

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра Проектирование и эксплуатация автомобилей

(наименование)

23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобиля и тракторы

(направленность (профиль)/специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
(ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ)**

на тему Разработка роликового тормозного стенда для легковых автомобилей

Обучающийся

Н.В. Осипов

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. пед. наук, доцент Л.А. Угарова

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

Консультанты

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

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

канд. экон. наук, доцент Л.Л. Чумаков

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

канд. пед. наук, доцент С.А. Гудкова

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

Тольятти 2023

## Аннотация

Настоящая дипломная работа посвящена теме "Разработка роликового тормозного стенда для легковых автомобилей."

Объем дипломной работы.

Графическая часть: 8 страниц.

Пояснительная записка - 104 страницы.

В записке представлены расчеты по всем частям проекта, необходимые чертежи и сводная таблица некоторых расчетов.

В конструкторской части описывается принятое техническое решение, технические характеристики стенда для испытания тормозов, его назначение, конструкция и обслуживание. В этом разделе также описаны основные параметры тормозного стенда, кинематические и силовые расчеты для цепного привода и подъемного механизма.

В технологическом разделе описаны разработанные мной технические процедуры по сборке приводного вала тормозного стенда и изготовлению втулок, роликов и цепей.

В экономическом разделе я рассчитал экономический эффект, срок окупаемости и годовой экономический результат при внедрении разработанной диагностики тормозных механизмов легковых автомобилей.

В разделе "Экология и безопасность жизнедеятельности" были сформулированы требования безопасности при эксплуатации тормозного стенда, характеристики условий на рабочем месте и условия поддержания пожарной безопасности и электробезопасности.

## **Abstract**

This thesis is devoted to the topic "Development of a roller brake stand for passenger cars."

The volume of the thesis.

Graphic part: 8 pages.

Explanatory note - 104 pages.

The note presents calculations for all parts of the project, the necessary drawings and a summary table of some calculations.

The design part describes the technical solution adopted, the technical characteristics of the brake test bench, its purpose, design and maintenance. This section also describes the main parameters of the brake stand, kinematic and power calculations for the chain drive and lifting mechanism.

The technological section describes the technical procedures developed by me for the assembly of the drive shaft of the brake stand and the manufacture of bushings, rollers and chains.

In the economic section, I calculated the economic effect, payback period and annual economic result when implementing the developed diagnostics of passenger car braking mechanisms.

In the section "Ecology and life safety", safety requirements for the operation of the brake stand, characteristics of workplace conditions and conditions for maintaining fire safety and electrical safety were formulated.

## Содержание

Введение .....	5
1 Состояние вопроса .....	6
1.1 Назначение тормозной системы .....	6
1.2 Требования предъявляемые к конструкции и рабочим параметрам тормозной системы.....	7
1.3 Признаки неисправности тормозной системы .....	9
1.4 Описание процесса диагностики тормозной системы.....	13
1.5 Необходимость разработки тормозного стенда .....	14
1.6 Обоснование технических решений проекта .....	14
1.7 Описание конструкторской разработки .....	14
2 Конструкторская часть.....	35
2.1 Расчет основных параметров тормозного стенда .....	35
2.2 Кинематический и силовой расчет подъемного механизма .....	41
2.3 Расчет цепной передачи.....	44
3 Безопасность и экологичность объекта.....	54
4 Технологическая часть.....	69
5 Экономическая эффективность проекта .....	81
Заключение.....	96
Список используемых источников .....	97
Приложение А Спецификации.....	100

## Введение

В этой дипломной работе исследуется важность конструкции стендов для испытания тормозов для легковых автомобилей. Дипломная работа начинается с рассмотрения ключевых компонентов стендов для испытания тормозов и их роли в обеспечении безопасности и надежности пассажирских транспортных средств. Затем описываются различные типы стендов для испытания тормозов, включая динамометры, роликовые тестеры и замедлители, и сравнивает их соответствующие преимущества и ограничения.

В дипломной работе также рассматриваются соответствующие правила и стандарты тестирования тормозов в разных странах, подчеркивается необходимость точных и последовательных методов тестирования. Кроме того, обсуждаются различные типы тормозных систем, используемых в легковых автомобилях, и их влияние на тестирование тормозов.

Одним из основных результатов этой дипломной работе является разработка новой конструкции стенда для испытания тормозов, который включает в себя передовые датчики и системы сбора данных для повышения точности и эффективности тестирования тормозов. Предоставляются подробные технические характеристики для этой новой конструкции и демонстрирует ее эффективность путем экспериментального тестирования.

В целом, эта дипломная работа содержит всесторонний обзор стендов для испытания тормозов легковых автомобилей, охватывающий как теоретические, так и практические аспекты испытания тормозов. Предложенная новая конструкция стенда для испытания тормозов потенциально может повысить точность и эффективность испытаний тормозов в автомобильной промышленности, способствуя созданию более безопасных и надежных пассажирских транспортных средств.

## 1 Состояние вопроса

Переход нашей экономики на рыночные отношения ставит новые задачи по развитию автотранспортных услуг, повышению экономической эффективности и снижению трудоемкости технического обслуживания (ТО) и ремонта.

Эффективность использования транспортных средств зависит от полноты организации транспортного процесса и качества транспортного средства, поддерживающего в определенных пределах значения параметров, характеризующих его способность выполнять требуемые функции. В течение срока службы транспортного средства его функциональные характеристики постоянно снижаются вследствие износа, коррозии, изнашивания деталей, усталости материалов и т.д. В автомобиле возникают различные неисправности (поломки), которые снижают эффективность его использования. Техническое обслуживание и ремонт автомобиля проводятся с целью предупреждения возникновения дефектов и их своевременного устранения.[1]

Производительность труда на автомобильном транспорте также напрямую зависит от технического состояния транспортного средства и его готовности осуществлять транспортный процесс надежно, эффективно, экономично и безопасно. С другой стороны, состояние транспортных средств зависит от качества организации, технологии и проведения диагностических работ, технического обслуживания и ремонта.

Техническое обслуживание - это ряд задач и действий, направленных на поддержание или улучшение нормального состояния транспортного средства во время использования, остановки, хранения или транспортировки. Техническое обслуживание является профилактической мерой и, в зависимости от типа автомобиля и условий эксплуатации, проводится обязательно и систематически в течение периода использования автомобиля.

Ремонт - это ряд операций, направленных на восстановление

функциональности или работоспособности транспортного средства или его компонентов и восстановление их срока службы. Ремонт выполняется в период технического обслуживания. Ремонт можно разделить на два вида, а именно: техническое обслуживание (ТО) и капитальный ремонт (КР).

Выполнение технического обслуживания и ремонта требует оценки технического состояния, т.е. диагностирования.

Диагностика является подсистемой информации для управления производством и, как уже упоминалось, элементом системы технического обслуживания и ремонта (в основном, отнесенной к техническому обслуживанию) и подсистемы контроля качества эксплуатационно-технического состояния автомобилей на дороге и вне ее. Поскольку неисправности могут быть обнаружены без разборки, регулярная диагностика позволяет выявлять неисправности до их возникновения и планировать их устранение, предотвращая прогрессирующий износ компонентов и снижая общие эксплуатационные и управленческие расходы. Это также способствует улучшению показателей расхода топлива и других расходных материалов, загрязнения окружающей среды, безопасности дорожного движения, технической готовности автомобилей и других технико-экономических показателей. [2]-[4]

Анализируя опыт отрасли технического обслуживания и ремонта автомобилей за рубежом и в России, можно сделать следующие выводы об оснащении предприятий диагностическим и ремонтным оборудованием.

1) Предприятия по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей оснащаются более современным производственным оборудованием и применяют новые технологические процессы, что обеспечивает сокращение трудозатрат и повышение качества работ.

2) Методы диагностики с использованием электронного оборудования находят все большее применение в техническом обслуживании автомобилей.

3) Использование точной техники и современного оборудования для

ремонта автомобилей обеспечивает и ускоряет многие технические процессы и требует от персонала определенных знаний и навыков.

4) Хорошо организованное техническое обслуживание, своевременная диагностика и передовые технические навыки повышают долговечность автомобилей, сокращают простои и увеличивают межремонтные интервалы, тем самым значительно снижая непроизводительные затраты и повышая рентабельность автотранспортного предприятия.

## **1.1 Назначение тормозной системы**

Назначение тормозной системы на автомобильном транспорте заключается в контролируемой остановке движущегося транспортного средства. Тормозная система является одним из наиболее важных компонентов транспортного средства, поскольку она обеспечивает безопасность пассажиров, самого транспортного средства и других участников дорожного движения.

Когда водитель нажимает на тормоза, создается гидравлическое давление, которое заставляет тормозные колодки захватывать диски или барабаны, создавая трение и замедляя движение колес. Это трение снижает скорость транспортного средства и в конечном итоге приводит его к остановке.

Одной из основных целей тормозной системы является обеспечение последовательной и надежной остановки независимо от дорожных условий или скорости транспортного средства. Тормозная система также должна быть сконструирована таким образом, чтобы быстро и эффективно реагировать на действия водителя даже в аварийных ситуациях. [9]-[11]

Другой важной функцией тормозной системы является поддержание устойчивости и контроля над транспортным средством во время торможения. Это достигается за счет использования антиблокировочных тормозов, которые предотвращают блокировку колес и занос. Антиблокировочные тормоза также позволяют водителю сохранять контроль над рулевым управлением и маневрировать автомобилем в экстренных ситуациях.

В дополнение к этим функциям, связанным с безопасностью, тормозная система также играет важную роль в экономии энергии и продлении срока службы других компонентов автомобиля. Например, системы рекуперативного торможения улавливают энергию, которая в противном случае терялась бы в виде тепла во время торможения, и используют ее для подзарядки аккумулятора автомобиля.

В заключение следует отметить, что тормозная система автомобиля является важным компонентом, который играет решающую роль в обеспечении безопасности, устойчивости и эффективности транспортного средства. Независимо от того, едете ли вы по шоссе или в пробке, ваши тормоза помогут вам быстро и безопасно остановиться. [12]-[14]

## **1.2 Требования предъявляемые к конструкции и рабочим параметрам тормозной системы**

Тормозная система автомобиля является сложным и критически важным компонентом, который играет решающую роль в обеспечении безопасности, стабильности и эффективности транспортного средства. Конструкция и рабочие параметры тормозной системы должны соответствовать строгим требованиям для обеспечения ее надежности и эффективности в различных условиях вождения.

Одним из основных требований к конструкции тормозной системы является обеспечение последовательной и надежной остановки независимо от дорожных условий или скорости транспортного средства. Это требует тщательного соблюдения баланса между создаваемым тормозным усилием и весом автомобиля, скоростью и дорожными условиями. Тормозная система должна быть сконструирована таким образом, чтобы быстро и эффективно реагировать на действия водителя даже в аварийных ситуациях, и должна быть способна остановить транспортное средство на безопасном и приемлемом расстоянии.

Другим важным требованием к конструкции тормозной системы является поддержание устойчивости и управляемости транспортного средства во время торможения. Это достигается за счет использования антиблокировочных тормозов, которые предотвращают блокировку колес и занос, позволяя водителю сохранять рулевое управление и маневрировать автомобилем в экстренных ситуациях. Антиблокировочные тормоза также помогают улучшить эффективность торможения, сокращая тормозной путь и позволяя шинам сохранять сцепление с дорогой.

Тормозная система также должна быть сконструирована таким образом, чтобы выдерживать суровые условия непрерывной эксплуатации, такие как высокие температуры, влага, пыль и агрессивные вещества. Чтобы соответствовать этим требованиям, тормозные компоненты должны быть изготовлены из высококачественных материалов, устойчивых к износу, и должны быть надлежащим образом герметизированы и защищены от внешних воздействий.

В дополнение к этим требованиям к конструкции рабочие параметры тормозной системы также должны соответствовать строгим стандартам. Например, тормозная система должна быть правильно отрегулирована и откалибрована для обеспечения стабильных и эффективных характеристик торможения. Тормозные колодки и диски должны регулярно проверяться и заменяться по мере необходимости, а тормозная жидкость должна проверяться и заменяться через регулярные промежутки времени для поддержания гидравлического давления и эффективности тормозов.

Другим важным фактором, влияющим на рабочие параметры тормозной системы, является роль водителя. Для обеспечения безопасного и эффективного торможения водители должны быть обучены правильному использованию тормозов, включая надлежащее использование акселератора, педали тормоза и антиблокировочной системы тормозов. Водители также должны знать об ограничениях тормозной системы, таких как тормозной путь, необходимый для заданной скорости транспортного средства, и должны быть готовы

соответствующим образом реагировать в чрезвычайных ситуациях.

Наконец, тормозная система должна быть совместима с другими системами транспортного средства, такими как подвеска, трансмиссия и силовой агрегат. Тормозная система должна бесперебойно работать с этими другими системами, чтобы обеспечить стабильную и эффективную работу и предотвратить любые потенциальные конфликты или неисправности.

В заключение следует отметить, что к конструкции и рабочим параметрам тормозной системы автотранспортного средства предъявляются строгие требования для обеспечения ее надежности и эффективности. Начиная с материалов, используемых при изготовлении компонентов торможения, заканчивая регулировками и калибровками, необходимыми для стабильной работы, и заканчивая ролью водителя, тормозная система должна соответствовать этим требованиям для обеспечения безопасности, устойчивости и эффективности транспортного средства.[15]-[17]

### **1.3 Признаки неисправности тормозной системы**

Техническое обслуживание тормозов является плановым и входит в программу технического обслуживания автомобиля. «Все движущиеся и не движущиеся компоненты тормозной системы имеют ограниченный срок службы. Поэтому необходимо регулярно проводить ремонт или обновление по мере необходимости для обеспечения безопасности пассажиров и участников дорожного движения»[18].

«Существует несколько признаков, указывающих на дефект тормозной системы до ее фактического отказа. Рассмотрим каждый из этих признаков.

Горит стоп-сигнал на приборной панели.

Может загореться стоп-сигнал на приборной панели, и сначала следует проверить, не включен ли стояночный тормоз. Если причина не в стояночном тормозе, поручите его проверку автомеханику»[19].

Громкий шум.

«Высокочастотный "пищащий" или "скрипящий" звук при торможении указывает на то, что индикатор износа тормозных колодок касается диска и издает неприятный звук. Этот индикатор встроен в тормозные колодки, чтобы дать вам знать, когда пора заменить тормоза, пока не вышел из строя сам диск.»[20]

Если при нажатии на тормоза вы слышите низкий "визжащий" звук, скорее всего, в суппорт в сборе (который можно легко извлечь) попал гравий или мелкий мусор. Однако если звук похож на удар металла о металл, возможно, изношены тормозные колодки [21].

«Вибрация, тряска или царапины.

При торможении тормозные колодки ударяются о тормозной диск, замедляя и останавливая автомобиль. Если тормозной диск не идеально ровный и гладкий, толщиной примерно с три листа бумаги, тормоза могут вибрировать или трястись.

Колебания или вибрация рулевого колеса или других частей автомобиля могут быть вызваны неравномерным износом тормозного диска.

Неравномерное торможение также может быть вызвано повреждением тормозной системы в результате неправильной установки колесных гаек. Если колесные гайки не затянуты должным образом (с определенным моментом затяжки, указанным производителем) при переключении передач или смене шин, неравномерное торможение может быть вызвано неравномерным износом тормозного диска [22].

Педаль тормоза мягкая.

Если вы заметили, что педаль тормоза кажется "мягкой" или при нажатии на педаль сразу касается пола, следует немедленно проверить автомобиль.

На автомобилях с автоматической или механической коробкой передач педаль тормоза останавливается в нескольких сантиметрах от пола в зависимости от модели. Если педаль тормоза касается пола, значит, в тормозной системе недостаточное давление. Причиной может быть воздух или влага в главном тормозном цилиндре или утечка тормозной жидкости [23].

Автомобиль тянет в одну сторону.

Если при нажатии на тормоза автомобиль тянет в одну сторону, это может быть связано с неисправным суппортом, который следует заменить.

Запах гари. Сильный запах после торможения указывает на перегрев сцепления или тормозов. В этом случае остановитесь и дайте тормозам остыть, так как существует риск того, что тормоза полностью выйдут из строя, если автомобиль будет эксплуатироваться в таком состоянии.»[24]

## **1.4 Описание процесса диагностики тормозной системы**

«Тормозная система - одна из самых важных систем автомобиля. Она должна своевременно диагностироваться и проверяться. При диагностике тормозной системы автомобиля сначала проводится диагностика технического состояния тормозной системы автомобиля в целом на основе значений таких параметров, как тормозной путь, замедление, тормозное усилие и время срабатывания,»[1] а затем выявляются неисправности технического состояния узлов тормозной системы и отдельных компонентов и проводится диагностика для определения причины снижения эффективности работы.

Сегодня тормозная линия VIDEOline CARTEC используется для простых и быстрых испытаний тормозных систем и систем подвески легковых автомобилей.

«Испытательный стенд может использоваться на национальных станциях технического осмотра автомобилей, в гаражах и на заводах автомобильной промышленности для проверки эффективности тормозной системы автомобилей в процессе эксплуатации, при выпуске на линию и во время ежегодных технических осмотров.

Тестер тормозов специально разработан для быстрой диагностики в автомастерских. Компьютерная программа BDE40W3 предоставляет подробную информацию о состоянии тормозной системы и системы подвески испытуемого автомобиля. Все узлы лопастей цилиндров могут быть

установлены на сварной прямоугольной раме с пандусами для независимого доступа автомобиля к лопастям цилиндров или на фундаментной раме, установленной на дне испытательной ямы. Ролики для левого и правого колес должны быть установлены на раме с помощью датчиков веса и закреплены двумя зажимами.»[25] Показано на рисунке 1.

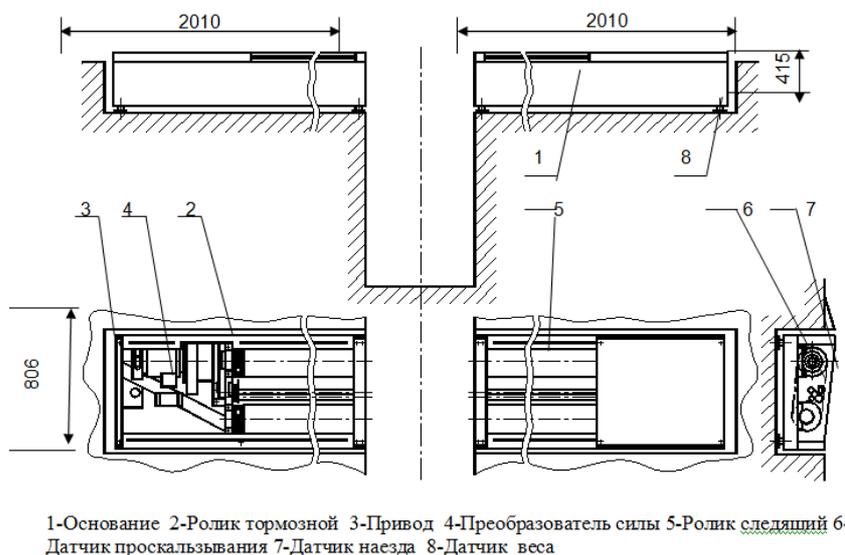


Рисунок 1 - Роликовая установка

«Датчик веса используется для преобразования массы диагностируемой оси в электрический сигнал. Мотор-редуктор приводит в движение колеса, на которых движется автомобиль. При торможении реактивный момент мотор-редуктора передается на датчик тормозного усилия, который генерирует электрический сигнал, пропорциональный тормозному усилию на левом и правом колесах. Между каждой парой опорных роликов расположен опорный ролик, соединенный с датчиком присутствия транспортного средства и датчиком скольжения для контроля скорости вращения колес и определения момента инициирования проскальзывания колес на диагностической оси относительно опорного ролика, а также для обнаружения присутствия транспортного средства на опорном ролике роликового блока.»[26]

Электрооборудование испытательного стенда подключается к источнику питания с помощью магнитного пускателя: нажатие кнопки START активирует

пускатель, который является самоблокирующимся и подключает электрические контакты к источнику питания в силовом шкафу.

«Мотор-редуктор активируется с помощью USB-адаптера, подключенного к USB-порту компьютера.

Для защиты от коммутационных помех используется RC-цепь, подключенная параллельно катушке стартера (входит в состав комбинированного блока).

Стартер отключается при нажатии кнопки STOP.

Электрооборудование на силовой панели отключается от электропитания.

Защита от перегрузок и коротких замыканий в цепи питания мотор-редуктора обеспечивается тепловым реле.

Силовая панель расположена на главной полке стойки управления за принтером.

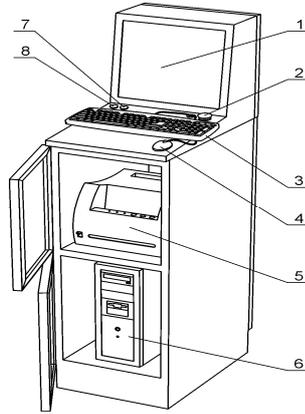
Примечание - При эксплуатации контроллера тормозов в составе мобильной диагностической станции используйте силовой шкаф станции.

На нижней полке стеллажа управления на кронштейне расположена розетка, обеспечивающая питание компьютера напряжением 220 В.»[27]

Горизонтальное положение полки управления регулируется винтами на нижней полке. Внешний пульт управления показан на рисунке 2.

Измерительные данные контроллера цилиндрического тормоза

- Сопротивление вращению незаторможенного колеса.
- Упругость тормозного барабана.
- Тормозная сила на левом и правом колесах.
- Дифференциальная тормозная сила на левом и правом колесах.



1 - экран монитора, 2 - кнопка аварийной остановки, 3 - клавиатура, 4 - инструмент  
мышь, 5 - лазерный принтер, 6 - системный модуль, 7 - кнопка стоп, 8 - кнопка пуск.

Рисунок 2 – «Внешний пульт управления» [27]

- Базовая конфигурация.
- Русифицированное программное обеспечение с базой данных клиентов
- Блок оцинкованных цилиндров (цилиндр с покрытием CeSil).
- Тестер оцинкованной подвески FWT 2010 E
- SSP 2500 оцинкованный тестер проскальзывания.
- Режим испытания 4WD (цилиндр заднего хода) 4WD
- PD 7 датчик усилия на педали тормоза
- Беспроводной пульт дистанционного управления
- Комплектная оцинкованная опорная рама (1 для тестера тормозов, 1 для тестера подвески, 1 для тестера прогиба)
- Кабель питания
- Интерфейсный кабель ПК (15 м)
- Коммуникационный блок со встроенной электроникой и интерфейсом ПК.
- ПК с 19-дюймовым TFT-экраном, цветным принтером формата А4, клавиатурой, мышью и лицензионной операционной системой Windows.

Блок индикаторов показан на рисунке 3.

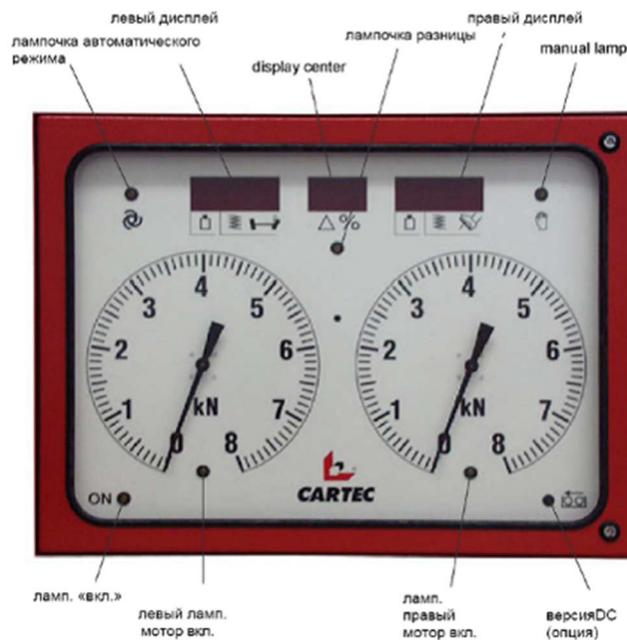


Рисунок 3 - Блок индикаторов

«Для получения надежных результатов коэффициент сцепления шины с валиком должен быть не менее 0,6. Поэтому стендовый ролик является отражательным. При нажатии на педаль тормоза автомобиля возникает тормозной момент, который определяется усилием балансирной передачи. Для определения тормозного усилия на испытательном стенде используются два главных тормозных цилиндра автомобиля. Эти два цилиндра соединены системой трубок с индикатором тормозного усилия. Это позволяет измерять тормозное усилие на правом и левом колесе отдельно. Система измерения времени срабатывания тормозов состоит из секундомера, электронного блока управления и преобразователя сигнала, установленного на блоке цилиндров гусеничного хода. Принцип работы следующий. Микровыключатель, установленный на педали, активирует секундомер при нажатии на педаль, а блок управления деактивирует секундомер. Блок управления получает сигналы от сигнального механизма. Сигнальный механизм контролирует угловую скорость направляющего ролика и посылает сигнал на блок управления.»[28]

Если скорость направляющего ролика снижается даже незначительно, частота импульсов уменьшается. Электронный блок управления реагирует на это и

отключает таймер. Это устройство позволяет одновременно измерять время реакции на движение обоих тестируемых колес. Рабочая тормозная система является гидравлической и имеет два контура (разделенные по диагонали), регулятор давления 10, вакуумный усилитель 5 и индикацию недостаточного уровня тормозной жидкости в бачке. При отказе одного контура тормозной системы второй контур будет тормозить автомобиль, хотя его производительность снижается.

«Технические данные очень важны.

Начальная скорость торможения, смоделированная на испытательном стенде, км/ч  $2 \pm 0.1$

Диапазон измерений тормозного усилия на каждом колесе испытательной оси, кН 0 – 40 Допустимый предел погрешности уменьшения, %  $\pm 3$

Диапазон измерения силы, возникающей при управлении тормозной системой, Н 0 - 1000

Допустимый предел погрешности уменьшения, %  $\pm 5$

Диапазон измерения массы оси, кг 0-15000

Предел снижения погрешности, %  $\pm 3$

Диапазон времени срабатывания тормозной системы, с 0-1,5

Параметры для 4-проводного трехфазного электропитания с допусками согласно национальному стандарту 997-84

- Напряжение, В,  $380 \pm 10-15$

- Частота, Гц  $50 \pm 1$

Потребляемая мощность, не более, кВА 16,0

Габаритные размеры, максимальные, мм

- Блок цилиндров 2010x810x415

- Шкаф управления 650x1200x680

- Сигнальная лампа 70x200x200

Масса, максимальная, кг

- Блок цилиндров 650

- Блок управления 50

- Светофор 5

Ширина полосы движения, мм 900-3100

Время установления режима, минуты, макс. 15 секунд

Время непрерывной работы испытательного стенда, часы, мин. 8 часов

Средний срок службы испытательного стенда, мин. 8 лет

Диапазон рабочих температур, С -30 +50

Управление испытательным стендом осуществляется с помощью клавиатуры персонального компьютера. Команды оператора отображаются на экране монитора, а также на световом индикаторе и дополнительном выносном дисплее. Когда проскальзывание между колесами испытуемого автомобиля и приводным роликом достигает заданного значения, приводной ролик отключается. Испытательный стенд может отображать результаты измерений и служебную информацию на печатном устройстве. Испытательный стенд должен позволять независимую эксплуатацию транспортного средства после испытания.»[29]

### **1.5 Необходимость разработки тормозного стенда**

Следует отметить, что имевшееся в нашем распоряжении аппаратное и программное обеспечение испытательного стенда имело ряд существенных недостатков. Наиболее заметным является отсутствие подробной информации о структуре разработанной системы. Такой недостаток информации может привести к невозможности ремонта системы в случае отказа. Рассмотрим испытательные стенды и диагностические информационные (измерительные) системы, которые существуют в автомобильной промышленности. Эти системы существуют в различных подсистемах автомобиля, и одним из наиболее интересных элементов с точки зрения испытательного стенда является поршневое кольцо.

При изучении темы технического контроля поршневых колец было обнаружено, что в настоящее время существует большое количество работ,

посвященных различным проблемам качества продукции со сложной геометрией. Поэтому можно сделать вывод, что вопрос контроля качества в автомобильной промышленности остается одним из самых актуальных. Однако следует отметить, что большинство известных результатов исследований направлены непосредственно на контроль качества в процессе производства. Лишь немногие авторы рассматривают контроль качества непосредственно на конечном этапе производства.

Особое значение имеют следующие работы.

Ниже приведены примечания. 'Выборочный контроль исходных материалов, заготовок, полуфабрикатов и конечной критической продукции на заводе не может гарантировать высокое качество, особенно в серийном или массовом производстве. Непрерывный неразрушающий контроль всей продукции на каждом этапе производства становится все более распространенным. Целью авторов является разработка новых методов и средств неразрушающего контроля для непрерывного контроля качества характеристик многослойных изделий, особенно металлофторполимерных пленок. Для достижения этой цели авторы предлагают использовать новый метод неразрушающего контроля, основанный на воздействии источников тепловой энергии на исследуемый объект. Этот метод позволяет определить толщину слоя, пористость медного каркаса и теплофизические свойства материала верхнего слоя четырехслойной металлофторполимерной пленки.

«В работе "Разработка и применение новых методов и систем измерения и контроля для непрерывного активного контроля геометрических показателей вкладышей подшипников и износа режущего инструмента в производственных процессах". Внедрение таких методов позволило повысить производительность контроля, точность изготовления и предотвратить возникновение дефектов." Разработанная автором система использует индуктивные датчики и построена на базе микроконтроллерного модуля CPU 188-5MX и модуля аналогового вывода АО 16-V8. Система имеет пять измерительных каналов.»[30]

- Первый контролирует высоту гильзы и отклонение поверхности

прилегания гильзы от эквивалентности заподлицо с формованной наружной поверхностью цилиндра.

- Второй - для контроля соответствия наружной поверхности цилиндра гильзы с опорной поверхностью контрольного приспособления.

«- Третья - для измерения температуры поверхности гильзы во время обработки.

- Четвертый - для контроля толщины вкладыша в радиальном направлении.

- Пятая - для контроля износа режущего инструмента машины алмазного сверления.

Система состоит из датчика положения, который определяет присутствие вкладыша в зоне обработки, двух микроконтроллерных модулей,»[30] которые обрабатывают измерения в соответствии со встроенной программой, и модуля аналогового вывода, используемого для управления автоматическим зачистным устройством и режущим инструментом станка.

Разработан бесконтактный и неразрушающий микроволновый метод контроля поверхностной влажности и влагосодержания твердых материалов и реализующее его устройство, основанное на математическом описании взаимодействия СВЧ-заряженного магнитного поля со смачиваемым материалом, что повышает эффективность и точность измерений.

Как было сказано: "Сложность методов осаждения на металлические поверхности обуславливает необходимость применения специального оборудования для неразрушающего контроля электрофизических и геометрических параметров толщины покрытия в диапазоне сантиметровых волн", существует большое разнообразие поглотителей и материалов покрытия и сложных методов их осаждения. В результате авторы разработали бесконтактный микроволновый поверхностно-волновой метод для одновременного измерения толщины, электрофизических параметров и неоднородности магнитоэлектрических пленок на металлах. На основе математического описания распространения медленных поверхностных волн в

магнитоэлектрических слоях в металлах авторы разработали микроволновый метод и оборудование для определения электрофизических параметров магнитоэлектрических и диэлектрических слоев в металлах и их неоднородностей.

Кроме того, следует отметить, что методы, относящиеся к так называемому искусственному интеллекту, в настоящее время начинают применяться для решения задач определения качества; например, на основе использования оборудования FuzzyLogic и программного комплекса FuzzyTECH Professional авторы решили задачу обеспечения потребительских свойств новой и традиционной продукции на определенном уровне, основанном на эффективном управлении показателями качества в процессе технической обработки.

Объектом исследования является волоконно-оптическая информационно-измерительная система для мониторинга сложных технических объектов. В качестве вспомогательных инструментов также используются моделирование и сети Петри.

Однако все эти публикации отражают позитивный взгляд на проблемы качества металлических изделий со сложной геометрией. На практике контроль качества, особенно поршневых колец, рассматривается более простым способом.

Учитывая широкий спектр измерительных приборов и измерительных систем, можно выделить следующие технические мероприятия

Для контроля толщины хромового слоя в поршневых кольцах на основе магнитного толщиномера слоя МТ-201 разработан толщиномер слоя МТ-201К.

Для проверки толщины хромового покрытия на поршневых кольцах и для проведения входного технического контроля и контроля деталей в лабораториях и мастерских разработан толщиномер SI-14.

В производственных условиях для проверки профиля поверхности обработки поршневых колец используется прибор BV-7618 для проверки профиля поверхности обработки поршневых колец по таким параметрам, как

форма ствола, конусность и смещение буртика. Допустимая погрешность прибора при проверке составляет 30% от допустимого диапазона значений проверяемых параметров.

Кроме того, ОАО "НИИИзмерения" выпускает следующие приборы: для проверки радиальных зазоров подшипников и модель БВ-7661 для проверки осевых зазоров подшипников, а также.

«- Электронные (переносные) профилометры для измерения параметров шероховатости в контакте плоских и цилиндрических поверхностей (наружных и внутренних) ответственных деталей. Измеряемые параметры - Ra/Rq/Rz/Rmax/Sm. Основная погрешность измерения - менее 2,5 %.»[30]

- Автоматический профилометр с различными функциями - стационарная версия профилометра.

Прибор также может быть использован для проверки качества поршневых колец.

TsP107 может использоваться для проверки трапецеидального угла и высоты поршневых колец. Прибор использует индуктивный метод для преобразования линейного перемещения в электрические сигналы. Погрешность прибора при измерении углов составляет 5 минут.

Некоторые авторы предлагают использовать вибродиагностическое оборудование для контроля качества поршневых колец в двигателях внутреннего сгорания.

Зарубежные компании предлагают более автоматизированные измерительные системы.

Например, General Electric предлагает испытательную систему Vector 2DVIP. Эта система основана на двухтоковом методе. Система состоит из одноканального измерительного прибора Vector 2d, двухчастотного двухтокового измерительного прибора и программируемого логического контроллера (ПЛК) со встроенным сенсорным экраном. Система в первую очередь предназначена для обнаружения трещин в производственных процессах, проверки качества термообработки и оценки поверхности опытных

образцов.

Двухтоковый метод измерения также лежит в основе измерительной системы Eloscan компании Rohmann GmbH. Для перемещения датчика по измерительной поверхности используется промышленный робот.

Таким образом, видно, что в центре внимания современных исследований находится разработка информационно-измерительных систем для машиностроительной продукции.

## **1.6 Обоснование технических решений проекта**

Как уже отмечалось выше, производительность труда на автомобильном транспорте находится в прямой зависимости от технического состояния автомобилей и, следовательно, от качества организации, технологии и эффективности работ по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей.

Знание количественных и качественных характеристик этой зависимости, т.е. закономерности изменения параметров технического состояния агрегата, узла и автомобиля в целом, позволяет контролировать работоспособность и техническое состояние автомобиля в процессе эксплуатации, поддерживать и восстанавливать его работоспособность.

Применение современного и качественного технического обслуживания является основным способом поддержания автомобиля в надлежащем техническом состоянии. Применение и внедрение современных средств диагностики и оборудования для технического обслуживания и ремонта, изготовленных по прогрессивным технологиям, позволяющих проверять техническое состояние автомобилей по внешним показаниям без разборки, позволяет значительно снизить затраты на техническое обслуживание и повысить качество технического обслуживания автомобилей.

Диагностика позволяет выявить неисправности и определить срок службы автомобиля до того, как он частично или полностью утратит свои эксплуатационные характеристики. Диагностика проводится на специальном

испытательном стенде с использованием различных бортовых и автомобильных датчиков и различных электронных устройств.

Первоначально оценивается состояние тормозной системы путем измерения тормозного пути на заданной скорости. Если водителю приходится поворачивать рулевое колесо, чтобы удержать автомобиль на прямой линии, измерение будет недействительным. Однако при проведении большого количества техобслуживаний и технических проверок невозможно добиться всех правильных условий испытаний. Необходимо найти ровную, чистую поверхность, по которой автомобиль может двигаться со скоростью 30 км/ч, а с 1985 года - со скоростью 40 км/ч, и где можно определить тормозной путь.

В конце концов, как измерить точный тормозной путь, если не остановочный путь? Если заставить каждого водителя тормозить после пересечения линии, результаты будут очень разными в зависимости от того, является ли водитель глубоко спящим. Понятно, что для проведения проверок по всем правилам нет ни денег, ни других возможностей. Поэтому проверки ограничиваются простой формальностью. Это значит, что акселератор и тормоз используются редко, блокируются только колеса. Если длина черных линий на асфальте примерно одинакова, то тормоза в порядке. [31]

В 1985 году замедление было добавлено в качестве метода измерения эффективности торможения. Однако для этого по-прежнему требуется та же платформа и специальное устройство, называемое измерителем замедления. Этот метод гораздо более точен, поскольку блокировка колес - не самый эффективный способ остановки, когда торможение возможно на грани схода с рельсов. Кроме того, время реакции водителя не имеет значения. Однако этот метод испытания сильно зависит от внешних факторов, таких как погодные условия.

Увеличение количества транспортных средств и повышение плотности движения привели к необходимости применения быстрых и точных методов оценки технического состояния транспортных средств, особенно торможения.

Наиболее точные и подробные результаты измерений можно получить на испытательном стенде.

Существует два основных типа испытательных стендов: стенды с приводом и роликовые стенды. В первом типе автомобиль приводится в движение на относительно высокой скорости и тормозится с помощью специальных колодок, подключенных к измерительной системе. Во втором типе движение имитируется вращением барабана, по которому движутся колеса. В обоих случаях измеряется максимальная сила, с которой поверхность взаимодействует с колесом.

Натурный стенд позволяет получить приблизительное значение тормозной силы колеса на оси, но при этом возникает ряд трудностей. Во-первых, неаккуратное вождение на испытательном стенде или вождение во время торможения может исказить результаты. Во-вторых, только очень опытный водитель может точно затормозить на площадке высотой около одного метра, особенно задние колеса. И в-третьих, при проверке стояночного тормоза может не хватить силы, чтобы остановить автомобиль на заданном расстоянии, что увеличивает риск. Чтобы избежать опасности для себя и окружающих, рекомендуется использовать поле только для проверки технического состояния автомобиля.

Гораздо безопаснее и точнее проверять тормозную систему на колесах. Независимо от того, что автомобиль стоит вертикально и тормозная система работает правильно, он не будет представлять опасности для окружающих.

Для одноосных автомобилей этой технологии достаточно для достижения этой цели. Однако для полноприводных автомобилей эта технология может внести значительные погрешности. Это связано с характером трансмиссии. Хорошо известно, что полноприводные автомобили постоянно отключают привод на вторую ось. В последнем случае полный привод должен быть отключен. Наиболее сложным случаем является машина с постоянным полным приводом. Четыре постоянно сцепленных колеса означают, что тормозной момент передается от одного колеса к другому в зависимости от степени

блокировки межосевого и межколесного дифференциалов. Например, межосевой дифференциал типа Torsen в Audi Quattro имеет степень блокировки около 30 %. Поэтому, даже если педаль тормоза не нажата, колесо на одной оси будет тормозить колесо на другой оси на 30 %, а межосевой дифференциал распределяет этот момент поровну между левым и правым колесами. Это означает, что относительная величина разницы в тормозном усилии на колесах будет небольшой, и измеренное значение не будет отражать реальную ситуацию. Для устранения этой ошибки в случае полноприводных автомобилей используется дополнительное оборудование.

Испытательные стенды цилиндрического (барабанного) типа в основном используются в ремонтных мастерских и лабораториях для оценки технического состояния тормозных систем автомобилей. Большинство стендов роликового типа основаны на методе силовой диагностики.

Метод силы позволяет измерить тормозное усилие на каждом колесе при нажатии на педаль тормоза, измерить время срабатывания тормозного привода и оценить состояние тормозных барабанов и накладок.

Более надежным методом диагностики является инерционный метод с использованием специального инерционного роликового стенда. Этот стенд измеряет тормозной путь каждого колеса, время наложения тормоза и замедление (максимальные и индивидуальные значения для каждого колеса). Из-за своей сложности, высокой стоимости и низкой технологичности применение этого стенда очень ограничено.

Стенды для испытания электрических катков состоят из опорных устройств, основных (стационарных) и дистанционных пультов управления, а также панелей индикации, шагомеров и (при необходимости) устройств безопасности.

«Цилиндровый стенд часто состоит из двух отдельных блоков, которые могут быть установлены в испытательной яме без препятствий и обеспечивают свободный доступ к точкам регулировки тормоза. Блок цилиндров состоит из двух цилиндров, соединенных цепью, мотор-редуктора и датчика измерения

усилия. При измерении тормозного усилия крутящий момент с выходного вала мотор-редуктора передается на главный и рабочий цилиндры. Реактивный момент в корпусе мотор-редуктора улавливается датчиком силы, выходной сигнал которого пропорционален тормозному усилию.»[32]

Недавно разработанный контроллер тормозов легкового автомобиля представляет собой контроллер с фиксированным цилиндром, основанный на методе диагностики усилия. Он состоит из монтажного блока, основных панелей управления и дистанционного управления, а также панели дисплея.

Он способен диагностировать легковые автомобили полной массой до 2,5 тонн. Опорное устройство должно быть выполнено в виде двух независимых блоков. Роликовый блок состоит из двух роликов с цепным приводом, мотор-редуктора и подъемного устройства.

Особенностью этой тормозной опоры является подъемное устройство, которое состоит из подъемных роликов, приводимых в движение электродвигателем с помощью кулачков.

## **1.7 Описание конструкторской разработки**

«Автоматический тормозной тестер предназначен для проверки эффективности тормозной системы легковых автомобилей категории М1 (грузоподъемность до 2,5 тонн, габариты 950-1750 мм) по ГОСТ 25478-82 в автосервисах и станциях технического обслуживания.

Оборудование предназначено для эксплуатации в изолированных помещениях транспортных предприятий, где электрическая сеть не подключена к бытовой сети.»[3]

Испытательный стенд может использоваться в помещениях, соответствующих классу размещения 4, климатическому классу "У" и "УХЛ" по ГОСТ 15150-69.

Основание является стандартной модификацией по ГОСТ 12997-76.

Конструкция тормозного тестера предназначена для обслуживания

автомобилей различных марок и типов.

Тестер тормозов представляет собой диагностический прибор, стоящий на полу; полный вид стенда показан на стр. 2 и 3. Он состоит из рамы, опорного блока, состоящего из двух блоков цилиндров, соединенных цепями, мотор-редуктора, подъемного механизма, монтажного устройства, блока дистанционного управления и блока индикации. Монтажное устройство крепится к полу помещения фундаментными болтами с опорной плитой.

Рама состоит из сварной стальной пластины. Она крепится винтами к опорному блоку.

«Каждый из двух роликовых блоков состоит из мотор-редуктора, приводного и опорного роликов, соединенных цепной передачей, датчика системы измерения силы, подъемного устройства, датчика скорости, датчика измерения силы, датчика тормозного момента и датчика готовности.

Ролик поддерживается опорной системой.

Мотор-редуктор установлен с помощью опоры на приводном валу катка.

Привод ролика состоит из мотор-редуктора MRGU - 100 - 12,5-1 MN 4228-66 с двигателем 4A 100 S2, крутящий момент которого передается через зубчатые колеса на два приводных вала, вращающих опорные ролики тормоза.»[3] Цепная передача герметизирована, поэтому на нее не влияют внешние воздействия. Верхняя часть каждого роликового блока закрыта крышкой и рампой.

Блок роликов оснащен подъемным устройством для извлечения транспортного средства.

Устройство подъема и опускания выполнено в виде рычажного механизма с кулачковым приводом. Кулачок приводится в движение электродвигателем 4 AAA 63 A2 через спиральный редуктор RSU-40-63-3 MN 4228-66.

«Электрический блок состоит из панели управления, блока управления двигателем, датчиков и кабелей.

Стойка оборудования состоит из силового шкафа, коробки отбора проб и

блока дистанционного управления. Силовой шкаф содержит раму и картридж, которые крепятся к раме шкафа винтами. В корпусе находятся реле, трансформаторы, предохранители, магнитные пускатели, клеммные колодки для подключения стойки оборудования к основному источнику питания и разъемы для подключения к вспомогательному оборудованию.

Патрон содержит печатную плату и преобразователи РА - 1 и 12.

На правой стойке находится плата дистанционного управления, крючки для подвешивания кабельных петель и винты заземления.

Силовой шкаф имеет крышки спереди и сзади.

Сверху на крышке установлен съемный резиновый коврик.

В нижней части силового шкафа имеются отверстия для крепления основания прибора к фундаментным болтам.

Приборный шкаф должен состоять из рамы, передней и задней панелей и верхней крышки.

Рама должна быть оснащена внешними выходными разъемами приборов. Допускается подключение самописцев и осциллографов с максимальной длиной 2 м и выходным сопротивлением 100 кОм и более.

Доступ к оборудованию возможен через съемную заднюю панель.

Пульт дистанционного управления должен состоять из корпуса и двух крышек. На передней крышке находится пульт дистанционного управления. Задняя крышка оснащена планкой для крепления пульта дистанционного управления.»[3]

Устройство для измерения усилия (шагомер).

Используется для регулировки усилия нажатия на педаль тормоза при проверке эффективности тормозной системы автомобиля.

«Шагомер состоит из корпуса, крышки, мембраны, штока и манометра, которые служат индикаторами усилия. Внутренние полости корпуса и манометра соединены трубками и заполнены тормозной жидкостью. Корпус крепится к педали тормоза с помощью пружинных зажимов, а манометр устанавливается на руле. При нажатии на педаль тормоза через манометр

создается давление, пропорциональное усилию, действующему на полость корпуса, которое контролируется манометром.

Стенд имеет два режима работы: автоматический и ручной. Автоматический режим используется для быстрой проверки тормозной системы автомобиля. Для более детальной диагностики тормозной системы используется ручной режим.

Автоматическая работа.

Включите стенд и дайте ему прогреться в течение 15 минут.

Включите автоматический режим с помощью переключателя "automat", при этом на панели управления загорится один из индикаторов.

Последовательно установите режимы измерения передней оси, задней оси и стояночного тормоза, ориентируясь на панель управления. В режиме измерения передней оси установите эталонное значение тормозного усилия для передней оси тестируемого автомобиля, в режиме измерения задней оси - для задней оси, а в режиме измерения стояночного тормоза - для ручного тормоза. Нажмите кнопку "Норма". Эталонные значения для тестируемого автомобиля сохраняются в памяти компьютера тормозного контроллера.»[32]

«Установите автомобиль на ролики испытательного стенда колесами передней оси; нажмите кнопку "Пуск", чтобы запустить ролики. Установите режим измерения на "Передняя ось". Результаты автоматически заносятся в диагностический лист. Для беспроблемных автомобилей усилие на кривошипе ведомого колеса должно быть менее 0,5 кН. Более высокое значение указывает на то, что колесо затормозило.

Педаля тормоза должна нажиматься быстро, но без удара, и удерживаться в этом положении. Если нет проблем с тормозной системой проверяемой оси, на дисплее отображается "ОК", а приводной цилиндр автоматически отключается через 1-1,5 секунды после начала торможения. Измеренные значения автоматически заносятся в диагностическую карту. Если приводной цилиндр не отключается по истечении вышеуказанного периода времени, значит, тормозная система колес на тестируемой оси не исправна. Если

отображается "Неравномерность", неравномерность оси проверяемого моста может быть больше контрольного значения. В этом случае тормозная система колеса отображается предупреждающее сообщение, неисправна. Коэффициент осевого дисбаланса рассчитывается автоматически. Значение коэффициента осевого дисбаланса также отображается на экране дисплея. Если коэффициент превышает предел 0,09-0,13, тормозная система проверяемой оси не исправна. Нажмите кнопку 'Lift', чтобы активировать механизм подъема.»[32]

«Установите автомобиль на ролики с установленными колесами задней оси. Установите режим измерения на "Задняя ось". Аналогично выполните проверку тормозной системы на задней оси.

Установите режим измерения на "Ручной тормоз". Включите рычаг ручного тормоза. Определите состояние системы ручного тормоза таким же образом.

Если тест тормозной системы автомобиля отрицательный, повторите тест в ручном режиме для осей с ненормальным тормозным усилием колес.»[32]

Ручное управление.

При нажатии переключателя "Auto" для установки режима в ручной режим индикатор работы гаснет. Установите автомобиль на стенд передней осью. Поместите измеритель нагрузки над педалью тормоза. Нажмите кнопку "Пуск" и включите приводной цилиндр.

Разогрейте педаль тормоза, нажав на нее 2-3 раза с максимальным усилием 0,4 кН через тензодатчик с интервалом 5-10 секунд.

Нажмите на педаль тормоза с минимальным усилием 0,5 кН и определите тормозное усилие, считав значение на тензодатчике. Нажмите кнопку "Стоп", чтобы активировать движение цилиндра; нажмите кнопку "Подъем".

«Установите автомобиль на цилиндр колесами задней оси. Аналогичным образом проверьте состояние тормозной системы задней оси (включая проверку стояночного тормоза).

Оцените работу тормозной системы автомобиля.

Отношение суммарной тормозной силы рабочей тормозной системы

автомобиля должно быть не менее 0,53, а стояночного тормоза - не менее 0,16.

Отношение неравномерной осевой тормозной силы автомобиля должно быть от 0,09 до 0,13 или меньше.

Определите, не неисправен ли тормозной привод.

Измерьте усилие на педали, когда тормозная колодка автомобиля прижимает барабан при плавном нажатии на педаль и приложении тормозного усилия к каждому колесу. Если тормозной привод исправен, тормозное усилие не должно превышать 0,1 кН.

Определите плавность работы тормозной системы и полностью ли отпущены тормоза. Для определения плавности работы тормозов и полного отпуска тормозов медленно нажмите на педаль тормоза при вращающихся колесах и запишите показания на манометре тормозного усилия. Если тормоза в норме, тормозное усилие будет увеличиваться пропорционально давлению на педаль. После нажатия на педаль резко отпустите педаль и обратите внимание на тормозное усилие. Если оно быстро падает до усилия, необходимого для поворота ведомого колеса, значит, тормоза полностью отпущены. Снова коротко нажмите на педаль и проследите за показаниями прибора. Если при медленном нажатии на педаль тормозное усилие на обоих колесах примерно одинаково, а при быстром нажатии на педаль тормозное усилие одного колеса отстает от тормозного усилия другого колеса, значит, сопротивление при повороте этого колеса увеличивается.»[33]

«Проверьте кривизну тормозного барабана, наличие грязи, смазки и влаги. Проверьте эллиптичность тормозного барабана при усилении на педали 0,15-0,20 кН. Если тормозное усилие изменяется в пределах 0,2-0,4 кН и педаль пульсирует синхронно с вращением колеса, это свидетельствует об эллиптичности тормозного барабана. Проверьте каждое колесо в отдельности, чтобы определить, какой тормозной барабан имеет вышеуказанный дефект. Если величина нажатия на педаль не пропорциональна тормозному усилию (особенно при малых и средних усилиях), это указывает на большое количество грязи, масла или влаги в тормозных колодках. Влагу можно легко отличить от

масляного загрязнения по испарению водяного пара из-за нагрева тормозов, что увеличивает тормозное усилие при торможении.

Оценка эффективности работы тормозной системы автомобилей, оснащенных гидравлическим вакуумным усилителем. Работоспособность тормозной системы, оснащенной усилителем тормозов, была изучена путем сравнения тормозного усилия, приложенного с усилителем и без него. Сначала определялось тормозное усилие, приложенное к колесам передней (задней) оси при усилии на педали 0,2 кН; затем запускался двигатель и считывалось тормозное усилие при том же усилии на педали. Тормозное усилие с усилителем и работающим двигателем должно быть в 2,0-2,5 раза больше, чем при остановленном двигателе. При необходимости отрегулируйте тормоз на стенде. Нажмите и отпустите кнопку подъема. Снимите автомобиль с испытательного стенда.

Принцип работы испытательного стенда заключается в том, что колеса одной оси автомобиля помещаются на инерционный шкив.»[33]

«Приводной ролик приводится во вращение с определенной скоростью редуктором двигателя балансира подвески. Когда колесо тормозит, возникающий реактивный момент подается на силовой преобразователь. Преобразователь генерирует электрический сигнал, пропорциональный тормозному усилию на каждой паре цилиндров, который проходит через компаратор дисбаланса, суммирующий компаратор, фильтр и АЦП на экран дисплея, показывающий тормозное усилие в кН.

В компараторе неравенства и суммы сигнал усилителя сравнивается с опорным напряжением. Если сумма больше опорного напряжения, на дисплее отображается "ОК"; если разница больше опорного напряжения, отображается левое или правое неравное напряжение, в зависимости от знака разницы.

В автоматическом режиме сигнал компаратора большого пальца подается на плату управления, которая через 1-1,5 секунды генерирует сигнал прекращения тестирования цифрового устройства, компаратора и платы питания.

В результате цифровое устройство и световое табло компаратора регистрируют индикацию и мотор-редуктор отключается. Если в конце испытания активируется несимметричный компаратор, то компаратор большого пальца должен вернуться в исходное состояние и индикация "согласовано" должна исчезнуть.

Опорные напряжения должны подаваться на компаратор от генератора с тремя опорными напряжениями. Активация каждого опорного напряжения должна отображаться в режиме измерения.»[4]

Для контроля и регулировки опорного напряжения необходимо активировать переключатель S1, который замыкает вход устройства на общий привод, и устройство выдает на цифровой счетчик часть опорного напряжения, соответствующую индикации тормозного усилия (кН) на оси. «Опорное напряжение для каждой функции регулируется своим переменным резистором.

Переход от одного режима измерения к другому осуществляется последовательно, при этом схема платы управления возвращается в исходное состояние при переключении передачи двигателя с помощью пульта дистанционного управления 1U/PD/. В ручном режиме переключатель S2 разомкнут, световое табло, генератор опорного напряжения и плата управления выключены. Устройство работает непрерывно, мотор-редуктор выключен и отсоединен от пульта дистанционного управления.»[4]

## 2 Конструкторская часть

### 2.1 Расчет основных параметров тормозного стенда

«К основным параметрам тормозных стендов относятся:

1. размеры беговых барабанов
2. расстояние между осями барабанов одной секции стенда
3. скорость вращения автомобильного колеса на стенде
4. максимально возможная тормозная сила на колесе
5. мощность электродвигателя привода каждой секции стенда
6. весовая характеристика автомобиля (развесовка)

Диаметр барабана выбирается в зависимости от размера автомобильного колеса и обеспечения условий качения, приближенным к дорожным.

Диаметр барабана определяется:»[5]

$$d_б \geq (0,4 \div 0,6) d_к = (0,4 \div 0,6) \cdot 570 = 228 \div 342 \quad (1)$$

где  $d_б$  – диаметр барабана

$d_к$  – диаметр колеса автомобиля

Обычно диаметр барабана принимают равным:

$$d_б = 150 \div 400 \text{ (мм)}$$

Принимаю диаметр барабана тормозного стенда равным:

$$d_б = 220 \text{ (мм)}$$

Длина барабана зависит от типа автомобиля и его параметров. Рекомендуется длину барабана определять по формуле:

$$L_б = (K_н - K_в) / 2 + A = (1630 - 1110) / 2 + 150 = 410 \text{ (мм)} \quad (2)$$

где  $K_н$  – наибольшая наружная колея типов автомобилей, для которых рассчитан стенд

$K_b$  – наименьшая внутренняя колея типов автомобилей, для которых рассчитан стенд

$A$  – коэффициент, учитывающий тип автомобиля

Для легковых автомобилей  $A = 150$  (мм)

Для грузовых  $A = 100$  (мм)

Принимаю длину барабана тормозного стенда  $L_b = 500$  (мм).

Общая длина продольной оси барабана (ширина стенда) определяется по формуле:

$$L_{об} = 2L_b + L_{мб} = K_n + A = 1630 + 150 = 1870 \text{ (мм)} \quad (3)$$

где  $L_{об}$  – общая длина продольной оси барабана

$L_{мб}$  – расстояние между барабанами

Расстояние между осями барабанов

Расстояние между осями барабанов определяет устойчивость автомобиля на стенде и возможность самостоятельного съезда автомобиля с него.

Достаточная устойчивость обеспечивается при условии равенства:

$$\operatorname{tg} \alpha = \varphi$$

где  $\alpha$  – угол между прямой, соединяющей ось колеса и ось барабана тормозного стенда и горизонтальной осью.

$\varphi$  – коэффициент сцепления шины с поверхностью барабана

Для стендов с расположением барабанов на одном уровне условия устойчивости и съезда автомобиля со стенда находятся в противоречии.

Чем больше расстояние между осями барабанов, тем лучше сцепление колеса с барабаном; чем меньше расстояние между осями барабанов, тем лучше съезд.

Экспериментально установлено, что:

$$l_{\max} = b \cdot (r_k + r_{\sigma}) = 1,65 \cdot (285 + 110) = 651,75 \text{ (мм)} \quad (4)$$

$$l_{\min} = 2 r_{\sigma} + 20 = 2 \cdot 110 + 20 = 240 \text{ (мм)} \quad (5)$$

где  $l$  – расстояние между осями барабанов тормозного стенда

$r_k$  – радиус колеса автомобиля

$r_{\sigma}$  – радиус барабана тормозного стенда

$b$  – величина, учитывающая наличие устройств, облегчающих съезд.

Так как проектируемый стенд имеет подъемное устройство, облегчающее съезд автомобиля, то  $b = 1,65$ .

Оптимальное значение расстояния между осями барабанов:

$$l_{\max} \geq l_{\text{опт}} \geq l_{\min} \quad (6)$$

$$651,75 \geq l_{\text{опт}} \geq 240 \quad (7)$$

Рекомендуемое расстояние между осями барабанов можно также определить по специальной зависимости:

$$l = (r_k + r_{\sigma}) \cdot \frac{2\varphi}{\sqrt{1 + \varphi^2}} = (285 + 110) \cdot \frac{2 \cdot 0,4}{\sqrt{1 + 0,4^2}} = 398 \text{ (мм)} \quad (8)$$

Принимаю расстояние между осями барабанов  $l = 440$  (мм).

Скорость вращения колес автомобиля на стенде принимаю равным 5 км/ч.

Определение тормозной силы

Тормозная сила на колесе зависит от уровня расположения барабанов, числа ведущих барабанов (в одной секции), расстояния между осями барабана и коэффициента сцепления шины с опорной поверхностью.

Количественно значение максимальной тормозной силы определяется:

$$P_{\tau \max} = R \cdot \varphi \quad (9)$$

где  $P_{\tau \max}$  – максимальная тормозная сила

$R$  – нормальная реакция ведущего барабана

$\varphi$  – коэффициент сцепления

Так как проектируемый тормозной стенд имеет барабаны на общем уровне и связанные цепной передачей, т.е. оба барабана ведущие, то нормальная реакция барабанов определяется:

$$\begin{aligned} R_1 &= \frac{G (\sin \alpha_1 - \varphi \cos \alpha_1)}{(1 + \varphi^2) \sin 2\alpha_1} = \\ &= \frac{6000 (\sin 50^\circ - 0,4 \cos 50^\circ)}{(1 + 0,4^2) \sin 2 \cdot 50^\circ} = 2673,0 \text{ (Н)} \end{aligned} \quad (10)$$

$$\begin{aligned} R_2 &= \frac{G (\sin \alpha_1 + \varphi \cos \alpha_1)}{(1 + \varphi^2) \sin 2\alpha_1} = \\ &= \frac{6000 (\sin 50^\circ + 0,4 \cos 50^\circ)}{(1 + 0,4^2) \sin 2 \cdot 50^\circ} = 5373,8 \text{ (Н)} \end{aligned} \quad (11)$$

где  $G$  – вес автомобиля приходящегося на одно колесо

$\alpha_1$  – угол между прямой, соединяющей ось колеса и ось барабана стенда и горизонтальной прямой (см. рис. 1)

Реализуемая максимальная тормозная сила определяется:

$$P_{\tau \max} = G\varphi / (1 + \varphi^2) \cos \alpha_1 = \quad (12)$$

$$= 6000 \cdot 0,4 / (1 + 0,4^2) \cos 50^\circ = 3218,7 \text{ (Н)}$$

Определение мощности электродвигателя

Мощность электродвигателя определяется с учетом реализуемой максимальной тормозной силы и определяется по формуле:

$$W = P_{\tau \max} \cdot V_a / (270 \cdot 1,36) = 0,00272 P_{\tau \max} \cdot V_a = \quad (13)$$

$$= 0,00272 \cdot 3218,7 \cdot 5 = 4,37 \text{ (кВт)}$$

где  $W$  – потребная мощность электродвигателя

$V_a$  – скорость автомобиля (км/ч)

Частота вращения барабана тормозного стенда будет равна:

$$n_{\zeta} = V_a / 0,377 \cdot r_{\zeta} = 5 / 0,377 \cdot 0,110 = 120,57 \text{ (об/мин)} \quad (14)$$

где  $n_{\zeta}$  – частота вращения роликов тормозного стенда.

Определяю требуемое передаточное число привода:

$$u_{\text{общ}} = n_{\text{дв}} / n_{\zeta} = 1500 / 120,57 = 12,44 \quad (15)$$

где  $u_{\text{общ}}$  – требуемое передаточное число привода

$n_{\text{дв}}$  – частота вращения двигателя

Принимаю передаточное число мотор-редуктора равным общему передаточному числу привода. Выбираю:

мотор-редуктор МРГУ-100-12,5-1 МН 4228-66

двигатель для мотор-редуктора 4A100S2

а) характеристики мотор-редуктора:

- передаточное число  $u_{м.р.} = 12,5$
- межосевое расстояние  $A = 100$
- допустимый момент на тихоходном валу, исходя из прочности по зацеплению:

$$\begin{aligned} [T]_T &= (0,122 - 0,0004 \cdot u_{м.р.}) / (n_{дв} + 900) \cdot A^3 \cdot K_z \cdot K_p \cdot g = & (16) \\ &= (0,122 - 0,0004 \cdot 12,5) / (1500 + 900) \cdot 100^3 \cdot 1,1 \cdot 1,6 \cdot 9,81 = \\ &= 842 \text{ (Н}\cdot\text{м)} \end{aligned}$$

где  $[T]_T$  – допускаемый момент на тихоходном валу, исходя из прочности по зацеплению

$u_{м.р.}$  – передаточное число мотор-редуктора

$n_{дв}$  – число оборотов червяка (число оборотов двигателя)

$A$  – межосевое расстояние

$K_z$  – коэффициент формы зацепления, принимается в зависимости от передаточного числа

$$K_z = 1,1, \text{ т.к. } u_{м.р.} = 12,5$$

$K_p$  – коэффициент режима работы

- передаваемая мощность, допустимая по долговечности подшипников червяка, выраженная через момент на тихоходном валу:

$$P_6 = [T]_T \cdot n_6 / (9550 \cdot \eta) = 842 \cdot 120 / 9550 \cdot 0,87 = 12,16 \text{ (кВт)} \quad (17)$$

где  $P_6$  – передаваемая мощность, допустимая по долговечности подшипников червяка

$\eta$  – коэффициент полезного действия червячного глобоидного редуктора

б) характеристики двигателя:

- мощность  $P_{дв} = 4$  кВт
- асинхронная частота вращения  $n_{дв} = 1500$  (об/мин)
- коэффициенты перегрузки

$T_{пуск} = 2$ ;  $T_{max} = 2,2$

$T_{ном}$              $T_{ном}$

Окончательно определяю частоту вращения ролика тормозного стенда:

$n_б = n_{дв} / \text{им.р.} = 1500 / 12,5 = 120$  (об/мин)

И тогда реальная скорость вращения колес автомобиля на тормозном стенде будет равна:

$$V_a = 0,377 \cdot n_б \cdot r_б = 0,377 \cdot 120 \cdot 0,110 = 4,98 \text{ (км/ч)} \quad (18)$$

## 2.2 Кинематический и силовой расчет подъёмного механизма

«Целью данного расчета является получение минимальных размеров и массы привода, оптимальной его компоновки и сведение к минимуму расходов на его эксплуатацию (мощность, обслуживание и т.п.).

Силу, действующую на эксцентрик, определяю из уравнения моментов:»[5]

$$F = G \cdot L / l = 6000 \cdot 0,28 / 0,13 = 12923 \text{ (Н)} \quad (19)$$

где  $F$  – сила, действующая на эксцентрик

$G$  – максимальная сила, действующая на ролик подъемного механизма

$L$  – кратчайшее расстояние от ролика до опоры

$l$  – расстояние от эксцентрика до опоры

Определяю максимальный момент, действующий на ось эксцентрика:

$$M_{\max} = F \cdot e = 12923 \cdot 0,08 = 1033,8 \text{ (Н} \cdot \text{м)} \quad (20)$$

где  $M_{\max}$  – максимальный крутящий момент, действующий на ось эксцентрика

$e$  – эксцентриситет эксцентрика

Мощность на приводном валу эксцентрика при принимаемой скорости равной  $V = 0,0435$  (м/с) будет равна:

$$\begin{aligned} P_{\text{п.в.}} &= F \cdot V / (\eta_{\text{подш}} \cdot \eta_{\text{р}}) = 6000 \cdot 0,0435 / (0,98 \cdot 0,96) = \\ &= 277 \text{ (Вт)} \end{aligned} \quad (21)$$

где  $P_{\text{п.в.}}$  – мощность на приводном валу эксцентрика

$V$  – скорость движения подъемного механизма

$\eta_{\text{подш}}$  – коэффициент полезного действия подшипников в опорах привода подъемного механизма

$\eta_{\text{р}}$  – коэффициент полезного действия редуктора

Определяю частоту вращения приводного вала эксцентрика подъемного механизма:

$$n_{\text{п.в.}} = 60 \cdot V / (\pi \cdot e) = 60 \cdot 0,0435 / (3,14 \cdot 0,08) = 10,38 \text{ (об/мин)} \quad (22)$$

где  $n_{п.в.}$  – частота вращения приводного вала эксцентрика подъемного механизма.

По данным расчета беру двигатель марки 4АА63А2, у которого характеристики следующие:

- мощность  $P_{дв} = 0,37$  кВт
- асинхронная частота вращения  $n_{дв} = 920$  (об/мин)
- коэффициенты перегрузки

$T_{пуск} = 2$ ;  $T_{max} = 2,2$

$T_{ном}$              $T_{ном}$

Определяю требуемое передаточное число привода:

$$u_{общ} = n_{дв} / n_{пв} = 920 / 10,38 = 88,63 \quad (23)$$

где  $u_{общ}$  – передаточное отношение привода

$n_{дв}$  – частота вращения двигателя

Принимаю передаточное число редуктора равным общему передаточному числу привода. Выбираю:

Червячный глобоидный редуктор РГУ-40-63-3 МН 4228-66

двигатель для редуктора 4АА63А2.

Характеристики червячного глобоидного редуктора:

- передаточное число им.р. = 63
- межосевое расстояние  $A = 40$

Определяю реальную частоту вращения приводного вала эксцентрика:

$$n_{пв} = n_{дв} / u_{общ} = 920 / 63 = 14,6 \text{ (об/мин)} \quad (24)$$

Тогда скорость движения подъемного механизма будет равна следующему:

$$V = \pi \cdot n_{пв} \cdot e / 60 = 3,14 \cdot 14,6 \cdot 0,08 / 60 = 0,061 \text{ (м/с)} \quad (25)$$

### 2.3 Расчет цепной передачи

Цепная передача в данном механизме служит для передачи крутящего момента с тихоходного вала мотор-редуктора на приводные валы.

Определяю передаточное число передачи:

$$u_{ц.п} = \frac{u_{общ}}{u_{м.р}} = \frac{12,5}{12,5} = 1 \quad (26)$$

Т.о.:  $n_1 = n_2 = n_{п.в} = 120 \text{ (об/мин)}$

$$T_1 = T_{м.р} = 380 \text{ (Н м)}; T_2 = T_{п.в} = 190 \text{ (Н м)} \quad (27)$$

Число зубьев звездочки:

Т.к. передача тихоходная ( $V < 2 \text{ (м/с)}$ ) и необходимо обеспечить минимальные габариты, принимаю  $Z_1 = Z_{\min} = 13$ . Это обеспечивает удовлетворительную плавность хода.

$$Z_2 = Z_1 \cdot u_{ц.п} = 13 \cdot 1 = 13.$$

Корректирующий коэффициент:

$$K = \frac{K_d \cdot K_k \cdot K_s \cdot K_p}{K_z} = \frac{1 \cdot 2,0625 \cdot 1 \cdot 1}{0,96} = 2,148 \quad (28)$$

где  $K_d = 1$  – коэффициент динамической нагрузки (она постоянная)

$K_s = 1$  – коэффициент сменности (1 смена)

$K_r = 1$  – коэффициент режима работы (постоянный)

$K_z = 1 + 0,01 (Z_1 - 17) = 1 + 0,01 (13 - 17) = 0,96$

(29)

$K_z$  – коэффициент влияния числа зубьев звездочки .

$K_k$  – коэффициент, учитывающий конструктивные особенности передачи:

$$K_k = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 = 1,1 \cdot 1,25 \cdot 1 \cdot 1,5 = 2,0625 \quad (30)$$

где  $K_1 = 1,1$  – коэффициент регулировки межосевого расстояния (роликом или передвижением опоры)

$K_2 = 1,25$  – коэффициент длины цепи (т.к.  $a = 440 < 25 \cdot t = 25 \cdot 31,75 = 795,75$ )

$K_3 = 1$  – коэффициент угла наклона ( $\varphi < 45^\circ$ ) к горизонту ветви цепи

$K_4 = 1,5$  – коэффициент смазки (эпизодическая)

Допускаемое давление в шарнирах цепи:

Т.к.  $50 < n_1 < 200$ , то  $[p] \geq 29$  (МПа)

Шаг цепи:

Расчет веду для двух вариантов: однорядной ( $m = 1, K_m = 1$ ) и двурядной ( $m = 2, K_m = 0,85$ ) цепи.

а)  $m = 1$ :

$$t \geq \sqrt[3]{\frac{T_1 \cdot K}{[p] \cdot Z_1 \cdot m \cdot K_m}} \cdot 28 = \sqrt[3]{\frac{380 \cdot 2,1484}{29 \cdot 13 \cdot 1 \cdot 1}} \cdot 28 = 36,23 \text{ (мм)} \quad (31)$$

б)  $m = 2$ :

$$t \geq 28 \cdot \sqrt[3]{\frac{380 \cdot 2,1484}{29 \cdot 13 \cdot 2 \cdot 0,85}} = 30,35 \text{ (мм)} \quad (32)$$

«Принимаю цепь роликовую двурядную.

2ПР – 31,75 – 17700 ГОСТ 13568 – 75 с параметрами:

- шаг:  $t = 31,75$  (мм);
- диаметр валика:  $d = 9,55$  (мм);
- диаметр ролика:  $d_1 = 19,05$  (мм); расстояние между внутренними пластинами:  $В_{вп} = 19,05$  (мм);
- ширина внутреннего звена:  $B = 27,46$  (мм);
- ширина внутренней пластины:  $h = 30,2$  (мм);
- расстояние между осями цепи:  $A = 35,76$  (мм);
- разрушающая нагрузка:  $Q = 177$  (кН);
- масса 1 (м) цепи: 7,3 (кг).

1.9.6) Геометрия передачи:

а) делительный диаметр:»[5]

$$d_{g1} = d_{g2} = \frac{t}{\sin(180/Z_i)} = \frac{31,75}{\sin(180/13)} = 132,67 \text{ (мм)} \quad (33)$$

б) диаметр выступов:

$$D_{e1} = D_{e2} = t \cdot (0,5 + \operatorname{ctg}(180/Z_i)) = 31,75 (0,5 + \operatorname{ctg}(180/13)) = 144,69 \text{ (мм)}$$

в) диаметр впадин:

$$D_{i1} = D_{i2} = d_{gi} - 2 (0,5025 \cdot d_1 + 0,05) = 132,67 - 2 (0,5025 \cdot 19,05 + 0,05) = 113,43 \text{ (мм)}$$

г) определяю межосевое расстояние (предварительно):

$$a = a_{\min} \geq 0,5 (De1 + De2) + (30 \div 50) = 0,5 (144,69 + 144,69) + (30 \div 50) = 175 \div 195 \text{ (мм)}$$

д) определяю число звеньев цепи и корректирую межосевое расстояние:

$$Z_{ц} = \frac{l}{t} = \frac{3a + \pi dg}{31,75} = \frac{3 \cdot 180 + 3,14 \cdot 132,67}{31,75} = 30,14 \approx 30, \quad (34)$$

где  $l$  – длина цепи;

$a$  – предварительное межосевое расстояние.

$$a_{\text{расч}} = \frac{t \cdot Z - \pi dg}{3} = \frac{31,75 \cdot 30 - 3,14 \cdot 132,67}{3} = 178,57 \text{ (мм)} \quad (35)$$

При данном межосевом расстоянии  $a_{\text{расч}}$  и углах наклона ветвей цепи к горизонту  $\varphi_1 = \pm 30^\circ$  и  $\varphi_2 = 90^\circ$ , я получаю оптимальный угол обхвата звездочек  $\alpha = 120^\circ$  (т.е. между ветвями  $\varphi = 60^\circ$ ), а также расстояние между шестерней и редуктором  $l = 22$  (мм), т.е.  $l > (15 \div 20)$  мм.

е) стрела предварительного провисания цепи:

- для ветвей с  $\varphi = \pm 30^\circ$ :

$$f_1 = f_2 = \frac{11,4 \sqrt{a^3} \cos \varphi}{K_{ц}} = \frac{11,4 \sqrt{0,17857^3} \cos 30^\circ}{1} = 0,745 \text{ (мм)} \quad (36)$$

- для вертикальной ветви с  $\varphi = 90^\circ$ :

$$f_3 = 0.$$

где  $K_{ц} = 1$  – коэффициент, учитывающий влияние центробежного натяжения при  $V \geq 10$  (м/с)

ж) монтажное межосевое расстояние (если регулировку не применять):

$$a_m = a - \frac{3(f_1 + f_2)^2}{4a} = 178,57 - \frac{3(0,745 + 0,745)^2}{4 \cdot 178,57} = 178,56 \text{ (мм)} \quad (37)$$

Т.к. межосевые расстояния отличаются на

$$\Delta a = a - a_M = 178,57 - 178,56 = 0,01 \text{ (мм)},$$

то регулировку можно не применять.

з) Остальные геометрические размеры звездочек:

- ширина зуба звездочек

$$b_1 = 0,9 \cdot B_{\text{вп}} - 0,15 = 0,9 \cdot 19,05 - 0,15 = 16,995 \approx 17 \text{ (мм)}$$

- ширина венца звездочек:

$$B = (m - 1) \cdot A + b_1 = (2 - 1) \cdot 35,76 + 16,995 = 52,755 \approx 52,76 \text{ (мм)}$$

- радиус закругления зуба:

$$r_3 = 1,7 \cdot d_1 = 1,7 \cdot 19,05 = 32,385 \approx 32,39 \text{ (мм)}$$

- расстояние от вершины зуба до центра дуг закруглений (до линии центра):

$$H = 0,8 d_1 = 0,8 \cdot 19,05 = 15,24 \text{ (мм)}$$

- толщина обода:

$$\delta = 1,5 (D_e - d_g) = 1,5 (144,69 - 132,67) = 18 \text{ (мм)}$$

- толщина диска:

$$C = (1,2 \div 1,3) \cdot \delta = (1,2 \div 1,3) \cdot 18 = 21,6 \div 23,4 \approx 22 \text{ (мм)} \quad (38)$$

- высота зуба:

$$h_1 = \frac{D_e - D_i}{2} = \frac{144,69 - 113,43}{2} = 15,63 \text{ (мм)} \quad (39)$$

- диаметр проточки:

$$D_c = t \cdot c_{tg} (180/Z) - 1,3 \cdot h = 31,75 \cdot c_{tg} (180/Z) - 1,2 \cdot 30,2 = 92,58 \text{ (мм)}$$

где  $h = 30,2$  (мм) – ширина пластины цепи

- диаметр ступицы звездочки вала шестерни:

$$d_{ст1} = (1,2 \div 1,5) \cdot d_{вых2} = (1,2 \div 1,5) \cdot 60 = 72 \div 90 \text{ (мм)} \quad (40)$$

Принимаю  $d_{ст1} = 80$  (мм)

- длина ступицы:

$$l_{ст} = (0,8 \div 1,5) \cdot d_{вых1} \quad (41)$$

$$l_{ст1} = (0,8 \div 1,5) \cdot 60 = 48 \div 90 \text{ (мм)}; \quad (42)$$

Принимаю  $l_{ст1} = 50$  (мм)

$$l_{ст2} = (0,8 \div 1,5) \cdot 60 = 48 \div 90 \text{ (мм)}; \quad (43)$$

Принимаю  $l_{ст2} = 50$  (мм)

Здесь  $d_{вых1} = 60$  (мм) – диаметр вала под ступицей звездочек;

$$d_{вых2} = 60 \text{ (мм)}$$

Расчет шпонок ступиц звездочки и их подбор:

материал шпонок – сталь 45 ( нормализованная), у которой:

$$\sigma_B = 600 \text{ (МПа)}; [\sigma]_{\text{см}} = 300 \text{ (МПа)}; [\tau]_{\text{ср}} = 120 \text{ (МПа)}$$

Проверка на смятие:

Условие прочности:

$$[M_{\text{кр}}]_{\text{max}} < 0,5 \cdot d \cdot k \cdot e \cdot [\delta]_{\text{см}} \cdot 10^{-3} \quad (44)$$

Отсюда длина шпонки  $l$  равна:

$$l > \frac{2 \cdot [M_{\text{кр}}]_{\text{max}} \cdot 10^{-3}}{d \cdot k \cdot [\delta]_{\text{см}}} \quad (45)$$

где  $[M_{\text{кр}}]_{\text{max}}$  – максимальный длительно действующий момент

$d = d_{\text{вых}}$  - диаметр вала под ступицу звездочки.

$K = h - t_1$  – выступ шпонки от шпоночного паза.

$[\delta]_{\text{см}}$  – допустимое напряжение смятия.

- для ведущей звездочки:

-

$$l > \frac{2 \cdot 503,129 \cdot 10^{-3}}{60 \cdot 3 \cdot 300} = 27,952 \text{ (мм)}$$

- для ведомой:

-

$$l > \frac{2 \cdot 244,018 \cdot 10^{-3}}{60 \cdot 3 \cdot 300} = 18,075 \text{ (мм)}$$

Принимаю конструктивно:  $l > 32 \text{ (мм)}; l = 32 \text{ (мм)}$

в) Проверка на срез:

Условие прочности:

$$[M_{кр}]_{\max} < 0,5 (d + \kappa) \cdot b \cdot l \cdot [\tau]_{ср} \cdot 10^{-3} \quad (46)$$

Отсюда:

$$1 > \frac{2[M_{кр}]_{\max} \cdot 10^{-3}}{(d + \kappa) \cdot b \cdot [\tau]_{ср}} \quad (47)$$

где  $[\tau]_{ср}$  – допустимое напряжение на срез.

- для ведущей звездочки:

$$11 > \frac{2 \cdot 503,129 \cdot 10^{-3}}{(60 + 3) \cdot 12 \cdot 120} = 16,251 \text{ (мм)}$$

- для ведомой звездочки:

-

$$12 \geq \frac{2 \cdot 244,018 \cdot 10^{-3}}{(30 + 3) \cdot 8 \cdot 120} = 15,405 \text{ (мм)}$$

Окончательно принимаю:

$$11 > 28 \text{ (мм)}; 12 = 32 \text{ (мм)}$$

1.9.8) Проверочные расчеты:

а) проверка условия:

$$n_1 < n_{\max}$$

при  $t = 31,75$  (мм)  $n_{\max} = 630$  (об/мин), т.о.

$n_1 = 14,575 < n_{\max} = 630$  (об/мин), следовательно условие выполняется.

б) Проверка давления в шарнире цепи:

$$p = \frac{6,28 \cdot 10^{-3} \cdot T_1 \cdot k}{t_1 \cdot t \cdot b \cdot d \cdot m \cdot km} = \frac{6,28 \cdot 10^{-3} \cdot 503,129 \cdot 2,1484}{13 \cdot 31,75 \cdot 27,46 \cdot 9,55 \cdot 2 \cdot 0,85} = 36,89 \text{ (МПа)}$$

т.к.  $n_1 = 14,575$  (об/мин)  $< 50$  (об/мин), то перегрузка

$$\frac{P_{\max}}{[p]_0} \cdot 100\% = \frac{36,89 - 35}{35} \cdot 100\% = 5,4\% \quad \text{допускается}$$

$p [p]_0$  – условие выполняется

в) Число ударов в единицу времени у звеньев цепи:

$$U = \frac{t_1 \cdot n_1}{15 \cdot t_{ц}} = \frac{13 \cdot 14,575}{15 \cdot 30} = 0,421 \text{ (1/с)} < [U]_3 = 16,67 \text{ (1/с)} \quad (48)$$

где  $[U]_3 = 16,67$  (1/с) – допускаемое число ударов звена цепи для 3-х звездочной передачи.

$$[U]_3 = 2 \cdot \frac{[U]_2}{3} = 2 \cdot \frac{25}{3} = 16,67 \text{ (1/с)} \quad (49)$$

Силы, действующие в передаче:

Окружные силы на звездочках:

$$F_t = \frac{T \cdot n}{9,55 \cdot U}$$

где  $U$  – скорость цепи:

$$U = \frac{t_1 \cdot n_1 \cdot t}{6 \cdot 10^4} = \frac{13 \cdot 14,575 \cdot 31,75}{6 \cdot 10^4} = 100,264 \cdot 10^{-3} \text{ (м/с)} \quad (50)$$

- на ведущей звездочке:

$$F_{t1} = \frac{T_1 \cdot n_1}{9,55 \cdot U} = \frac{503,129 \cdot 14,575}{9,55 \cdot 100,264 \cdot 10^{-3}} = 7658,44 \text{ (Н)} \quad (51)$$

- на ведомых звездочках:

$$F_{t2} = \frac{T_2 \cdot n_2}{9,55 \cdot U} = \frac{244,018 \cdot 14,575}{9,55 \cdot 100,264 \cdot 10^{-3}} = 3714,35 \text{ (Н)} \quad (52)$$

Вывод: итогом расчетов является соответствие расчетных данных проектного узла необходимым стандартным требованиям.

### 3 Безопасность и экологичность объекта

#### 3.1 Общие нормы и требования

Охрана труда – это система законодательных актов, социально – экономических, организационных, технических, гигиенических и лечебно-профилактических средств, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда.

«Полностью безопасных и безвредных производств не существует. Задача охраны труда – свести к минимальной вероятности поражения или заболевания работающего с одновременным обеспечением комфорта при максимальной производительности труда.

Одним из необходимых условий здорового и высокопроизводительного труда является обеспечение чистоты воздуха и нормальных метеорологических условий (микроклимата) в рабочей зоне помещений. Устранение таких вредных производственных факторов, как пыль, пары и газы, избыточная теплота и влажность, и создание здоровой воздушной среды являются важной задачей, которая должна осуществляться комплексно, одновременно с решением основных вопросов производства.

Микроклимат в производственных условиях определяется рядом основных и дополнительных параметров, таких как:

- температура воздуха:  $t$  (°C)
- относительная влажность:  $\varphi$  (%)
- скорость движения воздуха на рабочем месте:  $v$  (м/с)
- атмосферное давление:  $p$  (мм.рт.ст.)

В частности, атмосферное давление влияет на парциальное давление основных компонентов воздуха: кислорода  $O_2$  и азота  $N_2$ , а следовательно, и на процесс дыхания.»[7]

«При проектировании отопления должны быть учтены требования ГОСТ 12.1.005 – 91 и санитарных норм СН 4088 – 86 для поддержания температуры воздуха в рабочих зонах в требуемых пределах. Для поддержания постоянного теплового режима в зимнее время при открытии и закрытии ворот у последних устроены тепловые завесы (отопительный период составляет 178 суток).

Требуемое состояние воздуха рабочих зон обеспечивается системными вентиляциями, принципы работы которых – удаление загрязненного или нагретого выше нормы воздуха из помещений и подачи в них свежего воздуха.

Применяются следующие системы вентиляции:

1) по способу перемещения воздуха:

- естественная: - механическая

2) по назначению:

- приточная (для подачи воздуха)

- вытяжная (для удаления воздуха)

- приточно-вытяжная (смешанная)

При проектировании вентиляции помещений были учтены и соблюдены требования следующих нормативных документов:

- санитарно-гигиенические требования ГОСТ 12.1.005-88 «ССБТ. Воздух рабочей зоны»
- санитарные нормы СН 4088-86
- СНиП 2.04.05-91 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Нормы проектирования»
- ГОСТ 12.4.021-75 «ССБТ. Системы вентиляции: общие требования»

В зоне ТО-2 применена естественная неорганизованная вентиляция воздуха (ворота, окна, вытяжные трубы).»[7]

«Но в производственных условиях не всегда удается устранить все опасные и вредные производственные факторы, действующие на рабочих, путем проведения общетехнических мероприятий (например: устройством вентиляции и экранирования источников теплового излучения). В этих случаях

мною предусмотрено применение индивидуальных защитных средств: спецодежды, спец обуви, головных уборов и рукавиц. Важное значение эти средства приобретают особенно при возникновении аварийных ситуаций (здесь также применяются защитные очки, средства защиты органов дыхания: маски, респираторы).

Исключение возникновения пожаров – одно из важнейших условий обеспечения пожарной безопасности. Для этого мною предусмотрены периодическая организация инструктажа и занятий по пожарно-техническому минимуму и установление строгого противопожарного режима, который включает в себя разработанный план эвакуации, пожарную сигнализацию и связь, и средства тушения пожаров на территории помещений.

При разработке противопожарной безопасности были учтены и соблюдены требования СНиП 2.01.02-85 «Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений. Нормы проектирования» и ОНТП 24-86 (о классификации помещений по взрывопожарной и пожарной опасности).

В качестве средств тушения пожаров используются: вода, углекислотные и порошковые огнетушители, песок, асбестовые покрывала. (На территории поста диагностики тормозных механизмов вода не применяется. На ней расположен пожарный щит.)

При разработке электробезопасности оборудования и помещений были учтены и соблюдены требования следующих нормативных документов:»[7]

- ГОСТ 12.1.038-82 «ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов»;
- ГОСТ 12.1.019-79 «ССБТ. Электробезопасность. Общие требования»;
- ГОСТ 12.1.030-81 «ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление»;
- ГОСТ 12.14.124-83 «ССБТ. Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования»;
- ПУЭ – правила установки электроустановок:

- ПТЭ – правила технической эксплуатации электроустановок потребителей;
- ПТБ – правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей.

«Также при проектировании были учтены и соблюдены требования следующих нормативных документов по нормированию и защите от производственного шума и вибраций:

- ГОСТ 12.1 003-83 «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности»;
- ГОСТ 12.4.046-78 «ССБТ. Методы и средства вибрационной защиты. Классификация»%»
- ГОСТ 12.2.030-83 «ССБТ. Машины ручные. Шумовые характеристики. Нормы. Методы контроля».

При проектировании освещения были учтены и соблюдены требования ГОСТ 13828-74 и СНИП 05-23-95 «Естественное и искусственное освещение». (Расчет освещения приведен ниже).

В соответствии с положениями данного документа при создании установок внутреннего освещения возможно применение двух систем:

- общего освещения, характеризуемая тем, что искусственное освещение (ИО) помещения в целом и рабочих мест осуществляется только с помощью светильников, расположенных в верхней зоне помещения;
- комбинированного освещения, когда не менее 10% нормируемой освещенности создается светильниками общего освещения, а остальная освещенность – светильниками местного освещения, располагаемых рядом или в непосредственной близости от рабочих мест и посылающих световой поток на рабочую поверхность.

Мною при разработке проекта была выбрана вторая система (комбинированная), как более эффективная и экономная и позволяющая

обеспечить лучшую освещенность. При этом мной были учтены также три группы факторов:»[7]

1) «физико-гигиенические:

- контрастная чувствительность;
- острота различания;
- скорость обнаружения и различания;
- зрительная работоспособность в целом и т.д.

3) свето-технические характеристики:

- световой поток  $\Phi$  (лм)
- освещенность  $E$  (лк)
- интенсивность или сила света  $I$  (кд)
- яркость  $B$  (кд/м<sup>2</sup>)
- контраст объекта с фоном  $K$
- видимость  $V$
- показатель дискомфорта  $M$
- показатель ослепленности  $P$
- коэффициент пульсации.

(Это количественные и качественные показатели освещения).

4) технико-экономические:

Эта группа показателей объединяет в себе большую часть вышеприведенных характеристик.

Покажу это на примере расчета осветительной установки для технологического поста диагностики тормозных механизмов легковых автомобилей.»[7]

### 3.2 Безопасность технологическая при работе на стенде

1) «Контроль за техническим состоянием и правильной эксплуатацией контрольного стенда для проверки тормозов осуществляется назначенным приказом по предприятию инженерно-техническим работником, ответственным за надзор, содержание и безопасную эксплуатацию специального подъемного оборудования, который обязан:

- а) Осуществлять надзор за техническим состоянием и безопасной эксплуатацией контрольного стенда.
- б) Обеспечить наличие и правильность ведения технической документации на контрольный стенд.
- в) Соблюдать порядок назначения лиц, ответственных за эксплуатацию тормозного стенда.
- г) Организовывать и проводить первичное освидетельствование и не реже, чем раз в 6 месяцев проводить периодическое освидетельствование контрольного стенда по проверке тормозной системы автомобиля.

1) Контрольный стенд должен быть закреплен за лицом, ответственным за его эксплуатацию, назначение которого производится по согласованию с инженерно-техническим работником, ответственным по надзору.

К работе на подъемнике допускаются только лица, изучившие инструкцию по эксплуатации, прошедшие инструктаж по технике безопасности и ознакомленные с особенностями его работы и эксплуатации.»[6]

2) «До начала эксплуатации нового тормозного стенда после монтажа потребитель обязан провести полное освидетельствование контрольного стенда в соответствии с требованиями инструкции по эксплуатации, а именно: статические и динамические испытания,

измерение сопротивления изоляции, проверка электрической прочности, работы конечных выключателей и системы синхронизации, а также встроенных в двигатели эл./магн. тормозов.

В дальнейшем через каждые 6 месяцев должно производиться полное техническое переосвидетельствование контрольного стенда.

Рассмотрим подробнее его элементы:

- а) Осмотр: должен быть проверен стенд в работе, его оборудование, затяжка всех болтовых соединений, крепление осей, его техническое состояние и заземление.
  - б) Статическое испытание.
  - в) Динамическое испытание.
  - г) Контроль изоляции осуществляется мегомметром М1102/1, ТУ 25-04-798-78. Наименьшее сопротивление изоляции допускается не менее 0,5 (МОм).
  - д) Проверка электрической прочности производится повышенным напряжением 1(кВ) промышленной частоты в течение 1 (мин) для вторичных цепей.»[6]
- 3) Монтаж и эксплуатацию электроаппаратуры осуществлять в полном соответствии с требованиями "Правил устройства электроустановок", "Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей" и "Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок".  
«Электродвигатели, ролики, рама, электроаппаратура должны быть надежно заземлены.
- 4) Ежедневно проверять четкую и правильную работу конечных выключателей, установленных в роликовом узле.

Это делается следующим образом:

- а) включить входной автоматический выключатель, подать напряжение в цепь управления стендом;

б) нажать на пульте управления кнопку одновременного включения подъема (кнопку "вверх"), при этом включаются электродвигатели»[7] «обоих подъемных механизмов и подъемные ролики начинают подниматься. При достижении верхнего положения должны сработать конечные выключатели верхнего положения и оба двигателя должны отключиться;

в) Нажать на пульте управления кнопку "вниз" при этом должны включиться электродвигатели обоих подъемных механизмов и подъемные ролики будут опускаться. При достижении подъемными роликами крайнего нижнего положения должны срабатывать конечные выключатели нижнего положения и двигателя обоих подъемных механизмов должны отключиться.

5) Одновременно с этим проверяется работа устройства синхронизации:

а) Вводя алюминиевую пластину шириной 3 (мм) в паз верхнего конечного выключателя любого подъемного механизма должны отключаться двигатели обоих механизмов.

б) При вводе пластины в паз нижнего конечного выключателя отключается только двигатель данного подъемного механизма.

б) Во время работы тормозного стенда помимо оператора, находящегося у пульта управления, должен присутствовать работник, который обязан вести наблюдение за положением автомобиля и работой роликов стенда со стороны, невидимой оператору, и при возникновении какой-либо опасности подать оператору знак о немедленной остановке стенда.

7) Запрещается диагностирование автомобилей собственной массой более 2,5 тонн.

8) Запрещается находиться в автомобиле, под ним или в зоне его возможной досягаемости во время работы тормозного стенда.

9) Запрещается эксплуатировать тормозной стенд при видимом повреждении изоляционных проводов. Запрещается соединять и

отсоединять все разъемы при включенном входном автоматическом выключателе.»[7]

«Все работы по подготовке тормозного стенда к работе и его обслуживанию выполнять также при отсутствии напряжения.

10) Запрещается проводить какие-либо работы с тормозным стендом и его пультом управления при работающем стенде, во время подъема и опускания подъемного механизма с автомобилем.

11) Перед началом диагностирования автомобиля необходимо убедиться в правильном положении автомобиля на роликах стенда.

12) После заезда автомобиля на стенд необходимо убедиться в правильном и устойчивом положении автомобиля на нем.

При обнаружении перекосов следует переставить автомобиль.

13) Ежемесячно следует производить проверку и подтяжку всех резьбовых соединений в том числе опор роликов.

14) В случае возникновения какой-либо опасности или неисправности при работе стенда необходимо немедленно остановить стенд.

15) Безопасная работа тормозного стенда гарантируется только для тех его функций, условий эксплуатации и нагрузок, на которые рассчитан стенд и которые указаны выше. Запрещается использовать тормозной стенд не по назначению или в условиях, отличных от выше описанных.

16) Для проведения технического обслуживания или ремонтных работ необходимо связаться с сервисной службой, поставляющей данное диагностическое оборудование. При проведении данных работ силами и средствами владельца тормозного стенда вся ответственность за его дальнейшую работоспособность и безопасность ложится на него.

17) Настоящие требования должны быть вывешены на видном месте в зоне эксплуатации тормозного стенда.»[6]

### 3.3 Техническое обслуживание

- 1) «Не реже одного раза в месяц производить проверку и подтяжку резьбовых соединений, в том числе крепление роликов.
- 2) Ежедневно проверять четкую и правильную работу конечных выключателей обоих подъемных механизмов.
- 3) Ежедневно проверять исправное состояние электропроводящих кабелей.
- 4) Еженедельно проводить смазку трущихся поверхностей подъемного механизма (в том числе эксцентриков).
- 5) Еженедельно проводить смазку цепной передачи.
- 6) Ежемесячно проводить смазку подшипников в опорах роликов тормозного стенда.
- 7) До начала эксплуатации нового тормозного стенда и в дальнейшем через каждые 6 месяцев проводить техническое переосвидетельствование в соответствии с требованиями по технике безопасности.
- 8) Ежемесячно проводить контроль зацепления в цепной передаче , проверять силу натяжения цепи.
- 9) При нормальной работе тормозного стенда не должно наблюдаться повышенного шума в редукторе и цепной передаче, а также раскачивания опор роликов.
- 10) Ежемесячно проверять состояние электрических датчиков, встроенных в контрольный стенд по режиму описанному в паспорте к измерительным устройствам (в их ТУ).»[6]

### 3.4 Требования по технике безопасности

- 2) «Стенд соответствует классу защиты 1 по ГОСТ 12.2.007.0-75
- 3) Работать на неисправном стенде запрещается!
- 4) Контроль за техническим состоянием и правильной эксплуатацией тормозного стенда осуществляется назначенным приказом по предприятию инженерно-техническим работником, ответственным за надзор, содержание и безопасную эксплуатацию специального диагностического оборудования, который обязан:
  - а) Осуществлять надзор за техническим состоянием и безопасной эксплуатацией контрольного стенда для проверки тормозов.
  - б) Обеспечить наличие и правильность ведения технической документации на контрольный стенд.
  - в) Соблюдать порядок назначения лиц, ответственных за эксплуатацию контрольного стенда.
  - г) Организовывать и проводить первичное освидетельствование и не реже, чем 1 раз в 6 месяцев проводить периодическое освидетельствование контрольного стенда.
- 5) Контрольный стенд для проверки тормозной системы автомобиля должен быть закреплен за лицом, ответственным за его эксплуатацию, назначение которого производится по согласованию с инженерно-техническим работником, ответственным по надзору.

К работе с контрольным стендом допускаются только лица, изучившие инструкцию по эксплуатации, прошедшие инструктаж по технике безопасности и ознакомленные с особенностями его работы и эксплуатации.

- б) До начала эксплуатации нового тормозного стенда после монтажа потребитель обязан провести полное освидетельствование данного диагностического оборудования в соответствии с требованиями инструкции по эксплуатации, а именно: статические и динамические

испытания, измерение сопротивления изоляции, проверка электрической прочности, работы конечных выключателей и системы синхронизации, а также встроенных в тормозной стенд контрольных датчиков.»[7]

«В дальнейшем через каждые 6 месяцев должно производиться полное техническое переосвидетельствование контрольного стенда. Рассмотрим подробнее его элементы:

- а) Осмотр: должен быть проверен стенд в работе, его оборудование, затяжка всех болтовых соединений, крепление осей, его техническое состояние и заземление.
  - б) Статическое испытание.
  - в) Динамическое испытание.
  - г) Контроль изоляции осуществляется мегомметром М1102/1, ТУ 25-04-798-78. Наименьшее сопротивление изоляции допускается не менее 0,5 (МОм).
  - д) Проверка электрической прочности производится повышенным напряжением 1(кВ) промышленной частоты в течение 1 (мин) для вторичных цепей.
- 7) Блоки роликов и стойка приборная должны быть заземлены в соответствии с технической документацией. Внешние устройства перед включением в сеть и подключением к стенду должны быть заземлены. Работа на стенде с неисправным заземлением запрещается.
  - 8) Профилактический осмотр, ремонт и техническое обслуживание, не связанные с измерениями в электрической схеме стенда должны производиться после отключения от общей электрической сети.
  - 9) При проведении тестировочных работ оператор, работающий со стойкой приборной, должен находиться на резиновом коврике.
  - 10) Для заезда автомобиля на опорное устройство и съезда с него должны быть предусмотрены направляющие.»[6]

- 11) «Помещение, в котором установлен стенд, должно быть обеспечено первичными средствами пожаротушения в соответствии с указаниями ГОСТ 12.4.009-75
- 12) Монтаж и эксплуатацию электроаппаратуры осуществлять в полном соответствии с требованиями "Правил устройства электроустановок", "Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей" и "Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок".

Электродвигатели, ролики, рама, электроаппаратура должны быть надежно заземлены.

- 13) Ежедневно проверять четкую и правильную работу конечных выключателей, установленных в роликовом узле.

Это делается следующим образом:

- а) включить входной автоматический выключатель, подать напряжение в цепь управления стендом;
- б) нажать на пульте управления кнопку одновременного включения подъема (кнопку "вверх"), при этом включаются электродвигатели обоих подъемных механизмов и подъемные ролики начинают подниматься. При достижении верхнего положения должны сработать конечные выключатели верхнего положения и оба двигателя должны отключиться;
- в) Нажать на пульте управления кнопку "вниз" при этом должны включиться электродвигатели обоих подъемных механизмов и подъемные ролики будут опускаться. При достижении подъемными роликами крайнего нижнего положения должны срабатывать конечные выключатели нижнего положения и двигателя обоих подъемных механизмов должны отключиться.

- 14) Одновременно с этим проверяется работа устройства синхронизации:

а) Вводя алюминиевую пластину шириной 3 (мм) в паз верхнего конечного выключателя любого подъемного механизма должны отключаться двигатели обоих механизмов.

б) При вводе пластины в паз нижнего конечного выключателя отключается только двигатель данного подъемного механизма.»[7]

15) «Во время работы тормозного стенда помимо оператора, находящегося у пульта управления, должен присутствовать работник, который обязан вести наблюдение за положением автомобиля и работой роликов стенда со стороны, невидимой оператору, и при возникновении какой-либо опасности подать оператору знак о немедленной остановке стенда.

16) Запрещается диагностирование автомобилей собственной массой более 2,5 тонн.

17) Запрещается находиться в автомобиле, под ним или в зоне его возможной досягаемости во время работы тормозного стенда.

18) Запрещается эксплуатировать тормозной стенд при видимом повреждении изоляционных проводов. Запрещается соединять и отсоединять все разъемы при включенном входном автоматическом выключателе.

Все работы по подготовке тормозного стенда к работе и его обслуживанию выполнять также при отсутствии напряжения.

19) Запрещается проводить какие-либо работы с тормозным стендом и его пультом управления при работающем стенде, во время подъема и опускания подъемного механизма с автомобилем.

20) Перед началом диагностирования автомобиля необходимо убедиться в правильном положении автомобиля на роликах стенда.

21) После заезда автомобиля на стенд необходимо убедиться в правильном и устойчивом положении автомобиля на нем.

При обнаружении перекосов следует переставить автомобиль.»[6]

- 22) «Ежемесячно следует производить проверку и подтяжку всех резьбовых соединений в том числе опор роликов.
- 23) В случае возникновения какой-либо опасности или неисправности при работе станда необходимо немедленно остановить станд.
- 24) Безопасная работа тормозного станда гарантируется только для тех его функций, условий эксплуатации и нагрузок, на которые рассчитан станд и которые указаны выше. Запрещается использовать тормозной станд не по назначению или в условиях, отличных от выше описанных.
- 25) Для проведения технического обслуживания или ремонтных работ необходимо связаться с сервисной службой, поставляющей данное диагностическое оборудование. При проведении данных работ силами и средствами владельца тормозного станда вся ответственность за его дальнейшую работоспособность и безопасность ложится на него.
- 26) Настоящие требования должны быть вывешены на видном месте в зоне эксплуатации тормозного станда.»[7]

#### Вывод

В результате работы по данному разделу были получены следующие результаты. Выявлены опасные и неблагоприятные производственные воздействия, возникающие при монтаже. Разработаны мероприятия по снижению воздействия опасных и неблагоприятных производственных воздействий. В случае соблюдения принятых мероприятий этот объект можно считать безопасным и для человека, и для окружающих.

## **4 Технологическая часть**

### **4.1 Обоснование выбора технологической части проекта**

«Производство втулочно-роликовых цепей (цепей Ралля), применяемых на подъемниках, является одним из наиболее массовых производств. Втулочно-роликовые цепи используются также в комбайнах, конвейерах, мотоциклах, велосипедах и др.

Неизменность конструкции и размеров в течение длительного времени является важной особенностью втулочно-роликовых цепей. Поэтому совершенно очевидна важность автоматизации их производства.

### **4.2 Анализ технологической конструкции изделия**

Втулочно-роликовые цепи имеют небольшие габаритные размеры и массу. Максимальное количество деталей в изделии не превышает шести штук, большая возможность одновременной установки нескольких деталей.

По ходу технологического процесса сборки нет необходимости переборки изделия.

Втулочно-роликовые цепи и их компоненты легко транспортируются, а их компоненты легко контролируются. Исключены подгонные работы и установка деталей по месту. Удобен подход монтажного инструмента и возможность механизированного оборудования. Имеет место полная взаимозаменяемость деталей и узлов.

В массовом производстве выполнение всех этих условий дает возможность организации непрерывно-поточной сборки втулочно-роликовой цепи.

### 4.3 Технологический процесс сборки цепи

Втулочно-роликовые цепи состоят из наружных и внутренних звеньев, шарнирно соединенных посредством валиков и втулок.

Внутреннее звено (катушка) состоит из двух внутренних пластин (нормальных 1 или специальных 2 – в зависимости от назначения цепи), в отверстия которых запрессованы втулки 3.»[5]

«При сборке звена на втулку предварительно надевается ролик 4, который должен свободно вращаться на ней.

Расстояние между осями двух запрессованных втулок является шагом внутреннего звена.

Наружное звено состоит из двух наружных пластин 5, в отверстия которых запрессованы два валика 6. Расстояние между двух валиков является шагом наружного звена.

Как легко заметить, цепи отличаются друг от друга конструкцией катушек, последовательностью расположения их в цепи и общей длиной цепи.

Технологический процесс сборки цепи.

а) валового производства:

- сборка полукатушек
- надевание роликов на втулки и предварительная сборка катушки
- допрессовка катушек
- развертывание катушек
- осмотр катушек
- сборка вилок
- осмотр вилок
- сборка цепи
- расклейка валиков

б) на автоматической линии:

- сборка втулок с роликами

- предварительная сборка катушек
- окончательная сборка катушек
- контроль катушек
- предварительная сборка цепи
- окончательная сборка цепи
- расклейка валиков

По классификации технологических процессов, предложенной Л.Н. Кашиным, все операции валового производства сборки втулочно-роликовых цепей соответствуют третьему классу, за исключением операции «развертывание отверстий», соответствующее второму классу. Поэтому для выполнения операции сборки в линии потребовались лишь незначительные доработки технологического процесса.»[7]

«Технологический процесс сборки цепей на автоматической линии имеет следующие отличия от валового. На линии отсутствует сборка полукатушек, сразу образуется предварительно собранная катушка (нашивание пластин на втулки). Это исключает образование так называемой «рюмки» на втулках после их запрессовки в нижнюю пластину. «Рюмка» образуется вследствие того, что втулка, изготовленная сверткой, имеет шов. При запрессовке втулки в одну пластину сжимается часть втулки, входящая в пластину, свободная же часть разжимается, образуя «рюмку», которая ухудшает надевание роликов на втулку и напрессовку верхней пластины. Операция второго класса – развертывание отверстий – заменена более прогрессивной операцией третьего класса, калибровкой отверстий на штырях. Введен автоматический контроль диаметров отверстий и высоты катушек.

Технологический процесс сборки цепи, принятый для линии, полностью состоит из операций, соответствующих третьему классу, т.е. высшему классу технологических процессов.»[5]

#### **4.4. Обоснование применения автоматической роторной линии для сборки втулочно-роликовых цепей**

«Линия сборки втулочно-роликовых цепей должна удовлетворять следующим требованиям:

1. обладать высокой производительностью
2. быть в достаточной степени универсальной
3. должна автоматически осуществлять комплектацию элементами и исключать возможность обрыва цепи из-за их некомплектности
4. должна автоматически осуществлять контроль катушек и автоматически удалять заблокированные катушки из потока
5. должна автоматически осуществлять разделение цепи на отрезки заданной длины.

Так как машины первого класса обеспечивают высокую производительность, сочетая ее с автоматической комплектацией элементов цепи, автоматическим контролем и удалением брака из потока, практически не могут (существующая производительность машин первого класса для сборки втулочно-роликовых цепей не превышает 50 шагов в минуту), то осуществлять указанные требования надежно и технически просто можно только на машинах третьего класса, т.е. на автоматических роторных линиях.

Проектная производительность этой линии 100 шагов в минуту, коэффициент использования 0,9. Электроавтоматика линии допускает возможность сборки цепей длиной от 3876 мм (102 шага) до 11628 мм (306 шагов), составленных в любой последовательности из нормальных и специальных катушек.

Роторные сборочные линии применяют для сборки мелких изделий простой конструкции. Технологический процесс сборки изделия происходит непрерывно без периодических остановок одного или нескольких связанных в одну систему многофункциональных столов (роторов), на которых

разрешаются сборочные приспособления для установления собираемых изделий. Линия имеет сборочные и транспортные (питающие) роторы.»[7]

«На автоматических сборочных роторных автоматах можно производить: запрессовку, развальцовку, обжимку и другие сборочные переходы и контроль изделия. При сборке изделий из нескольких деталей сборочные роторные автоматы имеют два-три питающих ротора, расположенных последовательно против соответствующих позиций сборочных роторов. На автоматических сборочных линиях между сборочными агрегатами нет заделов, так как сборочные механизмы не требуют частой смены и подналадки. Изготовление автоматизированного сборочного оборудования из нормализованных узлов обеспечивает обратимость такой конструкции вследствие повторного применения нормализованных узлов в сборочных автоматах и полуавтоматах при смене конструкции собираемых объектов.

Сборочное оборудование, состоящее из нормативных узлов, может быстро переналаживаться на сборку новых сборочных изделий. Такое сборочное оборудование имеет сменные и переналаживаемые насадки силовых головок, сменные шпиндели, силовые поворотные столы и т.д.

Конструирование механизированного сборочного оборудования из нормализованных деталей и узлов должно основываться на классификации собираемых деталей и изделий и типизации технологических процессов их изготовления: на разработке типовых схем рабочих и вспомогательных движений оборудования, разработке новых типовых компоновок конструкции сборочного оборудования и т.д.

При наличии классификации собираемых изделий можно установить вид сборочных операций и определить основные схемы рабочих движений исполнительных органов автоматизированного сборочного оборудования.»[7]

#### **4.5 Устройство автоматической роторной линии для сборки втулочно-роликовой цепи**

«Автоматическая роторная линия сборки цепей представляет собой машину, состоящую из агрегатов-роторов и транспортов, связанных между собой непрерывной кинематической цепью и смонтированных на единой станине.

Линия состоит из семи рабочих роторов, автоматов питания элементами, узлов электроавтоматики, привода линии, гидропривода и других второстепенных узлов. Рабочие и транспортные роторы расположены вертикально в станине балочной конструкции.

Рабочие роторы I и VI – механические, с креплением рабочего инструмента без блоков. Рабочие роторы II; III; IV; V – механические, с креплением рабочего инструмента в блоках. Рабочий ротор VII – электромеханический. Транспортные роторы для втулок, роликов и валиков представляют собой шлицы с подпружиненными пружиной 1 губками 2, расположенными парами.

Шаг в паре равен шагу цепи.

Транспортные роторы для пластин представляют собой приемник 1 с подпружиненной пружиной 3 лапкой 2, которая удерживает пластину во время транспортировки.

Транспортные роторы для катушек представляют собой ползуны 1 подпружиненные пружиной 2 с губками 3, которые, разжимаясь, удерживают ее. Транспортные роторы для цепи представляют собой звездочку 1 с подпружиненными пружиной 2 зубьями 3, расположенными через шаг.

На линии приняты три типа автоматов питания элементами:

1. автомат питания втулками, роликами и валиками
2. автомат питания нормальными пластинами (наружными и внутренними)

### 3. автомат питания специальными пластинами»[5]

«На линии имеется девять основных питателей элементами цепи и пять дополнительных подпиток катушками и другими элементами.

Питатель состоит из подвижного плунжера, рабочий ход которого осуществляется от пружины и кулачка, возвращающего плунжер в первоначальное положение.

Подпитка представляет собой накопитель элементов цепи или готовых катушек, расположенный вертикально в виде столбика, примыкающего нижней своей частью непосредственно к питателю.

Привод линии осуществляется от индивидуального электродвигателя и располагается на верхних плитах.»[5]

#### **4.6 Технологический процесс сборки втулочно-роликовой цепи на автоматической роторной линии. Сборка втулок с роликами**

«Ролики из автомата питания по трубке попадают в питатель, который выдает их в транспорт.

Так как для сборки одной катушки требуется два ролика, то при транспортном роторе установлен электрощуп наличия пары. В случае наличия пары подается сигнал на выдачу двух втулок. При отсутствии хотя бы одного ролика сигнал на выдачу втулок не подается, а некомплектный ролик автоматически удаляется с транспорта сбрасывается в специальный сборник. Втулки из автомата питания по трубе попадают в питатель. Питатель по сигналу наличия пары роликов в транспорте выдает пару втулок в транспорт. Около транспортного ротора установлен электрощуп наличия пары, и в случае отсутствия хотя бы одной втулки подается сигнал на автоматическое удаление пары роликов и некомплектной втулки. Ролики автоматически удаляются с транспорта, и не попав в рабочий ротор, а затем в транспорт, откуда она автоматически удаляется сбрасыванием в специальный сборник.

В случае наличия пары роликов и пары втулок они транспортными роторами и подаются в рабочий ротор.»[7]

«В этом роторе ролики принимаются на нижние штыри, а затем на эти же штыри из второго транспорта поступают втулки.

При дальнейшем вращении ротора штыри опускаются вниз и под действием пружины проталкивают ролики, находящиеся на упоре.

Собранные узлы принимают шлицы транспорта. Втулки с роликами из-за попадания дефектных деталей могут не собраться или же могут не приняться шлицами транспорта, поэтому в транспортном роторе установлен электрощуп наличия пар узлов. В случае отсутствия хотя бы одного из них неконтактные узлы удаляются автоматически из транспорта сбрасыванием в специальный сборник. При наличии в транспорте пары правильно собранных узлов, транспорт передает их в рабочий ротор для предварительной сборки катушки.

#### Предварительная сборка катушки

Из автоматов питания внутренние пластины по наклонным лапкам попадают в питатели. Питатели в зависимости от того, какая собирается катушка (нормальная или специальная), выдают соответствующую пластину в транспортный ротор.

В транспортном роторе электрощупом проверяется наличие пластины, и если последняя обнаруживается, то подается сигнал на выдачу внутренней пластины (специальной или нормальной), в случае же отсутствия пластины сигнал не подается, и пара узлов втулок с роликом автоматически удаляется из транспорта.

Питание и выдача пластин (нормальных или специальных) в транспортный ротор производится способом, аналогичным выдаче пластины в транспорт.

В транспорте электрощупом проверяется наличие пластины, а в случае отсутствия ее соответствующая этой позиции пара узлов из транспорта и пластина из транспорта автоматически удаляются. При наличии в

транспортном роторах и всех элементов катушки предварительная сборка катушки происходит следующим образом.»[7]

«В блок инструмента второго рабочего ротора поступает внутренняя нижняя пластина, и в момент совпадения осей колец транспорта и блока инструмента ротора, нижняя колодка с фиксаторами совершают быстрое движение от подпружиненного плунжера, фиксаторы входят в отверстие пластины и удерживают ее в блоке инструмента. При дальнейшем вращении ротора в блок инструмента поступает пара узлов втулок с роликами.

В момент совпадения осей ползуна пары и блока инструмента верхняя колодка с фиксаторами под воздействием подпружиненного плунжера ,быстро движется вниз, и втулки с нанизанными на них роликами оказываются зажатыми с двух сторон фиксаторами.

При дальнейшем вращении ротора верхняя колодка с фиксаторами поднимается вверх и в принятии блока инструмента применяется внутренняя верхняя пластина способом, аналогичным приему внутренней нижней пластины.

Далее верхняя колодка становится под упор, нижняя же делает от торцевого копира силовой ход вверх, напрессовывая тем самым пластины на втулки. Затем колодки с фиксаторами совершают соответственно ход вниз и вверх и освобождают катушку.

Предварительно собранная катушка захватывается шлицами транспортного ротора и переносится в рабочий ротор для окончательной сборки.»[7]

«Окончательная сборка катушки

В блок инструмента ротора окончательной сборки поступает предварительно собранная катушка. В момент совпадения осей линий транспорта и блока инструмента ротора, колодка с фиксатором блока инструмента совершают при помощи подпружиненного копира быстрое движение вверх, нанизывая катушку на фиксаторы. Затем верхняя колодка от

торцевого копира совершает рабочий силовой ход, спрессовывая окончательно катушку. Фиксаторы в момент спрессовывания производят калибровку отверстия. Далее нижняя колодка делает ход вниз, увлекая фиксаторы из втулок. Окончательно собранная катушка захватывается шлицами транспорта и переносится в рабочий ротор для контроля диаметров отверстий и высоты катушек. Катушка принимается в блок инструмента ротора контролем ходом колодки снизу вверх и удерживается в таком положении. В зависимости от высоты катушки колодка занимает соответствующее положение. Отклонение от нормальной высоты катушки как плюсовое, так и минусовое, фиксируется электрощупом как блок. Таким образом, электроавтоматика линии полностью исключает обрыв цепи из-за неподачи катушек в ротор сборки цепи. На линии можно изготавливать также и одни катушки; это может быть вызвано необходимостью заполнения подиток. Для этого в транспорте предусмотрен сбрасыватель, который включается наладчиком по мере необходимости.»[7]

Пластины у автомата питания по лотку попадают в питатель, который выдает их в транспортный ротор. При дальнейшем вращении транспортного ротора щуп проверяет наличие пластины и в случае отсутствия ее подает сигнал на электромагнит питателя подпитки. В момент прохождения транспортного ротора против подпитки происходит автоматическая подача пластины. Далее электрощуп вторично проверяет наличие пластины и в отсутствие ее линия автоматически останавливается.

Аналогичным способом происходит питание, а в случае необходимости и подпитка валиками в транспортном роторе. При наличии в транспортных ротора и наружной пластины и валиков происходит предварительная сборка цепи в роторе.»[7]

Внешняя нижняя плита входит в инструментальный блок. Эта пластина забирается в инструментальный блок двумя зажимами, которые в свою очередь входят в отверстия для пластин через свои ползуны и вытягиваются из каретки. После дальнейшего вращения ротора от транспортного ротора, катушка

вставляется в те же зажимы, которые уже удерживают внешнюю нижнюю пластину. Разница лишь в том, что первое отверстие в катушке входит в первый держатель инструментального блока, а второе отверстие в катушке входит во второй держатель инструментального блока. Затем ролики перемещаются с другого конвейера в приемник инструментальных блоков, а верхняя шпindelная колодка вставляется в планшайбу через направляющую втулку. Затем блок шпинделя возвращается в исходное положение, и собранная цепь транспортируется к ротору для окончательной сборки цепи.

В роторе собранная цепь забирается зажимом в верхний блок и опускается подпружиненной опорой, где зажим входит в отверстия двух соседних катушек. Затем внешняя верхняя пластина берется внутрь той же клипсой. Башмак с клипсой накладывается на стопор, а нижний башмак с торцевого копира ударяет с силой вверх, прижимая шпindel к пластине. Затем башмаки перемещаются соответственно вниз и вверх, освобождая последнюю собранную цепь, которая подводится к ротору для заклепки роликов.

#### Расклепка валиков

В рабочем роторе для расклепки валиков используется электромагнитный пресс с силой расклепки 2 ТС.

Пресс подобран из условия:

$$T \approx 25 F, \text{ где}$$

$T$  – сила расклепки

$F$  – площадь сечения валика

$$F = \pi d^2/4$$

где  $d$  – диаметр валиков

$$F = 3,14 \cdot 92/4 = 63,585$$

$$T = 25 \cdot 63,585 \approx 1,6 \text{ ТС}$$

Силовым устройством в электромагнитном прессе является электромагнит постоянного тока с плоским притягивающим якорем вытяжного типа, на конус которого установлен шток с рабочим инструментом. Под

воздействием электрического тока в обмотке 1 возникает магнитное поле, которое вытягивает якорь 2.

Шток с рабочим инструментом движется вниз, совершая рабочий ход, расклинивая тем самым валики.

При отключении питания магнитное поле пропадает и якорь вместе со штоком и рабочим инструментом под воздействием пружины 3 возвращается в исходное положение.

Из ротора расклепки валиков готовая цепь транспортом 14 выдается на предприятиях. Сборка цепей на автоматических роторных линиях позволяет решить вопросы производительности линии, автоматической комплектации элементов, автоматического контроля катушки, универсальности машин на несколько типов схем и др. На обычных машинах правого шасси решения этих вопросов (например, вопросов увеличения производительности, автоматической комплектации элементов и др.) практически осуществить невозможно.

Автоматическая роторная линия сборки втулочно – роликовых цепей еще раз подтверждает преимущество роторного принципа построения машин.

Расчет времени цикла

Производительность линии: 6000 шагов в час.

$$P = 1 / T_{\text{цикла}}$$

где P – производительность линии

T<sub>цикла</sub> – время цикла

$$T_{\text{цикла}} = 1 / P = 3600 / 6000 = 0,6 \text{ сек.}$$

Вывод

В ходе технической разработки данной дипломной работы была составлена блок-схема и доработана маршрутная технология, которая представлена в формате.

## 5 Экономическая эффективность проекта

Экономическая эффективность проекта - это показатель ценности, получаемой от данной инвестиции. В автомобильной промышленности оценка экономической эффективности проекта имеет решающее значение для определения прибыльности и осуществимости разработки нового продукта, производственных процессов и других инвестиций.

Существует несколько ключевых критериев оценки, которые используются для оценки экономической эффективности автомобильных проектов, в том числе:

**Рентабельность инвестиций:** это наиболее распространенный показатель экономической эффективности, рассчитываемый как отношение чистой прибыли к инвестициям. Более высокая рентабельность инвестиций указывает на более эффективный проект.

**Чистая приведенная стоимость:** учитывает временную стоимость денег, принимая во внимание как первоначальные инвестиции, так и ожидаемые будущие денежные потоки. Положительный показатель указывает на то, что ожидается, что проект принесет большую отдачу, чем сделанные инвестиции.

**Внутренняя норма доходности:** - это ставка дисконтирования, которая делает чистую приведенную стоимость проекта равным нулю. Это показатель среднегодовой нормы прибыли, которую можно ожидать от проекта.

**Период окупаемости:** - это время, необходимое для возврата первоначальных инвестиций в проект. Как правило, предпочтителен более короткий срок окупаемости, поскольку это указывает на то, что инвестиции являются более экономически эффективными.

Что касается методов расчета, то эти показатели могут быть рассчитаны с использованием различных финансовых формул и электронных таблиц. При выполнении этих расчетов важно учитывать все соответствующие затраты и выгоды, включая капитальные затраты, эксплуатационные расходы и прогнозы доходов. Оценка экономической эффективности автомобильных проектов имеет важное значение для обеспечения того, чтобы инвестиции были

прибыльными и осуществимыми. Это включает в себя рассмотрение различных показателей, таких как рентабельность инвестиций, внутренняя норма доходности, чистая приведенная стоимость и период окупаемости, а также выполнение финансовых расчетов для определения стоимости, полученной от данной инвестиции. В дополнение к вышеуказанным показателям, есть некоторые другие важные факторы, которые следует учитывать при оценке экономической эффективности автомобильных проектов:

**Рыночный спрос:** Оценка потенциального спроса на разрабатываемый продукт или услугу является ключевым фактором в определении экономической эффективности проекта. Высокий спрос на продукт может привести к увеличению выручки и повышению экономической эффективности.

**Конкуренция:** Понимание конкурентной среды важно для определения экономической эффективности проекта. Следует учитывать такие факторы, как насыщенность рынка, ценовая стратегия и дифференциация продукта. Структура затрат проекта может оказать значительное влияние на его экономическую эффективность. При оценке эффективности проекта следует тщательно учитывать такие факторы, как материальные затраты, затраты на рабочую силу и накладные расходы. Технологические достижения могут повлиять на экономическую эффективность проекта несколькими способами. Например, новые технологии могут позволить использовать более эффективные методы производства, что приведет к снижению затрат и повышению экономической эффективности. Масштабируемость является важным фактором, который следует учитывать при оценке экономической эффективности проекта. Проект, который можно масштабировать по мере необходимости, может обеспечить большую гибкость и повысить эффективность с течением времени.

Наконец, также стоит отметить, что экономическая эффективность проекта может меняться со временем по мере развития рыночных условий и технологий. Регулярная переоценка эффективности проекта может помочь гарантировать, что он остается прибыльным и осуществимым.

## 5.1 Определение капиталовложений

В состав капитальных вложений на организацию поста диагностики тормозных механизмов легковых автомобилей включаются:

1) Стоимость здания:

$$С_{здан.} = С_m \cdot F = 800 \cdot 72 = 57600 \text{ (руб)}$$

где  $С_m$  – стоимость 1(м<sup>2</sup>) – площадь здания

$$F = 72 \text{ (м}^2\text{)} – \text{площадь здания.}$$

2) Стоимость оборудования  $С_{обор.}$ , представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Стоимость оборудования

Наименование оборудования	Количество (ед.)	Цена за единицу (руб.)	Мощн. Р (кВт)	Норма амортиз. На (%)	Сумма амортиз. (руб.)
Тормозной стенд	1	100000	11	12	12000

3) Стоимость технологической и организационной оснастки

$$С_{осн.} = 11000 \text{ (руб.)}$$

Оборудование и оснастка для поста диагностики тормозных механизмов подобраны в соответствии с рекомендациями для проектирования.

4) Затраты на доставку и монтаж оборудования и оснастки:

$$С_{д/м} = (С_{обор.} + С_{осн.}) \cdot 0,2 = (100000 + 11000) \cdot 0,2 = 22200 \text{ (руб.)}$$

5) Определяю общие капиталовложения на организацию поста диагностики тормозных механизмов: [8]

$$\begin{aligned} КВ_2 &= С_{здан.} + С_{обор.} + С_{осн.} + С_{д/м} = \\ &= 57600 + 100000 + 11000 + 22200 = 190800 \text{ (руб)} \end{aligned}$$

При этом  $KB_1 = 152640$ (руб)

б) Затраты на реконструкцию зданий:

$$\text{Срек.} = \text{Сзд.} \cdot 0,15 = 5760 \cdot 0,15 = 8640 \text{ (руб)}$$

7) Определяю дополнительные капиталовложения:

$$K_{\text{вдоп.}} = KB_2 - KB_1 = 162000 - 129600 = 32400 \text{ (руб)}$$

## 5.2 Организация труда и зарплаты

1) На посту диагностики тормозных механизмов принята пятидневная рабочая неделя с 8-и часовым рабочим днем.

Зона работает, как и вся СТО, в одну смену.

Начало работ: 9<sup>00</sup>

Окончание работ: 18<sup>00</sup>

Обеденный перерыв: с 13<sup>00</sup> до 14<sup>00</sup>

2) Определяю количество рабочих, учитывая годовую трудоемкость работ диагностирования тормозов и годовой фонд времени одного рабочего:

а) Технологически необходимое число рабочих:

$$R_{\text{т}} = \frac{T_{\text{ср.год}}}{\text{Фя}} = \frac{1807,2}{2008} = 0,9 \text{ (чел)}$$

где  $T_{\text{ср.год}}$  - среднегодовая трудоемкость работ

$\text{Фя}$  - годовой фонд времени явочного рабочего

$$T_{\text{ср.год}} = N_{\text{год}} \cdot t_{\text{ср.}} = 1506 \cdot 1,2 = 1807,2 \text{ (чел.час)}$$

где  $N_{\text{год.}}$  - плановое число обслуживаемых на посту за год автомобилей:

$$N_{\text{год.}} = 1506 \text{ (ед)}$$

$t_{\text{ср.}}$  - средняя трудоемкость обслуживания одного автомобиля

(чел.час)

$$\text{Фя} = t_{\text{см}} \cdot D_{\text{р.г.}} = 8 \cdot 251 = 2008 \text{ (час)}$$

где  $t_{см.} = 8$  (час) – время работы в сутки

$Др.г. = 251$  (день) – число рабочих дней в год

б) Штатное количество рабочих:

$$R_{шт.} = \frac{T_{ср.год}}{\Phi_{шт}} = \frac{1807,2}{1808} = 0,9996 \text{ (чел)}$$

где  $\Phi_{шт.}$  - годовой фонд времени штатного рабочего

$$\Phi_{шт.} = t_{см.} \cdot (Др.г. - Днев.) = 8 \cdot (251 - 25) = 1808 \text{ (час)}$$

где  $Днев. = 25$  (дней) – дни невыхода на работу

Принимаю:  $R_{шт.} = 1$  (чел)

3) Рабочий должен быть высококвалифицированным, данные представлены в таблице 2:

Таблица 2 – калькуляция рабочего времени

Количество рабочих (чел) $N_i$	Разряд работ $n$	Часовая тарифная ставка (руб) $C_i$	Профессия
1.	5.	21,77	Слесарь по ремонту автомобилей

Определение общих расходов по эксплуатации поста диагностики тормозных механизмов

1) Расчет годового фонда зарплаты ремонтных рабочих:

Т.к. на предприятиях применяется повременно-премиальная система оплаты труда,

Расчет провожу в следующем порядке:

а) Определяю среднечасовую тарифную ставку ремонтных рабочих по формуле среднеарифметической временной: [8]

$$C_{ср.час.} = \frac{C_1 \cdot N_1 + N_2 \cdot C_2}{N_1 + N_2} = \frac{21,77 \cdot 1}{1} = 21,77$$

$$N_{p.p.} = \frac{C_1 \cdot N_1 + C_2 \cdot N_2}{C_{ср.р.}}$$
 где  $C_i$  - часовая тарифная ставка (см.табл. 6) ,  
 $N_i$  - число рабочих  $i$ -ого разряда ,  
 $N = 1$  (чел) – общее число рабочих .

б) Определяю средний ремонтный разряд:

$$n_{ср.р.} = \frac{n_1 \cdot N_1 + N_2 \cdot n_2}{N_{p.p.}} = \frac{1 \cdot 5}{1} = 5$$

где  $n_i$  - разряд работ

в) Фонд заработной платы ремонтных рабочих (ФЗП) по тарифу определяю, исходя из объема работ и среднечасовой тарифной ставки:

$$\Phi ЗП_{тар.} = C_{ср.час} \cdot T_{ср.год} = 21,77 \cdot 1807,2 = 39342,7 \text{ (руб)}$$

г) Фонд премирования ремонтных рабочих определяю при коэффициенте премирования  $K_{прем.} = 0,4$

$$\Phi ГП_{прем.} = \Phi ЗП_{тар.} \cdot K_{прем.} = 39342,7 \cdot 0,4 = 15737,1 \text{ (руб)}$$

д) Фонд дополнительной заработной платы определяю в процентах от основного ФЗП:

$$\Phi ДЗП = \frac{(\Phi ДЗП_{тар.} + \Phi ЗП_{прем.})}{100\%} \cdot \% ДЗП = \frac{(39342,7 + 15737,1)}{100\%} \cdot 10,96 = 6036,75 \text{ (руб)}$$

где  $\% ДЗП$  - процент заработной платы за неотработанное время

$$K_{ДПЗ} = \% ДПЗ = \frac{D_{опт.}}{D_{рг.}} \cdot 100\% + 1\% = \frac{25}{251} \cdot 100 + 1 = 10,96\%$$

$$\Phi ЗП_{\text{осн.}} = \Phi ЗП_{\text{тар.}} + \Phi ЗП_{\text{прем.}} = 39342,7 + 15737,1 = 55079,8 \text{ (руб)}$$

е) Общий фонд заработной платы:

$$\Phi ЗП_{\text{осн}} = \Phi ЗП_{\text{тар}} + \Phi ДЗП = 55079,8 + 6036,75 = 61116,55 \text{ (руб)}$$

ж) Определяю среднемесячную зарплату ремонтных рабочих:

$$ЗП_{\text{срм.}} = \frac{\Phi ЗП_{\text{общ.}}}{N_{\text{р.р}} \cdot 12} = \frac{61116,55}{1 \cdot 12} = 5093,05 \text{ (руб)}$$

где 12 - число календарных месяцев в году

з) Определяю начисления на ФЗПобщ, представлено в таблице 3:

Таблица 3 – Отчисления с социальный фонд страхования

На государственное социальное страхование	5,4 %
На пенсионное обеспечение	28 %
В государственный фонд занятости населения	1,5 %
Обязательное медицинское страхование	3,6 %
<b>итого:</b>	<b>38,5%</b>

$$\Phi_{\text{нз}} = \Phi ЗП_{\text{общ}} \cdot K_{\text{нз}} = 61116,55 \cdot 0,385 = 23529,87 \text{ (руб)}$$

и) Определяю общий  $\Phi ЗП_{\text{осн}}$  :  
общ. с нач

$$\Phi ЗП_{\text{осн}}^{\text{общ. с нач}} = \Phi ЗП_{\text{общ}} + \Phi_{\text{нз}} = 61116,55 + 23529,87 = 84646,42 \text{ (руб.)}$$

2) Расчет накладных расходов:

Накладные расходы имеют относительно большой вес в общей себестоимости участка и всей СТО. Рассчитаю основные статьи накладных расходов, тех,

которые имеют наибольший удельный вес.

а) Расходы на воду:

- на мытье полов:

$$Q_{\text{пол}} = F \cdot \text{Др.г.} \cdot q = 72 \cdot 251 \cdot 1 = 18072 \text{ (л)}$$

$$C_{\text{пол.}} = Q_{\text{пол.}} \cdot C_{\text{м}} = 18072 \cdot 0,00675 = 122,0 \text{ (руб)}$$

где  $Q_{\text{пол.}}$  - расход воды

$$q = 1 \text{ (л/м}^2\text{)} \cdot \text{норма расхода воды на 1 (м}^2\text{)}$$

$C_{\text{в}}$  - стоимость 1 (л) воды

$$C_{\text{м}} = C_{1\text{м}^3} \cdot 10^{-3} = 6,75 \cdot 10^{-3} = 0,00675 \text{ (руб)}$$

где  $C_{1\text{м}^3}$  – стоимость 1 (м<sup>3</sup>) воды

- на хозяйственно-питьевые нужды:

$$Q_{\text{х-п}} = q \cdot R_{\text{шт}} \cdot \text{Др.г.} = 25 \cdot 1 \cdot 251 = 6275 \text{ (руб)}$$

$$C_{\text{х-п}} = Q_{\text{х-п}} \cdot C_{1\text{л}} = 6275 \cdot 0,00675 = 42,36 \text{ (руб)}$$

- сумма расходов на воду:

$$C_{\text{вод.}} = C_{\text{пол}} + C_{\text{х-п}} = 122 + 42,36 = 164,36 \text{ (руб)}$$

б) Затраты на электроэнергию: [8]

- для технических целей:

$$C_{\text{сил}} = \frac{P_{\text{уст}} \cdot C_{1\text{квт}} \cdot K_{\text{в}} \cdot T_{\text{с}} \cdot K_{\text{м}}}{K_{\text{пд}}} = \frac{8 \cdot 0,67 \cdot 0,2 \cdot 2008 \cdot 0,7}{0,75} = 2009 \text{ (руб)}$$

где  $P_{\text{уст}} = 8$  (кВт) – установленная мощность силовых электроприемников

$C_{1\text{квт}}$  – годовое количество часов использования силовой погрузки:

$$T_{\text{с}} = \Phi_{\text{я}} = 2008 \text{ (дн)}$$

Кв – коэффициент использования по времени

Км – коэффициент использования по мощности

Кпд – коэффициент полезного действия

- на освещение:

$$C_{\text{осв}}^{\text{и/о}} = P_{\text{о.у.}} \cdot T_{\text{сут}} \cdot D_{\text{р.г}} \cdot C_{1\text{кВт}} = 0,625 \cdot 8 \cdot 251 \cdot 0,864 = 1162,39 \text{ (руб)}$$

$$C_{\text{осв}}^{\text{е/о}} = \frac{N_{\text{м}} \cdot F \cdot T_{\text{осв}} \cdot K_{\text{д.о}} \cdot C_{1\text{кВт}}}{1000} = \frac{21 \cdot 72 \cdot 800 \cdot 1,05 \cdot 0,67}{1000} = 850,95 \text{ (руб)}$$

где  $C_{\text{осв}}^{\text{и/о}}$  – затраты на освещение помещения только искусственным освещением

$C_{\text{е/о}}$  – затраты на освещение помещения искусственным освещением по необходимости (в темное время суток и т.п.)

$P_{\text{оу}} = 0,864$  (кВт) – мощность осветительной установки

$T_{\text{сут}}$  – число часов освещения:  $t_{\text{см}} = T_{\text{сут}} = 8$  (час)

$N_{\text{м}}$  – нормативная освещенность 1 (м<sup>2</sup>) площади

$T_{\text{осв}}$  – годовое число часов использования осветительной нагрузки:

$$T_{\text{осв}} = 800 \text{ (час)}$$

$K_{\text{д.о}} = 5\%$  - коэффициент дежурного освещения

$C_{1\text{кВт}} = 0,67$  (руб) – стоимость 1 (кВт)

в) Амортизационные отчисления по основным фондам:

данный расчет я произвожу в соответствии с «Нормами амортизационных отчислений», данные представлены в таблице 4.

Таблица 4 – амортизационные отчисления

Группа основных фондов (ОФ)	Стоимость (руб)	Норма амортизационных отчислений (%)	Сумма амортизационных отчислений (руб)
Здания	57600	2	1152
Оборудование	100000	См 1.2	1200
Оснастка орг. и техн.	11000	9	990
ИТОГО:	168600	—	14142

г) Заработная плата цехового персонала и вспомогательных рабочих

- заработная плата административно-цехового управленческого персонала :

$$\text{ФЗП}_{\text{общ}} = \text{ЗПм} \cdot 12 \cdot \text{Ршт}_{\text{итр}} \cdot \text{Кпрем} \cdot \text{Кдзп} =$$

$$= 3400 \cdot 12 \cdot 1 \cdot 1,4 \cdot 1,1096 = 63380,35 \text{ (руб)}$$

где ЗПм – средний оклад мастера в месяц: ЗПм = 3400 (руб)

$$\text{Ршт}_{\text{итр}} - \text{штатное число работников ИТР} \cdot \text{Ршт}_{\text{итр}} = 1$$

$$\text{Кпрем} - \text{коэффициент премий} \cdot \text{Кпрем} = 1,4$$

$$\text{Кдзп} - \text{коэффициент дополнительной зарплаты: Кдзп} = 1,10$$

- ФЗП Заработная плата подсобно-вспомогательных рабочих:

вспомогательных рабочих определяю так же, как и для основных, т.е. повременно-премиальным: [8]

$$\text{ФЗП}_{\text{общ}} = \text{Счас} \cdot \text{Фшт} \cdot \text{Ршт} \cdot \text{Кпрем} \cdot \text{Кдзп} = 17,42 \cdot 1808 \cdot 1 \cdot 1,4 \cdot 1,1096 =$$

всп.раб

всп.раб

$$= 48926,15 \text{ (руб)}$$

где  $P_{\text{шт.всп.раб}} = 1$  (чел) – штатное число вспомогательных рабочих на посту

диагностики тормозных механизмов

- заработная плата ИТР и вспомогательных рабочих с начислениями:

$$\text{ФНЗ} = (\text{ФЗП}_{\text{итр}} + \text{ФЗП}_{\text{всп.раб}}) \cdot \text{Кнз} = (63380,35 + 48926,15) \cdot 1,385 =$$

$$= 155544,5 \text{ (руб)}$$

где  $\text{Кнз} = 1,385$  – коэффициент начислений на ФЗП

д) затраты на отопление (паровое):

$$C_{\text{отопл}} = \frac{Q_{\text{от}} \cdot T_{\text{от}} \cdot V \cdot C_{\text{п}}}{540 \cdot 1000} = \frac{25 \cdot 4320 \cdot 360 \cdot 30}{540 \cdot 1000} = 2160 \text{ (руб)}$$

где  $Q_{\text{от}} = 25$  (ккал/час.м<sup>3</sup>) – средний расход тепла на 1м<sup>3</sup> объема отапливаемого помещения

$T_{\text{от}} = 4320$  (час) – число часов отопительного сезона

$V$  – объем здания:

$$V = F \cdot H = 72 \cdot 5 = 360 \text{ (м}^3\text{)}$$

$C_{\text{п}}$  – стоимость пара:

$$540 \cdot 1000 \text{ – теплоотдача пара (} [\text{ккал/кг} \cdot 10^{-3}] = [\text{ккал/кг} \cdot 1000]\text{)}$$

переведенная в тонны ( \* 1000)

е) затраты на охрану труда и технику безопасности (ОТ и ТБ):

$$C_{\text{от,тб}} = 0,03 \cdot \text{ФЗП}_{\text{общ.осн.р}} = 0,03 \cdot 61116,55 = 1833,5 \text{ (руб)}$$

ж) затраты на возмещение износа быстроизнашивающихся инструментов принимаю как процент от стоимости оснастки:

$$С_{мбп} = 0,5 \cdot С_{осн} = 0,5 \cdot 11000 = 5500 \text{ (руб)}$$

з) затраты на ремонт оборудования:

$$С_{рем.об} = 0,037 \cdot С_{обор} = 0,037 \cdot 100000 = 3700 \text{ (руб)}$$

и) Прочие накладные расходы принимаю как процент от стоимости здания:

$$С_{н.р. пр} = 0,1 \cdot С_{здан} = 0,1 \cdot 57600 = 5760 \text{ (руб)}$$

3) По проведенным расчетам составляю сметы и определяю себестоимость одного диагностирования, а также провожу калькуляцию нормо-часа, при этом принимаю затраты на ТР зданий:

$$С_{тр зд} = 0,012 \cdot 57600 = 691,2 \text{ (руб)}$$

а) Смета накладных расходов, представлена в таблице 5:

Таблица 5 – смета накладных расходов

Наименование статьи	Сумма (руб)
<b>А. Расходы, связанные с эксплуатацией технологического оборудования и оснастки:</b>	
Затраты на силовую электроэнергию	2009
Амортизационные отчисления на восстановление и капитальный ремонт оборудования и оснастки	12990
Заработная плата вспомогательным рабочим	67762,72
Затраты на возмещение износа МБП	5500
Затраты на текущий ремонт оборудования	3700
<b>Б. Расходы общецеховые:</b>	
Затраты на воду	164,36
Затраты на электроэнергию для освещения	1162,39
Амортизационные отчисления на ремонт зданий	1152
Затраты на текущий ремонт зданий	691,2
Заработная плата цехового персонала (ИТР)	87781,78
Затраты на отопление	2160
Затраты на ОТ и ТБ	1833,5
<b>В. Прочие расходы</b>	<b>5760</b>
<b>ИТОГО:</b>	<b>192666,95</b>

б) Проектная калькуляция нормо-часа, представлена в таблице 6:

Таблица 6 – проектная калькуляция нормочаса

Наименование статьи	Среднегодовая трудоемкость работ (н-ч)	Сумма расходов (руб)	
		годовая	На 1 (н-ч)
Основные расходы: Заработная плата основным производственным рабочим с начислениями	1807,2	84646,42	46,84
Накладные расходы		192666,95	106,61
ИТОГО:		277313,37	153,45

в) Собственность одного диагностирования определяю как:

$$\text{Сто}_2 = \frac{\text{Собщ}}{\text{Nгод}} = \frac{277313,37}{1506} = 184,14 \text{ (руб)}$$

### **5.3 Определение факторов экономической эффективности и проценты снижения себестоимости в результате реорганизации поста диагностики тормозных механизмов**

Экономическая эффективность – это мера целесообразности принятия экономических решений в отношении способов использования материальных, трудовых и финансовых ресурсов.

В данной работе я использую группу показателей, характеризующую сравнительную эффективность капиталовложений. Она характеризует экономические преимущества одного варианта по сравнению с другим.

1) Факторы экономии трудовых ресурсов для участка диагностирования тормозных механизмов.

а) Снижение трудоемкости за счет повышения производительности труда:

$$T_{\text{сниж}} = T_1 - T_2 = 2004,2 - 1807,2 = 197 \text{ (чел.ч)}$$

где  $T_1$  – трудоемкость до реорганизации зоны:  $T_1 = 2004,2$

$T_2$  – трудоемкость после реорганизации зоны

Тогда процент повышения производительности определяется через процент снижения трудоемкости как:

$$\%T = \frac{T_{\text{сниж}}}{T_1} \cdot 100\% = \frac{197}{2004,2} \cdot 100 = 9,83\%$$

$$K_{\text{тр}} = \%T \cdot 0,01 = 0,0983$$

б) Экономия от снижения трудоемкости:

$$\text{Э}_{\text{тр}} = \text{ФЗП}_{\text{осн}} \cdot T_{\text{сниж}} = \text{ФЗП}_{\text{осн}} \cdot K_{\text{тр}} = 84646,42 \cdot 0,0983 = 8320,7 \text{ (руб)}$$

2) Определяю затраты до решений, принятых в данном проекте:

$$C_1 = C_2 + \text{Э}_{\text{общ}} = 277313,37 + 8320,7 = 285634,07 \text{ (руб)}$$

3) Определяю процент снижения себестоимости:

а) одного диагностирования:

$$S_1 = \frac{C_1}{N_{\text{год}}} = \frac{285634,07}{1506} = 189,66 \text{ (руб)}$$

б) одного нормо-часа:

$$S_{\text{н.ч}} = \frac{C_1}{T_2} = \frac{285634,07}{1807,2} = 158,05 \text{ (руб)}$$

в) Процент снижения равен:

$$\%S_{\text{д}} = \frac{(S_1 - S_2)}{S_1} \cdot 100\% = \frac{(189,66 - 184,14)}{189,66} \cdot 100 = 2,97\%$$

$$\%S_{\text{н.ч}} = \frac{(S_1 - S_2)}{S_1} \cdot 100\% = \frac{(158,05 - 153,45)}{158,05} \cdot 100 = 2,97\%$$

4) Расчет условно-годового экономического эффекта.

а) Определяю срок окупаемости:

$$T_{\text{ок}} = \frac{KB_2 - KB_1}{C_1 - C_2} = \frac{K_{\text{доп}}}{\bar{Э}_{\text{общ}}} = \frac{32400}{8320,7} = 3,89 \text{ (лет)}$$

Тогда коэффициент эффективности капиталовложений равен:

$$E = \frac{1}{T_{\text{ок}}} = \frac{1}{3,89} = 0,257$$

б) Годовой экономический эффект при нормативном коэффициенте эффективности КВ равен:

$$\begin{aligned} \bar{Э}_{\text{с/год}} &= (C_1 + KB_1 \cdot E_{\text{н}}) - (C_2 + KB_2 \cdot E_{\text{н}}) = \\ &= (281123,4 + 129600 \cdot 0,15) - (272802,7 + 162000 \cdot 0,15) = 3460,7 \text{ (руб)} \end{aligned}$$

Или через себестоимость:

$$\begin{aligned} \bar{Э}_{\text{с}} &= (S_1 - S_2) \cdot N_{\text{год}} - KB_{\text{доп}} \cdot E_{\text{н}} = (186,69 - 181,14) \cdot 1506 - 32400 \cdot 0,15 = \\ &= 3498,3 \text{ (руб)} \end{aligned}$$

## Заключение

В рамках данной работы была разработана конструкция цилиндрической тормозной опорной системы.

Данная дипломная работа включает в себя следующее: Данная дипломная работа включает в себя следующее: - конструкция роликового тормоза.

Обзор технической литературы по тормозным системам для легковых автомобилей, их назначению, конструктивной схеме, преимуществам и недостаткам.

Были проведены расчеты основных элементов цилиндрического тормозного стенда для испытания автомобилей. На основании расчетов можно сделать вывод, что предложенная конструкция опорного основания цилиндрического тормоза может применяться в лабораториях и мастерских как дешевая и эффективная конструкция для диагностики тормозной системы легковых автомобилей.

Обосновать выбор технического процесса, определить работы, необходимые для сборки, и создать техническую процедуру сборки опорной скобы цилиндрического тормоза.

Рассмотреть вопросы безопасности проекта и охраны окружающей среды.

Определена эффективность разработки тормозного стенда с экономической точки зрения. Было установлено, что срок окупаемости минимальный, что говорит о минимальных рисках проекта.

## Список используемой литературы

1. Автомобили / А. В. Богатырев, Ю. К. Есеновский-Лашков, М. Л. Насоновский, В. А. Чернышев. Под ред. А. В. Богатырева. - М.: Колос, 2004. - 496 с.
2. Автомобили: Техническое обслуживание ремонт расчеты / В.Н.Барун, Р. А. Азаматов, В. А. Трынов и др. - М.: Транспорт, 1984. 251 с.
3. Автомобиль: Основы конструкции: Учеб, для ВУЗов специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство»/ Н. Вишняков, В. К. Вахламов, А. Н. Нарбут и др. - 2-е изд. перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1986, -304 с.
4. Анохин В. И. Отечественные автомобили. М.: Машиностроение, 1977. 592с.
5. Анурьев В.И. Справочник технолога машиностроителя / В.И. Анурьев;. – М. : Машиностроение, 1980. – 688 с.
6. Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти, № 39,2003; Информационный фонд НТЦ "Система".
7. Горина Л.Н. Обеспечение безопасности труда на производстве / Л.Н. Горина;. - Тольятти 2002. – 34 с.
8. Капрова В.Г. Методические указания по технико-экономическому обоснованию дипломного проекта конструкторского и исследовательского направлений для студентов специальности 150100 – “Авто-мобиле- и тракторостроение”. / В.Г.Капрова;. Тольятти: ТГУ. 2003. – 50 с.
9. Кисуленко Б.В. Краткий автомобильный справочник. Легковые автомобили. / Б.В. Кисуленко, – М. : Автополис-плюс, 2005. - 482 с.
10. Кузнецов Б.А Краткий автомобильный справочник / Б.А. Кузнецов. - М. : Транспорт, 1984. – 250 с.
11. Куклин Н.Г. Детали машин / Н.Г. Куклин;. – М. : Высшая школа, 1973. - 384с.
12. Лукин П.П. Конструирование и расчёт автомобиля / П.П. Лукин;.

– М. : Машиностроение, 1984. -376 с.

13. Лысов, М.И. Машиностроение / М.И. Лысов;. - М.: Машиностроение,1972.–233 с.

14. Малкин В.С. Конструкция и расчет автомобиля / В.С. Малкин; - КуАИ, 1978. – 195 с.

15. Осепчугов В.В.; Автомобиль: анализ конструкций, элементы расчета / В.В. Осепчугов; А.К. Фрумкин; - М. : Машиностроение, 1989.-304с.

16. Пехальский А. И. Устройство автомобилей: учебник для студ. Учреждений сред. проф. образования / А. И. Пехальский, И. А. Пехальский. - 2-е изд., стер. - М.: Издательский центр «Академия», 2006. - 528 с.

17. Писаренко Г.С. Справочник по сопротивлению материалов / Г.С. Писаренко; - Киев: Наукова думка, 1988.-736с.

18. Раскин А.М., Основы расчета и указания к дипломному проектированию агрегатов шасси автомобиля / А.М. Раскин; А.Ф. Яшин; - Саратов: Ротапринт, 1975.-68с.

19. Родичев В. А. Устройство и ТО грузовых автомобилей: Учебник водителя автотранспортных средств категории «С» / В. А. Родичев. - М.: Издательский центр «Академия», 2004. - 256 с.

20. Унгер Э. В., Машатин В. Н., Этманов С. А. Устройство и техническое обслуживание автомобилей КамАЗ. - М.: Транспорт, 1976. – 392 с.

21. Устройство автомобиля: Учебник для учащихся автотранспортных техникумов / Е. В. Михайловский, К. Б. Серебряков, Е. Я. Тур.—6-е изд., стереотип.— М.: Машиностроение, 1987.—352 с.

22. Черепанов Л.А. Расчет тяговой динамики и топливной экономичности автомобиля: учеб. Пособие / Л. А. Черепанов; ТолПИ. - Тольятти: ТолПИ, 2001.-40 с: ил. - Библиогр. : с. 39.

23. Шестопалов С. К. Устройство, ТО и ремонт легковых автомобилей: учебник для НПО / С. К. Шестопалов. - 7-е изд., стер. - М.: Издательский центр «Академия», 2008. - 544 с.

24. Calculation the torque moment of the clutch elastic and safety roller. Part 2012. Volume XI (XXI). P. 36 - 38.
25. Concepcion, M. Includes operating parameters, advantages and electronic components for all CVTs - 2nd edition / M. Concepcion. - Create Space Independent Publishing Platform, 2013. - 76 p.
26. Dainius L., Research on Probability for Failures in VW Cars During Warranty and Post-Warranty Periods / Mokslas: Lietuvos Ateitis, 2014. - 2 p.
27. König R. Schmiertechnik / R. König. - Springer, 1972. - p.164.
28. Maten J. Continuously Variable Transmission (CVT) / J. Maten, B Anderson. - SAE Internatioal, 2006. - 400 p.
29. Mikell P. Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems / P. Mikell. - John Wiley & Sons, 2010. - p. 1024.
30. Niemann G. Maschinenelemente: Band 1: Konstruktion und Berechnung von Verbindungen, Lagern, Wellen / G. Niemann, H. Winter. - 2005.Springer, - p.
31. Sergio M. Savaresi, Charles Poussot-Vassal, Cristiano Spelta, Olivier Sename,Luc Dugard. Gear box Control Design for Vehicles / 2010.
32. Werner E. Schmierungstechnik / E. Werner. - 1982. - p. 134.
33. Wittel H. Maschinenelemente: Normung, Berechnung, Gestaltung - Lehrbuch und Tabellenbuch / H. Wittel, D. Muhs, D. Jannasch. - Vieweg+Teubner Verlag, 2011. - p. 810.

Приложение А  
Спецификации

Перв. примен.	Справ. №	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чание			
						<i>Документация</i>					
		A1			23.ДП.ПиЭА.157.80.00	Сборочный чертеж	2				
		A4				Расчетно-пояснитель- ная записка	1				
						<i>Сборочные единицы</i>					
				1	23.ДП.ПиЭА.157.80.01	Рама	1				
				2	23.ДП.ПиЭА.157.80.02	Опорное устройство	2				
				3	23.ДП.ПиЭА.157.80.03	Подъемное устройство	2				
				4	23.ДП.ПиЭА.157.80.04	Пульт управления стационарный	1				
						<i>Детали</i>					
				5	23.ДП.ПиЭА.157.80.05	Болт фундаментный	12				
						<b>23.ДП.ПиЭА.157.80.00</b>					
Инв. № подл.		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<b>Общий вид тормозного стенда</b>				
		Разраб.	Осипов Н.В.						Лист	Лист	Листов
		Пров.	Угарова Л.А.						1	2	2
		Руковод.	Угарова Л.А.						ТГУ, ИМ, гр. АТс-1801z		
		Н.контр.	Угаровал Л.А.								
	Утв.	Бойровский АВ									

Копировал

Формат А4







