводим идентификацию источников потенциального возникновения класса пожара и выявленных опасных факторов пожара (таблица 8).

Таблица 8 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
«Участок Д1	Технологическое оборудование, применяемое на участке диагностики	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» [12].

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 от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ Технический регламент о требованиях пожарной безопасности представлена классификация пожарной техники:

- «системы, установки АПС (автоматическая пожарная сигнализация), АУПТ (автоматическая установка пожаротушения), СОУЭ (системы оповещения и управления эвакуацией), пожарной связи, автоматики;
- первичные: мобильные средства пожаротушения (все виды огнетушителей, пожарные краны, пожарный инвентарь);
- пожарное оборудование;
- средства индивидуального/группового самоспасения (далее – СИЗ), защиты органов дыхания;
- ручной, механизированный инструмент» [17].

«Выполним классификацию средств пожаротушения применяемых для данного технического объекта:

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

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

Перечень мероприятий по пожарной безопасности при диагностике подвески грузового автомобиля на стенде представлен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень мероприятий по пожарной безопасности при диагностике подвески грузового автомобиля на стенде

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» [7]
«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» [12]
«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» [21]
«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» [4].
«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» [7]
«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» [28]

4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технологического процесса диагностики подвески грузового автомобиля при помощи специализированного стенда

Выполняем идентификацию негативных (вредных, опасных) экологических факторов, возникающих при технологическом процессе диагностики подвески грузового автомобиля при помощи специализированного стенда и сведем их в таблицу 10.

Таблица 10 – Идентификация негативных (вредных, опасных) экологических факторов

Технологический процесс	Антропогенное воздействие на окружающую среду:		
	атмосферу	гидросферу	литосферу
«Диагностика подвески грузового автомобиля при помощи специализированного стенда	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 технологическом процессе диагностики подвески грузового автомобиля при помощи специализированного стенда:

- атмосферу – применение фильтрующих элементов различных типов в вытяжных устройствах и своевременная их замена, использование сертифицированных растворителей, красок и лаков при выполнении кузовных работ;
- «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 при производстве ветоши, металлический лом,

стружка отправляется на переплавку, твердые бытовые / коммунальные отходы сортируются и перерабатываются / сжигаются» [22];

Выводы по разделу.

В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта»:

- разработан Технологический паспорт технологического процесса диагностики подвески грузового автомобиля при помощи специализированного стенда (таблица 5);
- выявлены профессиональные риски при технологическом процессе диагностики подвески грузового автомобиля при помощи специализированного стенда (таблица 6) и определены методы и средства их снижения (таблица 7);
- идентифицирован класс и опасные факторы пожара, разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности при технологическом процессе диагностики подвески грузового автомобиля при помощи специализированного стенда (таблицы 8, 9);
- идентифицированы экологические факторы, возникающие при технологическом процессе диагностики подвески грузового автомобиля при помощи специализированного стенда и разработаны мероприятия по их снижению (таблица 10).

5 Экономическая эффективность технического объекта

Затраты на покупку сырья и материалов (далее – СиМ) находим по формуле и для удобства заносим полученный результат в таблицу (11).

$$M = C_M \cdot Q_M \cdot \left(1 + \frac{K_{ТЗ}}{100}\right). \quad (8)$$

Таблица 11 – Информация по затратам на покупку СиМ для изготовления рамы стенда

Наименование СиМ	Единица измерения	Цена за единицу, руб.	Норма расхода	Сумма, руб.
Швеллер гнутый	кг	57	232	13224
Грунт-эмаль	л	362	5,3	1918,6
Краска акриловая по металлу Hammerite	л	482	10,2	4916,4
Транспортно-заготовительные расходы	–	–	–	1404,13
Итого:	–	–	–	21463,1

Затраты на покупные изделия, полуфабрикаты (далее – ПИП) находим по формуле:

$$P_{II} = C_i \cdot \eta_i \cdot \left(1 + \frac{K_{ТЗ}}{100}\right). \quad (9)$$

В таблице 12 представлены затраты на ПИП.

Таблица 12 – Информация по затратам на ПИП

Наименование ПИП	Единица измерения	Цена за единицу, руб.	Количество	Сумма, руб.
Штанга стабилизатора	шт.	21200	2	42400
Стремянка КАМАЗ-5320 кузова длинная h=460мм	шт.	705	2	1410
Комплект рессор автомобиля КамАЗ-4310	шт.	20820	2	41640

Продолжение таблицы 12

Наименование ПИП	Единица измерения	Цена за единицу, руб.	Количество	Сумма, руб.
Палец автомобиля КамАЗ	шт.	720	2	1440
Цилиндрический редуктор горизонтальный трехступенчатый общемашиностроительного применения типоразмеров 1ЦЗУ-160	шт.	26500	1	26500
Электродвигатель асинхронный 3-фазный общепромышленный АИРС80А2 (1,5 кВт 3000 об/мин)	шт.	6500	2	13000
Разное (метизы, электроды, отрезные, шлифовальные круги и прочее)	–	–	–	5750
Транспортно-заготовительные расходы	–	–	–	9249,8
Итого:	–	–	–	141389,8

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.

Затраты на заработную плату находим по формуле:

$$Z_o = C_p \cdot T \cdot \left(1 + \frac{K_{ТЗ}}{100} \right). \quad (10)$$

В таблице 13 представлены затраты на выплату основной заработной платы.

Таблица 13 – Информация по затратам на выплату основной заработной платы

Технологическая операция	Разряд рабочего	Трудоемкость, чел-ч.	Тарифная ставка, руб./час	Заработная плата, руб.
Заготовительная	3	20	130,96	2619,2

Продолжение таблицы 13

Технологическая операция	Разряд рабочего	Трудоемкость, чел-ч.	Тарифная ставка, руб./час	Заработная плата, руб.
Сварочная	5	16	166,30	2660,8
Токарная	5	8	166,30	1330,4
Фрезерная	5	10	166,30	1663
Сверлильная	4	7	147,59	1033,13
Слесарная	4	7	147,59	1033,13
Сборочная	5	25	187,09	4677,25
Премия в соответствии со ст. 129 №197-ФЗ от 30.12.2001 «Трудовой кодекс Российской Федерации»	–	–	–	3003,38
Итого:	–	–	–	18020,29

«Затраты на выплату дополнительной заработной платы находим по формуле:

$$Z_d = Z_o \cdot K_d, \quad (11)$$

где K_d – коэффициент доплат до часового фонда заработной платы, равен 0,1» [20].

$$Z_d = 18020,29 \cdot 0,1 = 1802,02 \text{ р.}$$

«Затраты на отчисления единого социального налога находим по формуле:

$$O_c = (Z_o + Z_d) \cdot K_c, \quad (12)$$

где K_c – коэффициент доплат до часового фонда заработной платы, равен 0,26» [19].

$$O_c = (18020,29 + 1802,02) \cdot 0,26 = 5153,8 \text{ р.}$$

«Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования находим по формуле:

$$P_{cod.ob} = Z_O \cdot K_{ob}, \quad (13)$$

где K_{ob} – коэффициент, учитывающий расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, равен 1,04» [20].

$$P_{cod.ob} = 18020,29 \cdot 1,04 = 18741,1 \text{ р.}$$

«Затраты на общепроизводственные нужды находим по формуле:

$$P_{opr} = Z_O \cdot K_{opr}, \quad (14)$$

где K_{opr} – коэффициент распределения общепроизводственных расходов, равен 1,5» [20].

$$P_{opr} = 18020,29 \cdot 1,5 = 27030,44 \text{ р.}$$

Затраты на цеховую себестоимость находим по формуле:

$$C_{ц} = M + П_{и} + Z_O + Z_{д} + O_C + P_{cod.ob} + P_{opr}, \quad (15)$$

$$C_{ц} = 21463,1 + 141389,8 + 18020,29 + 1802,02 + 5153,8 + 18741,1 + 27030,44 = 233600,56 \text{ р.}$$

«Затраты на общехозяйственные расходы находим по формуле:

$$P_{охр} = Z_O \cdot K_{охр}, \quad (16)$$

где $K_{охр}$ – коэффициент, учитывающий общехозяйственные расходы, равен 1,6» [14].

$$P_{охр} = 18020,29 \cdot 1,6 = 28832,46 \text{ р.}$$

Общие затраты находим по формуле:

$$C_{\text{ПР}} = C_{\text{Ц}} + P_{\text{опр}}, \quad (17)$$

$$C_{\text{ПР}} = 233600,56 + 28832,46 = 260631 \text{ р.}$$

«Затраты на внепроизводственные нужды находим по формуле:

$$P_{\text{ВН}} = C_{\text{ПР}} \cdot K_{\text{внепр}}, \quad (18)$$

где $K_{\text{внепр}}$ – коэффициент, учитывающий внепроизводственные расходы, равен 0,05» [18].

$$P_{\text{ВН}} = 260631 \cdot 0,05 = 13031,55 \text{ р.}$$

Общие затраты на изготовление стенда для диагностики подвески грузовых автомобилей вибрационным методом находим по формуле:

$$C_{\text{ОБЩ}} = C_{\text{ПР}} + P_{\text{ВН}}, \quad (19)$$

$$C_{\text{ОБЩ}} = 260631 + 13031,55 = 273662,55 \text{ р.}$$

Выводы по разделу.

В разделе «Экономическая эффективность проекта» определена эффективность разработки стенда для диагностики подвески грузовых автомобилей вибрационным методом с экономической стороны. Стоимость изготовления составляет 273662,55 р., что значительно дешевле вариантов стендов представленных на рынке.

Заключение

В данной выпускной квалификационной работе бакалавра была разработана конструкция стенда для диагностики подвески грузовых автомобилей вибрационным методом.

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы было сделано следующее:

- рассмотрены виды подвесок грузовых автомобилей, методы измерения сцепления колес с дорогой и измерения амплитуды, диагностическое оборудование применяемое для проверки подвески;
- проведена конструкторская разработка стенда для диагностики подвески грузовых автомобилей, приведены техническое задание и предложение, выполнен расчет конструкции и составлено руководство по эксплуатации стенда. Разработанный стенд может найти широкое применение на станциях технического обслуживания, АТП, как недорогой и эффективный стенд для диагностики подвески грузовых автомобилей вибрационным методом;
- рассмотрены основные признаки неисправности амортизаторов и стоек, а также их влияние на безопасность автомобиля, отмечена важность их проверки;
- рассмотрены вопросы, касающиеся обеспечения безопасности, экологичности технического объекта;
- определена эффективность разработки стенда для диагностики подвески грузовых автомобилей вибрационным методом с экономической стороны. Стоимость изготовления составляет 273662,55 р., что значительно дешевле вариантов стендов 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 Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя : В 3-х т. / В. И. Анурьев. - 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 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.

6 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

7 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.

8 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.

9 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

10 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.

11 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.

12 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.

13 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.

14 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.

15 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.

16 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.

17 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.

18 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.

19 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.

20 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.

21 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.

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

23 Технический осмотр, диагностика и обслуживание автотранспорта : научное, методическое, справочное пособие / А. И. Потапов [и др.]. - Санкт-Петербург : Научное изд-во биографической международной энциклопедии «Гуманистика», 2008. - 902, [1] с.

24 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.

25 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.

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

27 Garrett T.K. The Motor Vehicle / T.K Garrett, K. Newton, W. Steeds. 13th ed. - 1214 p.

28 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.

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

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

31 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

Перв. примен.		Формат	Экз.	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
						<u>Документация</u>			
		A4			22.БР.ПЭА.215.00.000.ПЗ	Пояснительная записка	1		
		A1			22.БР.ПЭА.215.00.000.СБ	Сборочный чертеж	3		
						<u>Сборочные единицы</u>			
Справ. №				1	22.БР.ПЭА.215.01.000	Рама	2		
				2	22.БР.ПЭА.215.02.000	Башмак	2		
				3	22.БР.ПЭА.215.03.000	Основание	2		
				4	22.БР.ПЭА.215.04.000	Опора промежуточная	2		
				5	22.БР.ПЭА.215.05.000	Опора	2		
				6	22.БР.ПЭА.215.06.000	Узел подшипниковый в сборе	2		
				7	22.БР.ПЭА.215.07.000	Муфта в сборе	2		
						<u>Детали</u>			
Подп. и дата				8	22.БР.ПЭА.215.00.008	Корпус	4		
				9	22.БР.ПЭА.215.00.009	Кардан доработанный	2		
				10	22.БР.ПЭА.215.00.010	Шатун доработанный	2		
				11	22.БР.ПЭА.215.00.011	Крышка	2		
				12	22.БР.ПЭА.215.00.012	Ось	2		
				13	22.БР.ПЭА.215.00.013	Крышка	2		
				14	22.БР.ПЭА.215.00.014	Проставка	4		
				15	22.БР.ПЭА.215.00.015	Кольцо	2		
Инв. № докл.						22.БР.ПЭА.215.00.000			
		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Взам. инв. №		Разраб.	Кириченко			Стенд для диагностики подвески грузовых автомобилей вибрационным методом			
		Проб.	Драчев						Лит.
Подп. и дата		Н.контр.	Драчев			ТГУ, ИМ,			
		Утв.	Бабровский			зр. ЭТКп-1802а			
Инв. № подл.						Копировал			
						Формат А4			

Рисунок А.1 – Спецификация на стенд для диагностики подвески грузовых автомобилей вибрационным методом

