

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра Проектирование и эксплуатация автомобилей

(наименование)

23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и автомобильный сервис

(направленность (профиль)/специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Разработка стенда проверки стартера грузового автомобиля

Студент

В.Р. Межевич

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. экон. наук, доцент Чумаков Л.Л.

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

Консультанты

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

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

Тольятти 2022

## Аннотация

Тема выпускной квалификационной работы «Разработка стенда проверки стартера грузового автомобиля». Актуальность темы обусловлена ростом числа грузовых автомобилей.

Структура дипломной работы представляет собой четыре главы, оглавление, введение и заключение, список литературы, включающий иностранные источники. В расчетно-пояснительной записке работа иллюстрирована рисунками, основные расчеты и данные сведены в таблицы. Графическая часть представлена на девяти листах формата А1.

Ключевым значением проекта является разработка специального оборудования, применяемого при проведении испытаний автомобильных стартеров. Целью проекта является разработка специализированного стенда для испытания стартеров грузовых автомобилей. В работе нашли применение знания, полученные в процессе обучения.

Дипломная работа логически может быть разбита на следующие связанные разделы. Был произведен анализ конструкции испытательных стендов, включая образцы, производимые серийно. Произведен подбор наиболее конструктивно близких образцов, на основе которых производилась разработка конструкции стенда. Выполнен расчет отдельных узлов и деталей, силовые и прочностные расчеты конструкции.

В ходе выполнения работы была разработана технология проведения испытаний и сформирована технологическая карта на проведение работ по испытаниям автомобильного стартера. Произведен анализ безопасности при проведении сборочных работ на участке.

Результаты проведенной работы представлены в расчетно-пояснительной записке.

## Содержание

Введение .....	4
1 Анализ конструкции и обоснование выбора конструкции стенда для испытания стартеров .....	6
2 Конструкторская часть .....	14
2.1 Техническое задание на разработку устройства конструкции стенда для испытания стартеров .....	14
2.2 Техническое предложение на разработку устройства конструкции стенда для испытания стартеров .....	16
2.3 Прочностной и силовой расчет основных элементов конструкции ...	28
3 Разработка технологического процесса ремонта и обслуживания стартера	32
3.1 Параметры диагностирования состояния стартера .....	32
3.2 Наиболее характерные неисправности агрегата .....	33
3.3 Технологический процесс диагностирования стартера, снятого с грузового автомобиля .....	34
4 Охрана труда и безопасность объекта проектирования .....	37
4.1 Характеристика объекта проектирования (технологического процесса сборочных работ) .....	37
4.2 Идентификация профессиональных рисков .....	37
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков .....	42
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта .....	45
4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта .....	47
Заключение .....	49
Список используемых источников .....	51
Приложение А Спецификация .....	54

## Введение

Современные реалии диктуют новые подходы в организации работ на всех уровнях. Все больше и больше используется транспортных средств для транспортировки грузов, а также специализированной техники, созданной на ее базе. В первую очередь это касается грузовых автомобилей отечественного производства, марки КамАЗ, которые являются базой для очень многих видов транспортных средств. В современных условиях большое значение приобретает качественный и своевременно проведенный ремонт, в результате которого необходимо не только произвести замену изношенных деталей, но и убедиться в работоспособности агрегата на различных режимах, что возможно произвести только на специализированных стендах.

Стартер является агрегатом автомобильного двигателя, который отвечает за пуск. Данный агрегат работает в сложных условиях, подвергаясь высоким механическим нагрузкам во время запуска двигателя и находясь в неблагоприятных термических условиях, поскольку монтируется непосредственно к картеру двигателя.

Грузовая техника на базе автомобиля КамАЗ предназначена для транспортировки сыпучих строительных материалов, таких как грунты, песок, щебень и тому подобных материалов с мест производства или хранения и равномерного распределения их при строительстве и ремонте автомобильных дорог. Также техника работает в других неблагоприятных дорожных условиях, связанных с повышенной вибрацией и нагрузками. Это в свою очередь также сказывается на техническом состоянии всех автомобильных агрегатов.

При эксплуатации транспортных средств возникает необходимость проведения работ, связанных с технической приемкой и поверкой отдельных узлов и агрегатов, отвечающих за работоспособность автомобиля. Стартеры двигателя, после проведения ремонта, должны подвергаться проверке работоспособности на различных режимах. В частности, по существующим

методикам проверки электрических машин, коими и являются стартеры, проверка должна производиться на режиме холостого хода, рабочей нагрузки и в режиме полного торможения. Следовательно, для проведения комплексной проверки и имитации этих режимов с проведением замеров параметров работы стартера, с последующей диагностикой его работоспособности.

Создание подобного стенда для проведения испытаний необходимо для специализированных испытательных лаборатории и научных центров. Для лабораторий подобное необходимо в рамках проведения испытаний при поверке и сертификации стартеров после проведения их модернизации или внесения в конструкцию изменений. Для научных центров подобное оборудование может быть использовано при проведении исследовательских работ по новым типам стартеров или при внесении изменений в конструкцию, например применении новых видов редукторных устройств и материалов или внесении изменений в конструкцию механизма.

Подобное оборудование также предназначено для широкого использования на предприятиях автомобильного транспорта, поскольку оно применяется при послеремонтной диагностике стартера. В процессе поиска будут изучены образцы техники, которая используется для проведения аналогичных испытаний, откуда будут взяты технические решения, которые в дальнейшем будут использованы в разрабатываемой конструкции.

## **1 Анализ конструкции и обоснование выбора конструкции стенда для испытания стартеров**

Устройство для испытания стартеров – устройство, применяемое в качестве до- и послеремонтной диагностики автомобильных стартеров. Конструкция находит свое применение на участке ремонта электрооборудования станций технического обслуживания и автотранспортных предприятий. Как следует из названия самого устройства, предназначено оно для проведения испытаний автомобильных стартеров на следующих режимах:

- испытания в режиме холостого хода;
- испытания в рабочем режиме под нагрузкой;
- испытания в режиме полного торможения.

Рассмотрим различные виды конструкций стенда для испытания стартеров, которые были обнаружены в результате поиска аналогов.

Одним из найденных устройств будет являться стенд Э-250, контрольно-испытательный стенд регулировки электрооборудования, показанный на рисунке 1.

Стенд Э-250 предназначен для проверки различных видов электрооборудования и агрегатов, таких как стартер и генератор автомобиля. Проверка производится на режимах, которые имитирует рабочие, аналогичные по характеристикам тем, которые испытывают агрегаты при работе на автомобиле. Характеристики стенда приведены в таблице 1.

Режимы проверок максимально приближены к условиям эксплуатации.

«В стенде реализована революционная методика проверки генераторов. Ее режим максимально приближен к эксплуатационному: плавно изменяется частота вращения и ток нагрузки.

Широкий спектр исполнений позволяет выбрать стенд с необходимым сочетанием цены и функциональных возможностей. Внутри каждой группы можно методом опционной доработки получить любое исполнение.

Исполнения стенда делятся на две группы: универсальные (12В/24В) и легковые (12В), в зависимости от принадлежности проверяемого электрооборудования к автомобилям с разным бортовым напряжением.

В каждой группе есть генераторное исполнение, исключающее проверку стартеров, что не мешает его опциональной доработке в случае смены потребителя.

В качестве источника стартерного питания применяется сетевой источник питания СИП или аккумуляторные батареи. В аккумуляторном варианте в случае <подсаженного> аккумулятора можно использовать стороннее пуско-зарядное устройство.» [11]



Рисунок 1 – Контрольно-испытательный стенд регулировки электрооборудования Э-250

Таблица 1 – Характеристики стенда Э-250

Наименование параметра	Значение
Частота вращения, об/мин	0...10 000
Сила постоянного тока, А	0...5, 0...150, 0...500, 0...1000
Напряжение постоянного и переменного тока, В	0...2, 0...20, 0...40
Крутящий момент, Нм	0...100
Сопротивление постоянному току, Ом	0...100, 0...100000
Максимальная мощность, потребляемая из сети при проверке стартеров, кВА	20
Время установления рабочего режима, мин	15
Время непрерывной работы	8
Наработка на отказ, час	1000
Средний срок службы, лет	8
Номинальное напряжение проверяемого оборудования, В	2 / 24
Вес, кг	400 кг
Длина, мм	1200 мм

Другим аналогом конструкции является конструкция стенда KraftWell KRW220Inverter, электрический стенд для проверки генераторов и стартеров. Конструкция стенда представлена на рисунке 2. Технические характеристики стенда представлены в таблице 2.

«Стенд электрический для быстрого испытания и контроля работы электрооборудования автомобилей - стартеров и генераторов.» [11]

Как и ранее рассмотренный стенд Э-250, он предназначен для проверки стартеров и генераторов, демонтированных с автомобиля. Проверка производится на режимах, аналогичным эксплуатационным. Для снятия



показаний с датчиков, стенд имеет в составе тензостанцию, оснащенную аналого-цифровым преобразователем с выводом на ПК через СОМ-порт.



Рисунок 2 – Электрический стенд для проверки генераторов и стартеров KraftWell KRW220Inverter

Таблица 2 – Технические характеристики стенд для проверки генераторов и стартеров KraftWell KRW220Inverter

Наименование параметра	Значение
Упаковочные размеры	720/640/630 Д/Ш/В, мм
Вес брутто	65 кг
Количество мест в упаковке	1 шт
Перевозка в вертикальном положении	да

Продолжение таблицы 2

Категория	Проверка электрооборудования
Длина	750 мм
Ширина	750 мм
Высота	800 мм
Вес	52 кг
Сеть	220 В

Еще один обнаруженный аналог конструкции стенда, стенд представленный на рисунке 3. Это стенд Э-242, предназначенный для проверки стартеров и генераторов.



Рисунок 3 – Электрический стенд для проверки генераторов и стартеров Э-242

«Данный стенд предназначен для контроля и ремонта:

- снятого с автомобиля электрооборудования
- контрольно-испытательный стенд для проверки генераторов до 6,8 кВт в режиме холостого хода и под нагрузкой стартеров до 11 кВт в режиме холостого хода и полного торможения;

- реле регуляторов;
- тяговых реле стартеров;
- реле-прерывателей;
- коммутационных реле;
- электроприводов агрегатов автомобилей;
- обмоток якорей;
- полупроводниковых приборов;
- резисторов;

Стенд оснащается:

- электроприводом для вращения генераторов
- источником стартерного тока
- нагрузочными устройствами
- устройствами проверки якорей и контроля изоляции
- средствами измерений напряжения, силы тока, электрического сопротивления, крутящего момента, частоты вращения

Стенд поставляется с полным комплектом принадлежностей, необходимых для выполнения проверок.» [13]

Как и ранее представленные стенды, испытания проводятся как для генератора, так и для стартера. Для привода генератора стенд оснащается асинхронным однофазным двигателем переменного тока с возможностью быстрого демонтажа шкива.

Технические данные стенда Э-242.

Диапазоны измерений:

- напряжение постоянного тока, В: 0...20, 12...16...40, 24...32

– сила постоянного тока, А: 0...5, 0...500...150, 0...500, 0...1500

В процессе анализа был обнаружен стенд для проверки генераторов и стартеров (цифровой) 380В, SPIN (Италия) BANCOPROVA D TRUCK EVO, рисунок 4.



Рисунок 4 – Стенд для проверки генераторов и стартеров (цифровой) 380В, SPIN (Италия) BANCOPROVA D TRUCK EVO

«Испытательный стенд для проверки генераторов (стандартных и электронных) и стартеров 12-24 В. Испытательный стенд, в напольном исполнении, позволяющий проводить ускоренные испытания стартеров и генераторов 12-24 В, мощностью до 3500 Вт (легковые автомобили, грузовые автомобили до 7,5 т., сельскохозяйственные машины). Предназначен для обычных станций технического обслуживания, мастерских

специализирующихся на ремонте электрооборудования, профессиональных образовательных учреждений. Оборудован необходимыми средствами для возбуждения электронных генераторов. Испытание генератора 12-24 В с зарядным реостатом и с предупредительной световой сигнализацией. Испытание стартеров мощностью до 11 кВт., в режиме холостого хода и под нагрузкой при помощи механического тормоза. В комплекте с адаптерами для проверки регуляторов типов COM(BSS/LIN, BMW, VW, Mercedes-Benz, Audi, Ford, Volvo, Mazda, Renault, Citroen, Peugeot), RLO (Toyota, Lexus), SIG (Ford, Volvo, Mazda, Land Rover), P-D (Kia, Mazda, Honda, Acura, Suzuki), L/D+, RCV (Chevrolet, Opel). Проверка якорей и обмоток при помощи входящего в комплект поставки устройства 04.036.00.» [3]

В качестве эталонного аналог, представленный на рисунке 4 принят ввиду его универсальности и возможности использования в широком диапазоне моделей.

Таким образом, в результате проведенного поиска было установлено, что основным направлением конструкторского воздействия будет модернизация в направлении усовершенствования кронштейна и механизма фиксации.

Были обнаружены патентные аналоги и отобраны наиболее перспективные с точки зрения реализации конструкторских идей, заложенных в них. Результаты проведенного анализа будут вынесены на лист графической части работы.

## **2 Конструкторская часть**

### **2.1 Техническое задание на разработку устройства конструкции стенда для испытания стартеров**

Необходимо спроектировать устройство, предназначенное для испытания стартеров грузовых автомобилей, способное обеспечить надежность и точность проведения испытания. Данное изделие относится к диагностическому испытательному оборудованию, в частности к устройствам для испытания агрегатов, демонтированных с автомобиля. Предполагается использовать устройство на СТО, АТП и специализированных ремонтных предприятиях, где производится ремонт электрических агрегатов. Проектирование устройства производится в рамках выпускной квалификационной работы бакалавра, в соответствии с выданным заданием на выпускную квалификационную работу.

В качестве источника разработки будет являться анализ промышленных образцов, конструкции устройств для мойки колес автомобилей, проведенный в предыдущем разделе. Результаты анализа в виде аналитической таблицы сравнения технических характеристик и построенной по этим данным циклограммы представлены на листе графической части.

«Требуется разработать устройство, предназначенное для испытания стартеров различных типов во всех режимах (режим холостого хода, рабочий режим, режим полного торможения). Данное изделие должно быть адаптировано к испытанию стартеров автомобилей КамАЗ. Изделие будет эксплуатироваться в закрытых помещениях с твердым половым покрытием (бетонная стяжка, металлическая плитка и т.д.), с температурой воздуха - 5°...+50°С.

Разработка ведется по заданию кафедры «ПЭА» Тольяттинского государственного университета в рамках выполнения выпускной квалификационной работы.» [12]

Требуется обеспечить при разработке следующие технические характеристики стенда.

- испытательный стенд должен быть разработан с учетом особенностей крепления стартера КамАЗ, различных модификаций;
- в качестве нагрузочного устройства необходимо использовать механический инерционный механизм, состоящий из маховых масс;
- в качестве измерительного устройства необходимо использовать динамометрический ключ, для визуального контроля процесса нагружения;
- требуется использовать в конструкции стенда стандартные узлы и детали от механизмов автомобиля ВАЗ, с целью удешевления конструкции и упрощения сборки.

Предполагаемые характеристики конструкции стенда:

- габаритные размеры, мм, не более: 1600 x 1000 x 1000
- масса стенда, кг не более: 250
- максимальный тормозной момент, Н·м: 500

«Органы управления и приборы контроля должны находиться на высоте 700...800 мм от уровня пола, причем усилие поворота должно быть не более 80 Н. Все рычаги должны находиться в зоне досягаемости рук оператора, без перемещения туловища. Рабочее положение оператора – стоя. Рукоятки должны быть снабжены резиновыми накладками, для предотвращения соскальзывания рук.

Внешние очертания механизма должны отвечать требованиям технической эстетики и передавать функциональный характер. Композиционное решение установки должно быть таково, что гармоничное соотношение элементов достигается за счет пропорционального сочетания элементов конструкции, пропорциональный подбор габаритов станины.

Визуально создается впечатление устойчивости конструкции. Острые углы стенда рекомендуется скруглить, рекомендуется окрасить станину и агрегаты стенда в серо-зеленый либо в серо-голубой цвет. Внутренние поверхности защитных кожухов и электрошкафов окрасить в красный цвет. Не допускаются выступающие за габариты стенда детали, если того не требует их функциональное предназначение.» [9]

Для безотказной и эффективной работы данного изделия ТО данного изделия должно проводиться не менее 1 раза в 3 месяца, Составные части конструкции легко должны подвергаться сборке-разборке при замене деталей или транспортировке. Для защиты от коррозии все основные металлические поверхности должны быть окрашены влаго-маслостойкими красками. Детали вращения должны быть смазаны и защищены от попадания пыли и грязи. Изделие транспортируется в собранном виде.

- примерная себестоимость изделия, не более: 150 000 руб
- срок окупаемости: 2,5 года

Сроки и порядок согласования технического задания отражается в задании на выпускную квалификационную работу и согласовывается с научным руководителем проекта.

## **2.2 Техническое предложение на разработку устройства для фиксации распределительных валов**

Получено техническое задание на разработку конструкции устройства для испытания стартеров грузовых автомобилей, демонтированных с двигателя. Предполагается проведение испытательных работ, как перед проведением ремонта для установления работоспособности агрегата, так и после проведения ремонта для выявления послеремонтных дефектов. Разрабатываемая конструкция стенда призвана облегчить работу с



отремонтированным стартером автомобиля и способствовать повышению культуры производства.

Дополнительно был произведен поиск по источникам патентной информации. Это сделано для того, чтобы в рамках технического предложения найти дополнительные технические решения, которые могут быть использованы в конструкции стенда. В ходе дополнительного поиска был обнаружен стенд, описанный в авторском свидетельстве № 2079122, Россия.

На рисунке 5 изображен испытательный стенд, вид сбоку; на рисунке 6 – вид сверху.

«На рисунках 5 и 6 изображен стенд, приспособленный для испытаний стартером электродвигателей М. В частности, этот стенд приспособлен для предпочтительного применения и области автомобильной промышленности.

Стенд 1 содержит жесткую опорную конструкцию (например, станину или рабочий стол) 2, которая поддерживает расположенный на ней стол 3 правильной четырехугольной формы. Тормоз 4, представляющий собой, в предпочтительном исполнении, фрикционный динамометрический тормоз, размещен на столе 3, в центральной части указанного стола 3. Тормоз 4 снабжен двумя выходными валами 5, расположенными горизонтально и в основном в одной плоскости с продольной центральной осью стола 3.» [9]

«Две муфты 6 (обычно электромагнитные муфты) расположены соосно выходным валом 5 тормоза 4, благодаря чему муфты 6 в положении зацепления выполняют соединение и передачу вращения от каждого выходного вала 5 тормоза 4 к соответствующему телу вращения – ротору 7, оборудованному в своей периферийной части радиальным или торцевым зубчатым венцом. Каждый ротор 7 можно поэтому сравнить, по сути, с маховиком двигателя внутреннего сгорания, снабженным периферийным зубчатым венцом для зацепления с шестерней стартера. Каждый зубчатый ротор 7, кроме того, соединен с выходным валом соответствующего малоинерционного испытательного электродвигателя 8.» [13]

«Электромагнитные муфты 6 и двигатели 8 подключены к устройствам 9 питания и управления, которые расположены внутри опорной конструкции 2 и в свою очередь управляются соответствующими средствами управления, контролируемые компьютером D, находящимся внутри, по крайней мере одного, шкафа В, связанного с конструкцией 2 кабеля С, по которому передаются сигналы питания и управления от шкафа В к узлам, входящим в конструкцию 2. Последняя предпочтительно представляет собой разделенный на отсеки корпус, имеющий дверцы, которые могут быть открыты для обеспечения легкого доступа к находящимся внутри электроузлам. Она обычно включает также вспомогательные устройства, такие как электроклапаны 10, приспособленные для подачи сжатого воздуха в каналы 11, причем этот сжатый воздух используется для охлаждения испытываемых электродвигателей М.» [9]

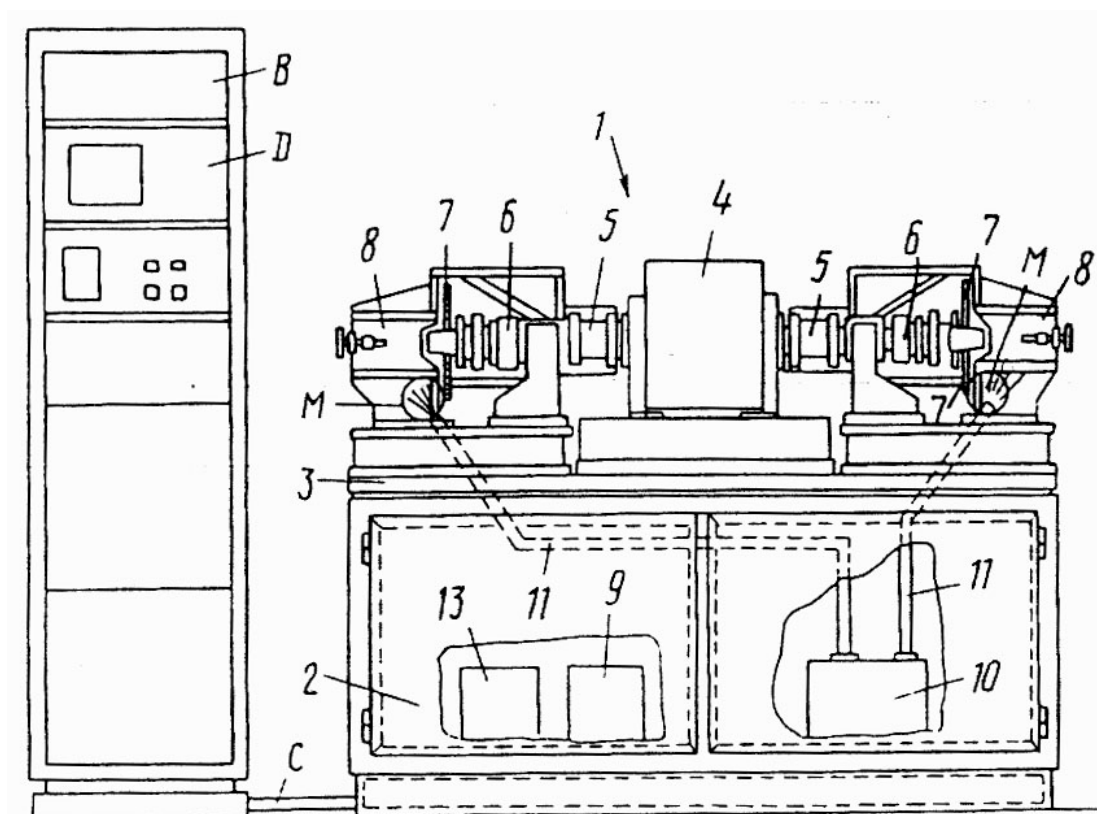


Рисунок 5 – Стенд для испытания стартеров, вид сбоку

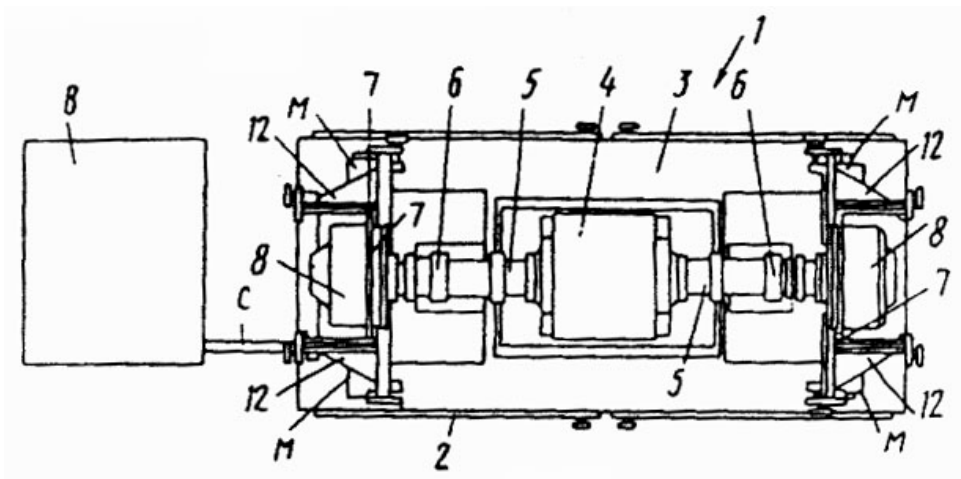


Рисунок 6 – Стенд для испытания стартеров, вид сверху

«Как уже упоминалось, тормоз 4 предпочтительно представляет собой охлаждаемый водой динамометрический фрикционный тормоз.

Испытываемые электродвигатели М устанавливают на кронштейны, расположенные на противоположных сторонах каждого из зубчатых роторов 7 таким образом, чтобы обеспечить зацепление шестерни электродвигателя М с зубчатым венцом ротора 7. С этой целью элементы испытываемых двигателей предпочтительно изготавливают в виде салазок 12, регулируемых по двум осям (продольной и поперечной осям по отношению к конструкции 2) таким образом, чтобы обеспечивалась простота зацепления шестерни электродвигателя М с соответствующим зубчатым ротором 7, даже в случае, когда двигатели имеют различные характеристики. Следует отметить, что условия установки электродвигателей М на стенде 1 обеспечивают не только строго заданное механическое соединение (с привязкой к режиму зацепления шестерен с зубчатым ротором 7), но также:

- соединение указанных электродвигателей с соответствующим источником 13 электропитания, который расположен внутри конструкции 2 и управляется компьютером D с тем, чтобы обеспечить в начальной фазе испытания моделирование пуска электродвигателя, заторможенного

максимальным тормозным моментом, и предпочтительно

– расположение электродвигателей М согласно с выходными соплами каналов 11 для подачи струй сжатого воздуха, управляемых электроклапанами 10 с тем, чтобы обеспечить быстрое охлаждение коллекторов электродвигателей М в конце испытания.» [9]

«Кроме того, стенд 1 покрывается защитными кожухами, устанавливаемыми с возможностью скольжения в продольном направлении по отношению к указанному стенду (не показаны), которые позволяют получить легкий доступ ко всем механическим элементам.

Каждый цикл испытания (описание относится к одновременному испытанию четырех электродвигателей М) осуществляется в соответствии с последовательностью, описанной ниже.

Сначала четыре электродвигателя М устанавливают на стенд 1, причем их помещают на соответствующие направляющие элементы – салазки 12 таким образом, чтобы привести в зацеплении шестерни с зубчатым венцом двух роторов 7.

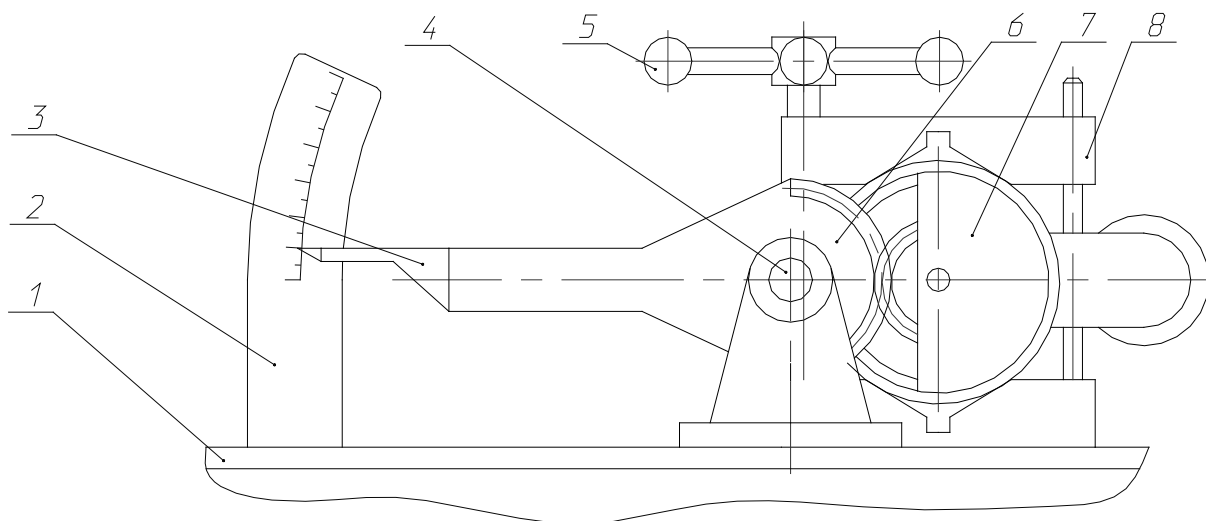
Как только испытываемые электродвигатели установлены на стенде 1, компьютер D проверяет положение зацепления муфт 6 (чтобы зубчатые роторы 7 составляли единое целое с выходными валами 5 тормоза 4) и таким образом подключает источник 13 питания с тем, чтобы проверить электрический разряд, подаваемый на электродвигатели, подобный разряду, производимому автомобильным аккумулятором, причем разряд длится примерно 1 с. Электродвигатели М, возбужденные таким способом, приводят во вращение зубчатые роторы 7 и, следовательно, фрикционный тормоз 4, до 1300 об/мин при заданном максимальном тормозном моменте.» [9]

«В конце этого периода времени (например, 1 с), в течение которого поддерживаются данные условия, соответствующую муфту 6 переводят в нейтральное положение, в то время как соответствующий малоинерционный электродвигатель 8 запускается и в течение короткого периода времени

(обычно 0,5 с) вращает соответствующий ротор 7 с соответствующей скоростью, например скорость вращения шестерен электродвигателей М составляет около 20000 об/мин. Таким путем моделируется и поддерживается в течение примерно 1 с фаза так называемого разноса. В конце этого периода пусковой электродвигатель 8 переводится в тормозное положение таким образом, чтобы остановить испытательную систему в течение примерно 0,5 с. В этот момент открывается электроклапан 10, который через канал 11 подает сжатый воздух для охлаждения коллектора электродвигателя, подвергаемого испытанию. Затем компьютер D обеспечивает проведение испытания электродвигателя М, установленного на следующей позиции, причем эта операция повторяется n-ное число раз до тех пор, пока не достигнуто предварительно заданное определенное количество циклов или не выявлена первая аномалия.» [9]

Данное изделие относится к диагностическому испытательному оборудованию, в частности к устройствам для испытания агрегатов, демонтированных с автомобиля. Устройство будет использоваться на СТО, АТП и специализированных ремонтных предприятиях, где производится ремонт электрических агрегатов, в частности стартеров двигателей автомобиля.

Наряду с промышленными образцами и описанием к изобретению, в рамках технического предложения был обнаружен стенд для проверки стартера после его ремонта. Данный стенд был разработан и внедрен на опытно-промышленном производстве ВАЗа для специализированной фирменной станции технического обслуживания «Автоцентр-ВАЗ». Конструкция выполнена из узлов серийных агрегатов ВАЗ и деталей, изготавливаемых самостоятельно в условиях единичного производства. Схема аналога изображена на рисунке 7



1 – станина; 2 – шкала; 3 – указатель; 4 – торсионный вал; 5 – маховик; 6 – зубчатый сектор; 7 – стартер; 8 – зажим

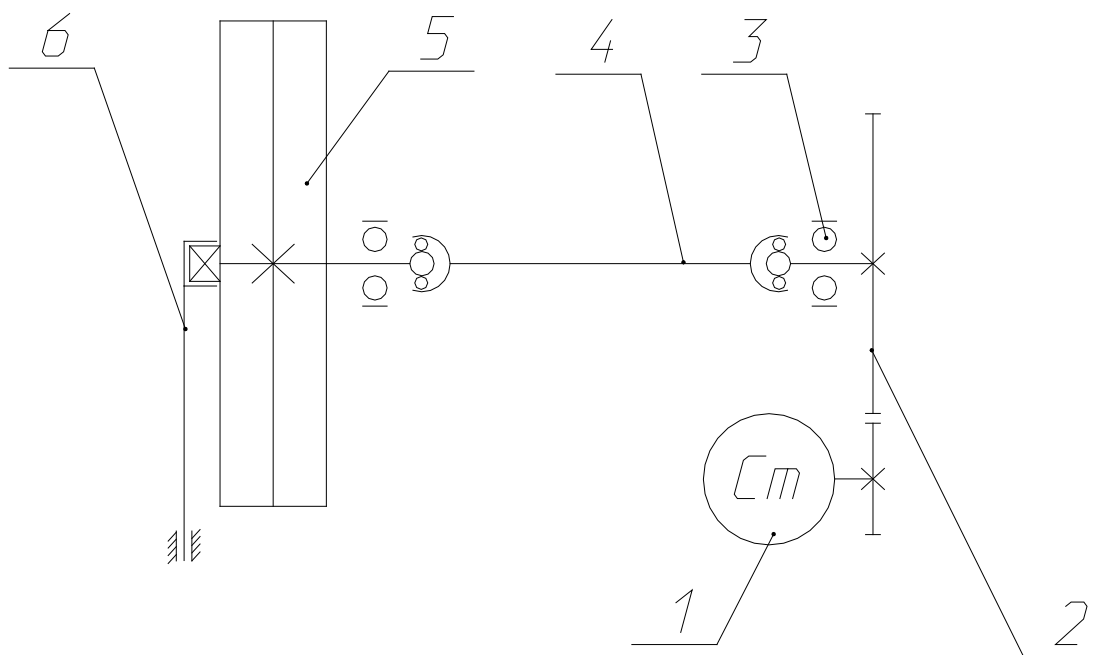
Рисунок 7 – Аналог рассматриваемой конструкции стенда, применяемый на СТО «Автоцентр-ВАЗ»

«Установка работает следующим образом. Стартер, предназначенный для испытания устанавливается на станине посредством закрепления в зажиме и подключается к электрической системе. После пуска стартерная шестерня соединяется с зубчатым венцом сектора, что приводит к проворачиванию указателя, жестко связанного с торсионным валом. Угол проворачивания характеризует развиваемый стартером крутящий момент, который фиксируется по шкале.» [2]

Очевидно, что данная конструкция, рассмотренная в качестве аналога имеет ряд недостатков, а именно:

- проверка стартера только в режиме полного торможения;
- отсутствие возможности проверки стартеров других типов ввиду сложности перенастройки стенда;
- сложность закрепления стартеров разных типов, необходимость подгонки размещения венца.

Для разработки конструкции стенда, нами была разработана кинематическая схема устройства, приведенная на рисунке 8. На кинематической схеме представлены основные компоновочные решения разрабатываемого устройства и показаны основные технические решения.



1 – испытываемый стартер; 2 – маховик; 3 – подшипниковая опора; 4 – карданный вал; 5 – блок маховых масс; 6 – динамометрический узел.

Рисунок 8 – Кинематическая схема разрабатываемого стенда

Главным отличием от предложенных в ходе поиска решений будет являться специализация стенда для испытания только стартера, что позволит значительно упростить, а значит и удешевит конструкцию. В соответствии с требованиями в техническом задании, в конструкции стенда будут использованы узлы и детали, используемые в серийных узлах автомобилей. Отдельные узлы, применяемые в конструкции, такие как вал привода, подшипниковые опоры и отдельные элементы, будут использованы от автомобиля ВАЗ. Нагрузка в рабочем режиме будет имитироваться пакетом

маховых масс, которые будут создавать инерционную нагрузку при страгивании пакета в момент запуска. Динамометрический узел будет использоваться для измерения величины крутящего момента в режиме полного торможения.

Электрическая схема станда приведена на рисунке 9.

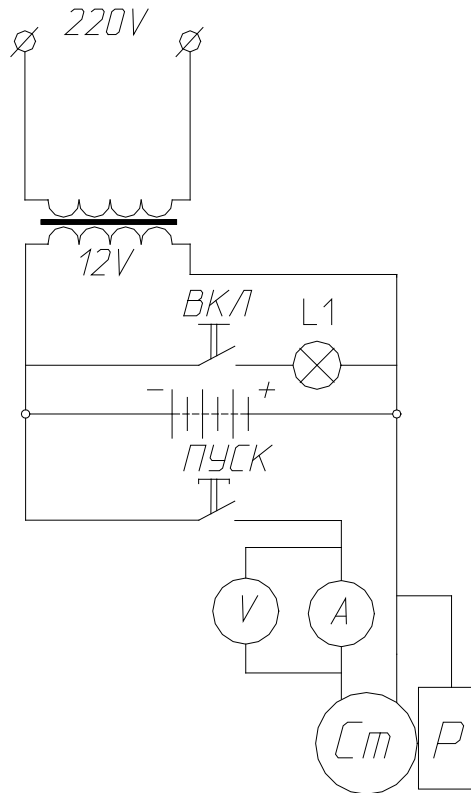


Рисунок 9 – Электрическая схема станда

«Предполагается проведение пуска стартера от аккумуляторной батареи, подзарядка которой будет производиться от сети переменного тока в 220 В через зарядное устройство. Сообразно с электрическими требованиями устройства зарядки необходимо подключение его через понижающий трансформатор и выпрямительное устройство (не показано), так как стартер является двигателем постоянного тока. Кнопка «ВКЛ» производит включение



зарядного устройства, о чем свидетельствует лампа L1. Пуск стартера производится кнопкой «ПУСК». Кнопка «Пуск» не имеет фиксации.» [12]

Рассмотрим принятые на проработку разрезы с целью выявления особенностей конструкции.

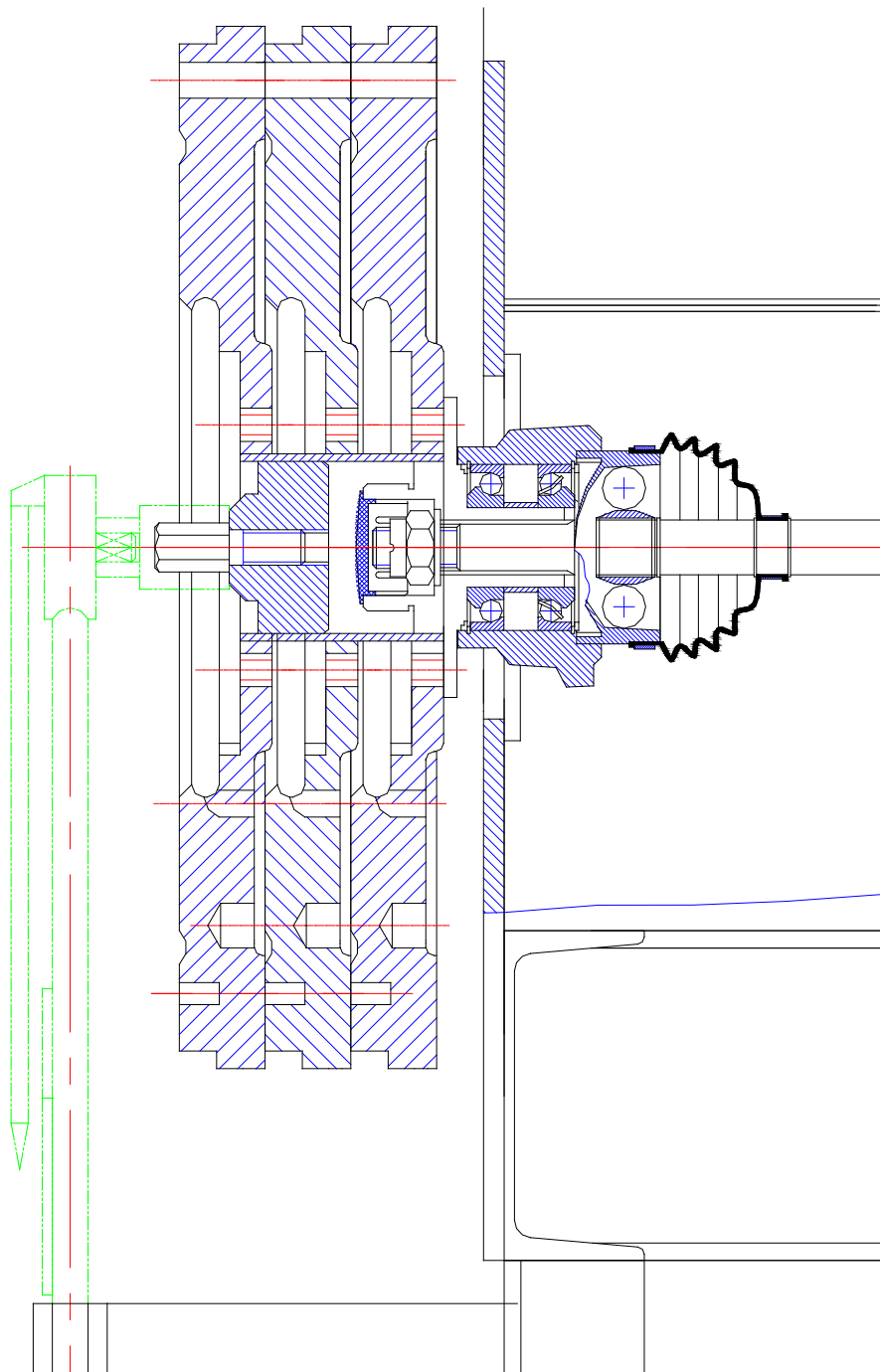


Рисунок 10 – Разрез по блоку маховых масс.

Блок маховых масс необходим для имитации инерции двигателя. Как было обговорено в техническом задании, в качестве опоры используется

ступица автомобиля переднеприводной компоновки ВАЗ, закрепленная на раме. В качестве измерителя момента в режиме полного торможения применяется динамометрический ключ, который закрепляется на маховике, а рукоятка его помещается в упор.

Предполагается в качестве механизма фиксирующего нагрузку применять динамометрический ключ. Ключ закрепляется на раме посредством кронштейна, который приваривается к динамометрическому ключу. При изменении величины крутящего момента происходит изгибание торсиона, что вызывает отклонение стрелки, по величине которого судят о величине момента. Также возможно применение электронного регистрирующего устройства, в этом случае в качестве регистрирующих элементов применяются тензодатчики, также размещаемые на торсионном валу.

«Проработка внешнего эстетичного вида разрабатываемого изделия производится для повышения маркетинговой привлекательности продукции, а также с целью создания оптимальной гармонии изделия с условиями эксплуатации.

Каркас изделия изготавливается, ввиду его сложной формы, из швеллеров, скрепляемых между собой сваркой. При проектировании формы корпуса учтены психофизические особенности восприятия человеком формы изделия. В частности станина выполнен в пропорциях, соизмеримых с размерами маховика, что сделано с целью визуально создать впечатление устойчивости конструкции, но вместе с тем при пропорциональности выполнения исключается визуальное впечатление громоздкости.» [2]

«Внешний вид изделия полностью характеризует выполняемые им функции. На конструкции четко выражены рабочий орган (узел крепления стартера, рукоятка управления тормозом, динамометрический ключ) и органы привода передачи момента (привод). Благодаря компактному размещению всех частей изделия в корпусе, установленное в цехе изделие не нарушает его

композиционное решение, что выгодно отличает его от ряда существующих аналогов.

Немаловажное значение при проработке эстетических требований стоит уделить окраске изделия, которая не должна быть достаточно заметной, чтобы не выступать дополнительным раздражающим фактором для рабочего. Рекомендуется окрасить установку в серо-голубой цвет, так как подобная окраска визуально скрадывает габаритные размеры изделия, что немаловажно, учитывая то, что изделие предполагается располагать в цехе. При окраске рекомендуется применять эмалевые краски. Опорную площадку стола выполнить из листового металла, узел крепления стартера окрасить в оранжевый цвет, с нанесенными черными полосами.» [13]

«Немаловажное значение при проектировании какого-либо изделия имеют его эргономические показатели, то есть его степень приспособленности к усредненным человеческим параметрам. Именно эти параметры и являются определяющими при дальнейшем внедрении изделия в производство.

Установка предназначена для проверки стартера, что сопряжено с шумом, поэтому пульт оператора следует отнести на расстояние 0,5 – 1 м. Помещение, в котором производится работа должно быть сухим, с твердым покрытием. Усилие рабочего при нажатии на кнопку должно составлять не более 15 Н. Пульт следует заземлить. При проведении работ, конструкция установки должна обеспечивать рабочему оптимальные углы обзора, для обеспечения безопасности выполнения работ. Горизонтальные углы обзора (без учета поворота головы рабочего) должны составлять 60°, вертикальные- 10° вверх и 30° вниз.

Шкала должна находиться в зоне досягаемости рабочего, также должны соблюдаться углы поворота рук рабочего, аналогичные требования на положение туловища.» [2]

### 2.3 Прочностной и силовой расчет основных элементов конструкции

Расчет крутящих моментов возникающих в процессе работы.

Расчет производится исходя из того, что стенд предназначен для испытания стартеров различных типов. В качестве нагрузочного устройства предполагается применение маховых масс. Испытание стартера производится на рабочих режимах, включая режим полной остановки, что позволит получить максимальный крутящий момент на выходном валу стартера. Для стартеров, применяемых для запуска двигателей автомобилей КамАЗ, согласно пусковым характеристикам, рабочий крутящий момент составляет  $M_{кр} = 90 \text{ Н}\cdot\text{м}$ .

Передаваемый крутящий момент определяется из передаточного отношения «стартерная шестерня-маховик».

Число зубьев на стартерной шестерне  $n_1 = 11$ .

Число зубьев на венце маховика  $n_2 = 128$ .

Передаточное отношение определяется как:

$$u = \frac{n_2}{n_1} \quad (1)$$

$$u = 128 / 11 = 11,64$$

Тогда крутящий момент на полуоси:

$$M = M_{кр} \cdot u \quad (2)$$

$$M = 90 \cdot 11,64 = 1047,6 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Следовательно, для полного затормаживания оси необходимо преодоление крутящего момента в 1047,6 Н·м.

Расчет болтов крепления вала на срез.

При передаче крутящего момента от стартера к валу болты испытывают напряжения изгиба, при контакте с плоскостями фланца редуктора под действием крутящего момента возможен срез болтов. Тогда минимальный диаметр болта будет рассчитан как:

$$d = \sqrt{\frac{F \cdot 4}{\pi \cdot i \cdot [\tau_{\text{ср}}]}} \quad (3)$$

где  $i$  – число плоскостей среза ( $i = 2$ );

$d$  – диаметр болта, м;

$[\tau_{\text{ср}}] = 85$  МПа – допускаемое напряжение на срез, для стали 45;

$F$  – нагрузка на соединение.

Нагрузка на соединение будет определяться из условия:

$$F = M_{\text{кр}} \cdot r / 4, \quad (4)$$

где  $r$  – радиус вращения, принимаем согласно конструкции,  $r = 36$  мм.

$$F = 1047,6 \cdot 0,036 / 4 = 9,4 \text{ Н}$$

$$d = \sqrt{\frac{9,4 \cdot 4}{3,14 \cdot 2 \cdot [85]}} = 3,71 \text{ мм}$$

Принимаем минимальный диаметр болта  $d = 8$  мм из конструктивных соображений.

Сила инерции, возникающая при работе стартера, рассчитывается как:

$$Pi = G \cdot j, \quad (5)$$

где  $G$  – вес движущихся частей двигателя,  $G = 35$  кг.

$j$  – ускорение,  $\text{м/с}^2$ ,  $j = 1,2$  принимаем как усредненное значение для всех типов стартеров.

Таким образом инерция разгона автомобиля составит

$$Pi = 350 \cdot 1,2 = 420 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Для стенда момент инерции вращающихся масс будет равен сумме моментов маховиков нагрузочного устройства, выполненного в виде блока маховых масс.

Общий момент инерции должен составить величину, равную рассчитанной выше величине инерции.

$$Pi = \frac{I_{\text{масс}}}{r_{\text{бар}}} \cdot j \quad (6)$$

где  $I_{\text{масс}}$  – момент инерции маховика

Масса диска составляет:

$$m = \pi \cdot (r_2^2 - r_{2в}^2) \cdot l \cdot \rho, \text{ где} \quad (7)$$

$\rho = 7,81 \text{ г/см}^3$  – плотность стали

$l = 0,01 \text{ м}$  – толщина диска

$$m = 3,14 \cdot (0,15^2 - 0,05^2) \cdot 0,01 \cdot 7810 = 14,1 \text{ кг}$$

Момент инерции диска

$$I_{\text{диска}} = m \cdot (r_2^2 - r_{2в}^2) \quad (8)$$

$$I_{\text{диска}} = 141 \cdot (0,15^2 - 0,05^2) = 8,6 \text{ Н}\cdot\text{м}\cdot\text{с}^2$$

Сила инерции одного диска составит:

$$P_i = \frac{8,6}{0,15} \cdot 1,2 = 68,8$$

Таким образом, требуемое количество дисков в блоке масс должно составить:

$$n = P_i / P_{i_1} = 420 / 68,8 = 6,1$$

Принимаем для конструкции число дисков в пакете – 3 шт, для обеспечения нагрузки 50% от максимальной мощности.

Выводы по разделу. Было сформулировано техническое задание на разработку конструкции стенда. Было написано техническое предложение в соответствии с техническим заданием. В рамках технического предложения был произведен подбор аналогов конструкции, который послужил основой для выбора наиболее приемлемого технического решения разработки. Исходя из этого, были выполнены необходимые прочностные и силовые расчеты. Результаты конструирования представлены на листах графической части выпускной квалификационной работы.

### **3 Разработка технологического процесса ремонта и обслуживания стартера**

#### **3.1 Параметры диагностирования состояния стартера**

Диагностирование технического состояния стартеров производится при его ремонте, непосредственно перед техническим воздействием на агрегат, снятый с автомобиля. Диагностирование необходимо для обеспечения определения места возникновения неисправности, с последующим его устранением. Также производится диагностирование стартера после ремонта, дабы убедиться в правильности произведенного ремонта.

Стартер автомобиля – агрегат, отвечающий за пуск двигателя. По сути, стартер представляет машину постоянного тока, оснащенную устройством, позволяющим входить в зацепление венца стартера и венца маховика.

Для автомобильных стартеров, параметрами, определяющими рабочее состояние стартера:

- потребляемый ток на холостом ходу;
- потребляемый ток на рабочем ходу;
- потребляемый ток в режиме полного торможения;
- частота вращения стартера на холостом ходу.

Приняв во внимание все эти параметры, можно сделать выводы об общем техническом состоянии стартера, что особенно важно при определении отремонтированного стартера. Неудовлетворительное состояние тех или иных параметров может свидетельствовать о некачественно произведенном ремонте или неправильной сборке.

Для разработки технологической карты процесса диагностирования стартера необходимо определить перечень наиболее характерных неисправностей, а также последовательность выполнения диагностических работ.



### 3.2 Наиболее характерные неисправности агрегата

При работе в условиях повышенной влажности и перепадов температур, а также учитывая расположение стартера в зоне высоких температурных напряжений, причины вызывающие неисправности стартера являются общими для всех электрических машин, находящихся в подобных условиях. Наиболее частыми причинами отказов являются механические повреждения отдельных деталей, вызываемых как причинами, о которых говорилось выше, так и неисправностями иных систем автомобиля. Например поломка зубьев маховика может привести к поломке венца стартера и выходу из строя втягивающего реле.

При проведении работ по диагностике и ремонту приходится сталкиваться с рядом наиболее типичных для автомобильных стартеров неисправностей. Для удобства восприятия они будут сведены в таблицу 3.

Таблица 3 – Наиболее характерные неисправности стартера

Частные симптомы	Возможные неисправности
Отсутствует ход втягивающего реле	Поломка пружины Заклинивание реле Выход из строя катушки реле
Посторонние шумы при работе	Износ подшипников стартера Разрушение сепаратора Разрушение обгонной муфты Поломка щеток или механизма их крепления Деформация ротора
Неправильное положение венца стартера	Поломка стягивающего реле
Высокий потребляемый ток	Замыкание витков обмотки статора

### **3.3 Технологический процесс диагностирования стартера, снятого с грузового автомобиля**

На разрабатываемом в рамках дипломного проекта стенде осуществляется диагностика стартера транспортного средства под нагрузкой. Предполагается диагностика стартеров всех типов, применяющихся на автомобилях и микроавтобусах.

Работы производятся в следующей последовательности. Стартер закрепляется на пластине стенда на штатных местах. Производится его подключение к электросистеме стенда, за исключением втягивающего реле. Производится пуск стартера, одновременно контролируют потребляемый ток, полученное значение будет соответствовать току на холостых оборотах. Величина тока не более 20 А. Одновременно прослушиваются шумы электрической машины, наличие посторонних звуков свидетельствует о механических поломках стартера. производят подключение питания втягивающего реле. Производят пуск стартера. При работе стартер начинает проворачивать маховые массы, производя таким образом, работу под нагрузкой. Величина тока не должна превышать 70 А. Замеряют потребляемый стартером ток, величина тока будет являться величиной потребляемого тока под нагрузкой. После отключения стартера, производят блокировку масс педалью, после чего кратковременно включают стартер. Величина потребляемого тока, будет величиной тока в режиме полного торможения. Величина тока не должна превышать 120А. Большие значения тока на всех режимах свидетельствуют о неисправности (пробое) обмотки. После проведения испытания стартер снимают со стенда.

Основные этапы диагностики стартера сведены в технологическую карту, представленную в таблице 4.

Таблица 4 – Технологическая карта на проведение процесса диагностики стартера автомобиля

Наименование операции, перехода	Исполнитель	Трудоемкость, чел.-мин	Примечание
1 Установка стартера			
1.1 Закрепить стартер на штатных местах	Слесарь 4-го разряда	1,5	-
1.2 Присоединить провода электросистемы к клеммам стартера	Слесарь 4-го разряда	2,0	Клемма втягивающего реле не присоединяется
2 Проведение испытания на холостом ходу			
2.1 Произвести пуск стартера	Слесарь 4-го разряда	0,5	Производить контроль потребляемого тока. Величина тока не более 30А. одновременно убедиться в отсутствии посторонних шумов.
2.2 Выключить пульт управления	Слесарь 4-го разряда	0,05	-
2.3 Присоединить клемму втягивающего реле	Слесарь 4-го разряда	0,5	-
3 Проверка стартера в режиме рабочего хода			
3.1 Произвести пуск стартера	Слесарь 4-го разряда	2,0	Производить контроль потребляемого тока. Величина тока не более 175А. одновременно убедиться в отсутствии посторонних шумов.
2.2 Выключить пульт управления	Слесарь 4-го разряда	0,05	-

Продолжение таблицы 4

4 Проверка стартера в режиме полного торможения			
4.1 Зафиксировать маховые массы педалью	Слесарь 4-го разряда	0,1	-
4.2 Произвести пуск стартера	Слесарь 4-го разряда	0,05	В течении 2-3 сек. Производить контроль потребляемого тока. Величина тока не более 250А.
4.3 Отключить стартер	Слесарь 4-го разряда	0,05	-
4.5 Сформировать отчет о работоспособности стартера	Слесарь 4-го разряда	1,0	Согласно показателям потребляемого тока
5 Освободить стенд			
5.1. Отсоединить клеммы стартера	Слесарь 4-го разряда	1,5	Использовать ключ на 10 и ключ на 14
5.2 Осуществить демонтаж стартера со стенда	- Слесарь 4-го разряда	1,5	-

Общая трудоемкость диагностирования стартера составляет 10,1 чел.-мин, в соответствии с разработанной технологической картой.

Результатом выполнения раздела явилась разработка комплексного технологического процесса диагностирования стартера грузового автомобиля. Выявлены основные неисправности, характерные для стартера, возникающие в процессе эксплуатации. Рассмотрены основные причины возникновения неисправностей. Разработана технология диагностирования стартера на всех режимах, в соответствии с принятой методикой проведения диагностирования. Результаты разработки представлены в виде технологической карты на листе графической части.

## **4 Охрана труда и безопасность объекта проектирования**

### **4.1 Характеристика объекта проектирования (технологического процесса сборочных работ)**

В разделе безопасности и охраны труда рассматривается технологический процесс проведения сборочных работ. В качестве технологического процесса принимается сборка стенда для испытания автомобильных стартеров. Работы производятся на сборочной площадке сборочного участка. Сборка ведется на кондукторе для сварочных работ, поскольку необходимо в процессе изготовления рамы соблюсти геометрию. В работе используется специализированный инструмент и приспособления, а также сварочное и подъёмное оборудование. Все вышеописанное требует условий по охране труда, поскольку их использование может повлечь риск получения травмы или потерю трудоспособности при нарушении правил и требований к проведению работ.

### **4.2 Идентификация профессиональных рисков**

Идентификация профессиональных рисков проводится в соответствии с нормативными документами и государственными стандартами. Согласно ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» можно выделить следующие производственные риски, характерные для рассматриваемого участка.

«Вредные производственные факторы по воздействию на организм работающего человека, на участке можно отметить:

– факторы, приводящие к хроническим заболеваниям, в том числе усугубляющие уже имеющиеся заболевания, за счет длительного относительно низкоинтенсивного воздействия;

– факторы, приводящие к острым заболеваниям (отравлениям, поражениям) или травмам за счет кратковременного относительно высокоинтенсивного воздействия» [6]

«Опасные производственные факторы по воздействию на организм работающего человека, на участке можно отметить:

- факторы, приводящие к смертельным травмам (летальному исходу, смерти);
- факторы, приводящие к несмертельным травмам.

Опасные и вредные производственные факторы по характеру своего происхождения, на участке можно отметить:

– факторы, порождаемые физическими свойствами и характеристиками состояния материальных объектов производственной среды;

– факторы, порождаемые химическими и физико-химическими свойствами используемых или находящихся в рабочей зоне веществ и материалов;

– факторы, порождаемые социально-экономическими и организационно-управленческими условиями осуществления трудовой деятельности (плохая организация работ, низкая культура безопасности и т.п.);

– факторы, порождаемые психическими и физиологическими свойствами и особенностями человеческого организма и личности работающего (плохое самочувствие работника, нахождение работника в состоянии алкогольного, наркотического или токсического опьянения или абстиненции, потеря концентрации внимания работниками и т.п.).» [6]

«Опасные и вредные производственные факторы по характеру их изменения во времени подразделяют, на участке можно отметить:

- на постоянные, в том числе квазипостоянные;
- переменные, в том числе периодические;

– импульсные, в том числе регулярные и случайные.» [6]

«Опасные и вредные производственные факторы по характеру их действия во времени подразделяют:

- на постоянно действующие;
- периодически действующие, в том числе интермиттирующие;
- аperiodически действующие, в том числе стохастические.

Опасные и вредные производственные факторы по непосредственности своего воздействия подразделяют:

- на непосредственно воздействующие на организм занятого трудом человека;
- опосредованно воздействующие на организм занятого трудом человека через другие порождаемые ими и непосредственно воздействующие на организм занятого трудом человека факторы.

Опасные и вредные производственные факторы производственной среды по источнику своего происхождения подразделяют:

- на природные (включая климатические и погодные условия на рабочем месте);
- технико-технологические;
- эргономические (то есть связанные с физиологией организма человека).

Опасные и вредные производственные факторы производственной среды по природе их воздействия на организм работающего человека подразделяют:

- на факторы, воздействие которых носит физическую природу;
- факторы, воздействие которых носит химическую природу;
- факторы, воздействие которых носит биологическую природу.» [6]

«Опасные и вредные производственные факторы, обладающие свойствами физического воздействия на организм работающего человека, подразделяют на следующие типичные группы:

- опасные и вредные производственные факторы, связанные с силами и энергией механического движения, в том числе в поле тяжести:
- действие силы тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение работающего, стоящего на опорной поверхности, на эту же опорную поверхность;
- действие силы тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение работающего с высоты;
- неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие (например, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования) части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним, а также жала насекомых, зубы, когти, шипы и иные части тела живых организмов, используемые ими для защиты или нападения, включая укусы;
- опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей и характеризующиеся повышенным уровнем общей вибрации; повышенным уровнем локальной вибрации;
- опасные и вредные производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума; повышенным уровнем инфразвуковых колебаний (инфразвука);
- отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения;
- отсутствие или недостатки необходимого искусственного освещения;
- повышенная яркость света;
- пониженная световая и цветовая контрастность;
- прямая и отраженная блескость;
- повышенная пульсация светового потока» [6]



«Опасные и вредные производственные факторы, обладающие свойствами психофизиологического воздействия на организм человека, подразделяют:

- на физические перегрузки, связанные с тяжестью трудового процесса;
- нервно-психические перегрузки, связанные с напряженностью трудового процесса.

Физические перегрузки подразделяют:

- на статические, связанные с рабочей позой;
- динамические нагрузки, связанные с массой поднимаемого и перемещаемого вручную груза;
- динамические нагрузки, связанные с повторением стереотипных рабочих движений.

Физические перегрузки организма работающего, связанные с тяжестью трудового процесса, в целях оценки условий труда, разработки и принятия мероприятий по их улучшению характеризуются такими показателями, как:»

[6]

- физическая динамическая нагрузка;
- масса поднимаемого и перемещаемого груза вручную;
- стереотипные рабочие движения;
- статическая нагрузка;
- рабочая поза;
- наклоны корпуса тела работника;
- перемещение в пространстве.

«Нервно-психические перегрузки подразделяют:

- монотонность труда, вызывающая монотонию;
- эмоциональные перегрузки.» [6]

Выявленные профессиональные риски являются характерными для сборочного производства и тех условий труда, в которых производится работа.

Следовательно, указанные риски являются в применении средств и методов охраны труда для нейтрализации негативных последствий.

### **4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков**

Методы снижения профессиональных рисков в целом направлены на нейтрализацию негативных последствий, вызываемых негативным воздействием.

«Для предотвращения угроз профессиональной безопасности при управлении профессиональными рисками необходимо применять ко всем видам деятельности, связанными с опасностями, средства оперативного контроля. В качестве примеров выбора дополнительных мер управления профессиональными рисками можно рассмотреть:

- модификацию конструкции, позволяющую ликвидировать опасность, например, использование механических подъемных устройств для исключения профессионального риска, связанного с ручными подъемными операциями;
- замену опасного материала на менее опасный или уменьшение энергии системы (например, снижение усилий, силы тока, давления, температуры и т.п.);
- средства коллективной защиты: сигнализации, предупредительные надписи и знаки безопасности, маркировка пешеходных дорожек и т.д.;
- административные меры управления: процедуры обеспечения безопасности, проверки оборудования, контроль доступа, системы обеспечения безопасности работы, инструктажи по охране труда и т.д.;
- обеспечение работника дополнительными средствами индивидуальной защиты: очки защитные, средства защиты органов слуха, щитки защитные лицевые, респираторы, перчатки и т.д.» [8]

«Для обеспечения эффективной работы по идентификации опасностей и оценки профессиональными рисками, а также использования процессов обмена информацией и консультаций, заведующий обеспечивает:

- обмен информацией и консультирование в отношении рисков для безопасных условий труда и здоровья между различными уровнями, а также с работниками сторонних организаций;
- документирование соответствующих обращений внешних заинтересованных сторон, а также ответа на них.» [6]

В частности, снизить негативное воздействие профессиональных рисков или полностью устранить их воздействие можно следующими методами, для простоты восприятия сведенными в таблицу 5.

Таблица 5 – Методы и средства снижения профессиональных рисков

Вид выявленного вредного производственного фактора	Методы и средства снижения или устранения вредного производственного фактора	Используемые СИЗ
1	2	3
Факторы, приводящие к заболеваниям	Применение средств индивидуальной защиты, изолирующих от негативного воздействия окружающей среды	Использование спецодежды Использование средств защиты органов зрения и органов дыхания
Факторы, порождаемые физическими свойствами и характеристиками состояния материальных объектов производственной среды;	Применение средств коллективной защиты (нанесение предупреждающих надписей, информационных табличек, меток и т.д.) Модификация конструкции с целью снижения рисков	Применение низковольтных ламп в сетях освещения Использование спецодежды
Факторы, порождаемые химическими и физико-химическими свойствами используемых или находящихся в рабочей зоне веществ и материалов;	Применение средств индивидуальной защиты, изолирующих от негативного воздействия окружающей среды	Использование спецодежды Использование средств защиты органов зрения и органов дыхания

Продолжение таблицы 5

1	2	3
Факторы, порождаемые социально-экономическими и организационно-управленческими условиями осуществления трудовой деятельности	Административные меры обеспечения безопасности труда Разработка рациональных режимов труда и отдыха Материальная компенсация вредных условий труда	Не предусмотрено
Факторы, порождаемые психическими и физиологическими свойствами и особенностями человеческого организма и личности работающего	Административные меры обеспечения безопасности труда Разработка рациональных режимов труда и отдыха Материальная компенсация вредных условий труда Обеспечение смены рода деятельности в течении дня	Не предусмотрено
Опасные и вредные производственные факторы, связанные с силами и энергией механического движения	Применение средств индивидуальной защиты, изолирующих от негативного воздействия окружающей среды	Защитные и вибропоглощающие перчатки, нарукавники. Наколенники и налокотники.
Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие (например, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования)	Применение средств индивидуальной защиты, изолирующих от негативного воздействия окружающей среды Административные меры обеспечения безопасности труда	Защитные перчатки, нарукавники. Наколенники и налокотники. Проведение инструктажа по правилам ТБ на производстве
Опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей	Применение средств индивидуальной защиты, изолирующих от негативного воздействия окружающей среды Административные меры обеспечения безопасности труда	Защитные и вибропоглощающие перчатки, нарукавники. Наколенники и налокотники.
Отсутствие или недостаток необходимого освещения	Обеспечение индивидуальных средств освещения рабочего места Разработка и прокладка осветительных сетей	Индивидуальные переносные фонари и осветительные лампы

Продолжение таблицы 5

1	2	3
Физические перегрузки, связанные с тяжестью трудового процесса;	Административные меры обеспечения безопасности труда Механизация работ Внедрение в рабочий процесс машин и механизмов, заменяющих ручной труд	Проведение инструктажа по правилам ТБ на производстве
Нервно-психические перегрузки, связанные с напряженностью трудового процесса	Административные меры обеспечения безопасности труда Разработка рациональных режимов труда и отдыха Материальная компенсация вредных условий труда Обеспечение смены рода деятельности в течении дня	Не предусмотрено

Разработанные мероприятия по снижению негативного воздействия производственных рисков на работающих значительно снижают негативные последствия. Между тем, значительного результата можно достичь исключительно комплексным подходом к вопросу защиты рабочих в условиях сборочного цеха, когда административные и инженерные мероприятия дополняют и усиливают действия друг друга.

#### 4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Обеспечение пожарной безопасности является важным элементом безопасности всего предприятия. Огонь наиболее опасный фактор при проведении работ, что особенно актуально для предприятия автомобильной промышленности, где используется большое количество легковоспламеняющихся жидкостей и материалов, которые могут послужить негативным фактором возникновения пожара.

Факторы пожарной опасности приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Факторы пожарной опасности на участке и их классификация

Класс пожара	Источник пожарной опасности	Опасные факторы пожара	Способ тушения
<p>А – горение твердых веществ</p> <p>А1 – горение твердых материалов, сопровождаемое тлением</p> <p>А2 – горение твердых материалов, не сопровождаемое тлением</p>	<p>горючие твердые вещества, ветошь и обтирочный материал искры от режущего абразивного инструмента, открытое пламя газовых горелок, электрическая дуга и искры сварочного оборудования</p>	<p>Задымление помещения, высокая температура открытого пламени, низкая концентрация кислорода, выброс токсических веществ продуктов горения</p>	<p>Все виды огнетушащих веществ: вода, пена, порошки, хладоны</p>
<p>В – горение жидких веществ</p> <p>В2 – горение неполярных горючих и легковоспламеняющихся жидкостей и плавящихся при нагреве веществ</p>	<p>топливо, мазут, консистентные смазки и технические жидкости</p>	<p>Задымление помещения, высокая температура открытого пламени, низкая концентрация кислорода, выброс токсических веществ продуктов горения, объемное горение, взрыв</p>	<p>пена; тонкораспыленная вода; хладоны; огнетушащие порошки общего назначения; аэрозольное пожаротушение и инертные разбавители: N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, и т.п.</p>
<p>С - горение газообразных горючих веществ</p>	<p>сварочные газы, метан</p>	<p>Высокая температура открытого пламени, низкая концентрация кислорода, выброс токсических веществ продуктов горения, объемное горение, взрыв</p>	<p>объемное тушение и флегматизация газовыми составами; огнетушащие порошки общего назначения; пены, вода (для охлаждения оборудования)</p>

Для обеспечения пожарной безопасности на участке, требуется принятие противопожарных мероприятий, имеющих как организационный, так и инженерный характер. К таковым мероприятиям на участке сборки будут относиться:

- разработка комплекса норм и правил по обращению с горючими веществами и правил поведения персонала при проведении огневых работ и работ, связанных с горючими материалами;

- проведение регулярного инструктажа работников, с целью доведения информации о правилах проведения работ, связанных с горючими материалами и соблюдения норм пожарной безопасности;

- организация внутрипроизводственной пожарной охраны, осуществляющей функции надзора за соблюдением норм и правил по обращению с горючими веществами, а также норм и правил соблюдения противопожарной безопасности;

- организация хранения горючих и пожароопасных материалов в соответствии с их физико-химическими и противопожарными свойствами;

- оснащение участка средствами наблюдения и сигнализации за пожарной ситуацией, проведение инструктажа персонала о поведении в случае срабатывания пожарной сигнализации;

- оснащение участков средствами первичного пожаротушения в соответствии с классом возможного пожара.

#### **4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта**

Рассматриваемый участок не относится к категории производств, представляющих повышенную антропогенную опасность для окружающей среды. Тем не менее, участок, как и любое производство производит отходы, образующиеся в результате своей деятельности, которые могут выступать в роли загрязнителей, поэтому требуется их определение. К загрязняющим

отходам следует отнести следующее:

- отходы сборочного производства (обрезки листового металла, обрезки пластика);
- смыв с рук рабочих смазочных материалов и растворителей;
- металлическая и абразивная пыль, окалина, образующиеся в результате обработки элементов кузова;
- ветошь и обтирочные материалы, остающиеся после протирки деталей и очистки рук работников сборочного участка.

В качестве мероприятий, обеспечивающих требования экологической безопасности, принимаются следующие:

- утилизация отходов в соответствии с классами опасности;
- очистка сточных вод перед сливом их в канализационный коллектор от остатков ГСМ и растворителей;
- «соблюдение требований, предъявляемых к размещению, строительству и эксплуатации потенциально опасных объектов, а также к осуществлению потенциально опасной деятельности» [8]

В разделе был произведен анализ деятельности на сборочном участке предприятия, осуществляющем сборку стенда для диагностирования стартера. Выявлены вредные и опасные производственные факторы, произведена их классификация. В соответствии с выявленными факторами произведена разработка мероприятий по снижению их воздействия на рабочих, либо их полной нейтрализации.

Разработаны мероприятия по снижению пожарной опасности, в соответствии с выявленными классами пожарной опасности.

Разработаны мероприятия по снижению антропогенного воздействия предприятия на окружающую среду.



## Заключение

В результате выполнения выпускной квалификационной работы была произведена разработка стенда для диагностирования стартера грузового автомобиля, который применяется на участке ремонта электрического оборудования и электроагрегатов в качестве диагностического оборудования.

В первом разделе выпускной квалификационной работы был произведен поиск аналогов промышленных образцов разрабатываемой конструкции. В результате проведенного поиска было установлено, что основным направлением конструкторского воздействия будет разработка стенда с максимальным использованием стандартизированных узлов, используемых в автомобильной промышленности, а также узкая специализация стенда на испытании стартеров грузовых автомобилей КамАЗ. Обнаруженные промышленные аналоги были отобраны как наиболее перспективные с точки зрения реализации конструкторских идей, заложенных в них. Результаты проведенного анализа вынесены на лист графической части работы. По результатам сравнения сформирована циклограмма, также представленная на листе графической части.

Во второй части выпускной квалификационной работы была произведена разработка конструкции стенда на уровне технического проекта и выполнен расчет его прочностных и силовых параметров. В разделе был произведен подбор аналогов конструкции, который послужил основой для выбора наиболее приемлемого технического решения разработки. Было сформулировано техническое задание и техническое предложение на разрабатываемую конструкцию. Исходя из этого, были выполнены необходимые прочностные и силовые расчеты. Результаты конструирования представлены на листах графической части выпускной квалификационной работы. На основании специфики производимых работ был произведен

подбор необходимого технологического оборудования и выполнен расчет площади участка.

Третий раздел выпускной квалификационной работы явился разделом, в котором разработана технология диагностирования стартера. Результатом выполнения раздела явилась разработка комплексного технологического процесса диагностики стартера грузового автомобиля в соответствии с методикой ее осуществления. Выявлены основные неисправности, характерные для стартеров. Рассмотрены основные причины возникновения неисправностей. Разработана технология проведения испытательных работ. Результаты разработки представлены в виде технологической карты на листе графической части.

В разделе производственной безопасности был произведен анализ деятельности на сборочном участке предприятия, осуществляющем сборку стендов для диагностирования стартеров. Выявлены вредные и опасные производственные факторы, произведена их классификация. В соответствии с выявленными факторами произведена разработка мероприятий по снижению их воздействия на рабочих, либо их полной нейтрализации. Разработаны мероприятия по снижению пожарной опасности, в соответствии с выявленными классами пожарной опасности. Разработаны мероприятия по снижению антропогенного воздействия предприятия на окружающую среду.

В соответствии со всем изложенным, считаем все поставленные задачи в рамках выпускной квалификационной работы выполненными.

## Список используемых источников

1. Волков, В.С. Конструкция автомобиля : учеб. пособие / В.С. Волков. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. - 200 с. - ISBN 978-5-9729-0329-0.
2. Головин, С. Ф. Технический сервис транспортных машин и оборудования [Электронный ресурс] : учеб. пособие / С. Ф. Головин. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 282 с. - (Высшее образование. Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-011135-3
3. Демин, Н.П. Организация процесса диагностики при проведении операций технического обслуживания. – М.: Транспорт, 2017.
4. Казыбаев, О.А. Проектирование узлов машин и оснастки : учеб. пособие для студентов техн. спец. вузов / О.А Казыбаев, О. П. Иванов. - Астана : Техника, 2018. - 447 с. : ил.
5. Кибанов, А. Я. Проектирование функциональных взаимосвязей структурных подразделений производственного объединения (предприятия) [Электронный ресурс] / А. Я. Кибанов, Т. А. Родкина. - М. : МИУ им. С. Орджоникидзе, 2016
6. Корниенко, Евгений. Информационный сайт по безопасности жизнедеятельности [Электронный ресурс] / Е. Корниенко. – Электрон. текстовые дан. – Москва: [б.и.], 2018. – Режим доступа [http://www.kornienko-ev.ru/teoria\\_auto/page233/page276/index.html](http://www.kornienko-ev.ru/teoria_auto/page233/page276/index.html), свободный
7. Коханов, В. Н. Безопасность жизнедеятельности : учебник / В.Н. Коханов, В.М. Емельянов, П.А. Некрасов. — М. : ИНФРА-М, 2018. — 400 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — [www.dx.doi.org/ 10.12737/2883](http://www.dx.doi.org/10.12737/2883). - ISBN 978-5-16-100439-5.
8. Лукаш, Ю. А. Экономические расчеты в бизнесе [Электронный ресурс] : большое практ. справ. пособие / Ю. А. Лукаш. - Москва : Флинта, 2012. - 210 с. - ISBN 978-5-9765-1369-3.

9. Основы технического проектирования предприятий автомобильного транспорта. Под ред. М.М. Началова.- Минск.: Адукацыя і выхаванне, 2014.

10. Пантелеева, Е. В. Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Е. В. Пантелеева, Д. В. Альжев. — Москва : ФЛИНТА, 2013. — 286 с. - ISBN 978-5-9765-1727-1.

11. Радин, Ю. А. Справочное пособие авторемонтника / Ю. А. Радин, Л. М. Сабуров, Н. И. Малов. - Москва : Транспорт, 2018. - 285 с. : ил. - Библиогр.: с. 277. - Предм. указ.: с. 278-278. - ISBN 5-277-00094-1 : 28-80.

12. Ремонт автомобилей [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://automend.ru/>

13. Савич, Е. Л. Организация сервисного обслуживания легковых автомобилей [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Е. Л. Савич, М. М. Болбас, А. С. Сай ; под ред. Е. Л. Савич. - Минск : Новое знание, 2017 ; Москва : ИНФРА-М , 2017. - 160 с. : ил. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-005681-4.

14. Тахтамышев, Х.М. Основы технологического расчета автотранспортных предприятий: Учебное пособие / Тахтамышев Х.М., - 2-е изд., перераб. и доп. - М.:НИЦ ИНФРА-М, 2019

15. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: учебник / В. М. Власов [и др.] ; под ред. В. М. Власова. - Гриф МО. - Москва : Academia, 2003. - 477 с. : ил. - (Среднее профессиональное образование). - Библиогр.: с. 473. - Прил.: с. 421-472. - ISBN 5-7595-1150-8 : 191-82.

16. Чернига, С.О. Расчет станций технического обслуживания различного назначения / С.О. Чернига. - Минск: Адукацыя і выхаванне, 2015. - 188с. - Библиогр.: с. 188

17. Чернова, Е. В. Детали машин : проектирование станочного и промышленного оборудования : учеб. пособие для вузов / Е. В. Чернова. - Москва : Машиностроение, 2011. - 605 с.

18. Якунин Н.Н., Эксплуатация автомобильного транспорта : учебное пособие / Якунин Н.Н., Якунина Н.В. - Оренбург: ОГУ, 2017. - 220 с. - ISBN 978-5-7410-1748-7
19. G. A. Einicke, Smoothing, Filtering and Prediction: Estimating the Past, Present and Future (2nd ed.), Prime Publishing, 2019
20. Milliken, W. F. Race Car Vehicle Dynamics / Premiere Series / R: Society of Automotive Engineers, Том 146 / W. F. Milliken, D. L. Milliken : SAE International, 1995. – 890 p. [8], [9], [10]. – ISBN 1560915269, 9781560915263.
21. Singh, H. Rewat The Automobile: Textbook for Students of Motor Vehicle Mechanics / H. Rewat Singh: S Chand & Co Ltd, 2004 - 532 p.
22. Denton, Tom Automobile Mechanical and Electrical Systems: 2nd Edition / Tom Denton: Routledge, 2017 – 378p. - ISBN 9780415725781
23. Everyday English For Technical Students (Mechanical engineering, metallurgy and transport department) [Электронный ресурс]/ – Электрон. текстовые данные.– Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2019.– 350 с.



