

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально–педагогический
университет»

**РАЗРАБОТКА УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ**

Выпускная квалификационная работа

Направление подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)
Профиль Машиностроение и материалобработка

Профилизация Технологии и технологический менеджмент в сварочном про-
изводстве

Идентификационный код ВКР: 077

Екатеринбург 2019

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально–педагогический
университет»

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:

Заведующий кафедрой _____

_____ Б.Н.Гузанов

«_____» _____ 2019 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

РАЗРАБОТКА УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ

Идентификационный код ВКР: 077

Исполнитель:

студент группы СМ-401п

Ю.О.Корюкова

Руководитель:

доц., канд. пед. наук

М.А. Федулова

Нормоконтролер:

доц., канд. техн. наук

Д.Х. Биалов

Екатеринбург 2019

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа выполнена на 95 страницах, содержит 13 рисунков, 20 таблицы, 31 источников литературы.

Ключевые слова: КОМПЕТЕНТНОСТНЫЙ ПОДХОД, РАБОЧАЯ ПРОГРАММА, БАКАЛАВРИАТ, ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ПЛАЗМЕННЫХ И СВАРОЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ, ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В СВАРОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ, СВАРКА, ПЛАЗМЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ.

Корюкова Ю. «Разработка учебно-методического обеспечения специальной дисциплины подготовки бакалавров»: выпускная квалификационная работа / Ю.О.Корюкова; Рос. гос. проф.-пед. ун-т, Ин-т. Инж.-пед. образования, Каф. инжиниринга и профессионального обучения в машиностроении и металлургии. – Екатеринбург, 2019. – 95 с.

Краткая характеристика содержания ВКР:

1. Тема выпускной квалификационной работы «Разработка учебно-методического обеспечения специальной дисциплины подготовки бакалавров».

2. Цель работы: разработать учебно-методическое обеспечение дисциплины «Физико-химические процессы в плазменных и сварочных технологиях», опираясь на ФГОС ВО 3++.

3. В ходе выпускной квалификационной работы изучен опыт проектирования учебно-методического обеспечения дисциплины в высшей школе, изучена и проанализирована учебно-нормативная документация подготовки бакалавров по направлению Профессиональное обучение (по отраслям); разработаны рабочая программа, содержание разделов дисциплины (электронные презентации, практические и лабораторные работы).

4. Результаты данной работы могут быть использованы при изучении курса «Физико-химические процессы в плазменных и сварочных технологиях» при подготовке бакалавров профессионального обучения.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	6
1 Методический раздел.....	8
1.1 Компетентностный подход при реализации ФГОС 3++ в высшем образовании.....	8
1.1.1 Особенности содержания ФГОС 3++ высшего образования	8
1.1.2 Учебно-методическое обеспечение дисциплин при реализации ФГОС 3++ ВО.....	12
1.1.3 Специфика транспрофессиональной подготовки бакалавров.....	21
1.2 Методический аудит ФГОС ВО 3+	24
1.2.1 Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению Профессиональное обучение (по отраслям) ...	24
1.3 Разработка учебно-методического обеспечения дисциплины «Физико- химические процессы в плазменных и сварочных технологиях».....	30
1.3.1 Разработка рабочей программы по дисциплине «Физико-химические процессы в плазменных и сварочных технологиях».....	31
1.3.2 Разработка содержания теоретического материала по темам дисциплины.....	44
1.3.3 Разработка методических указаний к практическим работам	46
1.3.4 Разработка методических указаний к лабораторным работам.....	48
1.3.5 Методические рекомендации по выполнению контрольных работ	52
2 Технологический раздел.....	55
2.1 Характеристика сварной конструкции.....	55
2.2 Характеристика материала сварной конструкции.....	56
2.3 Характеристика основного металла по свариваемости.....	57
2.3.1 Оценка склонности металла к образованию горячих трещин.....	58
2.3.2 Оценка склонности металла к холодным трещинам	60
2.4 Выбор способа сварки	64
2.5 Описание сварочных материалов	68

2.6 Заготовительные операции.....	70
2.6.1 Оборудование, приспособления, инструмент для выполнения заготовительных операций.....	71
2.7 Определение параметров шва и режимов сварки	73
2.7.1 Расчет режима сварки под флюсом по площади наплавленного металла	74
2.7.2 Расчет режимов сварки под флюсом по размерам шва.....	76
2.8 Оборудование, приспособления, инструмент для выполнения сварочных операций.....	81
2.9 Контроль качества готового изделия	86
2.10 Технология изготовления.....	88
2.10.1 Технологическая схема.....	89
Заключение	91
Список использованных источников	92

ВВЕДЕНИЕ

В современном обществе мир профессий стал более неопределенным, непредсказуемым, динамичным. Некоторые профессии исчезают, другие – изменяются, третьи – лишь возникают. В настоящее время Российское образование переходит на двухуровневое компетентностно-ориентированное образование. Компетенция - это готовность обучающихся применять знания, умения и навыки, приобретенные ими, а также способы принятия решений в жизни. Формирование компетенций будущего выпускника вуза сложная и многогранная задача, которая может быть решена посредством совершенствования содержания образования, введения и применения новых инновационных форм, методов и технологий обучения.

В связи с этим перед преподавателями ставятся новые проблемы, которые могут быть обусловлены неразработанностью теоретико-методологической базы проектирования методического обеспечения дисциплин подготовки и также отсутствием учебно-методических материалов, позволяющих подготавливать студентов в рамках дисциплин различного характера.

В связи с этим целью данной работы является разработка учебно-методического сопровождения дисциплины «Физико-химические процессы в сварочных и плазменных технологиях».

Объект исследования – процесс подготовки бакалавров профессионального обучения.

Предмет исследования – формирование компетенций бакалавров профессионального обучения при изучении специальной дисциплины «Физико-химические процессы в сварочных и плазменных технологиях».

В соответствии с целью работы были поставлены следующие задачи:

1. Проанализировать и изучить особенности опыта проектирования учебно-методического обеспечения дисциплин в высшей школе;

2. Провести анализ учебно-нормативной документации подготовки бакалавров по направлению профессиональное обучение по отраслям;

3. Определить структуру содержания и теоретическое наполнение методического обеспечения дисциплины «Физико-химические процессы в сварочных и плазменных технологиях»;

4. Разработать учебно-методическое оснащение для раздела «Физико-химические процессы в сварочных и плазменных технологиях».

Исследования при выполнении дипломной работы будут проводиться на основе изучения и анализа научной, технической, психолого-педагогической литературы и нормативных документов, а также с использованием таких теоретических методов, как анализ, формализация, синтез, моделирование.

1 Методический раздел

1.1 Компетентностный подход при реализации ФГОС 3++ в высшем образовании

1.1.1 Особенности содержания ФГОС 3++ высшего образования

В настоящее время образовательная деятельность в вузах строится на основе Федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС). ФГОС ВО – это комплексная законодательно закреплённая социальная норма федерального (всероссийского) уровня и «рамочного», но достаточно «жесткого» в отношении основных содержательных и организационных характеристик ВО для направления индивидуальной подготовки, уровня квалификации и профиля, которая по соответствующей предметной области ВО обеспечивает:

- единство общероссийского пространства высшего образования;
- социально-необходимое качество высшего образования на всей территории РФ;
- основу для объективной оценки деятельности образовательных организаций, реализующих образовательные программы высшего профессионального образования;
- основание для признания документов иностранных государств о высшем профессиональном образовании [22].

С течением времени в структуру ФГОС вносятся изменения и доработки; в настоящее время применяется ФГОС 3++. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (ФГОС 3++) представляет собой совокупность обязательных требований при реализации основных профессиональных образовательных программ ВО.

Под профессиональной подготовкой к рынку труда в контексте Болонского процесса понимается применение совокупности знаний, навыков, ком-

петенций, а также индивидуальных характеристик для успешного роста выпускников вузов по выбранной специальности и повышения перспектив их трудоустройства. Под результатами обучения понимаются совокупность компетенций, включающая знания, умения и навыки обучаемого, которые определяются как для каждого модуля образовательной программы, так и для программы в целом [8].

Модель компетентности выпускника вуза представляет собой описание того, какими компетенциями он должен обладать, к выполнению каких функций и обязанностей он должен быть подготовлен.

Компетентностный подход в инженерном образовании – это «описание результатов обучения на языке компетенций» будущего выпускника вуза. Компетенция в методических рекомендациях по разработке проектов ФГОС ВО рассматривается как динамичная совокупность знаний, умений, навыков, способностей, необходимая для продуктивной профессиональной деятельности и личностного роста выпускников, и которую они должны освоить и продемонстрировать после завершения образовательной программы. Компетенции расцениваются как структурный принцип современного высшего образования.

В высшем образовании в рамках дискуссии о компетентностном подходе рассматриваются вопросы целеполагания и диагностирования целей высшего профессионального образования. Основной целью компетентностного подхода является развитие личности обучающегося, которая предполагает формирование у обучающихся устойчивой системы знаний, умений и навыков, а затем и формирование компетенций.

Общепринятое определение компетенций в ФГОС как таковое отсутствует, но в научной литературе существуют три основных подхода к определению понятия «компетенция» [7]. Первый подход выражается в двух вариантах: 1) компетенция – это сплав знаний, умений, навыков; 2) компетенция определяется по модифицированной таксономии Б. Блума, сущность которого следующая: компетенция – это сплав знаний, умений, навыков и мо-

тивации. Третий подход представляет компетенцию как сплав готовности, способности и условий. Под готовностью понимается комплекс, который включает мотивацию, инициативность и оперативность; под способностью – знания, умения и опыт; под условиями – самостоятельность, ресурсы и новизна.

Компетенции в образовательной практике обычно понимаются как способность применять знания, умения и навыки в какой-либо деятельности. В соответствии со стандартами нового поколения, компетенция выступает как образовательная цель, другими словами, цель формулируется в терминах результата.

По сути, в компетенции интегрированы результаты обучения, воспитания и развития обучающихся. Если, как правило, содержание образования было спроектировано от целей, то в настоящее время разработчики стандартов нового поколения предлагают проектировать содержание от результатов. В качестве примера результат является целью образования.

В основу ФГОС ВО третьего поколения заложены компетентностные модели бакалавра и магистра. Во ФГОС 3++ устанавливаются следующие компетенции:

– Универсальные компетенции - одна из инноваций в обновленном Федеральном государственном образовательном стандарте высшего образования. Это важный инструмент унификации образовательных результатов и обеспечения преемственности уровней высшего образования, отражающий ожидания современного общества, в частности социально-личностного позиционирования в нем студента образовательной программы высшего образования соответствующего уровня и готовности его к саморазвитию и самореализации. Понятие «универсальные» предполагает то, что эти компетенции присутствуют во всех модулях образовательной программы, а также в различных сферах деятельности.

– Общепрофессиональные компетенции, единые для укрупнённой группы специальностей и направлений. Они отражают запросы рынка труда

(в одной или нескольких смежных профессиональных областях), в частности владения выпускником образовательной программы основами профессиональной деятельности с учетом ее динамического развития, а также потенциальной готовности к профессиональному росту и развитию.

– Профессиональные компетенции ФГОС 3++ не указываются, они определяются самостоятельно образовательной организацией на основе анализа профессиональных стандартов. Профессиональные компетенции, установленные программой бакалавриата, формируются на основе профессиональных стандартов, отвечающих за профессиональную деятельность выпускников, и, при необходимости, на основе анализа требований к профессиональной компетентности, предъявляемых к выпускникам на рынке труда, проведения консультаций с ведущими работодателями соответствующей отрасли, обобщения отечественного и зарубежного опыта. Профессиональные компетенции могут устанавливаться ПООП в качестве обязательных и (или) рекомендуемых.

При определении профессиональных компетенций, устанавливаемых программой бакалавриата, образовательная организация:

– включает в программу бакалавриата все обязательные, а также одну или несколько рекомендуемых профессиональных компетенций;

– включает одну или несколько профессиональных компетенций, определяемых самостоятельно, исходя из направленности программы бакалавриата, на основе профессиональных стандартов, соответствующих профессиональной деятельности выпускников, а также на основе иных требований, предъявляемых к выпускникам.

Главными целевыми установками при реализации ФГОС ВО рассматриваются компетенции и результаты образования, как объединяющие начала «модели» выпускника. С одной стороны, сама компетентностная модель выпускника охватывает квалификацию, связывающую его будущую деятельность с предметами и объектами труда, но с другой стороны, отражает междисциплинарные требования к результату образовательного процесса [10].

1.1.2 Учебно-методическое обеспечение дисциплин при реализации ФГОС 3++ ВО

Учебно-методическое обеспечение, как инструмент организации и поддержки образовательного процесса, дает полное представление об объеме содержания обучения, подлежащего усвоению, и о способах построения учебного процесса.

Основная образовательная программа высшего образования (ООП ВО) является системой учебно-методических документов, которые регламентируют цель, содержание, условия и технологии, результаты реализации образовательного процесса, систему оценки качества подготовки выпускников.

Разрабатывается ООП ВО на основе ФГОС ВО и примерной основной образовательной программой с учетом потребностей регионального рынка труда, особенностей и достижений конкретного вуза. Она включает в себя учебный план, рабочие программы учебных предметов, дисциплин, курсов и другие материалы, обеспечивающие воспитание и качество подготовки обучающихся, а также соответствующих вузов программы практик, календарный учебный график и методические материалы, которые обеспечивают реализацию образовательной технологии.

Рабочая программа учебной дисциплины

Рабочая программа учебной дисциплины – это документ, определяющий содержание дисциплины на основе Федерального государственного образовательного стандарта по направлению (специальности), составные части учебного процесса по дисциплине, компетенции, применяемые при обучении, учебно-методические подходы, взаимосвязь предмета и других дисциплин учебного плана, формы и методы контроля знаний студентов и рекомендуемую литературу.

Рабочая программа включает следующие основные требования:

- определение целей и задач изучения конкретной дисциплины;

- определение места и роли данной учебной дисциплины в образовательном процессе соответствующего направления подготовки или специальности;
- определение рационального распределения времени по видам занятий и учебным заданиям, выделенным учебным планом на изучение дисциплины;
- определение видов контроля знаний студентов по дисциплине и формирование рейтинговой оценки за каждое учебное задание.

Структура и содержание рабочей программы должны обеспечивать единство всех сторон, находящихся во взаимодействии учебного процесса: теоретического курса, лабораторно-практических занятий, самостоятельной работы студентов, учебно-методического обеспечения дисциплины, межпредметных связей, предусмотренных учебным планом направления (специальности).

В этой связи каждая рабочая программа учебной дисциплины должна иметь необходимые элементы:

- цели изучения дисциплины, соответствующие общим целям основной образовательной программы, в том числе имеющие междисциплинарный характер и/или взаимосвязь с задачами воспитания;
- структурированное содержание дисциплины по видам учебных занятий с указанием их объемов в часах;
- учебно-методическое обеспечение дисциплины, включая список основной и дополнительной литературы, методические рекомендации преподавателя и методические указания к студентам;
- требования к уровню освоения программы и видам промежуточного и итогового контроля по дисциплине.

Независимо от форм обучения и направлений подготовки рабочие программы имеют сходную структуру и содержат следующие разделы:

Титульный лист и лист согласования;

Раздел 1. Цели и задачи учебной дисциплины. Вырабатываемые компетенции;

Раздел 2. Содержание учебной дисциплины;

Раздел 3. Учебно-методические материалы дисциплины;

Раздел 4. Рейтинговый контроль усвоения знаний по дисциплине (кроме учебных дисциплин заочной формы обучения);

Раздел 5. Протокол согласования рабочей программы;

Раздел 6. Лист дополнений и изменений, внесенных в рабочую программу (при необходимости) [18].

Методические указания по выполнению лабораторных работ и практических занятий

Программа бакалавриата высших учебных заведений должна включать лабораторные работы и/или практические занятия по дисциплинам (модулям) базовой части, которые формируют у обучающихся умения и навыки в области теоретической и прикладной механики, физики, химии, информатики, безопасности жизнедеятельности, философии, истории, иностранного языка, начертательной геометрии и инженерной графики, математики, экономики, а также по дисциплинам (модулям) вариативной части.

Эффективность лабораторных и практических работ в значительной степени зависят от четкой постановки познавательной задачи и инструктажа, в процессе которого обучаемые осмысливают задание, последовательность выполнения его отдельных элементов. Таким образом, возрастает роль методических указаний для студентов по выполнению лабораторных работ и практических занятий, которые должны быть составлены так, чтобы избавить преподавателя от мелочной опеки и высвободить время на руководство более сложными исполнительскими действиями обучаемых. При разработке методических указаний должен соблюдаться принцип самостоятельности и управляемости самостоятельной работой. Принцип самостоятельности в ка-

честве исходного содержит в себе принцип активности и сознательности обучения [12].

Основными задачами методических указаний для студентов является определение содержания, формы и порядка проведения лабораторных и практических занятий по определенной учебной дисциплине, и требований к результатам работы студентов. Функции методических указаний для студентов по выполнению лабораторных работ и практических занятий следующие:

- стимулирование познавательного интереса к учебной дисциплине;
- закрепление знаний, умений и навыков;
- развитие творческого подхода к решению задач профессиональной деятельности;
- контроль и самоконтроль.

Содержание лабораторных и практических занятий находится в рабочих учебных программах дисциплин в разделе «Содержание учебной дисциплины», в рабочих программах профессиональных модулей в разделе «Содержание обучения по профессиональному модулю».

На лабораторных и практических занятиях формы организации работы студентов могут быть разнообразные:

Фронтальная форма – все студенты выполняют одну и ту же работу.

Групповая форма – бригады по 2-5 человек выполняют одну и ту же работу.

Индивидуальная форма – каждый обучающийся выполняет индивидуальное задание. При такой форме организации работы можно использовать:

- упражнения;
- тренинги;
- решение типовых задач;
- занятия с решением ситуационных задач;
- занятия по моделированию реальных задач;
- деловые игры;

- ролевые игры;
- занятия-конкурсы и т.д.

Состав и содержание *практических занятий* должны быть направлены на реализацию требований к знаниям и умениям, практическому опыту, определенных ФГОС. При освоении основной профессиональной образовательной программы выполнение практических работ позволяет сформировать общие и профессиональные компетенции. На практических занятиях студенты получают первоначальные профессиональные умения и навыки, которые в дальнейшем совершенствуются и закрепляются в процессе учебной и производственной практики. Содержание практических занятий в совокупности по учебной дисциплине и междисциплинарному курсу должно охватывать весь круг профессиональных умений, на подготовку к которым ориентирована данная дисциплина и междисциплинарный курс, а также всю профессиональную деятельность, к которой готовится рабочий или специалист.

Преподаватель руководство практической работой осуществляет в форме инструктирования: вводного, текущего и заключительного.

Ведущей дидактической целью практических занятий является формирование практических умений: профессиональных (умений выполнять определенные действия, операции, необходимые в профессиональной деятельности) или учебных (умений решать задачи по математике, химии, физике и др.), которые необходимы в последующей учебной деятельности. По таким дисциплинам, как физическая культура, иностранный язык, инженерная графика, другим общетехническим дисциплинам, все учебные занятия или большинство из них проводятся как практические, поскольку содержание дисциплин направлено в основном на формирование практических умений и их совершенствование.

Практические занятия должны отражать освоение умений при формулировке цели занятия (например, выполнение, ремонт, диагностика и т. д.).

Если содержание лабораторных работ и практических занятий является принципиально различным, то методика их проведения в основном сводится к следующему:

- сообщение темы и цели работы;
- актуализация теоретических знаний, которые необходимы для рациональной работы с оборудованием, осуществления эксперимента или другой практической деятельности;
- разработка алгоритма проведения эксперимента или другой практической деятельности;
- инструктаж по технике безопасности (по необходимости);
- ознакомление со способами фиксации полученных результатов;
- непосредственное проведение экспериментов или практических работ;
- обобщение и систематизация полученных результатов в виде таблиц, графиков;
- подведение итогов занятия.

Но если лабораторная работа носит поисковый, исследовательский характер, ее структура может быть иной, например:

- постановка проблемы и поиск путей ее решения (в ходе обсуждения и самостоятельной работы с книгой);
- подготовка и отбор необходимого оборудования и материалов.
- выполнение лабораторного эксперимента;
- обсуждение этапов эксперимента.

Лабораторные работы и практические занятия могут носить репродуктивный, частично-поисковый и поисковый характер.

Характерной особенностью работ, носящих *репродуктивный* характер, является то, что при их проведении студенты пользуются подробными инструкциями, в которых указаны: цель работы, пояснения (теория, основные характеристики), материалы, оборудование и его характеристика, таблицы,

порядок выполнения работы, выводы, контрольные вопросы и специальная литература.

Частично-поисковый характер работ, отличаются тем, что при их проведении от студентов требуется самостоятельный подбор оборудования, выбор способов выполнения работы с помощью инструктивной и справочной литературы, они не пользуются подробными инструкциями, им не задан порядок выполнения необходимых действий.

Работы, носящие *поисковый* характер, имеют отличительной чертой то, что студенты, опираясь на имеющиеся у них теоретические знания, должны решить новую для них проблему.

Преподавателю при планировании лабораторных работ и практических занятий необходимо находить оптимальное соотношение репродуктивных, частично-поисковых и поисковых работ, для обеспечения высокого уровня интеллектуальной деятельности студентов [20].

Структура методических указаний по выполнению лабораторной работы по одной и той же теме может отличаться в зависимости от ее характера (репродуктивного, частично-поискового и поискового), т.е. от степени самостоятельности при ее выполнении, уровня сложности и проблемности задания.

Для самопроверки надежности знаний и умений, приобретенных в ходе выполнения лабораторной (практической) работы применяются контрольные вопросы. В их состав должны включаться вопросы как репродуктивного, так и творческого характера.

Оценки за лабораторную работу или практическое занятие выставляются с учетом текущих наблюдений и качества представленного студентами отчета.

Сборник методических указаний для студентов по выполнению лабораторных работ и практических занятий должен быть составлен умело, т.е. быть не слишком сложным и не слишком простым, а интересным, доступным по содержанию.

Методические указания должны содержать краткий и лаконичный текст. Терминология и обозначения должны соответствовать установленным стандартам, при отсутствии стандартов - научно-техническим нормам.

К содержанию методических указаний для студентов по выполнению лабораторных работ и практических занятий предъявляются следующие требования:

- ясность, четкость и краткость изложения;
- доступность изложенной информации;
- структурированность описания работы;
- отсутствие готовых решений, допускающих неэффективность выполнения учебных заданий;
- минимизация затрат времени студента на выполнение рутинных операций;
- оптимальность объема заданий лабораторной работы или практического занятия.

Содержание должно представлять студенту возможности для обдумывания, анализа и выполнения самостоятельных действий, а также быть технически грамотным, включать необходимый поясняющий текст и иллюстративный материал.

Оценка качества освоения основных образовательных программ должна включать текущий контроль успеваемости, промежуточную аттестацию и итоговую государственную аттестацию обучающихся. Конкретные формы и процедуры по каждому предмету текущего и промежуточного контроля знаний разрабатываются вузом и за первый месяц обучения доводятся до студентов.

Текущая аттестация - это проверка усвоения учебного материала, систематически осуществляемая в течение семестра. Текущий контроль знаний студентов может содержать устный или письменный опрос; проверку домашних заданий; проведение лабораторных, практических, контрольных работ; тестирование; решение кейсов; и другой контроль самостоятельной ра-

боты студентов в письменной или устной форме. К преимуществам данного вида относится его системность, которая непосредственно коррелируется при условии постоянного и непрерывного мониторинга качества обучения. При текущем контроле успеваемости предполагается определить конкретные, точные проявления достижений студентов и успешность их освоения учебной программы в настоящее время.

Промежуточная аттестация проводится, как правило, в конце семестра и может завершать изучение отдельной дисциплины и ее части. Этот контроль поможет оценить более крупный набор знаний и умений, даже сформировать определенные профессиональные компетенции. Основными формами промежуточной аттестации являются зачет и экзамен. Во время промежуточного сессионного контроля необходимо подвести итоги работы студента за семестр или за год и сделать на основе их определенные административные выводы (перевод или не перевод на следующий курс, назначение или лишение стипендии и т. д.). При этом промежуточная аттестация может проводиться по результатам текущего контроля и повторный контроль знаний и умений студента необязательно.

Для проверки общих результатов обучения соответствующей комиссией, в которую входят внешние эксперты, в том числе работодатели, проводится *итоговая государственная аттестация*. Она предназначена для полной оценки совокупности универсальных и профессиональных компетенций, полученных студентом. В нее входит защита выпускной квалификационной работы, устанавливающей требования к содержанию, объему и структуре, которые определяются вузом [21].

Таким образом, можно сказать, что ориентация на компетентностный подход позволяет сформировать у студентов: мобильность и критичность мышления; системность знаний и способов овладения ими в процессе деятельности; умение ориентироваться в увеличивающемся потоке специальной и научной информации; способность к индивидуальному творческому подходу при самостоятельном решении задач научного и профессионально-

го характера. Индивидуальный стиль учебной и профессиональной деятельности как продукт саморазвития студента является структурным элементом компетентности.

1.1.3 Специфика транспрофессиональной подготовки бакалавров

Процесс взаимодействия человека и профессии в настоящее время усложняется, и поэтому требует от него формирования таких компетенций, которые позволят ему свободно и быстро ориентироваться на современном рынке труда, изменять свою профессиональную деятельность, а также содержание и качество своего труда в течении всей жизни.

Таким образом, проблема заключается в том, что объективно новые научно-прикладные результаты будут получаться в узких сферах науки и техники, но быстрая реализация их потенциала возможна только при тесном и эффективном взаимодействии специалистов, не только являющихся хорошими профессионалами в одной области, но способных вникать в проблемы других научных и технических отраслей и готовых продуктивно взаимодействовать с профессионалами этих отраслей в одной команде. Это обуславливает особую актуальность подготовки инженеров. Ведь в этой профессии уже сейчас становятся востребованными компетенции из разных профессиональных видов деятельности. Будущий инженер должен быть одновременно и исследователем, и практиком, организатором и исполнителем, менеджером и аналитиком, программистом и психологом. Ответом на данный вопрос подготовке специалистов может стать транспрофессионализм, который может служить как расширение социально-профессиональных границ и увеличение эффективности деятельности. В свете этого изучение транспрофессионализма приобретает особую значимость и является своевременным.

Исследование транспрофессионализма на примере инженерных специальностей обусловило необходимость создания общей методологии транс-

профессионализма, определение его модели, технологий формирования транспрофессиональных компетенций инженера.

Э. Ф. Зеер, Э. Э. Сыманюк определяют транспрофессионализм как интегральное качество специалиста, характеризующее его способность осваивать и выполнять деятельность из разных видов и групп профессий [5]. То есть транспрофессионализм представляет собой выход за рамки одной профессии, ее обогащение знаниями, технологиями, относящимися к другим видам профессиональной деятельности, развитие новых ключевых компетенций, позволяющих находить комплексные и уникальные решения на основе трансдисциплинарного синтеза и межпрофессиональных коммуникаций.

Актуальной на сегодняшний день является проблема развития транспрофессиональных компетенций и оценки их сформированности. Это побуждает к поиску принципиально новой методологии профессионального образования, ориентированной на проектирование человека будущего. Профессионально-образовательная платформа должна обеспечить становление специалиста, обладающего профессиональной многомерностью. Чтобы реализовать себя в системе многомерного взаимодействия науки, образования и производства, субъект профессиональной деятельности должен уметь выполнять на достаточно высоком уровне различные профессиональные функции. Целенаправленное формирование такого специалиста возможно при реализации трансдисциплинарного, сетевого и проектного подходов, ориентировочной основой его подготовки выступают многомерные компетенции, так называемые ключевые метапрофессиональные достоинства [28]. К ним относятся социально-профессиональная и виртуальная мобильность; коммуникативность; практический интеллект; ответственность; коллективизм; работоспособность; корпоративность; инновационность и др.

Приобретенные бакалавром компетенции при проектировании транспрофессиональной инженерной подготовки по направлению 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям) профиль «Высокие сварочные технологии и плазменные технологии в обработке материалов» позволят ему вы-

полнять трудовые функции по группе смежных профессий в области машин и процессов сварочного производства, плазменной резки и заготовительного производства, газотермической, плазменной ремонтной и упрочняющей наплавки.

Все это предоставляет выпускнику профессионально-педагогического вуза широкие возможности для определения в профессиональном мире.

1.2 Методический аудит ФГОС ВО 3+

1.2.1 Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению Профессиональное обучение (по отраслям)

ФГОС ВО направление подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям) был утвержден Министерством образования и науки Российской Федерации 22 февраля 2018 года. Данный документ является основой формирования общеобразовательных программ ВО, в которых реализуются идеи компетентностного подхода. Присущий последнему перенос акцента с преподавателя и содержания дисциплины на студента и ожидаемые результаты образования является проявлением существенного усиления направленности образовательного процесса на студента, как отражение важнейшей из мировых тенденций в развитии высшего профессионально-педагогического образования.

Требования к результатам освоения программы бакалавриата.

В результате освоения программы бакалавриата у выпускника должны быть сформированы установленные программой бакалавриата универсальные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции.

Во ФГОС ВО 3++ закреплён перечень универсальных компетенций, единый по уровням образования для всех направлений и специальностей (таблица 1). Универсальные компетенции, включённые в этот перечень, характеризуют способности личности, которые обеспечивают успешную деятельность человека в различных как профессиональных, так и социальных сферах [15]:

Таблица 1 – Универсальные компетенции

Наименование категории (группы) универсальных компетенций	Код и наименование универсальной компетенции выпускника программы бакалавриата
Системное и критическое мышление	УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
Разработка и реализация проектов	УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
Командная работа и лидерство	УК-3. Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
Коммуникация	УК-4. Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)
Межкультурное взаимодействие	УК-5. Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
Самоорганизация и саморазвитие	УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
	УК-7. Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
Безопасность жизнедеятельности	УК-8. Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций

Программа бакалавриата должна устанавливать следующие общепрофессиональные компетенции, которые представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Общепрофессиональные компетенции

Наименование категории (группы) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции выпускника
Правовые и этические основы профессиональной деятельности	ОПК-1. Способен осуществлять профессиональную деятельность в соответствии с нормативными правовыми актами в сфере образования и нормами профессиональной этики
Разработка основных и дополнительных образовательных программ	ОПК-2. Способен участвовать в разработке основных и дополнительных образовательных программ, разрабатывать отдельные их компоненты (в том числе с использованием информационно-коммуникационных технологий)
Совместная и индивидуальная учебная и воспитательная деятельность обучающихся	ОПК-3. Способен организовывать совместную и индивидуальную учебную и воспитательную деятельность обучающихся, в том числе с особыми образовательными потребностями, в соответствии с требованиями федеральных государственных образовательных стандартов
Построение воспитывающей образовательной среды Контроль и оценка формирования результатов образования	ОПК-4. Способен осуществлять духовно-нравственное воспитание обучающихся на основе базовых национальных ценностей ОПК-5. Способен осуществлять контроль и оценку формирования результатов образования обучающихся, выявлять и корректировать трудности в обучении
Психолого-педагогические технологии в профессиональной деятельности	ОПК-6. Способен использовать психолого-педагогические технологии в профессиональной деятельности, необходимые для индивидуализации обучения, развития, воспитания, в том числе обучающихся с особыми образовательными потребностями
Взаимодействие с участниками образовательных отношений	ОПК-7. Способен взаимодействовать с участниками образовательных отношений в рамках реализации образовательных программ
Научные основы педагогической деятельности	ОПК-8. Способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний

Срок получения образования по программе бакалавриата (вне зависимости от применяемых образовательных технологий): в очной форме обучения, включая каникулы, предоставляемые после прохождения государствен-

ной итоговой аттестации, составляет 4 года; в очно-заочной или заочной формах обучения увеличивается не менее чем на 6 месяцев и не более чем на 1 год по сравнению со сроком получения образования в очной форме обучения; при обучении по индивидуальному учебному плану инвалидов и лиц с ОВЗ может быть увеличен по их заявлению не более чем на год по сравнению со сроком получения образования, установленным для соответствующей формы обучения.

Вне зависимости от формы обучения, применяемых образовательных технологий, объем программы бакалавриата составляет 240 зачетных единиц. Реализуемый за один учебный год объем программы бакалавриата составляет не более 70 з.е., а при ускоренном обучении — не более 80 з.е [22].

Структура программы бакалавриата включает следующие блоки (таблица 3):

1. Блок 1 «Дисциплины (модули)»;
2. Блок 2 «Практика»;
3. Блок 3 «Государственная итоговая аттестация».

Таблица 3 – Структура и объем программы бакалавриата

Структура программы бакалавриата		Объем программы бакалавриата и ее блоков в з.е.
Блок 1	Дисциплины (модули)	не менее 120
Блок 2	Практика	не менее 60
Блок 3	Государственная итоговая аттестация	не менее 9
Объем программы бакалавриата		240

В рамках Блока 1 «Дисциплины (модули)» программа бакалавриата должна обеспечивать реализацию дисциплин (модулей) по философии, истории (истории России, всеобщей истории), иностранному языку, безопасности жизнедеятельности.

В Блок 2 «Практика» входят учебная и производственная практики.

Типы учебной практики:

- ознакомительная практика;
- технологическая (проектно-технологическая) практика;
- научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы).

Типы производственной практики: педагогическая; технологическая (проектно-технологическая) практика; эксплуатационная практика; профессионально-квалификационная; научно-исследовательская работа.

В Блок 3 «Государственная итоговая аттестация» входят: подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена; выполнение и защита выпускной квалификационной работы.

Сравнительный анализ общей структуры всех федеральных государственных образовательных стандартов показывает, что наблюдается постепенное уменьшение количества тематических блоков. Так во ФГОС 3 их 8, во ФГОС ВО 3+ – 7, а во ФГОС ВО 3++ всего 4. Очевидно, что ФГОС ВО 3++ изложен более компактно.

В блоке «Общие положения» ФГОС ВО 3++ указывается только общий объем программы, а объем программы, реализуемый за один год, ограничен верхним значением (для бакалавриата – 70 зачетных единиц), что, безусловно, позволит сделать учебный план более гибким. Этот объем был жестко регламентирован в предыдущих стандартах – 60 зачетных единиц. Во ФГОС ВО 3+ впервые была введена реализации программы по индивидуальному плану, которая так же предусматривается и во ФГОС ВО 3++.

В стандарте ФГОС ВО 3+ область профессиональной деятельности (ПД) включала образование, социальную сферу и культуру, а в ФГОС ВО 3++ области ПД укрупнены с конкретизацией сферы ПД (начальное общее, основное общее, среднее общее образование, профессиональное обучение, профессиональное образование, дополнительное образование). Под областью ПД понимается совокупность видов ПД, имеющая общую основу (аналогичные или близкие назначение, объекты, технологии, в т.ч. средства труда) и

предполагающая схожий набор трудовых функций и соответствующих компетенций для их выполнения.

Выпускники по ФГОС ВО 3++ могут осуществлять ПД и в других областях и (или) сферах профессиональной деятельности при условии соответствия уровня их образования и полученных компетенций требованиям к квалификации работника. Это возможно реализуемо, поскольку вуз вправе самостоятельно выбирать профессиональные стандарты, соответствующие ПД выпускников, из числа указанных в приложении к ФГОС ВО 3++ и (или) иные профессиональные стандарты, соответствующие ПД выпускников, из реестра профессиональных стандартов, для определения профессиональных компетенций.

В отличие от ФГОС 3 и ФГОС ВО 3+ объекты и задачи ПД в ФГОС ВО 3++ не определены, вуз устанавливает их самостоятельно при разработке программы.

Во ФГОС 3 и ФГОС ВО 3+ определены виды ПД, к которым готовятся выпускники, освоившие программу: педагогический, проектный, научно-исследовательский, культурно-просветительский. А во ФГОС ВО 3++ указаны типы задач ПД: педагогический, проектный, методический, организационно-управленческий, культурно-просветительский, сопровождения [16].

1.3 Разработка учебно-методического обеспечения дисциплины «Физико-химические процессы в плазменных и сварочных технологиях»

Дисциплина «Физико-химические процессы в плазменных и сварочных технологиях» входит в учебный план по направлению по направлению 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям) профиля «Высокие технологии в сварочном производстве и плазменной обработке материалов»

Учебный план представляет собой полную картину образовательного процесса, включает в себя график учебного процесса, полный перечень всех дисциплин как базовой, так и вариативной части, определяет их трудоемкость в зачетных единицах и часах, устанавливает место каждой дисциплины в образовательном процессе и формы промежуточной аттестации.

Учебный план по направлению 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям) профиля «Высокие технологии в сварочном производстве и плазменной обработке материалов» квалификации бакалавр очной формы обучения включает график учебного процесса на 4 года и план учебного процесса. В план учебного процесса включены 4 блока:

1. Дисциплины (модули)

M1. Модуль "Социально-гуманитарная культура"

M2. Модуль "Информационно-коммуникационная культура"

M3. Модуль "Самоорганизация и саморазвитие"

M4. Модуль "Психолого-педагогический»

M5. Модуль "Профессионально-педагогический

M6. Модуль "Предметно-содержательный (по отраслям)"

M7. Модуль отраслевых дисциплин

M8. Модуль специальных технологических дисциплин

2. Практика

3. Итоговая государственная аттестация -15 зач.ед.

4. Факультативы - 10 зач.ед.

1.3.1 Разработка рабочей программы по дисциплине «Физико-химические процессы в плазменных и сварочных технологиях»

Изучение дисциплины «Физико-химические процессы в плазменных и сварочных технологиях» запланировано на III курсе в 5-м семестре, оно составляет всего 180 часов, из которых лекции – 32 часов, практические занятия – 18 часов, лабораторные работы – 16 часов, самостоятельная работа студента – 78 часов и контроль – 36 часов [25].

Целью дисциплины является:

- изучение физико-химических и металлургических основ сварочных и плазменных процессов;
- изучение физико-механических и химических процессов в сварочных и плазменных источниках энергии;
- теоретический анализ возможности протекания реакций в условиях температурного цикла сварки.
- приобретение необходимой базы знаний об особенностях, современном состоянии и перспективах развития ремонтных плазменных технологий, направленных на решение профессиональных задач в рамках производственно-технологической, организационно-управленческой и научно-исследовательской деятельности

Для изучения данной учебной дисциплины необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

Металловедение и термическая обработка металлов

Знания: строение металлов, строение железоуглеродистых сплавов, их структура в зависимости от температурного воздействия и содержания углерода, маркировка сталей.

Умения: оценивать влияние различных факторов на механические и технологические свойства сплава.

Владения: расшифровка сталей, выбор вида термообработки для придания необходимых свойств сплавам.

Химия металлов

Знания: строение веществ, основы химической термодинамики, основы теории растворов, окислительно-восстановительные реакции, химическое равновесие, его характеристика.

Умения: расчет термодинамических величин, уравнения ОВР.

Владения: расчет электронных балансов окислительно-восстановительных реакций, определение валентности элементов, расчет тепловых балансов химических реакций, расчет констант равновесия химических реакций.

Теоретическая и прикладная механика

Знания: основные типы механизмов, основы их структурного анализа, синтеза и область применения, определение, классификация, назначение, принципы работы деталей машин и механизмов общего назначения, критерии работоспособности, основы теории расчета и конструирования, выбора материалов деталей машин, направления повышения надежности и долговечности деталей и узлов.

Умения: решать задачи анализа и синтеза простейших механизмов составлять расчетные схемы элементов конструкций, деталей машин, проектировать в соответствии с техническим заданием конструкции, механизмы и универсальные детали и узлы.

Владения: проектирование и конструирование, обеспечивающих рациональный выбор материалов, форм, размеров и способов изготовления типовых изделий машиностроения [23].

Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

- *Высокотехнологичное оборудование сварочных и плазменных процессов;*

- *Производство сварных конструкций;*
- *Технология и оборудование электродуговой сварки;*
- *Упрочнение и восстановление деталей машин;*
- *Профессионально-квалификационная практика;*
- *Научно-исследовательская работа;*
- *Подготовка выпускной квалификационной работы.*

Компетенции студента, формируемые в результате освоения дисциплины

В процессе изучения дисциплины «*Физико-химические процессы в плазменных и сварочных технологиях*» студент расширяет и углубляет следующие компетенции в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки.

Профессиональные компетенции (ПК):

- способен осуществлять организацию, подготовку и контроль производственной деятельности сварочного участка (ПК-1)
- способен использовать современные производственные технологии в области сварочного производства и родственных технологий (ПК-2)

В рамках данных компетенций студент должен:

Знать:

- Технические характеристики и свойства изготавливаемой сварной конструкции (изделий, продукции), предъявляемые к ней требования;
- Требования, предъявляемые к свариваемым и сварочным материалам, условиям их транспортировки, хранения и выдачи;
- Способы подготовки кромок соединения для сварки;
- Технологические процессы производства сварных конструкций (изделий, продукции);
- Причины возникновения и методы определения дефектов сварных соединений;

- Правила подготовки материалов под сварку и плазменную обработку;

- Основные группы и марки конструкционных материалов;

Уметь:

- Анализировать нормативную, конструкторскую и технологическую документацию;

- Обеспечивать выполнение необходимых условий хранения и использования свариваемых и сварочных материалов;

- Выбирать пространственное положение сварного шва для сварки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей);

- Применять сборочные приспособления для сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку;

Владеть:

- Технологией проектирования и производства сварных конструкций;

- Способами обеспечения исправного состояния сварочного и вспомогательного оборудования, оснастки и инструмента, средств контроля;

- Методами выбора пространственного положения сварного шва для сварки элементов конструкции;

- Техникou применения сборочных приспособлений для сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку.

По окончании изучения курса студент должен:

Знать:

- физико-химические основы сваривания металлов и сплавов;

- основы физико-химических, металлургических, тепловых процессов при сварочных и плазменных технологиях;

- основы свариваемости металлов, физико-химических и механических процессов в источниках энергии для сварки, металлургические процессы при сварке.

- физико-химические процессы современных плазменных технологий и оборудования

- состав и компоновку установок для плазменной обработки металлов.

Уметь:

- определять возможность образования сварного соединения;
- теоретически обосновывать выбор сварочных материалов, источников энергии для сварки;

- обосновывать выбор вида сварки, определять свариваемость металлов и сплавов;

- оценивать параметры плазмотронов и возможности их применения в технологических процессах плазменной обработки металлов;

- анализировать возможности технологических процессов плазменной обработки металлов

Владеть:

- определять основные закономерности химических и физических процессов в сварочных и плазменных технологиях;

- основными методами определения реакции металлов на сварочный и плазменный процесс;

- производить оптимальный выбор вида сварки и сварочных материалов для определенного конструкционного материала;

- основами расчетов свариваемости металлов и сплавов, распределения теплового поля в металле при сварке, возможности фазовых и структурных превращений при тепловом воздействии источников тепла при сварочных и плазменных процессах;

- навыками выбора оборудования для плазменной обработки металлов;
- навыками проведения научно-исследовательских работ в области изучения плазменных и сварочных процессов обработки металлов.

Структура дисциплины

Рекомендуемое количество часов на освоение программы профессионального модуля включает часы обязательной и вариативной частей ОП (таблица 4):

Таблица 4 - Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Семестры
	Очная форма обучения 5-й семестр
Общая трудоемкость дисциплины	5(180)
Аудиторные занятия	66
лекции	32
практические занятия	18
семинарские занятия	
лабораторные работы	16
другие виды аудиторных занятий	
Самостоятельная работа	114
изучение теоретического курса	58
курсовая работа	
домашние задания	20
подготовка к экзамену	36
Вид промежуточного контроля	экзамен

Содержание и тематическое планирование дисциплины

При разработке тематического плана профессионального модуля необходимо учитывать, что наименование раздела должно отражать совокупность осваиваемых компетенций, умений; показывать распределение учебных часов обязательной и вариативной частей ОП по разделам и темам как из расчета максимальной учебной нагрузки обучающегося (включая часы практики), так и аудиторных занятий.

Таблица 5 – Тематический план дисциплины

№ п/п	Разделы учебной дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной деятельности и трудоемкость (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам) *
				Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	СРС	Консультации	
1.	Физико-химические основы получения сварных соединений, классификация видов сварки	5	1,2	2	2		2	Еженед.	ТЗ-1, РЗ-2
2.	Физико-механические и химические процессы в сварочных источниках энергии	5	3,4,5	8		6	16	Еженед.	ОтчЛР-3 ОтчЛР-4 ОтчЛР-5
3.	Физико-химические основы плазменной технологии	5	6,7,8	6	2	2	14	Еженед.	ТЗ-6, ТЗ-7, ОтчЛР-8
4.	Тепловые процессы при сварке	5	9,10,11	2		4	10	Еженед.	ОтчЛР-10, ОтчЛР-11, ТЗ-9, ТЗ-11
5.	Металлургические основы сварочных процессов	5	12,13,14,15	10	10	4	20	Еженед.	ТЗ-12, ТЗ-13, ТЗ-14, ТЗ-15, РЗ-13, РЗ-14, РЗ-15, ОтчЛР-13, ОтчЛР-14
6.	Свариваемость металлов и сплавов	5	16,17	4	4		16	Еженед.	ТЗ-17, РЗ-16, РЗ-17
Итого за семестр				32	18	16	78		Экзамен*

Условные обозначения форм текущего контроля успеваемости:
Отчет к ЛР – ОтчЛР, отчет к ПР - ОтчПР, выполнение тестовых заданий – ТЗ, выполнение расчетных заданий – РЗ.

Содержание дисциплины

Физико-химические основы получения сварных соединений, классификация видов сварки.

Понятие сварки. Условия создания монолитных неразъемных соединений. Виды сварочных процессов, их характеристика. Сварное соединение, его строение, характеристика структуры зоны сварного соединения. Классификация видов сварки.

Физико-механические и химические процессы в источниках сварки энергии.

Физико-химические процессы в дуговом разряде. Электрический разряд в газах. Дуговой разряд, история его открытия русским ученым В. В. Петровым. Процесс возбуждения дуги, способы ее зажигания. Основные зоны дуги и их геометрические параметры. Явление эмиссии, работа выхода электрона. Простейшие процессы в столбе дуги. Явление ионизации, потенциал ионизации. Термическая ионизация газа. Уравнение Саха и расчет степени ионизации дуговой плазмы. Явление переноса в столбе. Саморегулирование процессов в столбе дуги. Баланс энергии в столбе дуги. Средняя температура, напряженность и средняя плотность в столбе дуги. Уравнения К.К.Хренова для расчета температуры дуги. Процессы в прианодной области дуги, их характеристика. Вольт-амперная характеристика дуги, ее объяснение с позиций процессов, происходящих в дуге. Действие магнитных полей на дугу. Перенос металла в сварочной дуге. Виды переноса. Управление переносом металла в дуге. Особенности распространенных видов сварочных дуг. Особенности существования и характеристики сжатых дуг в плазмотронах. Газопламенные источники энергии сварки и резки металлов. Газовое пламя: параметры и строение. Физико-химические основы газопламенной резки металлов. Использование кислородно-флюсовой резки металлов. Электронно-лучевые источники энергии. Фотонно-лучевые источники. Контактная сварка. Кузнечная сварка. Классификация термопрессово-механических источников энергии. Прессово-механический контакт и холодная сварка.

Трущийся контакт и сварка трением. Ударный контакт и сварка взрывом. Ультразвук в сварке [23].

Физико-химические основы плазменной технологии

Классификация плазменных технологий. Физические основы плазменной технологии. Плазма: основные понятия и свойства. Основные характеристики технологической плазмы. Элементарные процессы в плазме. Классификация плазменных технологических процессов по механизму воздействия на обрабатываемую поверхность. Типы воздействия плазмы на обрабатываемый материал. Газовые среды и химические реакции в плазме. Средства и способы устойчивого поддержания плазмы.

Тепловые процессы при сварке

Основные понятия и законы в тепловых расчетах сварочных процессов. Способы передачи тепла в твердом металле и с его поверхности. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Расчетные схемы нагреваемого тела и источников тепла. Тепловые процессы при нагреве тел источниками теплоты. Распространение тепла в бесконечном теле от неподвижного источника. Точечный непрерывно действующий источник на поверхности полубесконечного тела. Линейный непрерывно действующий источник при односторонней сварке пластин. Плоский непрерывно действующий источник в бесконечном стержне. Периоды теплонасыщения и выравнивания температуры при нагреве движущимися источниками теплоты. Распространение тепла от быстро движущихся источников теплоты. Нагрев и плавление металла при сварке. Влияние режимов сварки и теплофизических свойств металла на температурное поле. Размеры зоны нагрева. Термический цикл при односторонней сварке. Максимальные температуры. Мгновенная скорость охлаждения при данной температуре. Термический цикл при многослойной сварке. Нагрев и плавление основного металла сварочной дугой. Тепловая эффективность процессов проплавления. Термический КПД процесса. Производительность наплавки и проплавления. Сварочная ванна, ее форма и размеры. Зависимость параметров сварочной ванны от режима и условий сварки.

Металлургические основы сварочных процессов

Особенности металлургических процессов при сварке. Оценка термодинамической устойчивости химических соединений при температурах сварки. Роль газовой фазы при сварке плавлением. Источники газовой фазы при сварке. Механизмы взаимодействия газов с металлами при сварке. Растворимость газов в металлах. Факторы, обуславливающие растворимость газов металла: влияние парциального давления газовой фазы (закон Сивертса), влияние температуры, природы металла, легирующих элементов. Механизм удаления газов из металла в процессе кристаллизации. Химическое взаимодействие металлов с газами при сварке. Особенности поведения водорода при сварке плавлением. Влияние азота на свойства металлов и их сплавов. Способы снижения содержания азота в металлах при сварке плавлением. Растворимость кислорода в металлах и сплавах. Раскисление металлов при сварке. Защитные газовые атмосферы при электродуговой сварке плавлением. Активные и инертные защитные газовые атмосферы. Окислительный потенциал газовой фазы при сварке в углекислом газе. Шлаковая фаза. Назначение шлаков при сварке. Электродные покрытия. Составляющие электродных покрытий. Металлургические процессы, протекающие при сварке рутиловыми и фтористокальциевыми электродами. Сварочные флюсы – шлаковая фаза при автоматической сварке, их назначение. Главные компоненты шлаковой фазы в условиях сварки плавлением. Основность и окислительная способность шлаков. Классификация шлаков. Ионная теория шлаковых расплавов. Физико-химические свойства шлаков и природа процессов взаимодействия их с расплавленным металлом. Окислительно-восстановительные процессы на границе раздела металла сварочной ванны со шлаком. Диффузионное раскисление металлов. Легирование металлов через шлак. Рафинирование металлов от серы и фосфора с участием сварочных шлаков. Кристаллизация металла при сварке плавлением. Кристаллизация сплавов. Горячие трещины при сварке и их виды. Способы оценки сопротивляемости сплавов против образования горячих трещин. Методы повышения сопротивляемости свар-

ных соединений образованию горячих трещин. Холодные трещины. Природа и механизм образования холодных трещин. Методы оценки сопротивляемости сварных соединений холодным трещинам. Основные мероприятия по повышению сопротивляемости металлов и сплавов возникновению холодных трещин.

Общие положения о свариваемости металлов и сплавов

Понятие о свариваемости. Физическая свариваемость. Технологическая свариваемость. Определение и методы оценки свариваемости, прямые и косвенные методы, их общая характеристика. Основные трудности при сварке металлов и сплавов, принципы выбора сварочных материалов, предупреждение дефектов в сварных соединениях. Среднеуглеродистые и низколегированные стали повышенной прочности. Высокопрочные стали. Низколегированные теплоустойчивые стали. Среднелегированные конструкционные и жаропрочные стали. Аустенитные стали. Высокохромистые мартенситные, мартенситно-ферритные и ферритные стали. Мартенситно-старяющиеся стали. Ферритно-аустенитные нержавеющие стали. Медь и сплавы на основе меди. Никель и его сплавы. Алюминий и его сплавы. Титан и сплавы на его основе.

Практические занятия

Таблица 6 – Тематика содержания практических занятий

№ п/п	Тема раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем часов	Виды контроля
1	2	3	4	5
1	Физико-химические основы получения сварных соединений, классификация видов сварки	Физико-химические основы сварочных процессов	2	Контрольные вопросы
2	Физико-химические основы плазменной технологии	Ознакомление с процессом плазменной сварки	2	Письменный опрос
3	Металлургические основы сварочных процессов	Поведение газообразных веществ при сварке плавлением	2	Контрольное расчетное задание
		Роль водорода при сварке плавлением	1	Опрос

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	5
		Азот в металлах и сплавах при сварке плавлением	1	Решение задач, опрос
		Раскисление сталей при сварке	2	Решение задач, тестовый опрос
		Электродные покрытия, их технологические свойства	2	Контрольные вопросы
		Химические и физические свойства сварочных флюсов	1	Контрольные задания
		Выбор сварочного флюса	1	Решение задач
4	Свариваемость металлов и сплавов	Определение свариваемости холодных и горячих трещин	2	Расчеты, задачи
		Свариваемость высоколегированных сталей. Подбор сварочной проволоки по диаграмме Шеффлера	2	Решение задач, контрольные вопросы
Итого часов			18	

Лабораторные работы

Таблица 7 – Тематика содержания лабораторных работ

№ п/п	Тема раздела дисциплины	Тема лабораторных работ	Объем часов	Виды контроля
1	Физико-механические и химические процессы в сварочных источниках энергии	Ионизирующее действие материалов электродных покрытий, электродов разных марок и флюсов	2	Отчет, контрольные вопросы
		Свойства сварочной дуги в магнитных полях	2	Отчет, контрольные вопросы
		Свойства газового ацетиленовокислородного пламени	2	Отчет, контрольные вопросы
2	Физико-химические основы плазменной технологии	Исследование энергетических характеристик плазменных процессов	2	Отчет, контрольные вопросы
3	Тепловые процессы при сварке	Нагрев и расплавление электродов	2	Отчет, опрос
		Проплавление основного металла при наплавке валиков	2	Отчет, опрос
4	Металлургические основы сварочных процессов	Исследование металлургических процессов при сварке толстопокрытыми электродами	2	Отчет, задачи, тестовый опрос
		Исследование металлургических процессов при сварке в защитных газах	2	Отчет, контрольные вопросы
Итого часов			16	

Самостоятельная работа студента (СРС)

Таблица 8 - Самостоятельная работа студента

Неделя семестра	Содержание СРС	Виды контроля	Объем часов
1	2	3	4
1 2	Самостоятельное изучение материала по теме «Условия создания монолитного неразъемного соединения» Подготовка к практическому занятию «Физико-химические основы сварочных процессов»	Проверка конспекта, контрольные вопросы по практическому занятию	5 3
3	Самостоятельное изучение материала по теме «Влияние магнитных полей на сварочную дугу». Подготовка к лабораторному занятию «Ионизирующее действие материалов электродных покрытий, электродов разных марок»	Допуск к выполнению, опрос, проверка и защита отчетов	5
4 5	Подготовка к лабораторным занятиям «Свойства сварочной дуги в магнитных полях» и «Свойства газового ацетиленокислородного пламени». Самостоятельное изучение материала по теме «Сварочная дуга в среде инертных газов» (конспектирование).	Проверка конспекта, допуск к выполнению, опрос, проверка и защита отчетов	5 5
6 7	Самостоятельное изучение материала (подготовка сообщения и электронной презентации). Подготовка к практическому занятию «Ознакомление с процессом плазменной сварки».	Письменный опрос, проверка и защита сообщения и соответствующей ему презентации	5 5
8	Самостоятельное изучение материала по теме «Типы воздействия плазмы на обрабатываемый материал» (конспектирование). Подготовка к лабораторному занятию «Исследование энергетических характеристик плазменных процессов»	Проверка конспекта, допуск к выполнению, ответы на контрольные вопросы письменно и защита отчета	5
9	Самостоятельное изучение материала по теме «Нагрев и плавление основного металла сварочной дугой» (подготовка реферата)	Проверка конспекта, устный опрос, защита реферата	5
10	Подготовка к лабораторному занятию «Нагрев и расплавление электродов»	Допуск к выполнению, письменный опрос, проверка и защита отчета	5
11	Самостоятельное изучение материала по теме «Производительность наплавки и проплавления». Подготовка к лабораторному занятию «Проплавление основного металла при наплавке валиков»	Допуск к выполнению, письменный опрос, проверка и защита отчета	5

Продолжение таблицы 8

1	2	3	4
12 13	Подготовка к практическим занятиям по разделу «Металлургические основы сварочных процессов». Подготовка к лабораторному занятию «Исследование металлургических процессов при сварке толстопокрытыми электродами»	Допуск к выполнению, выполнение расчетного задания, решение задач, тестовые опросы, проверка и защита отчета	5 5
14 15	Подготовка к практическим занятиям по разделу «Металлургические основы сварочных процессов». Подготовка к лабораторному занятию «Исследование металлургических процессов при сварке в защитных газах»	Допуск к выполнению, решение задач и контрольных заданий, письменный опрос, проверка и защита отчета	5 5
16	Самостоятельное изучение материала по теме «Определение и методы оценки свариваемости» (конспектирование). Подготовка к практическим занятиям: «Определение свариваемости холодных и горячих трещин» и «Свариваемость высоколегированных сталей. Подбор сварочной проволоки по диаграмме Шеффлера»	Проверка конспекта, решение задач, выполнение расчетов, ответы на контрольные вопросы	5
17	Подготовка к экзамену	Тестирование	36

1.3.2 Разработка содержания теоретического материала по темам дисциплины

Теоретическое содержание дисциплины рассматривает основные положения и теоретические вопросы в данной области будущей профессиональной деятельности студентов. Содержание тем дисциплины определено в соответствии с элементами теоретического, практического изучения и применения объектов, образующих предмет изучения дисциплины и включающих:

- основные понятия и их определения;
- особенности строения и функционирования объектов, их основные свойства, характеристики;
- задачи (проблемы) теоретического и/или практического изучения объектов, их создания и применения;

- методы, средства и способы их теоретического и/или практического изучения и совершенствования;
- методы, средства и способы качества объектов;
- современные тенденции и перспективы развития науки и практики в данной предметной области.

Ниже перечислены основные разделы дисциплины, подлежащие усвоению и изложению:

Раздел 1. Физико-химические основы получения сварных соединений, классификация видов сварки

Раздел 2. Физико-механические и химические процессы в сварочных источниках энергии

Раздел 3. Физико-химические основы плазменной технологии

Раздел 4. Тепловые процессы при сварке

Раздел 5. Металлургические основы сварочных процессов

Раздел 6. Свариваемость металлов и сплавов

По каждому разделу разработаны конспекты лекции. Лекция представляет собой систематическое, последовательное изложение преподавателем учебного материала, в основном, теоретического характера. Целью лекции является организация целенаправленной познавательной деятельности обучающихся по овладению программным материалом учебной дисциплины. Структура лекции и названия этапов, определяются типом лекции и содержанием, выносимым на лекцию. Лекции проводятся в аудиториях, продолжительностью 2 часа. Оснащение лекций может быть: методическое (схемы, видеофильмы, наглядные пособия); материально – техническое (таблицы, плакаты, оборудование и материалы).

В данной работе разработано наглядное пособие в виде электронной презентации, которое возможно использовать при проведении лекционных занятий по теме «Энергетические характеристики сжатой дуги и плазменной струи», изучаемой в рамках раздела «Физико-химические основы плазменной технологии» [28].

Основным преимуществом презентации является возможность демонстрации текста, графики, видео, что является максимально удобным для восприятия аудиторией различного материала.

Общий вид электронной презентации по теме «Энергетические характеристики сжатой дуги и плазменной струи» представлен на рисунке 1.

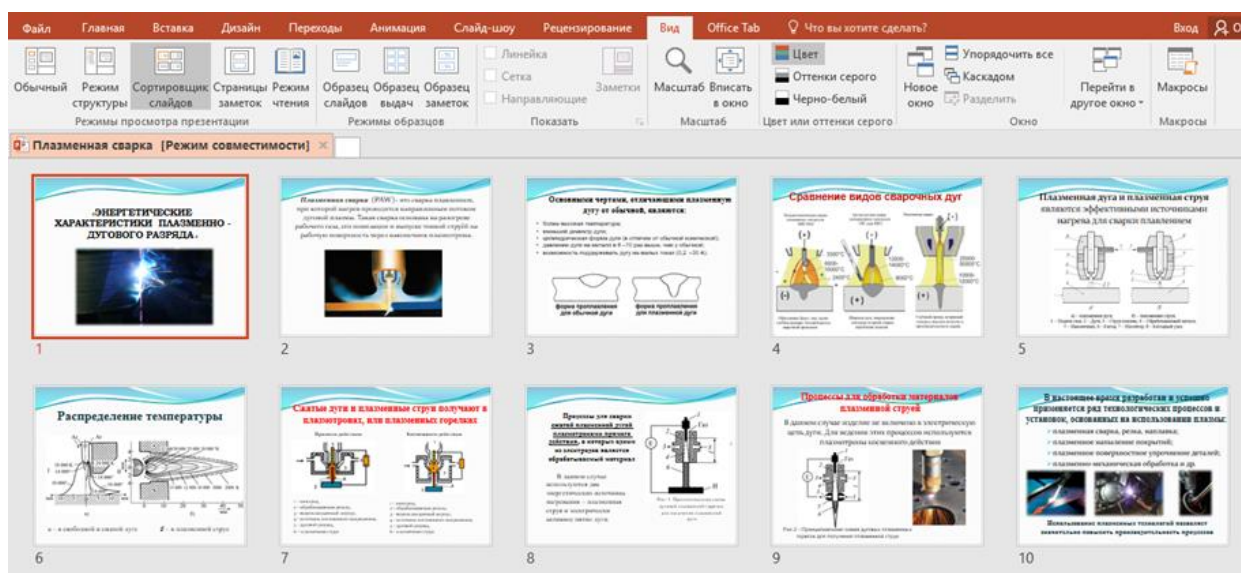


Рисунок 1 - Общий вид электронной презентации

В ходе каждой лекции студент должен вести конспектирование изучаемого материала. Конспектирование – это систематизированная, логически связанная форма записи, которая включает тезисы, выписки, дополненные мыслями и комментариями студента.

1.3.3 Разработка методических указаний к практическим работам

Практические работы по дисциплине «Физико-химические процессы в плазменных и сварочных технологиях» проводятся в аудитории. Каждое практическое занятие начинается с организационного момента, включающего проверку посещаемости, готовности студентов к занятию.

Для выполнения практических заданий используются учебные пособия, дидактические материалы, поисковые системы. Дидактические материалы

включают тему работы, цель, задания, краткие теоретические материалы, методические указания, контрольные вопросы, список рекомендуемой литературы.

Контрольные вопросы и задания позволяют проверить уровень усвоения, осмысления изучаемого материала.

Практические работы по дисциплине «Физико-химические процессы в плазменных и сварочных технологиях» были разработаны для нескольких разделов. Перечень практических занятий представляется в таблице 5 с указанием названия темы занятия и количества часов.

Перед началом каждой практической работы преподаватель ставит перед студентами задачи, проводит общий инструктаж по выполнению заданий. В процессе практической работы студенты выполняют одно или несколько заданий под руководством преподавателя в соответствии с изучаемым содержанием учебного материала.

Содержание практического занятия определяется перечнем профессиональных умений по конкретной учебной дисциплине (модулю):

- решение задач и упражнений по образцу;
- решение вариантных задач и упражнений;
- решение ситуационных производственных (профессиональных) задач;
- выполнение контрольных работ;
- работу с тестами.

В методических рекомендациях в удобной форме представлена справочная информация по изучаемой теме, структура темы, методические указания студентам по выполнению практических работ, эталон решения задачи, контрольные задания в необходимом количестве вариантов, дающие возможность обеспечить индивидуальное выполнение задания студентом

К примеру, целью практического занятия по теме «Ознакомление с процессом плазменной сварки» является проверка усвоения знаний по кон-

струкции установки для плазменной сварки. По итогам занятия студенты должны продемонстрировать знания сущности плазменной сварки. Занятие заканчивается оценкой работы студентов.

1.3.4 Разработка методических указаний к лабораторным работам

Лабораторные работы – это одна из форм освоения теоретического материала с одновременным формированием практических навыков в изучаемой дисциплине. Их назначение представляет собой углубление изучения теоретического материала, формирование практических навыков путем самостоятельной деятельности студентов на протяжении всего курса.

Подготовка к лабораторным работам включает изучение обязательной и дополнительной литературы, нормативных документов, по рассматриваемой теме.

Непосредственное проведение лабораторной работы предполагает:

- изучение теоретического материала по теме лабораторной работы;
- выполнение требуемых расчетов и экспериментов;
- оформление отчета с заполнением необходимых таблиц, построением графиков, подготовкой выводов по проделанным экспериментам и теоретическим расчетам;

– по каждой лабораторной работе проводится контроль: проверяется содержание отчета, проверяется усвоение теоретического материала. Контроль усвоения теоретического материала является индивидуальным.

Отчет является документом, свидетельствующим о выполнении студентом лабораторной работы, и должен включать:

- титульный лист;
- цель лабораторной работы;
- основную часть (краткая постановка задач лабораторной работы, краткая характеристика объекта исследования, методика выполнения лабораторной работы);

– вывод по результатам выполнения лабораторной работы.

Для дисциплины «Физико-химические процессы в плазменных и сварочных технологиях» было разработано 8 лабораторных работ по 4 разделам дисциплины (таблица 6).

Раздел 2 «Физико-механические и химические процессы в сварочных источниках энергии» включает в себя 3 лабораторные работы:

- 1) «Ионизирующее действие материалов электродных покрытий, электродов разных марок и флюсов»
- 2) «Свойства сварочной дуги в магнитных полях»
- 3) «Свойства газового ацетилено-кислородного пламени».

Целью лабораторной работы «Ионизирующее действие материалов электродных покрытий, электродов разных марок и флюсов» является изучение ионизирующего действия материалов, используемых при изготовлении электродных покрытий и флюсов, по величине обрывной длины дуги, горячей между металлическим стержнем и пластиной с исследуемыми материалами. В ходе работы студентами проводятся опыты, ведутся таблицы записей и результатов расчетов. По окончании работы оформляется отчет. Для самостоятельной подготовки студентам выдаются контрольные вопросы.

Лабораторная работа «Свойства сварочной дуги в магнитных полях» направлена на изучение магнитных свойств сварочной дуги в зависимости от технологических условий сварки, рода и полярности тока, путем проведения 5 экспериментов. Студенты также составляют отчет о проделанной работе и отвечают на контрольные вопросы.

Цель работы «Свойства газового ацетилено-кислородного пламени» – изучение строения газового пламени, виды газового пламени и химическое воздействие газового пламени на металл. Студенты в ходе лабораторной работы изучают правила безопасной работы поста газовой сварки, а также научатся зажигать и регулировать ацетилено-кислородное пламя. По выполненной работе должен быть оформлен отчет и подготовлены в соответствии с назначенными вариантами ответы на 4 вопроса.

По разделу «Физико-химические основы плазменной технологии» проводится одна лабораторная работа: «Исследование энергетических характеристик плазменных процессов». Данная работа предполагает ознакомление с конструкцией плазмотронов и вспомогательным оборудованием, основными способами плазменной обработки материалов и изучение особенностей распределения энергии сжатой дуги и плазменной струи при плазменной обработке материалов на прямой и обратной полярности. Оформляются отчет о проделанной работе и ответы на контрольные вопросы.

При изучении темы «Тепловые процессы при сварке» выполняются следующие лабораторные работы: «Нагрев и расплавление электродов» и «Проплавление основного металла при наплавке валиков».

Целью первой лабораторной работы является изучение процессов нагрева и расплавления электродов при сварке. В ходе этой работы студентам нужно провести три опыта, сопоставить опытные данные с расчетом, оформить отчет и ответить на контрольные вопросы.

Работа «Проплавление основного металла при наплавке валиков» предполагает исследование эффективности процесса проплавления металла сварочной дугой. Студентам нужно провести опыт и соотнести опытные данные с расчетами и ответить на пару вопросов. Оформить и защитить отчет о данной работе.

Раздел «Металлургические основы сварочных процессов» включает в себя лабораторные работы: «Исследование металлургических процессов при сварке толстопокрытыми электродами» и «Исследование металлургических процессов при сварке в защитных газах».

Лабораторную работу «Исследование металлургических процессов при сварке толстопокрытыми электродами» студенты выполняют бригадами (4–5 человек) под руководством преподавателя и учебного мастера.

В процессе работы студенты изучают металлургические процессы, протекающие при сварке покрытыми электродами, производят сварку образца, определяют размеры сварного шва и содержание легирующих элементов

в основном металле, стержне электрода и металле шва, оформляют отчёт о выполненной работе, который сдают преподавателю индивидуально. Продолжительность работы – 2 часа.

К работе допускаются студенты, прошедшие инструктаж по технике безопасности при выполнении лабораторных работ по теории сварочных процессов и расписавшиеся в журнале. Самостоятельная работа студентов с оборудованием разрешается только после проверки преподавателем или учебным мастером (лаборантом) их умения правильной эксплуатации оборудования.

Лабораторную работу «Исследование металлургических процессов при сварке в защитных газах» студенты выполняют бригадами (4–5 человек) на под руководством преподавателя и учебного мастера.

В процессе работы студенты изучают краткие теоретические сведения; производят сварку опытных образцов; определяют размеры сварного шва и содержание марганца и кремния в основном металле, сварочной проволоке и металле шва; оформляют отчёт о выполненной работе, который сдают преподавателю индивидуально. Продолжительность работы – 2 часа.

К работе допускаются студенты, прошедшие инструктаж по технике безопасности при выполнении лабораторных работ по теории сварочных процессов и расписавшиеся в журнале. Непосредственно перед выполнением работ проверяют наличие заземления и вентиляции. Для защиты от излучения сварочной дуги и брызг расплавленного металла необходимо применять щитки с защитными стёклами и спецодежду.

Выполнение обучающимся лабораторных работ направлено на:

- обобщение, систематизацию, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам дисциплин;
- формирование умений применять полученные знания на практике;
- развитие аналитических, проектировочных, конструктивных умений у будущих специалистов;

– развитие таких качеств, как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

1.3.5 Методические рекомендации по выполнению контрольных работ

Контрольная работа должна быть оформлена на листах формата А4, приветствуется использование компьютера при оформлении контрольной работы. Контрольная работа выполняется по вариантам. Вариант контрольной работы назначается согласно порядкового номера студента в экзаменационной ведомости или выдается на установочной лекции преподавателем.

Контрольная работа должна содержать:

- титульный лист;
- задание на контрольную работу;
- ответы на поставленные в задании вопросы;
- список использованной литературы.

Каждый вариант задания к выполнению контрольной работы состоит из четырех вопросов. Три вопроса требуют изложения теоретического материала по основным разделам дисциплины, третий – представляет практическое задание. Теоретический материал излагается в виде реферата с использованием различных литературных источников (учебников, учебно-методических изданий, статей из журналов, справочников), на которые обязательно по тексту делается ссылка.

Примерные задания к выполнению контрольной работы

Вариант 1

1. Источники энергии для сварки, их классификация, виды и требования к ним.
2. Особенности кристаллизации металла в сварочной ванне.
3. Рафинирование металла при сварке плавлением.

4. Определить температуры точек по оси наплавляемого валика, находящихся на расстоянии 0,25 и 0,5 см впереди движущейся дуги, при наплавке на стальную массивную деталь. Режим наплавки: $I = 600 \text{ А}$; $U = 28 \text{ В}$; $\eta_u = 0,8$; $v = 16 \text{ м/ч}$. Теплофизические характеристики стали: $\lambda = 0,38 \text{ Вт/(см К)}$; $a = 0,1 \text{ см}^2/\text{с}$.

Вариант 14

1. Газопламенная резка металлов. Физико-химические основы газо-пламенной резки металлов.

2. Расчетные схемы распространения тепла в бесконечном теле от неподвижного источника тепла (плоского, объемного).

3. Свариваемость высоколегированных сталей.

4. На поверхность стального прокатного валка наплавляют валик электродуговой сваркой под флюсом. Определить, на каком расстоянии от оси величина температуры нагрева будет 1200 К. Выбранный режим наплавки: $I = 380 \text{ А}$; $U = 24 \text{ В}$; $\eta_u = 0,8$; $v = 20 \text{ м/ч}$. Теплофизические характеристики стали: $c\gamma = 5,2 \text{ Дж/(см}^3\cdot\text{К)}$.

Проверка контрольной работы позволяет выявить и исправить допущенные студентами ошибки, указать, какие вопросы дисциплины ими недостаточно усвоены и требуют доработки. Студент должен внимательно ознакомиться с письменными замечаниями преподавателя и приступить к их исправлению, для чего еще раз повторить соответствующий материал.

Вывод по главе

Методические рекомендации для студентов по освоению дисциплин образовательных программ высшего образования обеспечивают студенту оптимальную организацию процесса изучения дисциплины, а также выполнения различных форм самостоятельной работы. В процессе творческой деятельности преподаватель формирует собственную систему руководства работой студентов, подбирает виды самостоятельной работы в соответствии со

спецификой дисциплины или профессионального модуля, вырабатывает свои критерии оценки и т.д. Таким образом, методические указания являются эффективными как для студента, так и для преподавателя.

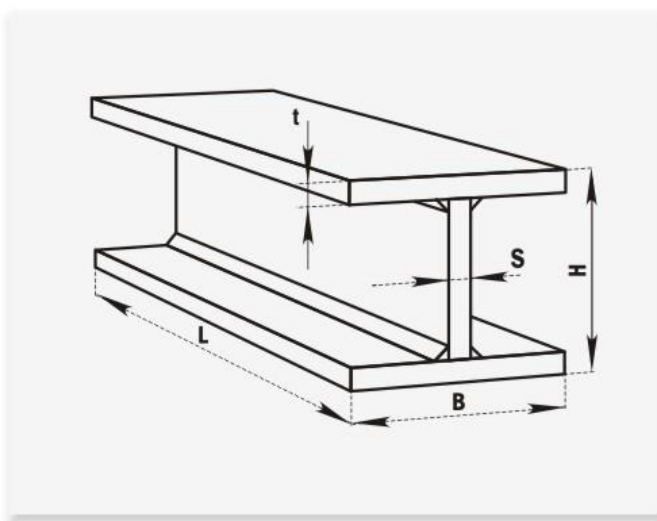
При реализации новых ФГОС происходит увеличение доли самостоятельной работы студентов, что требует соответствующей организации учебного процесса и составления учебно-методической документации для самостоятельного усвоения обучающимися учебного материала. Надеюсь, что в скором времени будет разработаны методические указания для самостоятельной работы студента.

2 Технологический раздел

2.1 Характеристика сварной конструкции

Балки двутавровые больше известны как элементы перекрытий каркасов промышленных зданий, имеющих большие пролеты. Их используют также при возведении мостов и других подвесных путей, колонн, а также в тех местах, где присутствуют повышенные нагрузки и им необходимо противостоять. Они воспринимают нагрузку от вертикального поперечного воздействия, которая одновременно отражается на стенах, колоннах и других опорах.

Балка двутавровая изготовлена с учетом следующих деталей: 2 полки, 1 стенка. Размеры балки двутавровой: длина 6000 мм, ширина 400 мм, высота 800 мм, толщина стенки 20 мм и толщина полки 15 мм (рисунок 2).



H - высота балки; B - ширина полки балки; S - толщина стенки балки; S₁ - толщина полки балки. L - длина балки

Рисунок 2 - Балка двутавровая

2.2 Характеристика материала сварной конструкции

Двутавровая балка изготовлена из стали марки 15ХСНД. Сталь конструкционная низколегированная для сварных конструкций. Из стали этой марки чаще всего производят элементы сварных металлоконструкций и различные детали, к которым предъявляются требования повышенной прочности и коррозионной стойкости с ограничением массы и работающие при температуре от -70 до +450°С, штампованные детали сосудов, работающие при температуре от -40 до +400°С [6]. Химический состав стали 15ХСНД представлен в таблице 9.

Таблица 9 – Химический состав стали 15ХСНД (ГОСТ 19281-89), в % [6]

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	V	N	Cu	As
0,12-0,18	0,4-0,7	0,4-0,7	0,3-0,6	До 0,035	До 0,03	0,6-0,9	До 0,12	До 0,008	0,2-0,4	До 0,08

Механические свойства описывают и объясняют способность того или иного металла осуществлять сопротивление на силовые факторы из внешней среды. И соответственно есть числовые показатели, указывающие степень сопротивления того или иного металла. К основным механическим свойствам металлов и сплавов на сегодняшний день относят твердость, прочность, и ударную вязкость (таблица 10). Величины этих свойств определяют во время опытов, предусматривающие силовую нагрузку на металл или сплав.

Таблица 10 – Механические свойства при T=20 С° 15ХСНД [6]

Сортамент	Размер	σ_b	σ_T	δ	KCU
	Мм	МПа	МПа	%	кДж/м ²
Лист, ГОСТ 19282-73	5-9	500	350	21	
Прокат, ГОСТ 6713-91		470-685	335-345	19-21	290
Сорт, Класс прочности 345, ГОСТ 19281-2014	До 140		345	21	

2.3 Характеристика основного металла по свариваемости

В процессе сварки свойства сварных соединений должны соответствовать свойствам основного металла. Это соответствие оценивается характеристикой, называемой свариваемостью. Под свариваемостью понимают комплексную техническую характеристику металлов и сплавов, выражающую реакцию свариваемых материалов на процесс сварки и определяющую техническую пригодность материала для выполнения заданных сварных соединений, удовлетворяющим условиям эксплуатации [1].

Различают физическую и технологическую свариваемость.

Физическая свариваемость - свойство материалов создавать монолитное соединение с химической связью. Такой свариваемостью обладают практически все технические сплавы и чистые металлы, а также ряд сочетаний металлов с неметаллами.

Технологическая свариваемость - технологическая характеристика стали, определяющая ее реакцию на воздействие процесса сварки и способность при этом образовывать сварное соединение с заданными эксплуатационными свойствами.

Свариваемость металла зависит от его химических и физических свойств, кристаллической решетки, степени легирования, наличия примесей и других факторов.

Назовем основные показатели свариваемости металлов и их сплавов:

- Окисляемость при сварочном нагреве, зависящая от химической активности металла.
- Чувствительность к тепловому воздействию сварки, которая характеризуется склонностью металла к росту зерна, структурными и фазовыми изменениями в шве и зоне термического влияния, изменением прочностных и пластических свойств.
- Сопротивляемость образованию горячих трещин.
- Сопротивляемость образованию холодных трещин при сварке.

– Чувствительность к образованию пор.

Сталь марки 15ХСНД хорошо сваривается, т.е. сварка может быть выполнена по обычной технологии, без подогрева до сварки и в процессе сварки, а также без последующей термообработки.

В низкоуглеродистых сталях прочность сварного шва оказывается выше, чем смежного основного металла. Это происходит потому, что при охлаждении материала зоны термического влияния сварного в нем образуется дисперсная перлитная структура. Остаточный аустенит вдоль границ ферритных зерен сдерживает рекристаллизацию и поэтому помогает сохранить мелкое зерно, что и обеспечивает повышенную прочность материала в зоне сварного шва.

2.3.1 Оценка склонности металла к образованию горячих трещин

Любое сварное соединение, в процессе своего сваривания, проходит через температурную область склонности к таким дефектам, как горячие трещины. Другими словами, любые металлы и стали при сварке, склонны к появлению горячих трещин в том или ином температурном интервале [11].

Горячие трещины - это хрупкие межкристаллические разрушения металла шва и околошовной зоны, возникающие в твердожидком состоянии в процессе кристаллизации, а также при высоких температурах в твердом состоянии. Горячие трещины обычно образуются в продольном направлении по оси сварного шва, располагаясь в его центре, однако они могут образовываться и поперек оси шва, в зависимости от направления растягивающего напряжения.

Для предотвращения склонности сварного соединения к образованию горячих трещин следует прибегнуть к таким мерам, как:

- 1) использование основного металла и сварочной проволоки с минимальным содержанием серы, углерода и максимальным содержанием марганца;

2) введение в сварочную ванну определенных количеств алюминия и титана для связывания серы;

3) уменьшение доли основного металла в металле шва;

4) применение режимов сварки, обеспечивающих более благоприятную форму шва.

Оценка склонности сталей к образованию горячих трещин при сварке

Склонность легированных сталей (с суммарным содержанием легирующих элементов не более 10%) к горячим трещинам при сварке оценивают по показателю Уилкинсона:

$$HCS = \frac{(C \cdot [S + P + \frac{Si}{25} + \frac{Ni}{100}] \cdot 1000)}{(3Mn + Cr + Mo + V)}, \quad (1)$$

где C, S, P, Si, Ni и т.д. – массовые проценты содержания элемента в стали.

При сварке сталей с пределом прочности не более 700 МПа при HCS < 4,0 горячие трещины не появляются. Для высокопрочных сталей ($\sigma_B \geq 700$ МПа) HCS < 1,6...2,0. При наплавке легированных сталей горячие трещины не образуются, если HCS < 1,7...2,0.

Для оценки трещинообразования высоколегированных хромоникелевых аустенитных сталей и сплавов рассчитывают отношение:

$$\frac{Cr_3}{Ni_3} = \frac{(Cr + 1,37Mo + 1,5Si + 2Nb + 3Ti)}{(Ni + 3,31Mn + 22C + 14,2N + Cu)} \quad (2)$$

где Cr, Ni и др. - химические элементы.

Если $(Cr_3 / Ni_3) > 1,5$, % [(S + P) < 0,02 %], то сварные швы не склонны к кристаллизационным горячим трещинам.

Если $(Cr_3 / Ni_3) < 1,5$, % $[(S + P) = 0,02 \text{ \%}]$, то сварные швы потенциально склонны к кристаллизационным горячим трещинам.

Недостаток этого метода - невозможность учета влияния всех примесей, не входящих в параметрические уравнения, а также аномалии по технологическим параметрам сварки, выходящим за исследованные пределы. Поэтому расчетно-статистический метод рекомендуется для приближенных экспресс-оценок.

Высоколегированные аустенитно-ферритные стали склонны к горячим трещинам при сварке, если [18]:

$$L = 299C + 8Ni + 142Nb - 5,5 \cdot (\% \delta - Fe) \cdot 2 - 105 > 0, \quad (3)$$

Для оценки склонности стали 15ХСНД к появлению горящих трещин применяем формулу (1):

$$HCS = \frac{C \times \left(0,03 + 0,035 + \frac{0,4}{25} + \frac{0,3}{100}\right) \cdot 1000}{(3 \cdot 0,4 + 0,6 + 0,12)} = 5,25$$

В нашем случае $HCS > 4$, поэтому сталь склонна к возникновению горячих трещин. Для предотвращения появления горячих трещин требуется соблюдать режимы сварки и правильно применять присадочные материалы.

2.3.2 Оценка склонности металла к холодным трещинам

Холодные трещины - локальные хрупкие разрушения материала сварного соединения, возникающие под действием собственных сварочных напряжений. Размеры холодных трещин соизмеримы с размерами зон сварного соединения. Локальность разрушения объясняется частичным снятием напряжений при образовании трещин, а также ограниченностью зон сварного

соединения, в которых возможно развитие трещин без дополнительного притока энергии от внешних нагрузок [15].

Основные факторы, обуславливающие появление холодных трещин следующие:

а) Образование структур закалки (мартенсита и бейнита) приводит к появлению дополнительных напряжений, обусловленных объёмным эффектом.

б) Воздействие сварочных растягивающих напряжений.

в) Концентрация диффузионного водорода.

Водород легко перемещается в незакалённых структурах. В мартенсите диффузионная способность водорода снижается: он скапливается в микропустотах мартенсита, переходит в молекулярную форму и постепенно развивает высокое давление, способствующее образованию холодных трещин, кроме того, водород, адсорбированный на поверхности металла и в микропустотах, вызывает охрупчивание металла.

Для оценки склонности сталей к образованию холодных трещин широко применяют параметрические уравнения, полученные статистической обработкой экспериментальных данных. Они связывают выходные параметры (показатель склонности к трещинам) с входными (химическим составом, режимом сварки и др.) без анализа физических процессов в металлах при сварке, обуславливающих образование трещин. Поэтому их применение ограничено областью, в пределах которой изменялись входные параметры при экспериментах. В настоящее время применительно используются следующие параметрические уравнения:

1) Расчет значения эквивалента углерода:

$$C_{\text{ЭКВ}} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24} + \frac{Cr}{5} + \frac{Ni}{40} + \frac{Mo}{4} + \frac{V}{14} + \frac{Cu}{13} + \frac{P}{2} , \quad (4)$$

где C, Mn и др. - символы элементов и их содержание, %.

Стали, у которых $C_{\text{экв}} \leq 0,4 \%$, считаются потенциально не склонными к образованию трещин. $C_{\text{экв}}$ является обобщенным параметром состава стали, характеризующим ее прокаливаемость.

При $C_{\text{экв}} \geq 0,45 \%$ при сварке становится возможным образование закалочных структур в металле сварного соединения, что при условии насыщения металла водородом и высоких сварочных напряжений может привести к образованию холодных трещин.

2) Метод Британской ассоциации:

$$C_{\text{экв}} = C + \frac{Mn}{20} + \frac{Cr}{10} + \frac{Mo}{10} + \frac{V}{10} + \frac{Ni}{15}, \quad (5)$$

Если $C_{\text{экв}} < 0,25\%$, то сталь не склонна к холодным трещинам; $C_{\text{экв}} < 0,30\%$, то сталь склонна к холодным трещинам, сваривается с подогревом $25-125^{\circ}\text{C}$; $C_{\text{экв}} < 0,35\%$, то сталь склонна к холодным трещинам, сваривается с подогревом $50-175^{\circ}\text{C}$; $C_{\text{экв}} < 0,40\%$, то сталь склонна к холодным трещинам, сваривается с подогревом $75-200^{\circ}\text{C}$; $C_{\text{экв}} < 0,45\%$, то сталь склонна к холодным трещинам, сваривается с подогревом $100-225^{\circ}\text{C}$.

3) Оценка с учетом структурных превращений и жесткости изделия (по Д.Сефериану).

Д.Сефериан предложил оценивать склонность стали к холодным трещинам по полному эквиваленту углерода:

$$[C] = [C]_x \cdot (1 + 0,005 \cdot \delta), \quad \% \quad (6)$$

где δ - толщина металла в мм, $[C]_x$ - химический эквивалент углерода, он определяется по формуле (7), %:

$$[C]_x = C + \frac{Mn+Cr}{9} + \frac{Ni}{18} + \frac{Mo}{13} \quad (7)$$

Появление холодных трещин вероятно при:

$$[C] \geq 0,4 \dots 0,45\%$$

$$T_{\text{подогрева}} = 350 \cdot \sqrt{[C] - 0,25}$$

4) Расчет параметра трещинообразования P_w (по Ито - Бессю), %:

$$P_w = \left[P_{\text{см}} + \frac{H}{60} + \frac{K}{(40 \cdot 104)} \right], \% \quad (8)$$

где $P_{\text{см}}$ – показатель, учитывающий влияние структурных превращений в ОШЗ, он рассчитывается по формуле:

$$P_{\text{см}} = C + \frac{\text{Si}}{30} + \frac{(\text{Mn} + \text{Cr} + \text{Cu})}{20} + \frac{\text{Ni}}{60} + \frac{(\text{Mo} + \text{V})}{15} + 5B, \quad (9)$$

где H – концентрация диффузионного водорода в металле шва, установленного глицериновым методом, мл/100г, $H = 0,64 H_{\text{мис}} - 0,93$ ($H_{\text{мис}}$ – концентрация водорода, установленная с помощью ртутного метода МИС или хроматографическим методом);

K – коэффициент интенсивности жесткости. Для приближенных вычислений коэффициент интенсивности жесткости стыковых соединений толщиной до 150 мм принимают равным $K = 0,69\delta$, где δ – толщина свариваемых листов, мм.

Параметр P_w применим для низколегированных сталей с содержанием углерода 0,07...0,22 %, пределом текучести 500...700 МПа, погонной энергией сварки $\frac{q}{V} = 15 \dots 20$ кДж/см.

Если $P_w \geq 0,286\%$, то сварные соединения потенциально склонны к образованию холодных трещин.

Склонность стали **15ХСНД** к образованию холодных трещин при сварке можно оценить, рассчитав эквивалент углерода С по формуле (4):

$$C_{\text{ЭКВ}} = 0,12 + \frac{0,4}{24} + \frac{0,4}{6} + \frac{0,6}{5} + \frac{0,3}{40} + \frac{0,12}{14} + \frac{0,2}{13} + \frac{0,03}{2} = 0,37\%$$

$C_{\text{ЭКВ}} < 0,40\%$, значит данная сталь несклонна к холодным трещинам.

2.4 Выбор способа сварки

Рассмотрим два способа сварки для заданной стали:

1. Сварка в среде защитных газов плавящимся электродом;
2. Автоматическая дуговая сварка под флюсом.

Сварка в среде защитных газов плавящимся электродом

При сварке плавящимся электродом в среде защитных газов шов образуется за счет проплавления основного металла и расплавления дополнительного - электродной проволоки. Дуга горит между концом непрерывно расплавляемой проволоки и изделием. Проволока попадает в зону дуги с помощью механизма со скоростью, равной средней скорости ее расплавления. Расплавленный металл электродной проволоки переходит в варочную ванну и, таким образом, участвует в формировании шва (рисунок 3).

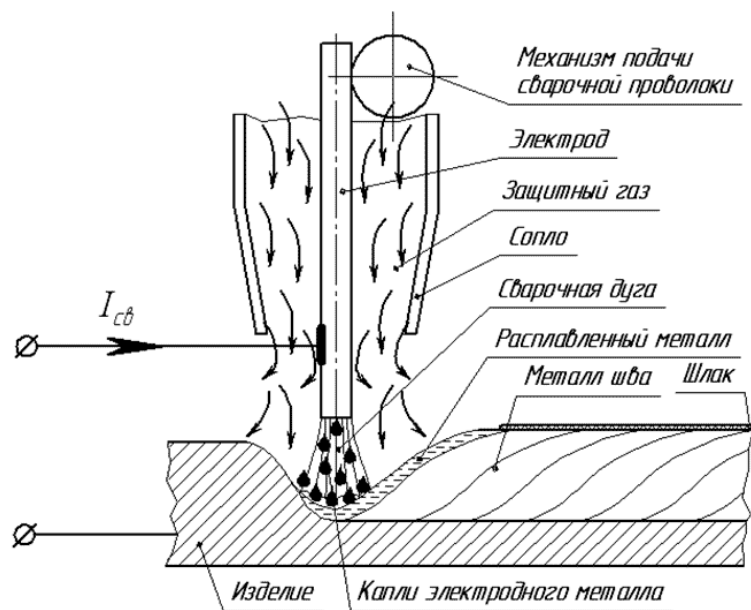


Рисунок 3 - Сварка в среде защитных газов плавящимся электродом

Ввиду высокой проплавающей способности дуги повышаются требования к качеству сборки кромок под сварку. Качественный провар и формирование корня шва обеспечивают теми же приемами, что и при ручной сварке или сварке под флюсом (подкладки, флюсовые и газовые подушки и т. д.). С уменьшением плотности тока стабильность дуги понижается.

Защитный газ выбирают с учетом особенностей свариваемого металла, а также требований, предъявляемых к сварным швам. Инертные газы применяются для сварки химически активных металлов, а также во всех случаях, когда необходимо получить сварные швы, однородные по составу с основным и присадочным металлом. Активные газы применяют, когда заданные свойства металла можно обеспечить металлургической обработкой (окислением, восстановлением, азотированием и т. д.).

К достоинствам автоматической сварки в защитных газах относятся:

- высокая степень концентрации дуги, обеспечивающая минимальную зону структурных превращений и относительно небольшие деформации изделия;
- высокая производительность;

- эффективная защита расплавленного металла, особенно при применении в качестве защитной среды инертных газов;
- низкая стоимость выполнения сварочных работ при применении в качестве защитной среды активных газов;
- возможность сварки металлов различной толщины (от десятых долей миллиметра до десятков миллиметров);
- отсутствие необходимости применения флюсов или обмазок;
- возможность сварки в различных пространственных положениях;
- возможность металлургического влияния на металл шва за счет регулирования состава проволоки и защитного газа.

Недостатки:

- необходимы меры по снижению разбрызгивания;
- сквозняки ухудшают газовую защиту дуги, поэтому сварка на открытом воздухе затруднена;
- необходимость применения защитных мер против световой и тепловой радиации дуги.

Автоматическая дуговая сварка под слоем флюса

Сварка под флюсом имеет большое преимущество перед ручной дуговой сваркой покрытыми электродами ввиду более высокой производительности, высокого качества наплавляемого металла, высокой степени металлургической обработки, возможность сварки различных материалов, более стабильный состав и свойства металла по всей длине шва [4]. Это достигается отсутствием частых кратеров образующихся при смене электродов, равномерностью плавления электродной проволоки и основного металла шва по длине шва, более надёжной защиты зоны сварки от окисления легирующих компонентов кислородом воздуха.

На рисунке 4 представлено сечение зоны горения дуги при сварке под слоем флюса.

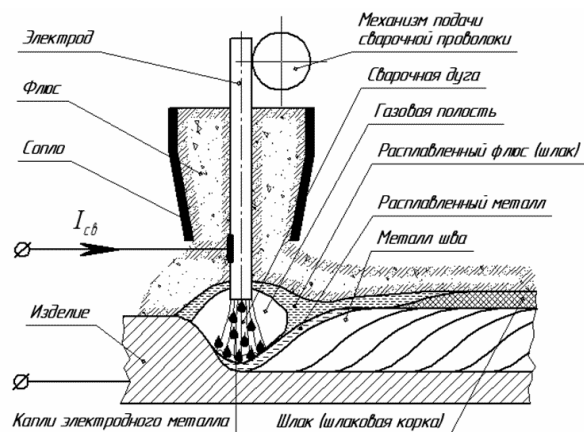


Рисунок 4 - Сечение зон горения дуги при сварке под флюсом

При сварке под флюсом обеспечивается универсальность процесса, возможность сварки различных материалов [26]. Хорошее формирование поверхности швов с мелкой чешуйчатостью и плавным переходом к основному металлу, отсутствие брызг - преимущество сварки под флюсом, т.к. отпадает надобность в трудоёмкой операции очистки от них поверхности свариваемых деталей.

Недостатками сварки под флюсом:

- невозможность наблюдать зону сварки;
- сложность сварки металла толщиной меньше 5 мм;
- возможность сварки только в нижнем положении ввиду возможного стекания расплавленного флюса и металла.

Анализируя достоинства и недостатки вышеупомянутых методов, приходим к выводу о предпочтительности использования автоматической сварки под слоем флюса. Способ сварки под флюсом, за счет надежной защиты зоны сварки и стабильности процесса, уверенно обеспечит получение сварного шва заданного катета с высоким качеством за один проход. Для способа сварки в среде защитного газа, для обеспечения должного качества потребуется как минимум два прохода.

2.5 Описание сварочных материалов

Сварочные материалы при сварке двутавровой балки принимаются исходя из способа сварки, в соответствии с ГОСТ 8713-79 (Сварка под флюсом. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры). Выбор сварочных материалов выполняют из условия получения металла шва равнопрочному основному, имеющего свойства (жаростойкость, жаропрочность, коррозионную стойкость и др.) не уступающие основному металлу. Требуемая прочность сварных соединений сравнительно легко достигается путем применения низкоуглеродистых проволок, легированных повышенными количествами марганца. Выбираем сварочную проволоку Св-08ГА. Буква «А» в маркировке СВ08ГА означает, что в этой сварочной проволоке значительно снижено содержание вредных примесей, которые снижают качество сварного шва.

Химический состав проволоки Св-08ГА по ГОСТ 2246-70 приведен в таблице 11.

Таблица 11 – Химический состав проволоки Св-08ГА, %, ГОСТ 2246-70 [29]

C	Si	Mn	Cr	Ni	S	P	N
до 0,10	до 0,06	0,8-1,1	до 0,1	до 0,25	до 0,025	до 0,03	до 0,01

Низкоуглеродистая электродная проволока используется в сочетании с высокомарганцовистым (35-45% MnO) флюсом с высоким содержанием кремнезема (40-45% SiO₂). Легирование шва кремнием и марганцем происходит за счет кремний-марганцевовосстановительных процессов, количество восстанавливаемого из флюса в шов легирующего элемента сравнительно не велико ($Si \leq 0,5$; $Mn \leq 0,9$).

Для сварки углеродистых и низколегированных сталей наиболее широко используются широко распространенные флюсы АН-348А и ОСЦ-45.

Флюс АН-348А предназначен для механизированной сварки и наплавки конструкций из низкоуглеродистых нелегированных и низколегированных сталей, нелегированной и низколегированной проволокой марок Св-08, Св-08ГА, при температурах эксплуатации конструкций до – 40 °С. Флюс с содержанием Fe₂O₃ на верхнем пределе 2-2,5% рекомендуется только для сварки кремний- и марганце-содержащими проволоками [3]. Другие модели (флюс АН-348А) флюса при меньшей устойчивости к ржавчине, выделяют гораздо меньшее количество вредных газов [24]. Химический состав флюса представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Химический состав флюса АН-348А, %, ГОСТ 9087-69, % [31]

SiO ₂	MnO	CaF ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	S	P
от 41,0 до 44,0	от 34,0 до 38,0	от 4,0 до 5,5	до 6,5	От 5,0 до 7,5	до 4,5	до 2,0	Не более	
							0,15	0,15

Флюс ОСЦ-45 предназначается для автоматической дуговой сварки широкой номенклатуры изделий. Сварочный флюс ОСЦ-45 применяется для автоматической сварки, при этом отмечается устойчивость горения дуги. Данный флюс широко используют для сварки углеродистых и низколегированных сталей, а также, для наплавки изделий из углеродистых и легированных сталей определенных типов. Строение зерен флюса ОСЦ-45 - зерновидное, цвет коричневый, а их размер варьируется от 0,25 мм до 3,0 мм. К плюсам сварочного флюса ОСЦ-45 можно отнести такие его свойства, как устойчивость к ржавчине, а также он дает достаточно плотные швы, которые устойчивы к появлению трещин. Этот флюс содержит меньшее количество фосфора по сравнению с флюсом АН-348 А. Химический состав флюса ОСЦ-45 по ГОСТ 9087-81 приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Химический состав флюса ОСЦ-45, %, ГОСТ 9087-69, % [31]

SiO ₂	MnO	CaF ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	S	P
от 38,0 до 44,0	от 38,0 до 44,0	от 4,0 до 5,5	до 6,5	до 2,5	до 4,5	до 2,0	Не более	
							0,15	0,12

Недостатком флюса является выделение в несколько большем количестве фтористых газов, которые являются вредными для человека.

Вывод: учитывая большую устойчивость к ржавчине и меньшее содержание фосфора, для сварки конструкций выбираем флюс ОСЦ-45.

2.6 Заготовительные операции

В заготовительные операции входят: правка металла, резка и очистка.

Технологический процесс подготовки деталей изделий из проката начинается с подбора металла по размерам и маркам стали [9]. Металл, поступающий с металлургических заводов, подготовки после резки и других заготовительных операций, требует правки. Вследствие неравномерного остывания, после прокатки металл деформируется, получает дополнительную деформацию при вырезке деталей.

Правка деформированного металла осуществляется путем создания местной пластической деформации и может производиться в холодном состоянии или при предварительном подогреве.

Разметка - это процесс нанесения на металл в натуральную величину контура детали. В процессе разметки необходимые указания по обработке наносят на металл с использованием мерительного и специального инструмента: металлических рулеток, линеек, чертилок, угольников, молотков и др. Качество разметки во многом зависит от точности мерительного инструмента.

Резка металла может быть заготовительная и как операция изготовления деталей без последующей механической обработки. Листовой металл режут на пресс-ножницах, гильотинных, дисковых и виброножницах.

Очистка листовой стали, поверхностей цветных металлов, деталей от загрязнений является трудоемкой операцией. Существуют следующие способы очистки металла: ручным инструментом, механическими щетками, пескоструйный способ.

2.6.1 Оборудование, приспособления, инструмент для выполнения заготовительных операций

Двутавровая балка будет изготавливаться из листов толщиной 15 мм. Для того что бы листовой прокат попал на сборку, необходимо выполнить следующие операции: правку металла, резку, очистку, разметку.

Правка листового проката будет осуществляться на листопрямильной машине компании ARKU (Рисунок 5). Листопрямильная машина - выпускается под диапазон толщин листовых деталей толщиной от 0,15 мм до 60 мм, перекрывая весь диапазон требуемых в промышленности толщин металла.



Рисунок 5 - Листопрямильная машина компании ARKU

Резка будет осуществляться на машине термической резки ASOIK Compact (Рисунок 6). ASOIK Compact представляет собой полноценную порталную машину для промышленного применения. Машина обладает высочайшими характеристиками в своем классе, жесткой конструкцией, высокой точностью изготовления. Установка позволяет вырезать детали сложной формы с высокой точностью.

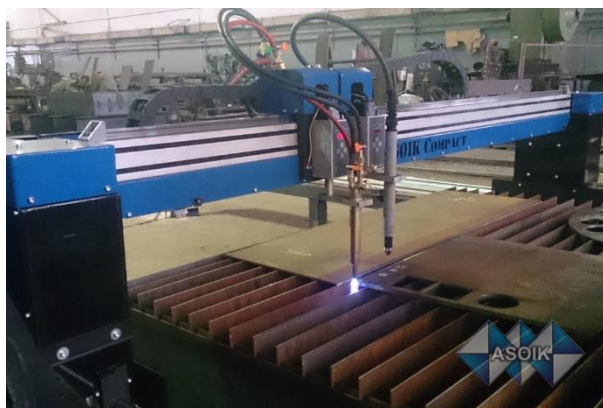


Рисунок 6 - Машина термической резки ASOIK Compact

Технические характеристики машины термической резки с ЧПУ ASOIK Compact представлены в таблице 14.

Таблица 14 - Технические характеристики машины термической резки

Параметр	Значение, содержание
Вид приводных устройств	Шаговые двигатели постоянного тока с обеих сторон портала и моторредукторы
Ширина обрабатываемой зоны, мм	от 1600 до 2200
Длина обрабатываемой зоны	от 3000 до 12000
Точность позиционирования, мм	0,5
Скорость перемещения на холостом ходу, мм/мин	до 8000
Виды режущих сред	Плазма/газ
Диапазон толщин разрезаемой стали, мм	1—80
Напряжение питающей сети	220В/50Гц
Максимальная потребляемая мощность при плазменной резке, кВт	23

Для очистки предлагается применить пескоструйный аппарат Contracor DBS 25 RC (рисунок 7).



Рисунок 7 - Пескоструйный аппарат Contracor DBS 25 RC

Данный аппарат обладает следующими техническими характеристиками, которые сведены в таблицу 15.

Таблица 15 - Технические характеристики Contracor DBS 25 RC

Характеристики	Значение
Объём бункера для абразива, л	25
Потребление воздуха, л/мин	2300-9600
Производительность, м ² /час	4-37
Расход абразива (Морской песок)	160-1000
Давление, бар	5-12

2.7 Определение параметров шва и режимов сварки

Режимом сварки называется совокупность характеристик сварочного процесса, обеспечивающих получение сварных соединений заданных размеров, форм, качества. При всех дуговых способах сварки такими характеристиками являются следующие параметры: диаметр электрода, сила сварочного тока, напряжение на дуге, скорость перемещения электрода вдоль шва (скорость сварки), род тока и полярность. При автоматизированных способах сварки добавляется ещё один параметр - скорость подачи сварочной прово-

локи. Параметры режима сварки рассчитываем в зависимости от толщины металла и свойств свариваемого материала, типа сварочного соединения и положения сварочного шва в пространстве по справочной литературе.

Описываем технологические требования ко всем швам, их длину и конфигурацию. Заполняем таблицу 16.

Таблица 16 – Сварные швы

№ шва	Вид шва	Характеристики шва (длина шва)	Требования к шву
1-4	Угловой шов, тавровое соединение	6000 мм	Эксплуатационные, технологические, внешнего вида

Тип и конструктивные элементы шва принимаются в соответствии с ГОСТ 8713-79 [30]. По ГОСТ, учитывая толщину металла, вид соединения и условие обеспечения равномерного восприятия швам вертикальной нагрузки выбираем тип сварного соединения ТЗ (Рисунок 8).

2.7.1 Расчет режима сварки под флюсом по площади наплавленного металла

При многопроходной сварке стыковых и угловых швов целесообразно вести расчет по площади наплавленного металла отдельных проходов (корневых, заполняющих, облицовочных и т. п.). Этот метод расчета можно также применять при определении режима сварки однопроходных угловых, швов на тавровых соединениях, когда не регламентируется проплавление стенки [16].

Подготовка исходных данных.

$$S = 20 \text{ мм};$$

$$S_1 = 15 \text{ мм};$$

$$b = 0+0,3 \text{ мм}.$$

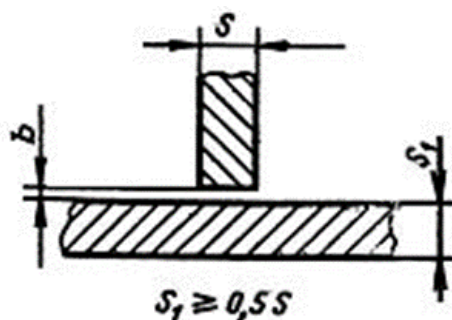


Рисунок 8 - Схема соединения ТЗ по ГОСТ 8713-79

Сварной шов в данном соединении выглядит следующим образом (Рисунок 9)

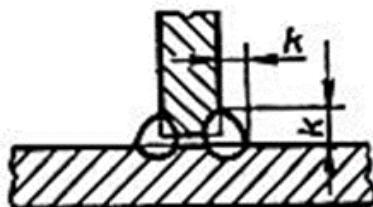


Рисунок 9 - Сварной шов соединения ТЗ

Размер катета К должен быть не более 3 мм для деталей толщиной до 3 мм включительно и 1,2 толщины более тонкой детали при сварке деталей толщиной более 3 мм. В нашем случае $K = 1,2 \cdot 7,5 = 9$ мм. Допускается выпуклость или вогнутость углового шва до 30% его катета.

Площадь наплавленного металла находится по формуле:

$$F_n = \frac{K^2}{2} = \frac{81}{2} = 40,5 \text{ мм}^2 \quad (10)$$

Величина площади наплавленного металла при сварке под флюсом является небольшой, поэтому сварку выполняем в 1 проход.

2.7.2 Расчет режимов сварки под флюсом по размерам шва

1. Параметры режима автоматической сварки под флюсом:

- 1) диаметр электродной проволоки $d_э$;
- 2) скорость сварки $V_{св}$;
- 3) сварочный ток $I_{св}$;
- 4) напряжение на сварочной дуге U ;
- 5) вылет электродной проволоки $l_в$;
- 6) скорость подачи электродной проволоки V_{nn}

2. Подготовка исходных данных:

- 1) Сталь марки 15ХСНД
- 2) Сварочная проволока Св – 08А;
- 3) Сварочный флюс ОСЦ - 45;
- 4) Автоматическая сварка под флюсом;
- 5) Толщина свариваемого металла $S=20$;
- 6) Сварка в 1 проход;
- 7) Тип соединения ТЗ;

Настоящая методика расчета режима сварки по размерам шва может применяться для одно- и двухпроходных двусторонних стыковых швов без разделки и с разделкой кромок.

Так как глубина проплавления существенно зависит от формы подготовки кромок, то при расчете режимов сварки вводится расчетная глубина проплавления h_p , которая для сварки под флюсом может рассчитываться по тем же рекомендациям, что и для сварки в CO_2 .

Расчетная глубина проплавления при определяется по формуле:

$$h_p = (0,7 \dots 1,1) \cdot K, \text{ мм} \quad (14)$$

где K – катет шва.

$$h_p = 0,8 \cdot 9 = 7,2 \text{ мм}$$

Диаметр электродной проволоки рассчитываем в зависимости от расчетной глубины проплавления, мм:

$$d_3 = (0,29 \dots 1,1) \cdot h_p, \text{ мм} \quad (16)$$

$$d_3 = (0,29 \dots 1,1) \cdot 7,2 = 2,88 \text{ мм}$$

Расчетное значение d_3 округляем до ближайшего стандартного. Принимаем диаметр электродной проволоки $d_3 = 3 \text{ мм}$.

Рассчитаем силу сварочного тока, обеспечивающую заданную глубину проплавления:

$$I_{св} = \frac{h_p}{k_n} \cdot 100, \text{ А} \quad (15)$$

где h_p – необходимая глубина проплавления, мм;

k_n – коэффициент пропорциональности, величина которого зависит от условий проведения сварки. Т.к. сварка производится под флюсом, то коэффициент будет равен 1,30.

Величина сварочного тока равна:

$$I_{св} = \frac{h_p}{k_n} \cdot 100 = \frac{7,2}{1,30} \cdot 100 = 550 \text{ А}$$

Рассчитываем значение плотности тока:

$$j = \frac{4 \cdot I_{св}}{\pi \cdot d_3^2}, \text{ А/мм}^2 \quad (17)$$

где $I_{св}$ – величина сварочного тока, А;

π – математическая постоянная, равная 3,14;

d_3 – диаметр электродной проволоки, мм.

$$j = \frac{4 \cdot 550}{3,14 \cdot 9} = 78 \text{ А/мм}^2$$

Автоматическая сварка под флюсом предполагает использование в целях защиты и легирования металла специальных сварочных флюсов. Дуга в этом случае горит в газовом пузыре, отделенном от атмосферы слоем флюса. Поэтому для случая сварки под флюсом коэффициенты расплавления (наплавки) при обратной полярности находят следующим образом:

$$\alpha_H \sim \alpha_p = 6,8 + 0,0702 \cdot I_{св} \cdot d^{(-1,505)} \quad (18)$$

$$\alpha_H \sim \alpha_p = 6,8 + 0,0702 \cdot 550 \cdot 3^{(-1,505)} = 14 \text{ Г/А} \cdot \text{ч}$$

Рассчитываем скорость сварки по формуле:

$$V_{св} = \frac{\alpha_H \cdot I_{св}}{3600 \cdot \rho \cdot F_H}, \text{ см/с} \quad (19)$$

где α_H – коэффициент расплавления;

$I_{св}$ – величина сварочного тока, А;

ρ – плотность металла, равная 7,8 Г/см³;

F_H – площадь наплавленного металла, см².

$$V_{св} = \frac{14 \cdot 550}{3600 \cdot 0,405 \cdot 7,8} = 0,68 \text{ см/с} = 24 \text{ м/ч}$$

Значение скорости сварки должно входить в диапазон 0,4÷16 см/с. Полученное нами значение скорости сварки (0,56 см/с) находится как раз в данном диапазоне.

Напряжение на дуге U_d рассчитывается по формуле:

$$U_d = 20 + 0,05 \cdot \frac{I_{св}}{\sqrt{3}}, \text{ В} \quad (20)$$

$$U_d = 20 + 0,05 \cdot \frac{550}{\sqrt{3}} = 36 \text{ В}$$

Погонная энергия сварки q_n рассчитывается по формуле:

$$q_n = \frac{I_{св} \cdot U_d \cdot \eta}{V_{св}}, \text{ Дж/с} \quad (21)$$

где $I_{св}$ – величина сварочного тока, А; U_d – величина напряжения на дуге, В; η – эффективный тепловой КПД дуги, равный 0,8; $V_{св}$ – скорость сварки, см/с.

Рассчитываем погонную энергию сварки:

$$q_n = \frac{550 \cdot 36 \cdot 0,8}{0,68} = 23294 \text{ Дж/с}$$

Коэффициент формы провара $\psi_{пр}$ находится по формуле:

$$\psi_{пр} = K' \cdot (19 - 0,01 \cdot I_{св}) \cdot \frac{d_э \cdot U_d}{I_{св}} \quad (22)$$

где K' - коэффициент, который рассчитывается по формуле:

$$K'=0,367 \cdot j^{0,1925} \quad (23)$$

где j – плотность тока, А/мм².

$$K' = 0,367 \cdot 2,3 = 0,85$$

Коэффициент формы провара будет равен по формуле (22):

$$\psi_{\text{пр}} = 0,85 \cdot (19 - 0,01 \cdot 550) \cdot \frac{3 \cdot 36}{550} = 2,3$$

Фактическая глубина проплавления рассчитывается по формуле:

$$h = 0,076 \cdot \sqrt{\frac{q_{\text{п}}}{\psi_{\text{пр}}}}, \text{ мм} \quad (24)$$

$$h = 0,076 \cdot \sqrt{\frac{23294}{2,3}} = 7,6 \text{ мм}$$

Фактическая глубина проплавления h не превышает заданное расчетное значение более, чем на 10%. Дополнительное отклонение глубины проплавления равно 10%. Рассчитаем максимальную величину проплавления.

$$h_{\text{рMax}} = h_{\text{р}} \cdot 1,1 = 7,2 \cdot 1,1 = 8 \text{ мм} \quad (25)$$

Расчет скорости подачи сварочной проволоки производится по формуле:

$$V_{\text{пн}} = \frac{4 \cdot V_{\text{св}} \cdot F_{\text{H}}}{\pi \cdot d_{\text{э}}^2}, \text{ см/с} \quad (26)$$

$$V_{\text{шт}} = \frac{4 \cdot 0,68 \cdot 0,405}{3,14 \cdot 0,3^2} = 3,9 \text{ см/с} = 140 \text{ м/ч}$$

Вылет электродной проволоки определяется по следующей формуле:

$$l_{\text{э}} = 10 \cdot d_{\text{э}} \pm 2 \cdot d_{\text{э}}, \text{ мм} \quad (27)$$

$$l_{\text{э}} = 30 \pm 6 \text{ мм}$$

Все характеристики режимов сварки представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Характеристики режимов сварки

$I_{\text{св}}, \text{ А}$	$d_{\text{э}}, \text{ мм}$	$J, \text{ А/мм}^2$	$U_{\text{д}}, \text{ В}$	$V_{\text{св}}, \text{ м/ч}$	$V_{\text{шт}} (\text{м/ч})$	$l_{\text{э}}, \text{ м/ч}$
550	3	78	36	24	140	30 ± 6

2.8 Оборудование, приспособления, инструмент для выполнения сварочных операций

Для выполнения сварочных работ при изготовлении балки выбрано следующее оборудование.

Установка для сварки балочных конструкций IT258 В А представлена на рисунке 10. Она предназначена для автоматической сварки расщепленной дугой тавровых соединений под слоем флюса "в угол" одной или двумя сварочными головками и одной или двумя сварочными проволоками, каждой головкой, а также и для простой автоматической сварки. В процессе сварки установка стационарна, перемещает свариваемое изделие. Сварка производится при горизонтальном положении полки и вертикальном положении стенки балки, прижатой к полке. Полка и стенка точно подаются сквозь машину, которая работает как сварочный кондуктор.

Установка имеет входной и выходной конвейер. На входном конвейере, за счет пяти подъемных рычагов кантователей, стенка устанавливается в вертикальное положение на пояс, центрируется и подается в зону сварки. При подъеме стенки она удерживается электромагнитами, которые отключаются при вертикальном положении стенки. Ролики выходного конвейера имеют возможность регулирования по высоте для поддержки балки после сварки, система рычагов позволяет кантовать балку в горизонтальное положение. Управление входным и выходным конвейером осуществляется с соответствующего пульта управления, установленного около установки. Поворотные рычаги входного и выходного конвейера обеспечивают кантовку тавровых профилей с максимальной массой 600 кг/м и двутавровые профили с максимальной массой 900 кг/м.

Основными частями сварочной установки являются:

- Основная рама;
- Устройство центрирования стенки и пояса;
- Подающее устройство;
- Узел нажимного ролика;
- Устройство правки пояса;
- Блок управления;
- Сварочное оборудование;
- Флюсовое оборудование;

Рама установки сварная, жесткой коробчатой конструкции, с двумя вертикальными колоннами, прикрепленными к ней болтовыми соединениями.

Устройства центрирования пояса и стенки оборудованы несколькими направляющими роликами, которые определяют взаимное положение стенки и пояса балки при сварке. Установка положения направляющих роликов обоих центрирующих устройств осуществляется двумя винтами, с ручным приводом; положение роликов устанавливается по шкале и отражается в цифровом виде на блоке управления. Центрирующие ролики, с противоположной

стороны установки, поджимаются к стенке и поясу гидроцилиндрами, создающими постоянное противодействие.

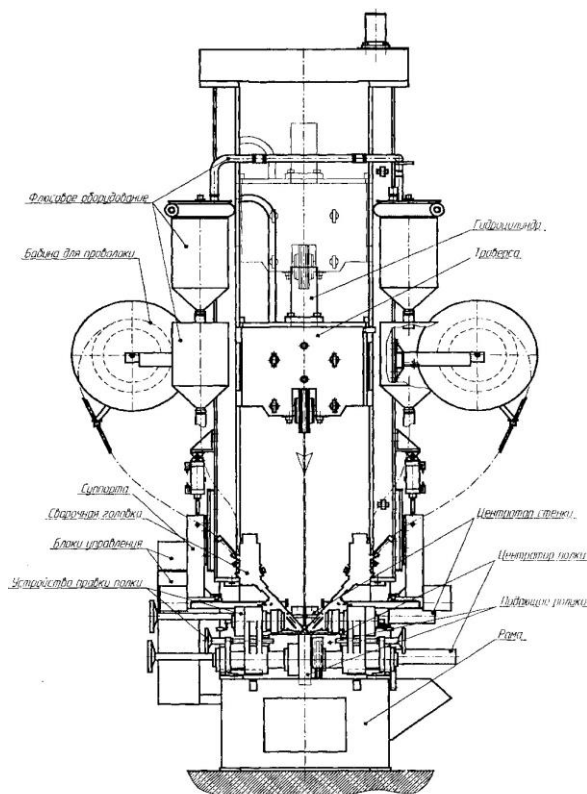


Рисунок 10 - Установка для сварки балок ИТ 258 В А (фронтальная проекция)

Подача свариваемой балки осуществляется основным и вспомогательным подающими роликами, которые располагаются непосредственно под полкой балки. Один ролик находится прямо под устройством зажима балки, а второй является частью правильного устройства. Оба ролика приводятся во вращение гидродвигателем через редуктор и цепную передачу. Скорость вращения роликов плавно регулируется, на одном из блоков управления процессом сварки РЕП, и благодаря обратной связи через тахогенератор обеспечивает скорость сварки 0,3-2 м/мин с минимальной погрешностью.

Устройство правки пояса расположено примерно в 800 мм от места сварки и предназначено для создания деформации пояса обратной сварочным деформациям. Нажимные ролики смонтированы на эксцентриковых валах и могут регулироваться по высоте в зависимости от толщины пояса и необхо-

димого усилия правки. Ролики имеют шкалу, по которой выставляется их положение. Максимальная толщина исправляемого пояса 25 мм. Устройство имеет раскрытие 50x700 мм, для прохода фланцев, правка которых не является необходимой.

Узел нажимного ролика предназначен для создания необходимого давления поджима стенки к поясу в месте сварки (до 15 тонн) и состоит из траверсы, нажимного ролика и гидроцилиндра, перемещающего ролик (ход поршня 200 мм). Траверса перемещается при помощи двух ходовых винтов, расположенных в вертикальных колоннах. Ходовые винты приводятся во вращение гидродвигателем через цепную передачу.

Система управления включает в себя шкафы управления (один на гидростанции, другой на основной раме), два блока управления процессом сварки РЕН (укреплены на шкафу управления) и два выносных пульта управления по обеим сторонам установки (позволяют регулировать направление движения сварочной проволоки и её скорость подачи).

В состав системы подачи и рециркуляции флюса входят: контейнер для флюса объемом 75 литров, находящийся под давлением.

Также в состав системы входят вакуумная установка (ТЕДАК «Е-РЛК 300»), бункеры для флюса, клапана подачи флюса и шланги подачи. Сварочный флюс засыпается в контейнер через сепаратор, далее сжатым воздухом подается в нижние бункеры, откуда по шлангам, при открытом клапане, поступает в зону сварки. Неиспользованный флюс засасывается вакуумной установкой, создающей постоянную разность давления, и возвращается в верхние бункеры, на 75 литров каждый, проходя через циклон. По окончании сварки вакуумное устройство отключается, и флюс поступает через открытый клапан в нижние бункеры. Встроенный в систему сепаратор отделяют от пыли флюс и шлак.

Сварочное оборудование включает в себя две сварочные головки А6 (рисунок 11), расположенных по обеим сторонам свариваемого таврового со-

единения, на направляющих с гидроприводами (горизонтальными и вертикальными).

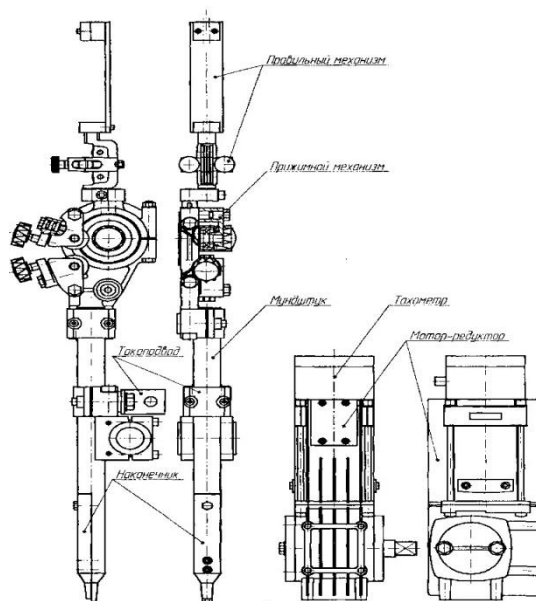


Рисунок 11 - Сварочная головка А6

А также используется 2 источника питания ESAB AC Arc Power TAF 801 (Рисунок 12).



Рисунок 12 - Источник питания TAF 801

Сварочные источники ТАФ используют тиристорные выпрямительные мосты для преобразования синусоидального вторичного напряжения напряжение прямоугольной формы, которое обеспечивает отличное зажигание дуги и хорошие сварочные характеристики. Технические характеристики источника питания ТАФ 801 представлены в таблице 18.

Таблица 18 - Технические характеристики ТАФ 801

Технические данные	Значение
Напряжение сети, В/Гц	400/50-60
Макс. сварочный ток при ПВ 100%	УЗ, ТЗ
Диапазон регулирования, А/В	300/28-800/44
Напряжение холостого хода, В	71
КПД при макс. токе	0,86
Фактор мощности при макс. токе	0,76
Класс защиты	IP 23
Габаритные размеры (длина высота ширина), мм	774x1228x598
Масса, кг	495

Отличные сварочные характеристики источников ТАФ делают эти источники идеальными для сварки под флюсом [14].

2.9 Контроль качества готового изделия

Сварная конструкция после проведения технологических операций предъявляется для технического контроля, который осуществляют поэтапно. Сначала проводится внешний осмотр, где проверяется отсутствие наружных дефектов, таких как подрезы, наплывы, непровары, крупные поры и в соответствие с техническими требованиями чертежа. Такие дефекты могут быть устранены путем вырубки и заварки [19].

При отсутствии внешних дефектов сварки производят контроль размеров изделия в соответствии с требованиями чертежа, а затем контроль качества сварных швов.

Строительные балки имеют протяженные швы и относятся к категории ответственных изделий, для выполнения неразрушающего контроля качества

протяженных сварных швов целесообразнее использовать рентгенографический или ультразвуковой методы контроля. Балочные конструкции имеют такую форму, которая затрудняет применение радиографического контроля, в связи с этим нами предлагается использование ультразвукового метода.

Для осуществления контроля выберем ультразвуковой дефектоскоп «ТОМОГРАФИК УД4-Т», который представлен на рисунке 13.



Рисунок 13 - Ультразвуковой дефектоскоп «ТОМОГРАФИК УД4-Т»

Технические характеристики ультразвукового дефектоскопа представлены в таблице 19.

Таблица 19 - Технические характеристики ультразвукового дефектоскопа

Технические характеристики	Значение
диапазон рабочих частот, МГц	0,2...10
диапазон измеряемых глубин, мм	0,5...5000 (+0,1)
динамический диапазон, дБ	140
глубина временной регулировки чувствительности, дБ:	80
длительность развертки, мкс	8...1600
погрешность измерения координат дефекта, мм	не более 0,1
погрешность измерения эквивалентной площади, %	не более 10
погрешность измерения временных интервалов, мкс	не более 0,025

Ультразвуковой метод контроля базируется на способности проникновения ультразвуковых волн в толщу металла и отражения от имеющихся в нем дефектов. В ходе контроля пучок ультразвуковых колебаний от вибрирующей пластинки-щупа вводится в контролируемый шов. При нахождении дефектного участка ультразвуковая волна должна отразиться от него и улавливаться другой пластинкой-щупом, которая может преобразовать ультразвуковые колебания в электрический сигнал. После усиления данные колебания подаются на экран электронно-лучевой трубки дефектоскопа, что свидетельствует о наличии дефектов. По характеру импульсов судят о протяженности дефектов и глубине их залегания. Ультразвуковой контроль проводят при одностороннем доступе к сварному соединению без снятия усиления и предварительной обработки поверхности шва [2].

2.10 Технология изготовления

Технологический процесс изготовления балок двутаврового сечения состоит из следующих операций:

- Сборки балок;
- Сварки балок;
- Правки грибовидности балок;
- Отделочных операций.

Все эти операции производятся на установке для сварки балочных конструкций IT258 В А.

Сварка поясных швов балки производится автоматической сваркой под слоем флюса. При выполнении поясного шва его начало и конец выводятся на выводные планки, удаляемые после сварки кислородной резкой.

Вводные и выводные планки вырезаются на гильотинных ножницах, кислородной резкой, в нашем случае машиной термической резки ASOIK Comrast, в ходе раскроя листов. Планки изготавливают из деловых отходов той же марки стали, что и сама конструкция.

2.10.1 Технологическая схема

В целях удобного расположения всех записей разработку технологического процесса выполним в виде таблицы 16.

Таблица 20 – Технология изготовления двутавровой балки

№ п/п	Название операции	Режимы, способы сварки и содержание операций	Оборудование	Примечание
1	2	3	4	5
1	Транспортировка	Доставка металла со склада на заготовительные участки цеха	Кран мостовой, эксцентриковые захваты	
2	Правка металла	Заготовка должна быть правленной на листоправильных машинах в холодном состоянии	Листоправильная машина компании ARKU	Допускаются прогибы заготовки не более 0,25 мм на 1 м длины заготовки
3	Разметка и резка	Разметка и резка выполняется в соответствии с чертежом	Рулетка ГОСТ 7502 – 80, угольник поверочный, штангенциркуль, Машина термической резки ASOIK Compact	Размечаем заготовки на сварочном столе
4	Очистка	Перед сваркой проплавляемые поверхности и примыкающие к ним зоны металла на ширину не менее 20 мм, должны быть зачищены от шлака, ржавчины, масла, влаги, других загрязнений	Пескоструйный аппарат Contracor DBS 25 RC, щетка металлическая	Ссвариваемые поверхности должны быть обработаны до металлического блеска.
5	Сборка	Устройства центрирования пояса и стенки оборудованы несколькими направляющими роликами, которые определяют взаимное положение стенки и пояса балки при сварке. Центрирующие ролики, с противоположной стороны установки, поджимаются к стенке и поясу гидроцилиндрами, создающими постоянное противодействие.	Установка для сварки балочных конструкций IT258 В А	Стенка балки прижата к полке так, что зазор в стыке исключен. Это гарантирует высокое качество сварки.

Окончание таблицы 20

1	2	3	4	5
6	Транспортировка	Подача свариваемой балки осуществляется основным и вспомогательным подающими роликами, которые располагаются непосредственно под полкой балки. Кран полукозловой осуществляет все грузоподъемные операции около автоматической линии по изготовлению сварных балок, перемещаясь вдоль неё по рельсовому пути. Установить собранную балку на стенд установки для автоматической дуговой сварки под слоем флюса продольных швов ИТ258ВА	Транспортирующая система установки для автоматической сварки балок типа ИТ 258 ВА (сборочный конвейер), кран полукозловой, стенд установки для автоматической дуговой сварки под слоем флюса продольных швов ИТ258ВА	
7	Сварка	Приварить стенку к поясу одновременно двумя сварочными головками. Режимы для сварки 1-й сварочной головкой (1СГ) и 2-й сварочной головкой (2СГ) следующие: $d_{эл} = 3$ мм; $I_{св} = 550$ А; $U_d = 36$ В; $V_{св} = 24$ м/ч. Установить вылет электрода, равный 25 - 30 мм. Перекантовать балку. Повторять цикл до полной сварки балки.	2 сварочные головки (1СГ) и (2СГ), сварочный выпрямитель ТАФ 801	
8	Зачистка	Зачистить сварные соединения и прилегающие к ним участки от шлака, окалины и остатков флюса.	Молоток, щетка металлическая	
9	Правка	Установка ИТ имеет встроенное устройство правки грибовидности, с помощью которого производим правку балки. Устройство правки пояса расположено примерно в 800 мм от места сварки и предназначено для создания деформации пояса обратной сварочным деформациям.	Устройство правки пояса, установки для автоматической дуговой сварки под слоем флюса продольных швов ИТ258ВА	
10	Контроль качества сварных соединений	Выполнить контроль геометрических параметров сварных соединений; Произвести контроль качества сварных соединений на наличие пор, трещин, шлаковых включений, несплавлений по кромкам, непроваров в корне шва, подрезов и прожогов внешним осмотром. Выполнить контроль качества сварных соединений ультразвуковым методом.	Штангенциркуль универсальный, шаблон сварщика, ультразвуковой дефектоскоп «ТОМОГРАФИК УД4-Т»	

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В современном мире возникают множество новых профессий и специальностей, освоение которых предъявляет к человеку принципиально новые квалификационные требования: способность к освоению и выполнению новых видов профессиональной деятельности. Поэтому требуется подготовка специалистов с позиции компетентностного подхода, так как компетентность и компетенции выступают в качестве интегрального социального и личностно-поведенческого феномена как результата образования. Однако реализация компетентностного подхода требует решения актуальных задач подготовки выпускников вузов, а именно оснащение учебно-методическими разработками.

В дипломной работе проведен анализ учебно-программной документации подготовки бакалавров по направлению Профессиональное обучение (по отраслям).

Проведен анализ содержания научной и учебной литературы по дисциплине «Физико-химические процессы в сварочных и плазменных технологиях».

Определена структура дисциплины, подобрано содержание и разработано учебно-методическое обеспечение.

В технологической части дипломной работы произведена разработка технологии сборки и сварки двутавровой балки.

Таким образом, поставленные задачи можно считать выполненными в полном объеме, а цель достигнутой.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Акулов, А.И. Технология и оборудование сварки плавлением: учебник для вузов / А.И.Акулов, Г.А. Бельчук, В.П. Демянцевич. - М.: Машиностроение, 1977. – 560 с.
2. Алешин, Н.П. Физические методы неразрушающего контроля сварных соединений: учебное пособие [Электронный ресурс] / Н.П. Алешин. – М.: Машиностроение, 2006. – 368 с.: ил. Режим доступа <http://e.lanbook.com/books/> (Дата обращения 12.05.2019)
3. Быковский, О.Г. Справочник сварщика: справочник / О.Г. Быковский, В.Р. Петренко, В.С. Пешков – М.: Машиностроение, 2011. – 336с.
4. Джевага, И.И. Механизированная электродуговая сварка под флюсом / И.И. Джевага. - М.: Машиностроение, 1968. - 360с.
5. Зеер Э. Ф. Методологические ориентиры развития транспрофессионализма педагогов профессионального образования / Э. Ф. Зеер, Э. Э. Сыманюк // Высшее образование в России. - 2016. - №1 (197). - С. 43 - 52.
6. Зубченко А.С, Марочник сталей и сплавов / А.С.Зубченко - М.: Машиностроение, 2001. – 375 с.
7. Ибрагимов Г.И. Оценивание компетенций: проблемы и решения / Г.И Ибрагимов, Е.М. Ибрагимова // Высшее образование в России. - 2016. - №1 (197). - С. 43 - 52.
8. Иванов, В. Г. Подготовка и переподготовка устойчиво компетентных специалистов с соблюдением принципа природосообразности. / В. Г. Иванов, Н. К. Нуриев, С. Д. Старыгина // Дополнительное профессиональное образование. - 2006. - №9. - С.33-34.
9. Изготовления сварных конструкций в заводских условиях/ В.Ф. Лукьянов, В.Я. Харченко, Ю.Г. Людмирский.- Ростов н/Д : Феникс, 2009. – 315 с.
10. К вопросу о профессиональной компетентности психологов образования [Электронный ресурс]. Режим доступа

<https://cyberleninka.ru/article/v/k-voprosu-o-professionalnoy-kompetentnosti-psiologov-obrazovaniya> (дата обращения 26.04.2019).

11. Макарова Э.Л. Сварка и свариваемые материалы: справ. издание / Э.Л. Макарова. – 1-е изд. - М.: Металлургия, 1991. – 528 с.

12. Методика проведения лабораторных работ [Электронный ресурс]. Режим доступа <https://mybiblioteka.su/11-121285.html> (дата обращения 06.05.2019).

13. Методические указания к курсовому проекту по дисциплине «Технологические основы сварки плавлением и давлением» / Л.Т. Плаксина, Д.Х. Биалалов. - Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.- пед. университет», 2012. - 38 с.

14. Милютин, В.С. Источники питания для сварки / В.С. Милютин, М.П. Шалимов, С.М. Шанчуров. – М.: Айрис-пресс, 2007. – 384 с.

15. Мишин, И. Н. Критическая оценка формирования перечня компетенций в ФГОС ВО 3++ / И. Н. Мишин // Высшее образование в России. - 2018. - № 4. - С. 66–75.

16. Модернизация высшего образования в контексте перехода к федеральным государственным образовательным стандартам четвертого поколения. [Электронный ресурс]. Режим доступа <https://elibrary.ru/item.asp?id=28830383> (дата обращения 10.05.2019).

17. Оборудование и технологии сварочного производства. [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://oitsp.ru/develop/online-raschet-sklonnosti-staley-k-obrazovaniyu-goryachih-treshchin> (дата обращения 15.05.2019).

18. Общие требования к структуре и содержанию рабочих программ учебных дисциплин [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://topreferat.znate.ru/docs/index-3350.html?page=2> (дата обращения 28.04.2019).

19. Овчинников В.В., Контроль качества сварных соединений: учебник для студ. Учреждений сред. проф. образования / В.В.Овчинников. - 2-е изд., стер. - М.: Издательский центр «Академия», 2013. - 208с.
20. Положение о лабораторных работах и практических занятиях [Электронный ресурс]. Режим доступа http://aspk.org/upload/Doc/50_Polozhenie_o_laboratoryh_rabotah_i_praktichesk_ih_zanjatijah_OAOU_SPO_ASPK.pdf (дата обращения 10.05.2019).
21. Положение о фонде оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной и государственной итоговой аттестации [Электронный ресурс]. Режим доступа http://resources.krc.karelia.ru/math/doc/aspir/polozenija/fond_itog.pdf (дата обращения 09.05.2019)
22. Приказ Минобрнауки России от 15 марта 2018 г. № 50360 г. Москва «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки Профессиональное обучение (по отраслям) (уровень бакалавриата) – Режим доступа: [http://edu.ifmo.ru/file/pages/117/44.03.04_professionalnoe_obuchenie_\(po_otraslyam\).pdf](http://edu.ifmo.ru/file/pages/117/44.03.04_professionalnoe_obuchenie_(po_otraslyam).pdf).
23. Рабочая программа дисциплины «Теория сварочных процессов» / М.А. Федулова. - Екатеринбург: ФГАОУ ВО «Рос. гос. проф.-пед. унт», 2017. – 26 с.
24. Степанова В.В. Справочник сварщика / В.В. Степанова. - М.: Машиностроение, 1975. - 520 с.
25. Учебный план направление подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям) Профиль «Высокие технологии в сварочном производстве и плазменной обработке материалов». - Екатеринбург: ФГАОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2011. – 3с.
26. Федосов С.А. Основы технологии сварки /С.А.Федосов, И.Э.Оськин [Электронный ресурс]: СПб.:Лань, 2011. - 125 с. Режим доступа http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2021.

27. Щицын, Ю.Д. Плазменная обработка материалов: учеб.-метод. пособие / Ю.Д. Щицын. - Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014. - 116 с.

28. Ялалов, Ф. Г. Профессиональная многомерность: монография / Ф. Г. Ялалов. - Казань: Центр инновационных технологий, 2013. - 180 с.

29. ГОСТ 2246-70*. Проволока стальная сварочная. Технические условия. - Введ. 1973-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 2004. – 20 с.

30. ГОСТ 8713-79*. Сварка под флюсом. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры. - Введ. 1981-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 2007. – 41 с.

31. ГОСТ 9087- 69*. Флюсы плавные сварочные. Технические условия. - Введ. 1982-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 2002. – 12 с.