

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 Оборудование и технологии сварочного производства

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ/РАБОТА

Тема работы
Изучение влияния медных теплоотводящих покрытий на формирование сварного шва при сварке тонколистовой стали

УДК 621.791.05:621.771.24

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4602	Лендиев П.В.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кректулёва Р. А.	к.ф.-м.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Петухов О.Н.	к.э.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Гуляев М.В.	доцент		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Томск – 2016 г.

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



Институт электронного образования
 Направление подготовки (специальность) оборудования и технология сварочного производства
 Кафедра оборудования и технология сварочного производства

УТВЕРЖДАЮ:
 Зав. кафедрой ОТСП
 _____ Киселев А.С.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломная работа

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-4602	Лендиев Петр Викторович

Тема работы:

Изучение влияния медных теплоотводящих покрытий на формирование сварного шва при сварке тонколистовой стали	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	3051/С (от 20.04.2016)

Срок сдачи студентом выполненной работы:	09.06.2016 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	CAD/CAE/CAM проектирование процессов аргонодуговой сварки неплавящимся электродом низколегированных тонколистовых сталей с применением медных теплоотводящих покрытий (подкладок)
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1. Литературный обзор. 2. Постановка задачи, цели и методы исследования. 3. Результаты проектирования 4. Практическая реализация результатов расчетов по методам САПР, сравнение расчетных данных с результатами эксперимента.

Перечень графического материала	Визуализация компьютерных исследований
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
1.Обзор литературы 2.Объект и методы исследования 3.Аналитический обзор 6. Заключение	Кректулёва Раиса Алексеевна
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Петухов Олег Николаевич
5. Социальная ответственность	Гуляев Милий Всеволодович

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	12.01.2016 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кректулёва Р. А.	к.ф.-м.н.,		12.01.2016

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4691	Лендиев П.В.		12.01.2016

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 2016 учебного года)

Форма представления работы:

Дипломная работа

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

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
 выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	02.06.2016 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
15.02.2016...	1 Обзор литературы	15
30.03.2016...	2 Постановка задачи, цели и методы исследования	10
01.04.2016	3 Результаты проектирования	20
26.04.2016	4 Экспериментальная проверка расчетных результатов	10
15.05.2016	5 Финансовый менеджмент	10
27.05.2016	6 Социальная ответственность	10
01.06.2016	Заключение	10
05.06.2016	Демонстрационные слайды	15

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Крекулева Р.А..	к.ф.-м.н.,		12.01.2016

СОГЛАСОВАНО:

Зав. Кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ОТСП	Киселев А.С.	к.т.н., доцент		12.01.2016

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 104 страницы, 63 рисунка, 16 таблиц, 42 литературных источника.

Ключевые слова: САПР, CAD/CAE/CAM, численное моделирование, теплоотводящие материалы, сварка стали, медные подкладки, ВРМ.

Объектом исследования является: свариваемость низколегированной тонколистовой стали (на примере стали Ст3) с применением медных теплоотводящих подкладок.

Цель работы: численно (на основе САПР) и экспериментально изучить влияние медных теплоотводящих покрытий на формирование сварного соединения при сварке тонколистовой стали. Выявить закономерности влияния геометрии теплоотводящего покрытия на термический цикл. Дать рекомендации к подбору режимов сварки тонколистовой низколегированной стали для получения качественных сварных соединений.

В процессе исследования проводились: численное моделирование сварки стали с применением медных подкладок в программной среде «МЕЗА», изучение влияния геометрии теплоотводящей подкладки на термический цикл. Кроме того, результаты компьютерного моделирования были воспроизведены в реальном эксперименте.

Степень внедрения: На данный момент вопрос изучения сварки стали с применением медных подкладок не вышел за пределы лабораторных исследований.

Область применения: Результаты этой работы могут быть использованы для дальнейших лабораторных исследований сварки стали с применением медных подкладок, а также для публикации в печати.

Экономическая эффективность/значимость работы: Применение САПР для сварочных процессов позволяет значительно экономить средства и время, а также исключает вредные воздействия на человека.

В будущем планируется: Дальнейшее изучение вопроса свариваемости тонколистовой стали (других марок и других толщин) с применением медных подкладок.

Abstract

Final qualifying work consists of 104 pages, 63 figures, 16 tables, 42 literary source.

Keywords: CAD, CAD/CAE/CAM, numerical simulation, heat sink materials, welding of steel, copper lining.

The object of the study is: the weldability of low alloy sheet steel (for example steel St3) with the use of the copper heat sink pads.

Objective: numerically (based on CAD) and to experimentally study the effect of the copper heat sink coatings on the formation of a welded joint when welding sheet steel. To identify regularities of the influence of geometry on heat sink cover the thermal cycle. To give recommendations for the selection of modes of welding thin-sheet low-alloy steel for producing high-quality welded joints.

In the process of conducted research: numerical simulation of welding steel using copper pads in the software environment "MEZA", a study of the influence of geometry of heat dissipating pads for a thermal cycle. In addition, computer simulation results were replicated in a real experiment.

Level of implementation: At present the study of welding steel using copper pads has not gone beyond laboratory studies.

Application field: the Results of this work can be used for further laboratory tests welding steel using copper pads.

Economic efficiency and significance of the work: the Use of CAD software for welding processes saves time and money, and eliminates the harmful effects on humans.

Future plan: Further study of the weldability of sheet steel (other brands and other thicknesses) using copper pads.

Определения, обозначения, сокращения и нормативные ссылки

В настоящей работе применены следующие термины с соответствующими определениями.

САПР – система автоматизированного проектирования.

CAD/CAE/CAM – computer aided design / computer aided engineering / computer aided manufacturing, аналог термина САПР в иностранной литературе.

Медная подкладка – медная пластина, обеспечивающая формирование шва, удержание расплавляемого металла и отвод тепла.

ВРМ – виртуальное рабочее место.

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

1. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
2. СП 52.13330.2011 "Естественное и искусственное освещение"
- 3.ГОСТ Р 12.1.019-2009. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
4. ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЗАКОН "ТЕХНИЧЕСКИЙ РЕГЛАМЕНТ О ТРЕБОВАНИЯХ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ"
5. САНПИН 2.2.2/2.4.1340-03. ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПЕРСОНАЛЬНЫМ ЭЛЕКТРОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫМ МАШИНАМ И ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ
6. ГОСТ 22.3.03-97 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Защита населения

Оглавление

Оглавление

Введение.....	11
Глава 1. Обзор литературы.....	13
1.1. Методы численного моделирования.....	13
1.2. Сварка тонколистовой стали с применением теплоотводящих медных подкладок.....	19
Глава 2. Постановка задачи, цели и методы исследования.....	23
2.1. Технология применения САПР к проектированию сварных конструкций заданной геометрии.	24
2.1.1. Описание программы «МЕЗА».....	24
2.1.2. Принципиальная схема работы с программой.....	25
2.1.3. Создание модели.....	Error! Bookmark not defined.
2.1.4. Задание входных данных.....	Error! Bookmark not defined.
2.1.5. Расчёт.....	25
2.2. Применение системного подхода к поиску рациональных параметров режимов сварки.	Error! Bookmark not defined.
2.2.1. Численное моделирование: результаты исследования теплофизических процессов в тонколистовой стали с применением медных теплоотводящих подкладок под воздействием движущейся электрической дуги.....	Error! Bookmark not defined.
2.3. Экспериментальная проверка достоверности разработанной методики.....	28
2.3.1. Методика сварки неплавящимся электродом.....	28
2.3.2. Этапы подготовки шлифов.....	29
Глава 3. Результаты проектирования технологического процесса и геометрии теплоотводящей медной подкладки.	Error! Bookmark not defined.
3.1. Сплошная теплоотводящая медная подкладка.....	Error! Bookmark not defined.
3.2. Теплоотводящая медная подкладка с канавкой.....	Error! Bookmark not defined.
3.3. Теплоотводящая медная подкладка с зазором.....	Error! Bookmark not defined.
3.4. Перфорированная теплоотводящая медная подкладка.....	Error! Bookmark not defined.
3.5. Перфорированная теплоотводящая медная подкладка с 3 продольными рядами отверстий.....	Error! Bookmark not defined.
3.6. Стальной образец без применения медной теплоотводящей подкладки.....	Error! Bookmark not defined.
3.7. Выводы по разделу.....	Error! Bookmark not defined.
Глава 4. Экспериментальная проверка расчетных результатов	Error! Bookmark not defined.

4.1.Проведение эксперимента	Error! Bookmark not defined.
4.2. Оценка качества полученных сварных соединений	Error! Bookmark not defined.
4.3. Выводы по разделу	Error! Bookmark not defined.
Глава 5. Финансовый менеджмент	33
5.1 Исходные данные для проведения анализа.....	33
5.2 Достоинства и недостатки процесса производства	33
5.3 Выбор сварочных материалов	34
5.4 Определение режимов сварки	34
5.5 Обоснование выбора оборудования и приспособлений	35
5.6 Планирование комплекса работ по теме	35
5.7 Расчет затрат на разработку проекта	38
5.7.1 Основные материалы, программное обеспечение	38
5.7.2 Расчет затрат на основную заработную плату	39
5.7.3 Расчет затрат на электроэнергию	40
5.7.4 Амортизационные отчисления.....	41
5.7.5 Смета затрат на разработку проекта.....	42
5.8 Расчет эксплуатационных затрат	43
5.9 Экономическая целесообразность применения ВРМ	45
Глава 6. Социальная ответственность	49
6.1 Производственная безопасность	49
6.1.1 Требования безопасности, эргономики и технической эстетики к рабочему месту.....	49
6.1.2 Требования электробезопасности	49
6.1.3 Требования к источникам излучений	52
6.1.4 Требования к микроклимату	52
6.1.5 Анализ производственных и вибро-акустических факторов	53
6.1.6 Требования к системе освещения	54
6.1.7 Пожарная безопасность	57
6.2 Экологическая безопасность	58
6.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	60
6.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	60
Заключение.....	Error! Bookmark not defined.
Список используемых источников	62

Введение

В настоящее время одним из наиболее употребляемых технологических процессов обработки металлов является сварка, которая проявила себя стабильным качеством и высокой степенью автоматизации. Важным преимуществом сварки является возможность при производстве изделия выбирать его наиболее рациональную конструкцию и форму. Сварка позволяет экономно использовать металлы и значительно уменьшить отходы производства. Сварка заняла важное место в различных отраслях промышленности и строительства, благодаря своим преимуществам перед другими способами производства изделий например (клепкой, литьем, ковкой и др.). Она получила широкое применение в авто- и авиастроении для сварки тонколистовой стали (корпуса воздуховоздушного теплообменника, выходной направляющий аппарат компрессора низкого давления, кузова автомобилей и автобусов, защитные корпуса для различных видов оборудования и прочее) по причине высокой надежности и в случаях, когда прочность и качество соединения имеет первоначальное значение. Нужно отметить, что сварка тонколистовой стали сопряжена с определенными трудностями, такими как перегрев металла и сквозное проплавление, а также нестабильность прочностных свойств по длине сварного шва. Для сварки тонколистовой стали существуют нормативные требования, которые изложены в ГОСТ 14771-76. Согласно данному стандарту[22] к сварному соединению типа С4 при сварке в инертных газах (аргон), неплавящимся электродом без применения присадочного материала, предъявляются следующие требования(таб.№6): толщина свариваемых деталей 0,5- 4 мм, зазор между кромками свариваемых деталей 0 (пред.отк. +0,3), ширина сварного шва не более 8 мм, ширина корня сварного шва не более 4,0 мм (пред.отк. $\pm 2,0$ мм), выпуклость сварного шва 0 (пред.отк. +0,2, -0,5 мм), выпуклость корня сварного шва 0 (пред.отк. +1,0 мм).

Наиболее значимыми параметрами для сварки тонколистовых сталей с применением подкладок являются ширина шва и ширина обратного валика, величина усиления шва и высота обратного валика, регламентированные вышеупомянутым ГОСТом. Если первый и третий параметры зависят от режимов сварки и геометрии электрода, то два оставшихся существенно зависят от размеров канавки в медной подкладке. По этой причине в качестве основных параметров шва рассматривают ширину сварного шва и ширину обратного валика.

Не смотря на то, что внедрение сварки тонколистовой стали с применением медных подкладок обусловлено нормативными документами в соответствии с ГОСТ 14771-76, в то же время условия выполнения ГОСТ 14771-76 детально не прописаны ни в каких документах, что вызывает немалые трудности и противоречия при практической реализации данных требований. В связи с этим для промышленности становится актуальной задача определения и конкретизации условий сварки тонколистовой сварки, которые бы не допускали разночтений в практической реализации при применении медных теплоотводящих подкладок.

Имеющиеся опубликованные материалы по данной теме, полученные в результате научных исследований и производственных опытов, как правило, не позволяют выбрать нужное сочетание режимов сварки тонколистовой стали на медной подкладке, удовлетворяющих заданным производственным требованиям (максимальной производительности выпуска сварных изделий и высоким эксплуатационным качествам, минимальной ширине шва, минимальному усилению шва, минимальному отношению ширины шва к ширине обратного валика).

При том, что в динамично развивающемся авто- и авиастроении окончательная отработка режимов сварки производится уже на готовых дорогостоящих деталях, а не на технологических образцах, то актуальным вопросом является получение параметров режима и геометрической формы медной подкладки при помощи средств автоматизированного проектирования (САПР), которые исключают необходимость их экспериментальной корректировки

и снизят затраты времени и средств на подготовку производства. Для совершенствования технологии АрДС и более эффективного применения при производстве данных, полученных в результате экспериментальных исследований и результате численного моделирования процесса сварки тонколистовой стали на медной подкладке, возникает необходимость в обобщении в виде закономерностей, которые могли бы служить справочным материалом для специалистов.

Глава 1. Обзор литературы

Данная работа имеет двойной характер: с одной стороны решается металлургическая задача, а с другой стороны показываются возможности методов численного моделирования сварочных процессов, поэтому литературный обзор условно можно разделить на две части:

Статьи, которые описывают применение методов численного моделирования сварочных процессов и практических исследований с применением медных подкладок [1-18] и статьи и работы, изучающие вопрос АрДС [19-24]. Отдельно можно выделить статьи [1,4], т.к. они подходят под обе эти условные группы. В них описывается техника сварки тонколистовой коррозионно-стойкой стали с применением медных подложек, а обоснование технологии выполнено расчётными методами в программе *ANSYS*.

1.1. Методы численного моделирования

Было рассмотрено 11 научных статей, написанных сотрудниками различных университетов и исследовательских центров. Кафедра сварки Уфимского государственного авиационного технического университета, Киевского политехнического института, Ворошиловградского машиностроительного института, Тульского государственного университета, кафедра сварки Томского Политехнического Университета.

Общий принцип моделирования сварочного процесса и проведения эксперимента можно свести к следующим пунктам:

- 1) Постановка задачи –определение количественных зависимостей , связывающих основные параметры геометрии медной подкладки для сварного соединения тонколистовой стали толщиной 2мм с режимами АрДС неплавящимся электродом;
- 2) Создание физико-математической модели процесса, учитывающей все основные параметры: модель источника тепла, модель свариваемой поверхности, модель сварочной ванны, уравнение движения источника тепла и т. д.;
- 3) Получение и сохранение результатов расчета на основе физико-математических моделей. Расчёты выполняются, как правило, в специализированных программах, созданных исключительно под эту задачу;
- 4) Проведение экспериментальной сварки на натуре (если при помощи моделирования удалось достичь нужного результата);
- 5) Проведение калибровки модели (насколько она точна и соответствует расчетам) и сравнение полученных результатов;
- 6) Оценка полученных результатов и выводы.

Проведенный обзор работ, предлагающих методы математического моделирования, показал, что только единицы из этих работ решают конкретную прикладную задачу, большинство же впервые предлагает определённую модель и алгоритм моделирования под различные типы сварки, обобщая произведённые ранее исследования.

Приведём краткий анализ содержания литературных источников:

[1] В данной работе по результатам экспериментальных исследований влияния параметров режима АрДС(сварочного тока и скорости сварки) на геометрию стыкового шва разработана математическая модель для численного расчета ширины сварного шва и обратного валика, которые учитывают теплоотдачу в медную подкладку(при использовании численной термомодеформационной модели на основе конечно- элементной модели теплопередачи в пакете ANSYS) , при сварке автоматической АрДС стыковых соединений тонколистовых коррозионно-

стойких сталей толщиной от 1,5 до 3мм. Далее в ходе работы была разработана методика численного моделирования влияния термомодеформационного цикла АрДС стыковых соединений на медной подкладке на остаточные деформации, которая позволяет прогнозировать их с жесткими допусками на отклонение геометрических размеров и минимизировать, подобрав наиболее подходящую схему закрепления их в приспособлении. В целом работа дает общее представление о том, что программа ANSYS не адаптирована к моделированию процессов формирования сварочной ванны и авторам [1] пришлось приложить определенные усилия для адекватного воспроизведения расчетных данных в натурном эксперименте.

[2] В данной работе была разработана трёхмерная численная динамическая модель для симуляции состояния поверхности сварочной ванны для сварки в защитных газах. Модель учитывает перенос теплоты и движение жидкости, плавучесть и давление дуги, а также и детальную информацию о влиянии капельного переноса на сварочную ванну, её кристаллизацию и форму шва. Разработанная модель применялась в программе FLOW-3D. Для расчёта использовался FAVOR (fractional area volume obstacle representation), который позволяет выделять зоны внутри прямоугольной сетки. Поверхность разделена на сеть прямоугольных клеток. Каждая клетка несёт в себе информацию о средних значениях всех параметров, кроме скорости. Данная модель применялась для расчёта стыкового и углового швов с последующей экспериментальной проверкой. В результате экспериментальной проверки подтвердилась верность созданной модели.

[3] В данной работе произведено моделирование формирования дефектов при дуговой сварке для стационарной модели плавящимися и неплавящимися электродами и нестационарная модель сварки плавящимся электродом. Вышеуказанные модели позволяют имитировать дефекты шва (подрезы, прожоги). Расчётные данные были сравнены с проведенным экспериментом и он подтвердил верность расчётов.

[4] Создана количественная модель сварки тонколистовой стали 12X18H10T на медной подкладке для расчета глубины проплавления и ширины шва. Моделирование сварки встык тонколистовой стали на медной подкладке сопряжено со сложностями связанными со значительным теплоотводом в подкладку, который без эксперимента определить невозможно. Расчеты производились с помощью программного обеспечения ANSYS. Проверка расчетной методики проводимости теплового контакта путем записи показаний с термопар. В результате сравнения экспериментальных показаний с расчетными, установлено, что термическая проводимость, рассчитанная по теплопроводности воздушной прослойки между микронеровностями поверхности, не отражает реальных условий сварки по причине не полного прилегания стали к медной подкладке.

[5] В работе была рассмотрена математическая модель связанной пространственной задачи теплопроводности и диффузии с подвижным источником для многокомпонентных сред разной физической природы. Модель разработана в приложении к технологиям сварочного производства. В работе приведен алгоритм численного решения поставленной задачи. Произведена оценка достоверности численного решения с аналитическим и реальным экспериментами, в результате получено хорошее соответствие.

[6] В работе методами численного моделирования исследуется математическая модель технологического процесса обработки поверхности медного образца движущимся источником тепловой энергии с характерными особенностями формирования пространственных тепловых полей, областей расплава, испарения и кристаллизации. В результате серии компьютерных экспериментов установлены закономерности формирования зоны расплава и зоны «термического влияния» в зависимости от распределения энергии в сечении теплового источника и от геометрии обрабатываемого образца. Установлено, что при воздействии в заданных режимах геометрические размеры зоны расплава зависят от толщины и длины образца и практически не зависят от его ширины.

[7] В данной работе изложен расчетно-экспериментальный метод, с помощью которого возможно достаточно точно рассчитать размеры ванны расплава и зоны термического влияния (ЗТВ), а также провести оценку структурно-фазовых переходов в зависимости от технологических параметров электродугового воздействия на материал. Предлагаемый метод основан на разработке адекватной математической модели теплофизических процессов, протекающих в сварочной ванне в результате трансформации энергии электрической дуги: плавления, испарения, кристаллизации и теплопереноса. Включение в математическую модель диаграммы состояния системы Fe-C, отражающей структурно-фазовые изменения многих сталей, позволяет установить связь между технологическими режимами и геометрическими размерами зон структурно-фазовых переходов. Расчеты и экспериментальная проверка адекватности предлагаемого подхода выполнены для наиболее распространенной марки стали Ст3. Экспериментальные исследования структурнофазовых превращений в стали Ст3 при поверхностной обработке на различных режимах горения дуги, подтвердили достоверность численной модели. Было установлено, что при большей скорости движения электрической дуги и меньшем количестве термических циклов материал в закристаллизовавшейся ванне расплава имеет более рыхлую структуру, чем при меньшей скорости движения дуги и большем количестве термических циклов соответственно.

[8] В данной работе предложена математическая 3D модель, позволяющая прогнозировать структурно-фазовый состав материалов при кристаллизации из зоны расплава. В работе исследовались теплофизические процессы в контактирующих разнородных материалах на основе стали Ст3 и алюминия под воздействием движущегося электродугового источника сварки неплавящимся электродом в среде защитных газов(аргон). Рассмотрены численные методы анализа режимов горения дуги и их влияния на конечные состояния взаимодействующих материалов после охлаждения ванны расплава. Для исследуемой пары материалов в результате численных расчетов двухслойных (Al-Ст, Ст-Al) и трехслойных композиционных материалов (Al-Ст3-Al, Ст3-Al-Ст)

определены условия взаимного массопереноса, при которых в зоне контакта образуется прочное соединение Fe_3Al . Физические эксперименты, поставленные по результатам численного моделирования, подтвердили достоверность расчетных методов. В результате исследования показали, что взаимопроникновение материалов состоялось на всю толщину контактирующей пары.

[9] В работе проведен большой комплекс компьютерных экспериментов по изучению теплофизических особенностей в меди с использованием программы Meza. Подобные исследования не проводились ранее из – за трудностей, как в постановке задачи, так в анализе результатов. В результате экспериментов выяснилось, что в нижней части образца температура постепенно увеличивалась, в средней части была постоянной, в верхней части резко стремилась вверх, вплоть до границы, где температура была максимальной

[10] В данной работе рассмотрена модель, которая воплощает собой итерационную процедуру оптимизации нескольких неизвестных переменных в рамках феноменологических законов, которые регулируют вопросы теплоотдачи и течения жидкости в сварочной ванне и может правильно вычислить значения этих параметров после проведения нескольких экспериментов и измерений провара шва и ширины шва, и на основе этих данных и вычислить значение теплообмена, гидродинамики и геометрии сварного шва.

[11] В данной работе представлена математическая модель, которая рассматривает ликвацию и растрескивание сварных соединений при сварке плавлением. Данной моделью может быть достоверно предсказана склонность к растрескиванию на основе вычисленного процесса затвердевания шва с учетом неравновесной кристаллизации.

1.2. Сварка тонколистовой стали с применением теплоотводящих медных подкладок.

Было также рассмотрено 7 научных статей, патентов написанных сотрудниками различных университетов и исследовательских центров [12 – 18]. Во всех этих статьях предлагается какой-либо способ сварки тонколистовой стали с применением медных подкладок или рассматриваются различные конструкции медных подкладок. Везде отмечаются трудности в связи с устройством конструкции медных подкладок. Однако все эти статьи имеют лишь лабораторные результаты, не применимые на практике. Из анализа этих работ можно сделать вывод, что состояние вопроса свариваемости тонколистовой стали с теплоотводящими медными подкладками пока находится на стадии накопления качественных эмпирических данных. О количественных результатах пока говорить нельзя.

[12] При сварке стыковых соединений из металла толщиной 0,5—3 мм возможно сквозное проплавление дугой деталей с образованием отверстий, трудно поддающихся последующему исправлению. Кроме того, из-за ограниченной возможности регулирования тепловой энергии дуги прямого действия помимо прожогов в таких швах обнаруживаются непровары, шлаковые включения и другие дефекты. Для обеспечения необходимого качества сварки тонколистовой стали используют отбортовку кромок, временные теплоотводящие подкладки, остающиеся стальные подкладки или расплавляемые элементы, электроды со специальным покрытием, специальное сварочное оборудование. В качестве временных теплоотводящих подкладок используют медные и бронзовые плиты. Сборку производят без зазора, обеспечивая плотное прилегание свариваемых листов к подкладке. Для стыковых соединений используют стальную остающуюся подкладку, если это допускается проектом. Сварку ведут с проплавлением деталей из тонколистовой стали и приваркой их к стальной подкладке .

Существуют технические требования, в соответствии с которыми максимальная прочность шва является необходимым условием. Изделия, подверженные механической усталости, воздействию коррозии или периодическому изменению температуры в таких отраслях, как атомная, аэрокосмическая и энергетическая, нуждаются в швах оптимального качества, чтобы обеспечить хороший уровень безопасности в случае отказа оборудования в процессе эксплуатации. Для таких критичных применений требуется сварка встык с полным проплавлением.

[13] В случаях, когда имеется доступ к обратной стороне шва, внешний профиль валика может быть механически обработан или отшлифован до необходимой формы - возможно, чтобы сделать гладкую, плоскую поверхность. Другой вариант - валик может находиться с обратной стороны шва, и тогда обработке подвергается внутренний профиль. В том случае, когда доступ к обратной части шва невозможен, единственной альтернативой является наплавление валиков вручную или вспомогательная подкладка .

[14] Работа носит в основном экспериментальный характер. По результатам экспериментов разработана аналитическая методика расчета размеров набежавшего металла в корне шва в зависимости от толщины свариваемых деталей и зазора между кромками, которая позволяет прогнозировать образование дефектов и, следовательно, заблаговременно принять необходимые технологические меры. В качестве технологической меры было предложено применять медную подкладку с канавкой, поскольку она обеспечивает хорошее формирование корня шва и эффективно отводит избыточное тепло от свариваемого стыка и околошовной зоны. Установлено, что улучшить эффективность теплоотвода можно путем принудительного охлаждения подкладок водой , проходящей через каналы, которых может быть любое количество, но чаще всего использовали один канал проходящий непосредственно под формирующей канавкой, или два канала расположенные по обе стороны формирующего канала и охлаждающие околошовную зону. Установлено так же, что большое значение имеет степень

поджатия свариваемых листов к подкладке, так как при недостаточном прижатии жидкий металл сварочной ванны затекает в образовавшиеся зазоры. В результате экспериментальных исследований и анализа рекомендуемых параметров режима сварки были получены расчетные зависимости для определения параметров режима односторонней сварки на медной подкладке в зависимости от толщины свариваемых элементов, обеспечивающих получение сварного шва с номинальными геометрическими размерами в соответствии с государственными стандартами. По результатам работы была разработана конструкция медной подкладки, обеспечивающей возможность сварки деталей с зазором между кромками за счет поддувки защитного газа. Недостатком работы можно считать отсутствие данных о точности предлагаемого подхода.

[15] Изобретение может быть использовано для односторонней сварке под слоем флюса для снижения уровня остаточных деформаций при сварке тонколистовых конструкций с применением медного подкладочного бруса за счет приложения растягивающего усилия шва и околошовной зоны. Медная подкладка выполненная в форме бруса с центральным каналом для охлаждения и канавкой для флюса на поверхности. Так же брус снабжен захватом, закрепленным на одном его торце, направляющим стаканом, размещенным соосно с каналом, подвижным поршнем размещенным в направляющем стакане и второй неподвижный захват с другой стороны. Благодаря такой конструкции канал выполняет сразу две функции: охлаждение и создание давления для растяжения шва и околошовной зоны. Детали крепятся в захваты за счет ранее приваренных технологических планок. К недостаткам следует отнести, что размеры подкладки достаточно громоздкие, данная конструкция сложна в изготовлении и требует больших финансовых затрат.

[16] Изобретение, в котором используется медно-флюсовая подкладка для односторонней сварки деталей встык с полным проплавлением и формированием обратной стороны шва при помощи канавки, заполненной флюсом для повышения эффективности отвода тепла от изделия и расширения функциональных возможностей за счет регулирования интенсивностью

теплоотвода. Данная подкладка представляет из себя медный брус прямоугольного сечения с выполненным по центру каналом, заполненным флюсом и расположенным непосредственно над кромками свариваемых деталей. По обе стороны от канала расположены по 4 продольных паза для пропуска охлаждающей среды (воздух или инертный газ), между которыми дополнительно выполнены отверстия для лучшего теплоотвода. В случае, если свариваемые детали имеют меньший размер относительно подкладки, то открытую часть подкладки закрывают пластиной для предотвращения утечки охлаждающей среды. Преимуществами данного изобретения являются: эффективность отвода тепла от свариваемых деталей для снижения уровня остаточных деформаций, возможность регулирования теплоотводом за счет изоляции части пазов, отсутствие необходимости использовать для охлаждающей среды воду. К недостаткам следует отнести то, что размеры подкладки достаточно громоздкие по сравнению со свариваемыми образцами и поэтому требуют дополнительное тепловложение и, соответственно удорожают технологический процесс.

[17] Изобретение, в котором предложена конструкция медной подкладки для односторонней автоматической сварки деталей встык с обратным формированием корня шва. Конструкция подкладки состоит из медных пластин, имеющих узкую и широкую части, установленные специальным образом на плоские пружины, размещенные на выступах жесткого желоба. Под действием массы свариваемых деталей пластины опускаются, копируя рельеф свариваемого стыка. Дно желоба заполнено охлаждающей жидкостью, что обеспечивает хороший теплоотвод от свариваемых деталей.

[18] Изобретение, которое представляет собой короб с размещенным в нем эластичным желобом для флюса, образованным упругим элементом, края которого намотаны на барабан, закрепленный снаружи короба, а также ролик, установленный в месте выхода упругого элемента, с другой стороны конструкция аналогична. На короб устанавливаются медные пластины(подкладки), поворачиваются барабаны, уменьшая длину.

Глава 2. Постановка задачи, цели и методы исследования

Основной задачей настоящей ВКР является исследование условий (режимов сварки и геометрии медной подложки) для соблюдения требований ГОСТ 14771-76, при которых обеспечивается высокое качество сварного соединения.

Цели исследования включают в себя:

- 1) разработку методики анализа тепловых процессов в сварочной ванне без принудительного теплоотвода и с применением теплоотводящих медных подкладок различной геометрии;
- 2) проведение экспериментальных методов оценки достоверности предлагаемой методики.

Методы исследования включают в себя две составляющие. Первая составляющая – это применение САПР технологических процессов для детального исследования динамики преобразования электромагнитной энергии электрической дуги в тепловые процессы, плавление, испарение и кристаллизацию металла сварочной ванны. Вторая составляющая – это подготовка образцов и проведение натурных экспериментов, для доказательства правильности методических разработок.

Для решения поставленной задачи было исследовано большое количество образцов из низколегированной стали (на примере Ст-3) с медной подкладкой различной формы для того, чтобы найти приемлемые режимы сварки и изучить влияние геометрии подкладки на термический цикл.

2.1. Технология применения САПР к проектированию сварных конструкций заданной геометрии.

2.1.1. Описание программы «МЕЗА»

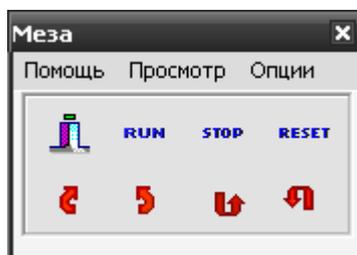


Рис. 1. Начальное окно меню программы «Меза»

Программа предназначена для расчета многочисленных тепловых задач, с различными функциями внешних воздействий. Расчет производится численно при помощи явной разностной схемы.

Возможен обсчет моделей, состоящих из нескольких разнородных материалов. Программа поддерживает до 31 материала в одном образце. Для конфигурирования образцов создаваемых моделей используется встроенная в программу база данных материалов, которая может быть дополнена любым необходимым пользователю материалом. Для этого следует обратиться к разработчикам данного программного обеспечения. В программу существует возможность просмотра и изменения параметров материалов в доступной форме. (изменения параметров не приводят к их изменению в базе материалов, а только изменяются для данного процесса). Функции внешних воздействий, т.е. тепловые источники сварки поддерживаются программой в виде подключаемых библиотек. После подключения вышеупомянутых библиотек в программе становятся доступными параметры внешних тепловых воздействий, индивидуальные для каждого источника.

Существует возможность просмотра изотермы образца в любом сечении, перпендикулярном одной из оси координат, а также просмотр фазовых образований и температуры образца в каждой конкретной точке.

Поддерживается возможность построения трехмерных графиков:

1. Температура поверхности образца.
2. Изоповерхность температуры в образце.
3. Общая конфигурация образца.

Пользователю данного программного обеспечения также предоставлена возможность выбирать неограниченное количество виртуальных датчиков в заданных контрольных точках образца. Каждая контрольная точка накапливает в себе статистические данные, протекающих в ней процессов (в её координатах): изменение температуры во времени процесса, фазовые переходы, изменение скорости роста температуры.

2.1.2. Принципиальная схема работы с программой

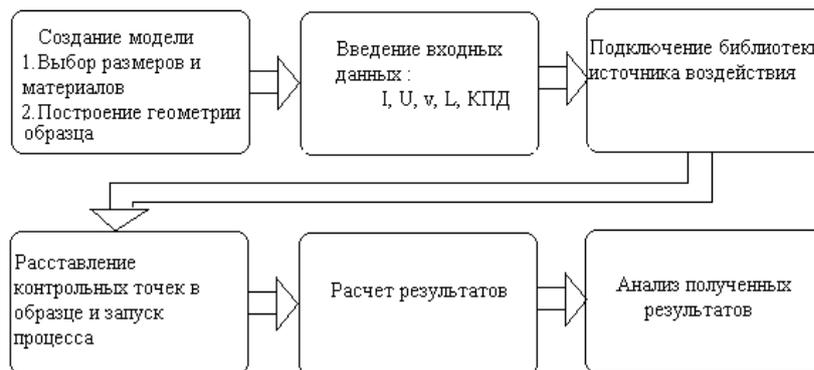


Рис. 2. Схема работы с программой.

2.1.5. Расчёт

После задания геометрии модели и выбора режима сварки, источников, программу запускают на расчёт. Расчёт производится автоматически, а его результаты заносятся в соответствующие разделы программы.

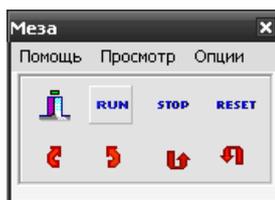


Рис 14. Запуск программы на расчёт.

Во время расчёта возможен просмотр модели послойно. Также программа снабжена маркером, измеряющим координаты в данной точке. Таким образом, можно измерить размеры сварочной ванны.

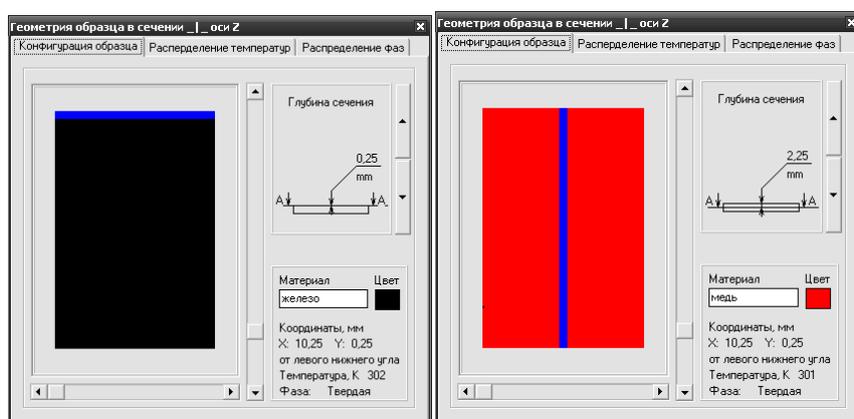


Рис.15. Послойный просмотр геометрической конфигурации образца

Следующие два окна работают также, послойно, и показывают распределение температур в сечении и фазовое состояние сечения. В данных окнах можно проследить динамику изменения распределения температур и геометрии сварочной ванны.

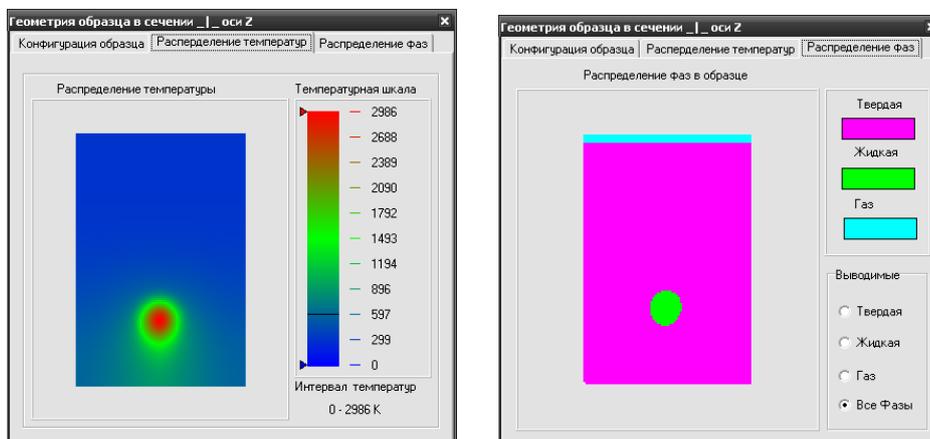


Рис. 16. Окна распределения температур и распределения фаз в изделии.

В данной программе так же осуществлена возможность проставлять контрольные точки по сечению образца, с которых в последующем можно извлечь такие параметры, как изменение температуры во времени процесса, фазовые переходы, изменение скорости роста температуры в её координатах.

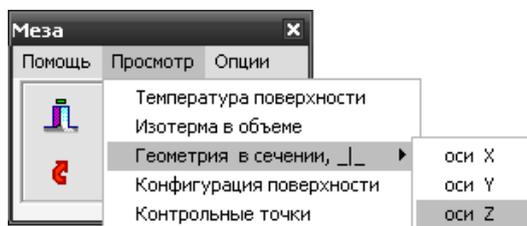


Рис. 17. Выбор окна геометрической конфигурации образца.

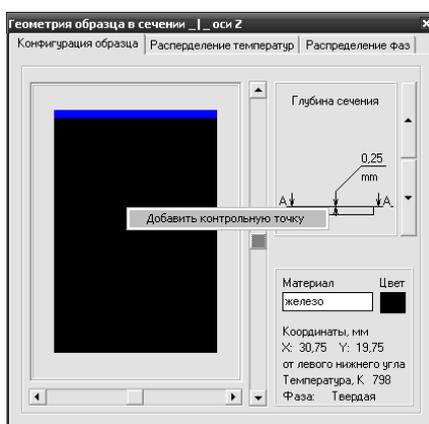


Рис. 18. Задание координат контрольных точек.

В окне геометрической конфигурации образца при помощи вводного устройства и индикатора координат производится выбор сечения, из которого требуется извлечь вышеуказанные параметры.

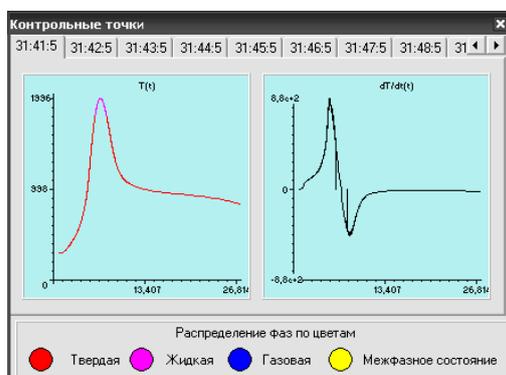


Рис. 19. Получаемые термограммы в заданных контрольных точках (виртуальных датчиках).

Одна контрольная точка снимает показания с одной ячейки модели, так как выбрана дискретность 0,5, то контрольная точка снимает показания с площади в 0,25 мм² созданной модели.

2.3. Экспериментальная проверка достоверности разработанной методики.

2.3.1. Методика сварки неплавящимся электродом

После подбора параметров режимов сварки в компьютерном программном обеспечении для подтверждения данных результатов необходимо было выполнить проверку на основе проведения натурального эксперимента. Для этого нам требуется выполнить следующее: произвести поверхностное оплавление стальных пластин, определить границы структурно-фазовых превращений после их охлаждения, оценить размеры области расплава и участков зоны термического влияния, определяемых по анализу микроструктуры при различных режимах.

Натурный эксперимент проводился на установке путем поверхностного оплавления стальной пластины, путем воздействия на неё дугой постоянного тока прямой полярности. Процесс проходил в среде инертного газа (аргона) с применением неплавящегося вольфрамового электрода. Образцы представляли собой пластины листовой стали с размерами 58x40x2 мм и медные пластинки с размерами 60x40x2мм.

Сварочная дуга горит между неплавящимся вольфрамовым электродом и свариваемым изделием. В горелке расположен электрод, через сопло которой вдувается аргон. В данном эксперименте использовали автоматическую аргонодуговую сварку.

Соприкосновение вольфрамового электрода с изделием может привести к интенсивному оплавлению и загрязнению электрода. Поэтому при сварке аргоном с неплавящимся электродом используют осциллятор для зажигания дуги, он

подключается параллельно источнику питания и подает высоковольтные высокочастотные импульсы, которые ионизируют дуговой промежуток и после включения сварочного тока обеспечивают зажигание дуги. (Рис.28)

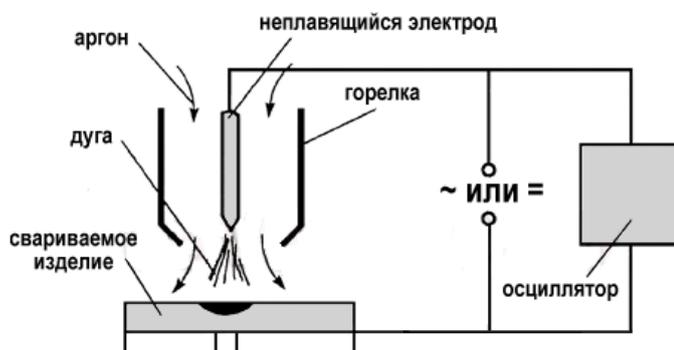


Рис.28. Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом, схема процесса.

Образец перемещался прямолинейно на подвижной платформе относительно неподвижной головки, расположенной над его осевой линией. При этом обеспечивалось зажигание дуги и начало перемещения. До начала эксперимента были выставлены такие параметры режима, как ток I , напряжение U и скорость перемещения электрической дуги V .

Были заданы различные режимы горения дуги, которые обеспечивали формирование ванны расплава вдоль всей длины образцов. Глубина и ширина ванны зависела от заданных режимов.

2.3.2. Этапы подготовки шлифов

Приготовление образцов для исследования микроструктуры состояло из следующих этапов:

Образцы охладилась на спокойном воздухе. Рассматриваемая поверхность микрошлифа доводилась до плоской и блестящей (зеркальной) поверхности без дефектов. (Надо отметить, что неправильный процесс подготовки шлифа искажает структуру металла).

Затем из них изготавливали поперечные металлографические темплеты по следующей технологии.

Первый этап. Отрезка и заторцовка шлифа. Резка образца производилась на отрезном станке МЕСАТОМЕ T260. Быстрозажимные тиски разрешит закрепить образец, как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскости. Режущий станок имеет две скорости резки: 3200 и 3800об/мин.



Рис 29. Станок MecatomeT260

Подготовка плоскостей производилась следующим образом - поверхности образца заторцовывались на плоскость на наждачном круге. Отрезка и заторцовка велась с охлаждением образца водой, иначе он нагревался, что могло привести к искажению структуры. Так как вырезанные образцы имеют малый размер(10x40x2мм), то для удобства дальнейшей обработки образцов, они были помещены в силиконовые формы и залиты эпоксидной смолой. Спустя 48 часов они были готовы к дальнейшей обработке.

Шлифование образца после затвердения эпоксидной смолы производилось на плотной бумаге с применением 4 алмазных паст (ГОСТ 25593) разных номеров (зернистостью 60/40, 20/14, 7/5 и 1/0). Шлифование начинали с пасты с крупными абразивными зёрнами или частицами и продолжали далее на следующей пасте с более мелкими зёрнами. Образец, прижимали заторцованной стороной к поверхности бумаги с пастой(60/40 и 20/14) , для двух других паст(7/5 и 1/0)

использовали тканевую основу, водили в одном направлении до исчезновения рисок, которые находились на поверхности до начала шлифования. При шлифовании на следующем номере водили шлифом в направлении, перпендикулярном к штрихам, пока риски от шлифования пастой предыдущего номера полностью не исчезнут. При не соблюдении данной технологии шлифования остаются риски, которые не выводятся при полировании следующими пастами с более мелкими зернами и мешают в дальнейшем анализировать микроструктуру. Также следует отметить, что перед началом шлифования на пасте с более мелкими зернами с образца требуется полностью удалить пасту предыдущего номера.

В процессе изготовления шлифа велся постоянный визуальный контроль, чтобы края плоскости не были завалены. После окончания шлифования образец промывали водой для удаления частиц абразивного материала, затем полировали на следующей пасте. Полирование прекращалось после того как выводились последние риски.

Травление микрошлифов. Для анализа структуры и выявления мартенсита использовался травитель следующего химического состава: 20 мл. HCl ; 1 г. CuCl_2 ; 15 мл. H_2O ; 65 мл. $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$. Травление осуществляли при температуре 20 °С методом окунания образцов, время травления 60 с. В результате травления на поверхности микрошлифа образуются выступы и впадины, характеризующие микроструктуру сплава. После травления шлиф промывали сначала водой, а затем спиртом и сушили прокладыванием фильтровальной бумагой.

Металлографическое исследование проводили с помощью оптического микроскопа Olympus – GX51 и комплекта прикладных программ SIAMS 700, снабженного системой цифровой визуализации изображений.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-4602	Лендиев П.В.

Институт	ИнЭО	Кафедра	ОТСП
Уровень образования	Специалист	Направление/специальность	ОТСП

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Стоимость применяемого оборудования для проведения сварочных работ, тарифные ставки рабочих, материальные затраты, экономическое применение компьютерных методов</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	...
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	...
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. <i>Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)</i>	...
2. <i>Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР</i>	...
3. <i>Обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения ИР</i>	<i>Обосновать выбор приобретаемого оборудования и материалов</i>
4. <i>Составление бюджета инженерного проекта (ИП)</i>	<i>Привести затраты на приобретение оборудования и материалов</i>
5. <i>Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР и потенциальных рисков</i>	<i>Рассчитать трудозатраты, затраты на электроэнергию, затраты на материалы, затраты на разработку проекта</i>
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	
<ol style="list-style-type: none"> 1. «Портрет» потребителя 2. Оценка конкурентоспособности ИР 3. Матрица SWOT 4. Модель Кано 5. ФСА диаграмма 6. Оценка перспективности нового продукта 7. График разработки и внедрения ИР 8. Инвестиционный план. Бюджет ИП 9. Основные показатели эффективности ИП 10. Риски ИП 	

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
------------------	------------	-------------------------------	----------------	-------------

Доцент	Петухов О.Н.	к.э.н		
--------	--------------	-------	--	--

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4602	Лендиев П.В.		

Глава 5. Финансовый менеджмент

В данной части выполняется технико-экономическое обоснование применяемых инженерных решений. Рассматривается экономическая целесообразность внедрения виртуального рабочего места ВРМ, как способ быстрого подбора оптимальных параметров режима сварки и сварочных материалов.

5.1. Исходные данные для проведения анализа

В дипломной работе рассматривается возможность сварки различных соединений тонколистовой низколегированной стали с применением медных теплоотводящих подкладок.

Сварка проводится вольфрамовым неплавящимся электродом по ГОСТ 14771-76.

Для моделирования образца используется специализированное программное обеспечение MEZA. Данная программа позволяет определить режимы сварки, после чего подтвердить их разработанным экспериментом.

5.2. Достоинства и недостатки процесса производства

Использование числовых моделей с заданными технологическими свойствами и режимами сварки позволяет решить такие задачи, как:

- прогнозирование свойств после термического воздействия,
- предсказание возможных дефектов после термического воздействия,
- позволяет оценивать поверхностное упрочнение и многое другое.

Программа MEZA позволяет создавать виртуальные модели сварных соединений из различных материалов и производить расчёт сварочного процесса. Преимущество использования виртуальной модели в том, что после расчёта соединения на компьютере достаточно провести всего несколько экспериментов

для подтверждения расчётов. При этом происходит экономия дорогостоящих материалов, которые пришлось бы использовать при проведении эксперимента традиционным способом, а также значительно сокращает время, затраченное на проведение эксперимента.

Недостатком этой программы является то, что для использования программы MEZA необходимо обладать знаниями компьютерного и математического моделирования. Специализированное ПО является высокоинтеллектуальным продуктом и для его применения необходим соответствующий опыт.

5.3. Выбор сварочных материалов

В качестве сварочных материалов для проведения эксперимента используются вольфрамовый электрод для сварки в среде защитных газов. В качестве защитного газа используется аргон. Приведем сводную таблицу материалов и их стоимости (таблица 7). Цены взяты по состоянию на 2016 г., на сайтах компаний производителей.

Таблица 7 – Сварочные материалы

		Цена, руб/шт (руб/л)
Электроды	Вольфрамовый электрод. WC-20	114
Защитный газ	Аргон, высший сорт	18,75

5.4. Определение режимов сварки

Режимы сварки в среде защитных газов неплавящимся электродом были подобраны в программном обеспечении MEZA, исходя из требований максимального проплавления и недопустимости сквозного проплавления.

5.5. Обоснование выбора оборудования и приспособлений

Список необходимого оборудования для сварки тонколистовой стали с медной подкладкой представлен в таблице 8.

Таблица 8 – Оборудование, используемое для ручной дуговой сварки

Наименование	Кол-во	Цена, руб.
Сварог TIG 180 A (R18) Pro	1	18615
Клемма заземления КЗ–31, 315А	1	188
Маска электросварочная (с наголовником) стеклопластиковая отечественная	1	500
Электрододержатель 400А (ЭД–40М)	1	393
Кабель КГ–50 5м	1	1160
Итого		20856

5.6. Планирование комплекса работ по теме

Для наиболее рационального решения задачи требуется предварительное планирование работы. Для этих целей проводится отбор и обоснование комплекса работ.

Для разработки проекта было задействовано два агента:

- руководитель проекта;
- инженер-программист.

Руководитель занимается организаторской работой: ставит задачу, контролирует её выполнение, производит научное консультирование. Инженер отвечает за написание кода программы, отладку кода, занимается установкой и настройкой необходимого программного обеспечения, а также отвечает за работу полученного

продукта. Трудоемкость работ определяется с учетом срока окончания работ, особенностей работы с данной вычислительной техникой, и выбранной среды программирования.

Работа над ВКР проводилась с 11 января 2016 года по 2 июня 2016 года. В итоге, при пятидневной рабочей неделе с учетом выходных и праздничных дней получается 96 рабочих дней.

Трудоемкость работ можно определить по сумме трудоемкости этапов работ, оцениваемых экспериментальным путем в человеко-днях. Она носит вероятный характер, так как зависит от множества трудно-учитываемых факторов. Для определения ожидаемой продолжительности работ $t_{ож}$ используется метод оценок длительности работ. Он основан на использовании трех оценок

$$t_{ож} = \frac{t_{min} + 4t_{нв} + t_{max}}{6}, \quad (10)$$

где t_{min} – кратчайшая продолжительность заданной работы (оптимистическая оценка),

t_{max} – самая большая продолжительность работы (пессимистическая оценка),

$t_{нв}$ – наиболее вероятная продолжительность работы.

Для оценки трудоемкости необходимо разработать перечень работ. Выбор комплекса работ при разработке проекта производится в соответствии с ГОСТ 19.102-77 «Единая система программной документации», устанавливающего стадии разработки. Перечень комплекса работ приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Комплекс работ по разработке КМС

Наименование работ	Исполнители	Кол-во чел.	Продолжительность работ,			
			t_{min}	t_{max}	$t_{нв}$	$t_{ож}$
Постановка задачи	Р	2	1	2	2	2
	И		1	2	1	2

Составление, согласование и утверждение технического задания	Р	2	2	5	4	4
	И		1	2	1	2
Сбор и изучение научно-технической литературы, нормативно-технической документации	И	1	5	8	6	7
Разработка плана работ	И	1	2	3	2	3
Разработка алгоритма вычисления данных	Р	2	1	2	1	2
	И		3	6	5	5
Моделирование разработанного алгоритма	И	1	5	9	7	8
Разработка структуры программы	И	1	2	4	3	4
Реализация алгоритма клиентской части программы	Р	2	1	2	2	2
	И		10	14	12	13
Обработка сообщений об ошибках	И	1	2	3	2	3
Создание программы управления	И	1	10	16	12	14
Отладка программы	И	1	15	23	18	21
Отладка программы в реальном режиме (верификация)	Р	2	1	4	4	4
	И		2	5	5	5
Итого	Руководитель		14			
	Инженер-		85			

	программист	
--	-------------	--

5.7. Расчет затрат на разработку проекта

Определение затрат на разработку продукта (производственные затраты) производится путем составления сметы затрат на проектирование. Смета затрат состоит из прямых и накладных расходов, которые включают в себя следующие статьи:

статья 1 - основные материалы и комплектующие;

статья 2 - основная заработная плата;

статья 3 - дополнительная заработная плата;

статья 4 - социальные начисления;

статья 5 - накладные расходы.

5.7.1 Основные материалы, программное обеспечение

Перечень стоимости материалов и программного обеспечения (ПО), необходимых для данной разработки приведены в таблице 10.

Таблица 10 – Основные материалы, ПО

Статья расходов	Количество	Цена ед., руб.	Сумма, руб.
Оборудование для эксперимента	1 шт.	20856	20856
Электрод	1шт	114	114
Защитный газ (аргон)	20 л	18,75	375
ПО Mathworks Matlab 7.3	1 лицензия	80000	80000
Итого			101345

5.7.2 Расчет затрат на основную заработную плату

Затраты на заработную плату включают в себя основную, дополнительную заработные платы и отчисления от заработной платы.

Месячный оклад руководителя определен из среднерыночных показателей и составляет 30000 рублей. Оклад инженера-программиста - 20000 рублей.

Согласно полученным данным на трудозатраты, произведем расчет затрат на основную заработную плату агентов.

Дневная ставка равна месячному окладу, поделенному на 22 рабочих дня, то есть:

$$Z_{д} = \frac{O_{м}}{22}, \quad (11)$$

где $Z_{д}$ – заработная плата за один день,

$O_{м}$ – месячный оклад работника.

Соответственно, дневная ставка, помноженная на число рабочих дней, дает заработную плату каждого агента за период разработки.

Заработная плата работников за период разработки определяется по формуле:

$$Z_{осн} = Z_{д1} \cdot T_1 + Z_{д2} \cdot T_2 \quad (12)$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата, руб.,

$Z_{д1}$, $Z_{д2}$ – дневная заработная плата руководителя и инженера-программиста, руб.,

T_1 , T_2 – затраты труда руководителя и инженера-программиста соответственно, часов.

Результат расчета приведен в таблице 11.

Дополнительная заработная плата определяется как 10% от основной заработной платы

$$Z_{доп} = Z_{осн} \cdot 0,1 = 96361 \cdot 0,1 = 9636,1 \text{ руб.} \quad (13)$$

Таблица 11 – Затраты на основную заработную плату

Исполнитель	Трудоем- кость, дней	Месячный оклад, руб.	Средне- дневная заработная плата, руб.	Сумма основной заработной платы, руб.
Руководитель	14	30 000	1 364	19 096
Инженер	85	20 000	909	77 265
Итого				96 361

Отчисления от заработной платы по единому социальному налогу составляют 30% от суммы основной и дополнительной заработной платы. Сюда входят:

- социальное страхование;
- пенсионный фонд;
- фонд занятости населения;
- медицинское страхование.

Рассчитаем отчисления от заработной платы по единому социальному налогу:

$$ECH = 0,3 \times (Z_{осн} + Z_{доп}) = 0,3 \times (96361 + 9636,10) = 31799,13 \text{ руб.} \quad (14)$$

Заработная плата с отчислениями по единому социальному налогу определяется по формуле:

$$Z_{полн} = (Z_{осн} + Z_{доп}) \cdot N_p + ECH \quad (15)$$

где $Z_{полн}$ – затраты на заработную плату, учитывающие отчисления по единому социальному налогу;

N_p – районный коэффициент (для Томска $N_p = 1,3$).

$$Z_{полн} = (96361 + 9636,10) \cdot 1,3 + 31799,13 = 169595,36 \text{ руб.}$$

5.7.3 Расчет затрат на электроэнергию

Затраты на электроэнергию определяются по формуле:

$$C_{эл} = W_y \cdot T_p \cdot S_{эл}, \quad (16)$$

где W_y – установленная мощность, кВт,
 T_p – время работы оборудования, часов,
 $S_{эл}$ – тариф на электроэнергию, руб./кВт·ч.

Время работы за компьютером составляет 85 дней. Учитывая то, что рабочий день составляет 8 часов, получается 680 часов машинного времени.

Результаты расчета затрат на электроэнергию приведены в таблице 12.

Таблица 12 – Затраты на электроэнергию

Оборудование	Потребляемая мощность, кВт	Время работы, часов	Тариф, руб./кВт·ч.	Сумма, руб.
Персональный компьютер	0,35	680	3,5	833
Освещение	0,64	680		1523,20
Итого, руб.				2356,20

5.7.4 Амортизационные отчисления

Амортизационные отчисления определим по формуле:

$$C_A = \sum_{i=1}^n \frac{Ц_B \cdot H_A \cdot g \cdot t}{\Phi_{эф}}, \quad (17)$$

где n – количество видов единиц оборудования,
 $Ц_B$ – балансовая стоимость i -го вида оборудования,
 H_A – норма годовых амортизационных отчислений для оборудования,
 g – количество единиц i -го вида оборудования,
 t – время работы i -го вида оборудования, час,
 $\Phi_{эф}$ – эффективный фонд времени работы оборудования, час.

Эффективный фонд времени работы оборудования определяется по формуле:

$$\Phi_{\text{эф}} = D \cdot H_3, \quad (18)$$

где D – количество рабочих дней в году,

H_3 – норматив среднесуточной загрузки.

$$\Phi_{\text{эф}} = 247 \cdot 8 = 1976 \text{ час.}$$

В данном случае при разработке использовалась одна единица оборудования – компьютер. Балансовая стоимость компьютера составила $C_B = 18000$ руб. Количество компьютеров $g = 1$. Время работы за компьютером составило $t = 680$ часов. Норма годовых амортизационных отчислений для компьютера $H_A = 20\%$.

Тогда амортизационные отчисления на разработку проекта составят:

$$C_A = \frac{18000 \cdot 0,2 \cdot 1 \cdot 680}{1976} = 1238,87 \text{ руб.}$$

5.7.5 Смета затрат на разработку проекта

Основные затраты на разработку определим по формуле

$$OZ = Z_{\text{зполн}} + Z_{\text{эз}} + Z_{\text{ом}} \quad (19)$$

$$OZ = 169595,36 + 2356,20 + 101345 = 273296,56 \text{ руб.}$$

Накладные расходы составляют 20% от основных затрат

$$Z_{\text{НР}} = OZ \cdot 0,2 = 273296,56 \cdot 0,2 = 54659,31 \text{ руб.}$$

Расчет сметы затрат на разработку приведены в таблице 13.

Таблица 13 – Смета затрат на разработку ВРМ

Статья затрат	Сумма затрат, руб.
Заработная плата с отчислениями (с учетом районного коэффициента)	169 595,36
Основные материалы, ПО	101 345
Затраты на электроэнергию	2 356,20
Амортизационные отчисления	1 238,86
Вспомогательные материалы	680

Накладные расходы	54 659,31
Итого	329 874,73

5.8 Расчет эксплуатационных затрат

К эксплуатационным затратам в нашем случае можно отнести затраты, связанные с обеспечением работы ВРМ. Это могут быть затраты на введение и пополнение информационной базы, создание дополнительных модулей программы, проведение численных экспериментов.

Текущие затраты рассчитываются по формуле:

$$C_{ТЕК} = C_{ЗП} + C_A + C_Э + C_{РЕМ} + C_M, \quad (20)$$

где $C_{ЗП}$ – затраты на основную и дополнительную заработную плату с отчислениями производственного персонала, руб.,

C_A – амортизационные отчисления от стоимости оборудования и устройств системы, руб.,

$C_Э$ – затраты на потребляемую электроэнергию, руб.,

$C_{РЕМ}$ – затраты на текущий ремонт и обслуживание оборудования, руб.,

C_M – затраты на материалы и цифровые носители, руб.

Затраты на основную и дополнительную заработную плату с отчислениями персонала рассчитываются по формуле:

$$C_{ЗП} = \sum_{i=1}^n Ч_{обс} \cdot t_i \cdot S_H \cdot [(1 + H_d) \cdot (1 + H_{CC})], \quad (21)$$

где $Ч_{обс}$ – численность обслуживающего персонала,

t_i – время, затраченное работником i -ой квалификации, час,

S_H – среднедневная заработная плата работника i -ой категории, руб.,

n – количество категорий работников,

H_d – коэффициент, учитывающий дополнительную зарплату, в долях к основной зарплате (для Томска $H_d = 0,3$),

H_{CC} – коэффициент, учитывающий отчисления во внебюджетные фонды (органам социального страхования), $H_{CC} = 0,26$.

Время, затраченное обслуживающим персоналом, рассчитывается исходя из того, что продолжительность эксплуатации системы в течение рабочего дня составляет 8 часа, следовательно, за год:

$$t = 247 \text{ дня} \cdot 8 \text{ часов} = 1976 \text{ часа.}$$

Данные по заработной плате работников, занимающихся эксплуатацией системы:

Количество человек – 1;

Средняя дневная ставка – 600 руб.;

Затраты времени на работу – 247 дней;

На основании этого получаем:

$$C_{зп.пр} = 1 \cdot 247 \cdot 600 \cdot [(1 + 0,3) \cdot (1 + 0,26)] = 242751,6 \text{ руб.}$$

Работа с ВРМ проводится на том же оборудовании, что и его разработка, то сумма амортизационных отчислений составит 1 238,86 руб. (см. п. 8.1.4).

Затраты на потребляемую электроэнергию составят

$$C_{эл} = 0,35 \cdot 2 \cdot 1976 = 1383,20 \text{ руб.}$$

Затраты на текущий ремонт оборудования рассчитываются по формуле

$$C_{рем} = \frac{n \cdot Ц_{бал} \cdot H_{тр}}{100}, \quad (22)$$

где $H_{тр}$ – норма отчислений на текущий ремонт, которая составляет 0,5.

$$C_{рем} = \frac{1 \cdot 18000 \cdot 0,5}{100} = 90 \text{ руб.}$$

Калькуляция эксплуатационных затрат по работе с ВРМ приведена в таблице 14.

Таблица 14 – Смета эксплуатационных затрат

Наименование составляющих издержек	Сумма затрат, руб./год
Заработная плата обслуживающего персонала с начислениями	242 751,60
Амортизационные отчисления	1 238,86

Затраты на потребляемую электроэнергию	1 383,20
Затраты на текущий ремонт	90
Итого	245 463,66

5.9. Экономическая целесообразность применения виртуального рабочего места (VRM)

Главная задача программного продукта – предоставить современному инженеру-сварщику мощный и гибкий инструмент, моделирующий сварочный процесс и позволяющий проводить численные эксперименты, направленные на создание или совершенствование технологических процессов сварки.

Для оценки экономической целесообразности применения компьютерных методов вместо экспериментальных будем исходить из того, что стоимость хозяйственных работ по выбору технологических режимов составляет, как правило, от 500 000 руб. и выше. Время выполнения работы – от 6 месяцев.

Основные статьи расходов могут включать:

- затраты на материалы: основной металл, электроды, сварочная проволока, защитный газ и т.д.;
- заработная плата персонала: сварщика, технолога, дефектоскописта и других специалистов и рабочих;
- затраты на проведение исследований: неразрушающий контроль, механические испытания, определение микроструктуры и т.д.
- другие расходы, связанные с организацией работ, использованием основных фондов, потреблением энергии и т.д.

Сопоставляя суммы затрат на разработку программного продукта (табл. 11.5) и на его эксплуатацию (табл. 11.6), видим, что они сопоставимы с затратами на проведение НИОКРовской работы по отладке технологического режима для решения всего лишь для одной производственной проблемы.

Использование VRM дает возможность технологу подобрать оптимальные режимы, не используя дополнительные трудовые и материальные резервы. Теоретически, время на создание нового техпроцесса может составлять от одной

до нескольких недель. Затраты в сравнении с традиционным подходом при этом сокращаются в несколько раз. Существенным является то, что в рамках одного ВРМ можно работать со многими технологическими процессами сварки и резки.

Помимо создания нового техпроцесса, ВРМ можно использовать для оптимизации уже используемых технологических режимов за счет сокращения энергозатрат на погонный метр или увеличения производительности процесса. Разрабатывая виртуальное рабочее место, используя точную математическую модель, позволяет учесть многофакторность процесса и обнаружить резервы для совершенствования технологического процесса сварки конкретных изделий.

Другое возможное применение ВРМ – это использование в процессе подготовки специалистов сварочного производства. ВРМ можно считать ключевым элементом САПР в сварке, а САПР – необходимым элементом подготовки современного инженера любого профиля. Применение ВРМ в образовательном процессе решает две задачи:

- позволяет образовательному учреждению выпускать полноценных специалистов с точки зрения современных требований;

- повысить конкурентоспособность выпускников на рынке труда.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

- Затраты на работу по созданию ВРМ могут окупиться в первый же год его эксплуатации.

- Выполненная работа отвечает общей тенденцией в экономическом развитии страны, направленной на автоматизацию производственных процессов.

- Применение ВРМ в учебном процессе позволяет повысить уровень подготовки специалистов в соответствии с требованиями времен

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-4602	Лендиев П.В.

Институт	ИиЭО	Кафедра	Оборудование и технология сварочного производства
Уровень образования	Специалист	Направление/специальность	Оборудование и технология сварочного производства

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования	<p><i>Все работы производились в офисах помещения МБУ «Центр Технического Надзора» г. Томск. Основная часть работы производится на месте, оборудованном ПЭВМ.</i></p> <p><i>Оборудование: персональный компьютер, монитор, МФУ</i></p> <p><i>Рабочее место расположено в закрытом помещении.</i></p> <p><i>Климат умеренный.</i></p>
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Производственная безопасность</p> <p>1.1 Анализ выявленных вредных факторов</p> <p>1.2 Анализ выявленных опасных факторов</p>	<p><i>1.1 При работе инженера-проектировщика, присутствуют следующие вредные факторы:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <i>- несоответствие нормам параметров микроклимата;</i> <i>-повышенный уровень шума;</i> <i>-неудовлетворительное освещение рабочей зоны;</i> <i>-повышенный уровень электромагнитных излучений;</i> <p><i>1.2 При работе за ПК возможно влияние опасных факторов, таких как:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <i>-поражение электрическим током;</i> <i>-пожарная опасность;</i>
<p>2. Экологическая безопасность:</p>	<p><i>При разработке проекта в качестве осветительных приборов использовались люминесцентные лампы, в которых присутствует некоторое количество ртути. Проблема с выбросом перегоревших люминесцентных ламп решается при выполнении требований утилизации соответствующих ламп.</i></p>
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p>	<p><i>На рабочем месте инженера-проектировщика могут произойти следующие ЧС:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <i>-Природного характера (землетрясение, оползни и т.д.)</i> <i>-Технического характера (обрушение здания, химическое заражение и т.д.)</i>
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности</p>	<p><i>Поверхность напольного покрытия в помещениях, должна быть ровной, без выбоин, не должна быть скользкой, обладать антистатическими свойствами.</i></p> <p><i>В помещении должна находиться аптечка первой</i></p>

	<p>медицинской помощи.</p> <p>В помещениях так же должна быть эффективная приточно-вытяжная вентиляция.</p> <p>Помещения должны иметь естественное и искусственное освещение.</p> <p>При работе инженер проектировщик должен руководствоваться следующими документами:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Трудовой кодекс РФ, ФЗ РФ от 28 декабря 2013г №426-ФЗ «О специальной оценке условий труда» -ГОСТ 12.0.003-74 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификации» -Правила устройства электроустановок ПУЭ (утв. МинэнергоРоссии) (7-е издание) -СНиП II-A.9-71 Строительные нормы и правила. Часть II, раздел А. Глава 9. Искусственное освещение. Нормы проектирования» (утв. Госстроем СССР 29.06.1971) -СНиП II-4-79 Естественное и искусственное освещение. Дата актуализации 01.11.2014 -ГОСТ 12.1.003-83* Шум. Общие требования безопасности -СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки -ГОСТ 12.1.019-79 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты -ГОСТ 12.1.010-76 Взрывобезопасность. Общие требования
--	---

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Гуляев М.В.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4602	Лендиев П.В.		

Глава 6. Социальная ответственность

Все работы производились в офисных помещениях на объекте МБУ «Центр технического надзора» г.Томск. Основная часть работы производится на рабочем месте, оборудованном ПЭВМ, поэтому в данном разделе ВКР рассматриваются вопросы анализа и выявления возможных опасных и вредных факторов на рабочем месте инженера проектировщика. Площадь занимаемого помещения составляет 30 м², на которых располагаются 3 человека.

6.1 Производственная безопасность

Из проведенного анализа вредных и опасных факторов были выявлены следующие вредные факторы:

1. Несоответствие нормам параметров микроклимата;
2. Повышенный уровень шума;
3. Неудовлетворительная освещенность рабочей зоны;
4. Воздействие излучения и электромагнитного поля;

Опасные факторы:

1. Поражение электрическим током;
2. Пожарная опасность.

6.1.1 Требования безопасности, эргономики и технической эстетики к рабочему месту

При организации рабочего места человека-оператора, следует учитывать тот факт, что качество и производительность труда работника зависят от созданных на данном рабочем месте условий труда и соответствия этих условий установленным нормам. Организация рабочего места инженера заключается в выполнении ряда мероприятий, обеспечивающих рациональный и безопасный труд и должна соответствовать ГОСТ 22269–76 [34].

6.1.2 Требования электробезопасности

Инженеру-проектировщику на своем рабочем месте большую часть времени приходится работать с оборудованием электрического питания, поэтому возникает опасность поражения электрическим током. В нашем случае, это компьютер, орг. техника, сетевые фильтры – все это представляет потенциальную угрозу для человека. Все вышеуказанное оборудование должно быть выполнено в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.019–79 [31].

Наиболее распространенными причинами травм полученных от электрической дуги являются:

- контакт работника с незащищенными токоведущими частями под напряжением вследствие повреждения защитной изоляции;
- воздействие электрической дуги, возникающей между корпусом оборудования и человеком, в случае, если у оборудования отсутствует защитное заземление;
- прочие причины: несогласованные и ошибочные действия персонала, подача напряжения на оборудование, где работают люди, оставление оборудования под напряжением без надзора, допуск к работам на отключенном электрооборудовании без проверки отсутствия напряжения. [31]

Для того чтобы избежать возможности поражения электрическим током по вышеуказанным причинам необходимо соблюдать требования, установленные ПУЭ [40] и ПТЭЭП [41]. Требования данных правил предусматривают:

- наличие рубильника на щите для общего отключения питания;
- наличие защитного зануления, заземление в сочетании с контролем изоляции сети;
- наличие устройства защитного отключения (УЗО) с номинальным отключающим дифференциальным током не более 30 мА;
- наличие отдельных рубильников для отключения питания каждого рабочего места;
- наличие стационарной разводки питания к каждому рабочему месту с заземляющим проводом;
- наличие предохранительных устройств для защиты от перегрузок и короткого замыкания общей сети питания и в цепи разводов;
- наличие изолирующих защитных средств.

Основными условиями, обеспечивающими устранение электротравм являются:

- а) правильное устройство электроустановок;
- б) обученность персонала, работающего с электроустановками и прошедшего инструктаж по ТБ;
- в) соблюдение правил по безопасному обслуживанию и ремонту электроустановок;
- г) надзор за производством работ в электроустановках.

При выполнении мер защиты в электроустановках напряжением до 1 кВ классы применяемого электрооборудования по способу защиты человека от поражения электрическим током по ГОСТ 12.2.007.0 [35] следует принимать в соответствии с табл.15.

В результате проведенного анализа для предотвращения случаев получения травм от электрической дуги на рабочем месте, рекомендуется применение электрооборудования класс 0. Помимо этого в качестве дополнительной защиты

использовать сетевые фильтры, источники бесперебойного питания, использование закрытых розеток.

Таблица 15 - Применение электрооборудования в электроустановках напряжением до 1 кВ

Класс по ГОСТ 12.2.007.0 Р МЭК536	Маркировка	Назначение защиты	Условия применения электрооборудования в электроустановке
Класс 0	-	При косвенном прикосновении	1. Применение в непроводящих помещениях. 2. Питание от вторичной обмотки разделительного трансформатора только одного электроприемника
Класс I	Защитный зажим -знак  или буквы PE, или желто-зеленые полосы	При косвенном прикосновении	Присоединение заземляющего зажима электрооборудования к защитному проводнику электроустановки
Класс II	Знак 	При косвенном прикосновении	Независимо от мер защиты, принятых в электроустановке
Класс III	Знак 	От прямого и косвенного прикосновений	Питание от безопасного разделительного трансформатора

Помещение для инженера-проектировщика относится к 1ой группе электробезопасности(помещение без повышенной опасности), т.к.отсутствуют факторы повышенной опасности: повышенная температура, влажность 70-80%, токопроводящие полы, металлическая пыль, наличие большого количества оборудования, в наличии из электрооборудование только компьютеры, принтеры, шредеры. Дополнительные меры безопасности в данном случае не требуются.

6.1.3 Требования к источникам излучений

Источником излучения в рабочем помещении являются мониторы персональных ЭВМ. В настоящее время старые ЭЛТ – мониторы заменили современные ЖК – мониторы, которые являются более безопасными, компактными и энергосберегающими. Жидкокристаллические мониторы имеют намного меньшее излучение, т.к. в их основе лежит обычная люминесцентная лампа, свет которой затеняется матрицей жидких кристаллов. У жидкокристаллических мониторов эффект мерцания практически отсутствует, а изображение статично и имеет правильную геометрию.

Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [33], мониторы ПК должны отвечать следующим техническим требованиям:

- яркость свечения экрана не менее 100 кд/м²;
- минимальный размер светящейся точки не более 31 мм;
- контрастность изображения знака не менее 0,8;
- частота регенерации изображения при работе с позитивным контрастом в режиме обработки текста не менее 72 Гц;
- низкочастотное дрожание изображения в диапазоне 0,05 – 1 Гц должно находиться в пределах 0,1 мм;
- экран должен иметь антибликовое покрытие;
- расстояние от глаз до экрана должно быть в пределах 30-40 см;
- яркость бликов видеодисплея не должна превышать 40 кд/м².

В нашем случае используются ЖК – мониторы марки Samsung SyncMaster 943 S, которые соответствуют перечисленным требованиям СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [30].

6.1.4 Требования к микроклимату

В нашем случае рассматривается рабочий кабинет размерами 6х5 м, как показано на рисунке 2. Высота кабинета 3,5 м.

Согласно, установленным размерам рабочего кабинета в нем располагается 6 человек. Объем помещения 105 м³, общая площадь 30 м², тогда на 1 человека приходится 35 м³ и 10 м², соответственно, что удовлетворяет санитарным требованиям помещения.

Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны должны соответствовать ГОСТ 12.1.005–88 [36]. С целью создания нормальных условий для проектировщика установлены нормы производственного микроклимата.

Оптимальные нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха приведены в табл. 16.

Объем и площадь производственного помещения, которые должны приходиться на каждого работающего, по санитарным нормам – 20 м³ и 4,5 м², соответственно. Высота помещения должна быть не менее 3 м.[36]

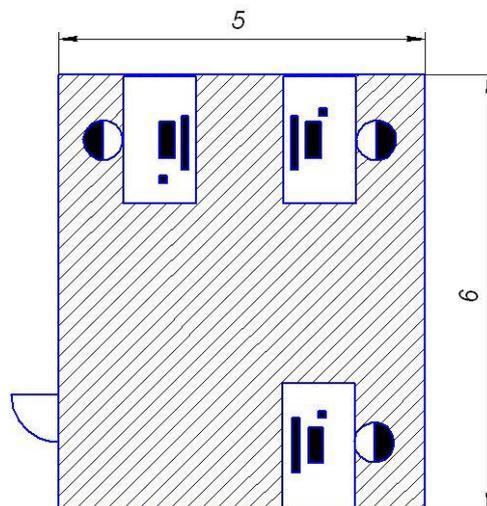


Рис. 63 – Схема рабочего места

Таблица 16 – Оптимальные и допустимые нормы микроклимата (по ГОСТ 12.1.005–88)

Период года	Температура, °С					Относительная влажность, %		Скорость движения	
	Оптимальная	Допустимая на рабочих местах				Оптимальная	Допустимая	Оптимальная, не более	Допустимая, не более
		Верхняя		Нижняя					
		Пос. т.	пост.	Пос. т.	пост.				
Холодный	22-	25	26	21	18	40-60	75	0,1	0,1
Теплый	23-25	28	30	22	20	40-60	70	0,1	0,1

6.1.5 Анализ производственных и вибро-акустических факторов

Длительное воздействие шумовых факторов большой интенсивности приводит к патологическому состоянию организма, к его постоянному утомлению.

Интенсивный шум вызывает изменения сердечно-сосудистой системы, сопровождаемые нарушением тонуса и ритма сердечных сокращений, изменяется артериальное кровяное давление.

Методы установления предельно допустимых факторов шума стационарных машин изложены в ГОСТ 12.1.023–80[37]. Шум на рабочем месте инженера конструктора возникает от работы ПК, а также может проникать извне(улица, соседние помещения).

Для оценки шума используют частотный спектр измеряемого уровня звукового давления, выраженного в дБ, в октавных полосах частот, который сравнивают с предельным спектром, для офисных помещений эквивалентный уровень звукового давления должен не превышать 80 дБА (по ГОСТ 12.1.003–83) [37].

Анализ шумовых факторов в помещении инженера-проектировщика соответствует нормам. Дополнительные меры для защиты от шума извне могут служить современные пластиковые окна. Шум от работы ПК можно понизить используя малошумные вентиляторы охлаждения, либо альтернативное охлаждение системного блока.

6.1.6 Требования к системе освещения

Нормативное значение КЕО для третьего пояса светового климата в соответствии с СНиП 23-05-95 [38] при третьем разряде зрительной работы (Шг: контраст большой, фон светлый), при одностороннем боковом освещении КЕО 1,2 %, освещенность при искусственном освещении – 500 лк, ослепленность 40 ед. и пульсации искусственного освещения не более 5 %. Рекомендуемая освещенность для работы с экраном дисплея составляет 200 лк, а при работе с экраном в сочетании с работой с документами 400 лк согласно СНиП 23-05-95[38].

В нашем случае, работа инженера-проектировщика связана не только с работой за компьютером, а так же с проектной документацией, нормативами и СНиП, поэтому освещенность принимаем 400 лк.

Для анализа освещенности на рабочем месте инженера-проектировщика проведем расчет системы искусственного освещения на рабочем месте инженера-проектировщика, пользуясь методом коэффициента использования. Расчетным уравнением метода коэффициента использования светового потока является [38]

$$F = \frac{E \cdot k \cdot S \cdot z}{\eta}, \quad (23)$$

где F – расчетный световой поток (лм) всех ламп, которые необходимо установить в светильниках для получения требуемой освещенности в горизонтальной плоскости;

E – минимальная нормируемая освещенность, $E = 400$ лк;

k – коэффициент запаса, $k = 1,5$;

S – площадь освещаемого помещения, м^2 ;

η – коэффициент использования светового потока (в долях единицы);

z – отношение средней освещенности к минимальной, для люминесцентных ламп принимаем $z = 1,1$.

Коэффициент использования светового потока η зависит от типа светильника, коэффициентов отражения светового потока от стен $\rho_{\text{с}} = 50\%$, потолка $\rho_{\text{п}} = 70\%$, а также геометрических размеров помещения и высоты подвеса светильников, что учитывается одной комплексной характеристикой – индексом помещения.

Величина индекса помещения подсчитывается по формуле

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)}, \quad (24)$$

где A и B – ширина и длина помещения, $A = 5$ м, $B = 6$ м;

h – высота подвеса светильника над расчетной поверхностью, равная

$$h = H - h_p - h_c, \quad (25)$$

где H – высота помещения, равная 3,5 м;

h_p – высота рабочей поверхности, равная 0,8 м;

h_c – высота подвеса светильника от уровня потолка, равная 0,2 м.

$$h = 3,5 - 0,8 - 0,2 = 2,5 \text{ м.}$$

$$i = \frac{5 \cdot 6}{2,5 \cdot (5 + 6)} = 1,09$$

Определяем коэффициент использования светового потока $\eta = 0,53$. Тогда величина светового потока F равна

$$F = \frac{400 \cdot 1,5 \cdot 30 \cdot 1,1}{0,53} = 37358 \text{ лк} \cdot \text{м}^2.$$

Определим расстояние между рядами светильников, используя соотношение

$$L = \xi \cdot h, \quad (26)$$

где ξ – наимыгоднейшее расстояние между светильниками, для типа ОД $\xi = 1,4$.

$$L = 1,4 \cdot 2,5 = 3,5 \text{ м.}$$

Расстояние между стенами и крайними рядами принимаем равным $l = L/3$, $l = 3,5/3 = 1,17$ м. При ширине помещения $A = 5$ м, получаем число рядов светильников

$$n = \frac{A}{L} = \frac{5}{3,5} = 1,4 \approx 2 \quad (27)$$

Определим число светильников в одном ряду

$$N_p = \frac{B - 2l}{l_{cs}}, \quad (28)$$

где l_{cs} – длина светильника, для светильника типа ОД-2-40 $l_{cs} = 1,23$ м.

$$N_p = \frac{6 - 2 \cdot 1,17}{1,23} = 2,97 \approx 3.$$

Таким образом, общее число светильников N

$$N = N_p \cdot n \quad (29)$$

$$N = 3 \cdot 2 = 6$$

Определим требуемый световой поток одной лампы

$$F_{л} = \frac{F}{2 \cdot N} \quad (30)$$

$$F_{л} = \frac{37358}{2 \cdot 6} = 3113 \text{ лк}.$$

Выбираем тип лампы люминесцентная ЛБ-40 с номинальным световым потоком 3200 лм.

Подсчитаем расчетную освещенность в помещении при выбранных лампах по следующей формуле

$$E_p = E \cdot \frac{F_{лн}}{F_{л}}, \quad (31)$$

$$E_p = 400 \cdot \frac{3200}{3113} = 411 \text{ лк}.$$

Потребляемая мощность осветительной установки составит

$$P = 16 \cdot 40 = 640 \text{ Вт}.$$

Таким образом, выбранная система освещения обеспечивает требуемую освещенность рабочего места инженера-проектировщика. К дополнительным мерам, можно отнести использование местного освещения на рабочих местах (настольные лампы).

6.1.7 Пожарная безопасность

Пожарная безопасность — состояние объекта, при котором исключается возможность пожара, а в случае его возникновения предотвращается воздействие на людей опасных его факторов и обеспечивается защита материальных ценностей.

Противопожарная защита — это комплекс организационных и технических мероприятий, направленных на обеспечение безопасности людей, предотвращение пожара, ограничение его распространения, а также на создание условий для успешного тушения пожара. [32]

Пожарная безопасность обеспечивается системой предотвращения пожара и системой пожарной защиты. Во всех служебных помещениях обязательно должен быть «План эвакуации людей при пожаре», регламентирующий действия персонала в случае возникновения очага возгорания и указывающий места расположения пожарной техники. [32]

Пожары в ВЦ представляют особую опасность, так как сопряжены с большими материальными потерями. Характерная особенность ВЦ — небольшие площади помещений. Как известно, пожар может возникнуть при взаимодействии горючих веществ, окислителя и источников зажигания. В помещениях ВЦ присутствуют все три основных фактора для возникновения пожара.

Горючими компонентами помещения на ВЦ являются: строительные материалы для акустической и эстетической отделки помещений, перегородки, двери, полы, перфокарты и перфоленты, изоляция кабелей.

Источниками зажигания в ВЦ могут быть короткое замыкание и перегрев ЭВМ, приборы, применяемые для технического обслуживания, устройства электропитания, кондиционирования воздуха, где в результате различных нарушений образуются перегретые элементы, электрические искры и дуги, способные вызвать загорания горючих материалов.

В современных ЭВМ очень высокая плотность размещения элементов электронных схем. В непосредственной близости друг от друга располагаются соединительные провода, кабели. При протекании по ним электрического тока выделяется значительное количество теплоты. При этом возможно оплавление изоляции. Для отвода избыточной теплоты от ЭВМ служат системы вентиляции и кондиционирования воздуха. При постоянном действии эти системы представляют собой дополнительную пожарную опасность.

По ППБ 01-03 [42] для нашего помещения установлена категория пожарной опасности В.

Одна из наиболее важных задач пожарной защиты — защита помещений от разрушений и обеспечение их достаточной прочности в условиях воздействия

высоких температур при пожаре. Учитывая высокую стоимость электронного оборудования ВЦ, а также категорию его пожарной опасности, здания для ВЦ и части здания другого назначения, в которых предусмотрено размещение ЭВМ, должны быть первой и второй степени огнестойкости. [32] Для изготовления строительных конструкций используются, как правило, кирпич, железобетон, стекло, металл и другие негорючие материалы. Применение дерева должно быть ограничено, а в случае использования необходимо пропитывать его огнезащитными составами. [32]

Разработана инструкция с мероприятиями по обеспечению пожарной безопасности. Такая инструкция ПБ должна быть размещена на каждом рабочем месте. На рабочем месте запрещается иметь горючие вещества.

В помещениях запрещается:

- а) зажигать огонь;
- б) включать электрооборудование, если в помещении пахнет газом;
- в) курить;
- г) сушить что-либо на отопительных приборах;
- д) закрывать вентиляционные отверстия в электроаппаратуре

Источниками воспламенения являются:

- а) искра при разряде статического электричества
- б) искры от электрооборудования
- в) искры от удара и трения
- г) открытое пламя

При возникновении пожароопасной ситуации или пожара персонал должен немедленно принять необходимые меры для его ликвидации, одновременно оповестить о пожаре администрацию. Помещения с электрооборудованием должны быть оснащены огнетушителями типа ОУ-3. [32] На стене рядом с местом расположения огнетушителя должна находиться таблица с номерами телефонов экстренного вызова местной и городской пожарной команды. Помещение инженера-проектировщика соответствует нормам пожарной безопасности. В качестве дополнительных мер по предотвращению пожаров предлагается использовать автоматизированные системы оповещения и пожаротушения.

6.2 Экологическая безопасность

Охране окружающей среды необходимо уделять большое внимание, так как неконтролируемые производственные процессы наносят огромный ущерб природе.

Загрязнение окружающей среды промышленными предприятиями связано в основном с загрязнением атмосферы и воды, используемой для различных целей на производстве: охлаждение оборудования, промывка деталей и т. д.

Одним из направлений связанных с уменьшением загрязнения окружающей среды промышленностью, является развитие безотходного или малоотходного производства. В них все отходы, в том числе загрязняющие воду и воздух, либо отсутствуют, либо используются в других технологических циклах данного производства. Так, для охлаждения технологического оборудования и деталей, используют обратное водоснабжение. При этом вода, выполнившая свою роль в охлаждении оборудования, неоднократно используется: поступает на охлаждение, затем через насос снова подается в технологический водопровод и т. д.

Загрязнение атмосферы оказывает вредное влияние на организм человека, отрицательно сказывается на общей экологической обстановке.

Поэтому следует проводить следующие технологические и санитарно - гигиенические мероприятия, как указано в [28]:

- совершенствование технологических процессов производства, герметизация оборудования, утилизация отходов;

- очистка воздуха, удаляемого вытяжной вентиляцией из цехов и отделов промышленного предприятия.

- В камерах происходит лишь грубая очистка воздуха от пыли. В них задерживаются пылинки диаметром 30-40 мк. В связи с этим, нередко необходимо вторая ступень очистки воздуха в сетчатых, матерчатых фильтрах и других устройствах.

Для очистки технологических и вентиляционных выбросов от вредных газов и паров применяют адсорберы. В адсорберах очищаемый поток пронизывает слой адсорбента, состоящего из зернистого вещества с развитой поверхностью, например, активированный уголь и др. При этом вредные газы и пары связываются с адсорбентом и в дальнейшем могут быть выделены из него химическим путем.

Для удаления аэрозолей и пыли, широко применяются инерционные пылеуловители типа «Циклон». Следует отметить применение электрофильтров и ультразвуковых пылеуловителей. Принцип действия первых основан на том, что частицы пыли, проходя с воздухом через электрические поля, получают заряды и, притягиваясь, оседают на электродах, с которых затем удаляются механически.

Вышеперечисленным вопросам уделяется большое внимание на производстве. Существует бюро охраны окружающей среды, которое обеспечивает соблюдение требований к природоопасным производствам, контролирует работу производственных очистных сооружений

6.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

При проведения анализа рабочего места инженера-проектировщика предмет возникновения чрезвычайных ситуаций (ЧС) и действий персонала, определены следующие меры защиты.

Меры защиты включают [34]:

- обнаружение поражающих факторов (заражения);
- оповещение персонала об опасности;
- защиту оборудования от воздействия поражающих факторов;
- эвакуацию персонала и материальных ценностей из зон опасности;
- использование средства коллективной защиты персоналом;
- использование персоналом средств индивидуальной защиты (СЗОД, СЗК. МСЗ).

Выводы из анализа по данному этапу:

- используются кнопки аварийного оповещения персонала;
- для защиты оборудования производится останов и обесточивание;
- для защиты персонала необходимо: установить систему сигнализации с выводом в диспетчерскую; установить систему оповещения персонала (по радио) и т.д.
- персонал должен быть обеспечен СИЗ (противогазы).
- помещения должны быть оборудованы планом эвакуации с указателями направления аварийных выходов и расположением средств пожаротушения. [34]

Из выше проведенного анализа следует, что помещения инженера-проектировщика соответствует нормам ГО и ЧС. Оборудовано в полной мере средствами индивидуальной и коллективной защиты. В качестве дополнительной защиты производить систематический инструктаж с проверкой знаний по технике безопасности, предупреждения и действия персонала при чрезвычайных ситуациях и ликвидации пожара раз в год, с записью в журналах инструктажа.

6.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Для работы инженера-проектировщика актуальным вопросом правового обеспечения безопасности является защита интеллектуальной собственности и защита информации.

Проблема защиты прав интеллектуальной собственности и противодействие таким деяниям носит комплексный характер, что обусловлено следующими причинами [39]:

1. Правонарушения происходят не только в сети Интернет, но и других информационно-телекоммуникационных сетях, к которым, в частности, относятся сети подвижной радиотелефонной связи.

2. С использованием таких сетей совершаются самые различные правонарушения:

- плагиат;

- незаконная торговля объектами прав интеллектуальной собственности;

- торговля контрафактной продукцией через Интернет-магазины.

3. Объектами правонарушений являются самые различные объекты прав интеллектуальной собственности.

4. Правонарушения носят транснациональный характер.

5. Рассматриваемые правонарушения зачастую сопровождаются другими опасными деяниями: распространение вредоносных программ, нарушение правил обработки персональных данных, распространение спама и других.

Из проведенного анализа выше перечисленных проблем защиты прав интеллектуальной собственности на рабочем инженера-проектировщика предлагаются следующие методы защиты информации:

- использование не лицензированного программного обеспечения на предприятии влечет административную или уголовную ответственность;

- импорт, тиражирование, продажа, а также иное введение в гражданский оборот экземпляров программ без разрешения их правообладателей является нарушением авторского права.

- программы для ЭВМ и базы данных относятся Законом к объектам авторского права. Программам для ЭВМ предоставляется правовая охрана.

В нашем случае на рабочем месте инженера проектировщика используются лицензированное программное обеспечения, персонал инструктирован об ответственности за использование, продажу или распространение конфиденциальной информации предприятия. В качестве дополнительных средств защиты информации предлагается использовать пароли и ограниченный доступ.

Список используемых источников

1. Никифоров Р.В. Совершенствование технологии автоматической аргодуговой сварки неплавящимся электродом стыковых соединений из тонколистовых коррозионно-стойких сталей с учетом термомеханических процессов в изделии: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук.-Уфа, 2014.-16с.
2. De Z.Cao, Z.Yang, X.Chen Three-dimensional simulation of transient GMA weld pool with free surface // Welding Research, June 2004/
3. В.А. Судник Численный анализ дефектов формы сварного шва при дуговой сварке //
4. Бычков В.М.[и др.] Определение влияния теплоотвода в медную подкладку на проплавление тонколистовых материалов при аргодуговой сварке 2012.- 4с.
5. Кректулева Р.А. Компьютерное моделирование и анализ теплофизических процессов при сварке неплавящимся электродом с использованием теплоотводящих покрытий.// Сварка и диагностика.- 2011. - №4. – С.45-51
6. Кректулева Р.А., Черепанов Р.О., Чечнев Ф.Е. Исследование теплофизических процессов в медных образцах при взаимодействии с концентрированными источниками нагрева методами компьютерного моделирования.// Известия высших учебных заведений.- 2011.-№1.- С.1-6.
7. Кректулева Р.А., Мишин М.А., Черепанов О.И., Черепанов Р.О.. Оценка зон структурнофазовых превращений при электродуговом воздействии на примере стали Ст3: результаты численного прогнозирования и эксперимент. // Сварка и Диагностика. 2014. – №6. – С.26 – 30.
8. Кректулева Р.А., Безгинов Р.О., Черепанов Р.О., Черепанов О.И.. Исследование теплофизических процессов в контактирующей паре материалов Ст3 - А1 при аргодуговой сварке неплавящимся электродом. // ФИЗИЧЕСКАЯ МЕЗОМЕХАНИКА, 2015. – Т. 18. – №3. – С. 92–100.
9. Кректулева Р.А., Шакан Я. Теплофизические процессы в меди при поверхностном воздействии движущегося источника нагрева // Сварка и Диагностика.- 2011.- №4.- С.66-69.
10. De A and DebRoy T Probing unknown welding parameters from convective heat transfer calculation and multivariable optimization.// J.Phys.D: Appl.Phys.37(2004)
11. Mishra S., Chakraborty S., and DebRoy T.. Probing liquation cracking and solidification through modeling of momentum, heat, and solute

- transport during welding of aluminum alloys.// Journal of Applied Physics 97, 094912 (2005)
12. Технология и оборудование сварки плавлением и термической резки: Учебник для вузов.- 2-е изд. испр. и доп. /А. И.Акулов, В.П.Алехин, С.И.Ермаков и др./ под ред. А.И.Акулова.-М.:Машиностроение,2003.-560 с.:ил.
 13. Акулов А.И. Технология и оборудование сварки плавлением 1977.- 426 с.
 14. Чан Туан Анъ. Формирование корня шва при односторонней сварке стыковых соединений с помощью медных подкладок: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук .-Киев,1996.-18с.
 15. Металлическая формирующая подкладка Калюжного В.В. для сварки :пат.1586890 СССР: МПК В23 К37/06 / В.В.Калюжный .-№4296197/30-27;заяв. 12.08.87;опубл. 23.08.90,Бюл. № М31.-3с.:ил.
 16. Медно-флюсовая подушка:пат.1655745 СССР: МПК В23 К37/06 / В.В.Калюжный , А.И.Гедрович М.И.Черноморов, И.А.Солосенкова.- №4703495/27;заяв. 08.06.89;опубл. 15.06.91,Бюл. № М22.-4с.:ил.
 17. Медная подкладка:пат.1745489 СССР: МПК В23 К37/06 / В.В.Калюжный .- №4799796/08;заяв. 11.03.90;опубл. 07.07.92,Бюл. № 25.-4с.:ил.
 18. Устройство для формирования обратной стороны шва:пат.1775261 СССР: МПК В23 К37/06 / В.В.Калюжный .-№4869649/08;заяв. 26.09.90;опубл. 15.11.92,Бюл. № М42.-3с.:ил.
 19. Сварка в машиностроении: Справочник в 4-х т. / Редкол.: Г.А. Николаев
 20. Фролов В.В., "Теория сварочных процессов". М.: Высш. шк., 1988. - 559 с.
 21. Введение в основы сварки: учебное пособие/ В.И. Васильев, Д.П. Ильященко, Н.В. Павлов; Юргинский технологический институт-Томск: Издательство Томского политехнического университета,2011.-317с.
 22. Виноградов В.С. Оборудование и технология дуговой автоматической и механизированной сварки: Учеб для проф. Учеб.заведений.- 4-е издание,стереотип.-М.:Высш.шк:Изд.центр «Академия»,2001.-319 стр.: ил.
 23. Хромченко Ф.А. Справочное пособие электросварщика.- М.:Машиностроение,2003.- 416 с.:ил.
 24. Сварка в среде защитных газов плавящимся и неплавящимся электродом / Кононенко В. Я. — Киев, ТОВ «Ника-Принт», 2007. - 266 с.
 25. ГОСТ 14771-76 Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.- Взамен ГОСТ 14771-69 ; введ. 01.07.77.- Москва:Стандартинформ,2007.-39с.
 26. Малюта А.Н. Гиперкомплексные динамические системы. – Львов: «Высшая школа», 1989, 120с..

27. Моисеев Н.Н. Математические задачи системного анализа. - М.: Наука, 1981, 488с.
28. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений
29. Брауде М. З., Воронцова Е. И., Ландо С. Я., Некрылов В. П., Тамбовцев В. А.. Охрана труда при сварке в машиностроении. М.: "Машиностроение", 1978 год, 144 с.
30. СП 52.13330.2011 "Естественное и искусственное освещение"
31. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
32. Федеральный закон 123-ФЗ «технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
33. САНПИН 2.2.2/2.4.1340-03. ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПЕРСОНАЛЬНЫМ ЭЛЕКТРОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫМ МАШИНАМ И ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ
34. ГОСТ 22.3.03-97 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Защита населения
35. ГОСТ 12.2.007.0 «ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности»
36. ГОСТ 12.1.005-88 «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».
37. ГОСТ 12.1.023-80 «Шум. Методы установления значения шумовых характеристик стационарных машин».
38. СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение».
39. "Гражданский кодекс Российской Федерации (часть четвертая)" от 18.12.2006 N 230-ФЗ Статья 1225. Охраняемые результаты интеллектуальной деятельности и средства индивидуализации .
40. Правила устройства электроустановок ПУЭ (утв. Минэнерго России) (7-е издание).
41. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей ПТЭЭП(утв. Минэнерго России).
42. «Правила пожарной безопасности в Российской Федерации» ППБ 01-03.