

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: Проектирование участка по модернизации и ремонту электрооборудования тракторов с разработкой электропривода вентилятора системы охлаждения двигателя трактора МТЗ-82.

Шифр ВКР.35.03.06.003.18.00.00.00.ПЗ

Студент



подпись

Тихонов И.Н.

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: Тихонову Ивану Николаевичу.

Тема ВКР: Проектирование участка по модернизации и ремонту электрооборудования тракторов с разработкой электропривода вентилятора системы охлаждения двигателя трактора МТЗ-82.

Утверждена приказом по университету от ____ **№** ____

Срок сдачи студентом законченной ВКР ____ **июня 2018**

Исходные данные к проекту: Количественный состав техники, годовая наработка, технические характеристики трактора МТЗ-82.

Перечень подлежащих разработке вопросов:

1. Состояние вопроса (обзор литературы).
2. Проектирование участка по модернизации и ремонту электрооборудования тракторов.
3. Разработка электропривода вентилятора системы охлаждения двигателя трактора МТЗ-82.
4. Разработка мероприятий по технике безопасности.
5. Экономическое обоснование проектируемых мероприятий.

Перечень графического материала (с указанием обязательных чертежей).

1. Схема электроснабжения гаражного комплекса.

2. План участка по модернизации и ремонту электрооборудования тракторов
3. Однолинейная схема электроснабжения участка модернизации и ремонту электрооборудования тракторов
4. Сборочный чертеж конструкции, сборочные единицы и детализовка (2 листа).
5. 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)	08.05.2018	
2.	Проектирование участка по модернизации и ремонту электрооборудования тракторов	22.05.2018	
3	Разработка электропривода вентилятора системы охлаждения двигателя трактора МТЗ-82	05.06.2018	

Студент-дипломник _____ (Тихонов И.Н.)

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

АННОТАЦИЯ

На выпускную квалификационную работу Тихонова Ивана Николаевича, выполнившего выпускную квалификационную работу на тему: “Проектирование участка по модернизации и ремонту электрооборудования тракторов с разработкой электропривода вентилятора системы охлаждения двигателя трактора МТЗ-82”.

Выпускная квалификационная работа содержит пояснительную записку на 62 листах машинописного текста, включающая 6 таблиц, 11 рисунков. Библиографический список содержит 20 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 модернизации и ремонту электрооборудования тракторов.

В третьей части приведена конструкторская разработка электропривода вентилятора системы охлаждения двигателя трактора МТЗ-82.

Пояснительная записка завершается выводами и списком литературы.

ABSTRACT

On final qualifying work of Tikhonov Ivan Nikolaevich, who completed the final qualifying work on the theme: "Design of the site for the modernization and repair of electrical equipment of tractors with the development of electric fan cooling system of the tractor MTZ-82". The final qualifying work contains an explanatory note on 62 sheets of typewritten text, including 6 tables, 11 figures. The bibliographic list contains 20 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 of modernization and repair of electrical equipment of tractors. The third part shows the design development of the electric fan cooling system of the tractor MTZ-82. The explanatory note ends with the conclusions and a list of literature.

СОДЕРЖАНИЕ

стр.

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	8
1.1 Обзор патентов	8
1.2 Обзор конструкций приводов вентилятора	32
2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА ПО РЕМОНТУ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ	34
2.1 Анализ электроснабжения гаражного комплекса сельскохозяйственных предприятий.....	34
2.2 Предпосылки для создания участка по модернизации и ремонту электрооборудования тракторов.....	35
2.3 Подбор технологического оборудования.	35
2.4 Характеристики работы электрооборудования.....	37
2.5 Составление схемы электроснабжения участка.....	38
2.6 Выбор сечения проводов питающей линии	39
2.7 Выбор кабелей распределительной сети	40
2.8 Расчет токов короткого замыкания за трансформаторами	43
3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ВЕНТИЛЯТОРА СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯ ТРАКТОРА МТЗ- 82.....	45
3.1. Общая схема системы охлаждения двигателя Д-240.	46
3.2. Проектирование системы охлаждения с электроприводом вентилятора.	48
3.2.1. Подбор вентилятора.	48

3.2.2 Подбор датчика температуры.	50
3.2.3. Определение диаметра стяжных болтов.....	50
3.3 Инструкция по технике безопасности при работе на участке по модернизации и ремонту электрооборудования тракторов.....	51
3.3.1 Инструкция по технике безопасности при работе на тракторах.....	52
3.4 Физическая культура на производстве	54
3.5 Расчет технико-экономических показателей системы охлаждения двигателя трактора МТЗ-82.....	54
3.5.1 Расчеты балансовой стоимости и массы проектируемой системы охлаждения двигателя.....	54
3.5.2. Расчет технико-экономических показателей эффективности конструкции.	58
ВЫВОДЫ	64
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	65
Спецификации	67

ВВЕДЕНИЕ

Электротехнические установки играют важную роль в решении задач электрификации, технического перевооружения всех отраслей промышленности, механизации, автоматизации и интенсификации производственных процессов.

В этих условиях правильная организация труда электромонтера и грамотное ведение им эксплуатации электроустановок становится весьма сложным и ответственным делом, так как любая ошибка при эксплуатации может привести к значительному материальному ущербу, выводу из строя дорогостоящего оборудования, большим потерям продукции, нерациональному использованию электроэнергии. Эксплуатацию и ремонт электроустановок осуществляют тысячи электромонтеров, от квалификации которых во многом зависит надежная и бесперебойная работа предприятий. Обслуживающий электротехнический персонал должен знать основные требования Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей и Межотраслевых правил по охране труда (Правил безопасности) при эксплуатации электроустановок, ГОСТов и других директивных материалов, а также устройство электрических машин, трансформаторов и аппаратов, материалы, инструмент, приспособления и оборудование, применяемые при эксплуатации и ремонте электроустановок.

1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Обзор патентов

Описание к патенту № 2225517, [15].

Система охлаждения двигателя легкового автомобиля

Изобретение относится к системам, обеспечивающим функционирование силовых установок автомобилей, и может быть установлено на двигателях внутреннего сгорания легковых автомобилей, имеющих двухконтурную систему охлаждения. Система охлаждения двигателя легкового автомобиля включает рубашку охлаждения блока и головки цилиндров, радиатор, центробежный насос, вентилятор, соединительные патрубки и шланги, датчики и указатель температуры охлаждающей жидкости, она снабжена гидравлическим коммутирующим устройством с электромагнитным клапаном и электронным блоком, причем первый и второй входы электронного блока связаны со вторым и третьим выходами датчика температуры соответственно, а первый и второй выходы электронного блока - соответственно с входами гидравлического коммутирующего устройства и вентилятора. Изобретение обеспечивает повышение эффективности системы охлаждения при движении в городском режиме и увеличение ее надежности в процессе эксплуатации автомобиля. 1 з.п. ф-лы, 3 ил.

Устройство относится к системам, обеспечивающим функционирование силовых установок автомобилей, и может быть установлено на двигателях внутреннего сгорания легковых автомобилей, имеющих двухконтурную систему охлаждения.

Известны многоконтурные системы охлаждения двигателей легковых автомобилей, установленные на АЗЛК-2141...АЗЛК-21412 (Автомобили АЗЛК 2141-01 и 21412-01. - Москва: Машиностроение, 1993, - С.446) и обеспечивающие поддержание эксплуатационного температурного режима двигателя машины. Такие системы обеспечивают нормальную работу двигателя при движении по шоссе.

Однако они обладают принципиальным недостатком, заключающимся в том, что при движении в интенсивном городском режиме подключение второго контура происходит с запаздыванием, обусловленным инертностью системы и неудачным расположением датчика, вырабатывающего управляющий сигнал на вентилятор.

Наиболее близкой по технической сущности к заявляемому изобретению является система охлаждения двигателя автомобиля АЗЛК 2141-01 (Автомобили АЗЛК 2141-01 и 21412-01. - Москва: Машиностроение, 1993, - С.446), взятая за прототип.

Данная система охлаждения двигателя включает в себя рубашку охлаждения блока и головки цилиндров, радиатор, центробежный насос, вентилятор, соединительные патрубки и шланги, датчики и указатель температуры охлаждающей жидкости, термостат.

Принцип действия такой системы поясняется фиг.1. На фиг.1 обозначены: Д1 - датчик температуры ТМ 100-А; Д2 - датчик температуры ТМ 108; УТ - указатель температуры; РО - рубашка охлаждения блока и головки цилиндров; Рад - радиатор; Вент - вентилятор; ВН - центробежный насос; Тер - термостат.

Электрические связи обозначены одинарной линией, а потоки охлаждающей жидкости - двойной. Для упрощения на фиг.1 воздушные потоки не показаны. На фиг. 1 электрическими и гидравлическими связями последовательно соединены: Тер, ВН, РО, Рад, Д2, Вент, причем, выход Тер связан со входом ВН, выход которого - со входом РО; первый выход РО связан с первым входом Тер, а второй выход РО - со входом Рад, первый и второй выходы которого соединены со вторым входом Тер и входом Д2 соответственно; выход Д2 связан со входом Вент. Третий выход РО соединен гидравлической связью с Д1, выход которого - электрической связью с УТ.

Работа системы охлаждения происходит следующим образом.

При температуре охлаждающей жидкости менее 80оС центробежный насос (ВН) обеспечивает циркуляцию жидкости по малому кругу: с первого вы-

хода РО охлаждающая жидкость попадает на первый вход Тер, а с его выхода - на вход ВН, поток жидкости с выхода ВН нагнетается на вход РО; третий выход РО связан со входом Д1, который вырабатывает электрический аналоговый сигнал, пропорциональный температуре охлаждающей жидкости, поступающий на вход УТ; при температуре охлаждающей жидкости более 80оС циркуляция жидкости происходит как по малому кругу, так и по большому кругу: с выхода Тер поток охлаждающей жидкости поступает на вход ВН, с выхода которого нагнетается на вход РО; с первого и второго выхода РО охлаждающая жидкость попадает на первый вход Тер и вход Рад соответственно, а Тер при данной температуре обеспечивает забор охлаждающей жидкости с первого и частично со второго входов, тем самым обеспечивая циркуляцию одновременно по двум контурам; при нагревании охлаждающей жидкости более 94оС термостат (Тер) закрывает проход жидкости через перепускной патрубок (первый вход) и полностью открывает забор жидкости из радиатора (Рад) - теперь циркуляция осуществляется по большому кругу: с первого выхода Рад охлаждающая жидкость попадает на второй вход Тер, а с его выхода - на вход ВН; поток жидкости с выхода ВН нагнетается на вход РО, а с его второго выхода на вход Рад; второй выход Рад связан с входом Д2, который вырабатывает электрический аналоговый сигнал, поступающий на вход Вент и управляющий его работой.

Однако при эксплуатации системы контакты датчика ТМ-108 (Д2), коммутирующие цепь обмотки реле вентилятора, подвергаются значительной искровой эрозии, что приводит к быстрому выходу их из строя. Кроме того, этот датчик, установленный в нижней части радиатора, выдает управляющий сигнал на вентилятор при достижении порогового значения температуры в радиаторе, при этом температура в рубашке охлаждения блока и головки цилиндров значительно выше. Резкие изменения нагрузки на двигатель в городском режиме движения приводят к периодическому повышению температуры охлаждающей жидкости. Время, затрачиваемое на подключение второго контура и включение

вентилятора, сопоставимо с периодом возрастания температуры, что зачастую приводит к эксплуатации двигателя с повышенным температурным режимом, а иногда и к перегреву двигателя.

Задачей предлагаемого изобретения является повышение эффективности системы охлаждения двигателя путем сокращения времени реакции системы на повышение температуры.

Для решения данной задачи система охлаждения двигателя легкового автомобиля включает рубашку охлаждения блока и головки цилиндров, радиатор, центробежный насос, вентилятор, соединительные патрубки и шланги, датчики и указатель температуры охлаждающей жидкости, снабжена гидравлическим коммутирующим устройством с электромагнитным клапаном и электронным блоком, причем первый и второй входы электронного блока связаны со вторым и третьим выходами датчика температуры соответственно, а первый и второй выходы электронного блока - соответственно с входами гидравлического коммутирующего устройства и вентилятора.

Кроме того, электронный блок содержит блок опорных напряжений, устройство сравнения напряжений для первого уровня температуры, устройство сравнения напряжений для второго уровня температуры, первый и второй усилители тока, причем первый вход блока опорных напряжений связан с электрической системой, а второй вход - с массой автомобиля, первый и второй выходы блока опорных напряжений связаны со вторыми входами устройств сравнения напряжений для первого и второго уровней температуры соответственно, выходы устройств сравнения напряжений для первого и второго уровней температуры связаны со входами первого и второго усилителей тока соответственно.

Электронный блок.

На фиг.2 дополнительно введенные элементы обозначены: ГКУ - гидравлическое коммутирующее устройство; ЭБ - электронный блок;

На фиг.3 обозначены: БОН - блок опорных напряжений; УСН1 - устройство сравнения напряжений для первого уровня температуры (80оС); УСН2 - устройство сравнений напряжений для второго уровня температуры (94оС); 1-й УсТ - первый усилитель тока; 2-й УсТ - второй усилитель тока.

Гидравлическое коммутирующее устройство представляет собой гидравлический узел с одним входом и двумя выходами. Гидравлическая связь входа с соответствующим выходом осуществляется при помощи электромагнитного клапана. Управляющий сигнал на электромагнитный клапан поступает с выхода электронного блока.

Электронный блок представляет собой два компаратора, сравнивающих сигнал датчика температуры охлаждающей жидкости с двумя пороговыми напряжениями, которые вырабатывает встроенный блок опорных напряжений. При превышении первого порогового напряжения управляющий сигнал поступает на электромагнитный клапан гидравлического коммутирующего устройства, а при превышении второго - на реле вентилятора.

Работа системы охлаждения двигателя легкового автомобиля с электронным устройством поддержания эксплуатационного температурного режима происходит следующим образом: при температуре охлаждающей жидкости менее 80оС работа предлагаемой системы охлаждения аналогична работе прототипа, за исключением того, что с первого выхода РО охлаждающая жидкость попадает на первый вход ГКУ, а с его выхода - на вход ВН; Д1 вырабатывает электрический аналоговый сигнал, пропорциональный температуре охлаждающей жидкости, который с первого выхода Д1 поступает на вход УТ, а со второго и третьего выходов Д1 - на первый и второй вход ЭБ соответственно; данный сигнал в ЭБ поступает на УСН1 и УСН2, но так как сигнал ниже пороговых значений, вырабатываемых БОН, то на выходах ЭБ сигнал отсутствует; при нагревании охлаждающей жидкости более 80оС сигнал со второго выхода Д1, поступивший на первый вход УСН1, сравнивается с пороговым сигналом, поступившим с первого выхода БОН на второй вход УСН1; при превышении сигнала

с первого входа на выходе УСН1 вырабатывается управляющий сигнал, поступающий на вход 1-го УсТ, с выхода которого усиленный управляющий сигнал поступает на третий вход ГКУ, в результате чего срабатывает электромагнитный клапан ГКУ, закрывая первый вход и открывая второй вход ГКУ для охлаждающей жидкости, поступающей с выхода Рад: теперь циркуляция осуществляется по большому кругу; при нагревании охлаждающей жидкости более 94оС сигнал с третьего выхода Д1, поступивший на первый вход УСН2, сравнивается с пороговым сигналом, поступившим со второго выхода БОН на второй вход УСН2; при превышении сигнала с первого входа на выходе УСН2 вырабатывается управляющий сигнал, поступающий на вход 2-го УсТ, с выхода которого усиленный управляющий сигнал поступает на вход Вент, включая его для охлаждения жидкости в радиаторе.

Данное устройство позволит повысить эффективность системы охлаждения при движении в городском режиме и увеличить ее надежность в процессе эксплуатации автомобиля.

Формула изобретения

1. Система охлаждения двигателя легкового автомобиля, включающая рубашку охлаждения блока и головки цилиндров, радиатор, центробежный насос, вентилятор, соединенные патрубки и шланги, датчики и указатель температуры охлаждающей жидкости, отличающаяся тем, что снабжена гидравлическим коммутирующим устройством с электромагнитным клапаном и электронным блоком, причем первый и второй входы электронного блока связаны со вторым и третьим выходами датчика температуры соответственно, а первый и второй выходы электронного блока - соответственно с входами гидравлического коммутирующего устройства и вентилятора.

2. Система охлаждения двигателя легкового автомобиля по п.1, отличающаяся тем, что электронный блок содержит блок опорных напряжений, устройство сравнения напряжений для первого уровня температуры, устройство сравнения напряжений для второго уровня температуры, первый и второй

усилители тока, причем первый вход блока опорных напряжений связан с электрической системой, а второй вход - с массой автомобиля, первый и второй выходы блока опорных напряжений связаны со вторыми входами устройств сравнения напряжений для первого и второго уровней температуры соответственно, выходы устройств сравнения напряжений для первого и второго уровней температуры связаны со входами первого и второго усилителей тока соответственно.

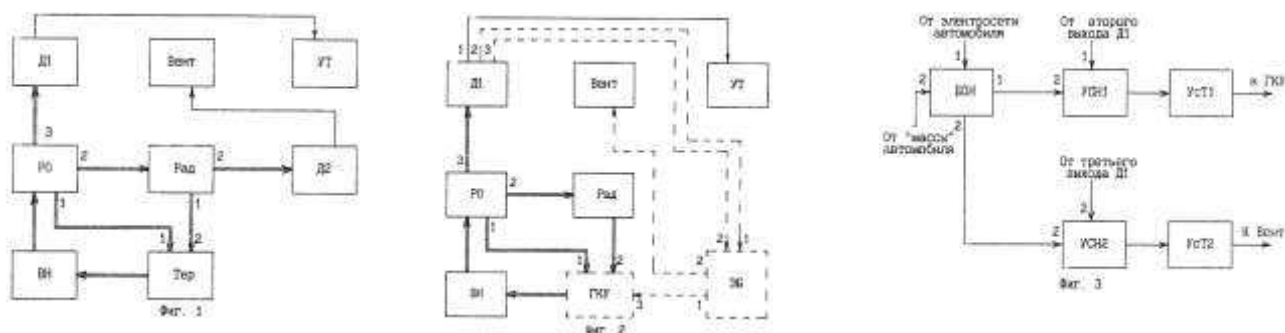


Рисунок 1.1 – Схемы к патенту № 2225517.

Описание к патенту № 2529118, [15].

Изобретение относится к военным гусеничным машинам. Устройство для поддержания оптимального температурного режима системы охлаждения силовой установки военных гусеничных машин содержит рубашку охлаждения цилиндров двигателя, входной редуктор, конический редуктор, вентилятор, жалюзи с приводом и электротермометр. В систему охлаждения силовой установки дополнительно установлен блок обработки информации и выдачи команд, соединенный с вариатором, установленным в приводе вентилятора. Вариатор ведущим валом соединен с входным редуктором, в котором установлен датчик угловой скорости, а ведомый вал вариатора соединен с коническим редуктором. Привод управления жалюзи снабжен электродвигателем и датчиком положения створок жалюзи, которые связаны с блоком обработки информации и выдачи команд. Достигается поддержание оптимального температурного режима системы охлаждения двигателя.

Изобретение относится к военным гусеничным машинам, в частности к системам охлаждения силовых установок танков.

Известны системы жидкостного охлаждения силовых установок военных гусеничных машин (ВГМ) с принудительной прокачкой воздушного потока через соты радиаторов вентилятором.

В качестве прототипа взята система охлаждения силовой установки танка Т-72 (см. Техническое описание танка Т-72. - М.: Военное издательство 2002, с.92-99). Система охлаждения силовой установки танка предназначена для отвода тепла от деталей двигателя, соприкасающихся с горячими газами, и поддержания оптимального температурного режима системы охлаждения силовой установки. Система охлаждения содержит рубашки охлаждения цилиндров двигателя, входной редуктор, конический редуктор, вентилятор, жалюзи с приводом и электротермометр, которые предназначены для отвода и рассеивания в окружающую среду тепла, отводимого охлаждающей жидкостью от деталей двигателя за счет потока воздуха, создаваемого вентилятором и проходящего через радиаторы.

Оптимальный температурный режим силовой установки поддерживается за счет наличия необходимого количества охлаждающей жидкости в системе охлаждения, а также за счет регулирования количества воздуха, проходящего через радиаторы, вследствие изменения частоты вращения вентилятора (изменением частоты вращения коленчатого вала двигателя) и изменения положения подвижных створок жалюзи.

Управление частотой вращения коленчатого вала двигателя и положением подвижных створок жалюзи осуществляет механик-водитель с помощью приводов на основании показаний электротермометра.

В системе охлаждения силовой установки танка Т-72 не предусмотрена независимая от действий механика-водителя возможность поддержания оптимального температурного режима системы охлаждения силовой установки в за-

зависимости от ее нагружения и температуры окружающего воздуха, что является существенным недостатком.

Практика использования ВГМ в войсках показывает, что при движении образцов ВГМ в сложных дорожных условиях постоянно изменяется нагруженность их силовой установки, вследствие чего изменяется ее температурный режим. Следовательно, со стороны механика-водителя необходим постоянный контроль за показаниями контрольно-измерительных приборов в поддержании оптимального температурного режима системы охлаждения силовой установки. Оптимальный температурный режим системы охлаждения силовой установки будет поддерживаться путем варьирования количества прокачиваемого через радиаторы воздуха, посредством изменения частоты вращения вентилятора (изменением частоты вращения коленчатого вала двигателя), а также изменением положения подвижных створок жалюзи.

Большие физические нагрузки, в ходе использования ВГМ, приводят к сильному утомлению механиков-водителей и, как результат, к невнимательности, а иногда и невозможности контроля и поддержания им оптимального температурного режима силовой установки. Кроме того, необходимость контроля и регулирования оптимального температурного режима силовой установки отвлекает механика-водителя от управления ВГМ, что приводит к совершению аварий и катастроф со значительным материальным ущербом.

Таким образом, возникла необходимость освободить механика-водителя от операций управления и регулирования температурного режима системы охлаждения силовой установки.

Целью предлагаемого технического решения является поддержание оптимального температурного режима системы охлаждения силовой установки ВГМ, вне зависимости от действий механика водителя.

Для достижения поставленной цели предлагается устройство для поддержания оптимального температурного режима системы охлаждения силовой установки ВГМ, которое отличается тем, что в систему охлаждения силовой ус-

тановки дополнительно установлен блок обработки информации и выдачи команд, соединенный с вариатором, установленным в приводе вентилятора, при этом вариатор ведущим валом соединен с входным редуктором, в котором установлен датчик угловой скорости, а ведомый вал вариатора соединен с коническим редуктором, кроме того, привод управления жалюзи снабжен электродвигателем и датчиком положения створок жалюзи, которые связаны с блоком обработки информации и выдачи команд.

Изобретение поясняется чертежом. Общий вид конструктивно-компоновочной схемы представлен на чертеже, где обозначено: 1 - двигатель; 2 - датчик температуры охлаждающей жидкости двигателя; 3 - входной редуктор; 4 - датчик положения жалюзи; 5 - электродвигатель; 6 - блок обработки информации и выдачи команд; 7 - ведущий вал; 8 - датчик угловой скорости вала привода вентилятора; 9 - привод створок жалюзи; 10 - вариатор; 11 - ведомый вал; 12 - конический редуктор; 13 - вентилятор; 14 - створки жалюзи.

Предлагаемое устройство для поддержания оптимального температурного режима системы охлаждения силовой установки ВГМ работает следующим образом. После пуска двигателя 1 крутящий момент на привод вентилятора 12 передается через входной редуктор 3, вариатор 10 и конический редуктор 12. Температура охлаждающей жидкости двигателя измеряется датчиком 2, показания которого в виде сигнала поступают в блок обработки информации и выдачи команд 6. Если температура охлаждающей жидкости ниже оптимального значения 70-100 С° блок обработки и выдачи команд 6 выдает команды на исполнительные механизмы, при этом створки жалюзи 14 закрываются при помощи электродвигателя 5 и уменьшается частота вращения ведомого вала 11 вариатора 10 и, следовательно, уменьшается количество оборотов вентилятора 13. Таким образом, уменьшается количество проходящего воздуха через радиаторы и осуществляется ускоренный прогрев двигателя.

При достижении оптимального значения температуры охлаждающей жидкости этот параметр будет постоянно поддерживаться за счет автоматиче-

ского регулирования проходящего через радиаторы воздуха, путем изменения угла наклона створок жалюзи 14. Угол наклона створок жалюзи контролируется датчиком 4, сигнал с которого поступает в блок обработки информации и выдачи команд 6. Если створки жалюзи 14 максимально открыты, а температура охлаждающей жидкости превышает верхнюю границу оптимального значения, то блок обработки информации и выдачи команд 6 выдает команду на исполнительные приводы вариатора 10, изменяя при этом передаточное число, тем самым увеличивая частоту вращения выходного вала 11 и, следовательно, увеличивая скорость вращения вентилятора 13. Следовательно, количество проходящего через радиаторы воздуха увеличивается, и температура охлаждающей жидкости снижается до оптимального значения.

Частота вращения коленчатого вала двигателя 1 при движении ВГМ определяется датчиком 8, сигнал с которого поступает в блок обработки информации и выдачи команд 6, в котором вычисляется оптимальная скорость для вращения ведомого вала 11, связанного с коническим редуктором 12, и выдается соответствующая команда на исполнительные механизмы вариатора 10, изменяя при этом передаточное число, тем самым изменяется скорость вращения вентилятора 13. В результате всего этого скорость вращения вентилятора не зависит от скорости вращения коленчатого вала двигателя, и, следовательно, может быть уменьшено или увеличено количество проходящего воздуха через радиаторы, что способствует поддержанию оптимального значения температуры охлаждающей жидкости системы охлаждения силовой установки.

Таким образом, предлагаемое техническое решение позволяет поддерживать оптимальный температурный режим системы охлаждения силовой установки ВГМ, повысить ее надежность и создать более благоприятные условия для управления механиком-водителем ВГМ.

Простота конструкции позволяет внедрить данное техническое решение при модернизации и производстве существующих и перспективных ВГМ, имеющих жидкостные системы охлаждения. Ожидаемый положительный эф-

фект выразится в снижении аварийности двигателей по причине их перегрева или переохлаждения, возрастании средних скоростей движения (особенно при совершении маршей на 12-15%), устранении ряда предпосылок к созданию аварийных ситуаций при выполнении учебных и боевых задач, и позволит практически исключить отказы систем охлаждения по техническим причинам.

Устройство для поддержания оптимального температурного режима системы охлаждения силовой установки военных гусеничных машин, содержащее рубашку охлаждения цилиндров двигателя, входной редуктор, конический редуктор, вентилятор, жалюзи с приводом и электротермометр, отличающееся тем, что в систему охлаждения силовой установки дополнительно установлен блок обработки информации и выдачи команд, соединенный с вариатором, установленным в приводе вентилятора, при этом вариатор ведущим валом соединен с входным редуктором, в котором установлен датчик угловой скорости, а ведомый вал вариатора соединен с коническим редуктором, кроме того, привод управления жалюзи снабжен электродвигателем и датчиком положения створок жалюзи, которые связаны с блоком обработки информации и выдачи команд.

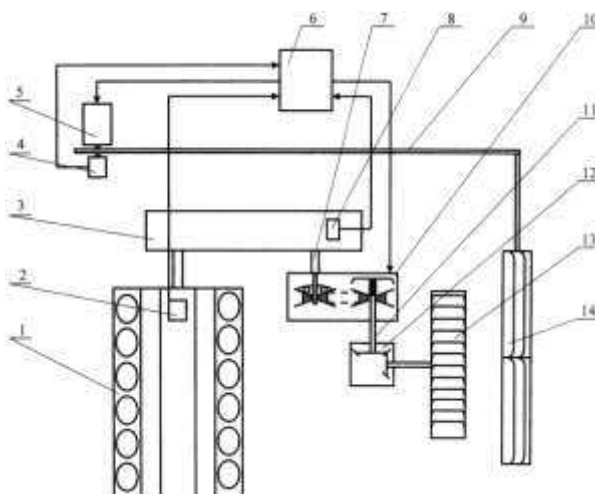


Рисунок 1.2 – Схема к патенту № 252911.

Описание к патенту № 2504702, [15].

Устройство для включения вентилятора

Изобретение относится к области машиностроения и может быть использовано для включения и выключения вентилятора охлаждающей системы двигателей внутреннего сгорания. Устройство содержит чувствительный элемент, выполненный из ферромагнитного материала с точкой Кюри, равной критической температуре охлаждающей жидкости, помещенный в корпус из немагнитного материала и размещенный в нем постоянный цилиндрический магнит с возможностью свободного перемещения внутри полости. Торцы чувствительного элемента и постоянного цилиндрического магнита связаны с пружиной, а второй конец постоянного цилиндрического магнита упирается в корпус выключателя с магнитоуправляемыми контактами, а второй торец чувствительного элемента имеет контакт с охлаждаемой средой. Достигается повышение надежности работы устройства и упрощение конструкции привода вентилятора.

Изобретение относится к области машиностроения и может быть использовано для включения и выключения вентилятора охлаждающей системы двигателей внутреннего сгорания.

Известно устройство для включения вентилятора, которое снабжено гидравлической муфтой, передающей вращение за счет адгезии высоковязкой жидкости. Рабочие и резервные полости гидравлической муфты разделены перегородкой, установленной с возможностью вращения вокруг центральной оси. В зависимости от температуры окружающей среды биметаллическая спираль воздействует на указанную перегородку, которая прекращает доступ вязкой жидкости в рабочую полость муфты, обеспечивая ее отключения.

Недостатком данного устройства является низкая надежность работы муфты из-за возможной протечки рабочей жидкости, причем на термочувствительный элемент влияет температура окружающей среды и происходит преждевременное включение или отключение вентилятора.

Известен гидравлический привод вентилятора с автоматическим поддержанием оптимального температурного режима двигателя, содержащий гидромуфту и регулятор-выключатель режима ее работы. Гидромуфта привода вен-

тилятора обеспечивает передачу крутящего момента от коленчатого вала к вентилятору. Она позволяет осуществлять автоматическое регулирование частоты вращения вентилятора путем изменения расхода масла, проходящего через рабочую полость муфты за счет регулятора-выключателя, а следовательно, его производительности. В зависимости от температуры жидкости в системе охлаждения двигателя происходит регулирование изменения количества масла в корпусе гидромуфты, соответственно включения и выключения вентилятора.

Недостатками данного привода вентилятора является сложность конструкции, низкая надежность регулятора-выключателя из-за частого включения золотника в регуляторе, износа резиновой манжеты уплотнения и утечки масла в корпусе гидромуфты.

Известно устройство для включения вентилятора, которое снабжено датчиком, выполненным из материала с памятью формы, имеющим вид ступенчатого сильфона, между ведомым и ведущим дисками расположена пружина, причем торцы шкивов, связанных со ступицами, обращены оппозитно друг другу и выполнены в виде косозубого зубчатого зацепления.

Недостатками данного устройства являются сложность конструкции, появление износа шаровой опоры и зубьев ведущего и ведомого шкивов и достаточно медленное включение зубчатого зацепления, так как датчик выполнен из материала с памятью формы и имеет вид ступенчатого сильфона.

Предлагаемое изобретение решает задачу создания устройства для автоматического включения вентилятора и поддержания оптимального температурного режима охлаждения двигателя с высокой надежностью и упрощенной конструкцией привода.

Технический результат - повышение надежности работы и упрощение конструкции устройства.

Указанный технический результат достигается тем, что устройство для включения вентилятора содержит датчик и пружину.

Особенностью устройства является то, что оно снабжено чувствительным элементом, выполненным из ферромагнитного материала с точкой Кюри, помещенным в корпус из немагнитного металлического сплава с размещенным в нем постоянным цилиндрическим магнитом с возможностью свободного перемещения внутри полости корпуса, причем торцы чувствительного элемента и постоянного цилиндрического магнита связаны с пружиной, а второй конец постоянного цилиндрического магнита упирается в корпус выключателя с магнитоуправляемыми контактами, а второй торец чувствительного элемента имеет контакт с охлаждаемой средой.

Сущность предлагаемого изобретения поясняется чертежами, где на фиг.1 показана принципиальная схема устройства для включения вентилятора, а на фиг.2 представлена схема крепления устройства для включения вентилятора системы охлаждения двигателя.

Устройство содержит чувствительный элемент 1 (фиг.1), выполненный из ферромагнитного материала с точкой Кюри, равной критической температуре жидкости в радиаторе 2 для включения вентилятора и жестко закреплен внутри верхнего бочка 3 радиатора 2 (фиг.2) таким образом, чтобы его свободный конец имел контакт с охлаждаемой средой; чувствительный элемент 1 помещен в корпус 4, выполненный из немагнитного металлического сплава, внутри которого размещен цилиндрический постоянный магнит 5 с возможностью свободного перемещения внутри полости корпуса 4, причем торцы цилиндрического постоянного магнита 5 и чувствительного элемента 1 связаны пружиной 6; второй конец цилиндрического постоянного магнита 5 упирается в корпус 4 с выключателем 7 с магнитоуправляемыми нормально разомкнутыми контактами и жестко прикреплен к корпусу 4.

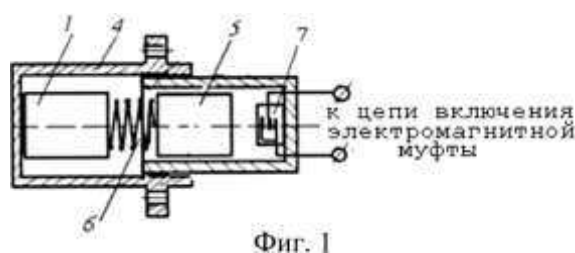
Устройство работает следующим образом. В исходном состоянии, когда температура охлаждающей жидкости t° внутри верхнего бочка 3 радиатора 2 ниже критической, чувствительный элемент 1, обладающий ферромагнитными свойствами, притягивает цилиндрический постоянный магнит 5, сжимая пружину.

жину 6. В таком положении цилиндрический постоянный магнит 5 не оказывает воздействия своим магнитным полем на нормально разомкнутые контакты выключателя 7, и электромагнитная муфта вентилятора выключена. Сила магнитного притяжения чувствительного элемента 1 и магнита 5 превышает силу сжатия пружины 6.

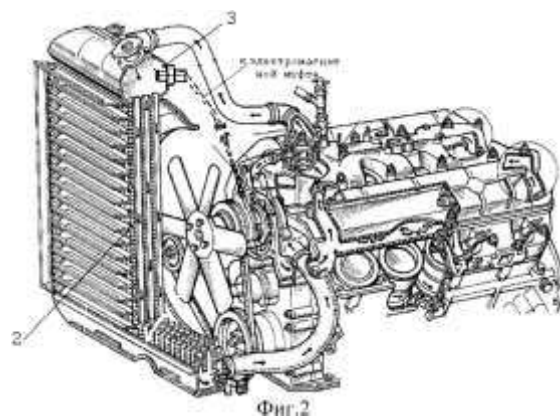
При достижении температуры t° охлаждающей жидкости более 80°C чувствительный элемент 1 нагревается в бочке 3 радиатора 2 и за счет перехода точки Кюри теряет ферромагнитные свойства, исчезает сила притяжения постоянного цилиндрического магнита 5 и пружина 6, расположенная между ними, выталкивает цилиндрический постоянный магнит 5, который своим магнитным полем воздействует на выключатель 7, и замыкаются контакты в цепи питания электромагнитной муфты привода вентилятора, включая вентилятор для охлаждения.

Применение в системе охлаждения двигателя устройства, чувствительный элемент которого выполнен из ферромагнитного материала с точкой Кюри, равной критической температуре охлаждающей жидкости, позволит значительно упростить конструкцию и повысить надежность его работы.

Устройство для включения вентилятора, содержащее датчик температуры и пружину, отличающееся тем, что оно снабжено чувствительным элементом, выполненным из ферромагнитного материала с точкой Кюри, равной критической температуре охлаждающей жидкости, помещенным в корпус из немагнитного металлического сплава с размещенным в нем постоянным цилиндрическим магнитом с возможностью свободного перемещения внутри полости корпуса, причем торцы чувствительного элемента и постоянного цилиндрического магнита связаны с пружиной, второй конец постоянного цилиндрического магнита упирается в корпус выключателя с магнитоуправляемыми контактами, а второй торец чувствительного элемента имеет контакт с охлаждаемой средой.



Фиг. 1



Фиг. 2

Рисунок 1.3 – схемы к патенту № 2504702.

Описание к патенту № 2018912, [15].

Устройство для регулирования температуры.

Изобретение относится к системам автоматического регулирования температуры и может быть использовано для регулирования температуры охлаждающей среды в замкнутом объеме, в частности охлаждающей жидкости в двигателе внутреннего сгорания автомобиля. Цель - повышение точности поддержания температуры охлаждающей жидкости. Устройство содержит радиатор, заполненный охлаждающей жидкостью, последовательно соединенные и помещенные в корпус датчик температуры и блок регулирования, вентилятор охлаждения, привод которого соединен с выходом блока регулирования. Корпус блока регулирования выполнен теплопроводным, снабжен выступом и размещен в радиаторе таким образом, что выступ введен в контакт с охлаждающей жидкостью, при этом корпус блока регулирования заполнен теплопроводным наполнителем, который, за исключением выступа, отделен от стенок корпуса теплоизоляционным наполнителем, а датчик температуры размещен в выступе корпуса блока регулирования и одним своим торцом закреплен непосредственно на торце выступа, соприкасающемся с охлаждающей жидкостью. 2 ил.

Изобретение относится к системам автоматического регулирования температуры и может быть использовано для регулирования температуры охлажда-

дающей среды в замкнутом объеме, в частности охлаждающей жидкости в двигателе внутреннего сгорания автомобиля.

Известны устройства для регулирования температуры, использующие в качестве измерительного датчика термобиметаллический датчик или терморезистор, а в качестве исполнительного устройства - управляемый тиристор, включенный последовательно с нагревательным элементом.

Устройство для регулирования температуры [1] содержит термобиметаллический контактный датчик температуры, два диода, динистор, конденсатор, симистор, во время отрицательной полуволны питающего напряжения конденсатор заряжается до напряжения пробоя динистора и разряжается через управляющий электрод симистора, который подключает нагревательный элемент к источнику питания.

Недостатком известного устройства является низкая надежность за счет контактного датчика температуры, недостаточная точность из-за значительной зоны включения-выключения контактного термобиметаллического датчика температуры, наличие сложного механического регулятора заданной температуры (на схеме не показан), которым регулируется зазор в термобиметаллическом элементе.

Известно устройство регулирования температуры [2], содержащее балансную мостовую схему с датчиком температуры, операционный усилитель с обратной связью, диод, параметрический стабилизатор напряжения, эмиттерный повторитель, полупроводниковый транзисторный нагревательный элемент, мостовой выпрямитель, вторую цепь обратной связи.

Недостатком этого устройства является "дребезг" в точке сравнения выходного сигнала усилителя и всего исполнительного устройства, вызванный наличием отрицательной обратной связи по переменному току.

Общим недостатком рассмотренных устройств является их функционирование в режиме нагрева регулируемой емкости, которая охлаждается естественным образом, от внешней среды. Это не позволяет использовать рассмот-

ренные устройства для стабилизации температуры замкнутого объема (емкость) при наличии в нем внутреннего источника тепла.

Известно устройство для охлаждения силовой установки [3], содержащее блок управления, блок исполнительных механизмов с фазовыми тиристорными регуляторами, два сумматора, два источника опорного напряжения, усилитель, датчики температур окружающей среды и силовой установки, электродвигатель, вентилятор, входной и выходной воздухопроводы, дополнительный воздухопровод, два трехходовых клапана, датчик напряжения питания, исполнительный механизм управления клапанами.

Поддержание температуры силовой установки осуществляется путем перераспределения воздуха между входным и выходным воздухопроводами с помощью трехходовых клапанов и дополнительного воздухопровода, подключенного к третьим входам обоих клапанов, в зависимости от фактической температуры силовой установки и окружающей среды.

Основным недостатком этого устройства является его значительная сложность и невозможность использования для охлаждения малых объемов, а также значительная зона регулируемых температур, связанная с наличием в контуре регулирования электромеханических клапанов и трубопроводов, недостаточная точность регулирования, связанная с невозможностью установки датчика температуры в такое место силовой установки, которое характеризовало бы интегральную температуру силовой установки.

Наиболее близким техническим решением-прототипом является терморегулятор для охлаждения двигателя внутреннего сгорания ТМ-108 [4], содержащий корпус в виде полого стакана, в котором в воздушном пространстве установлен термобиметаллический выключатель, контакты которого подключены к обмотке реле, включающего вентилятор охлаждения поверхности двигателя. Стакан с терморегулятором ввинчивается в отверстие в рубашке двигателя, а его дно контактирует с охлаждающей двигатель жидкостью.

Недостатками терморегулятора ТМ-108 являются: недостаточная надежность, связанная с наличием механических контактов; низкая надежность сохранения установленной температуры регулирования, связанная с тем, что терморегулятор устанавливается в рубашку двигателя, имеющую значительные вибрации при работе; значительная зона включения и выключения терморегулятора из-за плохого контакта собственно датчика температуры (термобиметаллического элемента) из-за плохого контакта дна стакана с жидкостью и наличия воздушного зазора между датчиком температуры и корпусом (дном стакана) терморегулятора, из-за подгара контактов, приводящего к изменению точек срабатывания и возможному выходу датчика из строя.

Зона регулирования ТМ-108 составляет ± 20 , а так как эта зона имеет возможность увеличиваться из-за вибрационной разрегулировки, то надежность работы, т.е. надежность поддержания температуры охлаждающей жидкости в заданном диапазоне, низкая, что приводит к работе двигателя с перегревом, т.е. к его дополнительному износу и преждевременному выходу из строя.

К этим недостаткам следует добавить низкие эксплуатационные качества известного терморегулятора: необходимость постоянной проверки его работоспособности.

Целью изобретения является повышение точности поддержания температуры охлаждающей жидкости.

Цель достигается тем, что устройство для регулирования температуры содержит охлаждаемый радиатор, последовательно соединенные и помещенные в корпус датчик температуры и блок регулирования, а также вентилятор охлаждения, привод которого соединен с выходом блока регулирования, а корпус блока регулирования выполнен теплопроводным, снабжен выступом и размещен в радиаторе таким образом, что выступ введен в контакт с охлаждающей жидкостью. Корпус блока регулирования заполнен теплопроводным наполнителем, который, за исключением выступа, отделен от стенок корпуса теплоизо-

ляционным наполнителем, а датчик температуры размещен в выступе корпуса блока регулирования и одним своим торцом закреплен непосредственно на торце выступа, соприкасающемся с охлаждающей жидкостью.

На фиг.1 показана структурная схема устройства для регулирования температуры; на фиг.2 - пример выполнения схемы блока регулирования.

Устройство для регулирования температуры содержит датчик 1 температуры, выступ 2 корпуса, корпус блока 3 регулирования, теплопроводный наполнитель 4, блок 5 регулирования, охлаждаемый радиатор 6, привод вентилятора 7, вентилятор 8 охлаждения, охлаждающую жидкость 9, изоляционный наполнитель 10.

В состав блока 5 терморегулирования входит измерительный мост 5.1; операционный усилитель 5.2, работающий в режиме компаратора с резистором 5.3 обратной связи; фильтр 5.4, транзисторный усилитель 5.5, диод 5.6.

Датчик 1 температуры представляет собой терморезистор, помещенный внутрь выступа корпуса 2 и одним торцом соединенный с ним непосредственно и через теплопроводный наполнитель.

Корпус блока 3 регулирования предназначен для установки в охлаждаемый радиатор 6, температура в котором должна поддерживаться постоянной, так, что выступ корпуса 2 полностью погружен в этот радиатор, например в охлаждающую жидкость внутри рубашки двигателя внутреннего сгорания.

Датчик 1 температуры электрически соединен с первым входом блока 5 регулирования, предназначенного для преобразования температуры, до которой нагревается выступ корпуса 2, в электрический сигнал на первом выходе. Блок 5 соединен вторым входом с первым входом привода вентилятора 7 и с источником питания, третьим входом - с общей шиной источника питания, а выходом - с вторым входом привода вентилятора 7, в качестве которого может быть использован электродвигатель 7.1, подключаемый к источнику питания контактами коммутатора 7.2.

Блок 5 регулирования может быть выполнен по схеме фиг.2. Измерительный мост 5.1, в одно из плеч которого включен датчик 1 температуры (входы I1 и I2), одной диагональю подключен к источнику питания через фильтр 5.4 (входы 2 и 3), вторая (измерительная) диагональ подключена к входам операционного усилителя 5.2, работающего в режиме компаратора, который охвачен положительной обратной связью на резисторе 5.3. Входы питания компаратора 5.2 подключены к шинам источника питания через фильтр 5.4, а его выход соединен с входом транзисторного усилителя 5.5.

Фильтр 5.4 в виде последовательной RC-цепи подключен к источнику питания (вход 2) и общей шине (вход 3) и предназначен для исключения ложных срабатываний компаратора 5.2 и предохраняет его от выхода из строя при бросках напряжения питания.

Транзисторный усилитель 5.5 предназначен для усиления мощности выходного сигнала компаратора 5.2 и образования низкоомного выхода для подключения нагрузки и состоит из резистивного делителя, включенного между выходом компаратора и общей шиной источника питания, средним выводом подключенного к базе транзистора, эмиттер которого подключен к общей шине, а коллектор - к выходу блока 5 и через диод 5.6 - к шине источника питания.

Диод 5.6 предназначен для защиты транзистора усилителя 5.5 от импульсов отрицательной полярности, возникающих при выключении транзисторного реле 7.2.

Для температурной компенсации измерительного моста 5.1 и параметров компаратора 5.2 блок 5 регулирования помещен внутрь корпуса 3, который заполнен теплопроводным наполнителем 4. Так как выступ корпуса 2 находится в жидкости с постоянной температурой (в пределах регулирования), то при всех колебаниях температуры внешней окружающей среды температура элементов блока 5 изменяется в незначительных пределах. Таким образом, температурная погрешность блока 5 значительно уменьшается, что повышает точность регулирования температуры и надежность схемы регулирования.

Установка датчика 1 температуры в непосредственной близости от блока 5 регулирования, заключение их в металлический корпус 3 обеспечивают высокую помехоустойчивость за счет резкого сокращения длины проводов между датчиком 1 и входом компаратора 5.2 и за счет экранирующего действия металлического корпуса блока регулирования, непосредственно соединенного с охлаждаемым радиатором 6.

Устройство для регулирования температуры работает следующим образом. Корпус блока 3 регулирования устанавливается внутрь охлаждаемого радиатора, например внутрь рубашки двигателя внутреннего сгорания, посредством ввинчивания в резьбовое отверстие оболочки до упора, при этом выступ корпуса 2 попадает в охлаждающую жидкость 9.

При нормальных климатических условиях сопротивление датчика 1 температуры велико, напряжение на первом (инверсном) входе компаратора 5.2 больше, чем на втором его входе, и на выходе компаратора 5.2 формируется нулевой уровень, транзистор усилителя 5.5 закрыт, коммутатор 7.2 не включается и электродвигатель 7.1 привода 7 не вращает вентилятор 8.

При нагреве охлаждающей жидкости при работе двигателя автомобиля сопротивление датчика 1 уменьшается и при достижении температуры регулирования, например, 92оС напряжение на первом входе компаратора 5.2 становится больше напряжения на его втором входе.

Компаратор 5.2 переключится, транзистор усилителя 5.5 откроется, коммутатор 7.2 переключится и подключит электродвигатель 7.1 привода 7 к источнику питания. Электродвигатель 7.1 начнет вращать вентилятор 8, который охлаждает оболочку радиатора 6 с охлаждающей жидкостью 9, которая в свою очередь охлаждается, охлаждая выступ корпуса 2 и находящийся в нем датчик 1 температуры.

После того, как температура охлаждающей жидкости понизится, например, до температуры 87оС компаратор 5.2 переключится в начальное состоя-

ние, транзистор усилителя 5.5 закроется, коммутатор 6 отключится, электродвигатель 7.1 остановится и вентилятор 8 перестанет охлаждать радиатор 6.

Предлагаемое устройство по сравнению с прототипом имеет следующие преимущества: повышенную точность регулирования температуры в широком диапазоне климатических условий эксплуатации за счет термостатирования блока регулирования; повышенную помехоустойчивость за счет сокращения длины проводов, соединяющих датчик температуры с блоком регулирования, размещения датчика температуры и блока регулирования в одном экранирующем корпусе; повышенную надежность за счет термостатирования блока регулирования; меньшую тепловую инерцию за счет выполнения выступа корпуса из теплопроводного материала, непосредственного контакта (прижатия) торца датчика температуры к поверхности выступа корпуса.

Формула изобретения

УСТРОЙСТВО ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ, содержащее охлаждающий радиатор, заполненный охлаждающей жидкостью, последовательно соединенные и помещенные в корпус датчик температуры и блок регулирования, а также вентилятор охлаждения, привод которого соединен с выходом блока регулирования, отличающееся тем, что, с целью повышения точности поддержания температуры охлаждающей жидкости, корпус блока регулирования выполнен теплопроводным, снабжен выступом и размещен в радиаторе таким образом, что выступ введен в контакт с охлаждающей жидкостью, при этом корпус блока регулирования заполнен теплопроводным наполнителем, который, за исключением выступа, отделен от стенок корпуса теплоизоляционным наполнителем, а датчик температуры размещен в выступе корпуса блока регулирования и одним своим торцом закреплен непосредственно на торце выступа, соприкасающемся с охлаждающей жидкостью.

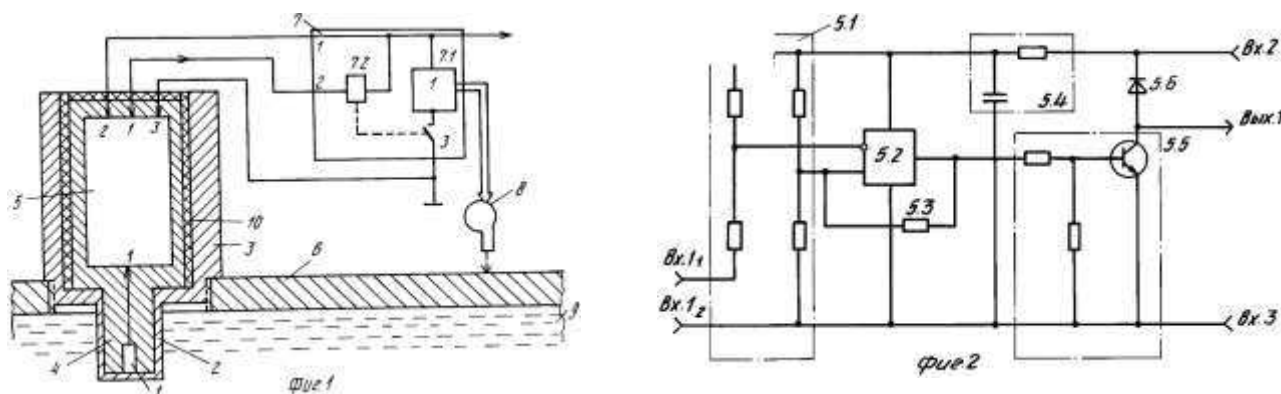
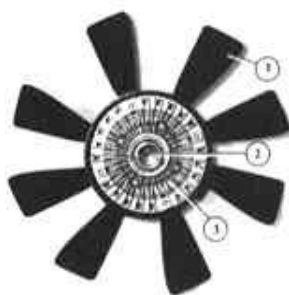


Рисунок 1.4 – схемы к патенту № 2018912 .

1.2 Обзор конструкций приводов вентилятора

На рисунке 1.5 представлен вязкостный вентилятор (вентилятор радиатора) двигателя, [20].



1 – лопасть вентилятора; 2 – ось вязкостного сцепления с большим крепежным болтом с шестигранной головкой; 3 – вязкостное сцепление.

Рисунок 1.5- вязкостный вентилятор (вентилятор радиатора) двигателя.

Для экономии мощности этот вентилятор снабжен так называемым вязкостным сцеплением. Оно включает вентилятор при температуре окружающей среды $82\text{ }^{\circ}\text{C}$. Это осуществляется посредством биметаллической ленты, которая, будучи температурно-зависимой, через клапан впускает вязкое силиконовое масло в рабочее пространство вязкостного сцепления. Масло создает силовое замыкание между ременным шкивом и вентилятором – вентилятор подает прохладный воздух. При температуре ниже $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ силиконовое масло возвраща-

ется из рабочего пространства в коллектор – вентилятор вращается с меньшей скоростью, не расходуя мощность.

На рисунке 1.6 представлена гидромуфта привода вентилятора.

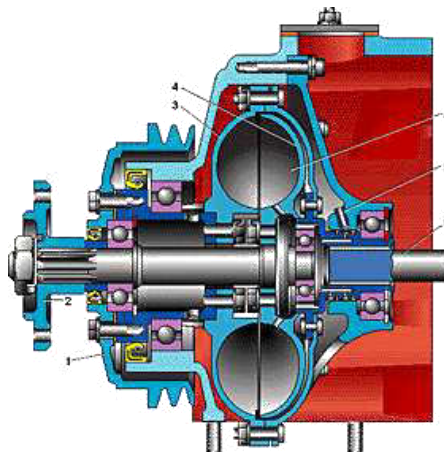
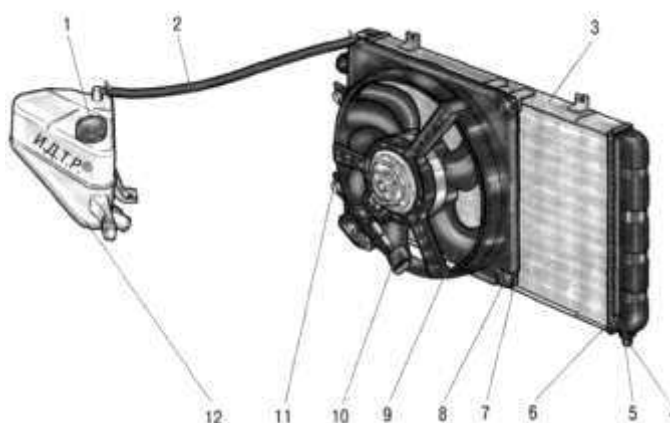


Рисунок 1.6 - Гидромуфта привода вентилятора.



1 - пробка расширительного бачка; 2 - пароотводящий шланг; 3 - радиатор; 4 - подушка опоры радиатора; 5 - уплотнительное кольцо сливной пробки; 6 - сливная пробка; 7 - кожух электровентилятора; 8 - гайка; 9 - электровентилятор; 10 - колодка жгута проводов электровентилятора; 11 - болт; 12 - расширительный бачок.

Рисунок 1.7 - Радиатор с электровентилятором и расширительный бачок автомобиля ВАЗ - 1118 (Калина).

2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА ПО РЕМОНТУ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ

2.1 Анализ электроснабжения гаражного комплекса сельскохозяйственных предприятий

Для проведения анализа электроснабжения гаражного комплекса сельскохозяйственных предприятий было взято за основу предприятие ООО Агрофирма “Аю”.

Данные по потребителям электроэнергии гаражного комплекса в ООО Агрофирма “Аю” показаны в таблице.2.1.

Таблица 2.1- Потребители электроэнергии и категории по бесперебойности электроснабжения

№	Наименование цеха	Категория	Установленная мощность кВт	Характеристика окружающей среды
1	Бытовое помещение и диспетчерская	III	20	сухое помещ.
2	Заправка	III	40	сухое помещ. и открытая площадка.
3	Склад	III	10	сухое помещ.
4	Гараж для тракторов и автомобилей	III	60	сухое помещ.
5	Ремонтная мастерская	III	350	сухое помещ.
6	Бокс для с/х машин	III	40	сухое помещ.
7	Стоянка для с/х техники	III		открытая площадка

Как видно из таблицы все потребители электроэнергии предприятия относятся ко III категориям потребителей.

Разброс по мощностям в зависимости от участков отличается в значительной степени, что усложняет электроснабжение, так как старые силовые линии электропитания не были рассчитаны на существующую нагрузку.

На рисунке 2.1 представлена схема электроснабжения гаражного комплекса.

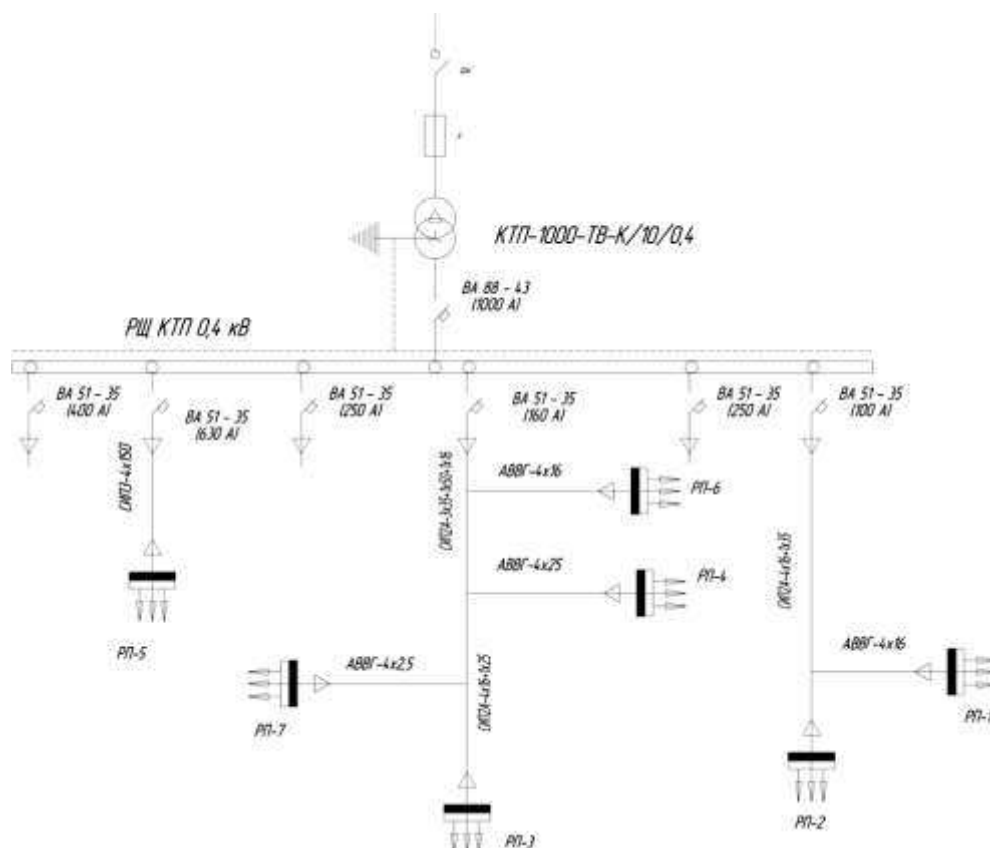


Рисунок 2.1- Схема электроснабжения гаражного комплекса.

2.2 Предпосылки для создания участка по модернизации и ремонту электрооборудования тракторов

Прогрессивные индустриальные технологии – это такие научно обоснованные технологии проведения ремонта и ТО электрооборудования тракторов, при которых наиболее рационально сочетаются новейшие системы ведения технического обслуживания и ремонта с применением современной высокопроизводительной техники.

2.3 Подбор технологического оборудования.

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

В таблице 2.2 представлена ведомость рекомендуемого оборудования для

участка по ремонту и ТО электрооборудования тракторов и автомобилей

Таблица 2.2 - Ведомость рекомендуемого оборудования.

№ поз. на плане	Наименование оборудования	Шифр или марка	Количество	Габаритные размеры, мм.	Занимаемая площадь		Мощ- ность, кВт.	Обо- значе- ние элек- тропот- ребите- ля
					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	ЭП1
3	Верстак слесарный	ОРГ1468-01- 060А ГОС- НИТИ	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	ЭП2
6	Настольный точильно- шлифовальный станок	3Б631	1	--	0,1	0,1	0,6	ЭП3
7	Стенд для проверки генера- торов и регуляторов напря- жения		1	820X700X1630	0,6	0,6	6,2	ЭП4
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	ЭП5
10	Вентилятор оконный		1				0,4	ЭП6
11	Яма осмотровая		1	6000X1000	6	6		
						13,2	10	

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

$$F_{TO} = (F_T + F_{об}) * \sigma, \quad (2.1)$$

где $F_{уч}$ – расчетная производственная площадь участка, м²;

F_T – площадь, занимаемая трактором, м²

$F_{об}$ – площадь, занимаемая оборудованием, м²;

σ – коэффициент, учитывающий рабочие зоны и проходы, [12].

$$F_{TO} = (13,2+12)*3,8 = 95,8\text{ м}^2.$$

Принимаем площадь участка с учетом конструктивных параметров ремонтной мастерской 96 м^2 , $(8 \times 12\text{ м})$.

2.4 Характеристики работы электрооборудования

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

- продолжительный;
- кратковременный;
- повторно-кратковременный, [7].

Длительно, с неизменной или маломеняющейся нагрузкой работают электроприводы вентиляторов, насосов, компрессоров, преобразователей, механизмов непрерывного транспорта и т.п..

В кратковременном режиме работы работает подавляющее большинство электроприводов вспомогательных механизмов металлорежущих станков, а также механизмов для открывания фрамуг, гидравлических затворов, заслонок и т.п.

В повторно-кратковременном режиме работают электродвигатели мостовых кранов, тельферов, подъемников и аналогичных им установок, а также сварочные аппараты, для которых характерны постоянные большие броски мощности.

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.

2.5 Составление схемы электроснабжения участка

Характерной особенностью схем распределения электроэнергии является большая разветвленность сети и наличие большого количества коммутационно-защитной аппаратуры. С целью создания рациональной схемы распределения электроэнергии требуется всесторонний учёт многих факторов.

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-трёх, так как в этом случае усложняется коммутация и защита цепи. На небольших по мощности предприятиях рекомендуется применять одноступенчатые схемы, [10].

Схема распределения электроэнергии должна быть связано с технологической схемой объекта. Питания приёмников электроэнергии разных параллельных технологических потоков должна осуществляться от разных источников: подстанций, РП, разных секций шин одной подстанции. Это необходимо для того, чтобы при аварии не останавливались оба технологических потока.

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 и все потребители относятся к III группе потребителей, то питание участка по ремонту и ТО электрооборудования тракторов и автомобилей осуществляем по однолинейной схеме от распределительного пункта ремонтной мастерской.

2.6 Выбор сечения проводов питающей линии

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

$$I_{p.ав} = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}}, \quad (2.2)$$

$$I_{p.н} = \frac{S_p}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_{ном}}, \quad (2.3)$$

Полную расчетную мощность определяют по формуле:

$$S_p = \sqrt{(\sum P_p)^2 + (\sum Q_p)^2}, \quad (2.4)$$

$$P_{\sum p} = P_p + P_{po}, \quad (2.5)$$

Расчетная осветительная нагрузка цеха определяется по формуле:

$$P_{po} = P_{но} \cdot K_{co}, \quad (2.6)$$

где K_{co} – коэффициент спроса на освещение, находится из справочных материалов, $K_{co} = 0,85$ [6].

Номинальная мощность освещения определяется по формуле:

$$P_{но} = P_{уд} \cdot F, \text{ кВт} \quad (2.7)$$

где $P_{уд}$ – плотность осветительной нагрузки, Вт/м². Определяется из справочных материалов, $P_{уд} = 15 \text{ Вт/м}^2$ [10];

F- площадь освещения, $F = 60 \text{ м}^2$.

$$P_{но} = 0,015 \cdot 60 = 0,9 \text{ кВт}$$

$$P_{po} = 0,9 \cdot 0,85 = 0,77 \text{ кВт}$$

Расчетная мощность определяется по формуле:

$$P_p = P_n \cdot K_c, \text{ кВт} \quad (2.8)$$

где P_n – установленная мощность, кВт;

K_c – коэффициент спроса, находится из справочных материалов $K_c = 0,5$, [10].

$$P_p = 10 \cdot 0,5 = 5 \text{ кВт}$$

$$P_{\Sigma p} = 5 + 0,77 = 5,77 \text{ кВт}$$

Расчетная реактивная мощность определяется по формуле:

$$Q_p = P_n \cdot \operatorname{tg} \varphi, \text{ кВар} \quad (2.9)$$

$$Q_p = 10 \cdot 1,02 = 10,2 \text{ кВт}$$

$$S_p = \sqrt{5,77^2 + 10,2^2} = 11,72 \text{ кВт}$$

$$I_{p.\text{ав}} = \frac{11,72}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 17, \text{ А}$$

$$I_{p.\text{н}} = \frac{11,72}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,4} = 8,5, \text{ А}$$

Принимаем минимальное допустимое сечение по нагреву для проводов с алюминиевыми жилами $S_n = 6 \text{ мм}^2$.

Принимаем минимальное допустимое сечение по потерям напряжения:

$$S_{\Delta U} = 6 \text{ мм}^2.$$

Проверяем по экономической плотности тока:

$$S_э = \frac{I_{p.\text{н}}}{j_э}, \quad (2.10)$$

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

$$S_э = \frac{8,5}{1} = 8,5 \text{ мм}^2,$$

Поскольку выбранное нами сечение питающей линии не проходит проверку по экономической плотности тока, то найденное сечение увеличиваем до 10 мм^2 .

Таким образом, принимаем провод марки АВВГ 10х4, [10].

2.7 Выбор кабелей распределительной сети

Распределительная сеть выполнена кабелями марки ВВГ. Расчетный ток электроприемника, А:

$$I_p = \frac{P_{ном}}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi_n \cdot \eta}, \quad (2.11)$$

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

Выбор защитной аппаратуры.

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

$$I_{ном.вс} \geq \frac{I_{пуск}}{\alpha}, \quad (2.12)$$

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

α – коэффициент, величина которого зависит от режима перегрузки, $\alpha = 2,5$ при легком пуске, [10].

Для прокладки принимаем кабель с медными жилами марки ВВГ.

Потеря напряжения на участке определяется по формуле:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot I_p \cdot l \cdot 10^{-3}}{380} \cdot (r_0 \cdot 0,85 + x_0 \cdot 0,52) \cdot 100, \% \quad (2.13)$$

где r_0 и x_0 – коэффициенты учитывающие марку и сечение кабеля, [12].

Для защиты линии от токов КЗ выбираем предохранитель типа ПР2-60/16.

Выбираем магнитный пускатель типа ПМ12-010200, номинальный рабочий ток которого $I_{н.р}=10$ А и ПМ12-032220, номинальный рабочий ток которого $I_{н.р}=32$ А.

Результаты расчета линий представлены в таблице 2.3.

Таблица 2.3- Выбор кабелей и защитной аппаратуры распределительной сети.

Линия	$P_{ном},$ кВт	I_p, A	$I_{дл. доп},$ А(кабеля)	Марка и сечение кабеля	Способ прокладки	$l, м$	$\Delta U,$ %	Ипуск/ α, A	Ином. пр, А	Тип предо- хранителя (автомати- ческого вы- ключателя)	Тип пускате- ля
РП-ЭП1	1	2,4	17,5	ВВГ(4х1,5)	в полу,в трубах	7	0,08	2,2	16	ВА 27-29	ПМ12- 010200
РП-(ЭП2+ЭП3)	1,4	3,4	17,5	ВВГ(4х1,5)	в полу,в трубах	7	0,11	3,1	16	ВА 27-29	
РП-ЭП4	6,2	15,0	24,0	ВВГ(4х2,5)	в полу,в трубах	13	0,94	13,8	32	ВА 27-29	ПМ12- 032220
РП-ЭП5	1	2,4	17,5	ВВГ(4х1,5)	в полу,в трубах	10	0,12	2,2	16	ВА 27-29	
РП-ЭП7*	2	10,1	24,0	ВВГ(3х2,5)	в стене	6	0,24	9,3	25	ВА 27-29	
РП-ЭП8*	2	10,1	24,0	ВВГ(3х2,5)	в полу,в трубах	9	0,36	9,3	25	ВА 27-29	

Примечание: ЭП7* и ЭП8* это электропотребители однофазного переменного тока (электрические розетки).

2.8 Расчет токов короткого замыкания за трансформаторами

Особенности расчетов токов КЗ. Для выбора типов и параметров срабатывания устройств защиты трансформаторов необходимо определить максимальное и минимальное значение токов при КЗ на выводах НН понижающего трансформатора, или, как чаще говорят, при КЗ за трансформатором.

Минимальные значения токов при КЗ на стороне 0,4 кВ рассчитываются с учетом переходного активного сопротивления (электрической дуги) в месте КЗ до 15 мОм [16]. 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.

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):

$$I_K^{(3)} = \frac{100}{U_{K+P}} I_{\text{ном.тр}}, \quad (2.14)$$

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. $I_{\text{ном. трВН.}} = 58 \text{ А}$; $I_{\text{ном. трНН.}} = 1445 \text{ А}$;

P — коэффициент потерь напряжения, %.

$$P = \frac{S_{\text{ном.тр}}}{S_K} 100, \quad (2.15)$$

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

$S_{\text{ном. тр}} = 1 \text{ МВ-А}$;

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 $S_K = 100 \text{ МВ-А}$.

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

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

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

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.

3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ВЕНТИЛЯТОРА СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯ ТРАКТОРА МТЗ- 82.

В таблице 3.1. представлены основные характеристики двигателя Д-240, [11].

Таблица 3.1.

Основные характеристики двигателя Д-240.

Тип двигателя	дизель, 4 тактный
Число цилиндров	4
Номинальная мощность, кВт.	58
Номинальная частота вращения вала двигателя, мин-1	2200
Максимальная частота вращения вала двигателя, мин-1	2400
Рабочий объем двигателя, л.	4,75
Степень сжатия (расчетная)	16
Максимальный крутящий момент, Нм.	285
Топливо	Дизельное ГОСТ 305-82
Система охлаждения	Жидкостная, закрытая с принудительной циркуляцией
Привод вентилятора системы охлаждения	Ременный, постоянно включенный

3.1. Общая схема системы охлаждения двигателя Д-240.

Система охлаждения дизеля (рисунок 3.1) жидкостная, закрытая, с принудительной циркуляцией. В систему охлаждения входят следующие основные узлы и агрегаты: водяной радиатор 2, водяной насос 6, вентилятор 8, термостат 4, термометр 5, шторка 9 и, кроме того, водопод-водящий 3 и водоотводящий 7 патрубки, шланги, соединительная арматура, сливные краники и др.

Радиатор 2 предназначен для охлаждения воды, нагревающейся в водяной рубашке дизеля. Вода, проходя через радиатор, отдает тепло обдуваемому его потоку воздуха. Сердцевина радиатора состоит из четырех рядов вертикальных плоских трубок, пропущенных через ряд спаянных с ними горизонтальных пластин. Трубки и пластины сердцевины изготовлены из латуни. Концы трубок припаяны к крайним (основным) более толстым пластинам и несколько выступают над их поверхностью. Улучшению условий теплоотдачи способствует ступенчатое (коридорное) расположение трубок по глубине радиатора.

К крайним пластинам на болтах прикреплены верхний и нижний латунные бачки. Между пластинами и бачками установлены резиновые прокладки. По обеим сторонам сердцевины проходят стойки, соединяющие бачки радиатора. К задней стенке верхнего бачка присоединен водоподводящий патрубок 3. На верхней части бачка расположена заливная горловина, закрытая пробкой 1 с паровоздушным клапаном. К задней стенке нижнего бачка присоединены водоотводящий патрубок 7 и сливной краник 10.

Крепление радиатора на тракторе эластичное: к переднему брусу при помощи опоры с резиновыми амортизаторами, а в верхней части — растяжками к головке блока цилиндров.

Вентилятор 8 создает интенсивный воздушный поток, обдувающий сердцевину масляного и водяного радиаторов и охлаждающий наружные поверхности дизеля. Вентилятор смонтирован в одном узле с водяным насосом и расположен на его валу. Вентилятор присоединен шестью болтами к шкиву насоса, а весь узел (вентилятор—водяной насос) прикреплен болтами к верхней части

передней стенки блока цилиндров. С задней стороны к стойкам водяного радиатора крепится кожух вентилятора. Кожух улучшает работу вентилятора, предохраняет лопасти вентилятора от попадания посторонних предметов и направляет поток воздуха на дизель.

Водяной насос центробежного типа. Он предназначен для создания активной циркуляции воды в системе охлаждения и за счет этого более полного отвода тепла от нагретых деталей дизеля.

Водяной насос и вентилятор приводятся во вращение от шкива коленчатого вала дизеля при помощи клиновидного ремня, который также вращает и ротор генератора. При номинальной частоте вращения дизеля, равной 2200 об/мин, водяной насос и вентилятор развивают 2600 об/мин.

Термостат автоматически поддерживает температуру воды в заданных пределах и ускоряет прогрев дизеля после пуска.

Термостат помещен в корпус и установлен на выходе из рубашки охлаждения блока цилиндров. Термостат с твердым наполнителем имеет меньшую чувствительность к изменению давления в системе и большие перестановочные усилия в сравнении с сифонным.

На рисунке 3.1 представлена общая схема системы охлаждения двигателя Д-240, [15].

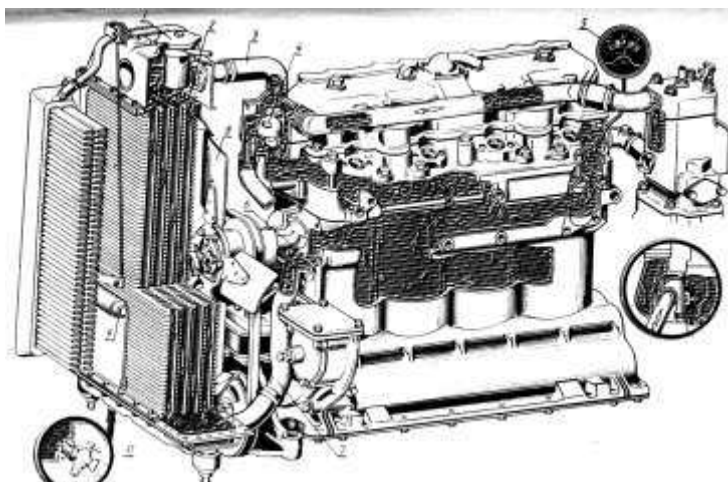
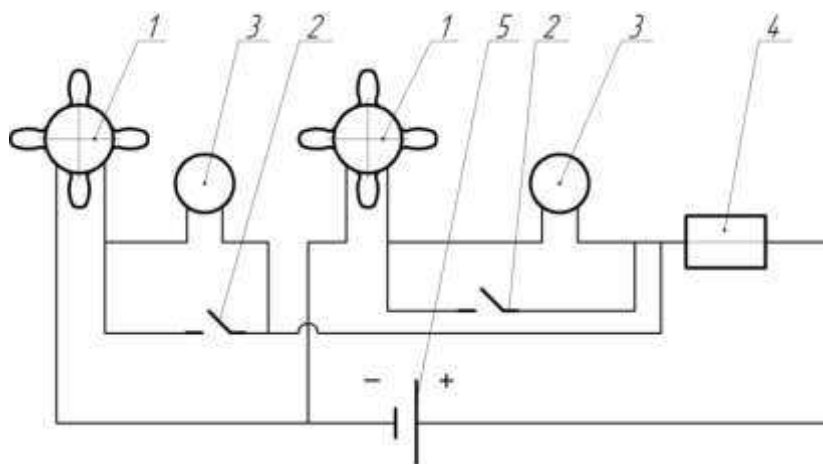


Рисунок 3.1- Общая схема системы охлаждения масла двигателя Д-240.

3.2. Проектирование системы охлаждения с электроприводом вентилятора.

С учетом конструктивных особенностей и условий эксплуатации нами была разработана конструкция с электроприводом вентилятора, схема которой представлена на рисунке 3.2.

За основу данной схемы была взята система привода вентилятора автомобиля ВАЗ 2109 (карбураторная) в которую были внесены изменения (возможность принудительного включения вентилятора).



1- вентилятор; 2 – выключатель; 3 – датчик температуры; 4 - предохранитель; 5 – аккумулятор.

Рисунок 3.2 – Схема включения вентилятора с электроприводом.

3.2.1. Подбор вентилятора.

Рациональный выбор вентилятора на заданные параметры и выявление наиболее выгодного режима его работы является обязательным компонентом общей задачи по проектированию инженерных систем с учетом минимизации требуемых материальных и энергетических затрат.

Современная технология проектирования, характеризующаяся преимущественной ориентацией на использование ЭВМ как при проведении расчетов, так и при составлении чертежей, предъявляет иные, чем ранее, требования к применяемым методам. В частности, уходят на второй план наглядность

и минимальное количество вычислений, и возрастает роль таких факторов, как четкость, возможность однозначной алгоритмизации, наименьший объем исходной информации и исключение графических построений. Последнее обстоятельство делает непригодным для создания систем автоматизированного проектирования (САПР) основной способ выбора вентилятора и анализа режима его работы непосредственно по каталогам.

За основу для решения задачи о фактическом режиме работы нагнетателя в сети примем выражение для относительной подачи вентилятора q , представляющее собой безразмерную характеристику нагнетателя, [3, 5]:

$$q = 1 - \delta(1 - q_{\min}), \quad (3.1)$$

$$\delta = (1 - \Delta) / (1 - \Delta_{\min}), \quad (3.2)$$

$$\Delta = q^{1/2} / p^{1/4}, \quad (3.3)$$

Здесь $q = Q/Q_0$ - отношение фактической подачи вентилятора Q к подаче при максимальном КПД (для данной частоты вращения) Q_0 ; $q_{\min} = Q_{\min}/Q_0$ - то же на левой границе рабочей зоны характеристики вентилятора. Параметр δ называется относительной нерасчетностью режима работы и может быть выражен через фактическую абсолютную нерасчетность Δ и нерасчетность на левой границе рабочей зоны $\Delta_{\min}$. Абсолютная нерасчетность является обобщенным безразмерным параметром, характеризующим отклонение режима работы нагнетателя от оптимального, и может быть вычислена через величину q и относительное давление $p = P/P_0$ - отношение фактического давления P к давлению при наибольшем КПД P_0 (см. формулы для δ и Δ), [3].

$$Q_0 = Q_{0.э.} (D_2 / D_{2.э.})^3 (n / n_{э.}) ; P_0 = P_{0.э.} (D_2 / D_{2.э.})^2 (n / n_{э.})^2, \quad (3.4)$$

Тогда основное выражение для фактической подачи вентилятора в сети будет иметь следующий вид:

$$Q = Q_0 [1 + A (\Delta_c D_{2.э.} / D_2 - 1)], \text{ где } A = (1 - q_{\min}) / (1 - \Delta_{\min}), \quad (3.5)$$

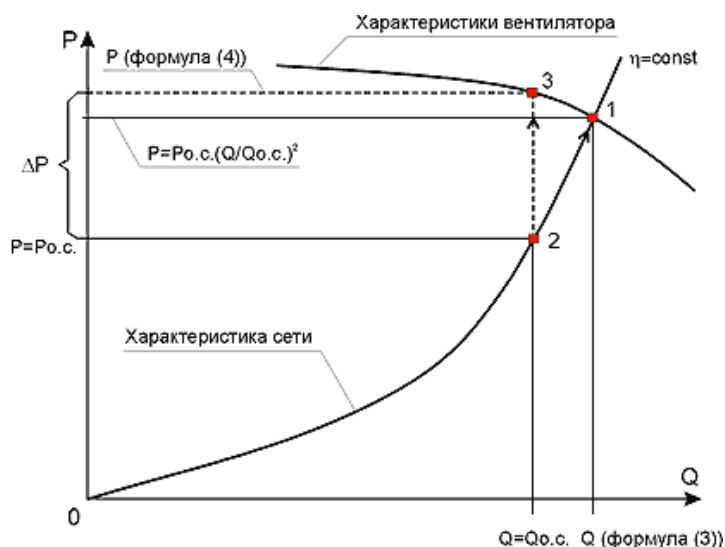


Рисунок 3.3 - Графическая иллюстрация предлагаемой методики подбора вентилятора.

С учетом характеристики вентилятора и характеристики сети, а также конструктивных параметров берем электровентилятор от автомобиля Chevrolet Нива с электродвигателем МЭ 272, [19].

Частота вращения вала вентилятора, мин-1	2600;
Мощность электродвигателя, Вт	110;
Потребляемый ток не более, А	14

3.2.2 Подбор датчика температуры.

В отечественных автомобилях с электроприводом вентилятора используются в основном датчики ТМ-100А или ТМ-108.

С учетом температуры замыкания контактов датчика $92 \pm 3^\circ\text{C}$, а размыкания $87 \pm 3^\circ\text{C}$, а также подключения без “реле” берем датчик ТМ-100А, [17].

3.2.3. Определение диаметра стяжных болтов.

Диаметр стяжных болтов определяется с учетом нагрузки действующей на них по формуле.

$$d \geq 1,5 * \sqrt[3]{2 * T_6} \quad (3.6)$$

где T_6 – нагрузка действующая на болт, $T_6 \approx 40$ Н.

$$d \geq 1,5 * \sqrt[3]{2 * 40} = 3,92 \text{ мм}$$

Принимаем болт М 6.

3.3 Инструкция по технике безопасности при работе на участке по модернизации и ремонту электрооборудования тракторов

Общие требования.

К работе допускаются лица не моложе 18-ти лет, прошедшие медицинскую комиссию на допуск к работе, прошедшие инструктаж по технике безопасности, а также имеющие допуск по работе с электрооборудованием с напряжением до 1000 В;

Соблюдать правила по обеспечению пожаро и взрывобезопасности;

Рабочий должен уметь оказывать первую доврачебную помощь;

За несоблюдение требований инструкции рабочий несет ответственность.

Требования безопасности перед началом работ.

Перед началом работ рабочий обязан одеть спецодежду;

Должен провести ЕТО, проверить исправность оборудования и т.п.

Ответственность за работу оборудования, наладку и наблюдение за его эксплуатацией, приказом директора предприятия должна возлагаться на главного инженера и механика.

Требования безопасности во время работы.

Следить за показаниями приборов;

Не залезать под защитные кожухи во время работы оборудования;

Без заземления не работать;

Ежесменно проводить ЕТО.

Требования безопасности в аварийных ситуациях.

При возникновении аварийной ситуации немедленно отключить электропитание участка;

При получении травмы оказать первую медицинскую помощь и сообщить руководству предприятия.

Требования безопасности по окончании работ.

Отключить оборудование;

Произвести очистку и технический осмотр;

Сдать в технически исправном состоянии;

Снять спецодежду, вымыть лицо и руки;

Сообщить механику об окончании работ и о недостатках, обнаруженных во время работы.

3.3.1 Инструкция по технике безопасности при работе на тракторах

Общие требования.

К работе допускаются лица не моложе 18-ти лет, прошедшие медицинскую комиссию на допуск к работе, имеющие права на вождение и прошедшие инструктаж по технике безопасности;

Соблюдать правила по обеспечению пожаро и взрывобезопасности;

Тракторист должен уметь оказывать первую доврачебную помощь;

За несоблюдение требований инструкции тракторист несет ответственность.

Требования безопасности перед началом работ.

Перед началом работ рабочий обязан одеть спецодежду;

Должен провести ЕТО, проверить исправность трактора и т.п.

Ответственность за работу трактора, наладку и наблюдение за его эксплуатацией, приказом директора предприятия должна возлагаться на главного инженера и механика.

Требования безопасности во время работы.

Следить за показаниями приборов;

Не залезать под защитные кожухи во время работы трактора.

Ежесменно проводить ЕТО.

Требования безопасности в аварийных ситуациях.

При возникновении аварийной ситуации немедленно заглушить двигатель трактора и прекратить работу;

При получении травмы оказать первую медицинскую помощь и сообщить руководству предприятия.

Требования безопасности по окончании работ.

Заглушить трактор;

Произвести очистку и технический осмотр;

Сдать в технически исправном состоянии;

Снять спецодежду, вымыть лицо и руки;

Сообщить механику об окончании работ и о недостатках, обнаруженных во время работы.

Мероприятия пожаровзрывобезопасности.

Для обеспечения пожаровзрывобезопасности необходимо выполнять следующие требования:

Использование открытого огня и курение в рабочей зоне категорически запрещено;

Применение неисправного оборудования запрещается;

Лица, ответственные за исправность трактора, обязаны систематически контролировать его состояние;

Временные огневые работы должны проводиться в соответствии с “Инструкцией по организации безопасного проведения огневых работ в зданиях и сооружениях взрывопожароопасных производств согласованной с Федеральным горным и промышленным надзором России 11.06.96г № 02–35/263 и Главным управлением Государственной противопожарной службой МВД РФ 4.06 96г. № 20/2.1./1339;

При возникновении загорания необходимо немедленно прекратить работу трактора и сообщить в охрану предприятия.

Производственные помещения и тракторы должны быть укомплектованы средствами пожаротушения.

Машинно-тракторный парк должен быть оборудован пожарными гидрантами, а в емкостях системы водоснабжения должен быть необходимый резерв воды для пожаротушения.

3.4 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.

3.5 Расчет технико-экономических показателей системы охлаждения двигателя трактора МТЗ-82.

3.5.1 Расчеты балансовой стоимости и массы проектируемой системы охлаждения двигателя.

Балансовая стоимость конструкций определяется по формуле:

$$C_{\text{б}} = (C_{\text{к}} + C_{\text{о.д.}} + C_{\text{н.д.}} + C_{\text{з.п}} + C_{\text{н}}), \quad (3.7)$$

где $C_{\text{к}}$ – стоимость изготовления корпусных деталей (рам, каркасов), руб.;

$C_{o.d.}$ – затраты на изготовление оригинальных деталей (валы, втулки), руб;

$C_{п.д.}$ – затраты на покупные детали, руб;

$C_{зп}$ – зарплата с начислениями на сборку конструкции, руб;

C_n – накладные, общепроизводственные расходы и плановые накопления, руб.

Стоимость изготовления корпусных деталей (радиатор, патрубки, кронштейны и т.п.) определяется исходя из средней стоимости 1 кг готовых изделий, [2]:

$$C_k = \sum C_i \cdot G_k, \quad (3.8)$$

где C_i – средняя стоимость 1 кг готовых деталей по справочным данным, руб.

G_k – масса материала, израсходованного на изготовление корпусных деталей, кг. $C_k \approx 2$ кг.

$$C_k = 2 \cdot 30 = 60 \text{ руб.}$$

Затраты на изготовление оригинальных деталей (клапана, корпуса и т.п.):

$$C_{o.d.} = C_{зп} + C_m, \quad (3.9)$$

где $C_{зп}$ – зарплата производственных рабочих, занятых на изготовлении оригинальных деталей, руб;

C_m – стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей, руб.

Зарплата определяется по формуле:

$$C_{зп} = n_{шт} \cdot z \cdot t_n \cdot k_э, \quad (3.10)$$

где $n_{шт}$ – количество оригинальных деталей, шт;

z – часовая ставка рабочих начислений по среднему размеру, руб/ч;

t_n – средняя норма трудоемкости изготовления отдельных оригинальных деталей, чел.·ч;

k_3 – коэффициент, учитывающий различные виды доплат и начислений ($k_3 = 1,25 \dots 1,45$), [2].

Согласно справочным данным:

часовая ставка рабочих начислений по среднему размеру $Z = 40$ руб/ч;

средняя норма трудоемкости изготовления отдельных оригинальных деталей $t_n \approx 2$ чел.·ч;

всего оригинальных деталей $n_{шт} = 3$ шт.

$$C_{3п} = 2 \cdot 40 \cdot 3 \cdot 1,35 = 324 \text{ руб.}$$

Стоимость материала для изготовления оригинальных деталей определяется:

$$C_m = C_i \cdot G_3, \quad (3.11)$$

где C_i – цена за 1 кг материала заготовки, руб/кг.

По справочным данным $C_i = 30$ руб/кг, [2].

Масса заготовки определяется по формуле:

$$G_3 = \frac{G_k}{k_3}, \quad (3.12)$$

где G_k – масса деталей, кг;

k_3 – коэффициент использования массы заготовки ($k_3 = 0,7$), [1, 2].

По чертежам $G_k \approx 3$ кг;

$$G_3 = 3/0,7 = 4,3 \text{ кг.}$$

Тогда,

$$C_m = 30 \cdot 4,3 = 129 \text{ руб.}$$

$$C_{од} = 324 + 129 = 453 \text{ руб.}$$

Зарплата производственных рабочих, занятых на сборке конструкции, определяется по формуле:

$$C_{зп} = z_i \cdot t_{сб} \cdot \kappa_э, \quad (3.13)$$

где z_i – средняя часовая тарифная ставка, руб/ч;

$t_{сб}$ – трудоемкость сборки по инструкции, чел.·ч.

средняя часовая тарифная ставка $z_i = 40$ руб/ч, [8];

Трудоемкость сборки по инструкции определяется:

$$t_{сб} = \sum(t_{сбi} \cdot \kappa_{сбi}), \quad (3.14)$$

где $t_{сбi}$ – трудоемкость сборки отдельных элементов конструкции, чел.ч;

$\kappa_{сбi}$ – коэффициент, учитывающий соотношение между полным и оперативным временем сборки ($\kappa_{сбi} = 1,08$), [2].

Трудоемкость сборки согласно технологии $t_{сбi} = 2$ ч.

$$t_{сбi} = 2 \cdot 1,08 = 2,16 \text{ ч.}$$

$$C_{зп} = 40 \cdot 2,16 \cdot 1,35 = 117 \text{ руб.}$$

Косвенные затраты на изготовление конструкции:

$$C_H = \frac{\sum C_{зп} \cdot R}{100}, \quad (3.15)$$

где $\sum C_{зп}$ – сумма зарплат производственных рабочих, участвующих в изготовлении конструкции и сборке, руб;

R – процент косвенных расходов ($R=50\%$), [2].

$$C_H = (324 + 117) \cdot 50 / 100 = 221 \text{ руб.}$$

Затраты на покупные детали, узлы по прейскуранту определяются:

$$C_{нд} = \sum C_i, \text{ руб.};$$

где C_i – стоимость каждой детали, руб.

Принимаем $\sum C_i \approx 1173$ руб.

Из полученных данных находим балансовую стоимость:

$$C_6 = 60 + 453 + 1149 + 117 + 221 = 2000 \text{ руб.}$$

Масса конструкции $G_1 \approx 6 \text{ кг} \pm 3\%$.

3.5.2. Расчет технико-экономических показателей эффективности конструкции.

Для сравнения выбираем типовой способ охлаждения.

В таблице 3.2. представлены технико-экономические показатели проектируемой и существующей конструкции.

Таблица 3.2– Технико-экономические показатели.

Наименование	Варианты	
	Исходный	Проектируемой
Масса контрукции, кг	2	6
Балансовая стоимость, руб.	300	2000
Количество обслуживающего персонала, чел	1	1
Разряд работы	III	III
Средняя тарифная ставка, руб/чел*ч.	40	40
Норма амортизации, %	10	10
Норма затрат на ремонт и ТО, %	10	10
Годовая загрузка трактора, ч	1700	1700
Продолжительность загрузки, %	100	20...30
Потребляемая мощность, кВт	0,11	0,11
Срок службы, лет	10	10
Производительность, м ³ /ч	1000	1000

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

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

Энергоемкость, металлоемкость и фондоемкость процесса вычисляется на единицу производительности.

Металлоемкость конструкции определяется

$$M_{e1} = \frac{G_{\kappa 1}}{P_{z1} \cdot T_{год} \cdot T_{сл}} ; \quad (3.16)$$

$$M_{e0} = \frac{G_{\kappa 0}}{P_{z0} \cdot T_{год} \cdot T_{сл}} ,$$

где M_{e1} , M_{e0} – металлоемкость проектируемой и существующих конструкции, кг/м³;

$G_{\kappa 1}$, $G_{\kappa 0}$ – масса проектируемой и существующей конструкции, кг;

P_{z1} , P_{z0} –производительность проектируемой и существующей конструкции, м³/ч;

$T_{год}$ – годовая загрузка, час;

$T_{сл}$ – срок службы, лет.

$$M_{e1} = 6/(1000 \cdot 1700 \cdot 10) = 0,35 \cdot 10^{-6} \text{ кг/м}^3;$$

$$M_{e0} = 2/(1000 \cdot 1700 \cdot 10) = 0,12 \cdot 10^{-6} \text{ кг/ м}^3.$$

Фондоемкость процесса определяется:

$$F_{e1} = \frac{C_{\delta 1}}{P_{z1} \cdot T_{год} \cdot T_{сл}} ; \text{ руб./м}^3; \quad (3.17)$$

$$F_{e0} = \frac{C_{\delta 0}}{P_{z1} \cdot T_{год} \cdot T_{сл}} , \text{ руб./м}^3.$$

где $C_{\delta 1}$, $C_{\delta 0}$ – балансовая стоимость проектируемой и существующих конструкции, руб.;

$$F_{e1} = 2000/(1000*1700*10) = 0,12*10^{-3} \text{ руб./м}^3;$$

$$F_{e0} = 300/(1000*1700*10) = 0,02*10^{-3} \text{ руб./м}^3.$$

Энергоемкость определяется:

$$\mathfrak{E}_{e1} = \frac{N_{e1}}{P_{z1}} ; \quad (3.18)$$

$$\mathfrak{E}_{e0} = \frac{N_{e0}}{P_{z0}} ,$$

где $\mathfrak{E}_{e1}, \mathfrak{E}_{e0}$ – энергоемкость проектируемой и существующей конструкции, кВт*ч/м³;

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

$$\mathfrak{E}_{e1} = 0,11/1000 = 0,11*10^{-3} \text{ кВт*ч /м}^3$$

$$\mathfrak{E}_{e0} = 0,11/1000 = 0,11*10^{-3} \text{ кВт*ч /м}^3$$

Трудоемкость процесса, чел*ч/м³.

$$T_{e1} = \frac{n_p}{P_{z1}} = \frac{1}{1000} = 0,001 \text{ чел*ч/м}^3; \quad (3.19)$$

$$T_{e0} = \frac{n_p}{P_{z0}} = \frac{1}{1000} = 0,001 \text{ чел*ч/м}^3,$$

где n_p – количество обслуживающего персонала, чел.

Себестоимость работы (руб./м³), выполняемой с помощью спроектированной конструкции и в исходном варианте находят из выражения:

$$S_{экс1} = C_{зн1} + C_{\mathfrak{E}} + C_{пто1} + A_1; \quad (3.20)$$

$$S_{экс0} = C_{зн0} + C_{\mathfrak{E}} + C_{пто0} + A_0;$$

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

$C_{Э1}, C_{Э0}$ – затраты на электроэнергию, руб./м³;

$C_{рто1}, C_{рто0}$ – затраты на ремонт и техническое обслуживание, руб./м³;

A_1, A_0 – амортизационные отчисления, руб./м³.

Затраты на оплату труда определяются из выражения:

$$C_{зн1} = z_1 \cdot T_{e1} \cdot K_{\partial} \cdot K_{cm} \cdot K_{om} \cdot K_{соц}; \quad (3.21)$$

$$C_{зн0} = z_0 \cdot T_{e0} \cdot K_{\partial} \cdot K_{cm} \cdot K_{om} \cdot K_{соц};$$

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

$K_{д}, K_{ст}, K_{от}, K_{соц}$ – коэффициенты дополнительной оплаты, оплаты за стаж, оплаты отпусков и начислений по социальному страхованию

Согласно данным производства:

$$z_1 = z_0 = 40 \text{ руб./ч.}$$

$$K_{д} = 1,3; K_{ст} = 1,1; K_{от} = 1,1; K_{соц} = 1,26, [2].$$

$$C_{зн1} = 40 \cdot 0,001 \cdot 1,3 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,26 = 0,08 \text{ руб./м}^3;$$

$$C_{зн0} = 40 \cdot 0,001 \cdot 1,3 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,26 = 0,08 \text{ руб./м}^3.$$

Затраты на электроэнергию определяются по формуле

$$C_{Э1} = ПВ_1 \frac{N_{y1} \cdot T_{Э}}{P_{Z1}}; \quad (3.22)$$

$$C_{Э0} = ПВ_0 \frac{N_{y0} \cdot T_{Э}}{P_{Z0}},$$

где N_{y1}, N_{y0} – мощность проектируемой и существующих конструкции, кВт;

$ПВ_i$ – продолжительность загрузки,

$T_{Э}$ – стоимость электроэнергии в переводе с дизельного топлива, $T_{Э} = 4,2$ руб./кВт*час, [2].

$$C_{Э1} = 0,25 \cdot 0,11 \cdot 4,2 / 1000 = 0,01 \text{ руб./ м}^3;$$

$$C_{\text{Э}0} = 1 \cdot 0,11 \cdot 4,2 / 1000 = 0,04 \text{ руб./м}^3.$$

Затраты на ремонт и ТО (руб./т) определяют из выражения:

$$C_{\text{pmo1}} = \frac{C_{\text{б}1} \cdot H_{\text{pmo1}}}{100 \cdot P_{\text{зл}} \cdot T_{\text{зод}}}; \quad (3.23)$$

$$C_{\text{pmo0}} = \frac{C_{\text{б}0} \cdot H_{\text{pmo0}}}{100 \cdot P_{\text{з0}} \cdot T_{\text{зод}}},$$

где H_{pmo1} , H_{pmo0} – норма затрат на ремонт и техобслуживание, %.

$$C_{\text{pmo1}} = 2000 \cdot 10 / (100 \cdot 1000 \cdot 1700) = 0,02 \text{ руб./м}^3;$$

$$C_{\text{pmo0}} = 300 \cdot 10 / (100 \cdot 1000 \cdot 1700) = 0,007 \text{ руб./м}^3.$$

Затраты на амортизацию (руб./м³) определяют из выражения:

$$A_1 = \frac{C_{\text{б}1} \cdot a_1}{100 \cdot P_{\text{зл}} \cdot T_{\text{год}}}; \quad (3.24)$$

$$A_0 = \frac{C_{\text{б}0} \cdot a_0}{100 \cdot P_{\text{з0}} \cdot T_{\text{год}}};$$

где a_1 , a_0 – норма амортизации, % ,

$$A_1 = 2000 \cdot 10 / (100 \cdot 1000 \cdot 1700) = 0,021 \text{ руб./м}^3;$$

$$A_0 = 300 \cdot 10 / (100 \cdot 1000 \cdot 1700) = 0,005 \text{ руб./м}^3.$$

Отсюда,

$$S_{\text{экснл}} = 0,08 + 0,01 + 0,02 + 0,021 = 0,131 \text{ руб./м}^3;$$

$$S_{\text{эксн0}} = 0,08 + 0,04 + 0,007 + 0,005 = 0,132 \text{ руб./м}^3.$$

Годовая экономия в рублях определяется:

$$\text{Э}_{\text{зод}} = (S_0 - S_1) \cdot P_{\text{зл}} \cdot T_{\text{зод}}, \quad (3.25)$$

$$\text{Э}_{\text{зод}} = (0,132 - 0,131) \cdot 1000 \cdot 1700 = 1700 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект определяется:

$$E_{год} = \mathcal{E}_{год} - E_H \left(\frac{C_{б1}}{P_{z1} * T_{год}} - \frac{C_{б0}}{P_{z0} * T_{год}} \right) * P_{z1} * T_{год}, \quad (3.26)$$

где E_H – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, $E_H = 0,14$, [2].

$$E_{год} = 1700 - 0,14 * (2000/1000/1700 - 300/1000/1700) * 1000 * 1700 = 1462 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений:

$$T_{ок} = \frac{C_{б1} - C_{б0}}{\mathcal{E}_{год}} = (2000 - 300)/1700 = 1 \text{ лет.} \quad (3.27)$$

В таблице 3.3. представлена сравнительная технико-экономическая оценка эффективности конструкции теплообменника.

Таблица 3.3– Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции теплообменника.

Наименование показателей	Варианты		Проект в %% к ба- зовому
	Исход- ный	Проект	
Часовая производительность, м ³ /ч	1000	1000	100,0
Фондоемкость конструкции, руб./м ³ *10 ⁻³	0,02	0,12	600,0
Энергоемкость конструкции, кВт/м ³ *10 ⁻³	0,11	0,11	100,0
Металлоемкость конструкции, кг/м ³ *10 ⁻⁶	0,12	0,35	291,7
Трудовоемкость конструкции, чел*ч/м ³	0,001	0,001	100,0
Уровень эксплуатационных затрат, руб./м ³	0,132	0,131	99,2
Годовая экономия, руб.	–	1700	–
Годовой экономический эффект, руб.		1462	–
Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений, лет.	–	1	–

ВЫВОДЫ

В ходе выполнения работы был произведен литературный анализ существующих технологий по проектированию электроснабжения зданий и сооружений и были изучены новые направления в этой области.

Разработанный проект участка по модернизации и ремонту электрооборудования тракторов отвечает последним требованиям в технологии проектирования электроснабжения и ремонта электрооборудования, что существенно позволит повысить производительность, уменьшить себестоимость, улучшить условия труда.

Спроектированный участок по модернизации и ремонту электрооборудования тракторов, является эффективным.

Спроектированный электропривод вентилятора системы охлаждения двигателя трактора МТЗ-82 имеет небольшие габаритные размеры, простое устройство, небольшую массу и высокие технико-экономические показатели по сравнению с существующей конструкцией, что делает ее использование более выгодным.

Ожидаемая годовая экономия составит 1700 рублей. Срок окупаемости капитальных вложений равен 1 году 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. Вентиляторы общего и специального назначения. Каталог продукции. 1999 г., часть 1, выпуск 1. - М., ОАО "МОВЕН", 1999, 72 с
4. Двигатели внутреннего сгорания: Теория поршневых и комбинированных двигателей. Учебник для вузов по специальности “Двигатели внутреннего сгорания”/ Д.Н. Вырубов, Н.А. Иващенко, В.Н. Ивин и др.; Под ред. А.С. Орлина.– 4-е изд., перераб и доп. – М: Машиностроение, 1983. – 372 с.
5. Захаров А.А. Применение теплоты в сельском хозяйстве. – 2-е изд., перераб и доп. – М.: Колос, 1980 – 311 с.
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. Николаенко А.В. Теория, конструкция и расчет автотракторных двигателей./ А.В.Николаенко 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1992. – 414 с.
9. Охрана труда./ Ф. М. Канарев, В. В. Бугаевский, М. А. Пережогин и др. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1988. – 351 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.Тракторы МТЗ - 80, МТЗ - 82,. – М. Колос, 1984 -254 с.

12. 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.
13. <http://www.yse-electro.ru>.
14. <https://odp-ukraina.com>
15. <http://www.findpatent.ru>
16. <http://www.gpfk.ru>
17. <http://avtocom.com>
18. Top Reliability is everything for tayside fleet // Farmers weekly. 1988. Vol. 108. No 11. P. 8.
19. <http://www.mtz1.ru>
20. <http://automn.ru>

СПЕЦИФИКАЦИИ