

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра

Проектирование и эксплуатация автомобилей

(наименование)

23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и автомобильное хозяйство

(направленность (профиль) / специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему

Разработка конструкции стенда для диагностики генераторов и

стартеров автомобилей

Студент

Н.М. Князьков

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

д-р техн. наук, профессор О.И. Драчев

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

Консультанты

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

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

д-р экон. наук, профессор Е.Г. Пипко

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

канд. пед. наук, доцент С.А. Гудкова

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

Тольятти 2020

## **Аннотация**

В соответствии с заданием на выполнение ВКР, выданным кафедрой «Проектирование и эксплуатация автомобилей», была выполнена разработка конструкции стенда для диагностики генераторов и стартеров автомобилей.

Цель работы: разработка конструкции стенда для диагностики генераторов и стартеров автомобилей.

ВКР бакалавра включает в себя шесть разделов.

В первом разделе проведен обзор автомобильных систем электрооборудования – генератора и стартера.

Во втором разделе проведен поиск аналогов разрабатываемой конструкции.

В третьем разделе выполнена конструкторская разработка стенда для диагностики генераторов и стартеров автомобилей.

В четвертом разделе рассмотрен технологический процесс.

В пятом разделе рассмотрена безопасность и экологичность стенда для диагностики генераторов и стартеров автомобилей.

В шестом разделе определена экономическая эффективность спроектированной конструкции стенда для диагностики генераторов и стартеров автомобилей.

Выпускная квалификационная работа состоит из 70 страниц, и включает в себя 22 иллюстрации, 16 таблиц, 25 источников.

## **Abstract**

The title of the graduation work is: «The development of the appliance for the cars alternators and starters diagnosis».

Due to continuous improvement and scientific and technological progress, the construction of cars electrical equipment constantly changes.

Currently, more than 30% of faults in the car are related to the electrics. Therefore, an urgent problem is the timely development of methods and diagnostic tools for new systems and units.

The aim of the work is to develop the stand for alternators and starters diagnosis.

The project gives details about the construction of vehicle alternators and starters and equipment for their diagnosis.

The graduation work consists of 70 pages, including 22 illustrations, 16 tables and 38 sources of literature.

The thesis of graduation project consists of 6 parts.

In the first part we review the automotive electrical equipment systems - generator and starter.

In the second part we search for alternatives of the developed construction.

In the third part we develop the construction of a stand for alternators and starters diagnosis.

The fourth part describes in details the technological process.

The fifth part deals with safety and ecological compatibility of the developed technical equipment.

The sixth part defines the economic efficiency of the designed stand for cars alternators and starters diagnosis.

The results of the study have the practical value for service stations and taxi companies.

## Содержание

Введение.....	6
1 Обзор систем электрооборудования автомобиля .....	7
1.1 Конструкции генераторов переменного тока.....	7
1.2 Конструкции стартеров .....	12
2 Поиск аналогов разрабатываемой конструкции .....	18
2.1 Обоснование в необходимости информационного поиска .....	18
2.2 Исследование достигнутого уровня вида техники .....	19
2.3 Алгоритм информационного поиска .....	19
2.4 Анализ результатов информационного поиска и разработка нового технического объекта .....	24
2.5 Описание усовершенствованного объекта.....	25
2.6 Исследование предложенного объекта техники на наличие критериев патентоспособности.....	26
3 Разработка стенда для диагностики генераторов и стартеров автомобилей	31
3.1 Техническое задание.....	31
3.2 Техническое предложение .....	33
3.3 Расчет основных элементов конструкции .....	35
3.4 Руководство по эксплуатации.....	42
4 Технологический процесс диагностики стартера на стенде.....	46
4.1 Возможные неисправности стартера и методы их устранения.....	46
4.2 Технологический процесс диагностики стартера на стенде .....	47
5 Безопасность и экологичность стенда для диагностики генераторов и стартеров автомобилей .....	48
5.1 Конструктивно-технологическая и организационно техническая характеристики стенда для диагностики генераторов и стартеров автомобилей .....	48
5.2 Определение профессиональных рисков .....	49
5.3 Способы снижения профессиональных рисков .....	50

5.4 Пожарная безопасность стенда для диагностики генераторов и стартеров автомобилей .....	54
5.5 Экологическая безопасность стенда для диагностики генераторов и стартеров автомобилей .....	56
6 Расчет экономической эффективности стенда для диагностики генераторов и стартеров автомобилей .....	58
6.1 Определение себестоимости изготовления .....	58
6.2 Определение затрат на выплату заработной платы .....	60
6.3 Определение затрат на содержание и эксплуатацию оборудования .....	61
6.4 Определение общей суммы затрат на изготовление конструкции стенда для диагностики генераторов и стартеров автомобилей .....	63
Заключение .....	64
Список используемой литературы и используемых источников .....	65
Приложение А Спецификация .....	68

## Введение

Надежность автомобиля в эксплуатации, топливная экономичность, обеспечение активной безопасности и соблюдение норм ЕВРО автомобиля во многом определяются работой его электрического оборудования. В современном автомобиле электрическое оборудование является совокупностью порядка 100 отдельных изделий, связанных между собой электропроводкой, длина которой варьируется от 250 до 600 м.

В связи с постоянным совершенствованием и научно-техническим прогрессом конструкция электрического оборудования автомобилей постоянно изменяется. В настоящее время генераторы переменного тока с бесконтактными электронными регуляторами напряжения уже полностью заменили генераторы постоянного тока старого образца – с вибрационными регуляторами. Бесконтактные электронные и микропроцессорные системы зажигания и автоматического управления топливоподачей плотно вошли в конструкции новых автомобилей. Широко стали применяться светодиодные лампочки в светоптических приборах системы освещения, занимающие особое место в электрооборудовании автомобиля, так как эта система определяет безопасность дорожного движения. Появление информативной бортовой системы контроля и системы встроенной диагностики значительно улучшило информацию водителя о режимах работы и состоянии узлов и агрегатов автомобиля.

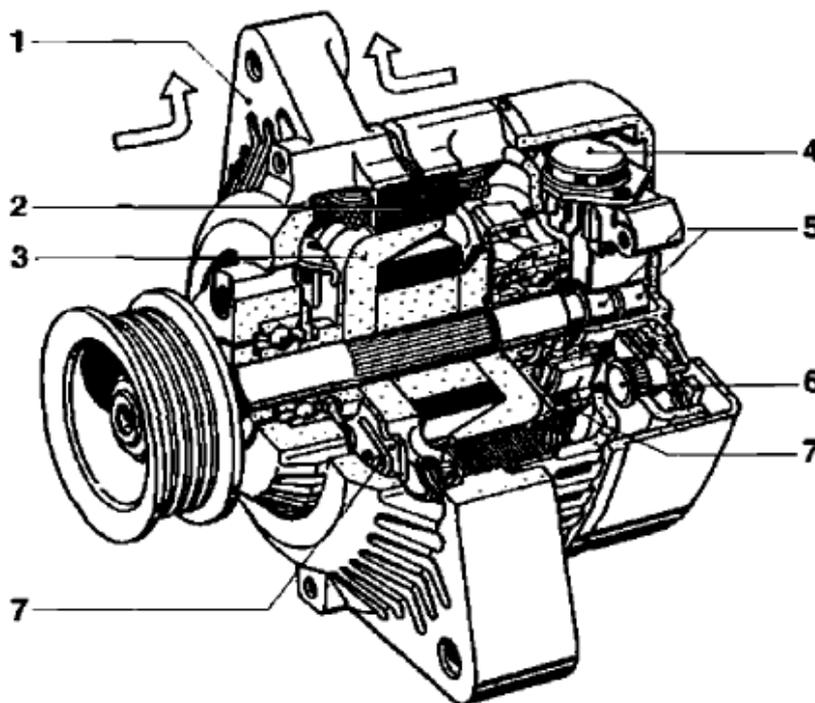
Возрастающая сложность автомобильного электрического оборудования также имеет и отрицательную сторону, связанную с увеличением числа отказов. В современном автомобиле более 30% отказов приходится на электрическое оборудование. Поэтому острой проблемой является своевременная разработка методов и средств диагностики новых систем и узлов.

Целью работы является разработка конструкции стенда для диагностики генераторов и стартеров автомобилей.

# 1 Обзор систем электрооборудования автомобиля

## 1.1 Конструкции генераторов переменного тока

Основной функцией генератора (рисунок 1) является обеспечение системы электрического оборудования автомобиля достаточным током для поддержания заряженности аккумуляторной батареи на адекватном уровне. Скоростной режим генератора и токоскоростная характеристика должны выбираться в целях обеспечения того, чтобы количество тока, вырабатываемого генератором, было достаточным для потребления всеми электрическими устройствами.



1 – крышка; 2 – статор; 3 – ротор; 4 – регулятор напряжения; 5 – кольца контактные; 6 – выпрямитель; 7 – вентилятор

Рисунок 1 – Конструкция генератора компактного исполнения

Основные требования, предъявляемые к генератору:

- подача постоянного электрического тока для электрооборудования автомобиля;

- обеспечение дополнительного резерва мощности для обеспечения заряда аккумуляторной батареи в случае даже если в автомобиле устройство (радар, видеорегиcтpатор и другие), для которого требуется постоянное питание;
- поддержание постоянного напряжения генератора при различных режимах работы двигателя;
- прочность конструкции, малая масса, компактность и длительный срок эксплуатации;
- минимум шума;
- высокий коэффициент полезного действия.

«Эффективность работы генератора (удельная мощность), возрастает при увеличении частоты вращения вала, что предполагает использование максимально высокого передаточного отношения между генератором и коленчатым валом двигателя, однако при этом должны приниматься во внимание и другие факторы:

- возрастающие центробежные силы при высоких частотах вращения генератора;
- шум от генератора и вентилятора;
- влияние высокой частоты вращения на продолжительность эксплуатации подверженных износу компонентов (подшипники, коллекторные кольца, угольные щетки);
- влияние инерционных сил, передаваемых генератором на коленчатый вал, и сопутствующих напряжений в ременной передаче» [2].

Частота вращения.

«Типичные передаточные отношения находятся в пределах 1:2-1:3; отношения до 1:5 используются для грузовых автомобилей большой грузоподъемности универсального назначения. Режим холостого хода двигателя приблизительно составляет треть интенсивности использования генератора переменного тока» [3].

«Потери, которыми сопровождается преобразование энергии, приводят к высокому нагреву деталей. Высокий нагрев генератора также является результатом излучения тепла от компонентов двигателя и вспомогательных устройств (таких как системы выпуска отработавших газов, турбонагнетатели). Нагрев является наибольшим, когда двигатель работает с высокой частотой вращения коленчатого вала и при высоких нагрузках. Подача охлаждающего воздуха к генератору обычно осуществляется параллельно охлаждению двигателя. Все более широкое распространение получает капсулирование отсека двигателя как мера уменьшения шума с применением отдельного способа подачи свежего воздуха для генератора. В автомобилях, для которых температура воздуха в двигательном отсеке становится экстремальной, начинают находить применение генераторы переменного тока с жидкостным охлаждением» [3].

Внешние влияния.

«В зависимости от схемы установки и характеристики колебаний двигателя на генератор действуют ускорения в диапазоне 500-800 м/с<sup>2</sup>. Такое ускорение подвергает средства установки и компоненты генератора воздействию предельных сил, вынуждая принимать различные контрмеры. Крайне необходимо избегать резонансов» [3].

Характеристики и работа.

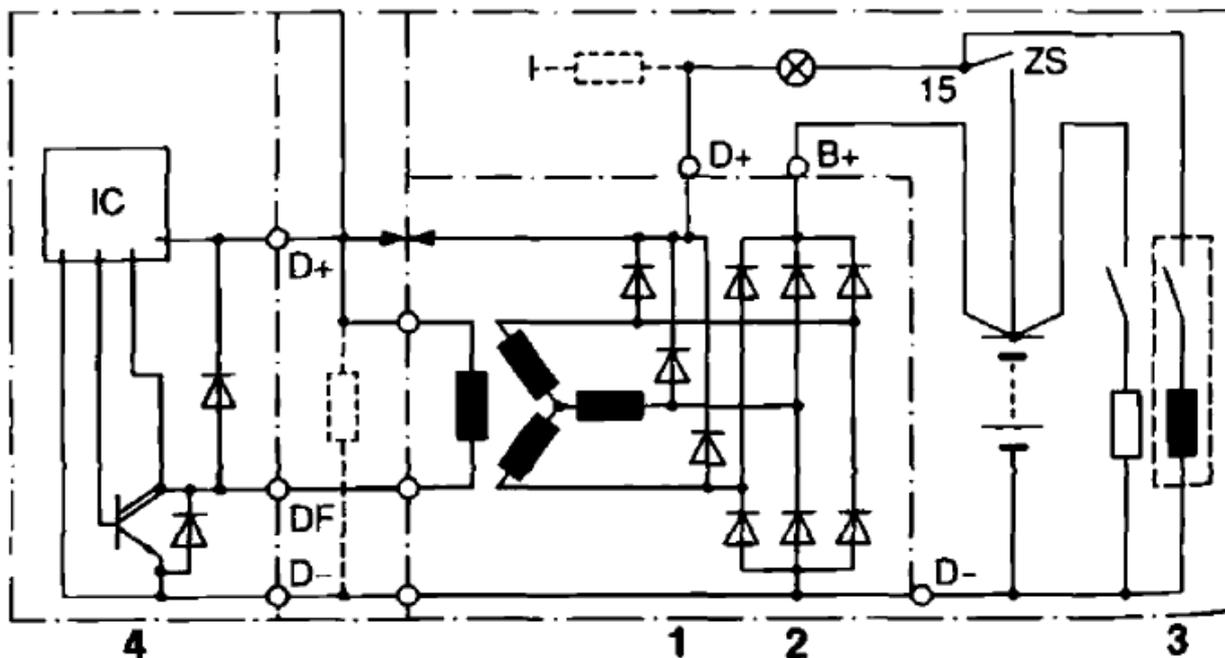
Автомобильные генераторы переменного тока предназначены для подачи напряжения для зарядки аккумуляторной батареи в пределах 14, 28 (для грузовых автомобилей большой грузоподъемности универсального назначения), чтобы обеспечить поддержание соответствующего заряда 12, 24 или 36 В аккумуляторных батарей.

«Так как для зарядки аккумуляторной батареи требуется постоянный ток, то для преобразования трехфазного переменного тока синхронного генератора в постоянный ток требуется установка выпрямителя, который также предупреждает разрядку аккумуляторной батареи, когда двигатель выключен» [4].

«Генерирование электрического тока начинается с частоты вращения холостого хода, так называемой «нуль-амперной частоты вращения». При высоких частотах вращения поле обратной намагниченности, генерируемое током нагрузки, предотвращает дальнейший рост тока, чем обеспечивается защита синхронного генератора от чрезмерного теплового напряжения. Генераторы представляют собой синхронные устройства с самовозбуждением с 12 или 16 полюсами. Обмотка переменного тока укладывается в пазах статора, в то время как обмотка возбуждения помещается на ротор. Постоянный ток возбуждения, необходимый для питания обмотки возбуждения, подводится к вращающемуся ротору через контактные кольца и неподвижные контакты (угольные щетки). Ток, получаемый в обмотке переменного тока, передается по двум направлениям. Большая его часть протекает через положительные диоды основной мостовой выпрямительной схемы и в автомобильную систему электрооборудования, откуда он возвращается через отрицательные диоды» [4].

Меньшая часть тока или ток возбуждения, в зависимости от конструкции генератора и регулятора напряжения (рисунок 2), протекает: а) через диоды возбуждения (при стандартном регуляторе) или б) непосредственно от клеммы В+ (при многофункциональном регуляторе).

«При использовании стандартного регулятора напряжения часть генерируемого тока, действующая как ток возбуждения, проходит через три диода выпрямителя обмотки возбуждения к клемме D+ и через регулятор напряжения и контактные кольца к вращающейся обмотке возбуждения. При использовании многофункционального регулятора напряжения диоды возбуждения в электрической схеме генератора отсутствуют, и ток возбуждения немедленно отводится от основного выпрямителя. Регулятор напряжения только тогда пропускает ток возбуждения, когда запускается двигатель (что определяется по вращению вала генератора), таким образом, предупреждая разряд батареи в случае, когда двигатель не эксплуатируется» [4].



1 – диоды выпрямителя обмотки возбуждения; 2 – диоды силового выпрямителя (стабилитроны); 3 – автомобильная система электрооборудования; 4 – регулятор напряжения

Рисунок 2 – Синхронный генератор и регулятор напряжения (принципиальная электрическая схема)

«Выходные параметры генератора переменного тока регулируются под потребности автомобильной электронной системы посредством изменения тока возбуждения. Работа регулятора контролируется путем модуляции длительности импульса на основе постоянного напряжения на зажимах. Клемма «D+» предназначена для нескольких функций: она соединяется с выводом аккумуляторной батареи в «B+» и сигнальной лампой заряда в целях обеспечения предварительного возбуждения синхронного генератора. Как только оно произошло, уровень напряжения на клемме «D+» становится подобным напряжению на клемме «B+» [4].

Во время пуска двигателя сигнальная лампа заряда должна получать конкретное минимальное питание, необходимое для предварительного возбуждения генератора (для улучшения возбуждения требуется резистор). Ток предварительного возбуждения определяет частоту вращения, при которой происходит первоначальное возбуждение, когда двигатель начинает

работать. Эта частота значительно выше «нуль-амперной». Ее величина зависит от силы тока предварительного возбуждения. Индикаторная лампа заряда должна загораться, когда включается зажигание, до начала пуска (функция контроля) и погаснуть во время начала работы двигателя.

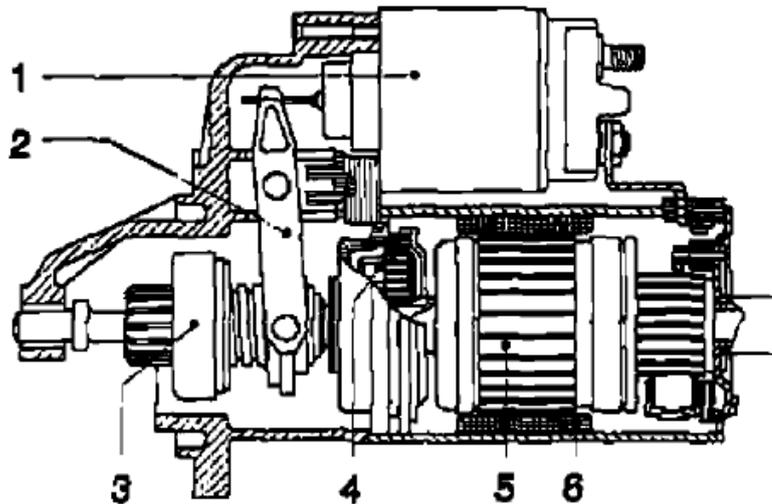
## 1.2 Конструкции стартеров

Стартер (рисунок 3) включает в себя следующие детали: электрический двигатель, шестеренчатый привод, обгонную муфту.

«Шестерня, размещенная на валу электрического двигателя стартера сначала начинает взаимодействовать с зубчатым венцом маховика двигателя. После пуска двигателя частота вращения шестерни стартера становится выше частоты вращения вала электродвигателя стартера, что может привести к выходу стартера из строя из-за возникающего центробежного усилия. Для предотвращения этого нежелательного явления между шестерней стартера и его якорем устанавливается обгонная муфта, которая отключает стартер от двигателя, как только частота вращения коленчатого вала начинает превышать частоту вращения вала стартера» [5].

«Электродвигатель стартера. В большинстве случаев в стартере применяется электродвигатель постоянного тока с последовательным возбуждением, характеризуемый высокой частотой вращения без нагрузки, что поддерживает необходимую частоту вращения коленчатого вала двигателя во время его пуска. Прогресс, достигнутый в сфере технологии производства ферритов, позволяет использовать в стартерах электродвигатели с возбуждением от постоянных магнитов, стойких к размагничиванию. Стартеры с якорями, вращающимися с более высокими скоростями, но развивающими меньший крутящий момент, имеют меньшие размер и массу, Для них становится возможным увеличение передаточного отношения между двигателем и якорем стартера. Диаметр зубчатого венца маховика не может быть увеличен и поэтому увеличение этого

передаточного отношения осуществляется путем использования дополнительной передаточной ступени (стартеры с шестеренчатым редуктором). Для стартеров мощностью от 2,2 до 4,0 кВт серийные электродвигатели постоянного тока, имеющие шестеренчатый редуктор, начинают вытеснять электродвигатели с безредукторным приводом» [5].



1 – соленоид и пусковое реле; 2 – рычаг включения стартера; 3 – обгонная муфта с ведущей шестерней; 4 – шестеренчатый редуктор (планетарная передача); 5 – якорь; 6 – постоянные магниты

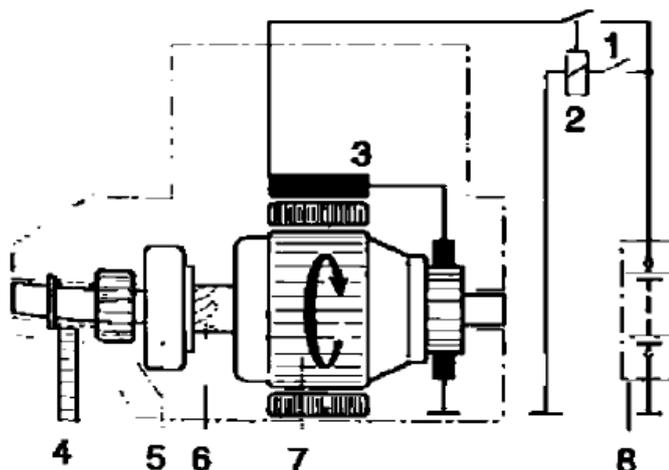
Рисунок 3 – Стартер с постоянными магнитами и шестеренчатым редуктором

Существуют также стартеры, снабженные электродвигателями параллельного возбуждения, которые обеспечивают более плавные пусковые характеристики и ограничивают частоту вращения якоря при отсутствии нагрузки.

Виды стартерных приводов.

«Стартеры с инерционным приводом (рисунок 4). Инерционный привод, применяемый, например, в газонокосилках, является самой простой формой шестеренчатого привода. Обгонная муфта перемещается на валу якоря на спиральных шлицах при вращении этого якоря. При включении стартера ненагруженный якорь начинает свободно вращаться. При этом

шестерня стартера и обгонная муфта еще не вращаются из-за своей инерции и выталкиваются вперед по шлицам» [5].

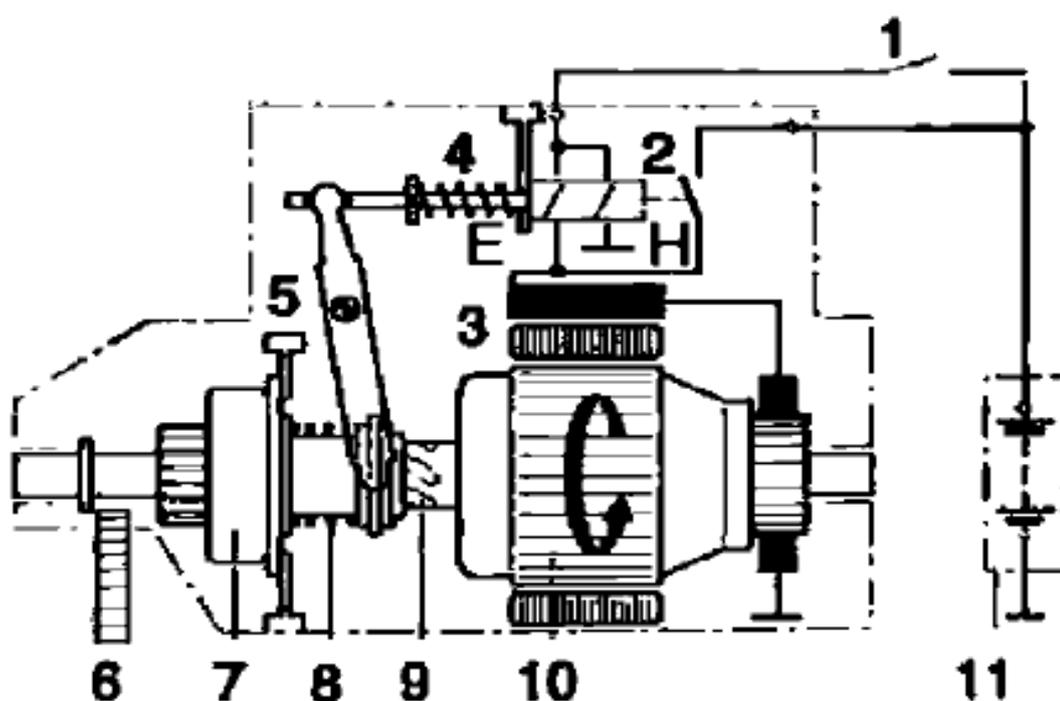


1 – выключатель стартера; 2 – пусковое реле; 3 – обмотка возбуждения;  
4 – зубчатый венец маховика двигателя; 5 – шестерня стартера с обгонной муфтой;  
6 – спиральные шлицы; 7 – якорь; 8 – аккумуляторная батарея

Рисунок 4 – Стартер с инерционным приводом:

«Как только шестерня входит в зацепление с зубчатым венцом маховика, она удерживается от вращения и проталкивается вперед еще дальше до контакта со стопорным кольцом. В это время крутящий момент от якоря электродвигателя стартера передается на двигатель через обгонную муфту, шестерню стартера и зубчатый венец маховика. Как только коленчатый вал начинает вращать шестерню стартера со скоростью, превышающей скорость вращения якоря стартера, обгонная муфта прерывает передачу усилия от двигателя на эту шестерню и препятствует ускорению вращения якоря. При этом обгонная муфта и шестерня стартера перемещаются по спиральным шлицам вала назад. Этот процесс разъединения шестерни стартера и зубчатого венца маховика усиливается посредством возвратной пружины, которая обеспечивает удержание шестерни в положении разъединения от двигателя при неработающем стартере» [5].

Стартеры с приводом предварительного включения (рисунок 5). В стартерах такого типа зацепление шестерни стартера с зубчатым венцом маховика двигателя обеспечивает соленоид, имеющий контакты включения стартерного тока. При замыкании выключателя стартера ток поступает в обмотку «Н», течет по цепи с последовательно включенными в нее втягивающей обмоткой «Е» и электродвигателем стартера. Соленоид захватывает обгонную муфту и шестерню и перемещает их вперед посредством рычага включения и буферной пружины.



1 – выключатель стартера; 2 – пусковое реле; 3 – обмотка возбуждения;  
 4 – возвратная пружина; 5 – рычаг включения; 6 – зубчатый венец маховика двигателя;  
 7 – шестерня стартера с обгонной муфтой; 8 – буферная пружина; 9 – спиральные шлицы;  
 10 – якорь; 11 – аккумуляторная батарея; Е, Н–обмотки

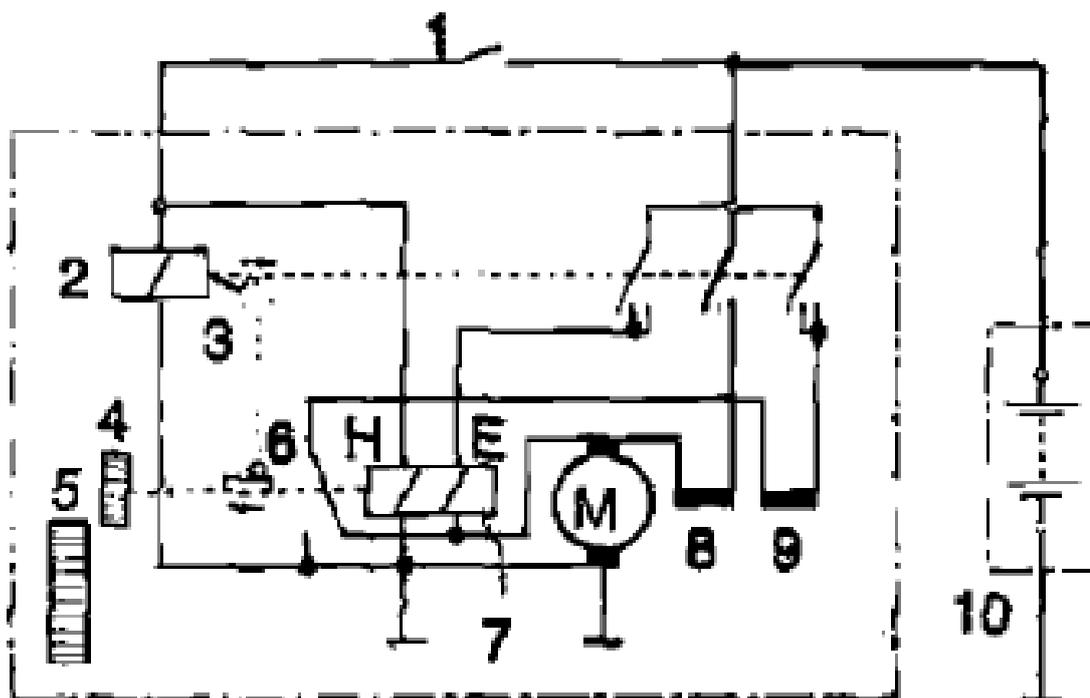
Рисунок 5 – Стартер с приводом предварительного включения

«Если зубья шестерни оптимально входят во впадины между зубьями венца маховика, контактный мостик пускового реле замыкает контакты и на электродвигатель стартера начинает поступать полное напряжение. Если зубья шестерни не сразу входят во впадины между зубьями венца маховика,

рычаг включения сжимает буферную пружину, контакты реле замыкаются и электродвигатель проворачивает шестерню да тех пор, пока ее зубья не войдут в зацепление с зубьями венца маховика и буферная пружина не сместит шестерню и обгонную муфту вперед» [5].

При прекращении подачи тока к обмотке соленоида возвратная пружина перемещает сердечник соленоида и шестерню вместе с обгонной муфтой в их первоначальное положение.

«Стартеры со скользящей шестерней (рисунок 6). При замыкании контактов выключателя стартера напряжение аккумуляторной батареи поступает в цепь удерживающей обмотки «Н» соленоида и управляющего реле. Реле начинает работать, но удерживается в первом контактном положении (первая стадия) посредством разобшающего рычага и фиксатора.



1 – выключатель стартера; 2 – управляющее реле; 3 – разобшающий рычаг; 4 – шестерня; 5 – зубчатый венец маховика; 6 – переключающий контакт; 7 – соленоид; 8 – серийная обмотка; 9 – шунтовая обмотка; 10 – аккумуляторная батарея; Н, Е–обмотки

Рисунок 6 – Стартер со скользящей шестерней

Напряжение аккумуляторной батареи прикладывается к втягивающей обмотке «Е» соленоида и шунтовой обмотке электродвигателя, которые соединены между собой параллельно и последовательно с якорем. Стартер начинает вращаться, но развивает только небольшой крутящий момент из-за высоких сопротивлений в обмотках, соединенных последовательно с обмоткой якоря». [6]

«Соленоид одновременно с этим смещает шестерню стартера в направлении зубчатого венца маховика и вскоре после окончания зацепления освобождается заблокированное управляющее реле, которое сразу же перемещается во второе контактное положение (вторая стадия). Пусковой ток начинает проходить через сериесную обмотку и якорь. Переключающий контакт на соленоиде соединяет шунтовую обмотку параллельно якорю и сериесной обмотке» [6].

## 2 Поиск аналогов разрабатываемой конструкции

### 2.1 Обоснование в необходимости информационного поиска

Для проведения информационного исследования необходимо определиться с объектом усовершенствования. По теме выпускной квалификационной работе этим объектом является стенд для проверки генератора и стартера.

Следующим этапом необходимо выявить прогрессивные технические решения, применяемые в различных областях науки и техники путем проведения патентного исследования достигнутого уровня развития техники, и использовать полученные данные для разработки, модернизации усовершенствованного объекта техники.

Чтобы в дальнейшем иметь возможность использовать усовершенствованный объект техники необходимо доказать его патентную чистоту по отношению к другим техническим решениям того же назначения, которая определяется в ходе экспертизы (ГОСТ Р 15.011 – 96).

Для примера рассмотрим стенд проверки генераторов и стартеров СКИФ-1-01 (рисунок 7).



Рисунок 7 – Стенд СКИФ-1-01

Принцип работы контрольно-измерительных приборов заключается в имитации рабочих режимов, для измерения выходных характеристик генераторов и стартеров для проверки их работоспособности, и поиска неисправностей.

## **2.2 Исследование достигнутого уровня вида техники**

Анализ работы стендов для проведения диагностических работ были определены следующие недостатки:

- невозможность проверки стартеров с разными тормозными моментами;
- низкая степень автоматизации стенда.

Причины:

- отсутствие тормозного устройства для стартера;
- отсутствие контроллера.

Задача – устранить сформулированные ранее недостатки для стенда диагностики стартера и генератора объекта техники. В нашем случае это внедрение тормозного устройства в конструкцию стенда и автоматизация стенда.

## **2.3 Алгоритм информационного поиска**

Для проведения корректного информационного поиска необходимо определить:

- рубрику технических решений в соответствии с международной патентной классификацией изобретений;
- ретроспективность;
- индекс универсальной десятичной классификацией;
- перечень источников информации, в соответствии с которым предполагается провести поиск;

– страну поиска.

Исследуемый объект «стенд проверки генераторов и стартеров» содержит детали и соединения между ними (электродвигатель, шкивы, рама и так далее), которые являются основным признаком устройства.

Данный стенд состоит из рамы, к которой по средствам болтового соединения крепятся опоры, предназначенные для поглощения вибраций от работы оборудования.

В состав стенда предусмотрен электродвигатель, вращающий генератор посредством ременной передачи, частотный преобразователь, регулирующий скорость вращения вала электродвигателя, гидронасос с маховиком, входящим в зацепление с шестерней стартера, шаровой кран с электроприводом, изменяющим сечение трубы, рукава высокого давления, по которым течет минеральное масло, датчик давления масла, который регистрирует изменения давления в гидросистеме, датчик частоты вращения, предназначенный для измерения скорости вращения маховика, а также панель оператора, предназначенная для автоматизации процесса диагностики и контроля параметров генератора и стартера.

После изучения документации можно сделать вывод о том, что за последние несколько лет стенд проверки генераторов и стартеров в целом и отдельные его элементы конструкции слабо подвергались модернизации, поэтому устанавливаем ретроспективность в 25 лет (1995-2019).

Все выявленные параметры заносим таблицу 1.

Таблица 1 – Регламент патентно-информационного поиска

Предмет поиска	Классификационная рубрика: МПК, УДК	Страна поиска	Ретроспективность	Наименование информационной базы
Стенд проверки генераторов и стартеров	МПК G01R11/63	Россия, Франция, Германия, США, Япония	25 лет	<a href="http://www.zapadpribor.com">www.zapadpribor.com</a> , <a href="http://www.technosouz.ru">www.technosouz.ru</a> , <a href="http://www.tss-avto.ru">www.tss-avto.ru</a> , <a href="http://www.1fips.ru">www.1fips.ru</a>

Классификация по МПК:

- раздел G – Физика;
- класс G 01 – Измерение; испытание;
- подкласс G 01 R - Измерение электрических и магнитных величин;
- дробная рубрика 11/63 - Счетчики перерасхода энергии, например, для измерения потребляемой мощности при превышении заданного уровня мощности.

По универсальной десятичной классификации определен номер группы деталей, узлов – детали непосредственно соприкасающиеся с объектом измерений (датчики - первичные измерительные преобразователи) №621.3.084.2.

Источниками информационного поиска будут служить следующие сайты: [www.fips.ru](http://www.fips.ru), [www.zapadpribor.com](http://www.zapadpribor.com), [www.technosouz.ru](http://www.technosouz.ru), [www.tss-avto.ru](http://www.tss-avto.ru).

Данные заносим в таблицы 2 и 3.

Таблица 2 – Сведения об уровне развития техники

Страна выдачи, вид и номер охранного документа. Классификационные индексы, заявитель, страна	Название изобретения, сущность технического решения, технический результат	Уровень развития вида техники	
Россия, МПК G01R31/34, 2399061 C2 Галкин Н.Н., Сафонов Д.И., Варламов С.Е. (Россия). 2008139071/28, 30.09.2008, 10.09.2010	В состав стенда для диагностики генераторов входит привод, который установлен на раме и имеет возможность перемещать вдоль оси относительно генератора, механизм фиксации привода и быстро фиксируемый узел крепления оси генератора. Привод соединен с ротором генератора, неподвижная ось которого закреплена, через муфту.	Да	–
Россия, МПК G01R31/34, 2308044 C1 Рязанский военный автомобильный институт им. Генерала армии В.П. Дубынина (Россия). 2006118469/28, 29.05.2006, 10.10.2007	Устройство для испытания генератора. Техническим результатом является расширение применимости устройства при испытании любых типов генераторных установок, которые работают совместно с аккумуляторными батареями. В состав устройства входят вольтметр, тахометр, амперметр с датчиком тока и регулирующее	Да	–

Продолжение таблицы 2

Страна выдачи, вид и номер охранного документа. Классификационные индексы, заявитель, страна.	Название изобретения, сущность технического решения, технический результат	Уровень развития вида техники	
	устройство, включающее в себя силовые и управляющие транзисторы и потенциометр. Дополнительно в состав регулирующего устройства введены силовой и управляющий транзисторы.		
Россия, МПК Н02Р9/44, 2010112497 А Немыченков В.С., Петраков А.А., Малюга В.Д., Косушкин М.П. Вершинин В., Нефедов Е. И. (Россия). 2010112497/07, 01.04.2010, 20.10.2011	Асинхронный электродвигатель который управляется электронным способом и устройство для проверки и последующей регулировки блоков напряжения. Устройство содержит входной выключатель, который соединен через сетевой фильтр с электронным преобразователем частоты, который в свою очередь подключен к трехфазному асинхронному электродвигателю для управления скоростью вращения электродвигателя, его включения и выключения, в устройстве для включения его в сеть установлен входной выключатель, сетевой фильтр, предназначенный для устранения помех питающей сети от преобразователя частоты, для регулировки скорости вращения электродвигателя, его включения и выключения электронным способом используется электронный преобразователь частоты.	–	Нет
Россия, МПК G01R31/34, 2274869 С2. Российский государственный открытый технический университет путей сообщения Министерства путей сообщения Российской Федерации (РГОТУПС) (Россия). 2004119900/09, 01.07.2004, 20.04.2006	Способ контроля электротехнического состояния электрических машин. Техническим результатом является осуществление оперативного контроля рабочего состояния электрических машин путем подключения к машине устройства контроля, проверяющего его электрические параметры в статическом режиме.	–	Нет
Россия, МПК G01R31/34, 2136013 С1. Кубанский государственный аграрный	Электрифицированный стенд для исследования асинхронных и синхронных генераторов. Технический результат заключается в стабилизации частоты и скорости исследуемого генератора, для чего в регуляторе скорости приводного двигателя используется синхронизация напряжения исследуемого генератора. Стенд	–	Нет

Продолжение таблицы 2

Страна выдачи, вид и номер охранного документа. Классификационные индексы, заявитель, страна.	Название изобретения, сущность технического решения, технический результат	Уровень развития вида техники	
университет. 97105355/09, 03.04.1997, 27.08.1999	содержит блок, который реализует функцию фазоимпульсного управления силовым блоком и содержит узел синхронизации, с которым соединен выходными контактами переключатель режима синхронизации, который в свою очередь соединен входными контактами с сетью и выходом генератора.		
Россия, МПК G08C17/00, 2434300 C1 Открытое акционерное общество «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте» (Россия). 2010124043/08, 11.06.2010, 20.11.2011, 19.02.2008, 27.08.2009	Устройство включает в себя систему датчиков, приемопередатчик сенсорного узла, аккумулятор, генератор, базу данных, блок анализа состояния конструкции. Регистрацию текущих значений критериев двигателя осуществляют визуальным осмотром с последующей его разборкой, отправкой покупных агрегатов и комплектующих изделий разработчикам и предприятиям-изготовителям, проведением неразрушающих методов контроля и лабораторных испытаний.	–	Нет
Россия, МПК B61L7/08, 2386564 C1 Закрытое акционерное общество «Рязанская Радиоэлектронная компания» (Россия). 2008134826/11, 25.08.2008, 20.04.2010	«Техническим результатом изобретения является повышение безопасности движения железнодорожного транспорта. Устройство контроля времени перевода рельсовых железнодорожных стрелок содержит два бесконтактных датчика и, установленных в шейке рамного рельса электропривода стрелок, два блока измерения разности времен перевода стрелки, блок накопления данных измерений, два решающих блока, два логических элемента, блок сигнализации, блок задания значений. Блок измерения разности времен перевода стрелки содержит два формирователя импульсов, триггер измерений содержит два оперативных запоминающих устройства и мультиплексор. Основной блок содержит блоки опроса, сравнения, анализа значений приращений времени перевода стрелки. Блок анализа значений приращений времени перевода стрелки содержит два регистра, два устройства сравнения, счетчик приращений» [7].	–	Нет

Таблица 3 – Общедоступные сведения об уровне вида техники

Наименование источника информации	Название и сущность технического решения	Новизна объекта исследования	Уровень развития вида техники	
			–	Нет
Сайт: <a href="https://www.garo.cc/katalog/diagnosticheskoe-oborudovanie/stendy-dlja-proverki/stend-dlja-proverki-elektroob-orudovaniya-s">https://www.garo.cc/katalog/diagnosticheskoe-oborudovanie/stendy-dlja-proverki/stend-dlja-proverki-elektroob-orudovaniya-s</a>	Стенд для проверки генераторов и стартеров Э-250-02. Имитация рабочих режимов и измерения характеристик снятого с а/м электрооборудования.	Проверка множества электроприборов	–	Нет
Сайт <a href="http://www.rator.ru/oborud/stend/">http://www.rator.ru/oborud/stend/</a>	Стенд проверки генераторов и стартеров АСТ-55. При первом нажатии на рычаг зажимается цепь, а при втором нажатии осуществляется натяжение ремня.	Автоматическое натяжение цепи крепления генераторов и стартеров и ремня привода.	–	Нет
Сайт <a href="https://www.teh-avto.ru/oborudovanie-dlya-diagnostiki-avtomobilej/proverka-snyatyx-agregatov-s-avtomobilya/ctend-skif-1-01-dlya-starterov-i-generatorov-avtomashin-35-kvt-380v50gc-nastolnyj/">https://www.teh-avto.ru/oborudovanie-dlya-diagnostiki-avtomobilej/proverka-snyatyx-agregatov-s-avtomobilya/ctend-skif-1-01-dlya-starterov-i-generatorov-avtomashin-35-kvt-380v50gc-nastolnyj/</a>	Диагностический стенд СКИФ-1-01. Крепление агрегатов осуществляется цепью и стяжным винтом.	Компактность конструкции.	Да	-

#### 2.4 Анализ результатов информационного поиска и разработка нового технического объекта

Разработка нового технического решения возможна на основании анализа аналогов, в ходе которого необходимо оценить технические решения, положительные эффекты от их применения и задачи, на решение которых они были направлены.

Для оценки показателей используем числовые показатели от «-2» до «+2», где числовые показатели «0», «1», «2» являются преимуществом, «-1», «-2» – недостатками. Оценки заносим в таблицу 4 и по суммарной оценке каждого аналога определяем перспективный объект.

Аналог, имеющий наибольшую суммарную оценку, считается наиболее прогрессивным техническим решением и его принимают для использования в усовершенствованном объекте.

Таблица 4 – Анализ результатов поиска

Задача, технический результат	Проектируемый объект	Аналоги		
		Стенд для испытания генераторов	Устройство для испытания генераторных установок	Стенд проверки генераторов и стартеров Скиф-1-01
Автоматизация процессов диагностики	0	0	-1	1
Проверка стартеров в режиме полного торможения и с разными тормозными моментами	0	0	-1	0
ИТОГО:	0	0	-2	1

После проведенного анализа, выявили аналог «стенд проверки генераторов и стартеров СКИФ-1-01», который имеет наибольшую суммарную оценку (наилучший результат), он является наиболее прогрессивным техническим решением, поэтому и принимается для использования в усовершенствованном объекте.

## 2.5 Описание усовершенствованного объекта

Стенд проверки генераторов и стартеров состоит из асинхронного электродвигателя, гидронасоса, шарового крана с электроприводом, датчика давления масла, датчика частоты вращения, расширительного бачка, рукавов высокого давления, маховика, частотного преобразователя, контроллера, панели оператора, блока питания. Приводной асинхронный электродвигатель через ременную передачу приводит во вращение автомобильный генератор. Зубчатый венец маховика гидронасоса входит в зацепление с шестерней

привода стартера. Шаровой кран посредством аналогового сигнала от контроллера изменяет сечение гидравлического провода, тем самым нагружая стартер.

Преимуществом усовершенствованного объекта является: проверка стартеров в режиме полного торможения и с разными тормозными моментами и автоматизация процесса диагностики.

## **2.6 Исследование предложенного объекта техники на наличие критериев патентоспособности**

Для определения патентоспособности нового объекта, используем ранее выявленный регламент патентного поиска и сам проведенный информационный поиск.

Прототипом служит стенд проверки генераторов и стартеров СКИФ-1-01, который берется за основу, так как имеет компактную конструкцию и позволяет проводить диагностику генераторов и стартеров автомобилей ВАЗ.

Отличительными признаками заявленного изобретения от прототипа являются возможность проведения проверка стартеров под нагрузкой и с разными тормозными моментами, и автоматизация процесса диагностики.

Рассмотрим разницу между усовершенствованным объектом и прототипом (таблица 5).

Таблица 5 – Компоновка сравниваемых объектов

Объект исследования	Усовершенствованный объект	Прототип
Электродвигатель	+	+
Натяжное устройство	+	+
Ременная передача	+	+
Гидронасос	+	-
Панель оператора	+	-
Датчик давления масла	+	-
Шаровой кран	+	-
Контроллер	+	-
Частотный регулятор	+	+
Датчик частоты вращения	+	-

Как показал информационный поиск, новая конструкция «стенда проверки генераторов и стартеров» не является общеизвестной (гидронасос, датчик давления масла, шаровой кран, контроллер, панель оператора), поэтому она обладает критерием изобретательского уровня.

Для определения критерия новизны проводим анализ известных технических решений, и результат заносим в таблицу 6.

Таблица 6 –Анализ известных технических решений

Наименование и анализ улучшенного объекта техники.	Наименование и структурный анализ прототипа	Общие признаки улучшенного объекта техники и прототипа	Отличительные признаки по сравнению с прототипом	Технический результат, улучшенного объекта техники.
Стенд проверки генераторов и стартеров. Состоит из: рамы из профилей, электродвигателя с шкивом, гидронасоса с маховиком, шарового крана, рукавов высокого давления, датчика давления масла, датчика частоты вращения, панели оператора	Стенд проверки генераторов и стартеров СКИФ-1-01. Стенд состоит из: электродвигателя, рамы, амперметра, вольтметра, преобразователя частоты	Электродвигатель, ременная передача, преобразователь частоты	Гидронасос, датчик давления масла, шаровой кран с электроприводом, датчик частоты вращения, маховик, контроллер, панель оператора	Проверка стартеров в режиме полного торможения и с разными тормозными моментами. Автоматизация процесса диагностики

После проведенного анализа мы видим, что существуют отличительные признаки, значит, данное техническое решение обладает новизной, то есть является неизвестным из уровня техники.

Описание объекта.

Устройство относится к области электротехники и может быть использовано для диагностирования генераторов и стартеров автомобилей ВАЗ-2110/2170.

Известен прибор модели Э-250-07, содержащий панель управления, крепление стартеров и генераторов, привод генератора, амперметр,

вольтметр, на котором можно осуществить проверку электрооборудования автомобилей. Однако данная модель имеет большие массово-габаритные показатели.

Наиболее близким техническим решением является «Стенд проверки генераторов и стартеров СКИФ-1-01», состоящий из электродвигателя, который вращает шкив генератора посредством ременной передачи, амперметра и вольтметра, входы которых соединены с выходом генератора электрическими связями.

Недостатком данного стенда является невозможность проверки стартеров под нагрузкой.

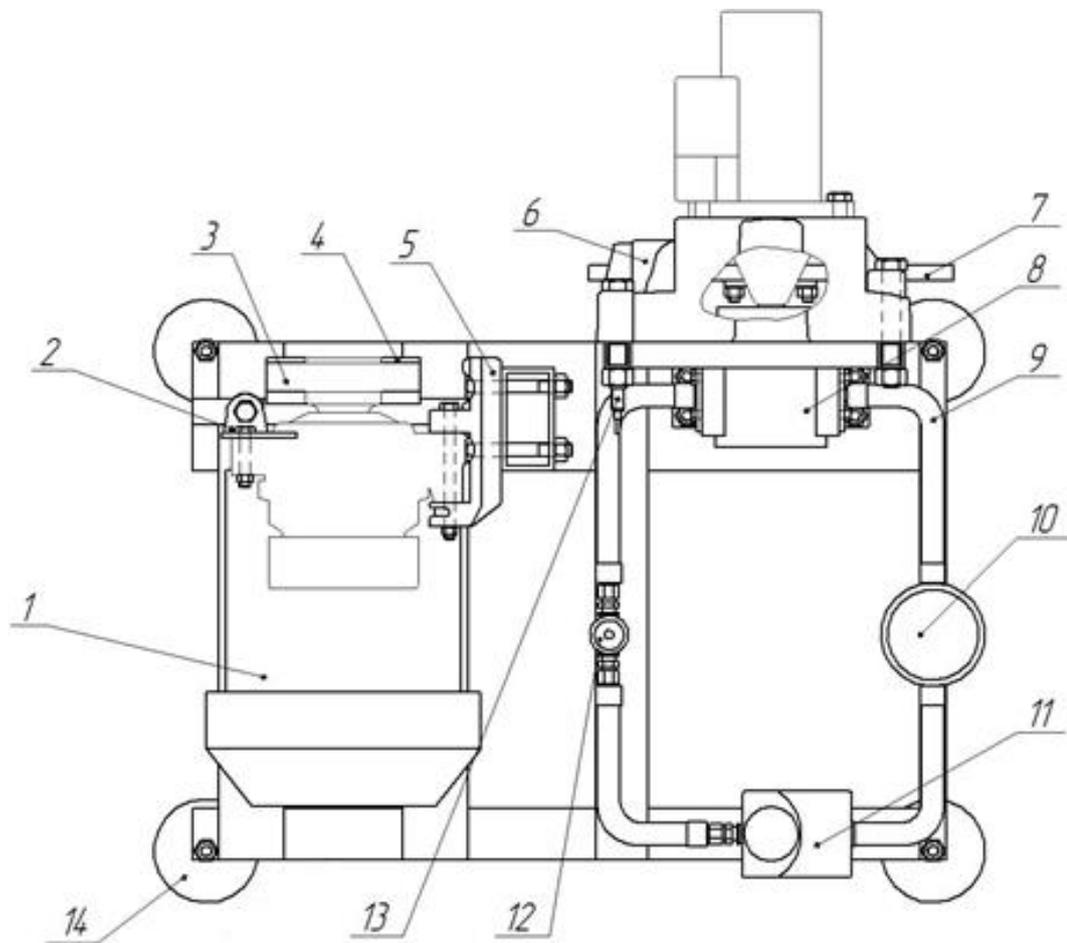
Задача устройства состоит в расширении функциональных возможностей стенда. Технический результат – проверка стартеров под нагрузкой, автоматизация процесса.

Спроектированное устройство представляет собой пространственно-рамную конструкцию, выполненную на основе стального проката в форме профиля, на которой установлен трехфазный электродвигатель, кронштейны для крепления генератора и стартера при помощи болтов и гаек, гидронасос с маховиком, выполняющий роль тормозного устройства, шаровой кран, датчик давления масла, датчик частоты вращения, рукава высокого давления.

Устройство показано на рисунке 8 и работает следующим образом.

Проверяемые генератор и стартер закрепляются в кронштейнах 2, 5, 6 при помощи болтов и гаек. Электродвигатель 1 через ременную передачу 3 приводит во вращение автомобильный генератор. Контроллер посылает аналоговый сигнал частотному преобразователю, изменяющему в свою очередь скорость вращения привода, и цифровому реостату, нагружающему генератор. Шестерня привода стартера входит в зацепление с маховиком 7 гидронасоса 8. Контроллер передает сигнал на электропривод шарового крана 11, изменяющего сечение гидросистемы. Давление в системе повышается, что регистрируется датчиком давления масла 12.

Увеличивается нагрузка на стартер, что ведет к падению скорости вращения привода агрегата. Генератор и стартер электрическими связями соединены с контроллером, который в свою очередь передает сигнал на графический интерфейс – панель оператора.



1 – электродвигатель; 2, 5, 6 – кронштейны; 3 – ременная передача; 4 – шкив;  
7 – маховик; 8 – гидронасос; 9 – рукав высокого давления; 10 – резервуар; 11 – кран;  
12 – датчик давления масла; 13 – датчик частоты вращения; 14 – виброопора

Рисунок 8 – Эскиз установки

Положительный эффект от использования данного устройства состоит в возможности проверки стартеров под нагрузкой, автоматизации процесса.

Формула.

Стенд проверки генераторов и стартеров, содержащий каркас в виде стальных профилей, кронштейны крепления агрегатов, электродвигатель со

шкивом, гидронасос с маховиком, датчик давления масла, датчик частоты вращения, резервуар для масла, рукава высокого давления, контроллер, панель оператора, цифровой реостат, преобразователь частоты, шаровой кран с электроприводом, выполненный в компактных размерах, отличающийся тем, что шаровой кран закреплен на стальном профиле каркаса сбоку, а панель оператора соединена проводами с контроллером, установленном на столе приборов и соединенным с датчиками частоты вращения и давления масла, установленными на профиле сбоку, и проверяемыми агрегатами.

Реферат.

Изобретение может быть использовано для диагностики путем снятия характеристик, определяющих работоспособность генераторов и стартеров автомобиля.

Стенд проверки генераторов содержит электродвигатель, который приводит во вращение шкив генератора посредством ременной передачи; гидронасос с маховиком, входящим в зацепление с шестерней привода стартера; шарового крана с электроприводом, изменяющего нагрузку на стартер. Генератор и стартер закреплены на раме при помощи кронштейнов, болтов и гаек. Разъемы генератора и стартера проводами соединены с контроллером. Техническим результатом является возможность проверки стартеров под нагрузкой, автоматизация процесса.

## **3 Разработка стенда для диагностики генераторов и стартеров автомобилей**

### **3.1 Техническое задание**

Разрабатываемое изделие будет использоваться для диагностики генераторов и стартеров легковых автомобилей LADA при естественном и искусственном освещении.

Разработка стенда проверки генераторов и стартеров производится по заданию кафедры «Проектирование и эксплуатация автомобилей» в рамках выполнения выпускной квалификационной работы по направлению подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов».

Конструктивные требования, предъявляемые к стенду:

- должна обеспечиваться фиксация проверяемых объектов (генератор, стартер). Генератор должен устанавливаться таким образом, чтобы обеспечивалось требуемое натяжение ремня;
- привод, обеспечивающий вращение шкива генератора, должен подбираться исходя из мощности, которая должна превышать мощность генератора (1,1 кВт);
- для регулировки скорости вращения привода необходимо предусмотреть частотный регулятор;
- для торможения стартера необходимо подобрать оборудование по принципу изменения давления в гидросистеме;
- диагностика агрегатов должна осуществляться в автоматическом режиме;
- рама стенда должна быть изготовлена из металла;
- для минимизации вибрации в конструкции стенда необходимо использовать гасители (виброопоры);

- в разрабатываемой конструкции должны применяться стандартные комплектующие изделия, предусмотрены условия взаимозаменяемости и возможность дальнейшего усовершенствования конструкции;
- разборные элементы конструкции стенда должны без труда подвергаться разборке/сборке.

Ожидаемый срок службы 30 лет с учетом обслуживания оборудования, которое необходимо проводить не реже одного раза в полгода.

При проектировании оборудования необходимо провести оценку эргономических свойств стенда проверки генераторов и стартеров, к конструкции которой предъявляются требования указанные в ГОСТ Р 57288-2016 «Принципы эргономического проектирования машин и оборудования»

Эстетические требования: внешние очертания стенда должны отвечать требованиям технической эстетики и передавать характер изделия.

Себестоимость изделия не должна превышать 85 тысяч рублей, срок окупаемости – 2,5 года.

Эскизный проект необходимо разработать на основании технического предложения.

Каждое техническое решения должно быть проработано в нескольких вариантах (не менее 2-х), приведено сравнение и определено наиболее перспективный вариант технического решения. Результаты проведенного анализа необходимо предоставить в письменном виде с приложенными эскизами. По каждой ответственной (нагруженному) детали, узлу необходимо выполнить расчеты, подтверждающие пригодность оборудования к выполнению предусмотренных работ.

Для проведения экспертизы проект предоставляется руководителю проекта в письменном виде техническое задание, техническое предложение, эскизный проект, расчеты и чертежи общего вида, а также другая конструкторская документация.

### 3.2 Техническое предложение

Получено задание по разработке стенда для проверки работоспособности генераторов и стартеров. Из технического задания следует, что при работе на стенде должна осуществляться диагностика агрегатов. Сниматься измеряемые параметры должны в автоматическом режиме без участия оператора. В работу оператора входит фиксация агрегатов и анализ параметров. Разработка проводится на основании проведенного информационного поиска, исходя из выбранного технического решения для данного стенда. При составлении технического предложения на данное оборудование произведен обзор технической литературы для выявления существующих образцов, аналогичных или близких по назначению. Рассмотрим наиболее применяемые стенды, их характеристики и конструкции с позиции применимости к техническому заданию AST-55, Э-250-02 и СКИФ-1-01 (рисунки 9, 10, 11).



Технические характеристики стенда Э-250-02:	
Напряжение питания трехфазного и однофазного...	380 В, 220В
Напряжение проверяемых агрегатов	12 В, 24 В
Мощность привода, кВт	5,5
Обороты привода, об/мин	0-3000
Установка оборотов	плавная
Нагрузка	0-200 А
Макс. измеряемый ток	500 А
Тип передачи	ременный
Габариты без монитора	800x900x470

Рисунок 9 – Стенд AST-55

«Особенности: натяжение цепи крепления генератора и ремня привода осуществляется автоматически при нажатии и удержании соответствующего рычага» [10].

К недостаткам можно отнести невозможность проверки стартера под нагрузкой.

Проанализировав конструкцию данного стенда, в качестве привода, вращающего генератор, принимаем асинхронный электродвигатель.



Технические характеристики стенда Э-250-02:	
Диапазон частот вращения, об/мин	0-10000
Сила постоянного тока, А	100
Диапазон напряжений постоянного и переменного тока, В	0-40
Сопротивление постоянному току, Ом	0-100000
Максимальная мощность, потребляемая из сети при проверке стартеров, кВА	20
Время непрерывной работы, ч не менее	8
Средняя наработка на отказ, ч не менее	1000
Номинальное напряжение проверяемого оборудования, В	12 / 24
Габаритные размеры, мм	1200x850x1600

Рисунок 10 – Стенд Э-250-02

«Особенности: системы крепления и комплекты принадлежностей позволяют закрепить на стенде практически все типы генераторов и стартеров российского и импортного производства; переустановка пружинного датчика обеспечивает проверку стартеров левого и правого вращения» [11].

К недостаткам можно отнести невозможность проведения диагностики стартера на режиме «с разными тормозными моментами».



Технические характеристики стенда Э-250-02:	
Тип конструкции	настольный
Питание стенда, В	380
Частота, ГЦ	50
Мощность привода, кВт	3,5
Установка оборотов	плавная
Контролируемые параметры	ток переменный, мощность агрегата, обороты привода, напряжение
Габаритные размеры, мм	570x600x450
Масса, кг	50

Рисунок 11 – Стенд СКИФ-1-01

Особенности: 1) относительно малые габариты; 2) низкая стоимость.

К недостаткам можно отнести невозможность диагностировать стартер под нагрузкой.

Анализ конструкций стендов и их характеристик показал, что ни одна конструкция в полной мере не отвечает установленным требованиям. Соответственно, стоит задача по разработке новой конструкции.

Предлагаю следующий вариант компоновки стенда.

Однозначно, проведенный анализ конструкций показал преимущество настольного варианта размещения стенда. Такой вариант позволит значительно сэкономить площадь под размещение. Для обеспечения жесткости, устойчивости и простоте изготовления конструкции рамы должна быть сварена из стального профиля. В качестве устройства торможения привода стартера предлагается использовать гидросистему, в состав которой входят гидронасос с зубчатым колесом, кран, датчик давления масла. Все элементы гидросистемы соединены трубками высокого давления.

На основании проработанных конструкторских решений выбираем оптимальный вариант, который в большей степени удовлетворяет требованиям технического задания.

### 3.3 Расчет основных элементов конструкции

Использование виброопор позволяет обеспечить активную и пассивную вибро- и шумоизоляцию (рисунок 12). Для подбора правильного типа виброопоры необходимо воспользоваться формулой (1):

$$m = m_{эл.дв} + m_{ген.} + m_{ст.} + m_{нас.} + m_{рама} + m_{мах}, \quad (1)$$

где  $m_{эл.дв}$  – масса электродвигателя,  $m_{эл.дв} = 19$  кг;

$m_{ген.}$  – масса генератора,  $m_{ген.} = 5,4$  кг;

$m_{ст.}$  – масса стартера,  $m_{ст.} = 3$  кг;

$m_{нас.}$  – масса насоса,  $m_{нас.} = 6$  кг ;

$m_{рама}$  – масса рамы,  $m_{рама} = 10$  кг ;

$m_{мах}$  – масса маховика,  $m_{мах} = 4,9$  кг .

$$m = 19 + 5,4 + 3 + 6 + 10 + 4,9 = 48,3 \text{ кг .}$$



Рисунок 12 – Виброопоры

Так как масса элементов стенда не превышает 50 кг, будем использовать четыре виброопоры с расчетной нагрузкой для каждой равной 800 кгс.

В качестве крепления генератора предлагается использовать нижний кронштейн генератора от автомобиля ВАЗ 2110 (рисунок 13а) и скобу крепления генератора ВАЗ-2107 (рисунок 13б). Кронштейны закрепим на профиле посредством болтов и гаек.



а)



б)

Рисунок 13 – Детали крепления генератора

В качестве крепления стартеров предлагается использовать картер сцепления ВАЗ-2110 (рисунок 14а), при этом отпилив нужную часть крепления агрегата (рисунок 14б).



а)



б)

Рисунок 14 – Детали крепления стартера

При выборе привода необходимо учитывать требуемые мощность и максимальные обороты. Так как допустимо использовать электродвигатель с выходной мощностью более 3 кВт и максимальных оборотах 3000 об/мин, то учитывая экономическую составляющую, предлагается использовать асинхронный электродвигатель модели АИР С90L2 на 3,5 кВт и максимальных оборотах 3000 об/мин.

Для обеспечения возможности диагностики необходимо осуществлять вращение вала генератора до 5000-6000 об/мин. Следовательно, необходимо установить шкив с передаточным отношением, равным 2. Для исключения проворачивания шкива в шпоночный паз вала электродвигателя устанавливаем шпонку. Для обеспечения дополнительной жесткости крепления шкива предлагается высверлить отверстие в валу электродвигателя, нарезать резьбу и установить болт.

Для передачи крутящего момента от двигателя к генератору предлагается использовать ремень газораспределительного механизма от

автомобиля ВАЗ-2110, натяжение которого будет осуществляться при помощи регулировочной скобы.

В качестве устройства, регулирующего частоту вращения электродвигателя, примем, преобразователь частоты ELHART модели EMD-MIN-037 T с выходной мощностью 3,7 кВт, так как мощность электродвигателя составляет 3,5 кВт (рисунок 15).



Рисунок 15 – Преобразователь частоты асинхронных двигателей

Для исключения вибрационных нагрузок размещение преобразователя частоты не допускается на раме стенда. Поэтому предлагается расположить его на колонне или стене при помощи винтов.

Для осуществления мониторинга снимаемых параметров предлагается использовать панель оператора АГАВА модели ПО-50.10 (рисунок 16), которая представляет собой сенсорный экран резистивного типа. В конструкции устройства предусмотрен контроллер для автоматизации процессов и цифровой резистор с номинальным сопротивлением 15 кОм.



Рисунок 16 – Панель оператора АГАВА модели ПО-50.10

При напряжении 14 В максимальный ток генератора ВА3-2170 равен 80 А. Рассчитываем необходимое сопротивление нагрузки по формуле (2):

$$R = \frac{U}{I}, \quad (2)$$

где  $U$  – напряжение на выходе,  $U = 14$  В;

$I$  – максимальный ток отдачи,  $I = 80$  А.

$$R = \frac{14}{80} = 0,175 \text{ Ом.}$$

Как мы видим, резистор соответствует нужной нагрузке. Следовательно, панель оператора подобрана, верно.

Для исключения вибрационных нагрузок размещение панели оператора не допускается на раме станда. Поэтому предлагается расположить ее на колонне или стене при помощи винтов.

Для торможения привода стартера предлагается использовать масляный гидронасос HYDAC модели PGI100-2-005 (рисунок 17). Данный гидронасос работает в диапазоне от 200 до 4000 об/мин при максимальном давлении 32 МПа.



Рисунок 17 – Гидронасос HYDAC модели PGI100-2-005

В качестве зубчатого колеса, которое будет входить в зацепление с шестерней привода стартера, предлагается использовать облегченный маховик от автомобиля ВАЗ-2110 массой 4,9 кг (рисунок 18). Так как внутренний диаметр маховика больше диаметра вала насоса, для крепления маховика изготовим фланец, который будет крепиться на валу насоса шпонкой. Для жесткого крепления детали предлагается высверлить в валу насоса отверстие, нарезать резьбу для установки болта.



Рисунок 18 – Маховик

Для торможения вала гидронасоса предлагается использовать регулировочный кран модели R205K (номинальное давление 41,4 МПа), который оснащен корректирующим диском и электрическим приводом.

Управление электроприводом осуществляется стандартным аналоговым сигналом, посредством, которого шар крана перемещается. Модель электропривода TRD24-SR.

В качестве емкости для масла (рисунок 19) предлагается использовать резервуар небольшого объема (600 мл) в дне которого необходимо предусмотреть отверстие с резьбой для навинчивания тройника.



Рисунок 19 – Емкость для масла

Для контроля давления в системе предлагается использовать датчик давления масла HYDAC модель MM-120Д (рисунок 20), который необходимо ввернуть на тройник. Датчик давления масла рассчитан на максимальное давление масла 35 МПа.



Рисунок 20 – Датчик давления масла

Все элементы системы соединим при помощи трубок высокого давления с разрывным давлением более 100 МПа.

Датчик частоты вращения предлагается использовать LM8-3002NA (рисунок 21).



Рисунок 21 – Датчик частоты вращения

### 3.4 Руководство по эксплуатации

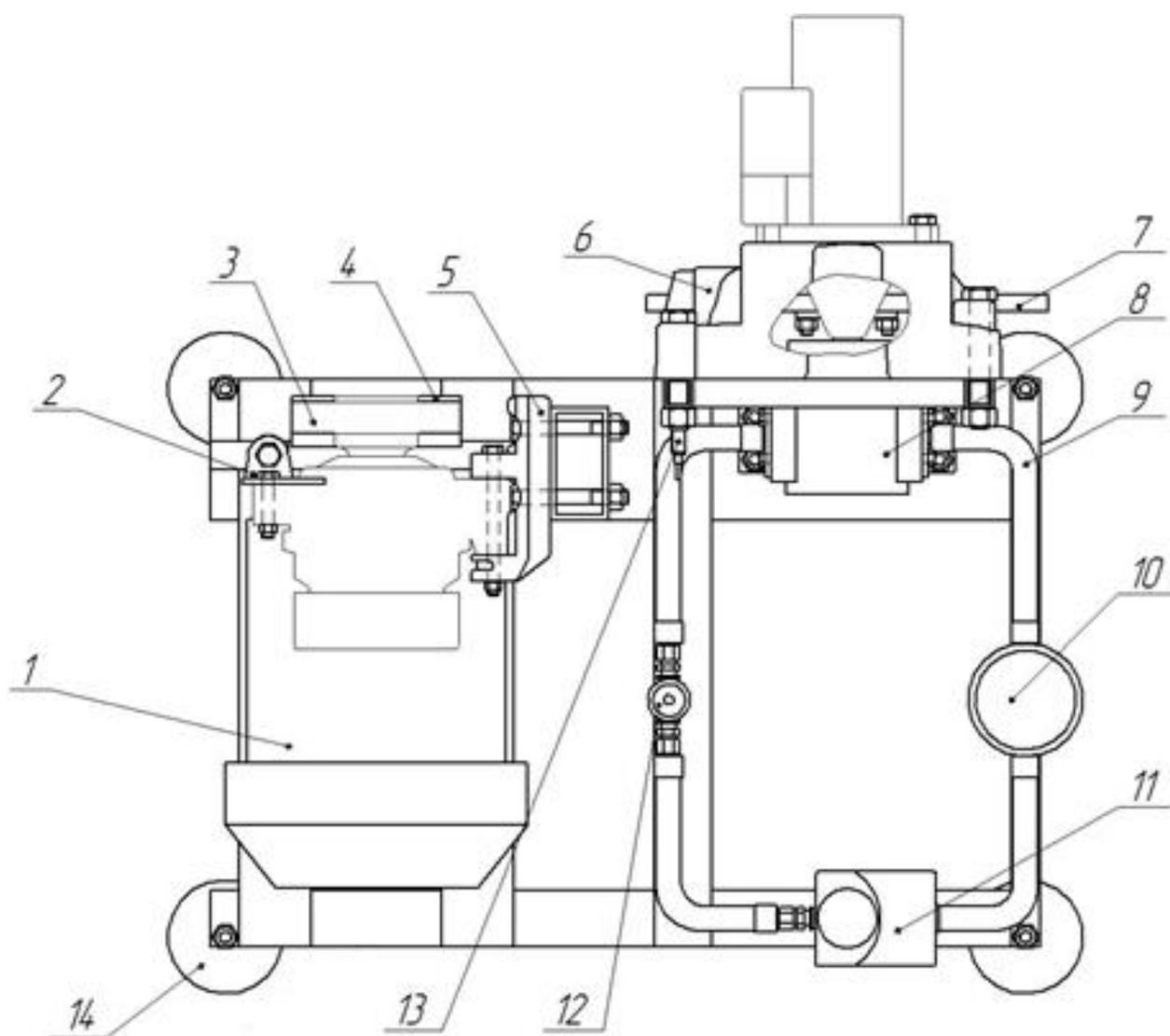
Данный стенд проверки генераторов и стартеров предназначен для проверки технического состояния генераторов и стартеров снятых с автомобиля.

Стенд предназначен для:

- проверки технического состояния и наличия скрытых дефектов генераторных установок снятых с автомобилей с номинальным напряжением 14 В и 28 В;
- контроль тока и напряжения проверяемого генератора в требуемом диапазоне нагрузок и частот вращения;
- вывод на панель оператора снимаемые параметры;

- ступенчатое изменение нагрузки генератора;
- плавное изменение частоты вращения электродвигателя привод генератора;
- проверку электрических параметров стартеров.

Внешний вид станда представлен на рисунке 22.



1 – электродвигатель; 2, 5, 6 – кронштейны; 3 – ременная передача; 4 – шкив;  
 7 – маховик; 8 – гидронасос; 9 – рукав высокого давления; 10 – резервуар; 11 – кран;  
 12 – датчик давления масла; 13 – датчик частоты вращения; 14 – виброопора

Рисунок 22 – Внешний вид станда для проверки генераторов и стартеров

Стартер и генератор устанавливается в кронштейнах при помощи болтового соединения, и подключаются к панели оператора. После включения питания, оператором на панели выбирается требуемый режим диагностики. Далее устройство в автоматическом режиме производит диагностику агрегатов. Эксплуатация стенда должна осуществляться в закрытых помещениях при температуре не ниже 10 °С и не выше 35 °С, с влажностью воздуха не превышающей 80 %.

Рекомендуется использовать для генераторов и стартеров автомобилей ВАЗ-2110/2170.

Техническое обслуживание. Конструкция узлов стенда рассчитана на длительную работу при минимальном уходе. Для обеспечения нормальной работы стенда в течение всего срока его эксплуатации следует периодически проводить профилактический осмотр и техническое обслуживание.

Перед началом работы необходимо:

- удалять пыль с поверхностей стенда, проверять и при необходимости подтягивать контактные соединения;
- проводить визуальный осмотр состояния оборудования, при котором происходит контроль состояние крепежных деталей, состояние корпуса, сварочных швов, состояние ремня привода.

Все обнаруженные неисправности должны быть незамедлительно устранены.

Хранение устройства должно производиться в закрытых помещениях с температурой от плюс 5°С до плюс 40°С и влажностью воздуха не более 80%.

В помещении не должно быть пыли, паров кислот и щелочей, а также газов, вызывающих коррозию металлов и повреждение изоляции.

Транспортирование устройства допускается производить любым закрытым видом транспорта.

Стенд, признанный непригодным к эксплуатации подлежит утилизации. При утилизации стенд разобрать, разделив на детали,

изготовленные из черных, цветных и неметаллических материалов. Детали стенда утилизировать в порядке, установленном потребителем.

Завод-изготовитель гарантирует соответствие параметров стенда требованиям технических условий при соблюдении потребителем условий эксплуатации, транспортировки и хранения.

Гарантийный срок эксплуатации стенда 12 месяцев со дня покупки.

Изготовитель не несет ответственности, не гарантирует нормальную работу стенда, и право на гарантию аннулируется в следующих случаях:

- несоблюдение правил эксплуатации;
- несоблюдение правил транспортирования и хранения;
- при самовольном вмешательстве потребителя в конструкцию и электрическую схему стенда;
- в случае если причиной выхода из строя стенда стал пожар, природный катаклизм или иное явление непреодолимой силы.

## 4 Технологический процесс диагностики стартера на стенде

### 4.1 Возможные неисправности стартера и методы их устранения

Режим работы стартера кратковременный, длительностью до 10 сек.  
Возможные неисправности сведем в таблицу 7.

Таблица 7 – Возможные неисправности

«Причина неисправности»	Способ устранения
1	2
1 При включении стартера якорь не вращается, тяговое реле не срабатывает	
Неисправен или разряжен аккумулятор	Зарядите или замените аккумулятор
Окислены клеммы аккумулятора, наконечники проводов или слабо затянуты наконечники	Очистите клеммы, наконечники проводов, затяните и смажьте вазелином
Межвитковое замыкание во втягивающем реле, замыкание на «массу» или обрыв	Замените тяговое реле
Обрыв в цепи питания тягового реле стартера	Проверьте провода в цепи между выводом стартера и замка зажигания
Неисправна контактная часть выключателя зажигания	Замените контактную часть выключателя зажигания
Заедание якоря тягового реле	Снимите реле, проверьте легкость перемещения якоря
Подгорание коллектора, зависание или износ щеток	Зачистите коллектор, замените щетки
Повреждено дополнительное реле стартера	Замените реле
Неисправность в цепи реле стартера	Проверьте провода. Замените контроллер
2. При включении стартера якорь не вращается или вращается слишком медленно	
Неисправен или разряжен аккумулятор	Зарядите или замените аккумулятор
Ослаблено крепление наконечников провода, соединяющего силовой агрегат с кузовом	Подтяните крепления наконечников провода
Окислены или ослаблены гайки крепления наконечников проводов на контактных болтах	Зачистите контактные болты, затяните гайки крепления проводов
Подгорание коллектора, зависание или износ щеток	Зачистите коллектор, замените щетки
Обрыв или замыкание в обмотке якоря	Замените якорь
3. При включении стартера тяговое реле многократно срабатывает и отключается	

### Продолжение таблицы 7

1	2
Разряжена аккумуляторная батарея	Зарядите батарею
Обрыв или замыкание в удерживающей обмотке тягового реле	Замените тяговое реле
4. При включении стартера якорь вращается, маховик не вращается	
Пробуксовка муфты свободного хода	Замените муфту
5. Шум стартера при вращении якоря	
Чрезмерный износ подшипников	Замените подшипники, крышки стартера
Ослаблено крепление стартера или сломана его крышка со стороны привода	Подтяните гайки крепления или замените крышку стартера со стороны привода» [14]

#### **4.2 Технологический процесс диагностики стартера на стенде**

В связи с ограниченностью объема пояснительной записки технологический процесс представлен на листе 6 графической части ВКР. Общая трудоемкость составляет 4,63 чел.-ч. Исполнитель является слесарь 4-го разряда.

## 5 Безопасность и экологичность стенда для диагностики генераторов и стартеров автомобилей

### 5.1 Конструктивно-технологическая и организационно техническая характеристики стенда для диагностики генераторов и стартеров автомобилей

Паспорт безопасности предназначен для обеспечения потребителя достоверной информацией по безопасности применения, хранения, транспортирования и утилизации материалов, изделий, устройств а также их использования в бытовых целях.

Паспорт безопасности должен содержать изложенную в доступной и краткой форме достоверную информацию, достаточную для принятия потребителем необходимых мер по обеспечению защиты здоровья людей и их безопасности на рабочем месте, охране окружающей среды на всех стадиях жизненного цикла вещества, в том числе утилизацию.

В таблице 8 представлен паспорт безопасности на стенд для диагностики генераторов и стартеров автомобилей

Таблица 8 – Паспорт безопасности на стенд для диагностики генераторов и стартеров автомобилей

Технологический процесс	Наименование и содержание операций и переходов	Должность работника, выполняющего технологическую операцию, процесс, согласно Приказа Росстандарта от 12.12.2014 N 2020-ст	Оборудование и приспособления	Перечень веществ и материалов, используемых при выполнении технологического процесса
1	2	3	4	5
Диагностика генераторов и стартеров автомобилей	1 Установка стартера на стенд. 2 Подключение стартера. 3 Проверка стартера на режиме холостого хода 4 Проверка стартера на режиме с	Слесарь–электрик 4 разряда	Стенд для диагностики генераторов и стартеров автомобилей, гаечные ключи	Перчатки, защитные очки

Продолжение таблицы 8

1	2	3	4	5
	тормозным моментом 5 Проверка стартера на режиме максимальной мощности 6 Проверка стартера на режиме полного торможения 7 Отключение стартера 8 Снятие стартера			

### 5.2 Определение профессиональных рисков

Определение профессиональных рисков подразумевает под собой процедуру обнаружения, выявления опасных и вредных производственных факторов и установления их временных, количественных и других характеристик, в целях выработки пакета предупреждающих мероприятий для обеспечения безопасности труда.

Сводная информация по идентификации профессиональных рисков при использовании стенда для диагностики генераторов и стартеров автомобилей представлена в таблице 9.

Таблица 9 – Идентификация профессиональных рисков

Наименование выполняемых работ	Наименование О и ВПФ согласно ГОСТ 12.0.003-2015	Источник происхождения О и ВПФ
1	2	3
1 Установка стартера на стенд	Отсутствие или недостаток необходимого освещения рабочей зоны	Стенд для диагностики генераторов и стартеров автомобилей
2 Подключение стартера	Отсутствие или недостаток необходимого освещения рабочей зоны	
	Монотонность труда, вызывающая монотонию	Стенд для диагностики генераторов и стартеров автомобилей
	Напряжение зрительных анализаторов	
	Статические нагрузки, связанные с рабочей позой	

## Продолжение таблицы 9

1	2	3
3 Проверка стартера на режиме холостого хода	Движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования	Стенд для диагностики генераторов и стартеров автомобилей
4 Проверка стартера на режиме тормозным моментом		
5 Проверка стартера на режиме максимальной мощности		
6 Проверка стартера на режиме полного торможения		
	Возможность поражения электрическим током	
	Монотонность труда, вызывающая монотонию	
	Статические нагрузки, связанные с рабочей позой	
	Напряжение зрительных анализаторов	
7 Отключение стартера	Возможность поражения электрическим током	Стенд для диагностики генераторов и стартеров автомобилей
	Монотонность труда, вызывающая монотонию	
	Статические нагрузки, связанные с рабочей позой	
	Напряжение зрительных анализаторов	
8 Снятие стартера	Статические нагрузки, связанные с рабочей позой	Стенд для диагностики генераторов и стартеров автомобилей

### 5.3 Способы снижения профессиональных рисков

Работодатель обязан ежегодно обеспечивать реализацию мероприятий, направленных на улучшение условий труда, в том числе разработанных по результатам специальной оценки условий труда и оценки профессиональных рисков, и направлять на эти цели, согласно ст. 226 Трудового кодекса РФ, не менее 0,2 % суммы затрат на производство продукции (работ, услуг).

Типовой перечень мероприятий по улучшению условий и охраны труда и снижению уровней профессиональных рисков (далее – Перечень) утвержден Приказом Минздравсоцразвития России от 01.03.2012 № 181н (в ред. от 16.06.2014).

Основные мероприятия, включаемые в Перечень:

а) Проведение специальной оценки условий труда (далее – СОУТ).

СОУТ позволяет оценить условия труда на рабочих местах и

выявить вредные и (или) опасные производственные факторы и тем самым выполнить некоторые обязанности работодателя, предусмотренные Трудовым кодексом РФ:

- информировать работников об условиях и охране труда на рабочих местах, о риске повреждения здоровья, предоставляемых им гарантиях, полагающихся им компенсациях и средствах индивидуальной защиты;
  - разработать и реализовать мероприятия по приведению условий труда в соответствие с государственными нормативными требованиями охраны труда;
  - установить работникам компенсации за работу с вредными и (или) опасными условиями труда.
- б) Обеспечение работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, производимых в особых температурных и климатических условиях или связанных с загрязнением, средствами индивидуальной защиты, смывающими и обезвреживающими средствами.
- в) Организация обучения и проверки знаний по охране труда работников.
- г) Проведение обязательных медицинских осмотров и психиатрических освидетельствований.
- д) Устройство новых и (или) модернизация имеющихся средств коллективной защиты работников от воздействия опасных и вредных производственных факторов.
- е) Приведение уровней естественного и искусственного освещения на рабочих местах, в бытовых помещениях, местах прохода работников в соответствие с действующими нормами.
- ж) Устройство новых и (или) реконструкция имеющихся мест организованного отдыха, помещений и комнат релаксации, психологической разгрузки, мест обогрева работников, а также

укрытий от солнечных лучей и атмосферных осадков при работах на открытом воздухе; расширение, реконструкция и оснащение санитарно-бытовых помещений.

- з) Обеспечение хранения средств индивидуальной защиты, а также ухода за ними (своевременная химчистка, стирка, дегазация, дезактивация, дезинфекция, обезвреживание, обеспыливание, сушка), проведение ремонта и замена СИЗ.
- и) Приобретение стендов, тренажеров, наглядных материалов, научно-технической литературы для проведения инструктажей по охране труда, обучения безопасным приемам и методам выполнения работ, оснащение кабинетов (учебных классов) по охране труда компьютерами, теле-, видео-, аудиоаппаратурой, лицензионными обучающими и тестирующими программами, проведение выставок, конкурсов и смотров по охране труда.
- к) Обучение лиц, ответственных за эксплуатацию опасных производственных объектов.
- л) Оборудование по установленным нормам помещения для оказания медицинской помощи и (или) создание санитарных постов с аптечками, укомплектованными набором лекарственных средств и препаратов для оказания первой помощи.
- м) Организация и проведение производственного контроля.
- н) Издание (тиражирование) инструкций по охране труда.

Сводная информация по способам снижения профессиональных рисков представлена в таблице 10.

Таблица 10 – Способы снижения профессиональных рисков

О и ВПФ	Организационно-технические методы и технические средства защиты, снижения, устранения О и ВПФ	СИЗ
1	2	3

Продолжение таблицы 9

1	2	3
Возможность поражения электрическим током	Оформление допуска по электробезопасности, проведение инструктажа по работе с электрическими установками, применение заземляющего устройства	Индивидуальные защитные и экранирующие комплекты для защиты от электрических полей
Движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования	Организационно-технические мероприятия: – инструктажи по охране труда; – содержание технических устройств в надлежащем техническом состоянии, выполнять на регулярной основе планово-предупредительное обслуживание; – эксплуатация инструмента, приспособлений в соответствии с инструкцией.	Оборудование устройства защитными кожухами, спецодежда в зависимости от условий труда (респиратор, защитные перчатки)
Отсутствие или недостаток необходимого освещения рабочей зоны	Правильно подобранные светильники в сочетании с естественным светом. Поддержка чистоты оконных стекол и поверхностей светильников	–
Напряжение зрительных анализаторов. Статические нагрузки, связанные с рабочей позой. Монотонность труда, вызывающая монотонию	Оздоровительно-профилактические мероприятия: – медицинские осмотры согласно ст. 212 ТК РФ – рационализация режимов труда и отдыха в соответствии с действующим законодательством РФ; – устройство комнат психологической разгрузки; занятия различными видами физической культуры, санаторно-курортное оздоровление, физиотерапевтические медицинские мероприятия	–

## **5.4 Пожарная безопасность стенда для диагностики генераторов и стартеров автомобилей**

Пожарная безопасность – состояние защищенности личности, имущества, общества и государства от пожаров.

Требования пожарной безопасности – специальные условия социального и (или) технического характера, установленные в целях обеспечения пожарной безопасности законодательством Российской Федерации, нормативными документами или уполномоченным государственным органом.

Каждый работник обязан:

- знать и соблюдать требования правил пожарной безопасности и инструкций о мерах пожарной безопасности, действующих на предприятии;
- при приеме на работу пройти вводный противопожарный инструктаж;
- до начала самостоятельной работы пройти первичный противопожарный инструктаж на рабочем месте;
- не реже одного раза в полугодие проводить повторный противопожарный инструктаж;
- при необходимости проводить внеплановый и целевой противопожарные инструктажи;
- соблюдать меры предосторожности при использовании средств бытовой химии, газовых приборов, проведении работ с легковоспламеняющимися и горючими веществами, материалами и оборудованием;
- при возникновении пожара немедленно сообщить об этом в пожарную охрану, непосредственному или вышестоящему руководителю, принять все меры к эвакуации людей, тушению пожара и сохранности материальных ценностей;

- при нарушениях пожарной безопасности на участке работы, использовании но по прямому назначению пожарного оборудования, указать об этом нарушителю и сообщить лицу, ответственному за пожарную безопасность.

Сводная информация по мероприятиям, направленным на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности при технологическом процессе диагностики генераторов и стартеров автомобилей представлена в таблице 11.

Таблица 11 – Мероприятия, направленные на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности при технологическом диагностике генераторов и стартеров автомобилей

Мероприятия, направленные на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности	Предъявляемые требования к обеспечению пожарной безопасности, эффекты от реализации
1	2
Наличие сертификата соответствия продукции требованиям пожарной безопасности	Все приобретаемое оборудование должно в обязательном порядке иметь сертификат качества и соответствия
Обучение правилам и мерам пожарной безопасности в соответствии с Приказом МЧС России 645 от 12.12.2007	Проведение обучения, а также различных видов инструктажей по тематике пожарной безопасности под роспись
Проведение технического обслуживания, планово-предупредительных ремонтов, модернизации и реконструкции оборудования	Выполнение профилактики оборудования в соответствии с утвержденным графиком работ. Назначение приказом руководителя лица, ответственного за выполнение данных работ
Наличие знаков пожарной безопасности и знаков безопасности по охране труда по ГОСТ	Знаки пожарной безопасности и знаки безопасности по охране труда, установленные в соответствии с нормативно-правовыми актами РФ
Рациональное расположение производственного оборудования без создания препятствий для эвакуации и использованию средств пожаротушения	Эвакуационные пути в пределах помещения должны обеспечивать безопасную, своевременную и беспрепятственную эвакуацию людей
Обеспечение исправности, проведение своевременного обслуживания и ремонта источников наружного и внутреннего противопожарного водоснабжения, средств пожаротушения	Не допускается использование неисправных средств пожаротушения также средств с истекшим сроком действия
Разработка плана эвакуации при пожаре в соответствии с требованиями статьи 6.2 ГОСТ Р 12.2.143–2009, ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ «Пожарная безопасность Общие требования»	Наличие действующего плана эвакуации при пожаре, своевременное размещение планов эвакуации в доступных для обозрения местах
Размещение информационного стенда по пожарной безопасности	Наличие средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности

## 5.5 Экологическая безопасность стенда для диагностики генераторов и стартеров автомобилей

Сводная информация по идентификации экологических факторов технологического процесса диагностики генераторов и стартеров автомобилей представлена в таблице 12.

Таблица 12 – Идентификация экологических факторов технологического процесса диагностики генераторов и стартеров

Структурные составляющие (оборудование) технологического процесса	Антропогенное воздействие на окружающую среду:		
	атмосферу	гидросферу	литосферу
1	2	3	4
Стенд для диагностики генераторов и стартеров автомобилей	Не обнаружено	Не обнаружено	Спецодежда пришедшая в негодность, твердые бытовые / коммунальные отходы (ТБО, ТКО, коммунальный мусор)

Сводная информация по мероприятиям, направленным на снижение негативного антропогенного воздействия технологического процесса диагностики генераторов и стартеров представлена в таблице 13.

Таблица 13 – Мероприятия, направленные на снижение негативного антропогенного воздействия технологического процесса диагностики генераторов и стартеров

Мероприятий, направленные на снижение негативного антропогенного воздействия технологического процесса диагностики генераторов и стартеров на:		
атмосферу	гидросферу	литосферу
1	2	3
Использование фильтрующих элементов в имеющихся на участке отсасывающих устройствах. Контроль воздушной среды должен проводиться по методикам, утвержденным Министерством	Соблюдение мер по предотвращению загрязнения почв. Контроль за утилизацией и захоронением выбросов, стоков и осадков сточных вод. Персональная	Изнюшенная спецодежда используется как вторсырье при производстве ветоши. Вывоз отходов осуществляется на основании заключенного договора с региональным оператором по вывозу

Продолжение таблицы 13

1	2	3
здравоохранения РФ, ГОСТ 12.1.005-76, ГОСТ 12.1.014-79 и ГОСТ 12.1.016-79	ответственность за охрану окружающей среды	мусора

Заключение по разделу «Безопасность и экологичность стенда для диагностики генераторов и стартеров автомобилей».

В разделе «Безопасность и экологичность стенда для диагностики генераторов и стартеров автомобилей»:

- составлен паспорт безопасности на стенд для диагностики генераторов и стартеров автомобилей (таблица 8);
- определены профессиональные риски при использовании стенда для диагностики генераторов и стартеров автомобилей (таблица 9) и способы их снижения (таблица 10);
- рассмотрены мероприятия, направленные на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности при технологическом процессе диагностики генераторов и стартеров автомобилей (таблица 11, 12);
- рассмотрены мероприятия, направленные на снижение негативного антропогенного воздействия технологического процесса диагностики генераторов и стартеров автомобилей (таблица 13).

## 6 Расчет экономической эффективности стенда для диагностики генераторов и стартеров автомобилей

### 6.1 Определение себестоимости изготовления

Определение затрат на покупку сырья и материалов, выполняется по формуле (14):

$$M = C_M \cdot Q_M \cdot \left(1 + \frac{K_{ТЗ}}{100}\right). \quad (14)$$

Для удобства сводим информацию по затратам на покупку сырья и материалов в таблицу 14.

Таблица 14 – Информация по затратам на покупку сырья

Номенклатура сырья, материалов и услуг	Количество, единица измерения	Цена с НДС за единицу, руб.	Общая сумма, руб.	Условия поставки
1	2	3	4	5
Профиль 20x20x2	1,6 м	48	76,8	самовывоз
Профиль 40x20x2	0,5 м	72	36	самовывоз
Профиль 40x40x2	0,7 м	94	65,8	самовывоз
Профиль 50x25x2	0,9 м	89	80,1	самовывоз
Профиль 80x40x4	0,5 м	288	144	самовывоз
Профиль 100x50x3	0,7 м	265	185,5	самовывоз
Краска	1,2 л	131	157,2	–
Итого:			745,4	
Транспортно-заготовительные расходы	–	–	68,01	–
Всего:	–	–	813,41	–

Определение затрат на покупные изделия и полуфабрикаты воспользуемся формулой (15):

$$П_{И} = C_i \cdot \eta_i \cdot \left(1 + \frac{K_{ТЗ}}{100}\right). \quad (15)$$

Для удобства сводим информацию по затратам на покупные изделия в таблицу 15.

Таблица 15 – Информация по затратам на покупные изделия

Номенклатура покупного изделия	Количество, единица измерения	Цена с НДС за единицу изделия, руб.	Общая сумма, руб.	Условия поставки
1	2	3	4	5
Скоба крепления генератора ВАЗ-2107	1 шт.	120	120	самовывоз
Кронштейн нижний генератора ВАЗ 2110	1	240	240	самовывоз
Электрический двигатель АИРС90L2	1	6100	6100	самовывоз
Картер сцепления ВАЗ-2110	1	823	823	самовывоз
Маховик облегченный	1	2260	2260	самовывоз
Гидронасос масленный HYDAC PGI100-2-005	1	1550	1550	самовывоз
Масло моторное минеральное	1	250	250	самовывоз
РВД с фитингами	4	450	1800	самовывоз
Тройник с резьбой	2	168	336	самовывоз
Штуцер	7	94	658	самовывоз
Датчик давления масла HYDAC MM- 120Д	1	850	850	самовывоз
Резервуар для масла INTERTOOL	1	100	100	самовывоз
Шаровой кран R205K с электроприводом TRD24-SR	1	3200	3200	самовывоз
Виброопоры MF 14.80 SS	4	520	2080	самовывоз
Шкив	1	730	730	самовывоз
Ремень генератора ВАЗ-2170, 700 мм	1	410	410	самовывоз
Частотный преобразователь PI8100a 004G1	1	11540	11540	самовывоз
ДЧВ LM8-3002NA	1	720	720	самовывоз
Панель оператора EMT3070A	1	7800	7800	самовывоз
Крепеж	58	4	232	самовывоз

Продолжение таблицы 15

1	2	3	4	5
Итого:	–	–	41799	–
Транспортно-заготовительные расходы	–	–	2925,93	–
Всего:	–	–	44724,93	–

## 6.2 Определение затрат на выплату заработной платы

Для определения затрат на заработную плату воспользуемся формулой (16):

$$Z_o = C_p \cdot T \cdot \left(1 + \frac{K_{ТЗ}}{100}\right). \quad (16)$$

Для удобства сводим информацию по затратам на выплату основной заработной платы в таблицу 16.

Таблица 16 – Информация по затратам на выплату основной заработной платы

Наименование основной технологической операции	Разряд рабочего в соответствии с Единым тарифно-квалификационным справочником работ и профессий рабочих	Затраты на производство единицы продукции (трудоемкость), чел-ч.	Должностной оклад, руб./час	Заработная плата, руб.
1 Заготовительная	3	6	52,8	316,8
2 Токарная	4	16	55,74	891,84
3 Слесарная	4	2	55,74	111,48
4 Сварочная	4	18	55,74	1003,32
5 Сборочная	4	24	55,74	1337,76
6 Электромонтажная	5	16	61,2	979,2
7 Испытательная	5	4	61,2	244,8
Итого:	–	–	–	4885,2
Выплата стимулирующего характера (ч. 1 ст. 129 ТК РФ):	–	–	–	977,04
Основная заработная плата:	–	–	–	5862,24

Для определения затрат на выплату дополнительной заработной платы воспользуемся формулой (17):

$$З_д = З_о \cdot K_д, \quad (17)$$

где  $K_д$  – коэффициент доплат до часового фонда заработной платы,

$$K_д = 1,1 [20].$$

$$З_д = 5862,24 \cdot 1,1 = 586,22 \text{ р.}$$

Для определения затрат на отчисления единого социального налога воспользуемся формулой (18):

$$O_c = (З_о + З_д) \cdot K_c, \quad (18)$$

где  $K_c$  – коэффициент доплат до часового фонда заработной платы,

$$K_c = 0,26 [19].$$

$$O_c = (5862,24 + 586,22) \cdot 0,26 = 1676,6 \text{ р.}$$

### **6.3 Определение затрат на содержание и эксплуатацию оборудования**

Для определения затрат на содержание и эксплуатацию оборудования воспользуемся формулой (19):

$$P_{\text{сод.об}} = З_о \cdot K_{\text{об}}, \quad (19)$$

где  $K_{\text{об}}$  – коэффициент, учитывающий расходы на содержание и эксплуатацию оборудования,  $K_{\text{об}} = 1,04 [20]$ .

$$P_{\text{сод.об}} = 5862,24 \cdot 1,04 = 6096,73 \text{ р.}$$

Для определения затрат на общепроизводственные нужды воспользуемся формулой (20):

$$P_{opr} = Z_O \cdot K_{opr}, \quad (20)$$

где  $K_{opr}$  – коэффициент распределения общепроизводственных расходов,  $K_{opr} = 1,5$ .

$$P_{opr} = 5862,24 \cdot 1,5 = 8793,36 \text{ р.}$$

Для определения цеховой (внутрихозяйственной) себестоимости воспользуемся формулой (21):

$$C_{ц} = M + П_{II} + Z_O + Z_D + O_C + P_{соб.об} + P_{opr}, \quad (21)$$

$$C_{ц} = 813,41 + 44724,93 + 5862,24 + 586,22 + 1676,6 + 6096,73 + 8793,36 = 68553,49 \text{ р.}$$

Для определения затрат на общехозяйственные (общезаводские) расходы воспользуемся формулой (22):

$$P_{охр} = Z_O \cdot K_{охр}, \quad (22)$$

где  $K_{охр}$  – коэффициент, учитывающий общехозяйственные расходы,

$$K_{охр} = 1,6.$$

$$P_{охр} = 5862,24 \cdot 1,6 = 9379,58$$

Для определения общих затрат воспользуемся формулой (23):

$$C_{ИР} = C_{ц} + P_{охр}, \quad (23)$$

$$C_{ИР} = 68553,49 + 9379,58 = 77933,08 \text{ р.}$$

Для определения затрат на внепроизводственные нужды воспользуемся формулой (24):

$$P_{BH} = C_{ПР} \cdot K_{внепр}, \quad (24)$$

где  $K_{внепр}$  – коэффициент, учитывающий внепроизводственные расходы,  $K_{внепр} = 0,05$ .

$$P_{BH} = 77933,08 \cdot 0,05 = 3896,65 \text{ р.}$$

#### **6.4 Определение общей суммы затрат на изготовление конструкции стенда для диагностики генераторов и стартеров автомобилей**

Для определения общих затрат на изготовление конструкции стенда, покупку материалов, выплату денежных средств воспользуемся формулой (25):

$$C_{ОБЩ} = C_{ПР} + P_{BH}, \quad (25)$$

$$C_{ОБЩ} = 77933,08 + 3896,65 = 81829,73 \text{ р.}$$

Ориентировочная стоимость изготовления спроектированного стенда для диагностики генераторов и стартеров автомобилей составляет 81829,73 р.

## Заключение

В целях выполнения поставленной цели работы ВКР была выполнена разработка конструкции стенда для диагностики генераторов и стартеров автомобилей.

В процессе выполнения работы были решены следующие задачи:

- проведен обзор автомобильных систем электрооборудования – генератора и стартера;
- проведен поиск аналогов разрабатываемой конструкции стенда для диагностики генераторов и стартеров автомобилей;
- выполнена конструкторская разработка стенда для диагностики генераторов и стартеров автомобилей, составлено техническое задание и предложение, проведен расчет конструкции стенда, составлено руководство по эксплуатации стенда;
- рассмотрен технологический процесс диагностики стартера на стенде;
- рассмотрена безопасность и экологичность стенда для диагностики генераторов и стартеров автомобилей;
- определена экономическая эффективность спроектированной конструкции стенда для диагностики генераторов и стартеров автомобилей. Ориентировочная стоимость изготовления спроектированного стенда для диагностики генераторов и стартеров автомобилей составляет 81829,73 р. Изготовление стенда для диагностики генераторов и стартеров автомобилей силами СТО, является экономически выгодным видом работ. Отсутствует необходимость закупать оборудование для сварочных операций, а также нет необходимости в перевозке готового изделия. Все затраты связаны лишь с закупками материалов, транспортными расходами и затратами на заработную плату сотрудников.

## Список используемой литературы и используемых источников

1 Акимов, С. В. Электрооборудование автомобилей : учебник для вузов : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности "Электрооборудование автомобилей и тракторов" / [Акимов С. В., Чижков Ю. П.]. - Москва : За рулем, 2007. - 334, [2] с.

2 Акимов, А. В. Генераторы зарубежных автомобилей / А. В. Акимов, С. В. Акимов, Л. П. Лейкин. - 2. изд., перераб. и доп. - М. : За рулем, 2003 (ОАО Можайский полигр. комб.). – 125 с.

3 Технологичность конструкций изделий : справочник / Т. К. Алферова [и др.] ; под ред. Ю. Д. Амирова. - Москва : Машиностроение, 1985. - 367 с.

4 Набоких, В. А. Эксплуатация и ремонт электрооборудования автомобилей и тракторов : учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности 180800 "Электрооборудование автомобилей и тракторов" направления подгот. дипломиров. специалистов 654500 "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / В. А. Набоких. - 2-е изд., стер. - М. : Academia, 2005. – 239 с.

5 Васильев, В. И. Основы проектирования технологического оборудования автотранспортных предприятий : Учеб. пособие [для самостоят. работы по спец. "Автомобили и автомоб. хоз-во" / В. И. Васильев; Курган. машиностроит. ин-т. - Курган : Изд-во Курган. машиностроит. ин-та, 1992. - 87 с.

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

7 Анурьев, В. И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3 т. Т. 1 / В. И. Анурьев ; под ред. И. Н. Жестковой. - 8-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2001. - 920 с.

8 Грибков, В. М. Справочник по оборудованию для технического обслуживания и текущего ремонта автомобилей / В. М. Грибков, П. А. Карпекин. - Москва : Россельхозиздат, 1984. - 223 с.

9 Дунаев, П. Ф. Конструирование узлов и деталей машин : учеб. пособие для вузов / П. Ф. Дунаев, О. П. Леликов. - 11-е изд., стер. ; Гриф МО. - Москва : Академия, 2008. - 496 с.

10 Машины, агрегаты и процессы. Проектирование, создание и модернизация [Текст] : материалы международной научно-практической конференции / Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский филиал Научно-исследовательского центра "МашиноСтроение" [и др.] ; главный редактор Жуков Иван Алексеевич]. - Санкт-Петербург : СПбФ НИЦ МС, 2018-. - 21 см. № 2. - 2019. - 157 с.

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

12 Кузнецов, А. С. Малое предприятие автосервиса : организация, оснащение, эксплуатация / А. С. Кузнецов, Н. В. Белов. - Москва : Машиностроение, 1995. - 303 с.

13 Куклин, Н. Г. Детали машин : учеб. для техникумов / Н. Г. Куклин, Г. С. Куклина, В. К. Житков. - 5-е изд., перераб. и доп. ; Гриф МО. - Москва : Илекса, 1999. - 391 с.

14 Теория механизмов и машин : респ. междувед. научно-тех. сб. Вып. 36 / [редкол.: С. Н. Кожевников (отв. ред.) и др.]. - Харьков : Вища шк., 1984. - 129 с.

15 Бортяков, Д. Е. Основы проектной деятельности системы автоматизированного проектирования машин и оборудования : учеб. пособие / Д. Е. Бортяков, С. В. Мещеряков, Н. А. Солодилова ; С.-Петерб. политехн. ун-т Петра Великого. - СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2017. - 150 с.

16 Волков, И. А. Основы математического моделирования транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования:

метод. пособие для студентов оч. и заоч. обучения спец. 190600.62 "Эксплуатация трансп.-технол. машин и комплексов" / И. А. Волков, А. С. Рукодельцев, И. С. Тарасов ; Волж. гос. акад. вод. трансп., Каф. приклад. механики и подъем.-трансп. машин. - Н. Новгород : ВГАВТ, 2014. - 51 с.

17 Росс, Т. Приспособления для ремонта автомобилей / Т. Росс. - Москва : За рулем, 2004. - 136 с.

18 Горина Л. Н. Раздел выпускной квалификационной работы "Безопасность и экологичность технического объекта". Учеб.-метод. пособие / Л. Н. Горина, М. И. Фесина ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Управление промышленной и экологической безопасностью" . - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2018. - 41 с.

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

20 Чумаков, Л. Л. Раздел выпускной квалификационной работы «Экономическая эффективность проекта». Уч.-методическое пособие / Л. Л. Чумаков. - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. – 37 с.

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

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

23 Konig, R. Schmieretechnik / R. Konig. – Springer, 1972. – p.164.

24 Werner, E. Schmierungstechnik / E. Werner. - 1982. – p. 134.

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

Приложение А  
**Спецификация**

Перв. примен.	Строч. №	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-чание		
						<u>Документация</u>				
		A4			20.БР.ПЭА.197.6100.000.ПЗ	Пояснительная записка	1			
		A1			20.БР.ПЭА.197.6100.000.СБ	Сборочный чертеж	3			
						<u>Сборочные единицы</u>				
				1	20.БР.ПЭА.197.6101.000	Рама	1			
				2	20.БР.ПЭА.197.6102.000	Профиль с вставкой	1			
						<u>Детали</u>				
				3	20.БР.ПЭА.197.6100.003	Фланец	1			
						<u>Покупные изделия</u>				
				4	20.БР.ПЭА.197.6100.004	Маховик ВА3-2110	1			
				5	20.БР.ПЭА.197.6100.005	Виброопора	4			
				6	20.БР.ПЭА.197.6100.006	Насос	1			
				7	20.БР.ПЭА.197.6100.007	Рукав высокого давления	4			
				8	20.БР.ПЭА.197.6100.008	Резервуар	1			
				9	20.БР.ПЭА.197.6100.009	Шаровый кран	1			
				10	20.БР.ПЭА.197.6100.010	Штуцер	7			
				11	20.БР.ПЭА.197.6100.011	Скоба	6			
				12	20.БР.ПЭА.197.6100.012	Датчик давления масла	1			
				13	20.БР.ПЭА.197.6100.013	Электродвигатель	1			
				14	20.БР.ПЭА.197.6100.014	Скоба генератора ВА3-2107	1			
				15	20.БР.ПЭА.197.6100.015	Шкив	1			
					<b>20.БР.ПЭА.197.6100.000</b>					
					Изм. / лист	№ докум.	Подп.	Дата		
					Разраб. Князьков Н.М.					
					Проб. Драчев О.И.					
					Нконтр. Драчев О.И.					
					Утв. Бабровский А.В.					
					<b>Стенд для диагностики генераторов и стартеров</b>			Лит.	Лист	Листов
									1	3
								ТГУ, ИМ, гр. ЭТКп-1601а		
					Копировал			Формат А4		

Продолжение Приложения А

Формат		Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
				16	20.БР.ПЭА.197.61.00.016	1	Поликлиновый ремень	
				17	20.БР.ПЭА.197.61.00.017	1	Кронштейн генератора ВА3-2110	
				18	20.БР.ПЭА.197.61.00.018	1	Датчик частоты вращения	
				19	20.БР.ПЭА.197.61.00.019	2	Тройник	
					Стандартные изделия			
				100	Болт М8х1,25х40 ГОСТ 15589-70	1		
				101	Гайка М8х1,25 ГОСТ 15526-70	1		
				102	Шайба 8.2 ГОСТ 9649-78	1		
				103	Болт М10х1,5х65 ГОСТ 15589-70	1		
				104	Гайка М10х1,5 ГОСТ 15526-70	1		
				105	Шайба 10.2,5 ГОСТ 9649-78	1		
				106	Болт М18х2,5х20 ГОСТ 15589-70	1		
				107	Болт М8х1,25х100 ГОСТ 15589-70	1		
				108	Гайка М8х1,25 ГОСТ 15526-70	1		
				109	Шайба 8.2 ГОСТ 9649-78	1		
				110	Болт М10х1,5х80 ГОСТ 15589-70	2		
				111	Гайка М10х1,5 ГОСТ 15526-70	2		
				112	Шайба 10.2,5 ГОСТ 9649-78	2		
				113	Болт М14х2х80 ГОСТ 15589-70	1		
				114	Гайка М14х2 ГОСТ 15526-70	1		
				115	Шайба 14.3 ГОСТ 9649-78	1		
				116	Болт М10х1,5х35 ГОСТ 15589-70	2		
				117	Шайба 10.2,5 ГОСТ 9649-78	2		
				118	Болт М14х2х95 ГОСТ 15589-70	1		
				119	Гайка М14х2 ГОСТ 15526-70	1		
				120	Шайба 14.3 ГОСТ 9649-78	1		
				121	Болт М8х1,25х20 ГОСТ 15589-70	6		
				122	Гайка М8х1,25 ГОСТ 15526-70	6		
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Князьков Н.М.			Лист
					Драчев О.И.			
					20.БР.ПЭА.197.61.00.000			2
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Копировал		Формат А4	

