

ФГБОУ ВО "Казанский государственный аграрный университет"

Институт механизации и технического сервиса

Направление: "Агроинженерия"

Профиль: "Электрооборудование и электротехнологии".

Кафедра: "Тракторы, автомобили и энергетические установки"

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на соискание квалификации (степени) "бакалавр"

Тема ВКР: Проектирование участка по ремонту электрооборудования автомобилей с разработкой стенда для проверки генераторов и стартеров.

Шифр ВКР.35.03.06.159.18.00.00.00.ПЗ

Студент



подпись

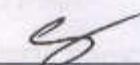
Садыков Ф. И.

Ф.И.О.

Руководитель

доцент

ученое звание



подпись

Синицкий С.А.

Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите

(Протокол № 12 от 18.06 2018 г.)

Зав. кафедрой

д.т.н., профессор

ученое звание



подпись

Хафизов К.А.

Ф.И.О.

Казань – 2018 г.

ФГБОУ ВО “Казанский государственный аграрный университет”**Институт механизации и технического сервиса**

Направление: Агроинженерия

Профиль: Электрооборудование и электротехнологии

Утверждаю

Зав. кафедрой

_____/Хафизов К.А./

23 апреля 2018 г.

ЗАДАНИЕ НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ**Студенту:** Садыкову Ф. И.**Тема ВКР:** Проектирование участка по ремонту электрооборудования автомобилей с разработкой стенда для проверки генераторов и стартеров.**Утверждена приказом по университету от** ____ **№** ____**Срок сдачи студентом законченной ВКР** ____ **июня 2018****Исходные данные к проекту:** Количественный состав техники, годовая наработка, (пробег), технические характеристики генераторов и стартеров.**Перечень подлежащих разработке вопросов:**

1. Состояние вопроса (обзор литературы).
2. Проектирование участка по ремонту электрооборудования автомобилей.
3. Разработка стенда для проверки генераторов и стартеров.
4. Разработка мероприятий по технике безопасности.
5. Экономическое обоснование проектируемых мероприятий.

Перечень графического материала (с указанием обязательных чертежей).

1. Расчет трудоемкости работ.
2. План освещения участка по ремонту электрооборудования автомобилей.

3. План участка по ремонту электрооборудования автомобилей
4. Схема электроснабжения участка по ремонту электрооборудования автомобилей
5. Сборочный чертеж конструкции, сборочные единицы и деталировка (2 листа).
6. Техничко-экономические показатели конструкции.

Консультанты по ВКР с указанием соответствующих разделов проекта

Раздел	Консультант
Охрана труда и техника безопасности	
Экономическое обоснование разрабатываемой конструкции	

Дата выдачи задания 23. 04. 2018

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов дипломного проектирования	Срок выполнения	Примечание
1	Состояние вопроса (обзор литературы)	07.05.2018	
2.	Проектирование участка по ремонту электрооборудования автомобилей	21.05.2018	
3	Разработка стенда для проверки генераторов и стартеров	04.06.2018	

Студент-дипломник _____ (Садыков Ф. И.)

Руководитель ВКР к.т.н. доцент _____ (Синицкий С.А.)

АННОТАЦИЯ

На выпускную квалификационную работу Садыкова Ф. И., выполнившего выпускную квалификационную работу на тему: “Проектирование участка по ремонту электрооборудования автомобилей с разработкой стенда для проверки генераторов и стартеров”.

Выпускная квалификационная работа содержит пояснительную записку на 62 листах машинописного текста, включающая 11 таблиц, 8 рисунков. Библиографический список содержит 16 наименований. Графическая часть ВКР выполнена на 6 листах формата А1.

Первая часть ВКР характеризует состояние вопроса (литературный и патентный обзор).

Во второй рассматривается проектирование участка по ремонту электрооборудования автомобилей.

В третьей части приведена конструкторская разработка стенда для проверки генераторов и стартеров.

Пояснительная записка завершается выводами и списком литературы.

ABSTRACT

On final qualifying work of Sadykov F. I., who completed the final qualifying work on the topic: "Design of the site for repair of electrical equipment of cars with the development of a stand for checking generators and starters." Final qualifying work contains an explanatory note on 62 sheets of typewritten text, including 11 tables, 8 figures. The bibliographic list contains 16 titles. The graphic part of the WRC is made on 6 sheets of A1 format. The first part of the WRC describes the state of the issue (literary and patent review). In the second section is considered the design for repair of electrical equipment of cars. The third part shows the design development of the stand for checking the generators and starters. The explanatory note ends with the conclusions and a list of literature.

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	8
1.1 Обзор конструкций стендов.....	8
1.2 Обзор патентов	11
2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА ПО РЕМОНТУ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ	25
2.1 Предпосылки модернизации участка по ремонту электрооборудования автомобилей	25
2.2 Характеристики работы электрооборудования участка.	25
2.3 Определение трудоемкости работ по диагностики и ремонту электрооборудования автомобилей.....	26
2.4 Определение численности рабочих участка по диагностики и ремонту электрооборудования.....	29
2.5 Подбор технологического оборудования.	29
2.6 Проектирование схемы электроснабжения	31
2.7 Выбор сечения проводов питающей линии	31
2.8 Выбор кабелей распределительной сети	33
2.9 Расчет токов короткого замыкания за трансформаторами	36
2.10. Проектирование освещения	38
2.10.1 Выбор расположения светильников.....	38
2.10.2 Методика расчета осветительной установки	39

2.10.3 Расчет освещения участка	40
3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТЕНДА ДЛЯ ПРОВЕРКИ ГЕНЕРАТОРОВ.....	42
3.1 Подбор измерительной и нагрузочной аппаратуры	42
3.2 Подбор источников питания постоянного тока	43
3.3 Проектирование привода для генератора.....	43
3.4 Расчет ременной передачи.	44
3.5 Прочностные расчеты конструкции привода стенда	46
3.6 Правовые и организационные вопросы охраны труда.....	49
3.6.1 Организационные и законодательные основы охраны труда.	49
3.6.2. Охрана труда на участке.....	49
3.6.3 Мероприятия по улучшению условий труда на участке.....	51
3.7 Физическая культура на производстве	52
3.8 Расчет технико-экономических показателей эффективности конструкции стенда.....	52
3.8.1 Расчет технико-экономических показателей эффективности конструкции	54
ВЫВОДЫ.....	60
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	61
Спецификации	63

ВВЕДЕНИЕ

Сегодня практически нет таких отраслей производства, в которых не задействованы трактора и автомобили. Сельскохозяйственное производство не является исключением.

Пополнение предприятий новой техникой предъявляет высокие требования к ее надежности, повышению степени готовности к выполнению работ в оптимальные сроки. Наряду с этим стоит задача значительного увеличения отдачи от уже созданного производственного потенциала. Эти проблемы еще больше обостряются по мере перехода к рыночным отношениям.

Все современные трактора и автомобили имеют большое количество электрического и электронного оборудования, которое требует качественного технического обслуживания и ремонта. Зачастую из-за отсутствия ремонтной базы по ремонту электрооборудования подолгу простаивают трактора и автомобили.

Поэтому снижение подобных затрат является одной из первостепенных задач сельскохозяйственных предприятий.

1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

В настоящее время на автомобилях и тракторах все больше применяется электрическое и электронное оборудование.

В связи с этим встает вопрос о его своевременном и качественном обслуживании и ремонте.

Электрооборудование автомобиля (трактора) — совокупность устройств, вырабатывающих, передающих и потребляющих электроэнергию на автомобиле.

Электрооборудование автомобиля (трактора) представляет собой сложный комплекс взаимосвязанных электротехнических и электронных систем, приборов и устройств, обеспечивающих надежное функционирование двигателя, трансмиссии и ходовой части, безопасность движения, автоматизацию рабочих процессов автомобиля и комфортные условия

На ранних автомобилях(тракторах) использовалось напряжение 6 В, сейчас преобладает напряжение 12 В на легковых автомобилях и лёгких грузовиках и 24 В на тяжёлых грузовиках, тракторах и автобусах с дизельными двигателями

1.1 Обзор конструкций стендов

Стенд Э250, [15] в зависимости от выбранной типовой конфигурации обеспечивает проверку: генераторов холостого хода и под нагрузкой; стартеров в режиме холостого хода и полного торможения; реле-регуляторов; тяговых реле стартеров; реле-прерывателей; коммутационных реле; электроприводов агрегатов автомобиля; обмоток якорей; полупроводниковых приборов; резисторов.



Рисунок 1.1- Внешний вид стенда Э250.

Таблица 1.1- Технические данные стенда Э250.

Частота вращения, об/мин	0-10000
Сила постоянного тока, А	0-5, 0-150, 0-50, 0-1000
Напряжение постоянного и переменного тока, В	0-2, 0-20, 0-40
Крутящий момент, Нм	0-100
Сопротивление постоянному току, Ом	0-100000
Макс. мощность, потребляемая из сети при проверке стартеров не более, кВт	22
Время установления рабочего режима не более, мин	не более 15 мин
Номинальное напряжение проверяемого электрооборудования, В	12 / 24В

На рисунке 1.2 представлен стенд СГ 2500, [15].



Рисунок 1.2 - Стенд СГ 2500.

Технические данные стендов СГ 2500 СГ 2500П

Диапазон измерения силы постоянного тока, А	0 - 120
Диапазон измерения напряжения постоянного тока, В	0 - 40
Диапазон измерения напряжения переменного тока, В	0 - 40
Диапазон изменения частоты вращения привода, мин ⁻¹	0 - 8000
Напряжение питания стенда, В	380
Потребляемая мощность, кВт,	не более 6,4
Мощность привода, кВт	3,7
Габаритные размеры, мм,	1200x700x1150
Масса стенда, кг, не более	88
Средняя наработка на отказ, час,	не менее 1000
Средний срок службы стенда, лет,	не менее 8



Рисунок 1.3 - Комбинированный стенд проверки генераторов, регуляторов и стартеров KPS 004.

Технические данные:

- Трехфазные АС и DC генераторы и регуляторы к ним
до 240А при 14 V
до 120А при 28 V
- Стартерные моторы до 10 kW до 1800А при 24 V/ 12 V
- Бесступенчатая регулировка оборотов двигателя привода генератора
- Блокировка двигателя для предотвращения несанкционированного пуска
- Цифровые измерительные приборы для измерения напряжения, тока, сопротивления и оборотов во всем диапазоне измеряемых величин
- Лампа подсветки
- Отсек для инструментов • Обширный набор аксессуаров для присоединения различных типов генераторов и стартеров
- Потребляемая мощность 7,5 kW
- Уровень шума до 85 dB.

1.2 Обзор патентов

Описание к патенту № 2153180, [16].

Изобретение относится к устройствам для проверки сложных спецсистем бронетанковой техники и вооружения и заключается в дальнейшем совершенствовании схемы испытаний реле-регулятора совместно с генератором с тахометром. Устройство содержит реостат в цепи якоря генератора, два вольтметра, измеряющих соответственно напряжение на генераторе и аккумуляторных батареях, амперметр и предохранитель в зарядной цепи генератора, выключатель аккумуляторных батарей, контрольную лампочку в цепи защиты, к аккумуляторным батареям через выключатель подключено реле, которое своими контактами соединяет клеммы якоря генератора и аккумуляторных батарей, минусовой провод реле-регулятора - с корпусом устройства. На оси генератора установлен маховик, который совместно с реле и двумя двухпозиционными переключателями обеспечивает два дополнительных режима проверки генератора: в

моторном режиме и в режиме генератора без использования управляемого приводного электродвигателя. Техническим результатом является сокращение времени ремонта генераторов и реле регуляторов. 1 ил.

Изобретение относится к области военной техники, преимущественно бронетанковой, и может быть использовано при модернизации и совершенствовании танкоремонтных мастерских для ремонта электрооборудования танков в полевых условиях.

Боеспособность танка, заключающаяся в надежном функционировании энергоемких спецсистем, зависит от состояния агрегатов системы электроснабжения (генератора, реле-регулятора), которые выходят из строя чаще других спецсистем. Если в полковом звене имеется одна мастерская по ремонту электрооборудования МЭС, то в батальонном звене такие средства отсутствуют.

Задачей настоящего изобретения является сокращение времени ремонта генераторов, реле-регуляторов непосредственно в батальонном звене в полевых условиях путем разработки несложного компактного устройства для проверки генераторов и реле-регуляторов и оснащения им танкоремонтной мастерской ТРМ-80.

Известен стенд мастерской МЭС для испытаний генераторов и реле-регуляторов (см. Мастерская электроспецоборудования МЭС. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. -М: Воениздат, 1985 г, с. 124-127, 133-134). Для запитки стенда используется электросиловая установка, включающая двигатель шасси и генератор Г-6,5 с эталонным реле - регулятором Р-10ТМ. Для проверки испытываемых агрегатов необходимо снимать штатные, аппаратура очень громоздкая, генератор можно проверять только в одном режиме, а реле-регулятор - при одной частоте вращения генератора.

Известна также схема испытаний реле-регулятора Р-10ТМ совместно с управляемым генератором (см. Ремонт электрооборудования бронетанковой техники. Ч. 2. -Киев: В.И., 1986 г.) Она включает управляемый генератор, реле-регулятор, амперметр, два вольтметра, контрольную лампочку для проверки

схемы защиты, нагрузочный реостат, аккумуляторную батарею, тумблеры для снятия различных параметров.

Однако эта схема позволяет получить основные параметры реле-регулятора при заведомо исправном генераторе.

Поставленная задача достигается тем, что в устройстве для проверки генераторов и реле регуляторов, включающем корпус, генератор с тахометром и реле-регулятором, реостат в цепи якоря генератора, два вольтметра, измеряющие соответственно напряжение на генераторе и аккумуляторных батареях, амперметр и предохранитель в зарядной цепи генератора, выключатель аккумуляторных батарей, контрольную лампочку в цепи защиты, к аккумуляторным батареям через выключатель подключено реле, которое своими контактами соединяет клеммы якоря генератора и аккумуляторных батарей, а минусовой провод реле-регулятора - с корпусом устройства.

В частном случае исполнения маховик может быть установлен на валу генератора, в цепи обмотки возбуждения которого установлен амперметр.

В другом частном случае выполнения устройства первый двухпозиционный переключатель соединяет обмотку возбуждения генератора через амперметр с якорем и с регулятором напряжения, второй двухпозиционный переключатель в одном положении соединяет место соединения генератора с реле-регулятором через контакт реле с местом соединения аккумуляторных батарей с реле-регулятором, а в другом - с корпусом устройства.

Устройство поясняется чертежом (Фиг. 1), где реле-регулятор соединяется через клемму "Я" с реостатом R, подвижный контакт которого соединен с якорем генератора G1, на оси которого установлен маховик M и тахометр UZ. Другой конец реостата соединяется с вольтметром PV1. Клемма "Я" в одном месте через амперметр PA2, переключатель S4 (положение 1,3) соединена с обмоткой возбуждения OB; в другом месте через переключатель S3 (положение 1,3) с контактом P1.1. Реле-регулятор клеммой "Ш" соединяется с переключателем

телем S4, клеммой 3 через лампочку Н1 с корпусом, клеммой "К" через замкнутые контакты P1.2 с корпусом.

Другая клемма реле-регулятора "Б" соединена с контактом P1.1, через вольтметр PV 2 с корпусом, через амперметр PA 1 с реле P2 и выключателем S2 и через предохранитель F1 с аккумуляторной батареей G2 (24 В), имеющей выход на корпус через выключатель S1.

Все элементы устройства, кроме маховика, стандартные. Для крепления генератора можно использовать штатные тиски (агрегатные тиски) мастерской ТРМ-80.

Работа устройства заключается в следующем. На первом этапе проверяется генератор G1 в режиме электродвигателя: включается тумблер S1, S2, срабатывает реле P1, которое своим контактом P1.1 соединяет клеммы "Я" и "Б", минуя реле-регулятор, другим контактом P1.2 разъединяет клемму "К" и корпус устройства для отключения регулятора напряжения. Двухпозиционные переключатели S3 и S4 находятся в положении 1,3. Движок реостата R, предварительно выведенный на максимальное сопротивление, медленно перемещается для увеличения напряжения на генераторе G1, который начинает разгоняться. При достижении напряжения 24 В по РМ1 фиксируются показания РА2 (ток в обмотке возбуждения), РА1 (ток якоря), направление вращения генератора (правое, левое).

Для переключения испытываемого генератора в генераторный режим увеличивается напряжение генератора до 30 В (частота вращения) для разгона маховика, двухпозиционный переключатель S3 устанавливается в положение 2,3. В процессе выбега маховика фиксируется динамика уменьшения напряжения и минимальная частота вращения генератора, при которой он еще возбуждается.

Испытания реле-регулятора совместно с генератором проводятся после разгона маховика генератора в моторном режиме до напряжения 35-37 В. Двухпозиционный переключатель S 4 переводится в положение 2,3, соединяя

обмотку возбуждения генератора с клеммой "Ш" реле-регулятора (с регулятором напряжения). Затем выключается S 2, выключается реле P1, которое своим контактом P1.1 отключает клеммы "Я" и "Б" реле-регулятора, контактом P1.2 подключает клемму "К" (регулятор напряжения) к корпусу устройства. Переключатель S3 остается в положении 1,3. По вольтметру PVI фиксируется напряжение, поддерживаемое регулятором (26,5.28,5 В), по амперметру PA1 зарядный ток. Для проверки работы защиты реле-регулятора необходимо кратковременно переключатель S 4 установить в положение 1,3, при этом обмотка возбуждения соединится с якорем (имитация неисправности), если цепь защиты исправна, то при напряжении 29.33 В загорится лампочка Н1. При дальнейшем снижении частоты вращения якоря генератора фиксируется разность напряжений по приборам PVI и PV2 ($>0,5\text{В}$), величину обратного тока по амперметру PA1 (15-45 А), при которых срабатывает дифференциально-минимальное реле ДМР-400Т и отключается генератор G1 от батарей G2.

Техническим результатом устройства является вывод о работоспособности генератора и реле регулятора не по одному режиму испытаний, а по совокупности. При этом не требуется управляемый приводной двигатель генератора, что существенно упрощает устройство, которое предлагается разместить в существующих танкоремонтных мастерских ТРМ-80 батальонного звена.

Формула изобретения

1. Устройство для проверки генераторов и реле-регуляторов, включающее корпус, генератор с тахометром и реле-регулятором, реостат в цепи якоря генератора, два вольтметра, измеряющих соответственно напряжение на генераторе и аккумуляторных батареях, амперметр и предохранитель в зарядной цепи генератора, выключатель аккумуляторных батарей, контрольную лампочку в цепи защиты, отличающееся тем, что к аккумуляторным батареям через выключатель подключено реле, которое своими контактами соединяет клеммы якоря генератора и аккумуляторных батарей, а минусовой провод реле-регулятора - с корпусом устройства.

2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что маховик установлен на валу генератора, в цепи обмотки возбуждения которого установлен амперметр.

3. Устройство по п.2, отличающееся тем, что первый двухпозиционный переключатель соединяет обмотку возбуждения генератора через амперметр с якорем и с регулятором напряжения, второй двухпозиционный переключатель в одном положении соединяет место соединения генератора с реле-регулятором через контакт реле с местом соединения аккумуляторных батарей с реле-регулятором, а в другом - с корпусом устройства.

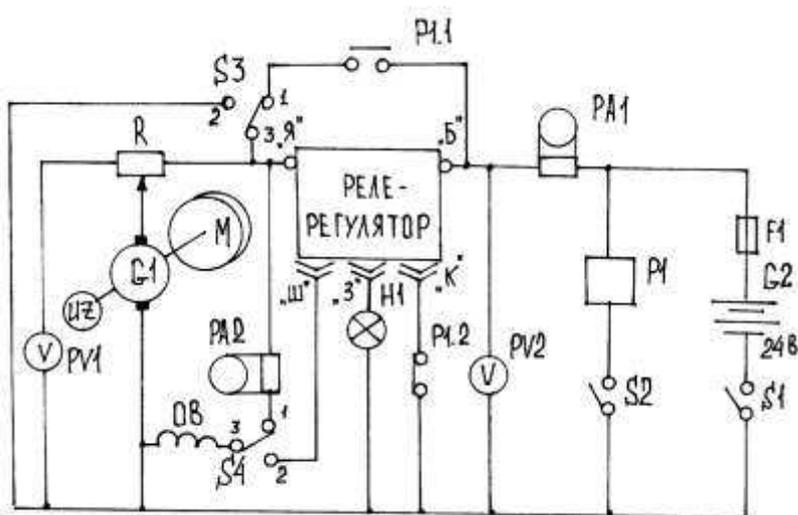


Рисунок 1.4 – Схема к патенту № 2153180

Описание к патенту № 209002, [22].

Стенд для контроля технического состояния приборов электрооборудования автомобилей.

Известны стенды для контроля технического состояния приборов электрооборудования автомобилей, содержащие электрически связанные между собой контрольно-измерительные приборы, осциллограф, датчики, блок питания и блок управления. Эти стенды предназначены в основном для проверки отдельных элементов системы автомобилей и системы зажигания и не позволяют осуществлять комплексную проверку стартера с аккумуляторной батареей, ге-

нератора с реле-регулятором, контрольно- измерительных приборов автомобилей и т. д.

Предлагаемый стенд увеличивает количество контролируемых параметров и сокращает время проведения контроля. Для этого стенд снабжен устройством для коммутации электронного луча, датчиком ионного тока, включенными в электрическую цепь осциллографа, релейной системой, содержащей исполнительные реле, соединенные контактами с проверяемыми приборами и автоматически переключающими схемы контроля приборов при нажатии кнопок блока управления, блоком проверки щитковых приборов и системой защиты приборов стенда и автомобиля.

На чертеже изображена принципиальная электрическая схема стенда.

Предлагаемый стенд содержит установленные в корпусе (на чертеже не показан) и электрически связанные между собой контрольно-измерительные приборы 1, осциллограф 2, датчики 8, блок питания 4, блок управления 6, устройство 6 для коммутации 5 электронного луча, датчик 7 ионного тока, релейную систему 8, блок 9 проверки щитковых приборов, систему 10 защиты приборов стенда и автомобиля.

Осциллограф 2 стенда представляет собой 10 видоизмененную конструкцию стандартного осциллографа С1-1 и используется при оценке работы и состояния системы зажигания в целом и ее элементов.

При общей проверке системы зажигания 15 вход у усилителя осциллографа 2 по вертикали присоединяется к конденсатору автомобиля контактами 1Р>. Одновременно на входы усилителей х по вертикали и горизонтали подаются сигналы от устройства для коммутации электронного луча, представляющего собой оптико-механический генератор (ОМГ).

Сигналы обеспечивают синхронную развертку исследуемого процесса по каждому цилиндру двигателя отдельно.

Оптико-механический генератор состоит из источника света, вращающихся масок М,и Л,,фотодиодов Д1 и Д, а также конденсеров и собирающих

линз. ОМГ помещается между корпусом и крышкой прерывателя-распределителя автомобиля, ось вращающихся жестко соединяется с приводным валом распределителя с одной стороны и с ротором-разносчиком в “Б” с другой.

Ступенчатое напряжение от фотодиода Д1 подается на вертикально-отклоняющие пластины осциллографа 2, а пилообразное напряжение от диода Д в “Б” на горизонтальноотклоняющие пластины. Таким образом ОМГ позволяет получить напряжение развертки луча по горизонтали (пила) и коммутации по числу цилиндров двигателя по вертикали (ступенька), строго синхронизированные с числом оборотов двигателя.

Датчик 7 ионного тока (ДИТ) 7 используется для оценки процессов воспламенения и горения смеси в цилиндрах двигателя. Схема ДИТ состоит из резисторов R» в “Б” R,,, присоединяемых к свечным проводам, свечей зажигания, являющихся датчиками тока ионизации, и источника постоянного напряжения

нажимают кнопки

Блок проверки щитковых приборов 9 состоит из магазина резисторов R » в “Б” R 6, переключателя П и коммутирующих проводов. Пропусканием тока через эталонные сопротивления R,, Р одновременно контролируется работа указателей температуры воды, давления масла и уровня топлива.

Система защиты образована двумя группами переключающих контактов, одна из которых при нажатии какой-либо кнопки управления размыкает цепь питания предыдущих кнопок и исполнительных реле релейной системы, а другая в “Б” размыкает цепь питания последующих кнопок и соответствующих им исполнительных реле, Стенд питается от сети однофазного переменного тока напряжением 220 в.

10 Предмет изобретения

Стенд для контроля технического состояния приборов электрооборудования автомобилей, содержащий установленные в корпусе 15 и электрически связанные между собой контрольно-измерительные приборы, осциллограф,

.датчики, блок питания и блок управления, отличающийся тем, что, с целью увеличения количества контролируемых, параметров и 20 сокращения времени проведения контроля, стенд снабжен устройством для коммутации электронного луча и датчиком ионного тока, включенными в электрическую цепь осциллографа, релейной системой, содержащей исполнительное реле, соединенные контактами с проверяемыми приборами и автоматически переключающими схемы контроля приборов при нажатии кнопок блока управления, блоком проверки щитковых приборов и системой 30 защиты приборов стенда и автомобиля.

2. Стенд по п. 1, отличающийся тем, что, с целью предохранения аппаратуры стенда и автомобиля от перегрузок и невозможности одновременного включения двух или нескольких схем контроля, система защиты образована двумя группами переключающих контактов, одна из которых при нажатии какой либо кнопки управления размыкает цепь питания предыдущих кнопок и исполнительных 40 реле релейной системы, а другая в “Б” размыкает цепь питания последующих кнопок и соответствующих им исполнительных реле.

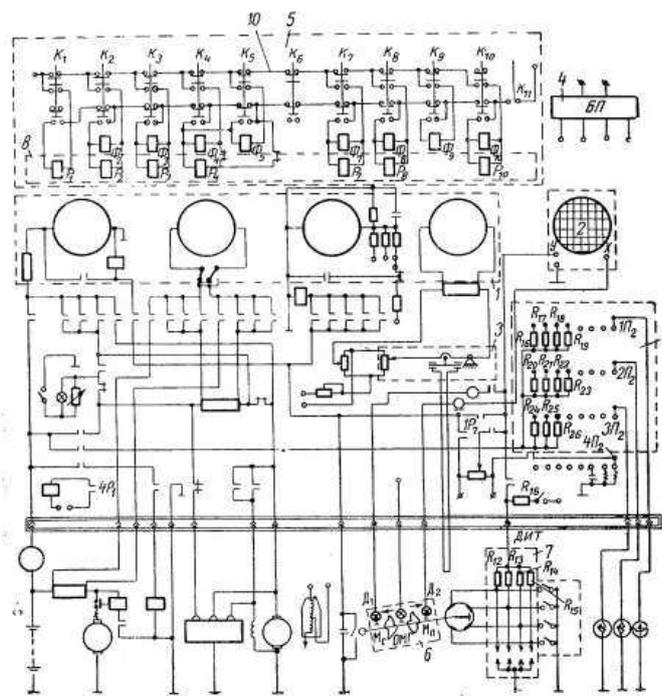


Рисунок 1.5 – схема к патенту № 209002.

Описание к патенту № 855419, [22].

Испытательный стенд для стартера двигателя внутреннего сгорания

Изобретение относится к области испытаний машин и двигателей и может быть использовано для стендовых испытаний автотракторных стартеров для двигателя внутреннего сгорания на надежность и долговечность.

Известен испытательный стенд для испытания пусковых средств двигателей внутреннего сгорания, состоящий из испытуемого объекта, шестерня которого входит в зацепление с венцом маховика. Маховик жестко соединен с валом, на который насажен цилиндрический кулачок, профиль которого выполнен в соответствии с законом изменения момента сопротивления двигателя. Кулачок имеет возможность осевого перемещения и, упираясь рабочим торцом в палец, обеспечивает переменное давление пружин на подвижные фрикционные диски, вращающиеся относительно неподвижных дисков.

Для имитации выхода двигателя внутреннего сгорания на рабочий режим после пуска применен асинхронный электродвигатель, передающий крутящий момент на вал с помощью клиноременной передачи 11).

Наиболее близким к предложенному по технической сущности является испытательный стенд для ускоренных испытаний стартеров, содержащий нагрузочное устройство в виде тормозной электромагнитной муфты, вентилятора обдува для поддержания температуры стартера на необходимом уровне, команда-аппарат, задающий циклограмму стенда, устройство разгона в виде электродвигателя и приводной электромагнитной муфты, источник питания и контрольно-измерительные приборы 2.

Недостатком этого стенда является то, что нагрузка, воспринимаемая испытуемым стартером, имеет постоянную величину и не позволяет достаточно эффективно проводить испытания, так как в реальных условиях эксплуатации на стартер действует изменяющаяся нагрузка, соответствующая циклу работы двигателя внутреннего сгорания.

Цель изобретения в обеспечение изменяющейся нагрузки на стартер, имитирующей эксплуатационные условия работы.

Указанная цель достигается тем, что механизм изменения величины нагрузки выполнен в виде автотрансформатора и шарнирно-рычажной системы, обеспечивающей поворот корпуса автотрансформатора вокруг оси и его перемещение в горизонтальной плоскости.

На фиг. 1 представлена принципиальная электрическая схема стенда; на фиг. 2 механизм измерения величины нагрузки; на фиг. 3 разрез А в А на фиг. Я.

Испытательный стенд для стартера двигателя внутреннего сгорания содержит испытуемый объект стартер 1, команда-аппарат 2, нагрузочное устройство с механизмом 3 изменения величины нагрузки, устройство 4 разгона, вентилятор " обдува, аппарат управления с регулируемым устройством 6 контроля температуры источника 7 питания и приборов 8 индикации. Устройство 9 контроля, температуры имеют контакты 10. Пусковая кнопка 11, включающая магнитный пускатель 12, имеет контакты 13 15. Магнитный пускатель 16 с контактами 17 в 19 включается пусковой кнопкой 20. Контакты 19 пускателя 16 включают электродвигатель команда-аппарата 2. Команда аппарат 2 имеет конечные выключатели 21 23 и тумблеры 24 26. Конечный выключатель 21 включает промежуточное реле 27 с контактами 28-30. Контакты 30 реле включают магнитный пускатель 31 с контактами 32 и 33 и сигнальную лампу 34, сигнализирующую «Режим торможения». Пускатель 31 включает тормозную электромагнитную муфту 35 и электродвигатель механизма изменения величины нагрузки. Для контроля настройки механизма изменения нагрузки установлен контрольный прибор 36. Конечный выключатель 22 включает промежуточное реле 37, имеющее контакты 38--40, причем контакт (39 включает испытуемый стартер 1 и сигнальную лампу 41, подающую сигнал «Стартер включен». Конечный выключатель 23 включает промежуточное реле 42 с контактами 43 45. Контакты 4 включают магнитный пускатель 46 с контактами 47 и 48 и сигнальную лампу

49, подающую сигнал «Режим разгона или обгона». Пускатель 46 включает электродвигатель 50 устройства разгона 4 и приводную электромагнитную муфту 51. По окончании цикла загорается сигнальная лампа 52 «Режим успокоения».

В случае перегрева испытуемого стартера загорается сигнальная лампа 53 «Остывание».

Механизм 3 изменения величины нагрузки содержит шатун-вилку 54, сопряженный с рычагом 55, установленным на оси автотрансформатора 56. Кривошип 57 насажен на вал 58 электродвигателя и имеет паз, в котором с помощью винта 59 может перемещаться палец 60. Шатун-вилка 54 насажен на ось 61, закрепленную в вертикальной плите 62, в направляющих которой установлено подвижное основание 63, на котором закреплен автотрансформатор 56, имеет червяк 64 для поворота автотрансформатора вокруг своей оси и винт 65 для его перемещения в направляющих. Рычаг 55 соединен с шатуном-вилкой 54 при помощи пальца 66.

Работа стенда осуществляется в автоматическом режиме согласно программе, на которую настроен команда-аппарат 2, следующим образом.

После закрепления испытуемого стартера 1 к нему подключают источник питания 7 и устройство 9 контроля температуры стартера. Нажимают пусковую кнопку 11, которая включает магнитный пускатель 12, включая тем самым электродвигатель вентилятора 5 обдува. Затем нажимают пусковую кнопку 20 и включают электродвигатель команда-аппарата 2, который начинает вращать барабан с кулачками, замыкая конечные выключатели 21 23. Командо-аппарат настроен на необходимый режим испытаний. Для исключения из режима испытаний определенного вида работы стартера включают соответствующий тумблер 24, 25 или 26. При замыкании конечного выключателя 21 происходит включение промежуточного реле 27, которое своими контактами 30 включает магнитный пускатель 31 и сигнальную лампу 34 «Режим торможения».

Магнитный пускатель 31 включает электромагнитную тормозную муфту 35. С некоторой выдержкой времени происходит включение конечного выключателя 22, включающего промежуточное реле 37, которое включает испытуемый стартер 1 и сигнальную лампу 41 «Стартер включен». С выдержкой времени происходит включение конечного выключателя 23, который включает промежуточное реле 42, а тем самым и сигнальную лампу 49 («Режим разгона»), и посредством магнитного пускателя 46 электродвигатель 3» 50 устройства разгона и приводную электромагнитную муфту 51. Стартер 1 при этом некоторое время включен, т.е. имитируется режим подхвата. После этого отключаются все программы, стартер находится в выключенном положении и зажигается сигнальная лампа 52 «Режим успокоения». По истечении некоторого времени весь цикл повторяется. Если температура корпуса испытуемого стартера 1 достигнет предельной температуры, например 50 С, контакты 10 устройства

4 9 контроля температуры разрывают цепь магнитного пускателя 16, при этом загорается сигнальная лампа 53 («Остывание»). Вентилятор 5 устройства обдува включен, ускоряя процесс остывания стартера. При понижении температуры корпуса стартера 1 до нужного уровня контакты 10 устройства 9 контроля температуры автоматически включают магнитный пускатель, 16 и испытания продолжают.

Механизм 3 изменения величины нагрузки позволяет поворачивать корпус автотрансформатора 56. Поворот осуществляется посредством червяка 64. Перемещение его в горизонтальном направлении производят при помощи винта 65. Настройку необходимой величины нагрузки на испытуемый стартер 1 производят вращением червяка 64, а изменение ее с помощью винтов 59 и 65.

Использование настоящего стенда для испытания стартеров, позволит испытывать в ускоренном режиме, в условиях, приближенных к эксплуатационным, на надежность и долговечность стартеры всех типов, определить работоспособность отдельных узлов, исследовать причины возможных отказов и установить оптимальный срок службы.

Испытательный стенд для стартера двигателя внутреннего сгорания, содержащий нагрузочное устройство, выполненное в виде тормозной электромагнитной муфты и механизма изменения величины нагрузки, электродвигатель с приводной электромагнитной муфтой, блок управления с источником питания, снабженный устройством для контроля температуры стартера, вентилятором обдува и контрольно-измерительными приборами и командо-аппарат с электродвигателем, кулачковым валом и выключателями, причем последние установлены в цепях исполнительных реле, отличающийся тем, что, с целью обеспечения изменяющейся нагрузки нч стартер, имитирующей эксплуатационные условия работы, механизм изменения величины нагрузки выполнен в виде автотрансформатора и шарнирно-рычажной системы, обеспечивающей поворот корпуса автотрансформатора вокруг оси и его перемещение в горизонтальной плоскости

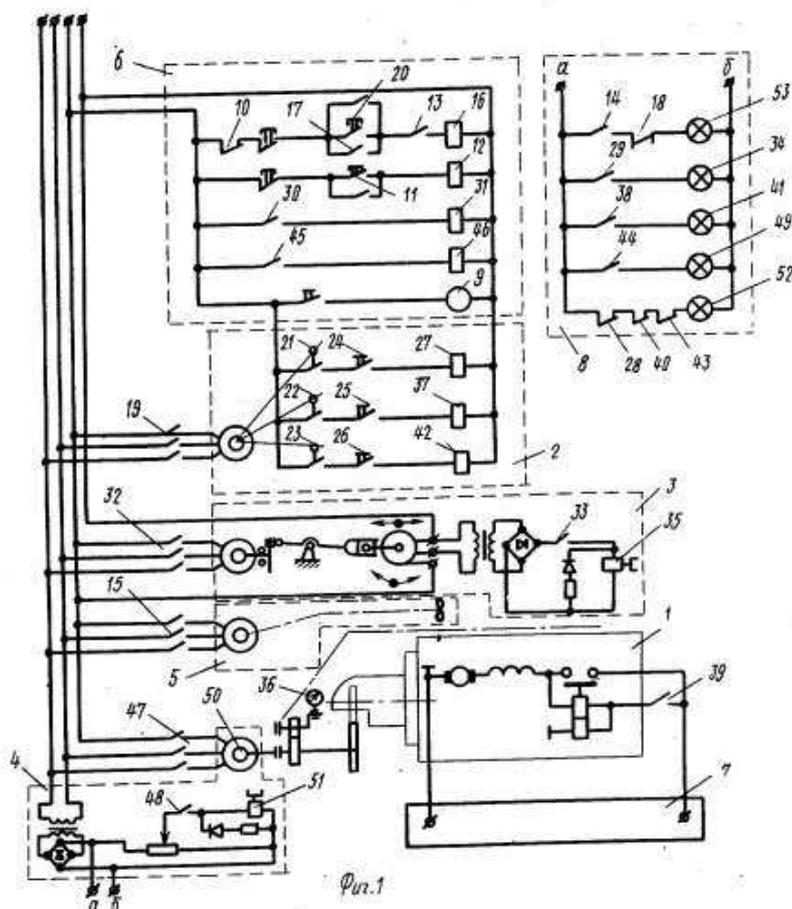


Рисунок 1.6 - схема к патенту № 855419.

2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА ПО РЕМОНТУ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ

2.1 Предпосылки модернизации участка по ремонту электрооборудования автомобилей

Развитие предприятия, на долгосрочный период предусмотрено направлять капитальные вложения на реконструкцию и техническое перевооружение действующих участков и строительство новых, [5].

Проведя анализ состояния ремонтной базы, разработана комплексная программа модернизации производственных мощностей на базе качественно нового комплектного высокопроизводительного и высокоэффективного оборудования.

2.2 Характеристики работы электрооборудования участка.

По режиму работы электрооборудование на три группы, для которых предусматривают три режима работы:

- продолжительный;
- кратковременный;
- повторно-кратковременный, [6].

Надежность электропитания в основном зависит от принятой схемы электроснабжения, степени резервирования, отдельных элементов системы электроснабжения (линий, трансформаторов, электрических аппаратов и др.). Для выбора схемы и системы построения электрической сети необходимо учитывать мощность и число потребителей, уровень надежности электроснабжения не потребителей в целом, а входящих в их состав отдельных электроприемников.

2.3 Определение трудоемкости работ по диагностике и ремонту электрооборудования автомобилей

Трудоемкость работ по диагностике и ремонту электрооборудования автомобилей определяется по формуле:

$$T_{\text{Э}} = T_{\text{АВ}} * K_{\text{Э}}, \quad (2.1)$$

где $T_{\text{АВ}}$ - трудоемкость технических обслуживаний автомобилей, ч;

$K_{\text{Э}}$ – коэффициент учитывающий работы связанные с электрооборудованием, $\text{ч} = 8 \dots 15\%$, [5];

Трудоемкость технических обслуживаний автомобилей определяется по формуле:

$$T_{\text{Ав}} = \sum T_{\text{АвТО-2i}} * N_{\text{АвТО-2i}} + \sum T_{\text{АвТО-1i}} * N_{\text{АвТО-1i}}, \quad (2.2)$$

где $T_{\text{АВ}}$ - трудоемкость технических обслуживаний автомобилей, чел. ч.;

$T_{\text{АвТО-2i}}$ – трудоемкость ТО-2 автомобиля, чел. ч., [5];

$T_{\text{АвТО-1i}}$ – трудоемкость ТО-1 автомобиля, чел. ч., [5].

Количество ТО – 2 автомобилей определяется по формуле:

$$N_{\text{АвтТО-2i}} = \frac{N_{\text{Авми}} * S_{\text{Гi}}}{q_{\text{ТО-2i}}}, \quad (2.3)$$

где $N_{\text{АвтТО-2Ai}}$ – количество ТО-2, шт.;

$N_{\text{Авти}}$ – количество автомобилей данной марки, шт;

$S_{\text{Гi}}$ – годовая пробег автомобиля, км.;

$q_{\text{ТО-3i}}$ – периодичность проведения ТО-2, км.

Полученное значение округляют в большую сторону до целого числа.

Количество ТО – 1 автомобилей определяется по формуле:

$$N_{\text{АвтТО-1i}} = \frac{N_{\text{Авми}} * S_{\text{Гi}}}{q_{\text{ТО-1i}}} - N_{\text{АвтТО-2i}}, \quad (2.4)$$

где $N_{\text{АвтТО-1i}}$ – количество ТО-1, шт.;

$q_{\text{ТО-1i}}$ – периодичность проведения ТО-1, км.

Полученное значение округляют в большую сторону до целого числа.

Результаты расчетов представлены в таблице 2.2, [5].

Периодичность проведения ТО автомобилей представлена в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Периодичность проведения ТО автомобилей.

Марка	Периодичность проведения обслуживания, км.	
	ТО-1	ТО-2
КАМАЗ-5320	2500	10000
КАМАЗ-55102	2500	10000
КАМАЗ-63115	2500	10000
КАМАЗ-5410	2500	10000
ГАЗ СА3-53	2400	9600
ГАЗ-3307	2400	9600
Газель	2500	10000
Бензовоз на базе КАМАЗ	2500	10000
Молоковоз на базе КАМАЗ	3200	12800
Зил ММЗ	2500	10000
УАЗ	2400	9600
ВАЗ	2500	10000
Кран на базе МАЗ	3200	12800
Пожарные	2500	10000

Таблица 2.2 – Количество ТО автомобилей.

Марка	Количество автомобилей	Годовой пробег автомобиля, км.	Количество обслуживаний	
			ТО-1	ТО-2
КАМАЗ-5320	16	57500	276	92
КАМАЗ-55102	21	48000	303	101
КАМАЗ-63115	8	34000	81	28
КАМАЗ-5410	3	43600	39	14
ГАЗ СА3-53	12	27000	101	34
ГАЗ-3307	14	32000	140	47
Газель	8	58000	139	47
Бензовоз на базе КАМАЗ	3	22000	20	7
Молоковоз на базе КАМАЗ	2	60000	28	10
Зил ММЗ	8	26000	63	21
УАЗ	14	23000	101	34
ВАЗ	10	38000	114	38
Кран на базе МАЗ	1	21000	5	2
Пожарные	2	1200	0	1

Таблица 2.3 – Трудоемкости ТО по маркам автомобилей.

Марка	Трудоемкость обслуживания, чел. час.	
	ТО-1	ТО-2
КАМАЗ-5320	3,4	14,5
КАМАЗ-55102	3,4	14,5
КАМАЗ-63115	3,8	16
КАМАЗ-5410	3,4	15
ГАЗ СА3-53	3	9,1
ГАЗ-3307	3	9,1
Газель	2,2	7,9
Бензовоз на базе КАМАЗ	4	16
Молоковоз на базе КАМАЗ	4	16
Зил ММЗ	3,1	14
УАЗ	2,5	10,6
ВАЗ	2	10
Кран на базе МАЗ	4	18
Пожарные	4	20

Трудоемкости ТО по маркам автомобилей представлены в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Трудоемкости ТО по маркам автомобилей.

Марка	Трудоемкость обслуживания, чел. час	
	ТО-1	ТО-2
КАМАЗ-5320	938,4	1334
КАМАЗ-55102	1030,2	1464,5
КАМАЗ-63115	307,8	448
КАМАЗ-5410	132,6	210
ГАЗ СА3-53	303	309,4
ГАЗ-3307	420	427,7
Газель	305,8	371,3
Бензовоз на базе КАМАЗ	80	112
Молоковоз на базе КАМАЗ	112	160
Зил ММЗ	195,3	294
УАЗ	252,5	360,4
ВАЗ	228	380
Кран на базе МАЗ	20	36
Пожарные	0	20
Всего:	4325,6	5927,3
Всего:	10252,9	

Суммарная трудоемкость работ связанная с диагностикой и ремонтом электрооборудования автомобилей будет равна:

$$T_{\text{э}} = 10252,9 * 0,12 = 1231 \text{ чел. час.}$$

2.4 Определение численности рабочих участка по диагностики и ремонту электрооборудования.

Численность рабочих определяется по формуле:

$$N_P = \frac{\eta_{PЗ} * T_{Э}}{(K_P - K_O) * T_{СМ} * \eta_P}, \quad (2.5)$$

где $\eta_{НЗ}$ – неравномерность загрузки участка, $\eta_{НЗ} = 1,3$, [5]

K_P – число рабочих дней в году, $K_P = 251$ [5] ;

$T_{СМ}$ – продолжительность смены, ч.; $T_{СМ} = 8$ ч. , [5];

K_O – общее число рабочих дней отпуска, $K_O = 24$ дня, [5];

η_P – коэффициент потерь рабочего времени, $\eta_P = 0,8$ [5].

$$N_P = 1231 / ((251 - 24) * 8 * 0,8) = 0,85$$

Принимаем $N_P = 1$ человека.

2.5 Подбор технологического оборудования.

Подбор оборудования для участка по ремонту и ТО электрооборудования тракторов и автомобилей осуществляется с учетом технологического процесса и объема выполняемых работ.

Площадь участка по диагностики электрооборудования тракторов и автомобилей определяется с учетом площади производственного оборудования.

$$F_y = (F_{об} + F_m) * \sigma, \quad (2.6)$$

где $F_{уч}$ – расчетная производственная площадь участка, m^2 ;

$F_{об}$ – площадь, занимаемая оборудованием, m^2 ;

F_m – площадь, занимаемая машинами, m^2 ;

σ – коэффициент, учитывающий рабочие зоны и проходы , [5].

$$F_{ТО} = (11,17 + 25) * 3,2 = 115,74 \text{ м}^2.$$

Принимаем площадь участка с учетом конструктивных параметров ремонтной мастерской 144 м², (12x12 м).

В таблице 2.5 представлена ведомость рекомендуемого оборудования для участка по ремонту и ТО электрооборудования тракторов и автомобилей

Таблица 2.5 - Ведомость рекомендуемого оборудования.

№ поз. на плане	Наименование оборудования	Шифр или марка	Количество	Габаритные размеры, мм.	Занимаемая площадь		Мощ- ность, кВт.
					Ед. оборуд. м ² .	Всего. м ² .	
1	Секция стеллажа	5152.000 ГОСНИТИ	3	1500X600X600	0,9	0,9	
2	Стенд для проверки электро- оборудования	КИ-968 ГОСНИТИ	1	350X830X1480	0,13	0,13	1
3	Верстак слесарный	ОРГ1468-01- 060А ГОСНИ- ТИ	2	1200X800X805	1	2	
4	Подставка под оборудование	5143.000 ГОСНИТИ	2	820X700X830	0,6	1,2	
5	Станок настольно- сверлильный	2М112	1	770X370X820	0,3	0,3	0,8
6	Настольный точильно- шлифовальный станок	ЗБ631	1	--	0,1	0,1	0,6
7	Стенд для проверки генера- торов и стартеров		1	820X700X1630	0,6	0,6	6,2
8	Верстак аккумуляторщика	5106.000 ГОСНИТИ	1	1250X750X835	0,94	0,94	
9	Шкаф для зарядки аккумуля- торов с вытяжкой		1	1250X800X1800	1	1	1
10	Вентилятор оконный		1				0,4
11	Стенд для проверки элек- тронного оборудования		1		2		2,5
12	Комплект оснастки рабочего места автоэлектрика		1		3		1,5
						11,17	14

2.6 Проектирование схемы электроснабжения

При проектировании схемы важное значение приобретает правильное решение вопросов питания силовых и осветительных нагрузок в ночное время, в выходные и праздничные дни.

В общем случае схемы внутреннего распределения электроэнергии имеют ступенчатое построение. Считается не целесообразным применение схем с числом ступеней более двух-трех, так как в этом случае усложняется коммутация и защита цепи. На небольших по мощности предприятиях рекомендуется применять одноступенчатые схемы, [7].

При построении общей схемы внутреннего электроснабжения необходимо принимать варианты, обеспечивающие рациональное использование ячеек распределительных устройств, минимальную длину распределительной сети, максимум экономии коммутационно-защитной аппаратуры.

С учетом того, что на предприятие имеется только одна ТП, а потребители относятся к II и III группе потребителей, то питание участков относящихся ко II группе осуществляется по двухлинейной схеме.

Резервное питание осуществляется от трансформатора МТП.

2.7 Выбор сечения проводов питающей линии

Сечение питающей линии определяется значениями длительно допустимого тока в нормальном и аварийном режимах:

$$I_{p.ав} = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}}, \quad (2.7)$$

$$I_{p.н} = \frac{S_p}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_{ном}}, \quad (2.8)$$

Полную расчетную мощность определяют по формуле:

$$S_p = \sqrt{(\sum P_p)^2 + (\sum Q_p)^2}, \quad (2.9)$$

$$P_{\sum p} = P_p + P_{po}, \quad (2.10)$$

Расчетная осветительная нагрузка цеха определяется по формуле:

$$P_{po} = P_{но} \cdot K_{co}, \quad (2.11)$$

где K_{co} – коэффициент спроса на освещение, находится из справочных материалов, $K_{co}=0,8$ [7].

Номинальная мощность освещения определяется по формуле:

$$P_{но} = P_{уд} \cdot F, \text{ кВт} \quad (2.12)$$

где $P_{уд}$ – плотность осветительной нагрузки, Вт/м². Определяется из справочных материалов, $P_{уд}=15$ Вт/м² [10];

F- площадь освещения, $F = 144\text{м}^2$.

$$P_{но} = 0,015 \cdot 144 = 2,16 \text{ кВт}$$

$$P_{po} = 2,16 \cdot 0,8 = 1,73 \text{ кВт}$$

Расчетная мощность определяется по формуле:

$$P_p = P_n \cdot K_c, \text{ кВт} \quad (2.13)$$

где P_n – установленная мощность, кВт;

K_c – коэффициент спроса, находится из справочных материалов $K_c=0,9$, [7].

$$P_p = 14 \cdot 0,9 = 12,6 \text{ кВт}$$

$$P_{\Sigma p} = 12,6 + 1,73 = 14,33 \text{ кВт}$$

Расчетная реактивная мощность определяется по формуле:

$$Q_p = P_n \cdot \text{tg} \varphi, \text{ кВар} \quad (2.14)$$

$$Q_p = 14,33 \cdot 1,02 = 14,62 \text{ кВт}$$

$$S_p = \sqrt{14,33^2 + 14,62^2} = 20,5 \text{ кВт}$$

$$I_{p.ав} = \frac{20,5}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 25,6, \quad \text{А}$$

$$I_{p.н} = \frac{20,5}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,4} = 12,8, \quad \text{А}$$

принимаем минимальное допустимое сечение по нагреву для проводов с алюминиевыми жилами $S_H = 16 \text{ мм}^2$.

Расстояние от распределительного пункта трансформатора до участка составляет менее 100 м, поэтому выбранное сечение кабеля проходит по условию допустимой длины по потерям напряжения.

Принимаем минимальное допустимое сечение по потерям напряжения:

$$S_{\Delta U} = 16 \text{ мм}^2.$$

Проверяем по экономической плотности тока:

$$S_э = \frac{I_{p.н.}}{j_э}, \quad (2.15)$$

где $j_э$ – нормированное значение экономической плотности тока, А/мм^2 ,
 $j_э = 1,1 \text{ А/мм}^2$, [10].

$$S_э = \frac{16}{1,1} = 14,5 \text{ мм}^2,$$

Поскольку выбранное нами сечение питающей линии проходит проверку по экономической плотности тока, то найденное сечение оставляем.

Таким образом, принимаем провод для питания участка от КТП марки СИП-16, [10].

2.8 Выбор кабелей распределительной сети

Распределительная сеть выполнена кабелями марки ВВГ.

Расчетный ток потребителя, А:

$$I_p = \frac{P_{ном}}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi_n \cdot \eta}, \quad (2.16)$$

где $P_{\text{ном}}$ – номинальная активная мощность станка, кВт; $\cos\varphi_{\text{н}}$ – номинальный коэффициент мощности.

Для прокладки принимаем кабель с медными жилами марки ВВГ.

Потеря напряжения на участке определяется по формуле:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot I_P \cdot l \cdot 10^{-3}}{380} \cdot (r_0 \cdot \cos\varphi + x_0 \cdot \sin\varphi) \cdot 100, \% \quad (2.17)$$

где r_0 и x_0 – коэффициенты учитывающие марку и сечение кабеля, [10].

Выбор защитной аппаратуры.

Для защиты кабелей от токов КЗ устанавливаем на линии предохранители. Номинальный ток срабатывания должен удовлетворять следующим условиям:

$$I_{\text{ном.вс}} \geq \frac{I_{\text{пуск}}}{\alpha}, \quad (2.18)$$

где $I_{\text{пуск}}$ – пусковой ток линии, А;

α – коэффициент, величина которого зависит от режима перегрузки, $\alpha = 2,5$ при легком пуске, [6].

Результаты расчета линий представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2- Выбор кабелей и защитной аппаратуры распределительной сети.

Линия	$P_{ном},$ кВт	I_p, A	Марка и сечение кабеля	$I_{дл.пр}$ вода, А	Способ прокладки	$l, м$	$\Delta U, \%$	Ипуск/ α, A	$r_0,$ Ом/км	$x_0,$ Ом/км	$\cos \phi_i$	$\sin \phi_i$	Ином.а вт, А	Тип предо- хранителя
РП5-ЭП1	1,0	2,1	ВВГ(4x1,5)	15,0	в полу,в трубах	8,5	0,01	1,9	1,22	0,42	0,75	0,74	16	ВА 27-29
РП5-ЭП2	0,8	1,4	ВВГ(4x1,5)	15,0	в полу,в трубах	5,6	0,00	1,3	0,63	0,53	0,9	0,61	10	ВА 27-29
РП5-ЭП3	0,6	1,4	ВВГ(4x1,5)	15,0	в полу,в трубах	7,2	0,01	1,3	1,95	0,36	0,7	0,71	10	ВА 27-29
РП5-ЭП4	6,2	14,2	ВВГ(4x2,5)	22,5	в полу,в трубах	9,5	0,10	13,1	1,96	0,33	0,7	0,71	25	ВА 27-29
РП5-ЭП5	1,0	2,3	ВВГ(4x1,5)	15,0	в полу,в трубах	10,7	0,02	2,1	1,95	0,36	0,7	0,71	10	ВА 27-29
РП5-ЭП6	0,4	0,9	ВВГ(4x1,5)	15,0	в полу,в трубах	12	0,01	0,8	1,32	0,36	0,7	0,71	10	ВА 27-29
РП5-ЭП7	2,5	5,7	ВВГ(4x1,5)	15,0	в полу,в трубах	5	0,02	5,2	1,96	0,33	0,7	0,71	16	ВА 27-29
РП5-ЭП8	1,5	3,4	ВВГ(4x1,5)	15,0	в полу,в трубах	9	0,02	3,1	1,95	0,36	0,7	0,71	10	ВА 27-29
РП5-ЭП9	3,0	6,9	ВВГ(3x2,5)	25,0	в полу,в трубах	2	0,01	6,3	1,96	0,33	0,7	0,71	25	ВА 27-29

2.9 Расчет токов короткого замыкания за трансформаторами

Расчет токов КЗ необходим для проверки выбранного электрооборудования, коммутационных аппаратов, выбора уставок релейной защиты. Сети промышленных предприятий напряжением до 1 кВ характеризуются большой протяженностью и наличием большого количества коммутационно-защитной аппаратуры. При напряжении до 1 кВ даже небольшое сопротивление оказывает существенное влияние на ток КЗ. Поэтому в расчетах учитывают все сопротивления короткозамкнутой цепи, как индуктивные, так и активные. Кроме того, учитывают активные сопротивления всех переходных контактов в этой цепи (на шинах, на вводах и выводах аппаратов, разъемные контакты аппаратов и контакт в месте КЗ).

Минимальные значения токов при КЗ на стороне 0,4 кВ рассчитываются с учетом переходного активного сопротивления (электрической дуги) в месте КЗ до 15 мОм [7, 13]. Для трансформаторов со схемой соединения обмоток Δ/Y практически рассчитывается минимальное значение тока только при фазном КЗ (считая, что при однофазном КЗ на землю ток в поврежденной фазе имеет такое же значение). Для трансформаторов со схемой соединения обмоток Y/Y рассчитываются токи как при трехфазном, так и при однофазном КЗ, поскольку они значительно отличаются друг от друга и для их отключения должны устанавливаться разные защиты.

Расчеты токов при КЗ за понижающими трансформаторами небольшой мощности (практически до 1,6 МВ -А) производятся с учетом активной составляющей полного сопротивления трансформатора. Токи намагничивания и токи нагрузки трансформаторов при расчете токов КЗ не учитываются.

При расчетах токов КЗ за трансформаторами 10 (6) кВ считается, что напряжение питающей энергосистемы на стороне ВН трансформатора остается неизменным в течение всего процесса КЗ. Это допущение объясняется тем, что распределительные сети 10 (6) кВ, как правило, электрически удалены от генерирующих источников энергосистемы и КЗ в этих сетях, и тем более за транс-

форматорами 10 (6) кВ, мало сказываются на работе электрических генераторов. По этой же причине вычисляется только периодическая составляющая тока КЗ, а влияние аperiodической составляющей тока КЗ учитывается при выборе параметров некоторых типов защиты путем введения повышающих коэффициентов.

Вычисление тока трехфазного КЗ по значению напряжения КЗ трансформатора. Наиболее просто максимальное значение тока (в амперах) трехфазного КЗ за трансформатором вычисляется по значению напряжения КЗ трансформатора (U_k):

$$I_K^{(3)} = \frac{100}{U_{K+P}} I_{\text{ном.тр}}, \quad (2.19)$$

где U_k — напряжение короткого замыкания из паспорта для КТП-1000/10/0,4-82-У1, $U_k = 5,5\%$;

$I_{\text{ном. тр.}}$ — номинальный ток трансформатора на стороне ВН или НН из паспорта трансформатора, А. $I_{\text{ном. трВН.}} = 58$ А; $I_{\text{ном. трНН.}} = 1445$ А;

P — коэффициент потерь напряжения, %.

$$P = \frac{S_{\text{ном.тр}}}{S_K} 100, \quad (2.20)$$

где $S_{\text{ном. тр}}$ — номинальная мощность трансформатора из паспорта,

$S_{\text{ном. тр}} = 1$ МВ-А;

S_K — мощность трехфазного КЗ питающей энергосистемы в той точке, где подключен трансформатор, т. е. на его выводах ВН, задается энергоснабжающей организацией, МВ-А); если мощность энергосистемы относительно велика («бесконечна»), то $p = 0$. Принимаем $S_K = 100$ МВ-А.

$$P = 1 * 100 / 100 = 1\%$$

$$I_{\text{КНН}}^{(3)} = \frac{100}{5,5+1} 1445 = 22231 \text{ А},$$

$$I_{\text{КВН}}^{(3)} = \frac{100}{5,5+1} 58 = 892 \text{ А},$$

При подключении относительно маломощных трансформаторов (менее 1 МВ-А) вблизи мощных районных подстанций и подстанций глубокого ввода 110/10 кВ с трансформаторами мощностью более 10 МВ-А влияние сопротивления энергосистемы на значение токов КЗ за трансформаторами снижается и им часто пренебрегают, считая мощность энергосистемы «бесконечной», а значение p в выражении (4) равным нулю.

2.10. Проектирование освещения

2.10.1 Выбор расположения светильников

Выбор светильников определяется характером окружающей среды, требованиями к светораспределению и ограничению слепящего действия, а также соображениями экономики.

Основным вопросом устройства осветительных установок является правильное расположение выбранных светильников. От его решения зависят экономичность, качество освещения и удобство эксплуатации.

Расчетная высота, м:

$$h = H - (h_c + h_p), \quad (2.21)$$

где H – высота помещения;

h_c – расстояние светильника до потолка;

h_p – высота рабочей поверхности над полом.

Высота светильника над полом, м:

$$h_n = H - h_c, \quad (2.22)$$

Важное значение имеет отношение расстояния между светильниками или рядами светильников к расчетной высоте $\lambda = L/h$.

Рекомендации по выбору отношения λ приведены в [13]. Значение λ принимается в зависимости от типа источника света и характера светораспределения светильника.

Расстояние от крайних светильников или рядов светильников до стен рекомендуется принимать $l=(0,3\div 0,5) \cdot L$ (где L – расстояние между соседними рядами светильников или рядами ламп, если по длине они различны, то соответственно L_a, L_b).

2.10.2 Методика расчета осветительной установки

Расчет освещения выполняется точечным методом или методом коэффициента использования.

Метод коэффициента использования. При расчете по этому методу световой поток ламп в каждом светильнике, необходимый для создания заданной минимальной освещенности (норма освещенности- E_n), определяется по формуле:

$$\Phi = \frac{E_n \cdot K_{зан} \cdot S \cdot z}{N \cdot \eta}, \quad (2.23)$$

где $K_{зан}$ - коэффициент запаса;

S – площадь освещаемой поверхности, м²;

$z = E_{cp} / E_n$ - коэффициент минимальной освещенности (приближенно можно принимать $z = 1,1$ – для люминесцентных ламп, $z=1,15$ – для ламп накаливания и ДРЛ);

E_{cp} – средняя освещенность, лк;

N - число светильников;

η – коэффициент использования светового потока источника света.

По значению Φ выбирается стандартная лампа так, чтобы ее поток отличался от расчетного значения Φ на $-10\div +20\%$. При невозможности выбора источника света с таким приближением корректируется число светильников.

Коэффициент использования светового потока:

$$\eta = \eta_{п} \cdot \eta_{с}, \quad (2.24)$$

где $\eta_{с}$ - КПД светильника;

η_{Π} - коэффициент использования помещения.

Коэффициент использования помещения η_{Π} определяется в зависимости от индекса помещения, от КСС светильника, от сочетания коэффициентов отражения поверхностей помещения.

Индекс помещения i определяется по формуле:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)}, \quad (2.25)$$

где A – длина помещения, м;

B – ширина помещения, м.

Если световой поток ламп в каждом светильнике составляет $\Phi_{\text{ном}}$, то число светильников в ряду определяется по формуле:

$$N = \Phi / \Phi_{\text{ном}}. \quad (2.26)$$

Точечный метод служит для расчета освещения как угодно расположенных поверхностей и при любом распределении источников света. Отраженная составляющая освещенности учитывается приближенно.

а) лампы типов ДРЛ, ДРИ и накаливания (их геометрические размеры намного меньше расстояния до освещаемой поверхности).

2.10.3 Расчет освещения участка

Исходные данные на проектирование:

$$E_{\text{min}} = 200 \text{лк}, \quad H = 8 \text{м}, \quad A \times B = 12 \times 12 \text{м}.$$

Расчет рабочего освещения

Освещение выполним люминесцентными лампами в светильниках ПВЛМ.

Примем $h_c = 7$ м и $h_p = 0,8$ м. Наметим размещение светильников в отделении.

Расчетная высота:

$$h = 8 - 6 - 0,8 = 1,2 \text{м}.$$

Расстояние между рядами и светильниками в ряду:

$$L = 3 \cdot 1,2 = 3,6 \text{ м.}$$

Число рядов светильников в помещении:

$$n_g = \frac{12}{3,6} = 3,3 \approx 3 \text{ шт.}$$

Расстояние по ширине от крайнего светильника до стены:

$$l_g = \frac{12 - (3 - 1) \cdot 3,6}{2} = 2,4 \text{ м.}$$

Потребный световой поток каждого ряда светильников:

$$\Phi = \frac{180 \cdot 1,1 \cdot 12 \cdot 12 \cdot 1,15}{3 \cdot 0,406} = 26920 \text{ лм.}$$

По Φ подбираем лампу ЛБ2х40 Вт с $\Phi_n = 2850 \text{ лм}$, $l_{\text{свет}} = 1,325 \text{ м}$.

Число светильников в ряду:

$$N = \frac{26920}{2 \cdot 2850} = 4,7 \text{ шт.}$$

Возможное размещение полученного числа светильников:

$$L_{\text{ряда}} = 5 \cdot 1,325 = 6,75 \text{ м} < 12 \text{ м.}$$

Примем $l_a = 0,5 \text{ м}$, то расстояние между светильниками в ряду:

$$l_p = \frac{12 - 2 \cdot 0,5 - 6,75}{5 - 1} = 1,06 \text{ м.}$$

Стандартный световой поток ряда светильников:

$$\Phi_c = n \cdot 2\Phi_{\text{ном}} = 5 \cdot 2 \cdot 2850 = 28500 \text{ лм, что допустимо } (-10\%, +20\%).$$

3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТЕНДА ДЛЯ ПРОВЕРКИ ГЕНЕРАТОРОВ

Так как на автомобилях помимо широко распространенного 12 вольтового питания может также встречаться и 24 вольтовое питание (автомобиль КАМАЗ).

3.1 Подбор измерительной и нагрузочной аппаратуры

Для измерения показания генератора необходимы следующие измерительные приборы: амперметр, вольтметр, тахометр, тестер-мультиметр, реостат, [19].

Берем:

Амперметр рассчитанный на постоянный ток 0...150 А;

Вольтметр рассчитанный на постоянный ток 0...40 В;

Тестер-мультиметр DT9207A класс точности 3;

Реостат ползунковый с воздушным охлаждением.

Тахометр электронный ЦД9902, [20].

Характеристики тахометра электронного ЦД9902:

Диапазоны измерений входного сигнала [1...9999] об/мин

Погрешность измерения входной величины не более 0,02%

Индикатор светодиодный, 4 разряда, высота цифры 14 мм

Интерфейс +

Питание 220 В±10%, частотой 50±1Гц, потребляемая мощность 10 Вт.

Температура окружающего воздуха 0 до 50°C

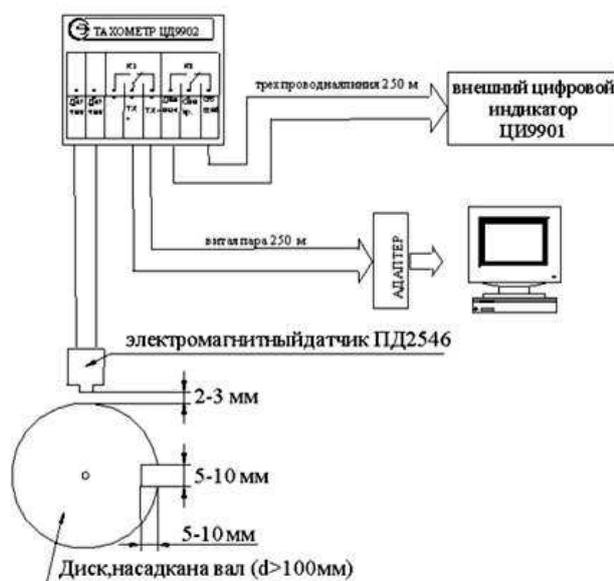


Рисунок 3.1- Схема соединения тахометра ЦД9902.

3.2 Подбор источников питания постоянного тока

Для питания электродвигателя привода генератора берем выпрямитель рассчитанный для преобразования переменного трехфазного тока в постоянный ток.

С учетом требуемой мощности берем выпрямитель ВАК-4,5-220-М1.

Номинальная мощность, кВт 4,5;

Напряжение постоянного тока, В 220.

С учетом требований берем выпрямитель ВСА-5К со следующими параметрами:

Выходное напряжение, В 0...50 В;

Выходной ток, А 0...15 А.

Питание прибора, В 220 В.

3.3 Проектирование привода для генератора

Привод генератора осуществляется от двигателя постоянного тока с изменяемой частотой вращения через клиноременную передачу.

Подбор электродвигателя

Электродвигатель подбирается по мощности и частоте вращения вала.

Берем электродвигатель постоянного тока 4ПФ112S со следующими параметрами, [20]:

Мощность, кВт	3,75;
Крутящий момент, Нм	32;
Частота вращения, мин-1	800...6000;
Напряжение питания двигателя	220;
Ток якоря, А	21,72.

Подбор блока управления электродвигателем.

Берем блоков управления электродвигателем постоянного тока Diotec 5.01, [14].

Схема блока управления, показанная на рисунке 3.9 позволяет управлять электромотором мощностью до 5 кВт.

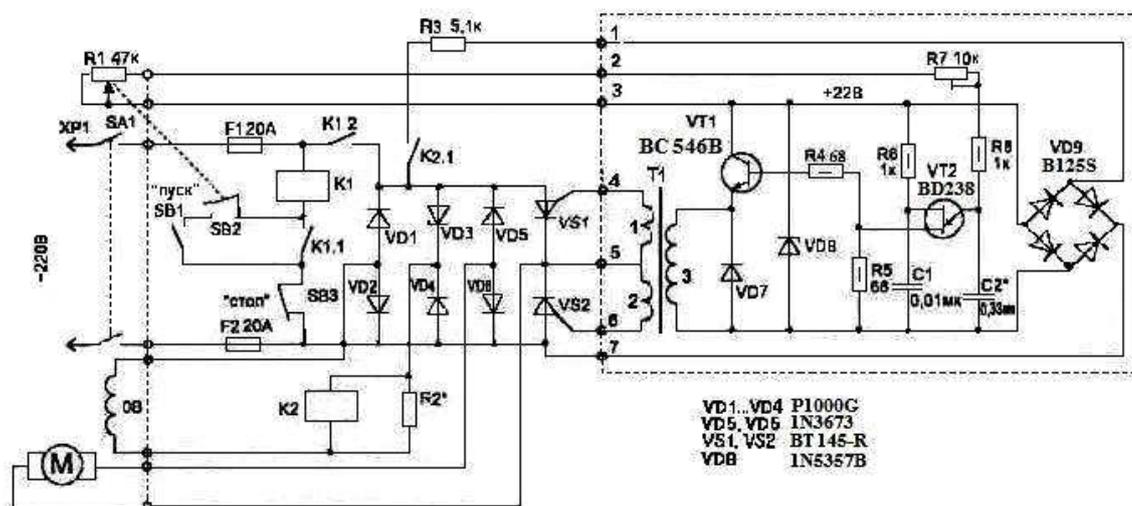


Рисунок 3.2 - Схема блоков управления электродвигателем постоянного тока Diotec 5.01.

3.4 Расчет ременной передачи.

Расчет ременной передачи производился с помощью программы КОМПАС-SHAFT 2D по следующим расчетным формулам:

Минимальный диаметр шкива определяется по выражению:

$$D_1 = \frac{2 \cdot 10^7 \cdot k \cdot N}{n_H \cdot F_R}, \quad (3.1)$$

где: k – коэффициент, зависящий от вида ременной передачи и условий работы (для клиноременной передачи в нормальных условиях $k = 2,5$);

n_H – номинальная частота вращения электродвигателя, об/мин;

F_R – допустимое радиальное усилие, Н.

Определяем расчетную передаваемую мощность:

$$N_P = N \cdot C_P, \quad [14] \quad (3.2)$$

где: C_P – коэффициент динамичности нагрузки и режима работы ($C_P = 1,0$, [3]).

Вычисляем линейную скорость ремня v :

$$v = \frac{\pi D_1 n}{60000} \quad \text{м/с} \quad (3.3)$$

Расчетный диаметр меньшего шкива:

$$D_2 = u \cdot D_1, \quad (3.5)$$

где: D_2 – расчетный диаметр меньшего шкива, мм.

Вычисляем рекомендованное межцентровое расстояние:

$$0,7(D_1 + D_2) < a < 2(D_1 + D_2), \quad (3.6)$$

Угол обхвата ремнем меньшего шкива α вычислим по формуле:

$$\alpha = 180 - 57 \frac{D_1 - D_2}{a}, \quad (3.7)$$

В зависимости от выбранного межцентрового расстояния определяем расчетную длину ремня.

$$L_P = 2a + \frac{\pi}{2}(D_1 + D_2) + \frac{(D_1 - D_2)^2}{4a}, \quad (3.8)$$

Результаты расчетов ременной передачи.

BELT_VEE	Проектный расчет клиноременной передачи	
Исходные данные		
Наименование параметра	Ведущий шкив	Ведомый шкив
Предварительное передаточное отношение	1	
Предварительное межцентровое расстояние, мм	600	
Передаваемая мощность, Квт	3,75	
Частота вращения ведущего шкива, об/мин	3000	
Коэффициент динамичности нагрузки и режима работы	1	
Тип ремня	кордтканевой	
Определяемые параметры		
Диаметр шкива, мм	200.000	200.000
Действительное передаточное отношение	1.020	
Действительное межцентровое расстояние, мм	636.000	
Обозначение ремня	В ГОСТ 1284.1-89	
Длина ремня, мм	1900.000	
Количество ремней	1	
Окружная скорость, м/с	31.416	30.788
Угол профиля канавок шкива	40°00'	40°00'
Наружный диаметр шкива, мм	205.000	205.000
Глубина канавок шкива, мм	9.500	9.500
Ширина канавки по наружному диаметру шкива, мм	10.200	10.200
Расстояние между канавками шкива, мм	12.000	12.000
Расстояние от торца шкива до середины крайней канавки, мм	8.000	8.000
Ширина шкива, мм	16.000	16.000
Расчет на выносливость		
Расчетное напряжение, МПа	2.532	
Допускаемое напряжение, МПа	2.874	
Коэффициент запаса	1.135	

3.5 Прочностные расчеты конструкции привода станда

Приближенный диаметр вала привода генератора определяется по формуле, [9]:

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{16T}{\pi[\tau]}}, \text{ мм} \quad (3.9)$$

где T - крутящий момент, Нмм;

$[\tau]$ – допускаемое напряжения на кручение, $[\tau] = 20$ МПа, [11].

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{16 * 32000}{3,14 * 20}} = 20,1, \text{ мм}$$

Подбор подшипников вала привода генератора

Подшипники подбирают по конструктивным параметрам с учетом нагрузки, действующей на них.

Для опор вала применяем шариковые подшипники № 80107 ГОСТ 5720-75 со следующими параметрами, [9]:

Внутренний диаметр	$d = 35$ мм;
Наружный диаметр	$D = 64$ мм;
Ширина подшипника	$B = 14$ мм;
Грузоподъемность динамическая	$C = 15,9$ кН;
Грузоподъемность статическая	$C_0 = 8,5$ кН.

Ресурс подшипника определяется по формуле:

$$L_h = \frac{10^6}{60 n} \left(\frac{C}{P} \right)^3, \quad (3.10)$$

где L_h – ресурс подшипника, ч;

n – частота вращения вала, $n = 6000$ мин-1, [11];

P – эквивалентная сила действующая на подшипник, Н;

C - динамическая грузоподъемность подшипника, $C = 15900$ Н, [9];

Эквивалентная сила, действующая на подшипник определяется по формуле:

$$P = (X V F_r + Y F_a) K_B K_T, \quad (3.11)$$

где X – коэффициент, учитывающий действие радиальной силы на подшипник, $X=1$, [9];

Y – коэффициент, учитывающий действие осевой силы на подшипник, $Y=0,6$, [9];

V – коэффициент, учитывающий какое кольцо подшипника вращается, $V=1$, [9];

K_B – коэффициент безопасности, $K_B = 1,2$, [9];

K_T – коэффициент, учитывающий температуру подшипника при работе, $K_T=1,1$, [9];

F_r – радиальная сила действующая на подшипник $F_r \approx 500$ Н.;

F_a – осевая сила, действующая на подшипник, $F_a \approx 45$ Н.

$$P = (1 * 1 * 500 + 0,6 * 45) * 1,2 * 1,1 = 660 \text{ Н.}$$

$$L_h = \frac{10^6}{60 * 6000} \left(\frac{15900}{660} \right)^3 = 38834 \text{ ч.}$$

Данный ресурс вполне допустим и удовлетворяет техническим требованиям, предъявляемым к конструкции смесителя.

Расчет шпонки вала смесителя.

$$L_P = \frac{2000T}{d * (h - t_1) * [\sigma]_{см}}, \text{ мм.} \quad (3.12)$$

L_P – рабочая длина шпонки, мм;

d – диаметр вала, принимаем $d = 25$ мм;

h – высота шпонки, $h = 8$ мм., [9];

t – глубина паза в валу под шпонку, $t = 4$ мм., [9];

$[\sigma]_{см}$ – допускаемое напряжение смятия материала шпонки, $[\sigma]_{см} = 250$ МПа., [9].

$$L_P = \frac{2000 * 50}{28 * (7 - 4) * 250} = 4,8, \text{ мм.}$$

$$L = L_p + b, \text{ мм} \quad (3.13)$$

где L – длина шпонки, мм;

b – ширина шпонки, $b = 8$ мм, [9].

$$L = 4,8 + 8 = 12,8, \text{ мм}$$

Берем шпонку 8x7x25 ГОСТ 23360 – 78.

3.6 Правовые и организационные вопросы охраны труда

3.6.1 Организационные и законодательные основы охраны труда.

Охрана труда - это система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия (ст.209 ТК РФ в редакции Федерального закона № 90-ФЗ от 30.06.2006 г.).

Важность охраны труда и соблюдение правил техники безопасности не возможно переоценить.

Правительством Российской Федерации 12 августа 1994 года принято постановление № 937 "О государственных нормативных требованиях по охране труда в Российской Федерации", которым утверждён перечень видов нормативных правовых актов, содержащих государственные нормативные требования по охране труда в Российской Федерации, [4, 8].

3.6.2. Охрана труда на участке.

Анализ состояния охраны труда на участке.

Проектируемый участок находится в ЦРМ. Все рабочие места находятся в одном помещении. Необходимые для ремонта материалы находятся в помещении цеха. Рабочие места на участке оборудованы приспособлениями и оснащены не-

обходимым инструментом. Все рабочие места обеспечиваются спецодеждой – х/б костюмами, брезентовыми рукавицами, защитными очками.

Естественное освещение осуществляется за счёт боковых окон. Источником искусственного освещения являются люминесцентные лампы с номинальным напряжением $U=220$ В. Для местного освещения используются лампы напряжением $U=36$ В. Применяемое естественное и искусственное освещение в сборочно-сборочном отделении достаточное для производственной деятельности. Цех отапливается в зимнее время, осуществляя поддержания оптимальной температуры рабочей зоны.

По категории электробезопасности помещение участка можно классифицировать как нормальное, в котором отсутствуют признаки свойственные помещению пожарному, пыльному, сырому. Все электроустановки имеют защитное, заземление, проводка соответствует категории безопасности. Все виды проведённых инструктажей заносятся в регистрационный журнал. В соответствии с приказом №90 министерства здравоохранения РФ на предприятии, в здравпункте проводят обязательные ежегодные медицинские осмотры рабочих предприятия.

По требованиям пожарной безопасности в производственном помещении предусмотренный свободный проезд и эвакуационный выход в соответствии с нормами технологического проектирования и строительными нормами. Участок обеспечен первичными средствами пожаротушения, противопожарный щит укомплектован полностью. Для предотвращения пожара на территории ЦРМ выделены специальные места для курения с урнами и знаком « место для курения ».

На основании проведённого анализа необходимо отметить ряд недостатков:

- система вентиляции нуждается в реконструкции;
- не все рабочие места укомплектованы наглядной агитацией по технике безопасности: отсутствуют плакаты, предупредительные знаки;

- необходимо предусмотреть отвод выхлопных газов непосредственно от работающей техники.

3.6.3 Мероприятия по улучшению условий труда на участке

Одной из важных задач охраны труда является необходимость улучшения условий труда, широко использовать достижения науки и техники, совершенствовать технологию и оборудование для обеспечения безопасности условий труда.

Для улучшения охраны труда и создания нормальных условий работы на участке необходимо разработать и провести ряд мероприятий:

- очистить стекла для улучшения освещения;
- установить уплотнение ворот для уменьшения теплопотерь;
- установить на рабочих местах плакаты по технике безопасности при работе со специальными инструментами;
- вывесить правила пожарной безопасности и план эвакуации при пожаре
- реконструировать вытяжную вентиляцию
- систематически проверять качество заземления электрооборудования
- предусмотреть отвод выхлопных газов непосредственно от работающей техники
- провести аттестацию рабочих мест
- для защиты здания от молнии на крыше установлены молниеуловители стержневого типа
- заменить огнетушители
- контролировать рабочую дисциплину;

Предлагаемые мероприятия будут способствовать уменьшению травматизма, повышению производительности и улучшению условий труда.

3.7 Физическая культура на производстве

Физическая культура на производстве – важный фактор ускорения производительности труда.

С учётом преобладания умственного или физического труда и его тяжести специалисты механизаторы подразделяются на 2 группы: водители самоходных агрегатов и машин (шофёры, трактористы) и специалисты стационарных установок (мотористы, слесари, электрики и др.). Поэтому работа одних связана с управлением транспорта, с большой психофизической нагрузкой, а других – со сложной координацией движения и работой в непростых условиях (на высоте, в узких помещениях). Это требует выносливости, силы отдельных мышц, специальной координации движений. Занятия по физической культуре должны включать следующие виды спорта: гиревой спорт, армспорт, борьбу, гимнастику, спортивные игры и другие виды спорта.

3.8 Расчет технико-экономических показателей эффективности конструкции станда

Балансовая стоимость конструкций определяется по формуле, [2]:

$$C_{\sigma} = (G_k \cdot (C_3 \cdot E + C_M) + C_{ПД}) \cdot K_{НАЧ}, \quad (3.14)$$

где G_k – масса конструкции без покупных деталей и узлов;

C_3 – издержки производства приходящиеся на 1 кг. массы конструкции, руб, ($C_3 = 0,02 \dots 0,15$), [2] ;

E – коэффициент изменения стоимости изготовления машин в зависимости от объема выпуска, руб;

C_M – затраты на материалы приходящиеся на 1 кг массы машины, $C_M = 50$ руб/кг, ;

$C_{ПД}$ – дополнительные затраты на покупные детали и узлы, руб;

$K_{НАЧ}$ – коэффициент учитывающий отклонение прейскурантной цены от балансовой стоимости, $K_{НАЧ} = 1,15 \dots 1,4$, [2].

Масса конструкции определяется по формуле, [2]:

$$G = (G_K + G_T) \cdot K, \quad (3.15)$$

где G_K – масса конструкции без покупных деталей и узлов.;

G_T – масса готовых деталей, узлов и агрегатов. Принимаем $G_T \approx 100$ кг;

K - коэффициент учитывающий массу расходуемых на изготовление конструкции монтажных материалов $K = 1,05 \dots 1,15$, [2] .

Таблица 3.2 – Расчёт массы сконструированных деталей

Наименование детали и материала	Объем детали, см ³	Удельный вес, кг/см ³	Масса детали, кг	Колич. деталей, шт	Общая масса
Шкив ведущий	282	0,0078	2,2	1	2,2
Шкив ведомый	269	0,0078	2,1	1	2,1
Кронштейн ролика	154	0,0078	1,2	1	1,2
Струбцина для генератора	641	0,0078	5	1	5
Вал привода генератора	769	0,0078	6	1	6
Ролик нтяжной	154	0,0078	1,2	1	1,2
Ось ролика	64	0,0078	0,5	1	0,5
Ось струбцины	179	0,0078	1,4	1	1,4
Рама стенда	7051	0,0078	55	1	55
Крышка подшипника	90	0,0078	0,7	2	1,4
Корпус подшипника	128	0,0078	1	2	2
Всего					78

$$G = (78+100) \cdot 1,12 = 199,4 \text{ кг.}$$

Принимаем массу проектируемой конструкции $G = 200$ кг.

$$C_B = (78 \cdot (0,11 \cdot 1,2 + 50) + 52727) \cdot 1,13 = 64000 \text{ руб.}$$

3.8.1 Расчет технико-экономических показателей эффективности конструкции

Для сравнения выбираем стенд СГ 3500У

В таблице 3.3. представлены технико-экономические показатели проектируемой и существующей конструкций.

При расчетах показатели базового варианта обозначим индексом X_0 , а проектируемого X_1 .

Таблица 3.3–Технико-экономические показателей конструкций

Наименование	Варианты	
	Исходный	Проектируемой
Масса, кг	221	200
Балансовая, руб.	58000	60000
Потребляемая мощность, кВт	6,5	6
Количество обслуживающего персонала, чел	1	1
Разряд работы	III	III
Средняя тарифная ставка, руб/чел·ч.	100	100
Норма амортизации, %	11	10
Норма затрат на ремонт и ТО, %	10	10
Годовая загрузка, ч	1700	1700
Срок службы, лет	10	10
Производительность шт./ч	1,8	2

Расчет технико-экономических показателей по обоим вариантам проводим в такой последовательности.

Часовая производительность конструкции определяется по формуле, [2]:

$$W_q = 60 \frac{t}{T_{ц}} \quad (3.16)$$

где t – коэффициент использования рабочего времени смены (0,6...0,9)

$T_{ц}$ – время одного рабочего цикла, мин

$$W_{q1} = 60 \frac{0,8}{20} = 2 \text{ шт./час}$$

$$W_{ч0} = 60 \frac{0,8}{26} = 1,8 \text{ шт./час}$$

Металлоемкость конструкции определяется по формуле, [2]:

$$M_{e1} = \frac{G_1}{W_{ч1} \cdot T_{год} \cdot T_{сл}} ; \quad (3.17)$$

$$M_{e0} = \frac{G_0}{W_{ч0} \cdot T_{год} \cdot T_{сл}} ,$$

где M_{e1} , M_{e0} – металлоемкость проектируемой и существующих конструкции, кг/ шт.;

G_1 , G_0 – масса проектируемой и существующей конструкции, кг;

$W_{ч1}$, $W_{ч0}$ –производительность;

$T_{год}$ – годовая загрузка, час;

$T_{сл}$ – срок службы, лет.

$$M_{e1} = 200/(2 \cdot 1700 \cdot 10) = 0,0049 \text{ кг/ шт.};$$

$$M_{e0} = 221/(1,8 \cdot 1700 \cdot 10) = 0,0072 \text{ кг/ шт.}$$

Фондоемкость процесса определяется по формуле, [2, стр.16]:

$$F_{e1} = \frac{C_{б1}}{W_{ч1} \cdot T_{год}} ; \quad (3.18)$$

$$F_{e0} = \frac{C_{б0}}{W_{ч1} \cdot T_{год}} ,$$

где $C_{б1}$, $C_{б0}$ – балансовая стоимость проектируемой и существующих конструкции, руб.;

$$F_{e1} = 64000/(2 \cdot 1700) = 18,82 \text{ руб./ шт.};$$

$$F_{e0} = 60000/(1,8 \cdot 1700) = 19,61 \text{ руб./ шт.}$$

Энергоемкость определяется по формуле, [2]:

$$\mathcal{E}_{e1} = \frac{N_{e1}}{W_{ч1}} ; \quad (3.19)$$

$$\mathcal{E}_{e0} = \frac{N_{e0}}{W_{ч0}} ,$$

где $\mathcal{E}_{e1}, \mathcal{E}_{e0}$ – энергоемкость проектируемой и существующей конструкции, кВт·ч/ шт.;

N_{e1}, N_{e0} – мощность нагревателя, кВт;

$$\mathcal{E}_{e1} = 6/2 = 3 \text{ кВт·ч/ шт.};$$

$$\mathcal{E}_{e0} = 6,5/1,8 = 3,61 \text{ кВт·ч/ шт..}$$

Трудоемкость процесса, [2].

$$T_{ei} = \frac{n_{pi}}{W_{чи}} ; \quad (3.20)$$

где n_p – количество обслуживающего персонала, чел.

$$T_{e1} = \frac{1}{2} = 0,5 , \text{ чел·ч/ шт.}$$

$$T_{e0} = \frac{1}{1,8} = 0,56 \text{ чел·ч/ шт.}$$

Себестоимость работы выполняемой с помощью спроектированной конструкции и в исходном варианте находят из выражения, [2]:

$$S_1 = C_{зн1} + C_{Э1} + C_{рто1} + A_1 ; \quad (3.21)$$

$$S_0 = C_{зн0} + C_{Э0} + C_{рто0} + A_0$$

где $C_{зн1}, C_{зн0}$ – затраты на оплату труда обслуживающему персоналу, руб./ шт.

$C_{Э1}, C_{Э0}$ – затраты на электроэнергию, руб./ шт;

$C_{рто1}, C_{рто0}$ – затраты на ремонт и техническое обслуживание, руб./ шт;

A_1, A_0 – амортизационные отчисления, руб./ шт.

Затраты на оплату труда определяются из выражения, [2]:

$$C_{зп1} = z_1 \cdot T_{e1}; \quad (3.22)$$

$$C_{зп0} = z_0 \cdot T_{e0};$$

где z_1, z_0 – часовая ставка рабочих, начисляемая по среднему разряду, руб./ч.

Согласно данным производства:

$$z_1 = z_0 = 100 \text{ руб./ч.}$$

$$C_{зп1} = 100 \cdot 0,5 = 50 \text{ руб./ шт};$$

$$C_{зп0} = 100 \cdot 0,56 = 55,56 \text{ руб./ шт.}$$

Затраты на топливо определяются по формуле, [2]:

$$C_{Э1} = Э_1 \cdot Ц_{Э}; \quad (3.23)$$

$$C_{Э0} = Э_0 \cdot Ц_{Э};$$

где $Ц_{Э}$ – цена электроэнергии, $Ц_{Э}=2,8$ руб./кВ, .

$$C_{Э1} = 3 \cdot 2,8 = 8,4 \text{ руб./ шт};$$

$$C_{Э0} = 3,61 \cdot 2,8 = 10,11 \text{ руб./ шт.}$$

Затраты на ремонт и ТО определяют из выражения, [2]:

$$C_{рто1} = \frac{C_{б1} \cdot Н_{рто1}}{100 \cdot W_{ч1} \cdot T_{год}}; \quad (3.24)$$

$$C_{рто0} = \frac{C_{б0} \cdot Н_{рто0}}{100 \cdot W_{ч0} \cdot T_{год}},$$

где $Н_{рто1}, Н_{рто0}$ – норма затрат на ремонт и техобслуживание, %.

$$C_{рто1} = 64000 \cdot 10 / (100 \cdot 2 \cdot 1700) = 1,88 \text{ руб./ шт};$$

$$C_{рто0} = 60000 \cdot 12 / (100 \cdot 1,8 \cdot 1700) = 1,96 \text{ руб./ шт.}$$

Затраты на амортизацию определяют из выражения, [2]:

$$A_i = \frac{C_{бi} \cdot a_i}{100 \cdot W_{чi} \cdot T_{годi}}; \quad (3.25)$$

где a_1, a_0 – норма амортизации, % ,

$$A_1 = 64000 \cdot 10 / (100 \cdot 2 \cdot 1700) = 1,88 \text{ руб./ шт.};$$

$$A_0 = 60000 \cdot 10 / (100 \cdot 1,8 \cdot 1700) = 1,96 \text{ руб./ шт.}$$

Отсюда,

$$S_{эксн1} = 50 + 8,4 + 1,88 + 1,88 = 62,16 \text{ руб./ шт.};$$

$$S_{эксн0} = 55,56 + 10,11 + 1,96 + 1,96 = 69,59 \text{ руб./ шт.}$$

Приведенные затраты определяют из выражения, [2]:

$$C_{пр} = S_1 + E_H \cdot F_e \quad (3.26)$$

где E_H – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, $E_H = 0,15$, [2].

$$C_{пр1} = 62,16 + (0,15 \cdot 18,82) = 64,98 \text{ руб./ шт.}$$

$$C_{пр0} = 69,59 + (0,15 \cdot 19,61) = 72,53 \text{ руб./ шт.}$$

Годовая экономия в рублях определяется по формуле, [2]:

$$\mathcal{E}_{год} = (S_0 - S_1) \cdot W_{ч1} \cdot T_{год}, \quad (3.27)$$

$$\mathcal{E}_{год} = (69,59 - 62,16) \cdot 2 \cdot 1700 = 25262 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект определяется по формуле, [2]:

$$E_{год} = \mathcal{E}_{год} - E_H \cdot (C_{Б1} - C_{Б0}), \quad (3.28)$$

$$E_{год} = 25262 - 0,15 \cdot (64000 - 60000) = 24662 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости капитальных вложений определяется по формуле, [2]:

$$T_{ок} = \frac{C_{б1}}{\mathcal{E}_{год}}, \quad (3.29)$$

$$T_{ок} = 64000/25262 = 2,5 \text{ лет.}$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяется по формуле, [2]:

$$E_{эф} = \frac{\mathcal{E}_{год}}{C_{б1}}, \quad (3.30)$$

$$E_{эф} = 25262/64000 = 0,4.$$

Таблица 3.4– Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкций

Наименование показателей	Варианты		Проект в %% к базовому
	Исходный	Проект	
Производительность шт /ч	1,8	2	111,1
Фондоемкость, руб./ шт	19,61	18,82	68,1
Энергоемкость, кВт/ шт	0,0072	0,0049	96,0
Металлоемкость, кг/ шт	3,61	3,00	83,1
Трудоемкость, чел·ч/ шт	0,56	0,50	89,3
Уровень эксплуатационных затрат, руб./ шт	69,59	62,16	89,3
Приведенные затраты, руб./ шт	72,53	64,98	89,6
Годовая экономия, руб.	–	25262	
Годовой экономический эффект, руб.		24662	–
Срок окупаемости капитальных вложений, лет.	–	2,5	
Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений	–	0,4	

ВЫВОДЫ

В ходе выполнения работы был произведен литературный анализ существующих технологий по проектированию участков по ремонту электрооборудования автомобилей и были изучены новые направления в этой области.

Разработанный проект участка по ремонту электрооборудования автомобилей отвечает последним, что существенно позволит повысить производительность, уменьшить себестоимость, улучшить условия труда.

Спроектированный стенд для проверки генераторов и стартеров имеет небольшие габаритные размеры, простое устройство, небольшую массу и высокие технико-экономические показатели по сравнению с существующими конструкциями, что делает ее использование более выгодным.

Ожидаемая годовая экономия составит 25262 рублей. Срок окупаемости капитальных вложений равен 2,5 годам при условии, что средний срок службы составляет 10 лет.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3 т. Т.1 – 8-е изд., перераб. и доп. Под ред. И.Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, 2001. – 920 с.: ил.
2. Булгариев Г.Г. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных квалификационных работ. Г.Г.Булгариев, Р.К.Абдрахманов, А.Р.Валиев Казань – 2009. – 64 с.
3. Гузенков П.Г. «Детали машин» Машиностроение. М. 1982.
4. Зотов Б.И., Курдюмов В.И. «Проектирование и расчет средств обеспечения безопасности» М. Колос. 1997.
5. Иофинов С.А., Лышко Г.П. Эксплуатация машинно-тракторного парка.-2-е изд., перераб. и доп. М.: Колос, 1984, 352с.
6. Клементьев В.Р. Монтаж внутризаводских электроустановок / В.Р. Клементьев, Л.Т. Магазинник. М.: Энергоатомиздат, 1996. –289 с.
7. Кудрин Б.И. Электроснабжение промышленных предприятий / Б.И. Кудрин. М: Интермет Инжиниринг, 2005. - 672 с.
8. Охрана труда./ Ф. М. Канарев, В. В. Бугаевский, М. А. Пережогин и др. 2–е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1988. – 351 с.
9. Проектирование механических передач: Учебно-справочное пособие для вузов. / С. А. Чернавский, Г. А. Снесарев, Б. С. Козинцов и др. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1984. – 560 с.
10. Сибикин Ю.Д. Справочник по эксплуатации электроустановок промышленных предприятий./ Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк, 2005. – 400 с.
11. Степин П.А. Сопротивление материалов / П.А.Степин – 8-е изд. – М.: Высш. шк., 1988. – 367 с.

12. Федоренко В. А. Справочник по машиностроительному черчению./ В. А. Федоренко, А. И. Шошин – 14-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд – ние. 1983. – 416 с.
13. Федоров А. А. Учебное пособие для курсового и дипломного проектирования по электроснабжению промышленных предприятий / А. А. Федоров, Л. Е. Старков. М.: Энергоатомиздат, 1987. – 368 с.
14. <http://www.yse-electro.ru>.
15. <https://odp-ukraina.com>
16. <http://www.findpatent.ru>
17. <http://www.findpatent.ru/patent>

СПЕЦИФИКАЦИИ