

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Электронного образования

Специальность Оборудование и технологии сварочного производства

Кафедра Оборудования и технологии сварочного производства

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Повышение ресурсоэффективности источников питания переменного тока для дуговой сварки покрытыми электродами

УДК 621.791.75:621.311.6

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В22	Савельев С. В.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Гордынец А. С.	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Баннова К.А.	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Сопруненко Э.Е.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. Кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Киселев А.С.	К.Т.Н.		

Томск – 2017 г.

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт дистанционного образования
 Направление подготовки (специальность) оборудование и технология сварочного производства
 Кафедра Оборудования и технологии сварочного производства

УТВЕРЖДАЮ:
 Зав. кафедрой ОТСП
 _____ «»_____2017 Киселев А.С.

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврская работа
(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
З-1В22	Савельев Сергей Викторович

Тема работы:

Повышение ресурсоэффективности источников питания переменного тока для дуговой сварки покрытыми электродами	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	20.04.2017, №2789/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	25.05.2017
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Исследование электронного устройства, которое уменьшит величину потребляемого от сети тока, а так же проведены испытания для снижения потерь металла на разбрызгивание.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования;</i>	1. Обзор литературы 2. Повышение энергоэффективности сварочных трансформаторов 3. Экспериментальное исследование 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 5. Социальная ответственность 6. Заключение
<i>содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	

Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. Титульный лист (название работы) 2. Цель и задачи 3. Материалы и методы исследования 4. Способы повышения коэффициента мощности 5. Экономическая часть 6. Социальная ответственность 7. Выводы
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
1 Литературный обзор 2 Материалы, оборудование и методы исследования 3 Экспериментальное исследование 4 Выводы	Гордынец Антон Сергеевич
5 Финансовый менеджмент, ресурсо-эффективность и ресурсосбережение	Баннова Кристина Алексеевна
6 Социальная ответственность	Сопруненко Элина Евгеньевна

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	30.01.2017
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Гордынец А. С.	к.т.н.		30.01.2017

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В22	Савельев С. В.		30.01.2017

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Электронного образования
Направление подготовки 150202 Оборудование и технологии сварочного производства
Уровень образования Высшее
Кафедра Оборудование и технологии сварочного производства
Период выполнения (весенний семестр 2017 учебного года)

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	25.05.2017
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
28.03.2017	1 Литературный обзор	25
17.04.2017	2 Повышение энергоэффективности сварочных трансформаторов	5
03.05.2017	3 Экспериментальное исследование	35
19.05.2017	4 Выводы	10
	5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	15
	6 Социальная ответственность	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Гордынец А. С.	к.т.н.		30.01.2017

СОГЛАСОВАНО:

Зав. Кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Киселев А.С.	к.т.н.		30.01.2017

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-1В22	Савельев Сергей Викторович

Институт	Электронного образования	Кафедра	ОТСП
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Машиностроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Суть работы заключается в разработке и исследовании синхронного электронного ключа, полученные результаты: уменьшение потребления электроэнергии и применяемых сварочных материалов
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведение НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Определение потенциального потребителя результатов исследования, SWOT-анализ, определение возможных альтернатив проведения научных исследований
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Планирование этапов работы, трудоемкости работы, расчет бюджета
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Оценка сравнительной эффективности проекта

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Альтернативы проведения НИ
4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.03.17
--	----------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Баннова К.А.	К.Э.Н		01.03.17

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В22	Савельев Сергей Викторович		01.03.17

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-1В22	Савельев С. В.

Институт	Электронного обучения	Кафедра	Оборудования и технологии сварочного производства
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01. «Машиностроение»

Тема выпускной квалификационной работы: "Повышение ресурсоэффективности источников питания переменного тока для дуговой сварки покрытыми электродами."

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:
Целью данного раздела – выявление и предупреждение всех возможных опасных и вредных производственных факторов, которые могут возникнуть при сварке в сварочной лаборатории с другими приборами. Анализ сварочного производства: – а) приводятся данные о выявлении и предупреждении всех возможных опасных и вредных производственных факторов, которые могут возникнуть при сварке; приводится перечень средств коллективной и индивидуальной защиты персонала, а также защиты окружающей среды; – приводятся правила охраны труда и техники безопасности; – б) приводятся данные по оптимальным и допустимым значениям микроклимата на рабочем месте, перечисляются методы обеспечения этих значений; – в) приводятся данные по реальным значениям шума на рабочем месте, перечисляются мероприятия по защите персонала от шума, средства коллективной защиты;
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:
1. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности: – а) приводятся данные по значениям напряжения используемого оборудования, классификация помещения по электробезопасности, допустимые безопасные для человека значения напряжения, тока и заземления (в т.ч. статическое электричество, молниезащита - источники, средства защиты); – б) приводится классификация пожароопасности помещений, указывается класс пожароопасности вашего помещения, перечисляются средства пожаробнаружения и принцип их работы, средства пожаротушения, принцип работы, назначение (какие пожары можно тушить, какие – нет); пожаро-взрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия).
2. Охрана окружающей среды: Организация безотходного производства (приводится перечень отходов, хранения и

утилизации образовавшихся на вашем производстве промышленных отходов).
3. Защита в чрезвычайных ситуациях: – приводятся возможные для Сибири ЧС; – разрабатываются превентивные меры по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС, разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства (приводится перечень ГОСТов, СНиПов и др. законодательных документов, использованных в своей работе).
Перечень графического материала: Отсутствует

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику:	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Сопруненко Э.Е.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В22	Савельев С. В.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 84 с., 17рис., 26 табл., 28 источников, 14 листов демонстрационного материала (слайдов).

Ключевые слова: ТДМ-501МУ2, трансформаторы, электронный ключ, сварочный ток, осциллограммы сварочного тока.

Объектом изучения является технология ручной дуговой сварки покрытыми электродами на предприятии ОАО ТДСК г. Томска.

Предметом изучения является конструкция сварочного трансформатора ТДМ-501МУ2.

Цель работы – снижение потребления энергии сварочным трансформатором ТДМ-501МУ2.

Научная или практическая новизна – предложено электронное устройство, которое уменьшает величину потребляемого трансформатором от сети тока, а также проведены испытания устройства снижающего потери металла на разбрызгивание при дуговой сварке покрытыми электродами переменным синусоидальным током промышленной частоты.

Практическая значимость проекта заключается в снижении затрат при выполнении дуговой сварки покрытыми электродами на площадках панельного домостроения. Реализация и апробация дипломного проекта заключаются в том, что результаты могут быть приняты к рассмотрению и использованы на предприятии ОАО ТДСК г. Томска.

Выпускная квалификационная работа инженера выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2016 и графическом редакторе “КОМПАС-3DV16” и представлена на диске CD-RW (в конверте на обороте обложки).

Abstract

Final qualification work 84 pages, 17 images, 26 tables, 28 sources, 14 sheets of demonstration material (slides).

Key words: TDM-501 MY2, transformers, electronic key, welding current, oscillograms of welding current.

The object of study is the technology of manual arc welding covered with electrodes at the enterprise of OAO TDKK, Tomsk.

The subject of study is the design of the welding transformer TDM-501 MU2.

The purpose of the work is to reduce the energy consumption of the welding transformer TDM-501 MU2.

Scientific or practical novelty is an electronic device that reduces the amount of current consumed from the network, as well as carrying out tests to reduce metal losses for spraying.

The practical importance of the project lies in the simplicity of manufacturing and use of a synchronous electronic key on construction sites. The implementation and approbation of the graduate project of prisoners is that the results can be accepted for consideration and used at the enterprise of OAO TDKK, Tomsk.

Graduation qualification work of the engineer is carried out in the text editor Microsoft Word 2016 and the graphic editor "COMPASS-3D V16" and on the CD-RW (in the envelope on the back cover).

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

Обозначения и сокращения

$I_{св}$ – сила тока;

U_d – напряжение дуги;

$V_{св}$ – скорость сварки.

РДС – ручная дуговая сварка;

ТДСК- Томская домостроительная компания;

Нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

- 1 ГОСТ Р 1.5-2012 Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные. Правила построения, изложения, оформления и обозначения
- 2 ГОСТ 7.32-2001 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления
- 3 СТП ТПУ 2.5.01-2014 Система образовательных стандартов. Работы выпускные квалификационные, проекты и работы курсовые. Структура и правила оформления.
- 4 ГОСТ 5264-80 -«Швы сварных соединений. Ручная электродуговая сварка».
- 5 ГОСТ 12.1.012-90 «Вибрационная безопасность» гигиеническое нормирование вибрации на рабочих местах;
- 6 ГОСТ 12.1.003- 83 нормируемые параметры шума на рабочих местах;
- 7 ГОСТ 12.1.005- нормы производственного микроклимата установленные системой безопасности труда;
- 8 ГОСТ 12.0.002-74 требования на предприятии соблюдаемые с целью уменьшения опасности поражения электрическим током.
- 9 ГОСТ 17.2.3.02- 78 требования для предприятий по выбросу вредных веществ в атмосферу.

Определения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

Коэффициент наплавки (α_n): это коэффициент, выраженный отношением массы металла, наплавленной за единицу времени горения дуги, отнесенной к единице сварочного тока.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	14
1 Литературный обзор	16
1.1 Оборудование применяемое на объектах ОАО ТДСК.....	18
1.2 Особенности, преимущества и недостатки сварочных трансформаторов....	20
1.3 Энергоэффективность сварочных трансформаторов	21
1.3.1 Коэффициент мощности ($\cos\varphi$)	22
1.3.2 Способы повышения коэффициент мощности $\cos\varphi$	24
1.4 Цели и задачи.....	27
2 Повышение энергоэффективности сварочных трансформаторов	28
3 Экспериментальное исследование	35
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение...	40
4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	40
4.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	40
4.1.3 FAST – анализ.....	41
4.1.4 SWOT-анализ.....	47
4.2 Инициация проекта	51
4.3 Планирование управления проектом	53
4.3.1 План проекта.....	53
4.3.2 Бюджет научного исследования. Затраты на материалы и эксперименты	58
4.3.3 Расчет фонда заработной платы	58
4.4 Определение ресурсной финансовой и бюджетной эффективности исследования.....	61
4.4.1 Оценка сравнительной эффективности проекта	61
5 Социальная ответственность.....	65
5.1 Анализ выявления вредных и опасных факторов	65
5.1.1 Опасность получения ожогов	65

5.1.2 Наличие вредных примесей и запыленности в воздухе рабочей зоны...	66
5.1.3 Расчет вытяжной вентиляции	68
5.1.4 Пожаровзрывоопасность	69
5.1.5 Производственный шум.....	71
5.1.6 Ультрафиолетовое излучение	73
5.1.7 Электробезопасность	74
5.1.8 Расчет заземления.....	75
5.2 Охрана окружающей среды.....	77
5.3 Чрезвычайные ситуации	77
5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	78
Заключение.....	80
Список использованных источников.....	82

Диск CD-R

В конверте на
обороте обложки

ФЮРА.200000.023 Презентация.

Файл Презентация Савельев.ppt в формате PowerPoint 2016

ФЮРА. 200000.023 Пояснительная записка.

Файл Диплом Савельев. docx в формате Word 2016

Графический материал:

Введение

Актуальность

Строительная отрасль испытала сильное влияние экономического кризиса, в результате которого многие строящиеся и проектируемые объекты различного назначения были заморожены, либо их концепции и бюджеты существенно пересмотрены. Это связано с высокой зависимостью отрасли от заемных средств: в ситуации экономического кризиса, когда стоимость кредитных средств возросла, активы компаний обесценивались, а покупательская способность населения была значительно снижена.

У российской строительной отрасли есть ряд локальных проблем, замедляющих ее развитие:

- недостаток финансирования как со стороны инвесторов, так и со стороны населения и предприятий-заказчиков;
- отсутствие значимой поддержки строительства социальных и инфраструктурных объектов за счет бюджета;
- отсутствие во многих регионах площадок с подготовленной инфраструктурой;
- высокий уровень транзакционных издержек;
- неэффективная организация рыночных структур;
- низкий уровень менеджмента в строительстве, плохая организация работ;
- технологическая отсталость российского строительного комплекса;
- отсутствие или устаревшая документация по генеральным планам городов (как крупных, так и малых).

Наиболее актуальными становятся вопросы ресурсосбережения и ресурсоэффективности, а также замены зарубежных материалов более дешевыми отечественными аналогами.

При этом новые технологические и инженерные решения представляются как один из наиболее перспективных путей роста строительной отрасли,

которые помогут в значительной степени снизить издержки производства, затраты электроэнергии и материалов и т.д.

При возведении многоэтажных жилых комплексов широко применяется ручная дуговая сварка покрытыми электродами. При этом в качестве источников питания используются сварочные трансформаторы марки ТДМ-501МУ2.

Эти трансформаторы характеризуются большой потребляемой мощностью. Сварка на строительных объектах производится на больших высотах более 30 метров, поэтому передача электроэнергии осуществляется через силовой кабель.

Объектом изучения является технология ручной дуговой сварки покрытыми электродами на предприятии ОАО ТДСК г. Томска.

Предметом изучения является сварочный трансформатор ТДМ-501МУ2.

Цель работы – снижение потребления энергии сварочным трансформатором ТДМ-501МУ2.

Научная или практическая новизна – электронное устройство которое уменьшит величину потребляемого от сети тока, а так же проведены испытания для снижения потерь металла на разбрызгивание.

Практическая значимость проекта заключается в простоте изготовления и использования синхронного электронного ключа на строительных площадках. Реализация и апробация дипломного проекта заключаются в том, что результаты могут быть приняты к рассмотрению и использованы на предприятии ОАО ТДСК г. Томска.

1 Литературный обзор

Томская домостроительная компания – крупнейший строительный холдинг СФО и основной производитель жилья в Томске и Томской области. В состав ТДСК входят 21 предприятие, объединённых в единый технологический комплекс, способный воплотить в жизнь проекты любой сложности - от проектирования и производства строительных материалов до строительства, обеспечения современными телекоммуникациями и обслуживания готовых объектов.

В 2017 году компания ОАО ТДСК имеет следующие достижения:

- 6,635 млн. квадратных метров жилья, построенных за 45 лет деятельности;
- 4039 работников;
- 21 предприятие, образующие единый холдинг;
- ежегодный ввод в эксплуатацию от 35 домов и более 4500 семей-новосёлов;
- более 25% объема строительно-монтажных работ Компании приходится на Кемеровскую и Новосибирскую области.

Знаковые социальные объекты последних лет – радиологический корпус областной клинической больницы с 4-мя каньонами, плавательный бассейн олимпийского класса «Звездный».

ТДСК использует энергосберегающие технологии в производстве железобетона, строительстве жилых и нежилых зданий, при эксплуатации объектов. Обеспечение должного уровня энергоэффективности включает полномасштабную модернизацию всей инженерно-технической начинки зданий.

В домах ТДСК устанавливают водосчётчики и счётчики электроэнергии, используют автоматизированный узел управления системой теплоснабжения. От суровых погодных условий защищают потребителей тёплые наружные стены, пластиковые окна со стеклопакетами и застеклённые лоджии. Новая

стенная панель стала большим достижением компании. Усовершенствованная стена, как и прежняя – трёхслойная, но утеплитель на пять сантиметров толще и ликвидированы все «мостики холода».

В 2015 году разработана новая сейсмостойкая домостроительная система КУПАСС, которая при испытаниях выдержала 9 баллов по 12-ти бальной системе.

Железобетонные (ж/б) панели являются элементами стеновых конструкций и производятся они в заводских условиях из армированного металлическими арматурными каркасами либо специальными сетками бетона, и характеризуются высокой устойчивостью к огню и прочностью. Они выпускаются из бетонов разных марок, и могут быть как внешними, так и внутренними. Стеновые панели наружные ЖБИ и внутренние, могут выпускаться с применением теплоизолирующих материалов – утепленный вариант, так и без, что наиболее характерно для внутренних элементов железобетонных стеновых конструкций.

Для крепления ж/б панелей между собой в них предусмотрены закладные пластины (рисунок 1).

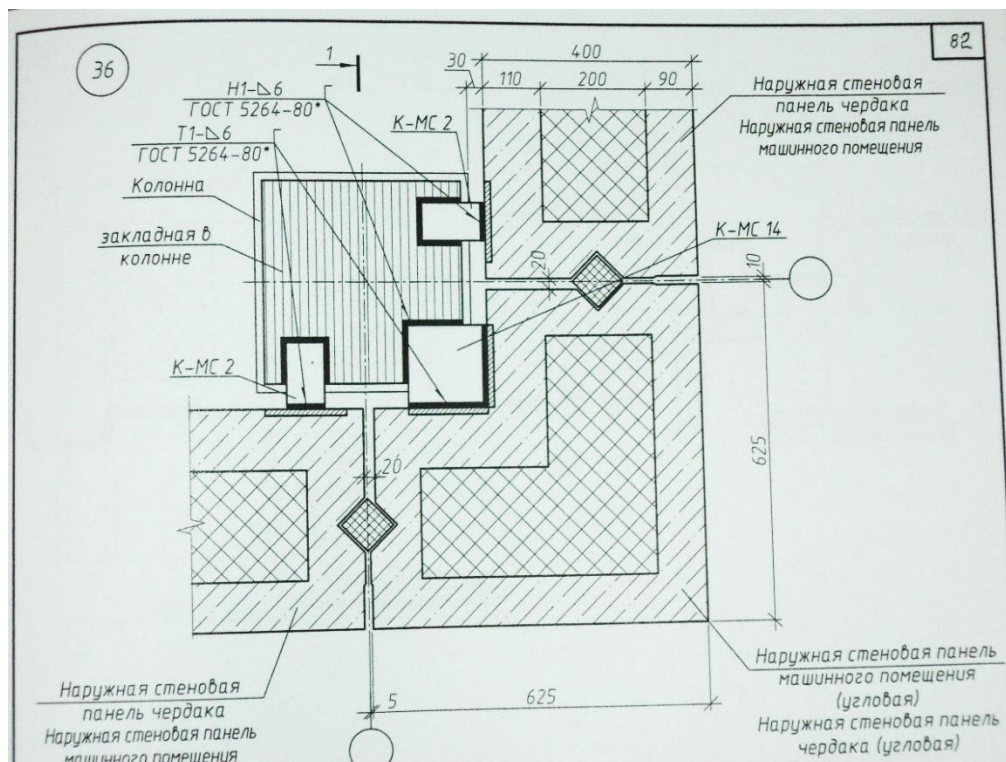


Рисунок 1 – Железобетонные стеновые панели

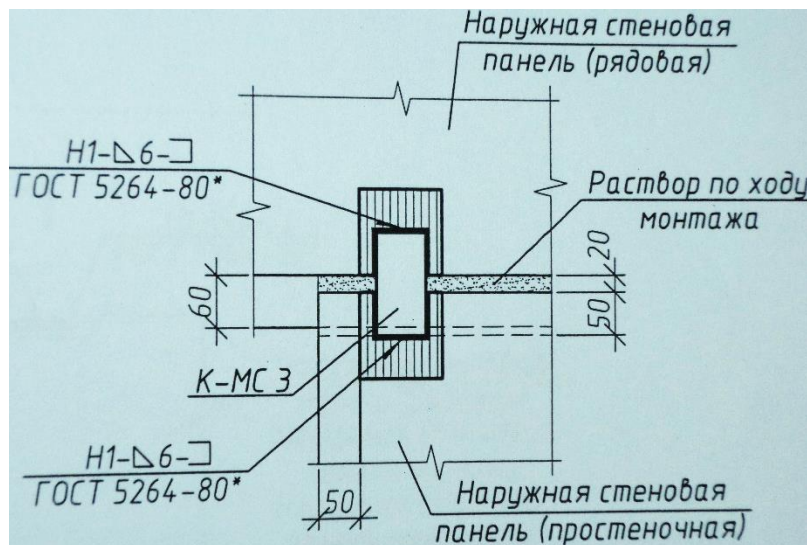


Рисунок 2 – Закладные пластины

К закладным пластинам крепятся необходимые металлические конструкции, а также другие панели, в качестве способа сварки применяется ручная дуговая сварка (п.1.1).

1.1 Оборудование применяемое на объектах ОАО ТДСК

Источники питания для сварки ручной работы дуговой сварки покрытыми электродами:

- ВДУ-506 - это регулируемый тиристорный выпрямитель с падающей или жесткой внешней характеристикой. В отличие от ВДУ-506С отсутствует комбинированная вольтамперная характеристика при полуавтоматической сварки. Регистрируется в НАКС. Данный источник используется в комплекте с механизмами подачи типа ПДГО-510-5. Идеален для цеховых условий при сварке на токах до 450А - ПВ=100%. [1]

- ВДМШ-501-Выпрямитель сварочный ВДМШ-501УЗ предназначен для питания электрической сварочной дуги постоянным током при ручной дуговой сварке, резке и наплавке металлов при трехфазном питании от сети переменного тока. Выпрямитель сварочный ВДМШ-501УЗ предназначен для работы в закрытых помещениях с естественной вентиляцией без искусственно регулируемых климатических условий. Не допускается использование

выпрямителя ВДМШ-501УЗ в среде, насыщенной пылью, во взрывоопасной среде, а также в атмосфере, содержащей едкие пары и газы, разрушающие металлы и изоляцию.

-ВДМ-1600 - Выпрямитель для дуговой сварки ВДМ-1600, стационарный, многопостовой, в дальнейшем именуемый "выпрямитель", предназначен для одновременного питания выпрямленным током сварочных постов для ручной дуговой сварки. Выпрямитель имеет жесткие внешние характеристики. Регулировка тока дуги сварочного поста производится с помощью балластного реостата.[2]

- ТДМ- 501У2- Трансформатор ТДМ-501У2 предназначен для питания одного сварочного поста переменным током при ручной дуговой сварке, резке и наплавке металлов покрытыми металлическими электродами.

Другое сварочное оборудование:

- Машина контактной сварки МТ –3001- Машина контактной точечной сварки МТ-3001 позволяет выполнять электрическую контактную сварку деталей, изготовленных из низкоуглеродистых сталей, нержавеющей стали 12Х18Н9Т, алюминиевых и титановых сплавов, а также армирующих прутков.

- Инверторная установка TIG 315 AC/DC предназначена для аргонодуговой сварки нержавеющей, легированной, углеродистой стали и других цветных металлов в режиме постоянного тока, а в режиме переменного тока - для сварки алюминия и его сплавов. Разработка и использование в установках улучшенной инверторной технологии обеспечивает работу оборудования при частоте 100 КГц, это, в свою очередь, позволяет уменьшить объем и вес основных деталей (трансформаторов). Использование технологии PWM (Импульсная Модуляция Расстояния) обеспечивает стабильный сварочный ток и более точную регулировку тока.[3]

- Сварочный аппарат Lincoln Electric 505S+ подающие механизмы толкающего типа Lincoln Electric LF 24 М под сварочную проволоку 2,1 мм в среде CO₂ –источник питания постоянного тока с выходным током 500А при

40% ПВ. Этот аппарат идеальное решение для полуавтоматической, промышленной MIG/MAG сварки сталей, нержавеющей сталей и алюминия, а также для сварки порошковой проволокой в среде защитного газа. Источник оснащен встроенной тележкой на колесах, имеет ручки для перемещения. Данная установка поставляется с воздушным охлаждением.

Анализ номенклатуры и количества источников питания имеющихся на объектах ОАО ТДСК показал, что чаще всего на строительных площадках применяются сварочные трансформаторы ТДМ-501МУ2, поэтому целесообразно провести их улучшение. Остальные источники питания применяются только в цехах металлообработки конструкций, т.к. имеют больше узко специализированное назначение, поэтому их в данной работе рассматривать не будем.

1.2 Особенности, преимущества и недостатки сварочных трансформаторов

Сварочный трансформатор— это аппарат, преобразующий переменное напряжение сети в переменное напряжение для сварки. Устройство однопостового сварочного трансформатора с подвижными обмотками приведено на рисунке ниже [4].

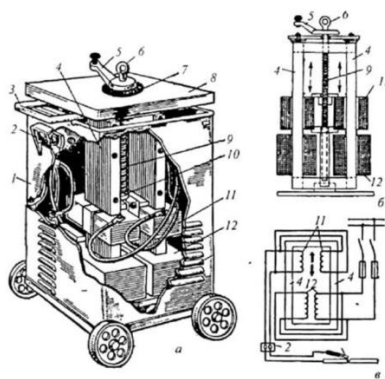


Рисунок 3 - Сварочный трансформатор: а – внешний вид; б – схема регулирования сварочного тока; в – электрическая схема; 1 – корпус; 2 – зажим; 3 – ручка; 4 – магнитопровод; 5 – рукоятка; 6 – рымболт; 7 – шкала; 8 – крышка корпуса; 9 – вертикальный винт; 10 – ходовая гайка винта; 11, 12 – вторичная и первичная обмотки соответственно

Регулирование силы тока в таком сварочном трансформаторе осуществляется с помощью изменения расстояния между первичной и вторичной обмоткой.

Преимуществами сварочных трансформаторов является:

- дешевизна изготовления (сварочный трансформатор примерно в 2–4 раза дешевле сварочного выпрямителя и в 6–10 раз дешевле сварочного агрегата аналогичной мощности);

- высокий КПД (обычно 70–90%);

- сравнительно низкий расход электроэнергии;

- простота эксплуатации и ремонта.

К недостаткам сварочных трансформаторов можно отнести [5]:

- возможность применения только специальных покрытых электродов для сварки на переменном токе;

- низкая стабильность горения дуги;

- зависимость величины сварочного тока от колебаний сетевого напряжения;

- низкий коэффициент мощности.

1.3 Энергоэффективность сварочных трансформаторов

Проблемы, возникающие при низком коэффициенте мощности для потребителя, приводят:

- к необходимости увеличения полной мощности трансформаторов и электрических станций, а также к увеличению сечения силовых кабелей;

- к увеличению потерь мощности и напряжения в проводах. При одних и тех же значениях мощности и напряжения уменьшение коэффициента мощности сопровождается увеличением тока в проводах, вследствие чего возрастают потери на нагрев, что, в свою очередь, приводит к падению напряжения в сети. [6]

Чем меньше коэффициент мощности сети, тем менее загружена сеть активной мощностью и тем меньше коэффициент полезного действия

использования сети. В связи с этим необходимо, чтобы как можно большую часть в полной мощности составляла именно активная мощность, а не реактивная, в этом случае коэффициент мощности будет ближе к единице.

Перечислим некоторые причины, которые способствуют возникновению в системе низкого коэффициента мощности:

- индуктивные нагрузки, особенно недогруженные асинхронные двигатели и трансформаторы;
- повышенное напряжение.

Реактивная мощность, потребляемая этими нагрузками, увеличивает значение полной мощности в распределительной сети, и такое увеличение реактивной и полной мощности вызывает снижение коэффициента мощности.[6]

1.3.1 Коэффициент мощности ($\cos\varphi$)

Особенности горения дуги переменного тока. При питании сварочной дуги переменным током полярность электродов, а также условия существования дугового разряда периодически изменяются. В конце каждого полупериода сварочного тока дуга гаснет, температура и электропроводность дугового промежутка снижаются. Повторное зажигание дуги в новом полупериоде происходит при повышенном напряжении, называемом напряжением повторного зажигания U_3 . Значение напряжения повторного зажигания зависит от множества факторов, и в частности от теплофизических свойств и геометрии электродов, от наличия в дуговом промежутке паров легкоионизирующихся элементов, от длины дуги и сварочного тока.[7]

Из-за различных теплофизических свойств и условий охлаждения электрода и изделия условия существования дугового разряда и условия повторного возбуждения дуги в соседние полупериоды весьма разнообразны. В те полупериоды, когда катодом является изделие, напряжение повторного зажигания может превосходить нормальное напряжение горения дуги в несколько раз. Особенно высокие пики напряжения повторного зажигания

имеют место при аргонодуговой сварке вольфрамовым электродом легких сплавов в полупериоды, когда происходит формирование катода на изделии.

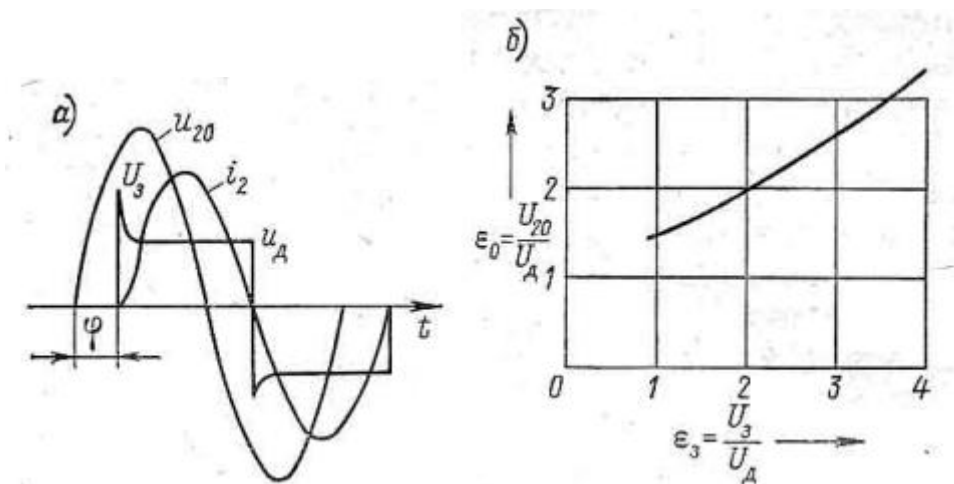


Рисунок 4 – Кривые сварочного тока, напряжения дуги и зависимость $\epsilon_0=f(\epsilon_3)$ [7]

На устойчивость и скорость повторного зажигания дуги существенное влияние оказывают параметры источников питания. К таким параметрам прежде всего относятся напряжение холостого хода и скорость его восстановления после обрыва тока дуги, форма кривой сварочного тока, фазовый сдвиг между напряжением холостого хода источника и током дуги.

На рисунке 4, а представлены типичные кривые тока и напряжения дуги при питании от стандартного сварочного трансформатора. Кривая u_{20} характеризует напряжение трансформатора при холостом ходе. При нагрузке в связи с наличием в сварочной цепи реактивного сопротивления сварочный ток i_2 отстает от напряжения u_{20} на угол φ . Если формирование разряда при повторном возбуждении дуги задержалось, т. е. электрическая цепь разорвалась, напряжение на дуговом промежутке u_d стремится увеличиться до значения, соответствующего мгновенному значению напряжения холостого хода u_{20} . Благодаря сдвигу фаз это напряжение близко к своему амплитудному значению, что благоприятно сказывается на повторном зажигании дуги. Очевидно, что повышение напряжения на дуговом промежутке во время

повторного зажигания дуги способствует повышению устойчивости ее горения. [8]

Вывод: сдвиг тока относительно напряжения на угол φ приводит к тому, что повышается стабильность горения дуги, но при этом приводит к снижению коэффициента $\cos\varphi$.

1.3.2 Способы повышения коэффициент мощности $\cos\varphi$

Коэффициент мощности можно повысить путем дополнительного подключения в сеть потребителей реактивной мощности, таких как конденсаторы или асинхронные двигатели.

Также его можно увеличить за счет полного использования по нагрузке асинхронных двигателей и трансформаторов и за счет применения высокоскоростных двигателей. Применение автоматической системы переключения отводов обмоток трансформаторов также способствует повышению коэффициента мощности.[9]

Перечислим обстоятельства коррекции коэффициента мощности, которые способны:

а) снизить потребление электроэнергии на предприятии

Повышение коэффициента мощности $\cos\varphi$ на предприятии за счет внедрения любого из вышеупомянутых способов компенсирует потери и уменьшает токовые нагрузки на оборудование электросети, т.е. кабели, распределительные коммутационные устройства, трансформаторы, генерирующие установки и т.д. Это означает, что коррекция коэффициента мощности $\cos\varphi$ там, где она возможна, уменьшит потребление электроэнергии на предприятии и, в свою очередь, снизит стоимость электроэнергии.

Повышение коэффициента мощности $\cos\varphi$ приводит к снижению энергопотребления, когда коррекция реализована на уровне отдельных потребителей (т.е. оборудования) или на уровне распределительного устройства. Но это не приведет к снижению энергопотребления, если предприятие, получающее энергию из общей сети, вынесет коррекцию на

уровень питающего/входного напряжения только для того, чтобы скомпенсировать реактивную энергию, потребляемую из сети. Если предприятие осуществляет такую коррекцию для своей собственной системы генерации электроэнергии, то в этом случае экономия на стоимости (либо электроэнергии, либо стоимости топлива) будет иметь место за счет снижения потерь в генераторе. [10]

б) сократить затраты на электроэнергию

Коррекция коэффициента мощности $\cos \varphi$ приведет только к уменьшению стоимости электроэнергии в случае, если предприятие, получающее энергию из общей сети, вынесет коррекцию на уровень питающего/входного напряжения только для того, чтобы скомпенсировать реактивную энергию, потребляемую из сети.

Как правило, $\cos \varphi$ повышают до значения 0,95-0,98, а дальнейшее его повышение до единицы может привести к увеличению срока окупаемости мероприятий по коррекции.

в) снизить затраты и потребление электроэнергии

Во всех остальных случаях, кроме вышеописанных исключений, повышение коэффициента мощности в конечном итоге приводит к снижению потребления энергии и, следовательно, к снижению стоимости электроэнергии. Однако окупаемость инвестиций за счет повышения коэффициента мощности зависит от типа предприятия и многих других факторов, таких как тариф на электроэнергию, схемы загрузки оборудования, метода производства и использования мощности и т.д. [11]

Коррекция коэффициента мощности $\cos \varphi$ осуществляется за счет индивидуальной или групповой коррекции.

Таблица 1 - Индивидуальная коррекция коэффициента мощности $\cos \varphi$ [11]

достоинства	Недостатки
увеличение нагрузочной способности распределительной сети	удельная стоимость (на квар) конденсаторов малых габаритов выше, чем стоимость больших конденсаторов

Продолжение таблицы 1

возможность отключения, не требуется дополнительных коммутаций	аппаратного не требуется	экономическая целесообразность обычно до 10 л.с.
лучше стабилизация напряжения		затрудненная установка в местах с особыми требованиями (пожаробезопасные и защищенные исполнения)
простота определения типоразмера конденсатора		необходимость в дополнительном оборудовании для обслуживания
конденсаторы, встроенные в оборудование, могут быть перемещены во время реконструкции		если номинал конденсатора слишком велик – больше, чем мощность намагничивания двигателя, возможно повредить двигатель и другое подключенное оборудование

Таблица 2 - Групповая коррекция коэффициента мощности $\cos \varphi$ [11]

достоинства	Недостатки
увеличение нагрузочной способности системы энергоснабжения	необходимость в коммутирующих устройствах для управления величиной емкости
снижение материальных затрат по сравнению с индивидуальной коррекцией	необходимость в индивидуальных коммутирующих устройствах
сокращение количества оборудования для обслуживания / простота доступа для контроля	отсутствие снижения потерь в кабелях ниже точки коррекции
исключение самовозбуждения асинхронных двигателей из-за высокого значения емкости	высокий срок окупаемости
уменьшение удельной цены на квар для устройств больших типоразмеров	отсутствие вклада в увеличение срока службы/эффективности оборудования
простота регулирования нагрузки энергосистемы; коэффициент мощности $\cos \varphi$ может быть приближен к единице	опережающий коэффициент мощности на предприятиях с собственной генерацией электроэнергии при неправильной коммутации
возможность установки на подстанциях и, следовательно, возможность применения на опасных объектах	вероятность непосредственной коммутации емкостной нагрузки при отключении электроэнергии

1.4 Цели и задачи

Целью работы является:

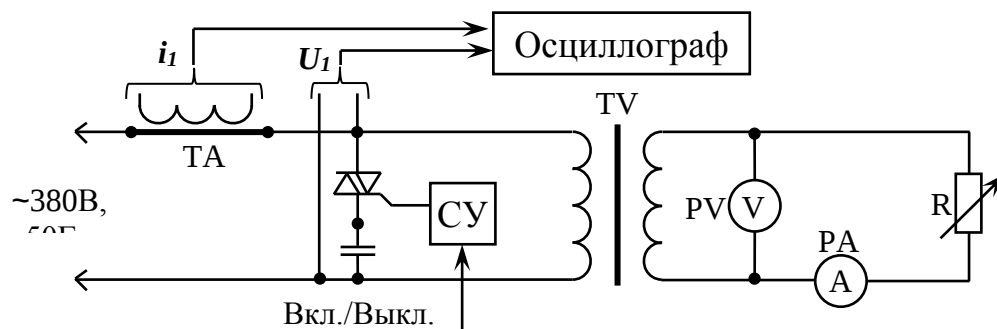
- повышение коэффициента мощности сварочного трансформатора;
- повышение стабильности горения дуги при сварке покрытыми электродами с различными типами обмазки;
- снижение разбрызгивания расплавленным электродом металла.

Для достижения цели в проекте решаются следующие задачи:

- измерить массу заготовок;
- измерить массу стержня электрода;
- сварить заготовки по технологии;
- измерить массу стержней огарков электродов;
- измерить массу свариваемых деталей предварительно очистив их от шлака и брызг расплавленного металла.

2 Повышение энергоэффективности сварочных трансформаторов

Схема эксперимента:



а) Холостой ход сварочного трансформатора ТДМ-317У3:

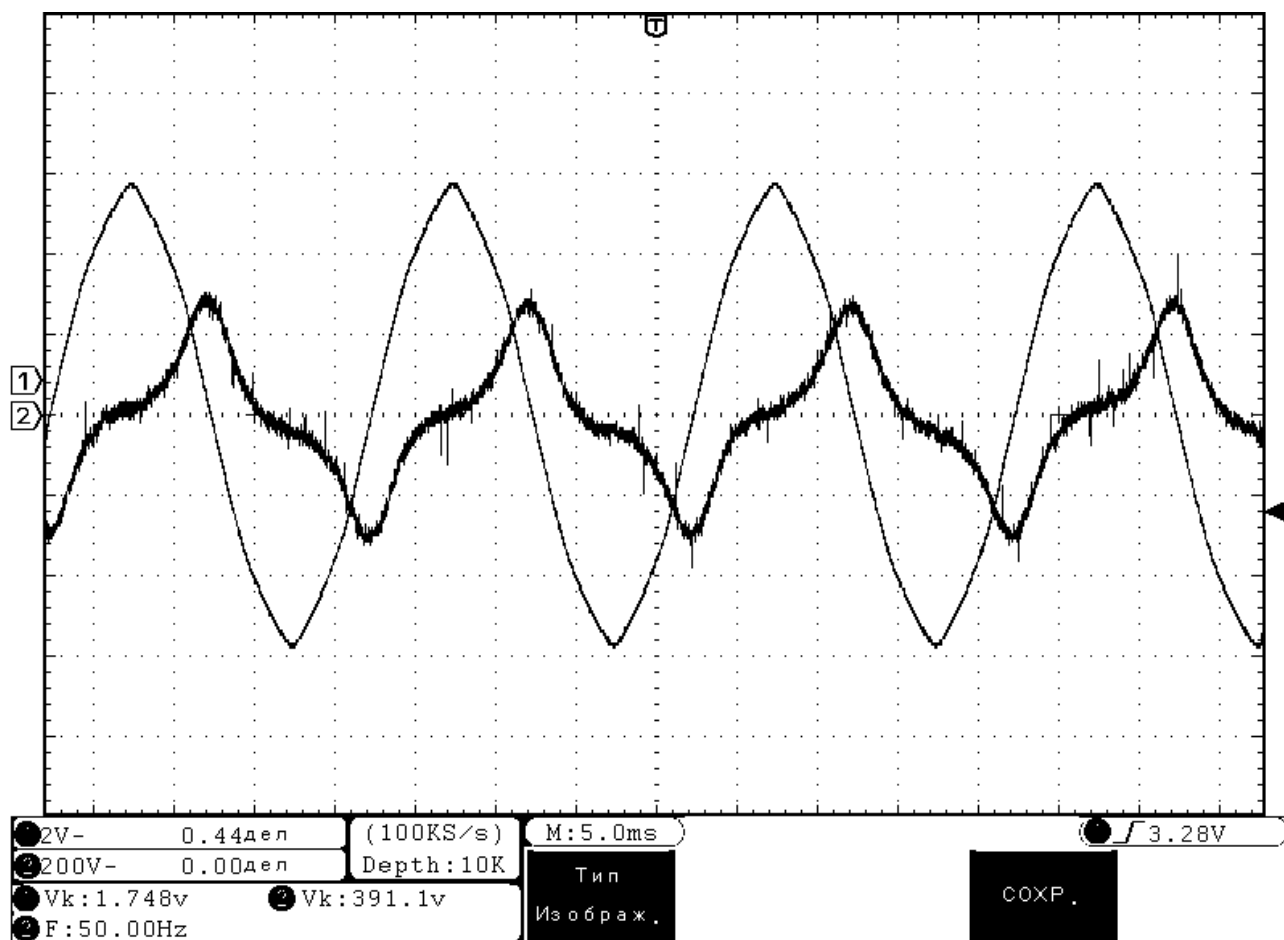


Рисунок 5– Осциллограмма тока холостого хода первичной обмотки сварочного трансформатора и напряжения питающей сети ($\mu_i=2$ А/дел.; $\mu_u=200$ В/дел.; $\mu_t=5$ мс/дел.).

б) Работа сварочного трансформатора ТДМ-317У3 при последовательном соединении обмоток и токе через балластный реостат (R) 116,5А и падении напряжения на нем 29,3 В, что соответствует мощности

выделяемой на нагрузке $P_H=3413\text{Вт}$. Измеренный ток потребляемый от питающей сети составляет при указанных параметрах нагрузки 26,6 А. Осциллограмма потребляемого тока и напряжения питающей сети приведена на рисунке 6. Анализ осциллограмм показал, что запаздывание смены полярности тока относительно напряжения сети составляет $\sim 3,7$ мс, что соответствует индуктивному типу нагрузки и $\cos \varphi=0,397$. Активная часть потребляемой мощности от питающей сети рассчитывается по формуле:

$$P_a = U \times I \times \cos \varphi, \quad (1)$$

где P – активная часть потребляемой мощности, Вт;

U – напряжение питающей сети, В;

I – ток потребляемый от питающей сети, А;

$\cos \varphi$ – коэффициент мощности.

Расчётное значение активной потребляемой мощности составляет 4013 Вт. Отсюда можно вычислить КПД сварочного трансформатора:

$$\eta = \frac{P_H}{P_a} \cdot 100\% = \frac{3413}{4013} \cdot 100\% = 85 \% \quad (2)$$

Такое значение КПД сварочного трансформатора соответствует показателям энергоэффективности более современного, сложного и дорогостоящего инверторного оборудования.

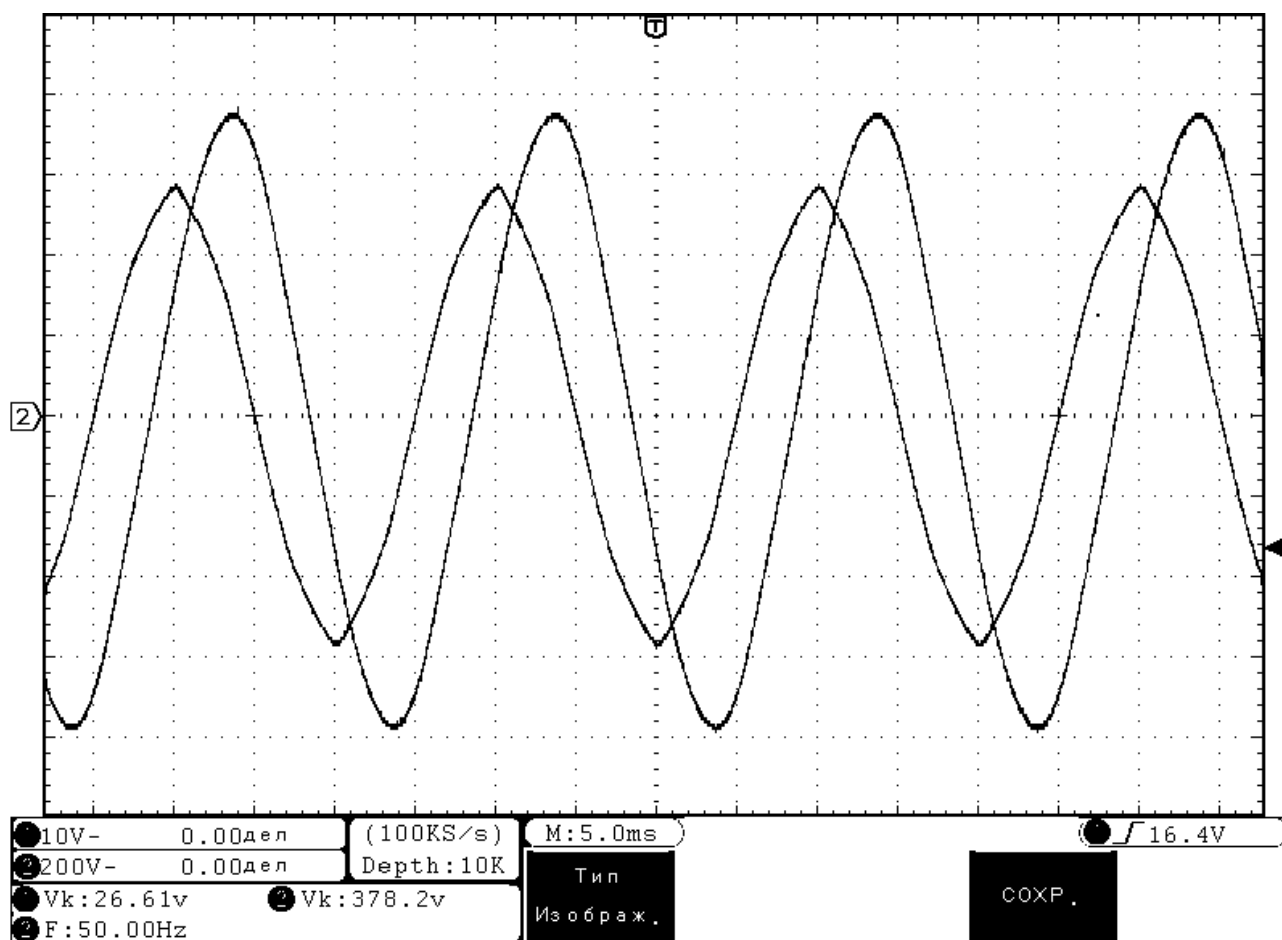


Рисунок 6 – Осциллограмма тока первичной обмотки сварочного трансформатора и напряжения питающей сети ($\mu_i=10$ А/дел.; $\mu_u=200$ В/дел.; $\mu_t=5$ мс/дел.).

в) Для компенсации реактивной (индуктивной) части мощности потребляемой от питающей сети сварочным трансформатором ТДМ-317У3 параллельно первичной обмотке через синхронный электронный ключ (VS) был подключен блок компенсирующих конденсаторов С суммарной емкостью 200 мкф. Управление электронным ключом осуществляли с помощью системы управления (СУ), которая обеспечивала подключение конденсаторов в момент нулевого значения напряжения питающей сети, тем самым исключая броски тока в момент коммутации.

Осциллограмма тока, протекающего через блок конденсаторов при включённом ключе и напряжения питающей сети представлена на рисунке 7. Ее анализ показал, что ток потребляемый от сети носит «емкостной» характер,

опережает напряжение сети на 90° , а его форма сильно искажена не синусоидальностью напряжения питающей сети. Величина тока равна 23,5 А.

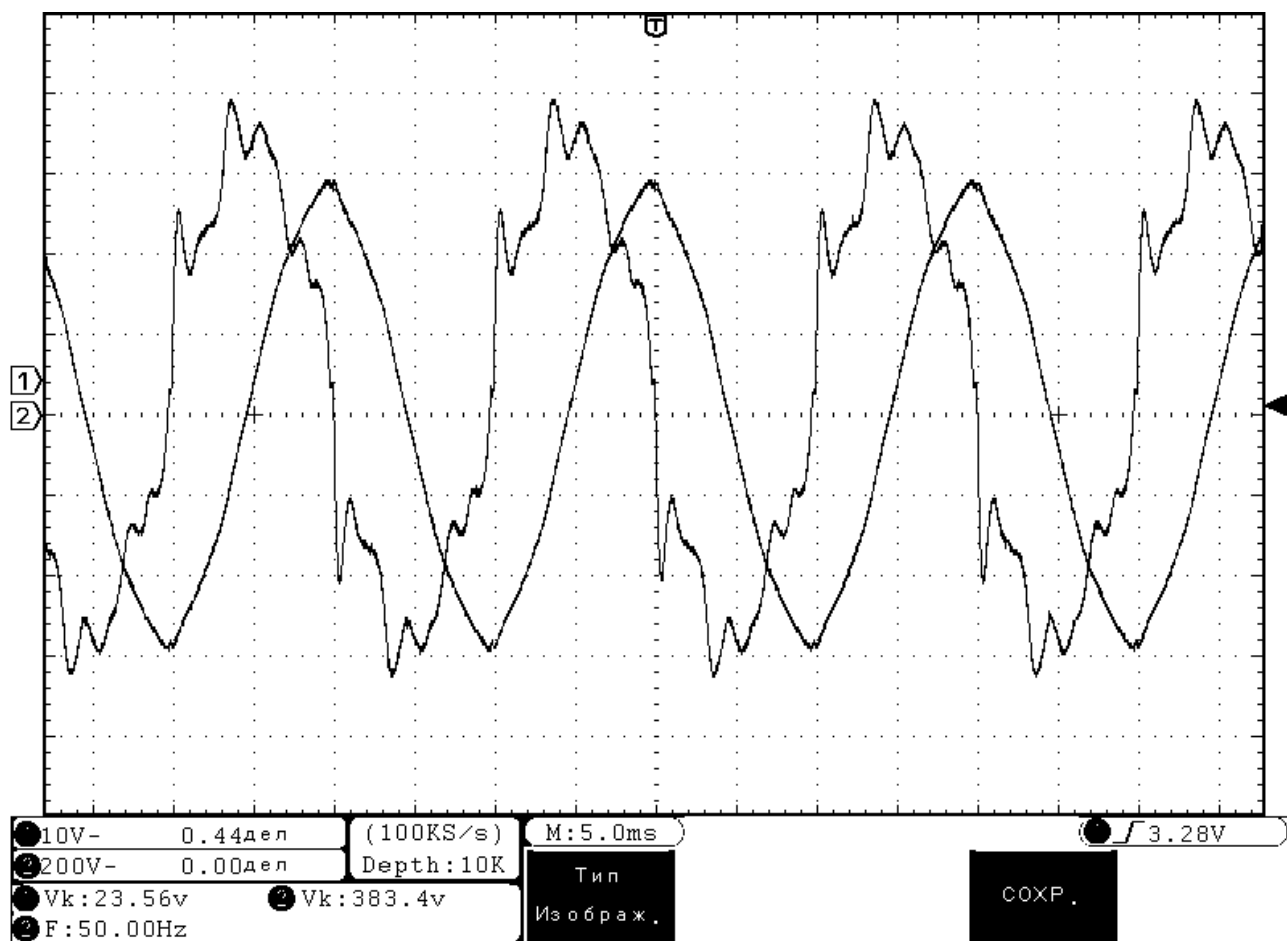


Рисунок 7– Осциллограмма тока, протекающего через блок компенсирующих конденсаторов и напряжения питающей сети ($\mu_i=10$ А/дел.; $\mu_u=200$ В/дел.; $\mu_t=5$ мс/дел.).

г) Включение блока компенсирующих конденсаторов параллельно первичной обмотке сварочного трансформатора ТДМ-317У3 нагруженного на балластный реостат ($I_2=116,5$ А, $U_2= 29,3$ В) приводит к уменьшению потребляемого тока с 26,6 А до 12,9 А. Осциллограммы потребляемого тока и напряжения питающей сети представлена на рисунке 8.

Анализ осциллограмм показал, что ток потребляемый от сети носит активный «активный» характер, временной сдвиг между напряжением сети и потребляемым от неё током отсутствует. Форма потребляемого тока сильно искажена не синусоидальностью напряжения питающей сети, в следствии чего его величина отличается в большую сторону от расчетного значения (10,6 А).

Такое увеличение обусловлено наличием в потребляемом от сети токе гармонических составляющих, устранение которых невозможно без исправления формы питающего напряжения.

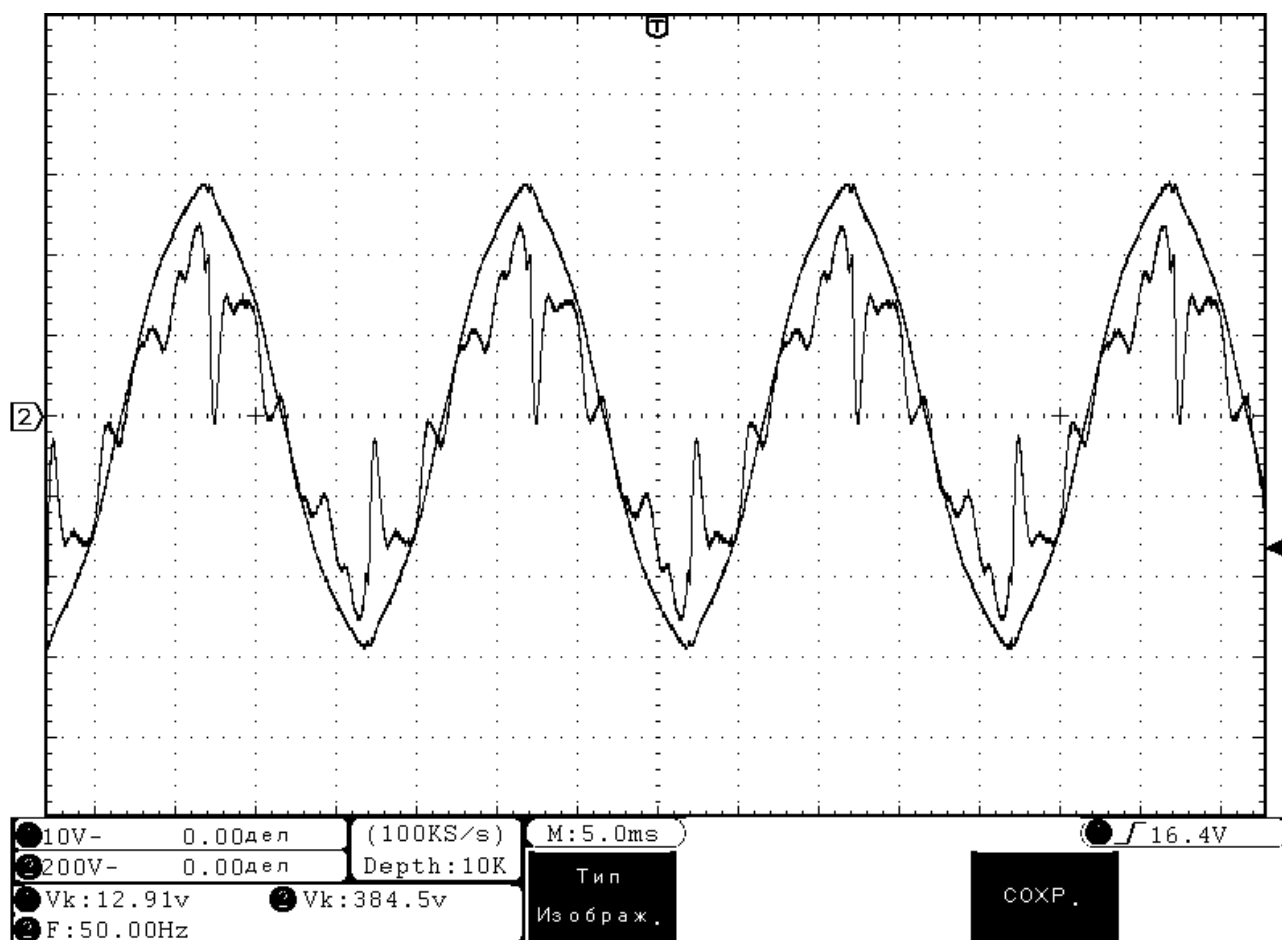


Рисунок 8— Осциллограмма тока, потребляемого от сети сварочным трансформатором при подключенном блоке компенсирующих конденсаторов и напряжения питающей сети ($\mu_i=10$ А/дел.; $\mu_u=200$ В/дел.; $\mu_t=5$ мс/дел.).

д) Исследование переходного процесса (рисунок 9) вызванного подключением блока компенсирующих конденсаторов показал, что коммутация происходит при нулевом напряжении, в этот момент происходит резкое уменьшение потребляемого тока, а его сдвиг относительно питающего напряжения исчезает, таким образом характер нагрузки становится чисто «активным» ($\cos \varphi=1$). Отключение блока компенсирующих конденсаторов приводит к обратным процессам, ток в цепи нагрузки возрастает до исходного значения (рисунок 10). И в том и другом случае благодаря синхронной

коммутации на осциллограммах полностью отсутствуют экстратоки и перенапряжения.

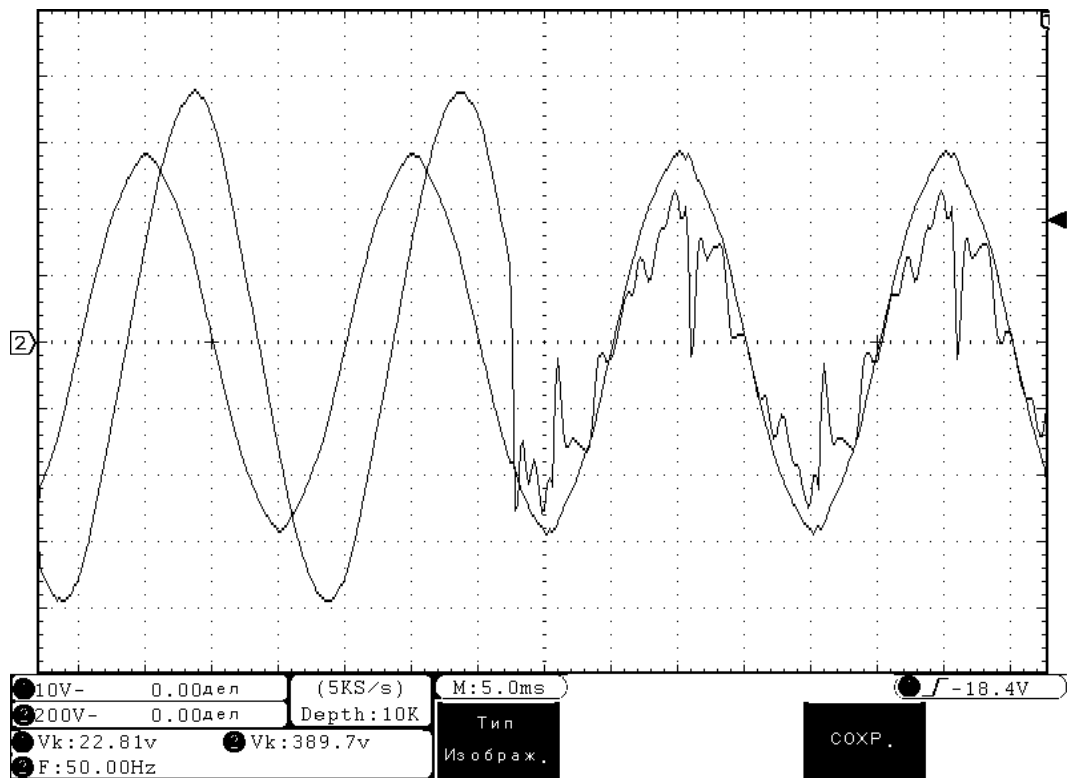


Рисунок 9— Осциллограмма переходного процесса в момент включения блока компенсирующих конденсаторов параллельно первичной обмотке сварочного трансформатора и напряжения питающей сети ($\mu_i=10$ А/дел.; $\mu_u=200$ В/дел.; $\mu_t=2$ мс/дел.)

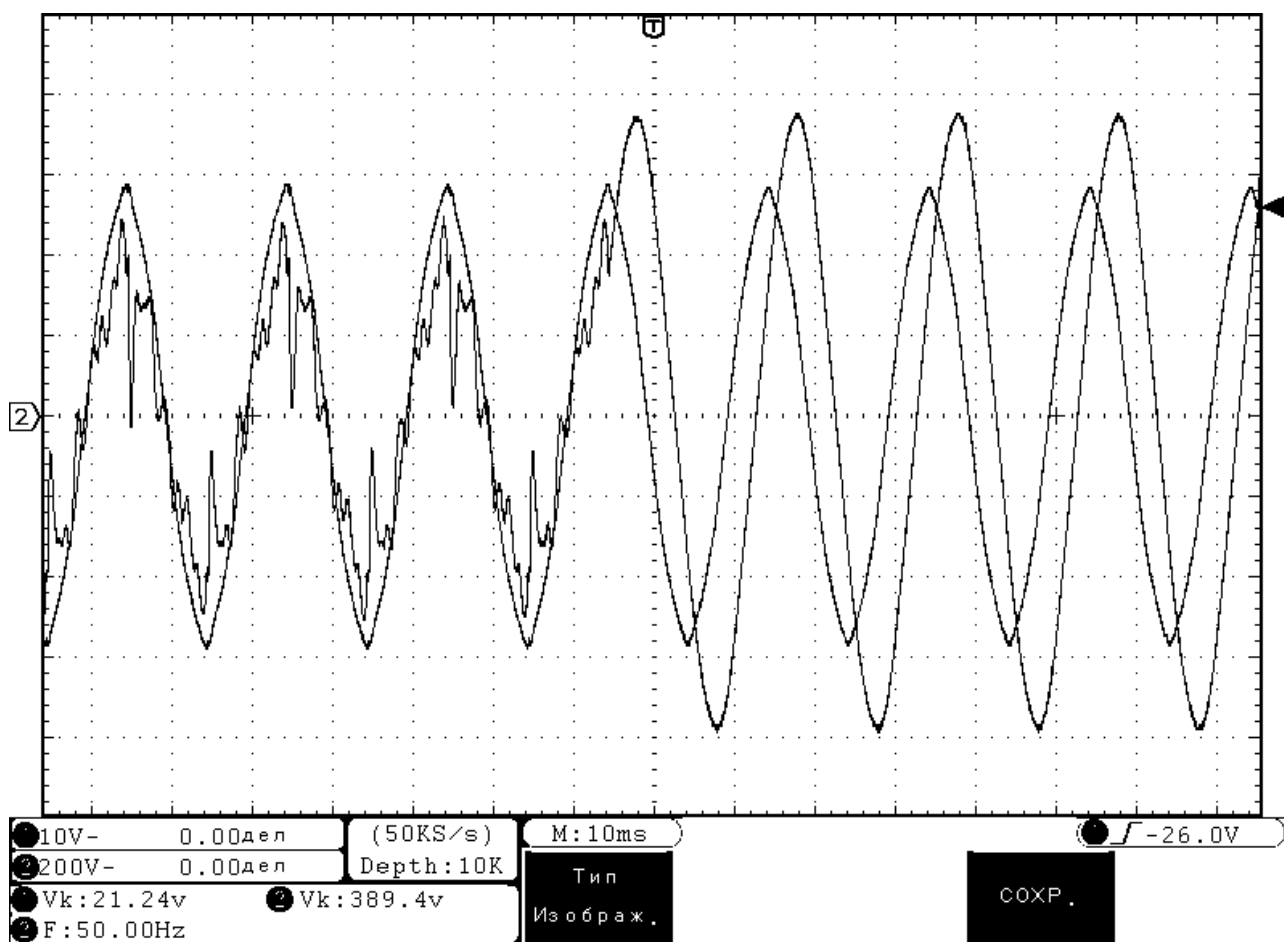


Рисунок 10– Оциллограмма переходного процесса в момент включения блока компенсирующих конденсаторов параллельно первичной обмотке сварочного трансформатора и напряжения питающей сети ($\mu_i=10$ А/дел.; $\mu_u=200$ В/дел.; $\mu_t=2$ мс/дел.)

Таким образом совокупность полученных результатов экспериментальных исследований позволяет сделать вывод, что предлагаемое техническое решение обеспечивает снижение нагрузки на питающую сеть, экономию электроэнергии, уменьшение затрат на кабели подключения сварочного трансформатора к питающей сети (возможно уменьшение их сечения в 2 раза при указанной в исследованиях нагрузке), а также требуемой мощности их подключения к энергосистеме эксплуатирующего их предприятия.

3 Экспериментальное исследование

Цель эксперимента – экспериментальные исследования влияния тока источника питания на коэффициент потерь электродного металла при ручной дуговой сварке покрытыми электродами.

Методика оценки потери электродов и разбрызгивания:

- измеряем массу заготовок;
- измеряем массу стержня электрода;
- свариваем заготовки по технологии;
- измеряем массу стержней огарков электродов;
- измеряем массу свариваемых деталей предварительно очистив их от шлака и брызг расплавленного металла;
- масса наплавленного металла равняется количеству электродов минус масса изделия минус масса заготовок и вычитаем массу огарок.

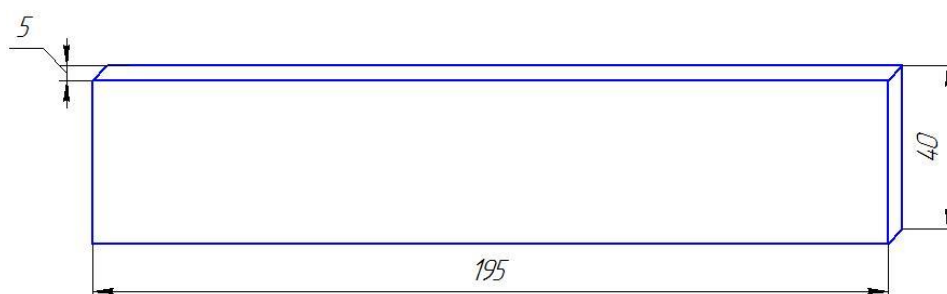


Рисунок 11 - Пластина для проведения эксперимента

Масса электродного стержня диаметром Ø3 мм марки ОК 46.00 - 19,05 гр.

Формула расчета разбрызгивания:

$$P = \left(1 - \frac{m_{\text{после}} - m_{\text{до}}}{m_{\text{эл-да}} - m_{\text{огар}}} \right) \cdot 100\% \quad (2)$$

Эксперимент №1

В эксперименте №1 наплавлили валик на пластину с помощью сварочного трансформатора ТДМ-501МУ2 и подключенного к трансформатору электронного устройства (таблица 3).

Таблица 3 – Эксперимент №1 электроды ОК 46.00 Ø3 мм

Параметр	Значение
$t_{св}$	73 с
$I_{св}$	116 А
$U_{св}$	25 В
Осцилл	200 мс/дел
$m_{до}$	359,70 гр
$m_{после\ чистки}$	374,20 гр
$m_{с\ брызг}$	374,70 гр
$m_{огарка}$	3,65 гр
Разбрызгивание	5,84 %



Рисунок 12– Осциллограмма эксперимента №1

Эксперимент №2

В эксперименте №2 наплавляли валик на пластину с помощью сварочного трансформатора ТДМ-501МУ2 и без подключенного к трансформатору электронного устройства (таблица 4).

Таблица 4 – Эксперимент №2 электроды ОК 46.00 Ø3 мм АС без подключенного устройства

Параметр	Значение
$t_{св}$	65 с
$I_{св}$	116 А
$U_{св}$	28,4 В
Осцилл	200 мс/дел
$m_{до}$	359,35 гр
$m_{после\ чистки}$	372,85 гр
$m_{с\ брызг}$	373,75 гр
$m_{огарка}$	3,75 гр
Разбрызгивание	11,76 %



Рисунок 13 – Осциллограмма эксперимента №2

Эксперимент №3

В эксперименте №2 наплавляли валик на пластину с помощью сварочного инвертора ARC-200B на обратной полярности и без подключенного к трансформатору электронного устройства (таблица 5).

Таблица 5 – Эксперимент №3 электроды ОК 46.00 Ø3 мм DC (ARC-200B) обратной полярности

Параметр	Значение
$t_{св}$	56 с
$I_{св}$	116 А
$U_{св}$	24,96 В
Осцилл	200 мс/дел
$m_{до}$	353,00гр
$m_{после\ чистки}$	366,00гр
$m_{с\ брызг}$	366,85 гр
$m_{огарка}$	3,85 гр
Разбрызгивание	14,5 %

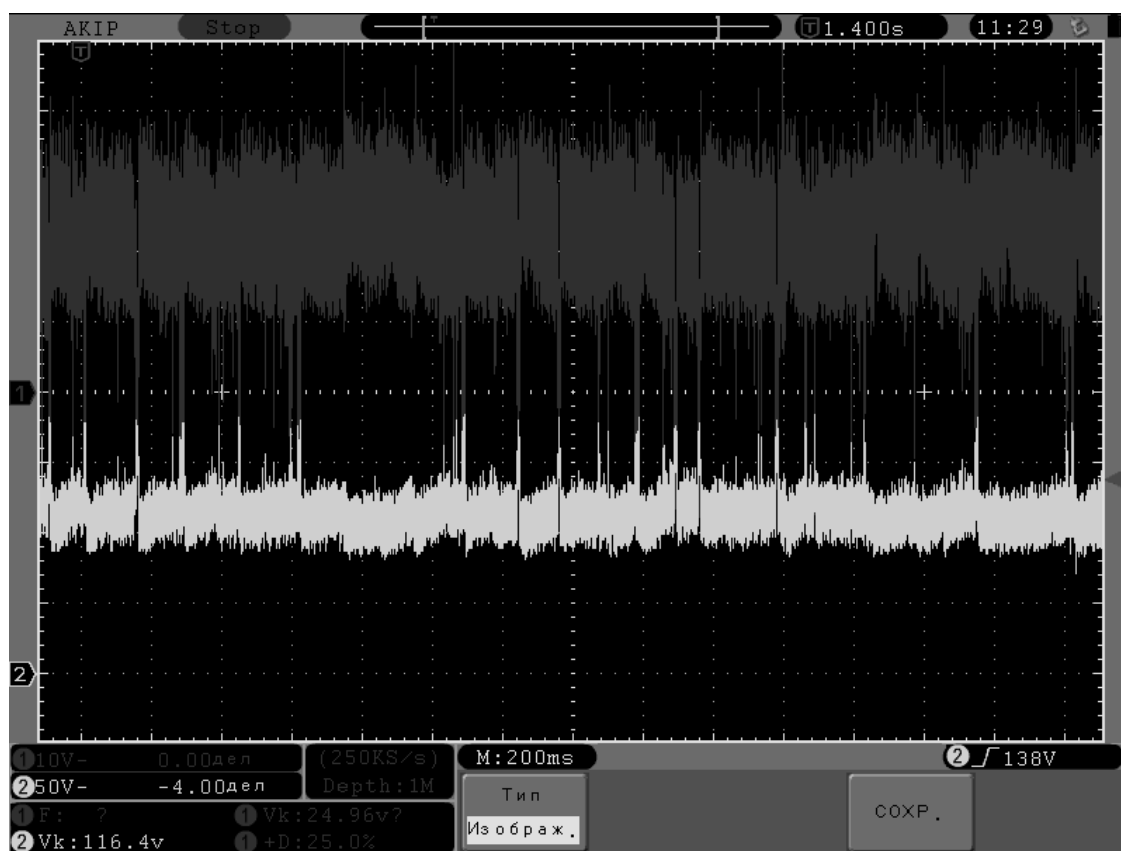


Рисунок 14 – Осциллограмма эксперимента №3

Как видно из таблицы 3, величина разбрызгивания имеет минимальное значение за счет применения электронного устройства, в остальных случаях величина разбрызгивания увеличивается в 2 (таблица 4) и в 3 раза (таблица 5). Отсюда следует, что дополнительное повышение эффективности сварочных трансформаторов можно достичь применением специального устройства снижения разбрызгивания при сварке.

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Выпускная квалификационная работа по теме «Изготовление синхронного электронного ключа» выполняется в рамках научно-исследовательской работы для организации. Заинтересованными лицами в полученных данных будут являться сотрудники организации ОАО «ТДСК».

Суть работы заключается в исследовании и разработкесинхронного электронного ключа.

4.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

С помощью анализа конкурентных технических решений, проведем оценку сравнительной эффективности научной разработки и определим направления для ее будущего повышения.

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \times B_i, \quad (3)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Оценочная карта представлена в таблице 6.

Таблица 6 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Спрос проекта	0,1	5	3	5	0,5	0,3	0,2
2. Удобство в применении	0,2	5	4	4	1	0,8	0,4
3. Возможности проекта	0,15	3	4	5	0,45	0,6	0,75
4. Универсальность	0,1	4	4	2	0,4	0,4	0,2
5. Эффективность применения	0,1	5	4	4	0,5	0,4	0,4
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность	0,1	2	5	3	0,3	0,75	0,45
2. Уровень проникновения на рынок	0,1	5	4	4	0,5	0,4	0,4
3. Цена	0,1	4	3	3	0,4	0,3	0,3
4. Квалифицированные кадры	0,05	5	5	5	0,3	0,3	0,3
Итого	1	38	36	35	4,35	4,25	3,4
<i>Примечание:</i> Б _ф –оценка профессиональных рисков при проведении работ; Б _{к1} – прогнозная оценка профессиональных рисков; Б _{к2} – оценка ретроспективных профессиональных рисков.							

Опираясь на полученные данные, можно сказать, что модернизированная технология, рассмотренная в дипломной работе, эффективнее, чем методы применяемые конкурентами.

4.1.3 FAST – анализ

FAST – анализ состоит из шести стадий:

1. Выбор объекта FAST-анализа;
2. Описание главной, основных и вспомогательных функций, выполняемых объектом;
3. Определение значимости выполняемых функций объектом;
4. Анализ стоимости функций, выполняемых объектом исследования;
5. Построение функционально-стоимостной диаграммы объекта и ее анализ;
6. Оптимизация функций, выполняемых объектом.

Стадия 1. Выбор объекта FAST-анализа

В качестве предмета исследования выбран сварочный трансформатор ТДМ-501иУ2, так как с помощью него производилась основная часть исследования.

Стадия 2. Описание главных, основных и вспомогательных функций, выполняемых объектом

Таблица 7 - Классификация функций, выполняемых объектом

Наименование детали (узла, процесса)	Количество деталей на узел	Выполняемая функция	Ранг функции		
			Главная	Основная	Вспомогательная
1. корпус	1	Размещение деталей			X
2. зажим	1	крепление			X
3. магнитопровод	1	Создание сварочного тока	X		
4. рукоятка	1	Регулировка		X	
5. рымболт	1	регулировка		X	
6. крышка корпуса	1	Защита внутренних частей			X
7. шкала	1	Измерение			X
8. вертикальный винт	1	Регулировка		X	
9. ходовая гайка винта	1	Регулировка			X
10. первичная обмотка	1	Создание сварочного тока	X		
11. вторичная обмотка	1	Создание сварочного тока	X		
12. каркас для обмоток	1	Защита внутренних частей		X	
13. изоляция	1	Защита внутренних частей		X	
14. система охлаждения	1	Защита внутренних деталей от перегрева		X	

Стадия 3. Определение значимости выполняемых функций объектом

Таблица 8 - Матрица смежности

	1 корпус	2 зажим	3 магнитопровод	4 рукоятка	5 рымболт	6 крышка корпуса	7 шкала	8 вертикальный винт	9 ходовая гайка винта	10 первичная обмотка	11 вторичная обмотка	12 каркас для обмоток	13 изоляция	14 система охлаждения
1. корпус	=	=	<	<	<	=	=	<	=	<	<	<	<	<
2. зажим	=	=	<	<	<	=	=	<	=	<	<	<	<	<
3. магнитопровод	>	>	=	>	>	>	>	>	>	=	=	>	>	>
4. рукоятка	>	>	<	=	=	>	>	=	>	<	<	=	=	=
5. рымболт	>	>	<	=	=	>	>	=	>	<	<	=	=	=
6. крышка корпуса	=	=	<	<	<	=	=	<	=	<	<	<	<	<
7. шкала	=	=	<	<	<	=	=	<	=	<	<	<	<	<
8. вертикальный винт	>	>	<	=	=	>	>	=	>	<	<	=	=	=
9. ходовая гайка винта	=	=	<	<	<	=	=	<	=	<	<	<	<	<
10. первичная обмотка	>	>	=	>	>	>	>	>	>	=	=	>	>	>
11. вторичная обмотка	>	>	=	>	>	>	>	>	>	=	=	>	>	>
12. каркас для обмоток	>	>	<	=	=	>	>	=	>	<	<	=	=	=
13. изоляция	>	>	<	=	=	>	>	=	>	<	<	=	=	=
14. система охлаждения	>	>	<	=	=	>	>	=	>	<	<	=	=	=

Примечание: «<» - менее значимая; «=» - одинаковые функции по значимости; «>» - более значимая

Преобразовываем матрицы смежности в матрицы количественных соотношений функций.

Таблица 9 - Матрица количественных соотношений функций

	корпус	зажим	магнитопровод	рукоятка	рымболт	крышка корпуса	шкала	вертикальный винт	ходовая гайка винта	первичная обмотка	вторичная обмотка	каркас для обмоток	изоляция	система охлаждения	Итого	
1. корпус	1	1	0,5	0,5	0,5	1	1	0,5	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	9,5	0,05
2. зажим	1	1	0,5	0,5	0,5	1	1	0,5	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	9,5	0,05
3. магнитопровод	1,5	1,5	1	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1	1	1,5	1,5	1,5	19,5	0,1
4. рукоятка	1,5	1,5	0,5	1	1	1,5	1,5	1	1,5	0,5	0,5	1	1	1	15	0,08
5. рымболт	1,5	1,5	0,5	1	1	1,5	1,5	1	1,5	0,5	0,5	1	1	1	15	0,08
6. крышка корпуса	1	1	0,5	0,5	0,5	1	1	0,5	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	9,5	0,05
7. шкала	1	1	0,5	0,5	0,5	1	1	0,5	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	9,5	0,05
8. вертикальный винт	1,5	1,5	0,5	1	1	1,5	1,5	1	1,5	0,5	0,5	1	1	1	15	0,08
9. ходовая гайка винта	1	1	0,5	0,5	0,5	1	1	0,5	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	9,5	0,05
10. первичная обмотка	1,5	1,5	1	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1	1	1,5	1,5	1,5	19,5	0,1
11. вторичная обмотка	1,5	1,5	1	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1	1	1,5	1,5	1,5	19,5	0,1
12. каркас для обмоток	1,5	1,5	0,5	1	1	1,5	1,5	1	1,5	0,5	0,5	1	1	1	15	0,08
13. изоляция	1,5	1,5	0,5	1	1	1,5	1,5	1	1,5	0,5	0,5	1	1	1	15	0,08
14. система охлаждения	1,5	1,5	0,5	1	1	1,5	1,5	1	1,5	0,5	0,5	1	1	1	15	0,08
															196	1

Примечание: 0,5 при «<»; 1,5 при «>»; 1 при «=»

Определяем значимость функций путем деления балла, полученного по каждой функции, на общую сумму баллов по всем функциям. Так, для:

корпус – $9,5/196=0,05$; зажим – $9,5/196=0,05$; магнитопровод – $19,5/196=0,1$; рукоятка – $15/196=0,08$; рымболт – $15/196=0,08$; крышка корпуса – $9,5/196=0,05$; шкала – $9,5/196=0,05$; вертикальный винт – $15/196=0,08$; ходовая гайка винта – $9,5/196=0,05$; первичная обмотка – $19,5/196=0,1$; вторичная обмотка – $19,5/196=0,1$; каркас для обмоток – $15/196=0,08$; изоляция – $15/196=0,08$; система охлаждения – $15/196=0,08$ [12].

Стадия 4. Анализ стоимости функций, выполняемых объектом исследования

Таблица 10 - Определение стоимости функций, выполняемых объектом исследования

Наименование детали (узла, процесса)	Количество деталей на узел	Выполняемая функция	Норма расхода, кг	Трудоемкость детали, нормо-ч	Стоимость материала, руб.	Заработная плата, руб.	Себестоимость, руб.	Итого	
1. корпус	1	Размещение деталей	0,21	0,2	34,6	27,4	40,1	102,1	0,044
2. зажим	1	крепление	2	1,75	80,2	80,1	88	248,3	0,11
3. магнитопровод	1	Управление параметрами сварочного тока	0,67	0,9	73,6	25,5	75,8	174,6	0,075
4. рукоятка	1	Регулировка	0,78	0,34	67,1	24,7	69,2	161	0,07
5. рымболт	1	регулировка	0,82	0,87	70,5	27,7	76,8	175	0,075
6. крышка корпуса	1	Защита внутренних частей	0,9	0,78	74,3	29	79,9	183,2	0,079
7. шкала	1	Измерение	0,32	0,45	50,8	22,7	55,7	129,2	0,056
8. вертикальный винт	1	Регулировка	0,25	0,5	45,1	26,7	48,9	120,7	0,052
9. ходовая гайка винта	1	Регулировка	1	1	50,2	29,7	55,7	135,6	0,058
10. первичная обмотка	1	Управление параметрами сварочного тока	2	1,75	80,2	80,1	88	248,3	0,11
11. вторичная обмотка	1	Управление параметрами сварочного тока	2	1,75	80,2	80,1	88	248,3	0,044
12. каркас для обмоток	1	Защита внутренних частей	0,21	0,2	34,6	27,4	40,1	102,1	0,052
13. изоляция	1	Защита внутренних частей	0,25	0,5	45,1	26,7	48,9	120,7	0,052
14. система охлаждения	1	Защита внутренних деталей от перегрева	0,82	0,87	70,5	27,7	76,8	175	0,075
								2324,1	1

Стадия 5. Построение функционально-стоимостной диаграммы объекта и ее анализ

Информация об объекте исследования, собранная в рамках предыдущих стадий, на данном этапе обобщается в виде функционально - стоимостной диаграммы (ФСД) (рисунок 15).

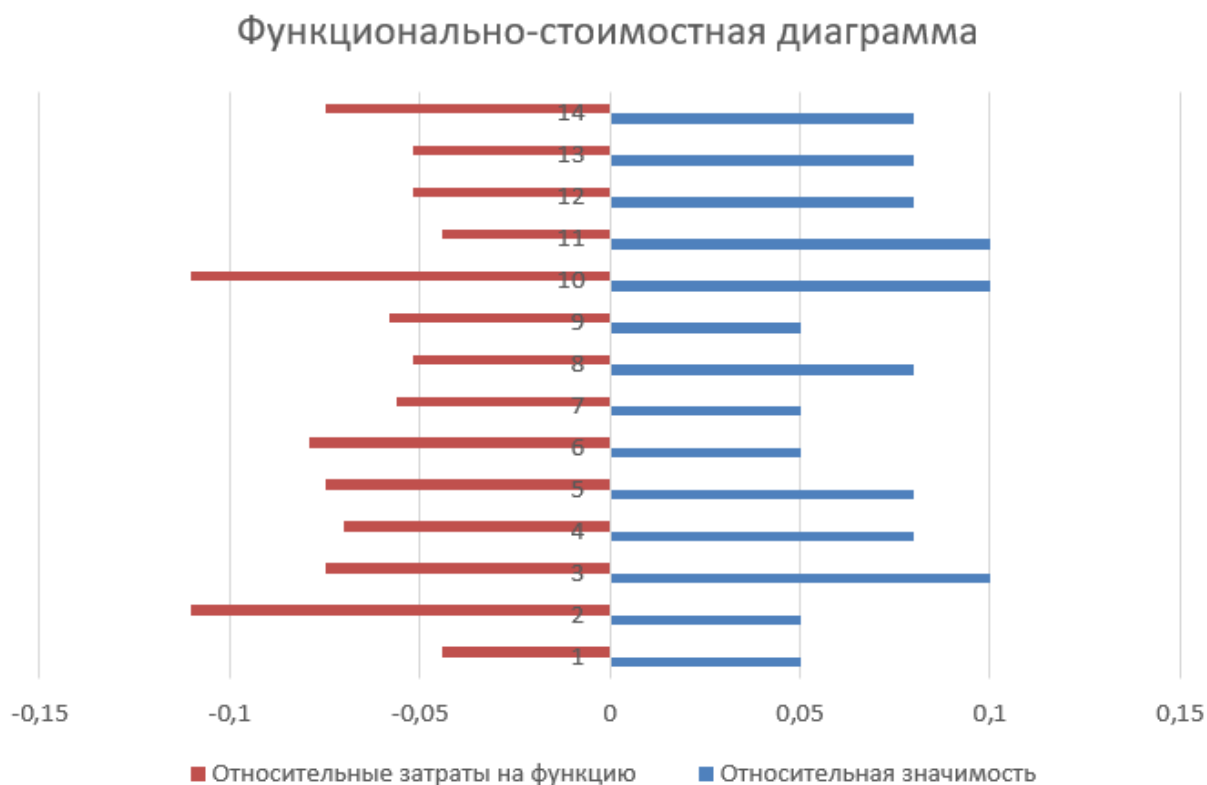


Рисунок 15 - Функционально-стоимостная диаграмма

Анализ, приведенный выше ФСД показывает явное наличие рассогласования по функциям 2, 6, 11, 12, 13 которые являются: зажим, крышка корпуса, вторичная обмотка, каркас для обмоток, изоляция. Необходимо провести работы по ликвидации данных диспропорций [13].

Стадия 6. Оптимизация функций, выполняемых объектом

В качестве оптимизации данных функций можно выделить следующее:

- применение принципиально новых конструкторских решений;
- унификации сборочных единиц и деталей;
- использование новых заготовок и материалов;
- оптимизация параметров надежности [13].

4.1.4 SWOT-анализ

В этом разделе необходимо выявить сильные и слабые стороны научного проекта, а также возможности и угрозы для его дальнейшей реализации.

SWOT– это комплексный анализ научно-исследовательского проекта.

SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. Он проводится в несколько этапов.

Первый этап – опишем сильные и слабые стороны проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта (таблица 11).

Таблица 11 – Матрица SWOT

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Отсутствие конкурентов на рынке С2. Наличие бюджетного финансирования. С3. Широкая область применения С4. Использование современного оборудования С5. Актуальность проекта С6. Наличие опытного руководителя С7. Наличие патента на разработку С8. Экономия электроэнергии	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Развитие новых технологий Сл2. Перенастройка оборудования Сл3. Отсутствие квалифицированного персонала
Возможности: В1. Получение качественных сварных соединений В2. Регулирование производительности В3. Повышение стоимости конкурентных разработок.		

Продолжение таблицы 11

Угрозы: У1. Появление новых технологий У2. Снижение государством финансирования темы У3. Введение дополнительных государственных требований и сертификации программы.		
--	--	--

Второй этап – выявим соответствие сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды (таблицы 12–15).

Таблица 12 – Интерактивная матрица проекта (возможности и сильные стороны проекта)

Сильные стороны проекта

Возможности проекта		C1	C2	C3	C4
	B1	+	0	+	+
	B2	+	+	+	+
	B3	+	–	–	0

Вывод по таблице 12: коррелирующие сильных сторон и возможностей проекта – B1C1C3C4, B2C1C2C3C4, B3C1.

Таблица 13 – Интерактивная матрица проекта (возможности и слабые стороны проекта)

Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	B1	0	–	–
	B2	+	–	–
	B3	0	0	0

Вывод по таблице 13: коррелирующие слабых сторон и возможностей проекта – B2Сл1.

Таблица 14 – Интерактивная матрица проекта (угрозы и сильные стороны проекта)

Сильные стороны проекта					
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4
	У1	–	0	+	+
	У2	+	–	0	+
	У3	0	+	–	0

Вывод по таблице 14: коррелирующие сильных сторон и угроз проекта, У1С3, У2С1, У3С2.

Таблица 15 – Интерактивная матрица проекта (угрозы и слабые стороны проекта)

Слабые стороны проекта				
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	У1	0	–	–
	У2	+	0	+
	У3	+	0	+

Вывод по таблице 15: коррелирующие слабых сторон и угроз проекта – У2Сл1Сл3, У3Сл1Сл3

Выявив соответствия сильных и слабых сторон научно исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды, можно определить потребность в проведении стратегических изменений.

Третий этап – составим итоговую матрицу SWOT-анализа (таблица 16).

Таблица 16 – SWOT-анализ

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Отсутствие конкурентов на рынке С2. Наличие бюджетного финансирования. С3. Широкая область применения С4. Использование современного оборудования С5. Актуальность проекта С6. Наличие опытного руководителя С7. Наличие патента на разработку С8. Экономия электроэнергии	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Развитие новых технологий Сл2. Перенастройка оборудования Сл3. Отсутствие квалифицированного персонала
Возможности: В1. Получение качественных сварных соединений В2. Регулирование производительности В3. Повышение стоимости конкурентных разработок.	В связи с уникальными свойствами разработки (экологичность, простота использования, экономичность и т.д.) у нее есть шансы выйти на российский рынок. Есть необходимость заинтересовать инвесторов, чтобы данная разработка нашла практическое применение в промышленности.	Несмотря на достоинства разработки и на наличие возможностей ее реализации, она не развита на рынке из-за наличия альтернативных разработок. Соответственно, из-за незаинтересованности потенциальных потребителей отсутствует финансирование и необходимое оборудование для дальнейшего развития.
Угрозы: У1. Появление новых технологий У2. Снижение государством финансирования темы У3. Введение дополнительных государственных требований и сертификации программы.	Оборудование отечественного производства мало востребовано на российском рынке. Следует усиленно продвигать разработку с целью создания спроса.	Следует выработать маркетинговую стратегию в области продвижения разработки на рынок.

В результате проведенного SWOT-анализа были рассмотрены слабые и сильные стороны проекта, а также возможные угрозы, из-за которых проект может не реализоваться. Исходя из анализа, можно сделать вывод, что реализация полностью оправдана, а реальных угроз выявлено не было.

4.2 Инициация проекта

Группа процессов инициации состоит из процессов, которые выполняются для определения нового проекта или новой фазы существующего. В рамках процессов инициации определяются изначальные цели и содержание и фиксируются изначальные финансовые ресурсы. Определяются внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта, которые будут взаимодействовать и влиять на общий результат научного проекта. Данная информация закрепляется в Уставе проекта [14].

Устав проекта документирует бизнес-потребности, текущее понимание потребностей заказчика проекта, а также новый продукт, услугу или результат, который планируется создать [14].

Устав научного проекта бакалаврской работы имеет структуру, представленную ниже [14].

Цели и результат проекта. Информацию по заинтересованным сторонам проекта представлена в таблице 17.

Таблица 17 - Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
Строительная отрасль	Получение синхронного электронного ключа
Машиностроение	

В таблице 18 представлена информация о иерархии целей проекта и критериях достижения целей.

Таблица 18 - Цели и результат проекта

Цели проекта:	Снижение потребления энергии сварочным трансформатором ТДМ-501иУ2
Ожидаемые результаты проекта:	Уменьшение потребления электроэнергии трансформаторами
Требования к результату проекта:	Требование:
	Выполнение поставленных задач
	Научное объяснение результатов экспериментов
	Заключение о результатах исследования

Организационная структура проекта. Информация об участниках проекта представлена в табличной форме (таблица 19).

Таблица 19 - Рабочая группа проекта

п/п	№	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции
	11	Гордынец А.С., к.т.н., ассистент кафедры ОТСП ИНК	Руководит ель	Отвечает за реализацию, координирует деятельность участников проекта
	22	Савельев С.,В., бакалавр кафедры ОТСП	Исполните ль	Выполнение экспериментальной части

Ограничения и допущения проекта. Ограничения проекта – это все факторы, которые могут послужить ограничением степени свободы участников команды проекта, а также «границы проекта» - параметры проекта или его продукта, которые не будут реализованных в рамках данного проекта.

Таблица 20 - Ограничения проекта

Фактор	Ограничения/ допущения
3.1. Бюджет проекта	
3.1.1.Источник финансирования	Финансовой поддержке государственного задания Министерства образования и науки РФ на проведение научно-исследовательских работ ТПУ № 862

Продолжение таблицы 20

3.2. Сроки проекта:	
3.2.1. Дата утверждения плана управления проектом	—
3.2.2. Дата завершения проекта	30.05.2017 г.
3.3. Прочие ограничения и допущения	Недостаток финансирования

4.3 Планирование управления проектом

4.3.1 План проекта

В рамках планирования научного проекта необходимо построить линейный график выполнения проекта.

Линейный график представляется в виде таблицы (таблица 21).

Таблица 21 - Распределение этапов работы

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Создание темы проекта	1	Составление и утверждение темы проекта	Научный руководитель
	2	Анализ актуальности темы	
Выбор направления исследования	3	Поиск и изучение материала по теме	Студент
	4	Выбор направления исследований	Научный руководитель, студент
	5	Календарное планирование работ	
Теоретические исследования	6	Изучение литературы по теме	Студент
	7	Подбор нормативных документов	
	8	Изучение устройства трансформатора	
Практические исследования	9	Создание конструкции синхронного ключа	Студент
	10	Тестирование синхронного ключа	
Оценка полученных результатов	11	Анализ результатов	Научный руководитель, студент
	12	Заключение	Научный руководитель, студент

4.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ по проекту и разработка графика

Чтобы составить ленточный график проведения проектных работ (на основе диаграммы Ганта), сначала следует составить таблицу временных показателей проведения проектной работы.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов.

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{min\ i} + 2t_{max\ i}}{5}, \quad (4)$$

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

$t_{min\ i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{max\ i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях, учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями, по формуле:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, \quad (5)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб.дн.;

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ. График строится с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период

времени выполнения научного проекта. При этом работы на графике выделены различной штриховкой в зависимости от исполнителей (студент или руководитель).

Для удобства построения такого графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \times k_{\text{кал}}, \quad (6)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (7)$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

Согласно производственному календарю на 2017 год:

- количество календарных дней – 365;
- количество рабочих дней – 247;
- количество выходных и праздничных дней – 118.

Далее определим коэффициент календарности: $k_{\text{кал}} = \frac{365}{247 - 118} = 1,47$.

Таким образом, получаем таблицу временных показателей проведения работы (таблица 22).

Таблица 22 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
	t_{min} , чел-дни	t_{max} , чел-дни	$t_{ож}$, чел-дни			
Составление и утверждение технического задания	2	4	2,8	Руководитель	2,8	4
Выдача задания на тему	1	3	1,8	Руководитель	1,8	3
Постановка задачи	1	2	2,2	Руководитель	2,2	3
Определение стадий, этапов и сроков разработки	2	5	3,2	Руководитель, Студент	1,6	2
Поиск и изучение материалов по теме	15	30	21	Студент	21	31
Анализ существующего опыта	5	8	6,2	Студент	6,2	9
Подбор нормативных документов	4	7	5,2	Студент	5,2	8
Согласование полученных данных с руководителем	1	3	1,8	Руководитель, Студент	0,9	1
Разработка системы	20	30	21	Студент	21	36
Оценка эффективности полученных результатов	2	3	2,4	Студент	2,4	4
Работа над выводом	1	2	1,4	Студент	1,4	2
Составление пояснительной записки	3	7	4,6	Студент	4,6	7

Таким образом, общая длительность работ в календарных днях (руководителя – 10 дн., студента – 97 дн., совместной работы – 3 дн.) равна 110 дн.

На основании таблицы 22 строим календарный план-график, который отражает длительность исполнения работ в рамках проектной деятельности (таблица 23).

Таблица 23 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№ Ра-бот	Вид работ	Исполнители	Т _{кi} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ								
				март			апрель			май		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	4									
2	Выдача задания на тему	Руководитель	3									
3	Постановка задачи	Руководитель	3									
4	Определение стадий, этапов и сроков разработки	Руководитель, Студент	2									
5	Поиск и изучение материалов по теме	Студент	31									
6	Анализ существующего опыта	Студент	9									
7	Подбор нормативных документов	Студент	8									
8	Согласование полученных данных с руководителем	Руководитель, Студент	1									
9	Разработка системы	Студент	36									
10	Оценка эффективности полученных результатов	Студент	4									
12	Работа над выводом	Студент	2									
13	Составление пояснительной записки	Студент	7									
 —студент;  —руководитель.												

4.3.2 Бюджет научного исследования. Затраты на материалы и эксперименты

Перечень стоимости сварочного оборудования, материалов и программного обеспечения (ПО), необходимых для данной разработки приведены в таблице 24.

Таблица 24– Основные материалы

Статья расходов	Количество	Цена ед., руб.	Сумма, руб.
Сварочный трансформатор	1 шт.	50000	50000
Синхронный электронный ключ	1 шт	2000	2000
Персональный компьютер	1 шт.	18000	18000
Лицензионное ПО	1 шт	10000	10000
Итого			80000

4.3.3 Расчет фонда заработной платы

Заработная плата определяется в соответствии с количеством отработанного времени по теме и установленным штатно-должностным окладом [14].

Для техника (дипломника) месячный оклад составляет $З_{бт}=6595$ руб/мес, для руководителя (профессора с ПКГ ППС 4) - $З_{бп}=33162$ руб/мес.

Заработная плата рассчитывается по формуле 8 [14]:

$$C_{зп} = З_{осн} + З_{доп}, \quad (8)$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата;

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата ($З_{осн}$) руководителя (лаборанта, инженера) рассчитывается по следующей формуле 9[14]:

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_{раб}, \quad (9)$$

где $З_{осн}$ –основная заработная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. ;

$З_{дн}$ –среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневную заработную плату можно рассчитать по формуле 10, [14]:

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{м}}}{T}, \quad (10)$$

где $З_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

T – количество рабочих дней в месяце. Принимаем 6- дневную рабочую систему, значит $T=26$ дней.

Месячный должностной оклад работника [14]:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{б}} \cdot k_{\text{р}}, \quad (11)$$

где $З_{\text{б}}$ – базовый оклад, руб.;

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Теперь рассчитываем месячную заработную плату работников проекта:

$$З_{\text{мт}} = 6595 \cdot 1,3 = 8573,5 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{мп}} = 33162 \cdot 1,3 = 43110,6 \text{ руб.}$$

Определяем среднедневную заработную плату:

$$З_{\text{дн.т}} = \frac{8573,5}{26} = 329,75 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{дн.п}} = \frac{43110,6}{26} = 1658,1 \text{ руб.}$$

Основную заработную плату определим с допущением, что на данный проект его работники затратили 180 полных рабочих дней (8 часов в день):

$$З_{\text{осн.т}} = 329,75 \cdot 180 = 59355 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{осн.п}} = 1658,1 \cdot 180 = 298458 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 10-15% от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнение темы [14]:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}}, \quad (12)$$

где $З_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата, руб.;

$k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной зарплаты;

$З_{\text{осн}}$ – основная заработная плата, руб.

Принимаем коэффициент дополнительно зарплаты равным 0,1 и получаем:

$$З_{\text{доп.т}} = 0,1 \cdot 59355 = 5935,5 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{доп.п}} = 0,1 \cdot 298458 = 29845,8 \text{ руб.};$$

Итак, определяем полную зарплату работников:

$$С_{\text{зпт}} = 59355 + 5935,5 = 65291 \text{ руб.};$$

$$С_{\text{зпп}} = 298458 + 29845,8 = 328304 \text{ руб.}$$

Также необходимо рассчитать отчисления во внебюджетные фонды (социальные нужды) по формуле 13[14]:

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}), \quad (13)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

Принимаем $k_{\text{внеб}} = 0.302$.

$$C_{\text{внеб.т}} = 0,302 \cdot 65291 = 19718 \text{ руб.};$$

$$C_{\text{внеб.п}} = 0,302 \cdot 328304 = 99148 \text{ руб.}$$

Накладные расходы составляют 80-100 % от суммы основной и дополнительной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнение темы.

Расчет накладных расходов ведется по следующей формуле 14[14]:

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}), \quad (14)$$

где $k_{\text{накл}}$ – коэффициент накладных расходов. Принимаем $k_{\text{накл}} = 0.8$.

$$C_{\text{накл.т}} = 0,8 \cdot 393595 = 314876 \text{ руб.}$$

Результаты расчета фонда заработной платы представлены в таблице 25.

Таблица 25 - Фонд заработной платы

Исполнитель	Число исполнителей	Трудоемкость выполнения работы Тисп, д	Заработная плата по тарифной ставке руб./мес.	Среднедневная заработная плата, руб	Основная заработная плата исполнителя ЗПосн, руб.	Месячный должностной оклад, руб
Дипломник (техник)	1	180	6595	329,75	59355	8573,5
Руководитель (профессор)	1	180	33162	1658,1	298458	43110,6
Итого:	2	360			357813	

Итоговый бюджет проекта составил: 357813 руб.

4.4 Определение ресурсной финансовой и бюджетной эффективности исследования

4.4.1 Оценка сравнительной эффективности проекта

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности. В нашем исследовании мы можем рассчитать интегральный показатель ресурсоэффективности.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом [14]:

$$I_m = \sum_{i=1}^n a_i b_i, \quad (15)$$

где I_m – интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов;

a_i – весовой коэффициент i -го параметра;

b_i - бальная оценка i -го параметра для аналога и разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы, которая приведена ниже. В текущем исследовании применялся синхронный электронный ключ. В качестве аналогов рассмотрим устройство SmartBoy(аналог 1) и Ultralotos(аналог 2).

Таблица 25 - Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог 1	Аналог 2
1. Сложность точной постановки эксперимента	0.4	5	4	2
2. Удобство в эксплуатации	0.1	5	5	4
3. Энергосбережение	0.15	5	5	5
4. Безопасность	0.15	5	3	3
5. Стоимость эксперимента	0.2	5	2	1
ИТОГО	1			

По формуле 8 и данным таблицы 25 рассчитаем интегральный показатель ресурсоэффективности.

$$I_m^p = 0.4 \cdot 5 + 0.1 \cdot 5 + 0.15 \cdot 5 + 0.15 \cdot 5 + 0.2 \cdot 5 = 5;$$

$$I_m^{a1} = 0.4 \cdot 4 + 0.1 \cdot 5 + 0.15 \cdot 5 + 0.15 \cdot 3 + 0.2 \cdot 2 = 3,7;$$

$$I_m^{a2} = 0.4 \cdot 2 + 0.1 \cdot 4 + 0.15 \cdot 5 + 0.15 \cdot 3 + 0.2 \cdot 1 = 2,6.$$

Из расчётов наглядно видна ресурсоэффективность ключа, на которой были проведены эксперименты настоящего исследования.

К сожалению, не представляется возможным оценить интегральный показатель эффективности разработки из-за отсутствия данных, позволяющих определить интегральный финансовый показатель. Однако из таблицы видно, что для текущего исследования коэффициенты

энергосбережения и стоимости эксперимента выше, чем у аналогов. Из этого можно сделать вывод, что интегральный финансовый показатель будет меньше, чем у аналогов исследования. А значит, на данное исследование был израсходован бюджет, величина которого могла быть гораздо больше при проведении исследований с помощью аналогов.

Заключение

В рамках выполненной работы был проведен технико–экономический анализ исследования разработки повышения ресурсоэффективности источников питания переменного тока для дуговой сварки покрытыми электродами.

В результате проведенного FAST-анализа были выявлены слабые стороны сварочного трансформатора ТДМ-501иУ2, оптимизация которых приведет к уменьшению стоимости проекта и увеличению его эффективности. Такими функциями можно назвать следующее:

- 1) применения принципиально новых конструкторских решений;
- 2) унификации сборочных единиц и деталей;
- 3) использование новых заготовок и материалов;
- 4) оптимизация параметров надежности.

В результате проведенного SWOT-анализа были рассмотрены слабые и сильные стороны проекта, а также возможные угрозы, из-за которых проект может не реализоваться. Исходя из анализа, можно сделать вывод, что реализация полностью оправдана, а реальных угроз выявлено не было.

Так же был составлен план исследования, в котором распределялись основные функции проекта между руководителем и дипломником. Кроме этого был рассчитан бюджет научного исследования, в который вошли расходы на материалы и оборудование, а также заработные платы участников проекта, он составил 357813руб.

По оценке ресурсоэффективности проекта, можно сделать выводы, что для текущего исследования коэффициенты энергосбережения и стоимости эксперимента выше, чем у аналогов.

Результаты исследования могут найти практическое применение на объектах строительной отрасли и машиностроения.

5 Социальная ответственность

5.1 Анализ выявления вредных и опасных факторов

Широкое применение электродуговой сварки в нашей стране требует такой организации сварочных работ, которая обеспечила бы максимально возможную безопасность труда.

Целью данного раздела является выявление и предупреждение всех возможных опасных и вредных производственных факторов, которые могут возникнуть при сварке и при работе в сварочной лаборатории с другими приборами.

При осуществлении сварочных работ выявлены следующие вредные и опасные производственные факторы [15]:

- Опасность поражения человека электрическим током.
- Опасность ожога электродом, дугой или каплями расплавленного металла. Опасность поражения глаз и открытых участков кожи лучами дуги.
- Выделение в воздух рабочей зоны ряда химических веществ.
- Ультрафиолетовое излучение.
- Производственный шум.

5.1.1 Опасность получения ожогов

Для предотвращения ожогов необходимо снабдить сварщика брезентовой одеждой, рукавицами, ботинками из кирзовой кожи, брюки должны быть на выпуск во избежание попадания капель расплавленного металла на открытые участки кожи ног. На голове должен быть берет и защитная маска, закрывающая лицо.

Защита зрения является очень существенным мероприятием. Поскольку одним из наиболее часто встречающихся профессиональных заболеваний сварщиков является помутнение хрусталика, которое приводит к ухудшению, а в конечном счете к потере зрения. Это заболевание возникает при воздействии на зрение лучистой энергии, обильно выделяемой при

сварке. Меры защиты зрения и кожи лица от воздействия лучистой энергии заключается в использовании щитков и масок, снабженных затемненными стеклами, которые ставятся различными в зависимости от вида сварки и величины сварочного тока: от 0 до 100А – Э1; от 100 до 200А – Э2; от 200 до 300А – Э3; от 300 и выше – Э4.

Для защиты окружающих от воздействия лучистой энергии дуги рабочее место сварщика должно быть ограждено специальными щитами или ширмой.

5.1.2 Наличие вредных примесей и запыленности в воздухе рабочей зоны

Процесс сварки сопровождается выбросом тепловой энергии, выделением в воздух пыли и газа, такие как оксиды марганца и кремния, кроме того, в воздух выделяется вольфрам и ванадий, железо и алюминий, никель и медь, а также иные элементы, вредное воздействующих на организм человека.

Согласно ГОСТ 12.1.005-88 «Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны производственных помещений не должна превышать величин, указанных в таблице 26.

Таблица 26– Классы опасностей вредных веществ выделяющихся при сварке сталей

Вещество	ПДК, мг/м ³	Класс опасности	Агрегатное состояние
Оксиды марганца (MnO ₂)	0,3	1	аэрозоли
Оксиды хрома (CrO ₃)	0,01	1	аэрозоли
Фториды кремния (SiF ₄)	0,01	1	аэрозоли
Оксид углерода (CO)	20	3	пары или газы
Алюминий и его сплавы, оксид алюминия (в том числе, с примесью	2	4	аэрозоли

диоксида кремния) в виде аэрозоля конденсации			
---	--	--	--

Продолжение таблицы 26

Ванадий и его соединения:	0,1	1	аэрозоли
- дым пятиоксида ванадия - пыли трехоксида и пятиоксида ванадия	0,5	2	аэрозоли
Вольфрам	6	3	аэрозоли
Железа оксид с примесью оксидов марганца (до 3 %), легированные стали и их смеси с алмазом до 5 %	6	4	аэрозоли
Железа оксид с примесью оксидов фтористых или 3...6 % марганцовых соединений	4	4	аэрозоли
Медь металлическая	1/0,5*	2	аэрозоли

ПДК - предельно допустимая концентрация в воздухе рабочей зоны, мг/м³, это концентрация, которая при работе не более 41 часа в неделю в течение всего рабочего стажа не может вызвать заболевания у работающих и их потомства.

Для предотвращения отравления парами и газами, выделяющихся при сварке должны быть предусмотрена приточно вытяжная и местная вентиляция. В зимнее время приточная вентиляция должна быть снабжена подогревом.

Расчет вентиляции должен вестись таким образом, чтобы загрязненность воздуха, вызванная процессом сварки не превышала санитарно-технические нормы, однако, в тоже время, скорость движения воздуха от местной вентиляции не должна привести к сдуванию струи защитного газа и ухудшению, вследствие этого, защиты расплавленного металла от воздействия атмосферы.

5.1.3 Расчет вытяжной вентиляции

Необходимым условием при работе сварщика в закрытом помещении является удаление образующихся в процессе сварки вредных паров и газов.

Приведем расчет вытяжной вентиляции, как наиболее эффективной при очистки воздуха у рабочего места в закрытом помещении.

Известны нормы объема удаляемого газа при электродуговой сварке плавящимся электродом. Объем удаляемого газа должен быть не менее $V = 820 \text{ м}^3/\text{кг} \cdot \text{час}$.

Определим количество расплавленного металла в час при сварке плавящимся электродом, вес одного метра электродной проволоки [16].

$$P = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot \gamma}{4} = 3,14 \cdot 0,002^2 \cdot 7,8 \cdot 10^3 = 0,024 \text{ кг}, \quad (16)$$

где d – диаметр электродной проволоки, $d=2\text{мм}$;

γ – удельный вес стали, $7,8 \cdot 10^3 \text{ м}^3/\text{кг} \cdot \text{час}$.

Длина расплавляемой проволоки в час:

$$l = V_g \cdot 3600 = 0,065 \cdot 3600 = 234 \text{ м/час}, \quad (17)$$

где V_g – скорость подачи проволоки, $V=0,065 \text{ м/час}$.

Объем воздуха, который необходимо удалить от места сварки в течении часа:

$$V_{уд} = V \cdot P = 820 \cdot 5,6 = 4400 \text{ м}^3/\text{час}. \quad (18)$$

Требуемая производительность вентилятора:

$$V_B = V_{уд} \cdot k = 4400 \cdot 1,12 = 4950 \text{ м}^3/\text{час}, \quad (19)$$

где k – коэффициент учитывающий потери, $k = 1,12$.

На основании расчетов выбираем вентилятор МЦ-5 производительность $5000 \text{ м}^3/\text{час}$, при котором вращение вала $n = 2800 \text{ об/мин}$.

Для подобных систем принимаем напор воздуха $\sum H_i = 150 \text{ кг/м}^3$.

Требуемая мощность на валу вентилятора:

$$P = 9,81 \cdot \frac{V_B \cdot \sum H_i}{3600 \cdot n_B} = \frac{4950 \cdot 150}{3600 \cdot 0,64} \cdot 9,81 = 3,18 \text{ кВт}, \quad (20)$$

где η_v – коэффициент полезного действия вентилятора, $\eta_v=0,64$.

Установленная мощность вентилятора:

$$P_{уст} = k \cdot P = 1,17 \cdot 3,18 = 3,7 \text{ кВт}, \quad (21)$$

где k – коэффициент запаса, $k = 1,17$.

Выбираем для вентилятора двигатель асинхронный, обдуваемый, тип АО, $P_n = 4$ кВт – номинальная мощность, $n = 2880$ об/мин – скорость вращения при номинальном моменте. $\eta = 85,5\%$ – коэффициент мощности двигателя.

Номинальный момент нагрузки вентилятора:

$$M_v = \frac{P_{уст}}{n \cdot \frac{\pi}{30}} = \frac{3,7}{2880 \cdot \frac{\pi}{30}} = 1,26 \cdot 10^{-3} \text{ Н} \cdot \text{м}, \quad (22)$$

Номинальный момент нагрузки двигателя:

$$M_n = \frac{P_n}{n \cdot \frac{\pi}{30}} = \frac{4}{2880 \cdot \frac{\pi}{30}} = 1,33 \cdot 10^{-3} \text{ Н} \cdot \text{м}, \quad (23)$$

Схема вентиляции представлена на рисунке 16.

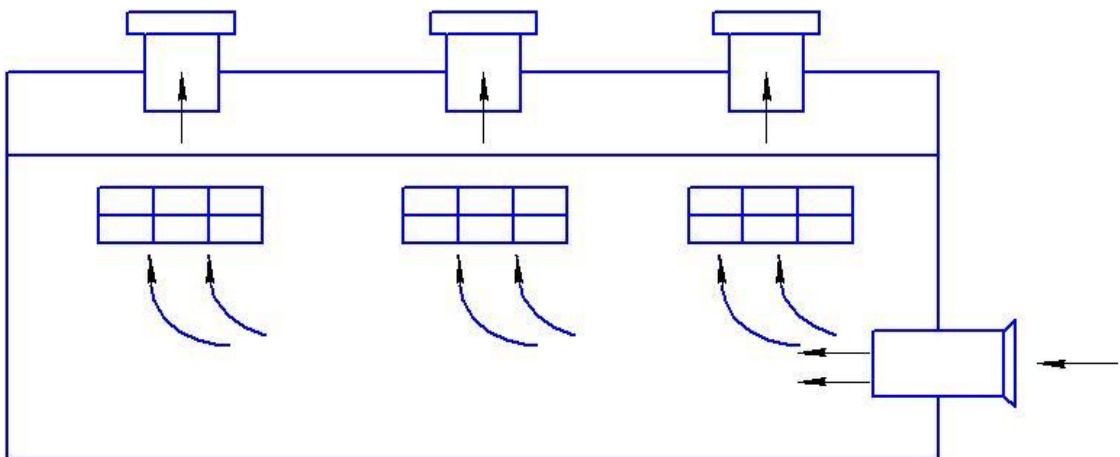


Рисунок 16 – Схема вентиляции

Отсюда видно, что система вентилятор – двигатель устойчива.

5.1.4 Пожаровзрывоопасность

Пожары на предприятиях представляют большую опасность для работающих и могут причинить огромный материальный ущерб. Вопрос обеспечения пожарной безопасности производственных зданий и помещений имеет государственное значение. Пожары могут возникнуть либо из-за халатности работников, либо как стихийное бедствие [17].

В процессе эксплуатации экспериментальных установок пожар может возникнуть в случае короткого замыкания. Для предотвращения этого обязательно должны быть устройства защиты от короткого замыкания. К ним относятся: плавкие вставки, токовые реле, автоматы и т.п.

Пожар также может возникнуть в результате перегрузок установок и вследствие этого перегрева проводов, при попадании брызг расплавленного металла на легко воспламеняющиеся материалы. Пожар также может возникнуть из-за самовозгорания промасленной ветоши и других материалов склонных к самовозгоранию.

Работы выполняются на сварочном участке по взрывопожарной и пожарной опасности категории помещений «Г».

Необходимо проводить следующие мероприятия по предупреждению пожаров [18]:

- по возможности в помещении должно находиться минимальное количество сгораемых материалов;
- в помещении, где постоянно проводятся сварочные работы, должны быть бетонные полы;
- не допускать перегрузки источников питания сварочной дуги, для этого в цепи питания источника должен быть автомат, отключающий источник питания при перегрузке;
- во избежание искрения, соединительные провода и кабель подключать в соответствии с правилами электробезопасности и тщательно изолировать.
- каждый сварочный пост должен иметь средства пожаротушения огнетушители ОП-3 и ПУ-3, бачок или ведро с водой, а также ящик с песком и лопатой.
- после окончания сварочных работ следует проверять рабочее место, помещение и зону, где производились сварочные работы и не оставлять открытого пламени и тлеющих предметов.

При возникновении пожара необходимо отключать от сети сварочный аппарат и принять меры к тушению пожара первичными средствами. Включение сварочного аппарата после ликвидации пожара допускается лишь после очистки и продувки всего электрооборудования и проверки установки.

При возникновении пожара люди должны покинуть помещение в течение минимального времени, которое определяется кратчайшим расстоянием от места их нахождения до выхода наружу [19].

5.1.5 Производственный шум

Основными источниками шума являются станки для резки металла, сварочная дуга и источники питания. Источником питания сварочной дуги называют устройство, которое обеспечивает необходимый род и силу тока дуги. Уровень шума от сварочной дуги определяется стабильностью ее горения. Поэтому при сварке покрытыми электродами и другими сварочными материалами, в содержании которых присутствуют элементы–стабилизаторы дуги, уровень шума не превышает допустимого уровня звукового значения. Сварка в углекислом газе, особенно проволокой сплошного сечения, не отличается высокой стабильностью горения дуги, уровень звукового значения в зависимости от режима сварки может быть выше допустимых значений.

Допустимая норма уровня шума регламентируется согласно СанПиН 3359–16. «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки»[20]. Максимальный уровень шума, который колеблется во времени и прерывается, не должен превышать 80 дБА СанПиН 3359–16. Максимальный уровень для импульсного шума не должен превышать 125 дБА. Максимальный уровень шума на рабочем месте сварщика не должен превышать 80 дБА.

При разработке технологических процессов, проектировании, изготовлении и эксплуатации машин, производственных зданий и сооружений, а также при организации рабочего места следует принимать все

необходимые меры по снижению шума, воздействующего на человека на рабочих местах, до значений, не превышающих допустимые.

Применение средств и методов коллективной защиты по ГОСТ 12.1.029–80 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства и методы защиты от шума. Классификация» [21]. Для снижения шума в производственных помещениях применяют различные методы коллективной защиты: уменьшение уровня шума в источнике его возникновения; рациональное размещение оборудования; борьбу с шумом на путях его распространения, в том числе изменение направленности излучения шума, использование средств звукоизоляции, звукопоглощения и установку глушителей шума, проводя акустическую обработку поверхностей помещения.

На рабочих местах промышленных предприятий защита от шума должна обеспечиваться строительно–акустическими методами:

- применением ограждающих конструкций зданий с требуемой звукоизоляцией;
- применением звукопоглощающих конструкций (звукопоглощающих облицовок, кулис, штучных поглотителей);
- применением акустических экранов;
- применением глушителей шума в системах вентиляции, кондиционирования воздуха и в аэрогазодинамических установках;
- виброизоляцией технологического оборудования.

Применение средств индивидуальной защиты по ГОСТ 12.4.051–87 (СТ СЭВ 5803–86) «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства индивидуальной защиты органа слуха. Общие технические требования и методы испытаний» [22]. Для защиты от шума также широко применяются различные средства индивидуальной защиты: протившумные наушники, закрывающие ушную раковину снаружи; протившумные вкладыши, перекрывающие наружный слуховой проход или прилегающие к

нему; противошумные шлемы и каски; противошумные костюмы (ГОСТ 12.1.029–80. ССБТ «Средства и методы защиты от шума») [23].

5.1.6 Ультрафиолетовое излучение

Источником УФ-излучения на сварочном участке являются электрическая дуга и плазменная резка.

УФ-излучение – это электромагнитное излучение в оптической области в диапазоне 200-400 нм с частотой колебаний от 10^{13} до 10^{16} Гц, примыкающее со стороны коротких волн к видимому свету. Оно относится к неионизирующим излучениям.

УФ- излучение характеризуется двояким действием на организм:

- опасностью переоблучения;
- необходимостью для нормального функционирования организма.

Длительное воздействие больших доз УФ-излучения может привести к серьезным поражениям глаз и кожи. Острые поражения глаз обычно проявляются в виде кератитов (воспаления роговицы) и помутнения хрусталика глаза.

Воздействие повышенных доз УФ-излучения на центральную нервную систему сопровождается головной болью, тошнотой, головокружением, повышением температуры тела, утомляемостью, нервным возбуждением.

Основными способами защиты от воздействия УФ излучения являются:

- защита расстоянием –это удаление обслуживающего персонала от источников УФ- излучения на безопасную величину;

- экранирование рабочих мест – (укрытие) источников излучений с помощью различных материалов и светофильтров, не пропускающих или снижающих интенсивность излучений (используют противосолнечные экраны, жалюзи, оконные стекла со специальным покрытием, стекла «хамелеоны»);

- рациональное размещение рабочих мест;
- использование индивидуальных средств (спецодежды (куртка, брюки), рукавиц, фартука из специальных тканей, щитка со светофильтром, соответствующего определенной интенсивности излучения).

5.1.7 Электробезопасность

Для предотвращения поражения сварщиков электрическим током необходимо, чтобы в сварочных установках провода имели надежную изоляцию, регулярно проверяемую в процессе эксплуатации. Корпуса электросварочного оборудования, а также сварочные приспособления и стенды должны быть заземлены. Все рукоятки, моховики, кнопки управления, которые могут оказаться под напряжением должны быть выполнены из диэлектрического материала или надежно защищены и изолированы от корпуса. Провода должны быть рассчитаны на номинальный ток. Соединение проводов должно производиться жестко с помощью специальных зажимов. В местах подключения сварочных аппаратов устанавливаются специальные настенные ящики с закрытыми рубильниками и предохранителями в трех фазах. Напряжение сети, к которой подключают сварочные аппараты, не должны превышать 500В [24].

При работе во влажных или сырых помещениях применяют диэлектрические перчатки и калоши.

В режиме однофазного прикосновения человек касается токоведущей части только одной точкой тела.

Однако режим однофазного прикосновения чаще возникает в условиях, когда человек этих правил не нарушает, прикасаясь не к токоведущей части, а лишь к, корпусу электротехнического изделия.

Если в изделии имеется неисправность типа замыкания фазы на корпус, то корпус оборудования находится под напряжением. Именно в этом режиме происходит наибольшая часть травм от электрического тока.

В зависимости от вида электроустановки, условий эксплуатации и назначения электроприемников применяют защитное заземление, зануление, защитное отключение, защитное шунтирование, защитное разделение сетей и контроль изоляции [25].

5.1.8 Расчет заземления

Расчет заземления ведем для оборудования, работающего под напряжением $U=380\text{В}$. Используем трубы $\phi 45 \times 2,5\text{мм}$ длиной 3м и полосовую сталь сечением $40 \times 4\text{мм}$. Заземление размещаем в ряд рисунок 17. Устанавливаем на глубину 0,8м, а расстояние между трубами принимаем равным $l=3\text{м}$, $l_{mp}=9\text{м}$.

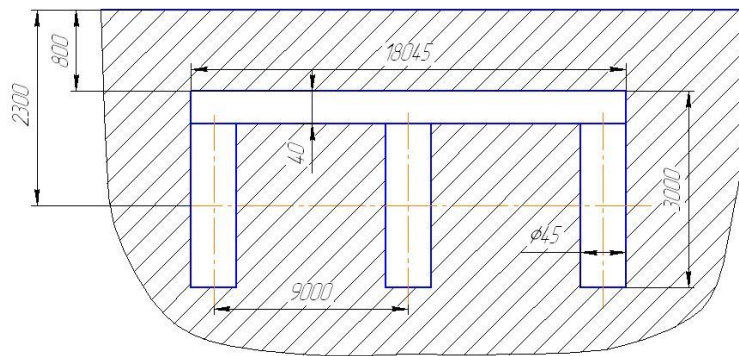


Рисунок 17 – Схема устройства искусственного группового заземления

По таблице [26] определяем допустимое сопротивление заземления $\rho_d = 4,0 \text{ Ом}$. Удельное сопротивление грунта $\rho_r = 2 \cdot 10^4 \text{ Ом}$.

Учитывая возможность промерзания грунта зимой и просыхание летом определяем расчетное значение удельного сопротивления заземления одной трубы ρ_3 и удельное сопротивления соединяющих полос.

$$\rho_3 = \rho_r \cdot k_3; \quad (24)$$

$$\rho_n = \rho_r \cdot k_n. \quad (25)$$

где k_3 и k_n – коэффициенты повышения для определения районов (климатических).

Эти коэффициенты находим по таблице: $k_3 = 1,5$; $k_n = 1,8$.

$$\rho_3 = 2 \cdot 10^4 \cdot 1,5 = 3 \cdot 10^4;$$

$$\rho_n = 2 \cdot 10^4 \cdot 1,8 = 3,6 \cdot 10^4.$$

Величину сопротивления одной трубы по формуле [26].

$$R_{\text{э}} = \frac{\rho_{\text{э}}}{2 \cdot \pi \cdot l_{\text{тр}}} \cdot \left(\lg \frac{2 \cdot l_{\text{тр}}}{d} + 0,5 \cdot \lg \frac{4 \cdot n_{\text{тр}} + l_{\text{тр}}}{4 \cdot n_{\text{тр}} - l_{\text{тр}}} \right); \quad (26)$$

где $l_{\text{тр}}$ - длина трубы, см;

$n_{\text{тр}}$ - глубина заложения трубы в землю, см;

d - диаметр трубы, см.

$$R_{\text{э}} = \frac{3 \cdot 10^4}{2 \cdot 3,14 \cdot 300} \cdot \left(\lg \frac{2 \cdot 300}{45} + 0,5 \cdot \lg \frac{4 \cdot 80 + 300}{4 \cdot 80 - 300} \right) = 45,4 \text{ м.}$$

Требуемое число трубчатых заземлений определяем по формуле [26].

$$n = \frac{R_{\text{э}}}{\rho_{\text{д}}} = \frac{45,4}{45} = 11,38. \quad (26)$$

Учитывая, что трубы соединены заземляющей полосой, которая выполняет роль заземления, принимаем $n=11$.

Длина соединительной полосы определяется по формуле:

$$l_n = 1,05 \cdot Q \cdot (n - 1); \quad (27)$$

где Q – расстояние между трубами.

$$l_n = 1,05 \cdot 9 \cdot (11 - 1) = 90,5 \text{ м.}$$

Сопротивление соединительной полосы:

$$R_n = \frac{\rho_n}{2 \cdot \pi \cdot l_n} \cdot \lg \frac{2 \cdot l_n^2}{n_{\text{тр}} \cdot b}; \quad (28)$$

где b – ширина полосы.

$$R_n = \frac{3,6 \cdot 10^4}{2 \cdot 3,14 \cdot 9050} \cdot \lg \frac{2 \cdot 9050^2}{80 \cdot 0,4} = 8,56 \text{ Ом.}$$

Результирующее $R_{\text{е}}$ с учетом коэффициента использования труб $\eta_{\text{тр}} = 0,87$; $\eta_n = 0,4$.

Определяем по формуле:

$$R_{\text{е}} = \frac{R_{\text{э}} \cdot R_n}{R_{\text{э}} \cdot \eta_n + R_n \cdot \eta_{\text{тр}} \cdot n} = 3,78 \text{ Ом.} \quad (29)$$

Таким образом, общее сопротивление защитного заземления не превышает допустимого по нормам. Следовательно, заземлитель труба диаметром 45x2,5мм длиной 3м при числе заземлителей $n=11$ штук на расстоянии 9 метров друг от друга. Длина соединительной полосы 90,5

метра, сопротивление соединительной полосы $R_{\Pi} = 8,56$ Ом при глубине заложения $h_{\Pi} = 0,8$ м является достаточным для обеспечения защиты при данной схеме расположения заземлителей.

5.2 Охрана окружающей среды

В 16а корпусе в качестве осветительных приборов приняты люминесцентные лампы, должны быть разработаны меры по их утилизации.

Хранение люминесцентных ламп должно осуществляться в помещении, которое отдельно расположено от мастерских и лабораторий корпуса. Оно должно соответствовать требованиям правил хранения токсичных отходов и санитарных норм. В нем должна быть налажена система вентиляции.

Полы в помещении должны быть изготовлены из водонепроницаемого материала, который препятствует попаданию вредного металла в окружающую среду. На случай аварийной ситуации в помещении для хранения ламп дневного света должно быть не менее 10 литров воды и запас марганцевого калия.

Отработанные люминесцентные светильники должны быть помещены в плотную тару. В роли ее могут выступать картонные коробки, коробки из ДСП, фанеры, бумажные или полиэтиленовые мешки. В одной картонной коробке должно быть не более 30 единиц продукции. Емкости должны быть расставлены на стеллажах, чтобы обезопасить их от любого механического воздействия. На каждой из них должна быть надпись: «Отход 1 кл. опасности. Отработанные люминесцентные лампы».

5.3 Чрезвычайные ситуации

При проведении анализа рабочего места инженера-лаборанта предмет возникновения чрезвычайных ситуаций (ЧС), определены следующие меры защиты персонала.

Производство находится в городе Томске с континентально-циклоническим климатом. Природные явления (землетрясения, наводнения, засухи, ураганы и т. д.), в данном городе отсутствуют. Возможными ЧС на объекте в данном случае, могут быть сильные морозы и диверсия.

Для Сибири в зимнее время года характерны морозы. Достижение критически низких температур приведет к авариям систем теплоснабжения и жизнеобеспечения, приостановке работы, обморожениям и даже жертвам среди населения. В случае переморозки труб должны быть предусмотрены запасные обогреватели. Их количества и мощности должно хватать для того, чтобы работа на производстве не прекратилась.

Чрезвычайные ситуации, возникающие в результате диверсий, возникают все чаще. Зачастую такие угрозы оказываются ложными. Но случаются взрывы и в действительности.

Для предупреждения вероятности осуществления диверсии предприятие необходимо оборудовать системой видеонаблюдения, круглосуточной охраной, пропускной системой, надежной системой связи, а также исключения распространения информации о системе охраны объекта, расположении помещений и оборудования в помещениях, системах охраны, сигнализаторах, их местах установки и количестве. Должностные лица раз в полгода проводят тренировки по отработке действий на случай экстренной эвакуации [27].

5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

При подготовке сборочно-сварочных работ, инженеру сварочного производство необходимо руководствоваться следующими документами:

- Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 21 июня 2016 г. N 81 «Об утверждении СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах»
- Межгосударственный стандарт ГОСТ 12.0.003-2015 "Система стандартов по безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы.

- Классификация" (введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 9 июня 2016 г. N 602-ст)
- Государственный стандарт СССР ГОСТ 12.1.005-88 "Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны" (утв. постановлением Госстандарта СССР от 29 сентября 1988 г. N 3388) (с изменениями и дополнениями)
 - Государственный стандарт СССР ГОСТ 22269-76 "Система "человек-машина". Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования" (введен в действие постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 22 декабря 1976 г. N 2798)
 - Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 12.1.019-2009 "Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты" (утв. приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 10 декабря 2009 г. N 681-ст)
 - Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 12.1.009-2009 "Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Термины и определения" (утв. приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 10 декабря 2009 г. N 682-ст)
 - СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 "Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы" (зарегистрированы в Минюсте России 10.06.2003, регистрационный N4673.).
 - Межгосударственный стандарт ГОСТ 12.1.003-2014 "Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности" (введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 декабря 2014 г. N 2146-ст)

Заключение

В результате выполнения выпускной квалификационной работы, было разработано электронное устройство, которое уменьшит величину потребляемого от сети тока, а также проведены испытания для снижения потерь металла на разбрызгивание.

Проведены экспериментальные исследования влияния тока источника питания на коэффициент потерь электродного металла при ручной дуговой сварке покрытыми электродами. В результате исследований выявлено что применение электронного устройства снижает разбрызгивание металла в 2 раза.

В рамках выполненной работы был проведен технико–экономический анализ исследования разработки повышения ресурсоэффективности источников питания переменного тока для дуговой сварки покрытыми электродами. В результате проведенного FAST-анализа были выявлены слабые стороны сварочного трансформатора ТДМ-501иУ2, оптимизация которых приведет к уменьшению стоимости проекта и увеличению его эффективности. В результате проведенного SWOT-анализа были рассмотрены слабые и сильные стороны проекта. Исходя из анализа, можно сделать вывод, что реализация полностью оправдана, а реальных угроз выявлено не было.

Так же был составлен план исследования, в котором распределялись основные функции проекта между руководителем и дипломником. Кроме этого был рассчитан бюджет научного исследования, в который вошли расходы на материалы и оборудование, а также заработные платы участников проекта, он составил 357813руб.

По оценке ресурсоэффективности проекта, можно сделать выводы, что для текущего исследования коэффициенты энергосбережения и стоимости эксперимента выше, чем у аналогов.

Результаты проекта могут быть приняты к рассмотрению и использованы на предприятии ОАО ТДСК г. Томска.

Список использованных источников

1. Сварка в машиностроении: Справочник. В 4-х т./Ред. С 24 кол.: Г.А.Николаева (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1978 - - Т.1/ Под ред. Н.А.Ольшанского. 1978. 504с., ил.
2. Сварка в машиностроении: Справочник. В 4-х т./Ред. С 24 кол.: Г.А.Николаева (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1978 - - Т.2/ Под ред. А.И.Акулова. 1978. 462с., ил.
3. Сварка в машиностроении: Справочник. В 4-х т./ Ред.С 24 кол.: Г.А.Николаева (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1978 - - Т.4/ Под ред. А.И.Акулова. 1978. 462с., ил.
4. Сварка в машиностроении: Справочник. В 4-х т./ Ред. кол.: Г.А.Николаева (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1979 - Т.3/ Под ред. В.А. Винокурова. 1979. 567с., ил.
5. Оборудование для дуговой сварки: Справочное пособие /Под ред. В.В. Смирнова. Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. Отд-ние, 1986. – 656 с.: ил.
6. Браткова О.Н. Источники питания сварочной дуги: Учебник. – М.: Высш. Школа, 1982. – 182 с., ил.
7. Закс М.И. и др. Трансформаторы для электродуговой сварки /М.И. Закс, Б.А. Каганский, А.А. Печенин. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. Отд-ние, 1988. – 136 с.: ил.
8. Томас К.И. Технология сварочного производства: учебное пособие / К.И. Томас, Д.П. Ильценко; Юргинский технологический институт. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 247 с..
9. Технология и оборудование сварки плавлением и термической резки / Под. ред. А. И. Акулов - М. : Машиностроение, 1977.- 560 с.
10. Источники питания для дуговой сварки. Ссылка на интернет-источник: <http://weldering.com/istochniki-pitaniya-dugovoy-svarki>

11. Теория сварочных процессов / Под. ред. В. В. Фролов - М. : Высшая школа, 1988.- 559 с.
12. А.Д. Гитлевич и др. Техническое нормирование технологических процессов в сварочных цехах – М: Машгиз, 1962.
13. Грачева К.А. Экономика, организация и планирование сварочного производства: Учебное пособие. М.: Машиностроение, 1984. - 368 с.
14. Прокофьев Ю.С. Организация планирование и управлением предприятием: Методические указания к выполнению курсовой работы. – Томск: изд. ТПУ, 1987. – 38с.
15. Белов С.В. Охрана окружающей среды. – М.: Высшая школа, 1983. – 264 с.
16. Охрана труда в машиностроении // Под ред. Е.Я. Юдина.- М.: Машиностроение, 1983. – 432 с.
17. Безопасность производственных процессов: справочник. С.В. Белов, В.Н. Бринза и др. – М.: Машиностроение, 1985. – 448 с.
18. Долин П.А. Основы техники безопасности в электрических установках. М.: Энергия, 1990. – с.336.
19. Журавлев В.Г. Защита населения и территории в чрезвычайных ситуациях. М.: Высшая школа, 1990. – 376 с.
20. Елгазин В.И. Расчет защитного заземления.
21. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 21 июня 2016 г. N 81 «Об утверждении СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах»
22. Межгосударственный стандарт ГОСТ 12.0.003-2015 "Система стандартов по безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация" (введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 9 июня 2016 г. N 602-ст)
23. Государственный стандарт СССР ГОСТ 12.1.005-88 "Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху

- рабочей зоны" (утв. постановлением Госстандарта СССР от 29 сентября 1988 г. N 3388) (с изменениями и дополнениями)
24. Государственный стандарт СССР ГОСТ 22269-76 "Система "человек-машина". Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования" (введен в действие постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 22 декабря 1976 г. N 2798)
25. Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 12.1.019-2009 "Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты" (утв. приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 10 декабря 2009 г. N 681-ст)
26. Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 12.1.009-2009 "Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Термины и определения" (утв. приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 10 декабря 2009 г. N 682-ст)
27. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 "Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы" (зарегистрированы в Минюсте России 10.06.2003, регистрационный N 4673.).
28. Межгосударственный стандарт ГОСТ 12.1.003-2014 "Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности" (введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 декабря 2014 г. N 2146-ст)