Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Машиностроительный колледж
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»

Методические рекомендации к выполнению выпускной квалификационной работы для студентов

специальности: 22.02.06 «Сварочное производство»

г. Иваново 2020 г.

Составители: Капаннов Е.А., Дубова Л.В.

Редактор: Дубова Л.В.

Методические рекомендации для выполнения выпускной квалификационной работы в виде дипломного проекта, предназначена для студентов специальности СПО: 22.02.06 «Сварочное производство».

Данные рекомендации содержат требования к оформлению выпускной квалификационной работы, все необходимые материалы, пояснения и задания для студентов.

Методические рекомендации направлены на формирование практических навыков и самостоятельной работы студентов.

Утверждены цикловой методической комиссией технологических дисциплин и оборудования.

Рецензенты:

Е. С. Вьюшина- преподаватель высшей категории Машиностроительного колледжа ИГЭУ

Корюкин Л.Б., технический директор ООО «ЧПУ-Технологии»

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	6
1.1 Цель дипломного проекта	6
1.2 Задачи дипломного проекта	8
1.3 Объем и содержание дипломного проекта	8
II. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАЗДЕЛОВ РАСЧЁТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ	11
2.1 АННОТАЦИЯ	11
2.2ВВЕДЕНИЕ	11
2.3 ОБЩАЯ ЧАСТЬ	11
2.3.1 Служебное назначение изготовляемой детали.	11
2.3.2 Характеристика основного металла	11
2.4 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	13
2.4.1 Технические условия на изготовление сварной конструкции	13
2.4.2 Выбор и обоснование методов сборки и сварки	17
2.4.3 Выбор сварочных материалов	20
2.4.4 Выбор и расчет режимов сварки	21
2.4.5 Выбор сварочного оборудования, технологической оснастки, инструмента	35
2.4.6 Описание механизированного сборочно-сварочного приспособления	36
2.4.7 Основные положения на сборку и сварку	37
2.4.8 Технологический процесс изготовления конструкции	37
2.4.9. Технический контроль качества и исправление брака	33
2.4.10 Определение технических норм времени на сборку и сварку	38
2.5 РАЗДЕЛ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СВАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА	42
2.5.1 Основные опасные и вредные факторы сварочного производства	42
2.5.2 Расчеты выбросов при проведении сварочных работ	43
2.6 БИБЛИОГРАФИЯ	57
2.7 ПРИЛОЖЕНИЯ	57
III. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ	58
3.1 Чертёж сварной конструкции (изделия) или приспособления	58
IV. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РАСЧЁТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ	60
4.1 Общие требования	60
4.2 Титульный лист и содержание дипломного проекта	60

4.3 Нумерация страниц и глав 61
4.4 Требования к иллюстрациям 61
4.5 Формулы и уравнения 62
4.6 Библиография 62
V. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ 64
5.1 Общие требования 64
VI. НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫЕ ДОКУМЕНТЫ 66
6.1 Стали и сплавы для сварных конструкций 66
6.2 Сортовой, фасонный и листовой прокат. Сортамент. 66
6.3 Сортовой, фасонный и листовой прокат. Технические условия. 67
6.4 Оформление технологического процесса 68
6.5 Сварные соединения. 69
6.6 Экологический раздел 70
VII. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 71
VIII. ПРИЛОЖЕНИЯ 74

ВВЕДЕНИЕ

Основная задача технолога – разработка технологического процесса. Технологические процессы оформляются в соответствии с Единой системой технологической документации (ЕСТД), которая применяется в машиностроении и приборостроении. Допускается её применение и в других отраслях промышленности.

ЕСТД – это комплекс государственных стандартов и руководящих нормативных документов, устанавливающих взаимосвязанные правила и положения по порядку разработки, комплектации, оформлению и обращению технологической документации, применяемой при изготовлении и ремонте изделий.

В связи с тем, что подготовка специалистов проводится в основном для предприятий машиностроительного профиля, изучение ЕСТД является актуальной задачей.

Знания ЕСТД являются необходимыми в учебном процессе при выполнении лабораторных работ, курсовых и дипломного проектов. Основной целью методического пособия является научить студентов разрабатывать технологические процессы производства сварных конструкций и оформлять технологическую документацию.

Настоящее пособие разработано для студентов специальности 22.02.06 «Сварочное производство», поэтому технологическим процессам, связанных с изготовлением сварных конструкций, уделено основное внимание.

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Дипломный проект – это комплексная самостоятельная творческая работа, выполняемая на завершающем этапе обучения, в ходе которой учащийся решает конкретные профессиональные задачи, соответствующие уровню образования присваевоемой квалификации, на основе которой Государственная аттестационная комиссия принимает решение о присвоении учащемуся квалификации специалиста.

1.1 Цель дипломного проекта

Закрепление, систематизация и расширение теоретических знаний, приобретение практических навыков в вопросах проектирования технологического процесса сварки на примере изготовления сварной конструкции, выбора и обоснования оборудования и материалов, необходимых для осуществления этого процесса.

Дипломный проект является частью основной профессиональной образовательной программы в соответствии с ФГОС по специальности 22.02.06«Сварочное производство» и в части освоения техником общих и профессиональных компетенций:

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), за результат выполнения заданий.

ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

ПК 1.1. Применять различные методы, способы и приёмы сборки и сварки конструкций с эксплуатационными свойствами.

ПК 1.2. Выполнять техническую подготовку производства сварных конструкций.

ПК 1.3. Выбирать оборудование, приспособления и инструменты для обеспечения производства сварных соединений с заданными свойствами.

ПК 1.4. Хранить и использовать сварочную аппаратуру и инструменты в ходе производственного процесса.

ПК 2.1. Выполнять проектирование технологических процессов производства сварных соединений с заданными свойствами.

ПК 2.2. Выполнять расчёты и конструирование сварных соединений и конструкций.

ПК 2.3. Осуществлять технико-экономическое обоснование выбранного технологического процесса.
ПК 2.4. Оформлять конструкторскую, технологическую и техническую документацию.
ПК 2.5. Осуществлять разработку и оформление графических, вычислительных и проектных работ с использованием информационно-компьютерных технологий.

ПК 3.1. Определять причины, приводящие к образованию дефектов в сварных соединениях.

ПК 3.2. Обоснованно выбирать и использовать методы, оборудование, аппаратуру и приборы для контроля металлов и сварных соединений.

ПК 3.3. Предупреждать, выявлять и устранять дефекты сварных соединений и изделий для получения качественной продукции.

ПК 3.4. Оформлять документацию по контролю качества сварки.

ПК 4.1. Осуществлять текущее и перспективное планирование производственных работ.

ПК 4.2. Производить технологические расчеты на основе нормативов технологических режимов, трудовых и материальных затрат.

ПК 4.3. Применять методы и приемы организации труда, эксплуатации оборудования, оснастки, средств механизации для повышения эффективности производства.

ПК 4.4. Организовать ремонт и техническое обслуживание сварочного производства по Единой системе планово-предупредительного ремонта.

ПК 4.5. Обеспечивать профилактику и безопасность условий труда на участке сварочных работ.

1.2 Задачи дипломного проекта

Задачи дипломного проекта – практические решения применительно к изготовлению заданной конкретной сварной конструкции (изделия), а именно:

- поиск, обобщение, анализ необходимой информации;
- анализ служебного назначения сварных конструкций, рабочих чертежей, технических требований на изготовление;
- анализ технологичности сварной конструкций;
- выбор технологических баз, схем базирования узлов и установки;
- формирование структуры технологического процесса, разработка маршрута обработки, построение операций, составление технологической документации;
- выполнение расчётов нормы расхода сварочных материалов, режимов сварки, технического нормирования технологических операций;
- выбор источников питания, сварочного оборудования, сборочно-сварочных приспособлений, оборудования и средств контроля, необходимых для реализации разрабатываемого технологического процесса;
- совершенствование умений пользоваться технической литературой, справочными материалами, ГОСТ- ами ЕСКД и ЕСТД;
- оформление дипломного проекта в соответствии с заданными требованиями;
- выполнение графической части дипломного проекта;
- подготовка и защита дипломного проекта.

1.3 Объем и содержание дипломного проекта

Дипломный проект должен содержать:

- Расчетно-пояснительная записка.

- Графическая часть.
- Приложения.

Расчётно-пояснительная записка должна быть объёмом 40-60 страниц без приложений, выполняется машинописным текстом на листах писчей бумаги формата А4(297 × 210) и должна удовлетворять требованиям ЕСКД ГОСТ 2.105-79 «Общие требования к текстовым документам» и ГОСТ 2.106-68 «Текстовые документы» и настоящим рекомендациям. Содержание текста расчётно-пояснительной записки должно быть кратким, исчерпывающе ясным, литературно правильным. Не должно быть массового переписывания содержания книг, стандартов, заводских материалов, повторений, однотипных расчётов и т.п.
Детальную разработку разделов дипломного проекта необходимо вести согласно методическим рекомендациям настоящего пособия.
Графическая часть дипломного проекта должна быть объёмом 2-3 листа формата А1 (594 × 841 мм), выполненного с использованием графических программ (например, T-FLEXCAD или AutoCAD) с обязательным представлением на магнитном носителе (флэшке или CD-диске).
Графический материал дипломного проекта должен выполняться в соответствии с основными требованиями действующих государственных стандартов ЕСКД и нормативных документов.

Тематика дипломных проектов должна отражать конкретные задачи, стоящие перед отечественными машиностроительными и судостроительными предприятиями, а также в строительной отрасли. Она должна предусматривать проектирование технологического процесса сборки и сварки заданной сварной конструкции при определенном объеме выпуска ее в год. Технологический процесс должен отвечать современному уровню соответствующей отрасли промышленности.

При использовании заводских основных, сварочных и вспомогательных материалов новый вариант технологического процесса должен быть более прогрессивным, обеспечивать более высокую производительность труда, снижение технологической себестоимости изготовления сварных конструкций, улучшения их качества.

Тематика дипломных проектов должна быть рассмотрена на заседании цикловой комиссии и утверждена заместителем директора по учебной работе.

<u>Окончательные состав и объём разделов пояснительной записки и графической части дипломного проекта согласовываются с руководителем.</u>

За принятые в дипломном проекте решения и правильность всех расчётов, конструктивных и технологических решений отвечает студент – автор дипломного проекта.

II. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАЗДЕЛОВ РАСЧЁТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

2.1 АННОТАЦИЯ

В аннотации кратко формулируются основные положения проекта, отражается сущность основных технических решений, приводятся сведения о пояснительной записке, графической части и приложениях проекта, а также их объём.

2.2ВВЕДЕНИЕ

Во введении требуется кратко изложить данные о развитии сварки и применении сварных конструкций, какие высокопроизводительные методы сборки и сварки сварных конструкций используются в России и за рубежом на современном этапе. Изложить цель и задачи проекта, охарактеризовать проблему, к которой относится тема проекта, её актуальность, значение.

2.3 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

2.3.1 Служебное назначение изготовляемой детали.

Описать назначение сварной конструкции, условия ее работы, конструкцию, методы заготовки деталей подлежащих сварке, отвечает ли данная конструкция требованиям, предъявленным к технологичным сварным конструкциям. Привести габаритные размеры и массу сварной конструкции.

2.3.2 Характеристика основного металла

Обоснование основного металла сварной конструкции следует производить с учетом следующих основных требований:

- обеспечения прочности и жесткости при наименьших затратах ее изготовления с учетом максимальной экономии металла;
- гарантирования условий хорошей свариваемости при минимальном разупрочнении и снижении пластичности в зонах сварных соединений;
- обеспечения надежности эксплуатации конструкции при заданных нагрузках, при переменных температурах в агрессивных средах.
- Указать механические свойства и химический состав свариваемого материала.

- Установить свариваемость марки стали по эквиваленту углерода $C_{экв}$, из формулы: $C_{экв} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr+Mo+V}{5} + \frac{Ni+Cu}{15}$

Таблица 2.3.1 Свариваемость сталей

Группа свариваемости	**Сэк, %**	**Условия сварки**
I Хорошая	До 0.25 вкл.	Без ограничений, в широком диапазоне режимов сварки независимо от толщины метала, жёсткости конструкций, температуры окружающей среды
II Удовлетворительная	Свыше 0.25 до 0.35 вкл.	Сварка только при температуре окружающей среды не ниже -5 С, толщине метала менее 20мм при отсутствие ветра
III Ограниченная	Свыше 0.35 до 0.45 вкл	Сварка с предварительным или сопутствующим подогревом до 250 С в жёстком диапазоне режимов сварки
IV Плохая	Свыше 0.45	Сварка с предварительным и сопутствующим подогревом, термообработкой после сварки

Таблица 2.3.2 Химический состав сталей

Марка стали	ГОСТ	Содержание элементов, %					
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu
Ст3пс	380-2005	0,14-0,22	0,05-0,15	0,40-0,65	<0.3	<0.3	<0.3
Ст3сп	380-2005	0,14-0,22	0,15-0,30	0,40-0,65	<0.3	<0.3	<0.3
09Г2	19281-2014	<0,12	0,17-0,37	1,40-1,80	<0.3	<0.3	<0.3
14Г2	19281-2014	0,12-0,18	0,17-0,37	1,20-1,60	<0.3	<0.3	<0.3
17ГС	19281-2014	0,14-0,20	0,40-0,60	1,0-1,40	<0.3	<0.3	<0.3
09Г2С	19281-2014	<0,12	0,50-0,80	1,30-1,70	<0.3	<0.3	<0.3
10ХСНД	19281-2014	<0,12	0,80-1,10	0,50-0,80	0,6-0,9	0,5-0,8	0,4-0,6
10ХНДП	19281-2014	<0,12	0,17-0,37	0,30-0,60	0,5-0,8	0,3-0,6	0,3-0,5

Таблица 2.3.3 Механические свойства сталей

Марка стали	ГОСТ	Временное сопротивление разрыву, МПа	Предел текучести, Мпа	Относительное удлинение, %	Ударная вязкость, Дж/см^2 при t испытания, °С		
					-20	-40	-70
09Г2С	19281-2014	430-490	265-345	21	59-64	34-39	29-34
10Г2С1	19281-2014	490-530	325-390	21	59-64	29-39	24-29
10ХСНД	19281-2014	530	390	19		39-49	29-34
12ГС	19281-2014	460	315	22-26			
14Г2	19281-2014	450-530	325-390	17-21		29-34	29-34
15ХСНД	19281-2014	325-345	470-490	21		29-39	29-34
14Г2АФ	19281-2014	390	540	20		39-44	29-34
14ХГС	19281-2014	345	490	22		34-39	
16ГС	19281-2014	275-325	450-490	21	59	39	29
17ГС	19281-2014	320-345	490-510	19-23		34-44	
Ст3пс	380-2005	370-480	205-245	23-26	49		
Ст3сп	380-2005	380-490	205-255	23-26	49		

2.4 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.4.1 Технические условия на изготовление сварной конструкции

Технические условия изготовления сварной конструкции предусматривают технические условия на основные материалы, сварочные материалы, а также требования, предъявляемые к заготовкам под сборку и сварку, к сварке и к контролю качества сварки.

Технические условия на изготовление сварных конструкций учащиеся должны взять на заводах в ОГС или в бюро сборки и сварки, где они проходят технологическую практику.

- В качестве основных материалов, применяемых для изготовления неответственных сварных конструкций должны применяться стали углеродистые обыкновенного качества не ниже марки Ст3сп по ГОСТ 380-2005.

Для ответственных сварных конструкций должны применяться стали регламентируемые документацией на изготовление соответствующих конструкций.

- Соответствие всех сварочных материалов требованиям стандартов должно подтверждаться сертификатом заводов-поставщиков, а при отсутствии сертификата – данными испытаний лабораторий завода.

При ручной дуговой сварке должны применяться электроды по ГОСТ 9467-75 со стержнем из проволоки Св-08 по ГОСТ 2246-70.

При сварке в углекислом газе должна применяться проволока не ниже Св-08Г2С по ГОСТ 2246-70.

Сварочная проволока не должна иметь ржавчины, масла и других загрязнений.

- Требования к заготовкам под сварку предусматривают, чтобы свариваемые детали из листового, фасонного, сортового и другого проката должны быть выправлены перед сборкой под сварку.

После вальцовки или гибки детали не должны иметь трещин и заусенцев, надрывов, волнистости и других дефектов.

Кромки деталей, обрезанных на ножницах, не должны иметь трещин и заусенцев. Обрезная кромка должна быть перпендикулярной к поверхности детали. Допускаемый уклон в случаях, не оговоренных на чертежах, должен быть 1:10, но не более 2 мм.

Необходимость механической обработки кромок деталей должна указываться в чертежах и технологических процессах.

Детали, поступающие на сварку, должны быть приняты ОТК.

- Сборка свариваемых деталей должна обеспечивать наличие установленного зазора в пределах допуска по всей длине соединения. Кромки и поверхности деталей в местах расположения сварных швов на ширину 25-30 мм должны быть очищены от ржавчины, масла и других загрязнений непосредственно перед сборкой под сварку.

Детали с трещинами и надрывами, образовавшимися при изготовлении, к сборке под сварку не допускаются.

Указанные требования обеспечиваются технологической оснасткой и соответствующими допусками на собираемые детали.

При сборке не допускается силовая подгонка, вызывающая дополнительные напряжения в металле.

Допускаемое смещение свариваемых кромок относительно друг друга и величина допустимых зазоров должны быть не более величин, устанавливаемых на основные типы, конструктивныё элементы и размеры сварных соединений по ГОСТ 5264-80, ГОСТ 14771-76, ГОСТ 23518-79, ГОСТ 11534-75, ГОСТ 14776-79, ГОСТ 15878-79, ГОСТ 8713-79, ГОСТ 11533-75.

Местные повышенные зазоры должны быть устранены перед сборкой под сварку. Разрешается заваривать зазоры наплавкой кромок детали, но не более 5% длины шва. Заполнять увеличенные зазоры кусками металла и другими материалами запрещается.

Сборка под сварку должна обеспечивать линейные размеры готовой сборочной единицы в пределах допусков, указанных в таблице 2.4.1

Таблица 2.4.1 Предельные отклонения сварных сборочных единиц

Номинальные размеры, мм	Предельные отклонения, мм
До 30	+1,0
Свыше 30 до 120	+1,5
Свыше 120 до 500	+2,0
Свыше 500 до 1000	+3,0
Свыше 1000 до 3000	+4,0
Свыше 3000	+5,0

Сечение прихваток допускается размером до половины сечения сварного шва. Прихватки должны ставиться в местах расположения сварных швов. Наложенные прихватки должны быть очищены от шлака.

Прихватка элементов сварных конструкций при сборке должна выполняться с использованием тех же присадочных материалов и требований, что и при выполнении сварных швов.

Размеры прихваток должны быть указаны в картах технологического процесса.

Сборка под сварку должна быть принята ОТК. При транспортировке и кантовке собранных под сварку металлоконструкций должны быть приняты меры, обеспечивающие сохранение геометрических форм и размеров, заданных при сборке.

- К сварке ответственных сборочных единиц должны допускаться только аттестованные сварщики имеющие удостоверение, устанавливающее их квалификацию и характер работы, к которой они допущены.

Сварочное оборудование должно быть обеспечено вольтметрами, амперметрами и манометрами, за исключением тех случаев, когда установка приборов не предусмотрена. Состояние оборудования должно проверяться сварщиком и наладчиком ежедневно.

Профилактический осмотр сварочного оборудования отделом главного механика и энергетика должен осуществляться не реже одного раза в месяц.

Изготовление стальных сварных конструкции должно производиться в соответствии с чертежами и разработанным на их основе техпроцессом сборки и сварки.

Технологический процесс сварки должен предусматривать такой порядок наложения швов, при котором внутренние напряжения и деформации в сварном соединении будут наименьшими. Он должен обеспечивать максимальную возможность сварки в нижнем положении.

Выполнять сварочные работы методами, не указанными в технологическом процессе и настоящем стандарте, без согласования с главным специалистом по сварке запрещается, Отступление от указанных

в картах техпроцесса режимов сварки, последовательности сварочных операций не допускается.

Поверхности деталей в местах расположения сварных швов должны быть проверены перед сваркой. Свариваемые кромки должны быть сухими. Следы коррозии, грязи, масла и другие загрязнения не допускаются.

Зажигать дугу на основном металле, вне границ шва, и выводить кратер на основной металл запрещается.

Отклонение размеров поперечного сечения сварных швов, указанных в чертежах, при сварке в углекислом газе, должны быть в соответствии с ГОСТ 14771-76.

По наружному виду сварной шов должен иметь равномерную поверхность без наплывов и натеков с плавным переходом к основному металлу.

По окончании сварочных работ, до предъявления изделия ОТК, сварные швы и прилегающие к ним поверхности должны быть очищены от шлаков, наплывов, брызг металла, окалины и проверены сварщиком.

После сборки деталей под сварку необходимо проверять зазоры между деталями. Величина зазоров должна соответствовать ГОСТ 14771-76, ГОСТ 5264-80.

Размеры сварного шва должны соответствовать чертежу сварной конструкции по ГОСТ 5264-80, ГОСТ 14771-76.

- В процессе сборки и сварки ответственных сварных конструкций должен осуществляться пооперационный контроль на всех этапах их изготовления. Процент контроля параметров оговаривается технологическим процессом.

Перед сваркой следует проверить правильность сборки, размеры и качество прихваток, соблюдение геометрических размеров изделия, а также чистоту поверхности свариваемых кромок, отсутствие коррозии, заусенцев, вмятин, других дефектов.

В процессе сварки должны контролироваться последовательность операций, установленная техпроцессом, отдельные швы и режим сварки.

После окончания сварки контроль качества сварных соединений должен осуществляться внешним осмотром и измерениями.

Угловые швы допускаются выпуклые и вогнутые, но во всех случаях катетом шва следует считать катет вписанного в сечение шва равнобедренного треугольника.

Осмотр может производиться без применения лупы или с применением её с увеличением до 10 раз.

Контроль размеров сварных швов, точек и выявленных дефектов должен производиться измерительным инструментом с ценой деления 0,1 или специальными шаблонами.

Исправление дефектного участка сварного шва более двух раз не допускается.

Внешний осмотр и обмер сварных соединений должен производиться согласно ГОСТ 3242-79.

2.4.2 Выбор и обоснование методов сборки и сварки

- Сборку сварных конструкций в единичном и мелкосерийном производстве можно производить по разметке с применением простейших универсальных приспособлений (струбцин, скоб с клиньями), с последующей прихваткой с использованием того же способа сварки, что и при выполнении сварных швов.

В условиях серийного производства сборка под сварку производится на универсальных плитах с пазами, снабжёнными упорами, фиксаторами с различными зажимами. На универсальных плитах сборку следует вести только в тех случаях, когда в проекте заданы однотипные, но различные по габаритам сварные конструкции. При помощи шаблонов можно собрать простые сварные конструкции.

В условиях серийного и массового производства сборку под сварку следует производить на специальных сборочных стендах или в специальных сборочно-сварочных приспособлениях, которые обеспечивают требуемое взаимное расположение входящих в сварную конструкцию деталей и точность сборки изготавливаемой сварной конструкции в соответствии с требованиями чертежа и технических условий на сборку.

Кроме того, сборочные приспособления обеспечивают сокращение длительности сборки и повышение производительности труда, облегчение условий труда, повышение точности работ и улучшение качества готовой сварной конструкции.

Собираемые под сварку детали крепятся в приспособлениях и на стендах с помощью различного рода винтовых, ручных, пневматических и других зажимов.

Выбор того или иного способа сварки зависят от следующих факторов:

- толщины свариваемого материала;
- протяжённости сварных швов;
- требований к качеству выпускаемой продукции;
- химического состава металла;
- предусматриваемой производительности;
- себестоимости 1 кг наплавленного металла;

Среди способов электродуговой сварки наиболее употребляемыми являются.

- ручная дуговая сварка;

- механическая сварка в защитных газах;
- автоматизированная сварка в защитных газах и под флюсом.

Ручная дуговая сварка (РДС) из-за низкой производительности и высокой трудоёмкости не приемлема в серийном и массовом производствах. Она используется в основном в единичном производстве.

Наиболее целесообразно использование механизированных способов сварки.

Одним из таких способов является полуавтоматическая сварка в углекислом газе, которая в настоящее время занимает значительное место в народном хозяйстве благодаря своим технологическим и экономическим преимуществам.

Технологическими преимуществами являются относительная простота процесса сварки, возможность полуавтоматической и автоматической сварки швов, находящихся в различных пространственных положениях, что позволяет механизировать сварку в различных пространственных положениях, в том числе сварку неповоротных стыков труб.

Небольшой объём шлаков, участвующих в процессе сварки в CO_2 позволяет в ряде случаев получить швы высокого качества

Экономический эффект от применения сварки в углекислом газе существенно зависит от толщины свариваемого металла, типа соединения, расположения шва в пространстве, диаметра электродной проволоки и режимов сварки.

Себестоимость 1 кг наплавленного металла при сварке в углекислом газе всегда ниже, чем при газовой и ручной дуговой сварке.

При сварке в углекислом газе проволокой диаметром 0,8-1,4 мм изделий из стали, толщиной до 40 мм во всех положениях выработка на средних режимах на автоматах в 2-5 раз выше, а на полуавтоматах - в 1,8-3 раза выше, чем при ручной дуговой сварке.

При сварке в углекислом газе проволокой диаметром 0,8-1,4 мм вертикальных и потолочных швов из стали толщиной 8 мм и более и в нижнем положении толщиной более 10 мм проволоками диаметром 1,4-2,5 мм производительность в 1,5-2,5 раза выше, чем при ручной электродуговой сварке.

Производительность сварки в углекислом газе проволоками диаметром 1,4-2,5 мм из стали толщиной 5-10 мм в нижнем положении зависит от характера изделия, типа и размера соединения, качества сборки и др. При этом производительность только в 1,1-1,8 раза выше, чем вручную.

Перечисленные технологические и экономические преимущества сварки в углекислом газе позволяют широко использовать этот метод в серийном и массовом производствах.

В настоящее время на машиностроительных предприятиях России всё шире ведутся работы по внедрению в производство сварки в аргоне в смеси с углекислым газом. При сварке в CO_2 проволоками любого диаметра выявляется два вида переноса расплавленного металла, характерные для оптимальных режимов: с периодическими замыканиями дугового промежутка и капельный перенос без коротких замыканий. При сварке в смеси $Ar+CO_2$ область режимов сварки с короткими замыканиями дугового промежутка отсутствует. Изменение характера переноса при замене защитной среды можно рассматривать, как улучшение технологического процесса тем более, что оно сопровождается улучшением качественных и количественных характеристик процесса сварки: разбрызгивания и набрызгивания металла на сваривание детали и сопло.

При сварке в углекислом газе на оптимальных режимах на детали набрызгивается примерно 1 г/Ач брызг. Брызги прихватываются к поверхности свариваемого металла и с трудом удаляются металлической щёткой. 25-30% крупных капель привариваются к металлу, и для их удаления необходима работа с зубилом или другими средствами зачистки шва. Существенное уменьшение набрызгивания на детали наблюдается при сварке в смеси $Ar+CO_2$ как минимум в 3 раза.

При сварке в CO_2 существует область режимов, при которых наблюдается повышение забрызгивания сопла. Для проволоки диаметром 1,2 мм это область составляет 240-270 А, а для диаметра проволоки 1,6 мм – 290-310 А. При сварке в смеси аргона и углекислого газа область режимов большого разбрызгивания практически отсутствует. При забрызгивании сопла ухудшается состояние газовой защиты, а периодическая очистка снижает производительность. Форма провара при сварке CO_2 в округлая и сохраняется в смеси $Ar+CO_2$ при малых токах. При больших токах в нижней части провара появляется выступ, увеличивающий глубину проплавления, что увеличивает площадь разрушения по зоне сплавления. При равной глубине проплавления площадь провара основного металла в смеси $Ar+CO_2$ на 8-25% меньше, чем при сварке в CO_2, что приводит к уменьшению деформации. Наряду со сваркой в смеси аргона с углекислым газом наиболее широкое применение получила сварка в смеси углекислого газа с кислородом. Наличие кислорода в смеси пределах 20-30% уменьшает силы поверхностного натяжения, что способствует более мелкокапельному переносу и более «стойкому» разрыву перемычки между каплей и электродом, что снижает разбрызгивание. Кроме того окисленная капля хуже приваривается к металлу. Окисленные реакции увеличивают количество тепла, выделяемого в зоне дуги, что повышает производительность сварки. Наибольше преимущества сварка в смеси

CO_2+O_2 имеет при повышенном вылете электрода и применением проволок легированных цирконием, например Св08Г2СЦ.

Полуавтоматическую сварку в смеси CO_2+O_2 производят проволоками диаметром 1,2-1,6 мм проволоками марок Св08Г2С и Св08Г2СЦ с обычным вылетом электрода во всех пространственных положениях.

2.4.3 Выбор сварочных материалов

Общие принципы выбора сварочных материалов характеризуются следующими основными условиями:

- обеспечением требуемой эксплуатационной прочности сварного соединения, т.е. определяемого уровня механических свойств металла шва в сочетании с основным металлом;

- обеспечением необходимой сплошности металла шва (без пор и шлаковых включений или с минимальными размерами и количеством указанных дефектов на единицу длины шва);

- отсутствием горячих трещин, т.е. получением металла шва с достаточной технологической прочностью;

-получением комплекса специальных свойств металла, шва (жаропрочности, жаростойкости, коррозионной стойкости).

Выбор сварочных материалов производится в соответствии с принятым способом сварки.

Выбор и обоснование конкретных типов и марок сварочных материалов следует произвести на основании литературных источников с учётом требований.

В картах технологического процесса для каждой технологической операции (сборка на прихватках, сварка), необходимо указать виды, марки, стандарт на виды и марки, сварочных материалов.

При ручной дуговой сварке конструкционных углеродистых и легированных сталей выбор электродов производится по ГОСТ 9467-75, который предусматривает два класса электродов. Первый класс - электроды для сварки углеродистых и легированных сталей, требования к которым установлены по механическим свойствам наплавленного металла и содержанию в нём серы и фосфора. Второй класс регламентирует требования к электродам для сварки легированных теплоустойчивых сталей и которые классифицируются по химическим свойствам наплавленного металла шва.

Выбор электродов для ручной дуговой сварки сталей и наплавки производится по ГОСТ 9466-75 и электродов для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей по ГОСТ 9467-75.

ГОСТ 10052-75 устанавливает требования к электродам для сварки высоколегированных сталей с особыми, свойствами. Выбор электродов для сварки этих сталей производится по этому ГОСТу.

Выбор стальной проволоки для механизированных способов сварки производится по ГОСТ 2246-70, который предусматривает выпуск стальной сварочной проволоки для сварки диаметром от 0,3 до 12 мм.

Сварочная проволока для сварки алюминия и его сплавов поставляется по ГОСТ 7881-75.

Выбор флюсов для сварки производится по ГОСТ 9078-81, который предусматривает две группы флюсов:

- для сварки углеродистых низколегированных и среднелегированных сталей (АН-348А, АН-348АМ, ОСЦ-45, АН-60, АН-22, ФЦ-9, АН-64);
- для сварки высоколегированных, сталей (АН-26, АН-22, АН-30, АНФ-14, АНФ-16, АНФ-17, ФЦК-С, К-8).

В качестве защитных газов при сварке применяются инертные газы (аргон, гелий) и активные газы (углекислый газ, водород).

Аргон, предназначенный для сварки, регламентируется ГОСТ 10157-79 и в зависимости от процентного содержания аргона и назначения делится на аргон высшего, первого и второго сорта.

Гелий поставляется по ГОСТ 20461-75, который предусматривает два сорта газообразного гелия: гелий высокой чистоты (99,98% He) и гелий технический (99,8% He).

Углекислый газ, предназначенный для свари, соответствует ГОСТ 8050-85, который в зависимости, от содержания CO_2 предусматривает два сорта сварочной углекислоты: первый сорт - с содержанием CO_2 не менее 99,5%, второй сорт - с содержанием CO_2 не менее 99%.

После обоснования выбора сварочных материалов для принятых в проекте способов сварки необходимо привести в форме таблиц химический состав этих материалов, механические свойства и химический состав наплавленного металла.

2.4.4 Выбор и расчет 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 механизированных способах сварки добавляется ещё один параметр - скорость подачи сварочной проволоки, а при сварке в защитных газах - удельный расход защитного газа.

Параметры режима сварки влияют на форму, и размеры шва. Поэтому, чтобы получить качественный сварной шов заданных размеров, необходимо правильно подобрать режимы сварки, исходя из толщин свариваемого металла, типа соединения и его положения в пространстве. На форму и размеры шва влияют не только основные параметры режима сварки; но также и технологические факторы, как род и плотность тока, наклон электрода и изделия, вылет электрода, конструкционная форма соединения и величина зазора.

Основными параметрами режима ручной дуговой и полуавтоматической сварки в защитных газах являются: сварочный ток, диаметр, скорость сварки, род и полярность тока.

Расчёт режима сварки производится всегда для конкретного случая, когда известен тип соединения, толщина свариваемого металла, марка проволоки и способ защиты от протекания расплавленного металла в зазор стыка. Поэтому до начала расчёта следует установить по ГОСТу 5264-80, ГОСТу 14771-76 конструктивные элементы заданного сварного соединения.

Ручная дуговая сварка (наплавка) ММА 111

При ручной дуговой сварке (наплавке) к параметрам режима сварки относятся сила сварочного тока, напряжение, скорость перемещения электрода вдоль шва (скорость сварки), род тока, полярность и др.

Диаметр электрода выбирается в зависимости от толщины свариваемого металла, типа сварного соединения и положения шва в пространстве.

При выборе диаметра электрода для сварки можно использовать следующие
ориентировочные данные потаблица 2.4.2

Таблица 2.4.2

Толщина листа, мм	1-2	3	4-5	6-10	10-15	15 и более
Диаметр электрода, мм	1.6-2	2-3	3-4	4-5	5	5 и более

В многослойных стыковых швах первый слой выполняют электродом 3–4 мм, последующие слои выполняют электродами большего диаметра. Сварку в вертикальном положении проводят с применением электродов диаметром не более 5 мм.

Потолочные швы выполняют электродами диаметром до 4 мм. При наплавке изношенной поверхности должна быть компенсирована толщина изношенного слоя плюс 1–1,5 мм на обработку поверхности после наплавки.

Сила сварочного тока, А, рассчитывается по формуле

$$\mathbf{I_{св} = K \cdot d_э},$$

где К – коэффициент, равный 25–60 А/мм; $d_э$ – диаметр электрода, мм. Коэффициент К в зависимости от диаметра электрода $d_э$ принимается равным по таблице 2.4.3

Таблица 2.4.3

$d_э$, мм	1-2	3-4	4-6
К, А/мм	25-30	30-45	45-60

Силу сварочного тока, рассчитанную по этой формуле, следует откорректировать с учетом толщины свариваемых элементов, типа соединения и положения шва в пространстве. Если толщина металла $S \geq 3\ d_э$, то значение $I_{св}$ следует увеличить на 10–15%. Если же $S \leq 1{,}5\ d_э$, то сварочный ток уменьшают на 10–15%. При сварке угловых швов и наплавке, значение тока должно быть повышено на 10–15%.

При сварке в вертикальном или потолочном положении значение сварочного тока должно быть уменьшено на 10–15%.

Расчет напряжение дуги $U_Д$, В, производится по формуле:

$$\mathbf{U_Д = 22 + \frac{I_{св}}{50}},$$

где $I_{св}$, - сила сварочного тока, А

Для большинства марок электродов, используемых при сварке углеродистых и легированных конструкционных сталей, напряжение дуги U = 22- 28 В.

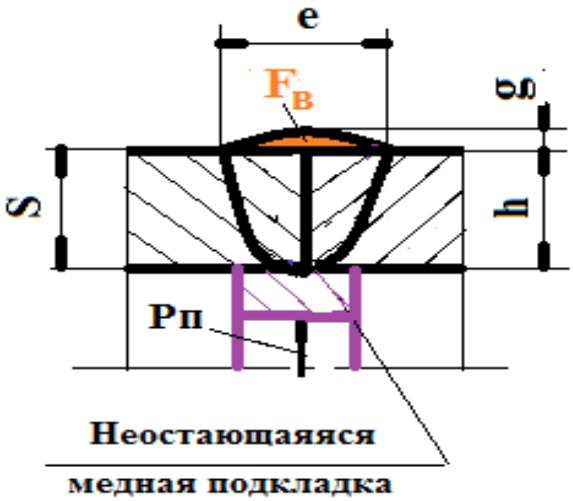
Расчет скорости сварки, м/ч, производится по формуле

$$V_{св} = \frac{\alpha_н \cdot Iсв}{100 \cdot F_{шв} \cdot \rho}$$

где $\alpha_н$– коэффициент наплавки, г/А· ч (принимают из характеристики выбранного электрода); Fшв – площадь поперечного сечения шва при однопроходной сварке (или одного слоя валика при многослойном шве), см2; ρ – плотность металла, г/см3 (для низкоуглер. стали ρ =7,8 г/см^3; для легированной стали и высоколегир. стали ρ =7,9 г/см^3; для алюминия и дюраль ρ =2,7 г/см^3; для меди ρ =8,96 г/см^3; для серого чугуна и для легированного чугуна ρ =7,0 г/см^3; для латуни ρ =8,5 г/см^3;для бронзы ρ =7,6г/см^3;).

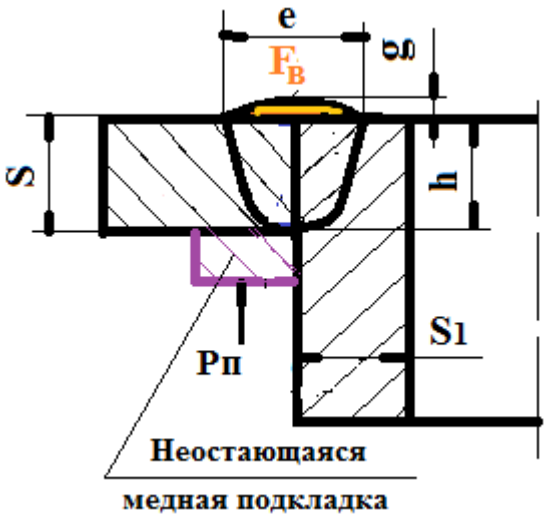
Сварные соединения без разделки кромок

Стыковое соединение



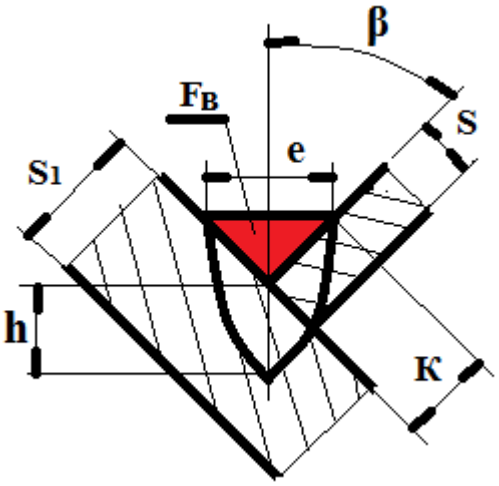
Fшв = Fв = μн × e × g;
g = e / Ψв;
g - выпуклость шва, мм;
e – ширина шва, мм;
μн - коэффициент полноты валика (μн ≈ 0,73);
Ψв – коэффициент формы валика (Ψв = 8,5);
Fв – площадь наплавки валика, мм^2;
S – толщина свариваемых элементов, мм;
g– выпуклость шва, мм;
e – ширина шва, мм;
h – глубина проплавления, мм;
Рп – усилие прижима неостающейся медной подкладки (кольца).

Угловое соединение



Fшв = Fв = μн × e × g;
g = e / Ψв;
g - выпуклость шва, мм;
e – ширина шва, мм;
μн - коэффициент полноты валика
(μн ≈ 0,73);
Ψв – коэффициент формы валика
(Ψв = 8,5);
Fв – площадь наплавки валика, мм^2;
S и S1 – толщины свариваемых элементов, мм;
g– выпуклость шва, мм;
e – ширина шва, мм;
h – глубина проплавления, мм;
Рп – усилие прижима неостающейся медной подкладки (кольца).

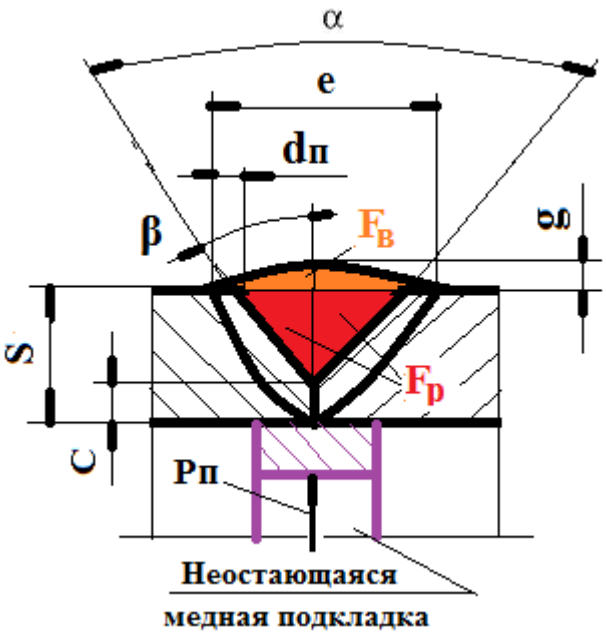
Тавровое соединение



Fшв = Fв = 1/2×K^2
Fв – площадь наплавки валика, мм^2;
S и S_1 – толщины свариваемых элементов, мм;
e – ширина шва, мм;
h – глубина проплавления, мм;
β – угол наклона изделия (при сварке в симметричную «лодочку» β = 45^0).

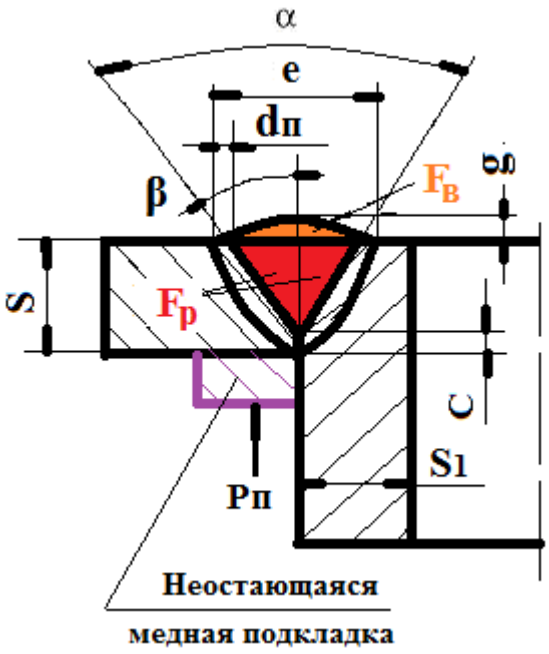
Сварные соединения с разделкой кромок

Стыковое соединение



$F_{шв} = F_р + F_в$;
$F_р = (S-C)^2 \times tg\,\beta$;
$F_в = \mu_н \times e \times g$;
$F_н = (S-C)^2 \times tg\,\beta + \mu_н \times e \times g$;
$e = 2\times[d_п + (S - C)\times tg\beta]$;
$g = e / \Psi_в$;
g - выпуклость шва, мм;
e – ширина шва, мм;
$\mu_н$ - коэффициент полноты валика ($\mu_н \approx 0{,}73$);
$\Psi_в$ – коэффициент формы валика ($\Psi_в = 8{,}5$);
C – притупление кромок;
β – угол скоса кромок ($\beta = 30^0$);
α - угол разделки кромок ($\alpha = 2\times\beta = 60^0$).
$d_п$ – диаметр сварочной проволоки, мм;
$F_в$ – площадь сечения облицовочного валика, мм^2;
$F_р$ – площадь разделки, мм^2;
S и S1 – толщины свариваемых элементов, мм;
$Р_п$ – усилие прижима неостающейся медной подкладки (кольца).

Угловое соединение



$F_{шв} = F_р + F_в$;
$F_р = (S-C)^2 \times tg\,\beta$;
$F_в = \mu_н \times e \times g$;
$F_н = (S-C)^2 \times tg\,\beta + \mu_н \times e \times g$;
$e = 2\times[d_п + + (S - C)\times tg\beta]$;
$g = e / \Psi_в$;
g - выпуклость шва, мм;
e – ширина шва, мм;
$\mu_н$ - коэффициент полноты валика ($\mu_н \approx 0{,}73$);
$\Psi_в$ – коэффициент формы валика ($\Psi_в = 8{,}5$);
C – притупление кромок;
β – угол скоса кромок ($\beta = 30^0$);
α - угол разделки кромок ($\alpha = 2\times\beta = 60^0$).
$d_п$ – диаметр сварочной проволоки, мм;
$F_в$ – площадь сечения облицовочного валика, мм^2;
$F_р$ – площадь разделки, мм^2;
S и S1 – толщины свариваемых элементов, мм;

Рп – усилие прижима неостающейся медной подкладки (кольца).

Число проходов при сварке $\mathbf{n = \frac{F_{шв} - F_1}{F_п} + 1}$.

для первого прохода при сварке встык принимают $\mathbf{F_1 = (6 – 8)\cdot d_Э}$.

Для последующих проходов принимают $\mathbf{F_п = (8 – 12)\cdot d_Э}$.

Далее проводится округление количества проходов до целого числа **n**.

Масса наплавленного металла, г, для ручной дуговой **<u>сварки</u>** рассчитывается по формуле

$$\mathbf{G_Н = F_{шв} \cdot l \cdot \rho}$$

где l – длина шва, см; ρ– плотность наплавленного металла (для стали ρ=7,8 г/см3).

Расчет массы наплавленного металла, г, при ручной дуговой **<u>наплавке</u>** производится по формуле

$$\mathbf{G_Н = F_{НП} \cdot h_Н \cdot \rho}$$

где $F_{НП}$ – площадь наплавляемой поверхности, см2; hн – требуемая высота наплавляемого слоя, см.

Время горения дуги, ч, (основное время) определяется по формуле

$$\mathbf{t_0 = \frac{G_Н}{I_{св} \cdot \alpha_Н}}$$

Полное время сварки (наплавки), ч, приближенно определяется по формуле

$$\mathbf{T = \frac{t_0}{К_п}}$$

где $\boldsymbol{t_0}$ – время горения дуги (основное время),ч;$К_п$ – коэффициент использования сварочного поста, который принимается для ручной сварки 0,5- 0,55.

Расход электродов, кг, для ручной дуговой сварки (наплавки) определяется по формуле

$$\mathbf{G_М = G_Н} \cdot К_Э$$

где $К_э$– коэффициент, учитывающий расход электродов на 1 кг наплавленного метра берется из таблицы в зависимости от марки электрода.

Расход электроэнергии, кВт· ч, определяется по формуле

$$\mathbf{A = \frac{U_д \cdot I_{св}}{ή \cdot 1000} \times t_0 + W_0(T - t_0)}$$

где $U_д$ – напряжение дуги, В; ή – КПД источника питания сварочной дуги;$\mathbf{W_0}$ –мощность, расходуемая источником питания сварочной дуги при холостом ходе, кВТ– полное время сварки или наплавки, ч. Значенияή источника питания сварочной дуги и W_0можно принять по таблице

Таблица 2.4.4

Род тока	ή	W_0
Переменный	0.8-0.9	0.2-0.4
Постоянный	0.6-0.7	2-3

Сварка (наплавка) в углекислом газе проволокой сплошного сечения MAG 135.

В основу выбора диаметра электродной проволоки положены те же принципы, что и при выборе диаметра электрода при ручной дуговой сварке:

Таблица 2.4.5

Толщина листа, мм	1-2	3-6	6-24 и более
Диаметр электродной проволоки ***dnp***, мм	0.8-1	1.2-1.6	2

Расчет сварочного тока, А, при сварке проволокой сплошного сечения производится по формуле

$$\boldsymbol{Iсв = \frac{\pi dnp^2 \times a}{4}}$$

где a – плотность тока в электродной проволоке, А/мм^2 (при сварке в CO_2 a = 110-130 А/мм^2); $d_{пр}$ – диаметр электродной проволоки, мм. Механизированные способы сварки позволяют применять значительно большие плотности тока по сравнению с ручной сваркой. Это объясняется меньшей длиной вылета электрода. Напряжение дуги и расход углекислого газа выбираются в зависимости от силы сварочного тока по таблице 2.2

Таблица 2.4.6 Зависимость напряжения и расхода углекислого газа от силы сварочного тока

Сила сварочного тока, А	50-60	90-100	150-160	220-240	280-300	360-380	430-450
Напряжение дуги, В	17-28	19-20	21-22	25-27	28-30	30-32	32
Расход CO_2,л/мин	8-10	8-10	9-10	15-16	15-16	18-20	18-20

При сварочном токе 200 - 250 А длина дуги должна быть в пределах 1,5 - 4,0 мм. Вылет электродной проволоки составляет 8 - 15 мм (уменьшается с повышением сварочного тока).

Скорость подачи электродной проволоки, м/ч, рассчитывается по формуле

$$\boldsymbol{Vnp = \frac{4a_p \times Iсв}{\pi dnp^2 \times \rho}}$$

где $\boldsymbol{\alpha_p}$ – коэффициент расплавления проволоки, г/А· ч; $\boldsymbol{d_{пр}}$ – диаметр электродной проволоки, мм.

Значение αр рассчитывается по формуле:

$$\boldsymbol{a_p = 3 + 0.08 \times \frac{Iсв}{dnp}}$$

Скорость сварки (наплавки), м/ч, рассчитывается по формуле:

$$\boldsymbol{Vсв = \frac{\alpha_H \times Iсв}{100 \times Fв \times \rho}}$$

де $\boldsymbol{\alpha_н}$ – коэффициент наплавки, г/А· ч;

$$\boldsymbol{\alpha_H = \alpha_p(1 - 0.1)}$$

где ψ – коэффициент потерь металла на угар и разбрызгивание. При сварке в CO_2 ψ = 0,1- 0,15; Fв – площадь поперечного сечения одного валика, см^2. При наплавке в CO2 принимается равным 0,3-0,7 см^2.

Масса наплавленного металла, г, при сварке рассчитывается по следующим формулам:

при сварке $\boldsymbol{G_H = F_{шв} \times L \times \rho}$

при наплавочных работах $\boldsymbol{G_H = V_H \times \rho}$ **,**

где $\boldsymbol{V_H}$ – объем наплавленного металла, см3.

Время горения дуги, ч, определяется по формуле:

$$\boldsymbol{t_0 = \frac{G_H}{\alpha_H \times Iсв}}$$

Полное время сварки, ч, определяется по формуле:

$$\boldsymbol{T = \frac{t_0}{K_n}}$$

где $\boldsymbol{Kn}$ – коэффициент использования сварочного поста, (*Kn*=0,6-0,7).

Расход электродной проволоки, г, рассчитывается по формуле
$\boldsymbol{G_{пр} = G_H(1 + \psi)}$

где Gн – масса наплавленного металла, г; ψ – коэффициент потерь, (ψ = 0,1 -0,15).

Расход электроэнергии, кВт· ч, определяется по формуле

$$\boldsymbol{A = \frac{U_д \times I_{св}}{ή \times 1000} \times t_0 + W_0(T - t_0)}$$

где ή – КПД источника питания, при постоянном токе ή = 0,6 - 0,7, переменном – ή= 0,8 - 0,9; Wo – мощность источника питания, работающего на холостом ходе, кВт. На постоянном токе Wo = 2,0-3,0 кВт, на переменном – Wo= 0,2-0,4 кВт.

Сварка (наплавка) под флюсом проволокой сплошного сечения (SAW-сварка) 121.

Диаметр проволоки dnp принимаем из таблицы 2.4.5

Расчет сварочного тока, А, производится по формуле, А,

$$Iсв = \frac{\pi \times dnp^2 \times a}{4}$$

При сварке для более глубокого проплавления рекомендуется использовать высокие значения плотности тока в электродной проволоке (***a* = 40 - 50 А/мм²**), а при наплавке для снижения глубины проплавления принимается (***a*=30 - 40 А/мм²**).

Диаметр электродной проволоки желательно выбирать таким, чтобы он обеспечил максимальную производительность сварки (наплавки) при требуемой глубине проплавления.

Напряжение дуги определяют по таблице 3.1 в зависимости от силы сварочного тока.

Таблица 2.4.7

Сила сварочного тока, А	180-300	300-400	500-600	600-700	700-850	850-1000
Напряжение дуги, В	32-34	34-36	36-38	38-40	40-42	42-44

Наплавку рекомендуется выполнять при постоянном токе прямой полярности. Вылет электродной проволоки принимается 30-60 мм, при этом более высокие его значения соответствуют большему диаметру проволоки и силе тока.

Скорость подачи электродной проволоки, м/ч, определяется по формуле:

$$Vnp = \frac{4a_p \times Iсв}{\pi \times dnp^2 \times \rho}$$

где dпр – диаметр проволоки, мм.

Коэффициент расплавления проволоки сплошного сечения при сварке под флюсом определяется по формулам:

для переменного тока $a_p = 7,0 + 0.04 \times \frac{Iсв}{dnp}$

для постоянного тока прямой полярности $\boldsymbol{a_p} = 2 + \sqrt{\frac{Iсв}{dпр}}$

для постоянного тока обратной полярности $\boldsymbol{a_p} = 10 \div 12$

Скорость сварки , м/ч, рассчитывается по формуле:

$$\boldsymbol{Vсв = \frac{\alpha_H \times Iсв}{100 \times Fв \times \rho}}$$

где $\alpha_н$ – коэффициент наплавки, г/А· ч;

$$\boldsymbol{\alpha_H = \alpha_p(1 - \psi),}$$

где $\boldsymbol{\psi}$ – коэффициент потерь металла на угар и разбрызгивание, принимается равным 0,02- 0,03.

При наплавке площадь поперечного сечения валика, укладываемого за один проход, можно принять равной 0,3- 0,6 см^2.

Масса наплавленного металла, г, при сварке рассчитывается по следующим формулам:

при сварке $\boldsymbol{G_H = F_в \times L \times \rho}$

при наплавочных работах $\boldsymbol{G_H = V_H \times \rho}$

где Vн – объем наплавленного металла, см3, определяется по формуле:

$$\boldsymbol{V_H = Fн \times h\,,}$$

где Fн – площадь наплавленной поверхности, см^2; h – высота наплавленного слоя, см.

Расход сварочной проволоки, г, определяется по формуле:

$$\boldsymbol{G_{пр} = G_H(1 + \psi),}$$

где $\boldsymbol{\psi}$ – коэффициент потерь на угар и разбрызгивание.

Расход флюса, г/пог.м, определяется по формуле:

$$\boldsymbol{G_ф = \frac{(U_д - 1{,}8) \times 780}{V_{св}}}$$

Время горения дуги, ч, определяется по формуле:

$$t_0 = \frac{G_H}{\alpha_H \times Iсв}$$

Полное время сварки, ч, определяется по формуле:

$$T = \frac{t_0}{K_n}$$

где Кп – коэффициент использования сварочного поста, (Кп=0,6-0,7).

Расход электроэнергии, кВт· ч, определяется по формуле:

$$A = \frac{U_д \times I_{св}}{ή \times 1000} \times t_0 + W_0(T - t_0)$$

где ή – КПД источника питания, при постоянном токе ή = 0,6 - 0,7, переменном – ή= 0,8 - 0,9; Wo – мощность источника питания, работающего на холостом ходе, кВт. На постоянном токе Wo = 2,0-3,0 кВт, на переменном – Wo= 0,2-0,4 кВт.

Толщина слоя флюса зависит от силы сварочного тока.

Таблица 2.4.8

Сварочный ток, А	200-400	400-800	800-1200
Толщина слоя флюса, мм	25-35	35-45	45-60

Сварка (наплавка) порошковой самозащитной проволокой FCAW 136

Сварочный ток, напряжение дуги, скорость подачи и вылет электродной проволоки принимаются по табл. 2.4.9 и 2.4.10

Таблица 2.4.9 Режимы сварки самозащитными порошковыми проволоками

Толщина свариваемых листов, мм	**Параметры режима**			
	I, A	**U, B**	**Uпр, м/ч**	**Вылет проволоки, мм**
Порошковые проволоки ПП - АН1, $d_{пр}$ =2,8 мм; $a_н$ =13 г/А· ч				
3-6	200-240	24-25	100	15-20
8-12	250-300	25-27	120	20-25
14-20	300-350	27-28	170	25-30
Порошковая проволока ПП АН - 3, $d_{пр}$ =3 мм, $a_н$ =13 – 17 г/А· ч				
5-10	360-380	25-27	140	15-20
10-15	420-450	27-29	170	20-25
15-25	460-490	29-32	210	25-30

Таблица 2.4.10 Режимы наплавки для проволок марки ПП-ТН250, ПП-ТН350, $d_{пр}$ =3 мм

I, A	U, B	Uпр, м/ч	Вылет проволоки	Коэффициент наплавки $a_н$, г/А· ч
310-330	28-30	125	50	14,6
400-420	30-32	200	60	17,3

Масса наплавленного металла, г, при сварке рассчитывается по следующим формулам:

при сварке $\boldsymbol{G_H = F_{шв} \times I \times \rho}$

при наплавочных работах $\boldsymbol{G_H = V_H \times \rho}$

где Vн – объем наплавленного металла, см3, определяется по формуле:

$$\boldsymbol{V_H = Fн \times h},$$

где Fн – площадь наплавленной поверхности, см^2; h – высота наплавленного слоя, см.

Расход порошковой проволоки, г, определяется по формуле:

$$\boldsymbol{G_{пр} = G_H \times K},$$

где $\boldsymbol{K}$ – коэффициент, учитывающий конструкцию проволок (К = 1,25 - 1,35).

Время горения дуги, ч, определяется по формуле:

$$\boldsymbol{t_0 = \frac{G_H}{\alpha_H \times Iсв}}$$

Полное время сварки, ч, определяется по формуле:

$$\boldsymbol{T = \frac{t_0}{K_п}}$$

где Кп – коэффициент использования сварочного поста, (Кп=0,6-0,7).

Расход электроэнергии, кВт· ч, определяется по формуле:

$$\boldsymbol{A = \frac{U_д I_{св}}{ή \times 1000} \times t_0 + W_0(T - t_0)}$$

2.4.5 Выбор сварочного оборудования, технологической оснастки, инструмента

В соответствии с установленным технологическим процессом производят выбор сварочного оборудования. Основными условиями выбора служат:

- техническая характеристика сварочного оборудования, отвечающая принятой технологии;
- наименьшие габариты и вес;
- наибольший КПД и наименьшее потребление электроэнергии;
- минимальная стоимость.

Основным условием при выборе сварочного оборудования является тип производства.

Так, при единичном и мелкосерийном производстве из экономических соображений необходимо более дешевое сварочное оборудование - сварочные трансформаторы, выпрямители или сварочные полуавтоматы, отдавая предпочтение оборудованию, работающему в среде защитных газов с источником питания - выпрямителями.

Для подбора рациональных типов оборудования следует пользоваться новейшими данными справочной и информационной литературы, каталогами и проспектами по сварочной технике, в которых приведены технические характеристики источников питания, сварочных полуавтоматов и автоматов.

При определении расхода электроэнергии её расход вести по мощности источника питания и добавлять к ней 0,3...0,5 кВт на цепь управления автомата, полуавтомата.

Выбор и проектирование сборочно-сварочных приспособлений (оснастки) производится в соответствии с предварительно избранными способами сборки-сварки узлов. При разработке данного вопроса необходимо учитывать то, что выбор сборочно-сварочных приспособлений должен обеспечить следующее:

- уменьшение трудоёмкости работ, повышение производительности труда, хранение длительности производственного цикла;
- облегчение условий труда;
- повышение точности работ, улучшение качества продукции, сохранение заданной формы свариваемых изделий путём соответствующего закрепления их для уменьшения деформаций при сварке.

Приспособления должны удовлетворять следующим требованиям:

- обеспечивать доступность к местам установки деталей к рукояткам зажимных и фиксирующих устройств, к местам прихватов и сварки;
- обеспечивать рациональный порядок сборки;

- должны быть достаточно прочными и жёсткими, чтобы обеспечить точное закрепление деталей в требуемом положении и препятствовать их деформации при сварке;

- обеспечивать такие положения изделий, при которых было бы наименьшее число поворотов, как при наложении прихваток, так и при сварке;

- обеспечивать свободный доступ при проверке изделия;

- обеспечивать безопасное выполнение сборочно-сварочных работ.

При серийном производстве приспособления следует выбирать из расчёта возможностей перестройки производства на новый вид продукции, т.е. универсальные.

Тип приспособления необходимо выбирать в зависимости от программы, конструкции изделия, технологии и степени точности изготовления заготовок, технологии сборки-сварки.

Рабочий и мерительный инструмент выбирается конкретно для каждой сборочно-сварочной операции, исходя из требований чертежа и технических условий на изготовление сварной конструкции.

2.4.6 Описание механизированного сборочно-сварочного приспособления

В опытном единичном и мелкосерийном производстве экономически целесообразно использовать универсальные сборочно-разборные приспособления (УСПС), которые позволяют компоновать на базовых плитах или кольцах из стандартных деталей и узлов сборочные приспособления.

При проектировании специальной оснастки необходимо:

- выбрать схему базирования;
- охарактеризовать усилия, действующие в приспособлении;
- охарактеризовать зажимные элементы и основание приспособления;
- выполнить технический рисунок приспособления с необходимыми разрезами и сечениями.

2.4.7 Основные положения на сборку и сварку

В данном разделе необходимо учитывать требования к подготовке сварной конструкции на сборку и сварку. Очистка изделия от грязи, ржавчины, заусенцев. Все детали должны быть отрехтованны, не иметь изгибов. Дать кратко анализ каким образом осуществляется сборка т.е. установка узлов, подузлов, деталей и элементов изделия и закрепление их в сборочно-сварочных приспособлениях при помощи прихваток. Как определяется количество, размер прихваток. Дать информацию о последовательности операций, положение изделия перед сваркой, а также

базирование деталей относительно плоскости изделия в сборочно-сварочном приспособлении.

2.4.8 Технологический процесс изготовления конструкции

В данном разделе необходимо разделить все действия на операции и переходы, придерживаясь стандартных (ГОСТ 3.1109–82) определений технологическая операция и технологический переход. Технологический процесс изготовления сварной конструкции разрабатывается в технологических картах.

- Заготовительные операции. В данном разделе необходимо проработать заготовительные операции элементов изделия. При этом особое внимание должно быть уделено вопросам выбора сортамента, раскрою металла, резки и подготовки кромок. Обосновать номинальные размеры и допуски каждой заготовки.

Обосновать и охарактеризовать выбранное заготовительное оборудование, обосновать применяемое горючее, флюс, плазмообразующий газ, режим резки и т.д.

Для заготовительных операций рекомендуется маршрутное описание операций МК/МКТ сборочно-сварочных работ.

- Разработка технологии сборки и сварки. Для сборочных, сборочно-сварочных и сварочных операций рекомендуется полное (операционное) описание, которое выполняется в операционных картах.

В этом разделе необходимо указать способ сборки, её последовательность, использование сборочно-сварочных приспособлений, их характеристики.

Особое внимание необходимо уделить возможным вариантам подготовки кромок, последовательности выполнения сварочных операций и переходов (однопроходная сварка; сварка с подваркой корня шва; многослойная, многопроходная сварка; сварка «горкой», «каскадом» и т.д.), а так же необходимо указать последовательность и технологию выполнения сварочных швов.

- Сварочные напряжения и деформации, меры борьбы с ними. Определить, какие виды сварочных деформаций, перемещений и напряжений возникают при сварке данного изделия, какое отрицательное воздействие они оказывают. Разработать мероприятия по их уменьшению или исправлению. Эти мероприятия должны найти отражение в технологическом процессе.

В случае применения термообработки для снятия остаточных напряжений определить ее режим. Выбрать необходимое оборудование для устранения сварочных деформаций и напряжений.

2.4.9. Технический контроль качества и исправление брака

Технический контроль следует подразделять на входной, операционный и заключительный (приёмочный).

В разрабатываемом проекте, необходимо установить порядок проведения и объём вышеуказанных этапов контроля. На основе теоретических знаний проанализировать и установить характер возможных дефектов сборки и сварки, дать анализ причин возможного брака. Выбрать применительно к данной конструкции и методу ее изготовления наиболее эффективные методы контроля качества. Предусмотреть необходимое количество контрольных операций, которое гарантирует качество выпускаемой продукции. Выбрать необходимое для контроля качества оборудование, указать места, подлежащие контролю, методику контроля. Указать в соответствии с какими правилами и техническими условиями (нормативными документами) производится контроль качества. Разработать профилактические меры предупреждения появления дефектов, а также методы исправления возможного брака.

2.4.10 Определение технических норм времени на сборку и сварку

<u>Ручная дуговая сварка ММА</u>

Общее время на выполнение сварочной операции Тсв, мин, состоит из нескольких компонентов и определяется по формуле:

$$T_{св} = T_о + T_{пз} + T_в + T_{обс} + T_п, ч$$

где $T_о$ – основное время сварки, ч; $T_{пз}$ – подготовительно-заключительное время, ч; $T_в$ – вспомогательное время, ч; $T_{обс}$ – время на обслуживание рабочего места, ч; $T_п$ – время перерывов на отдых и личные надобности, ч.

Подготовительно-заключительное время $T_{пз}$ включает в себя такие операции, как получение производственного задания, инструктаж, получение и сдача инструмента, осмотр и подготовка оборудования к работе. При его определении общий норматив времени $T_{пз}$ делится на количество деталей, выпущенных в смену.

В серийном производстве $T_{пз}$ = 2…4% от $T_о$:

$$T_{пз} = (0{,}02 \ldots 0{,}04) \cdot T_о, ч$$

В единичном производстве $T_{пз}$ = 10…20% от $T_о$:

$$T_{пз} = (0{,}10 \ldots 0{,}20) \cdot T_о, ч$$

Вспомогательное время $T_в$ включает в себя время на смену электрода $T_э$, осмотр и очистку свариваемых кромок $T_{кр}$, очистку швов от шлака и брызг $T_{бр}$, клеймение швов $T_{кл}$, установку и поворот изделия, его закрепление $T_{изд}$:

$$T_в = T_э + T_{кр} + T_{бр} + T_{кл} + T_{изд}, ч$$

Время на смену электрода $T_э$, определяется по формуле :

$$T_э = t_э \cdot \frac{F_{шв} \cdot l_{шв}}{V_э}, ч$$

где $t_э$ – время на смену одного электрода, $t_э$ = 5…10 с [(1,39…2,78)·10^{-3}ч]; $F_{шв}$ – площадь поперечного сечения шва, мм^2; $l_{шв}$ – длина сварного шва, мм; $V_э$ – объем одного электрода, мм^3, определяемый по формуле :

$$V_э = \frac{\pi \cdot d_э^2}{4} \cdot L_{эл}, мм^3$$

где $d_э$–диаметр электрода, мм; $L_{эл}$ – длина электрода, мм

Время на осмотр и очистку свариваемых кромок $T_{кр}$, а также *время на очистку швов от шлака и брызг* $T_{бр}$ определяется по формуле :

$$T_{кр} = T_{бр} = l_{шв} \cdot \left(0{,}6 + 1{,}2 \cdot (n_с - 1)\right), ч$$

где $n_с$–количество слоев при сварке за несколько проходов; $l_{шв}$ – длина шва в метрах.

Время на клеймение швов $T_{кл}$ принимают равным 0,03 мин (0,5·10^{-3} ч) на 1 знак.

Время на установку и поворот изделия, его закрепление $T_{изд}$ зависит от его массы. При массе изделия да 25кг эти операции выполняются вручную.

Таблица 2.4.7 Норма времени на установку, поворот и снятие изделия в зависимости от его массы

Элементы работ	**Вес изделия, кг**						
	5	10	15	25	до 40	до 50	до 100
	Время, мин						
	вручную				краном		
Установить, повернуть, снять сборочную единицу и отнести на место складирования	1,30	3,00	4,30	6,00	5,20	6,30	8,40

Время на обслуживание рабочего места $T_{обс}$ включает в себя время на установку режима сварки, наладку источника питания, уборку флюса, инструмента и т.д. Для ручной дуговой сварки:

$$T_{обс} = 0{,}05 \cdot T_{о}, ч$$

Время перерывов на отдых и личные надобности $T_{п}$ зависит от положения, в котором сварщик выполняет работы:

–при сварке в удобном положении

$$T_{п} = 0{,}07 \cdot T_{о}, ч$$

– при сварке в неудобном положении

$$T_{п} = 0{,}1 \cdot T_{о}, ч$$

– при сварке в напряженном положении при работе в закрытых сосудах

$$T_{п} = 0{,}16 \cdot T_{о}, ч$$

– при работе на высоте с использованием приставных лестниц

$$T_{п} = 0{,}2 \cdot T_{о}, ч$$

<u>Сварка (наплавка) в углекислом газе проволокой сплошного сечения MAG 135.</u>

Расчет штучного времени полуавтоматической и автоматической сварки производится по формулам, мин:

- для единичного и мелкосерийного производства:

Тш = [(То + Твш) lш + Тви] $К_1$,

- для серийного и крупносерийного производства:

Тш = [(То + Твш) lш +Тви] $К_2$,
где То – основное время сварки одного погонного метра шва, мин;

Твш – вспомогательное время на один погонный метр шва, зависящее от длины шва, мин;

lш – длина шва, м;

Тви – вспомогательное время, связанное с изделием, мин;

$К_1$ = 1,15– коэффициент к оперативному времени, учитывающий время на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности, а также подготовительно-заключительное время для единичного и мелкосерийного производства;

$К_2$ =1,12 – коэффициент для серийного и крупносерийного производства, учитывающий более высокую производительность труда по сравнению с единичным производством.

Вспомогательное время, связанное со свариваемым изделием и работой оборудования при полуавтоматической сварке в среде СО2 Тви, мин, включает следующие элементы

Тви = Ту + Ткр + Тпр + Тпов + Тпсв + Ткл + Тсн

где Ту - время на установку деталей, сборочных единиц в приспособление по упорам фиксаторам, мин;

Ткр - время на крепление деталей, мин;

Тпр - время на прихватку деталей, мин;

Тпов - время на поворот сборочной единицы в процессе сварки, мин;

Тпсв - время на перемещение сварщика в процессе сварки, мин;

Ткл - время на постановку клейма, мин, Ткл = 0,1 мин;

Тсн - время на съем сборочной единицы с приспособления с укладкой ее на место складирования, стол сварщика, кантователь, мин.

2.5 РАЗДЕЛ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СВАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

2.5.2 Основные опасные и вредные факторы сварочного производства

К опасным и вредным производственным факторам в сварочном цехе относятся: твердые и газообразные токсические вещества в составе сварочного аэрозоля, интенсивное излучение сварочной дуги в оптическом диапазоне (ультрафиолетовое, видимое, инфракрасное), интенсивное тепловое (инфракрасное) излучение свариваемых изделий и сварочной ванны, искры, брызги и выбросы расплавленного металла и шлака, электромагнитные поля, ультразвук, шум, статическая нагрузка и т.д.

Количество и состав сварочных аэрозолей и аэрозолей припоя зависит от химического состава сварочных материалов и свариваемых металлов, способов и режимов сварки, наплавки, резки и пайки металлов.

В зону дыхания сварщиков и резчиков могут поступать сварочные аэрозоли, содержащие в составе твердой фазы различные металлы (железо, марганец, кремний, хром, никель, медь, титан, алюминий, вольфрам и др.), их окисные и другие соединения, а также газообразные токсические вещества (фтористый водород, тетрафторид кремния, озон, окись углерода, окислы азота и др.). Воздействие на организм твердых и газообразных токсических веществ в составе сварочных аэрозолей может явиться причиной хронических и профессиональных заболеваний.

Интенсивность излучения сварочной дуги в оптическом диапазоне и его спектральный состав зависят от мощности дуги, применяемых сварочных материалов, защитных и плазмообразующих газов и т.п. При отсутствии защиты возможны поражение органов зрения (электроофтальмия, катаракта и т.п.) и кожных покровов (эритемы, ожоги и т.п.).

Интенсивность инфракрасного (теплового) излучения свариваемых изделий зависит от температуры предварительного подогрева изделий, их габаритов и конструкций. При отсутствии средств индивидуальной защиты воздействие теплового излучения может приводить к нарушениям терморегуляции вплоть до теплового удара. Контакт с нагретым металлом может вызвать ожоги.

Искры, брызги и выбросы расплавленного металла и шлака могут явиться причиной ожогов.

Напряженность электромагнитных полей зависит от конструкции и мощности сварочного оборудования, конфигурации свариваемых изделий.

Характер их влияния на организм определяется интенсивностью и длительностью воздействия.

Источниками шума являются пневмоприводы, вентиляторы, источники питания и др. Воздействие шума на организм зависит от спектральной характеристики и уровня звукового давления.

Статическая нагрузка на верхние конечности при ручных и полуавтоматических методах сварки, наплавки и резки металлов зависит от массы и формы электрододержателей, горелок, резаков, гибкости и массы шлангов, проводов, длительности непрерывной работы и др. В результате перенапряжения могут возникать заболевания нервно-мышечного аппарата плечевого пояса.

При выборе технологических процессов сварки и резки предпочтение должно отдаваться тем, которые характеризуются наименьшим образованием опасных производственных факторов и минимальным содержанием вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

При невозможности применения безопасного и безвредного технологического процесса необходимо применять меры по снижению уровней опасных и вредных факторов до предельно допустимых значений.

2.5.2 Расчеты выбросов при проведении сварочных работ

При проведении сварочных работ происходит загрязнение атмосферного воздуха сварочным аэрозолем, в состав которого в зависимости от вида сварки, марок электродов или проволоки и флюса, входят вредные для здоровья оксиды металлов (железа, марганца, хрома, ванадия, вольфрама, алюминия, титана, цинка, меди, никеля и др.), а также газообразные соединения (фтористые, оксиды углерода и азота, озон и др.).

Количество загрязняющих веществ, выделяющихся при сварке, характеризуется валовыми выделениями, отнесенными к 1 кг расходуемых сварочных материалов.

Удельные показатели выделения загрязняющих веществ при проведении различных сварочных работ приведены в таблицах 1-2.

Таблица 1 - Удельные показатели выделения загрязняющих веществ при сварке и наплавке металлов в граммах на килограмм{1}.

Технологический	Используемый	Наименование и удельное количество выделяемого загрязняющего вещества									
		Сварочный аэрозоль	В том числе						Фтористый водород	Диоксид азота	Оксид углерода
			Оксид железа	Марганец и его соединения	Хромшестивалентный (в пересчете на триоксид хрома)	Пыль неорганическая, содержащая SiO (20%-70%)	Прочие				
							Наименование	Количество			
Ручная дуговая сварка											
Ручная дуговая сварка сталей штучными электродами	УОНИ-13/45	16,40	10,69	0,92	-	1,40	Фториды (в пересчете на F)	3,30	0,750	1,50	13,30
	УОНИ-13/55	16,99	14,90	1,09	-	1,00	-	-	0,930	2,70	13,30
	УОНИ-13/65	7,50	4,49	1,41	-	0,80	Фториды (в пересчете на F)	0,80	1,170	-	-
	УОНИ-13/80	11,20	8,32	0,78	-	1,05	То же	1,05	1,140	-	-
	УОНИ-13/85	13,00	9,80	0,60	-	1,30	То же	1,30	1,100	-	-
	ЭА	10,70	9,72	0,68	0,30	-	-	-	0,00	1,30	1,40

	606/П								4		
Порошковой	ЭП-15/2	8,4	7,52	0,88	-	-	-	-	0,77	-	-
	ЦП-ДСК-1	11,7	10,93	0,77	-	-	-	-	0,10	-	-
	ПП-ДСК-2	11,2	10,78	0,42	-	-	-	-	0,10	-	-
	ПП-106	10,0	8,60	0,45	-	-	Диоксид титана	0,40	-	-	-
							Фториды (в пересчете на F)	0,55	-	-	-
	ПП-108	10,0	8,60	0,45	-	-	Диоксид титана	0,40	-	-	-
							Фториды (в пересчете на F)	0,55	-	-	-
	ПСК-3	7,7	7,29	0,41	-	-	-	-	0,72	-	-
В среде углекислого газа	ПП-АН-1	9,8	9,30	0,50	-	-	-	-	-	-	-
	ПП-АН-3	16,60	13,20	1,94	-	-	Фториды в пересчете на F)	1,46	2,70	-	-

ПП-АН-2	10,00	2,65	0,45	-	-	То же	6,90	0,60	0,80	-
ПП-АН-4	19,50	15,50	2,54	-	-	То же	1,46	0,65		-
ПП-АН-7	14,40	13,01	1,39	-	-	-	-	1,45	-	-
ПП-АН-8	11,75	8,93	1,32	-	-	Фториды в пересчете на F)	1,50	1,00	-	-
ПП-АН-9	11,70	8,40	0,90	-	-	То же	2,40	-	-	-
ПП-АН-10	19,0	16,60	0,40	-	-	То же	2,00	-	-	-
ПП-АН-11	20,10	17,80	0,50	-	-	То же	1,80	-	-	-
ПП-АН-17	34,10	32,40	-	-	-	То же	1,70	-	-	-
ПП-АН-18	15,10	11,70	0,40	-	-	То же	3,00	-	-	-
ПП-АН-5	9,82	8,75	0,64	-	0,43	-	-	-	-	-

Дополнение к таблице 1 (использование других марок электродов)

Марка электродов	Количество вредных примесей при электросварке, г/кг						
	Твердые частицы сварочного аэрозоля				Газообразные вещества		
	общее количество твердых частиц	в том числе			фтористый водород	оксиды азота	оксид углерода
		марганец и его оксиды	окись хрома	фториды			

АНО-1	9,6	0,43	–	–	2,13	–	–
АНО-3	17,0	2,2	–	–	–	–	–
АНО-4	17,8	1,05	0,41	–	–	–	–
АНО-5	10,7	1,44	–	–	–	–	–
АНО-6	16,3	1,54	–	–	–	–	–
ОЭС-3	15,2	0,41	–	–	–	–	–
ОЭС-4	9,9	1,37	–	–	–	–	–
ОЭС-6	11,4	0,86	–	–	–	–	–
ЭА-606/11	10,25	0,66	0,3	1,9	0,004	1,3	1,4
ЭА-395/8	18,5	1,2	0,32	–	0,9	–	0,5
ЭА-400/10У	7,2	0,48	0,85	0,02	–	0,99	–
ЭА-98/15	10,3	0,74	0,81	–	0,8	–	–
ЭА-903/12	25,0	2,8	–	–	–	–	–
ЭА-48А/2	17,8	0,45	0,91	0,33	1,68	0,9	1,9
МР-3	10,6	1,56	–	–	0,4	–	–
МР-4	10,8	1,08	–	–	1,53	–	–

Таблица 2 - Удельные показатели выделения загрязняющих веществ при сварочных работах {1}.

Технологический процесс (операция)	Выделяемое загрязняющее вещество	
	Наименование	Удельное количество
Контактная электросварка стали		
Стыковая и линейная сварка	Оксид железа	24,25 г/ч на 75 кВт номинальной мощности машины
	Марганец и его соединения	0,75 г/ч на 75 кВт номинальной мощности машины
Точечная сварка	Оксид железа	2,425 г/ч на 50 кВт номинальной мощности машины
	Марганец и его соединения	0,075 г/ч на 75 кВт номинальной мощности машины
Точечная сварка высоколегированных сталей на машинах МПТ-75, МПТ-100, МТПП-75	Сварочный аэрозоль (имеет состав свариваемых материалов)	3,5-5 г/ч на машину
Сварка трением	Оксид углерода	0,008 г/см^2 площади стыка
Газовая сварка стали		

Ацетилен-кислородным пламенем	Диоксид азота	22 г/кг ацетилена
С использованием пропан-бутановой смеси	Диоксид азота	15 г/кг смеси
Плазменное напыление алюминия	Оксид алюминия	77,5г/кг расходуемого порошка
Металлизация стали цинком	Оксид цинка (впересчете на Zn)	96 г/кг расходуемой проволоки
Радиочастотная сварка алюминия	Оксид алюминия	73 г/ч на агрегат «16-76»
Дуговая металлизация с применением проволоки		
СВ-08Г2С	Сварочный аэрозоль	18.0-38.0 г/кг расходуемой проволоки
	Марганец и его соединения	0,7-1,48 г/кг
	Пыльнеорганическая,содержащая20%-70%SiO	0,07-0,16 г/кг
СВ-07Х25Н13	Сварочный аэрозоль	28,0-47,0 г/кг
	Марганец и его соединения	2,1-3,6 г/кг
	Хром шестивалентный (в пересчете на триоксид хрома)	0,15-0,26 г/кг
ЭК-7	Пыль	13,0-17,0 г/кг
	Марганец и его соединения	0,070 г/кг

{1} - ГОСТ Р 56164-2014. Национальный стандарт Российской Федерации.

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу.

Значения ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны приведены в табл. 3.

Таблица 3

Предельно допустимые концентрации вредных веществ, выделяющихся в воздух при сварке и резке металлов [2]

Вещество	ПДК в воздухе рабочей зоны, мг/м^3
Твердая составляющая сварочного аэрозоля	
Марганец (при его содержании в сварочном аэрозоле до 20 %	0,2
Железа оксид	6,0
Кремния диоксид	1,0
Хрома (III) оксид	1,0
Хрома (VI) оксид	0,01
Цинка оксид	6,0
Газовая составляющая сварочного аэрозоля	
Азота диоксид	2,0
Марганца оксид	0,3
Озон	0,1
Углерода оксид	20,0
Фтористый водород	0,5/1,0

[2]ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны

Количество выделяющихся вредных примесей *i*-го компонента при ручной электродуговой сварке на 1 кг израсходованных электродов или проволоки можно определить по формуле, кг

$$G_{\text{i}} = 10^{-3} g_{\text{i}} \cdot B, \qquad (1)$$

где g_i– удельное выделение *i* компонента на 1 кг израсходованных электродов или проволоки, которое приведено в табл. 2; *B*– масса расходуемых электродов или проволоки за рассматриваемый промежуток времени (час, смену, год и т.п.), кг.

Максимальный разовый выброс выделяющихся вредных примесей *i* компонента при проведении сварки можно определить по формуле, г/с

$$M_i = \frac{g_i \cdot B}{3600 \cdot \tau}, \qquad (2)$$

где *B*– максимальное количество электродов или проволоки, израсходованных в течение смены, кг; τ– время непосредственно проведения сварки в течение смены, ч.

Таблица 4

ПДК вредных веществ в атмосферном воздухе населенных мест (ГН 2.1.6.1338-03)

Наименование вредных веществ	ПДКм.р., мг/м^3	ПДКс.с., мг/м^3	Агрегатн состоян.
Азота диоксид	0,085	0,04	п
Азота оксид	0,6	0,06	п
Акролеин	0,03	0,03	п
Амилацетат	0,10	0,10	п
Аммиак	0,2	0,04	п
Ацетон	0,35	0,35	п
Бензин (углеводороды)	5,0	1,5	п
Бензол	1,5	0,1	п
Бутан	200	-	п
Бутилацетат	0,1	0,1	п
Винилацетат	0,15	0,15	п
Дихлорэтан	3,0	1,0	п
Ксилол	0,2	0,2	п
Марганец и его соединения	0,01	0,001	а
Метилацетат	0,07	0,07	п
Мышьяк и его неорг. соединения	-	0,003	а
Озон	0,16	0,03	п
Пыль (кремнесодержащая – более 70 %)	0,15	0,05	а
Пыль нетоксичная (фиброгенного действия)	0,5	0,15	а
Ртути хлорид (сулема)	-	0,0003	а
Сажа	0,15	0,05	а
Свинец и его соединения	0,001	0,0003	а
Серная кислота	0,3	0,1	а
Сернистый ангидрид	0,5	0,15	п
Сероводород	0,008	-	п
Сероуглерод	0,03	0,005	п
Спирт бутиловый	0,16	-	п
Спирт изобутиловый	0,1	0,1	п
Спирт метиловый	1,0	0,5	п
Спирт этиловый	5	5	п
Стирол	0,04	0,002	п
Толуол	0,6	0,6	п
Углерода оксид	5,0	3,0	п
Фенол	0,01	0,003	п
Фтористые соединения (газообразные)	0,02	0,005	п
Хлор	0,1	0,03	п
Хлористый водород	0,2	0,2	п
Этилацетат	0,1	0,1	п

Примечание: п – пары и/или газы; а – аэрозоль

Таблица 5

ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны (ГОСТ 12.1.005-88)

Наименование вредных веществ	ПДК., мг/м^3	Класс опасности	Агрегатн. состояние
Азота диоксид	2,0	3	п
Азота оксиды	5,0	3	п
Акролеин	0,2	2	п
Амилацетат	100	4	п
Аммиак	20	4	п
Ацетон	200	4	п
Бензин (углеводороды)	100	4	п
Бензол	15/5	2	п
Бутан	300	4	п
Бутилацетат	200	4	п
Винилацетат	10,0	4	п
Дихлорэтан	10,0	2	п
Ксилол	50,0	3	п
Марганец и его соединения (от 2-30 %)	0,1	2	а
Метилацетат	100	4	п
Мышьяк и его неорг. соединения	0,04/0,01	2	а
Озон	0,1	1	п
Пыль (кремнесодержащая – более 70 %)	1,5	4	а
Пыль нетоксичная (фиброгенного действия)	4,0	4	а
Ртути хлорид (сулема)	0,2/0,05	1	а
Сажа	4,0	3	а
Свинец и его соединения	0,01/0,005	1	а
Серная кислота	1,0	2	а
Сернистый ангидрид	10	3	п
Сероводород	10,0	3	п
Сероуглерод	1,0	3	п
Спирт бутиловый	10,0	3	п
Спирт изобутиловый	10,0	3	п
Спирт метиловый	5,0	3	п
Спирт этиловый	1000	4	п
Стирол	30/10	3	п
Толуол	50	3	п
Углерода оксид	20	4	п
Фенол	0,3	2	п
Фтористые соединения (газообразные)	0,5/0,1	2	п
Хлор	1,0	2	п
Хлористый водород	5,0	1	п
Этилацетат	200	4	п

Примечание: значение в числителе – максимально разовые; в знаменателе – среднесменные

В этом разделе необходимо произвести расчеты выбросов при проведении сварочных работ по индивидуальному заданию, то есть

- Рассчитать количество выделяющихся вредных веществ и максимальный разовый их выброс при ручной электродуговой сварке металлов за текущий календарный год. Зная, что при сварке используются электроды или проволока марки ---, расход электродов или проволоки за смену (кг), время «чистой» работы сварщика (часы). Сравнить полученные результаты с ПДК вредных веществ на рабочем месте сварщика и сделать выводы. Рассчитать потребный воздухообмен.

А также представить информацию по следующим вопросам:
- производственные опасности при сварке;
- мероприятия по борьбе с загрязнением воздуха;
- меры предохранения от поражения электрическим током;
- меры предохранения от излучения дуги и ожога;
- меры безопасности при эксплуатации баллонов с защитным газом;
- противопожарные мероприятия при сварке;
- мероприятия по борьбе с загрязнением окружающей среды;
- требования безопасности труда при выбранном способе сварки.

Пример расчета. Рассчитать количество выделяющихся вредных веществ и максимальный разовый их выброс при ручной электродуговой сварке металлов за смену (8 часов). При сварке используется проволока марки ПП-АН-5, расход проволоки за смену 5 кг, время «чистой» работы сварщика 6 часов. Сравнить полученные результаты с ПДК вредных веществ на рабочем месте сварщика и сделать выводы. Рассчитать потребный воздухообмен.

Решение. Количество выделяющихся вредных веществ G_{i} при ручной электродуговой сварке можно определить по формуле (1), кг/смена (данные в таблице 1):

– твердых частиц (пыли)

$$G_{\text{П}} = 10^{-3} \cdot 0.43 \cdot 5 = 0{,}00215 \text{ кг}$$

– оксиды марганца

$$G_{\text{Mn}} = 10^{-3} \cdot 0.64 \cdot 5 = 0{,}0032 \text{кг}$$

– аэрозоль

$$Ga = 10^{-3} \cdot 9.82 \cdot 5 = 0{,}0491 \text{кг}$$

– оксиды железа

$$GFe = 10^{-3} \cdot 8.75 \cdot 5 = 0{,}04375 кг$$

Максимальный разовый выброс выделяющихся вредных примесей *i* компонента при проведении сварки можно определить по формуле (2):

– твердых частиц (пыли)

$$M_{П} = \frac{0.43 \cdot 5}{3600 \cdot 6} = 0{,}0000995 г/с$$

– оксиды марганца

$$M_{Mn} = \frac{0.64 \cdot 5}{3600 \cdot 6} = 0{,}000148 г/с$$

– аэрозоль

$$Ma = \frac{9.82 \cdot 5}{3600 \cdot 6} = 0{,}0022731 г/с$$

– оксиды железа

$$MFe = \frac{8.75 \cdot 5}{3600 \cdot 6} = 0{,}0020254 г/с$$

Концентрация вредных веществ в воздухе рабочей зоны

C_{Mn} = 0,148 мг/с : 1 м^3/с = 0,148 мг/м^3

C_{Fe} = 2,02 мг/с : 1 м^3/с = 2/02 мг/м^3

Согласно ГОСТ 12.1.005-88, ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны сварщика не должны превышать:

– по оксидам марганца ПДК = 0,3 мг/м^3;

– по оксиду железа ПДК = 6 мг/м^3.

При сравнении полученных в расчете величин выделяющихся вредных веществ с нормативными видно, что по оксидам марганца и

оксидам железа в рабочей зоне сварщика нет превышения выделения вредных веществ. В случае превышения выделения вредных веществ, сравнить с ПДК (например, должно быть не более 0,3 мг/м^3, а имеем 0,36 мг/м^3).

Рассчитаем потребный воздухообмен по формуле:

$$L = \frac{G \times 1000}{x_{\text{в}} - x_{\text{н}}}, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где L, м^3/ч – потребный воздухообмен; G, г/ч – количество вредных веществ, выделяющихся в воздух помещения; $x_в$, мг/м^3 – предельно допустимая концентрация вредного вещества в воздухе рабочей зоны помещения; $x_н$, мг/м^3 – максимально возможная концентрация той же вредности в воздухе населенных мест (ГН 2.1.6.1338-03), используя таблицу 4.

2.6 БИБЛИОГРАФИЯ

Библиография должна содержать те источники, которые непосредственно использованы и на которые имеются ссылки в тексте. В список литературы необходимо включить государственные стандарты и стандарты предприятий, которые использовались при работе над проектом.

2.7 ПРИЛОЖЕНИЯ

В приложении к пояснительной записке должны быть помещены материалы вспомогательного характера, которые при включении их в основную часть текста загромождают его. К таким материалам могут быть отнесены спецификации к сборочным чертежам, таблицы справочного и вспомогательного характера, копии заводских документов, иллюстрации вспомогательного характера, технологические карты и т.п.

III. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ

Графическая часть дипломного проекта состоит из чертежей.
Лист 1 Чертёж сварной конструкции (изделия);
Лист 2 Чертеж сборочно-сварочного приспособления;
Лист 3 Технологический или конструкторский лист.

Количество листов проекта должно быть минимальным, но достаточным для полного выполнения задания на дипломный проект.
Рекомендуемый масштаб – 1:1. Если размеры сварной конструкции не большие, то можно использовать масштабы увеличения, если большие – масштабы уменьшения, предусмотренные ГОСТ.

3.1 Чертёж сварной конструкции (изделия) или приспособления

Сборочный чертёж сварной конструкции (изделия) или сборочно-сварочного приспособления должен содержать:

- изображения сварной конструкции (изделия), дающие представление о расположении и взаимной связи составных частей, соединяемых по данному чертежу, и обеспечивающие возможность сборки и контроля;
- размеры, предельные отклонения и другие параметры и требования, которые выполняют и контролируют по данному чертежу; можно указывать в качестве справочных размеры деталей, определяющие характер сопряжения;
- указания о характере сопряжения и методах его осуществления, если точность сопряжения обеспечивают не заданными предельными отклонениями размеров, а подбором, пригонкой и т. п., а также указания о выполнении неразъемных соединений (сварных, паяных и др.);
- номера позиций составных частей, входящих в изделие;
- габаритные размеры, установочные, присоединительные и другие необходимые справочные размеры;
- техническую характеристику (при необходимости);
- таблицу сварных соединений, с указанием сварочных материалов, типа и вида соединения;
- координаты центра масс (при необходимости).

При указании установочных и присоединительных размеров наносят:

- координаты расположения;

- размеры с предельными отклонениями элементов, служащих для соединения с сопрягаемыми изделиями;
- другие параметры, например для зубчатых колес, служащих элементами внешней связи, – модуль, количество и направление зубьев.

Сборочные чертежи выполняют, как правило, с упрощениями, соответствующими требованиям стандартов ЕСКД, излагаемым ниже.
На сборочных чертежах можно не показывать:

- фаски, скругления, проточки, углубления, выступы, накатки, насечки, оплетки и другие мелкие элементы;
- зазоры между стержнем и отверстием;
- крышки, щиты, кожухи, перегородки и т. п., если необходимо показать закрытые или составные части изделия; при этом над изображением делают соответствующую надпись;
- видимые составные части изделия и их элементы, расположенные за сеткой, а также частично закрытые впереди расположенными составными частями;
- надписи на табличках, фирменных планках, шкалах и других подобных деталях, изображая только их контур.

На сборочных чертежах применяют способы упрощенного изображения составных частей изделий:

- на разрезах изображают нерассеченными составные части, на которые оформлены сборочные чертежи;
- типовые, покупные и другие широко применяемые изделия изображают упрощенными внешними очертаниями, не показывая мелких выступов, впадин и т. п.

IV. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РАСЧЁТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

4.1 Общие требования

Дипломный проект должен быть написан в соответствии с требованиями современного русского языка. Оформление дипломного проекта выполняется в соответствии с Единой системой технологической документации (ЕСТД).

Текст работы представляется на одной стороне листа формата А4. Работа должна быть выполнена на компьютере с использованием любого текстового редактора, например, «Microsoft Word».

При выполнении дипломного проекта текст следует набирать через полуторный межстрочный интервал, размер кегля - 14, шрифт - Times New Roman. При оформлении таблиц допускается меньший кегль - 12.

Текст дипломного проекта следует набирать, соблюдая следующие размеры полей: левое - 25 мм, правое - 10 мм, нижнее - 10 мм и верхнее - 25 мм.

Общий объем дипломного проекта в среднем составляет не менее 45 страниц машинописного текста (без приложений).

В тексте дипломного проекта не должно быть сокращений слов, за исключением общепринятых.

Дипломный проект должен быть сброшюрован прошивным способом.

4.2 Титульный лист и содержание дипломного проекта

Титульный лист дипломного проекта оформляется в соответствии с приложением 1.

Дипломный проект содержит:

- титульный лист;
- задание ;
- содержание с указанием страниц;
- введение;
- основная часть;
- проектно-практическая часть;
- экологическая часть;
- библиография;

• приложения.

4.3 Нумерация страниц и глав

Страницы дипломного проекта следует вставлять в рамку (см.приложение № 4) нумеровать арабскими цифрами.

Номер страницы проставляется в рамке в правом нижнем углу без точки.

Титульный лист, задание на дипломный проект и содержание включаются а общую нумерацию страниц, но не нумеруются. Номер страницы проставляется на странице с введением и, как правило, является четвертой.

При оформлении дипломного проекта каждый раздел: «Введение»

«Основная часть», «Технологическая часть», « Экологическая часть», «Мероприятия по охране труда, технике безопасности, и пожарной безопасности», «Библиография», «Приложение» начинается с новой страницы.

Основная часть дипломного проекта состоит из четырех частей: основной, технологической, экологической, мероприятий по охране труда, технике безопасности и пожарной безопасности и их разделов.

Разделы должны иметь нумерацию в пределах каждой части. Номер подраздела состоит из номера части, номера разделов, разделенных точкой. Например, второй раздел первой (основной) части будет иметь номер 1.2.

В приложении №3 приведен пример оформления содержания дипломного проекта.

4.4 Требования к иллюстрациям

Иллюстрации(чертежи, графики, схемы, диаграммы, фотоснимки) должны придавать излагаемому тексту ясность и конкретность. Их выполняют в соответствии с ЕСКД, обозначают словом «Рис.» и нумеруют арабскими цифрами без точки в конце. Нумерация рисунков должна бытьсквозной в пределах всей РПЗ. Иллюстрации должны иметь наименования, которые помещаются под рисунком; например: «Рис. 5 Схема производственного участка».

Отдельные элементы на схеме обозначают арабскими цифрами в виде позиций, а составные части, виды, сечения или узлы – прописными буквами русского алфавита.

В тексте ссылки на иллюстрации обязательны и делают по типу: «на рис. 5 показано…», «на кинематической схеме (см. рис. 10)…». Последняя запись представляет ссылку на ранее приведённую иллюстрацию.

Таблицыприменяются для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей. Таблица должна иметь заголовок, который помещается над ней в центральной части без точки в конце, высота шрифта 12. Над

заголовком таблицы в правой части страницы делается надпись «Таблица…» с указанием её номера (без знака №) без точки в конце высотой шрифта 12. Таблицы нумеруют арабскими цифрами порядковой нумерации в пределах всей РПЗ. Ссылки на таблицу, имеющую номер, делают следующим образом: «… в табл. 7…». При отсутствии номера слово «таблица» пишут без сокращения.

Заголовки строк и колонок в таблице следует писать с прописной буквы, а подзаголовки – со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение. Заголовки и подзаголовки таблиц указывают в единственном числе с указанием физических величин и их размерности. Головка (шапка) таблицы должна быть отделена линией от остальной части таблицы. Высота строк должна быть не менее 8 мм.

Таблицу, в зависимости от её размера, помещают под текстом, в котором впервые дана ссылка на неё, или на следующей странице в начале.

4.5 Формулы и уравнения

Пояснение значений символов и числовых коэффициентов следует приводить непосредственно под формулой в той же последовательности, как и в формуле. Значение каждого символа и числового коэффициента следует давать с новой строки, первую строку пояснения начинают со слова «где» без двоеточия.

Уравнения и формулы следует выделять из текста в отдельную строку и ниже каждой формулы или уравнения должно быть оставлено не менее свободной строки. Если уравнение не умещается в одну строку, оно должно быть перенесено после знака равенства (=), или после знака плюс (+), или после других математических знаков с их обязательным повторением в новой строке.

Формулы и уравнения в дипломном проекте следует нумеровать порядковой нумерацией в пределах всей работы арабскими цифрами в круглых скобках в крайнем правом положении напротив формулы. Допускается нумерация формул в пределах раздела. Если в работе только одна формула или уравнение, то их не нумеруют.

4.6 Библиография

После всех разделов приводится библиография, оформленная в соответствии с существующими правилами (ГОСТ Р 7.0.5.-2008). Библиография группируется в алфавитном порядке и должна содержать не менее 15 наименований литературы.

Авторы с одинаковой фамилией располагаются обычно в алфавитном порядке их инициалов:

Иванов А.Л.

Иванов Б.В. и т.д.

Работы одного и того же автора располагаются или по алфавиту их названий, или в хронологии их издания. Для Федеральных законов, постановлений Правительства, Указов Президента и региональных законодательных актов указывается название закона (постановление, указа, акта), его статус, дата подписания, номер, дата принятия и наименование учреждения, принявшего данный закон. Например:

О противодействии терроризму: Федеральный закон РФ от 6 марта 2006 г. №35-ФЗ, принят Гос. Думой Федер. Собр. Рос. Федерации 26 февр. 2006 г.

При составлении описания книг под фамилией автора сообщаются следующие данные: фамилия и инициалы автора, заглавие книги, сведения, относящиеся к заглавию; место издания, издательство, год, количественная характеристика (число страниц или номер цитируемой страницы).

Например:

Епифанов, С.П. Строительные машины. Общая часть / С.П.Епифанов, М.Д.Полосин, В.И.Поляков. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.:Стройиздат, 1991. 176 с.

Епифанов, С.П. Строительные машины. Общая часть / С.П.Епифанов, М.Д.Полосин, В.И.Поляков. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.:Стройиздат, 1991. С. 23.

В первом случае указано общее число страниц, во втором - цитируемая страница.

Для статей из Интернет-ресурсов указывается адрес WEB страницы.

Например:

Режим доступа: WWW.lC.inetl23.ru

При составлении библиографии используется сплошная нумерация.

V. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ

5.1 Общие требования

Графическая часть курсового проекта должна быть выполнена на 2...4 листах чертежной бумаги формата А1 (594 × 841 мм) в полном соответствии с действующими стандартами ЕСКД:

- форматы – ГОСТ 2.301;
- масштабы – ГОСТ 2. 302;
- шрифты чертежей – ГОСТ 2.304;
- изображения, виды, разрезы, сечения – ГОСТ 2.305;
- обозначение графических материалов и правила их нанесения на чертежах – ГОСТ 2.306;
- нанесение размеров и предельных отклонений – ГОСТ 2.307;
- обозначение шероховатости поверхностей – ГОСТ 2.309;
- изображение резьбы – ГОСТ 2.311;
- правила нанесения на чертежах надписей технических требований и таблиц – ГОСТ 2.316;
- основные надписи – ГОСТ 2.104;
- спецификация – ГОСТ 2.108.

В курсовой проект входит следующий графический материал:

Чертеж заданной сварной конструкции (формат А1).

Он должен выполняться согласно ГОСТ 2.410. Условные изображения и обозначения сварных швов в соответствии с требованиями сборочного чертежа по ГОСТ 2.312.

Технические требования на чертеже излагаются в следующей последовательности:

- требования, предъявляемые к материалу заготовки,
- термической обработке, к качеству поверхностей, покрытию;
- размеры, предельные отклонения размеров, формы взаимного
- расположения поверхности и т. д.;
- условия и методы испытания;
- указания о маркировании;
- правила упаковки, транспортировки и хранения.

Чертеж сборочно-сварочного приспособления (формат А1)

Выполняется в соответствии с требованиями чертежа по ГОСТ 2.109 или в форме схемы.

Пункты технических требований (параметров) должны иметь сквозную нумерацию. Каждый пункт требований записывается с абзаца. Заголовок “Технические требования” не пишется, если на чертеже нет технической характеристики приспособления. Для каждой составной части установки проставляются позиции (аналогично сборочному чертежу) и расшифровываются на свободном поле чертежа либо в форме таблицы.

Технологический или конструкторский лист.

Выполняется в соответствии с требованиями чертежа по ГОСТ 2.109 и – ГОСТ 2.305 в виде маршрутной или операционной карты.

Каждый графический лист оформляется в соответствии ГОСТ 2.301 с основными надписями, полностью заполненными по ГОСТ 2.104.

VI. НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫЕ ДОКУМЕНТЫ

6.1 Стали и сплавы для сварных конструкций:

ГОСТ 380−2005. Сталь углеродистая обыкновенного качества Марки.

ГОСТ 1050−88. Прокат сортовой, калиброванный, со специальной отделкой поверхности из углеродистой качественной конструкционной стали. Общие технические условия.

ГОСТ 5520−79. Сталь листовая углеродистая низколегированная для котлов и сосудов, работающих под давлением. Технические условия.

ГОСТ 5521−93. Прокат стальной для судостроения. Технические условия.

ГОСТ 6713−91. Сталь низколегированная конструкционная для мостостроения. Марки и технические требования.

ГОСТ 5632−72. Сталь низколегированная и сплавы коррозионностойкие, жаростойкие и жаропрочные. Марки и технические требования.

ГОСТ 4543−71. Сталь легированная конструкционная. Технические условия.

ГОСТ 20072−74. Сталь теплоустойчивая. Технические условия.

6.2 Сортовой, фасонный и листовой прокат. Сортамент.

ГОСТ 5157−83. Профили стальные горячекатаные разных назначений. Сортамент.

ГОСТ 5267.0−90 ГОСТ 5267.13-90. Профили для вагоностроения. Сортамент.

ГОСТ 8239−89. Двутавры стальные горячекатаные. Сортамент.

ГОСТ 8240−97. Швеллеры стальные горячекатаные. Сортамент.

ГОСТ 8509−93. Уголки стальные горячекатаные равнополочные. Сортамент.

ГОСТ 8510−93. Уголки стальные горячекатаные неравнополочные. Сортамент.

ГОСТ 13229−78. Профили стальные гнутые зетовые. Сортамент.

ГОСТ 14635−93. Профили стальные гнутые специальные для вагоностроения. Сортамент.

ГОСТ 19425−74. Балки двутавровые и швеллеры стальные специальные. Сортамент.

ГОСТ 19771−93. Уголки стальные гнутые равнополочные. Сортамент.

ГОСТ 19772−93. Уголки стальные гнутые неравнополочные. Сортамент.

ГОСТ 82−10. Прокат стальной горячекатаный широкополосный универсальный. Сортамент.

ГОСТ 26020−83 Двутавры стальные горячекатанные с параллельными гранями полок. Сортамент.

ГОСТ 19904−90. Прокат листовой холоднокатаный. Сортамент.

ГОСТ 19903−74. Прокат листовой горячекатаный. Сортамент.

6.3 Сортовой, фасонный и листовой прокат. Технические условия.

ГОСТ 27772−88. Прокат для строительных стальных конструкций Общие технические условия.

ГОСТ 535−2005. Прокат сортовой и фасонный из стали углеродистой обыкновенного качества Общие технические условия.

ГОСТ 11474−76. Профили стальные гнутые. Технические условия.

ГОСТ 25577−83. Профили стальные гнутые замкнутые сварные квадратные и прямоугольные. Технические условия.

ГОСТ 14637−89. Прокат толстолистовой и широкополосный универсальный из углеродистой стали общего назначения. Технические условия.

ГОСТ 16523−97. Прокат тонколистовой из углеродистой стали качественной и обыкновенного качества общего назначения. Технические условия.

ГОСТ 1051−73. Сталь качественная калиброванная. Технические условия.

ГОСТ 5949−75. Сталь сортовая и калиброванная коррозионностойкая, жаростойкая и жаропрочная. Технические условия. Прокат.

ГОСТ 1577−81. Прокат листовой и широкополосный универсальный из конструкционной качественной стали. Технические условия.

ГОСТ 5582−75. Сталь тонколистовая коррозионно-стойкая, жаростойкая и жаропрочная. Технические требования.

ГОСТ 7350−77. Сталь толстолистовая коррозионно-стойкая, жаростойкая и жаропрочная. Технические условия.

ГОСТ 11269−76. Прокат листовой и широкополосный универсальный специального назначения из конструкционной легированной высококачественной стали. Технические условия.

ГОСТ 24982−81. Прокат листовой из коррозионно-стойких, жаростойких и жаропрочных сплавов. Технические условия.

6.4 Оформление технологического процесса

ГОСТ 2.004−88 ЕСКД. Общие требования к выполнению конструкторских и технологических документов на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ.

ГОСТ 2.312−72 ЕСКД. Условные изображения и обозначения швов сварных соединений.

ГОСТ 3.1001−81 ЕСТД. Общие положения.

ГОСТ 3.1102−2011 ЕСТД. Стадии разработки и виды документов.

ГОСТ 3.1103−2011 ЕСТД. Основные надписи.

ГОСТ 3.1105−2011 ЕСТД. Формы и правила оформления документов общего назначения.

ГОСТ 3.1109−82 ЕСТД. Термины и определения основных понятий.

ГОСТ 3.1116−2011 ЕСТД. Нормоконтроль.

ГОСТ 3.1118−82 ЕСТД. Формы и правила оформления маршрутных карт.

ГОСТ 3.1119−83 ЕСТД. Общие требования к комплектности и оформлению комплектов документов на единичные технологические процессы.

ГОСТ 3.1120−83 ЕСТД. Общие правила отражения и оформления требований безопасности труда в технологической документации.

ГОСТ 3.1127−98 ЕСТД. Общие правила выполнения текстовых технологических документов.

ГОСТ 3.1128−93 ЕСТД. Общие правила выполнения графических технологических документов.

ГОСТ 3.1129−93 ЕСТД. Общие правила записи технологической информации в технологических документах на технологические процессы и операции.

ГОСТ 3.1130−93 ЕСТД. Общие требования к формам и бланкам документов.

ГОСТ 3.1201−85 ЕСТД. Система обозначения технологических документов.

ГОСТ 3.1407−86 ЕСТД. Формы и требования к заполнению и оформлению документов на технологические процессы (операции), специализированные по методам сборки.

ГОСТ 3.1701−79. Правила записи операций и переходов. Холодная штамповка.

ГОСТ 3.1702−79. Правила записи операций и переходов. Обработка резанием.

ГОСТ 3.1703−79. Правила записи операций и переходов. Слесарные. Слесарно-сборочные работы.

ГОСТ 3.1704−81. Правила записи операций и переходов. Пайка и лужение.

ГОСТ 3.1705−81. Правила записи операций и переходов. Сварка.

ГОСТ 3.1706−83. Правила записи операций и переходов. Ковка и горячая штамповка.

ГОСТ 3.1707−84. Правила записи операций и переходов. Литье.

ГОСТ 19249−73. Соединения паяные. Основные типы и параметры.

6.5 Сварные соединения.

Ручная дуговая сварка: типы соединений, подготовка кромок, размеры сварного шва

ГОСТ 5264-80 Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.

ГОСТ 11534-75 Ручная дуговая сварка. Соединения сварные под острыми и тупыми углами. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.

Сварка под флюсом: типы соединений, подготовка кромок, размеры сварного шва

ГОСТ 8713-79 Сварка под флюсом. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.

ГОСТ 11533-75 Автоматическая и полуавтоматическая дуговая сварка под флюсом. Соединения сварные под острыми и тупыми углами. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.

Дуговая сварка в защитном газе: типы соединений, подготовка кромок, размеры сварного шва

ГОСТ 14771-76 Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.

ГОСТ 23518-79 Дуговая сварка в защитных газах. Соединения сварные под острыми и тупыми углами. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.

Дуговая сварка алюминия и сплавов в инертном газе: типы соединений, подготовка кромок, размеры сварного шва

ГОСТ 14806-80 Дуговая сварка алюминия и алюминиевых сплавов в инертных газах. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.

ГОСТ 27580-88 Дуговая сварка алюминия и алюминиевых сплавов в инертных газах. Соединения сварные под острыми и тупыми углами. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.

Соединения сварные точечные: типы соединений, подготовка кромок, размеры сварного шва

ГОСТ 14776-79 Дуговая сварка. Соединения сварные точечные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.

ГОСТ 28915-91 Сварка лазерная импульсная. Соединения сварные точечные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.

Соединения сварные трубопроводов: типы соединений, подготовка кромок, размеры сварного шва

ГОСТ 16037-80 Соединения сварные стальных трубопроводов. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.

ГОСТ 16038-80 Сварка дуговая. Соединения сварные трубопроводов из меди и медно-никелевого сплава. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.

ГОСТ 15164-78 Электрошлаковая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.

ГОСТ 15878-79 Контактная сварка. Соединения сварные. Конструктивные элементы и размеры.

ГОСТ 16098-80 Соединения сварные из двухслойной коррозионностойкой стали. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.

6.6 Экологический раздел

ГОСТ Р 56164-2014 национальный стандарт Российской Федерации. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу.

ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

ГН 2.1.6.1338-03 ПДК вредных веществ в атмосферном воздухе населенных мест

ГОСТ 12.1.005-88 ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны

VII. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Основные источники:

1. Овчинников В.В Основы расчета и проектирования сварных конструкций: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / В.В Овчинников. - М.: Издательский центр "Академия", 2019.-256с. ISBN 978-5-4468-6600-7

2. Овчинников В.В Основы проектирования технологических процессов: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / В.В Овчинников. - М.: Издательский центр "Академия", 2019.-256с. ISBN 978-5-4468-7915-1

3. Овчинников В.В. Расчет и проектирование сварных конструкций: учебник для сред. проф. образования/ В.В. Овчинников. – 5-е изд., – М.: Издательский центр «Академия», 2017. – 256 с.

4. Пояркова, Е.В. Прочность сварных конструкций : учебное пособие / Е.В. Пояркова, Л.С. Диньмухаметова, Ж.Г. Калеева. — 2-е изд. — Москва : ФЛИНТА, 2017. — 223 с. — ISBN 978-5-9765-3386-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: https://e.lanbook.com/book/97105

5. Зорин, Е.Е. Лабораторный практикум: электродуговая, контактная сварка и контроль качества сварных соединений : учебное пособие / Е.Е. Зорин. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 160 с. — ISBN 978-5-8114-4164-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: https://e.lanbook.com/book/115659

6. А.Н.Королев. "Подготовка и осуществление технологических процессов изготовления сварных конструкций" Методические указания к выполнению курсовой работы для специальности 22.02.06 "Сварочное производство". Отпечатано в УИУНЛ ИГЭУ, г. Иваново., 2018г.-136с.

7. Широков, Ю.А. Экологическая безопасность на предприятии : учебное пособие / Ю.А. Широков. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 360 с. — ISBN 978-5-8114-2578-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/107969

8. Основы природопользования и энергоресурсосбережения : учебное пособие / В.В. Денисов, И.А. Денисова, Т.И. Дрововозова, А.П.

Москаленко ; под редакцией В.В. Денисова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 408 с. — ISBN 978-5-8114-3962-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/113632

Дополнительные источники:

1. Теория сварочных процессов : учебное пособие / В.М. Неровный, А.В. Коновалов, Б.Ф. Якушин [и др.] ; под редакцией В.М. Неровного. — 2-е изд. — Москва : МГТУ им. Баумана, 2016. — 702 с. — ISBN 978-5-7038-4543-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: https://e.lanbook.com/book/106410
2. Зорин, Е.Е. Лабораторный практикум: электродуговая, контактная сварка и контроль качества сварных соединений : учебное пособие / Е.Е. Зорин. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 160 с. — ISBN 978-5-8114-2155-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: https://e.lanbook.com/book/107931
3. Хван, Т. А. Экологические основы природопользования : учебник для среднего профессионального образования / Т. А. Хван. — 6-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 253 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-05092-9. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://www.biblio-online.ru/bcode/433289
4. Кузнецов, Л. М. Экологические основы природопользования : учебник для среднего профессионального образования / Л. М. Кузнецов, А. Ю. Шмыков ; под редакцией В. Е. Курочкина. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 304 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-05803-1. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://www.biblio-online.ru/bcode/441220
5. Экология : учеб. для студ. учреждений сред. проф. образование. [Я. В. Котелевская, И. В. Куко, П. М. Скворцов, Е. В. Титов] под ред. Е. В. Титова. – 7-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2019. – 208 с. : ил., [8] с. цв. вкл.
6. Дмитренко, В.П. Экологические основы природопользования : учебное пособие / В.П. Дмитренко, Е.М. Мессинева, А.Г. Фетисов. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 224 с. — ISBN 978-5-8114-3401-5. —

Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/118626

VIII. ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Машиностроительный колледж

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования

«Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»

«ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ»

Зам. директора по УР

_____Е.Ю. Осипов

« ___»_____20__г.

РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к выпускной квалификационной работе

(дипломному проекту)

На тему:_____

_____

Дипломник

_____(_____)

Фамилия, имя, отчество подпись

Руководитель проекта _____(_____)

Фамилия, имя, отчество подпись

Консультанты:

технологическая часть _____(_____)

Фамилия, имя, отчество подпись

Экологическая часть _____(_____)

Фамилия, имя, отчество подпись

г. Иваново 20__г.

Приложение 2

МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ КОЛЛЕДЖ ИГЭУ

«У Т В Е Р Ж Д А Ю»
Зам. директора по учебной работе
_____Е. Ю. Осипов
«____»_____20____г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

(дипломное проектирование)

дипломника_____
_____

группа _____ отделение дневное

специальность: 22.02.06 «Сварочное производство»

Тема проекта:
_____
_____

(наименование детали)

Исходные данные к проекту:

1. Годовой объем выпуска детали _____

2. Технологический представитель _____

(наименование детали)

3. Режим работы участка _____

Дата выдачи задания: «____»_____20____г.

Срок окончания проекта: «____»_____20____г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

(объем 40-60 листов формата А4)

ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ

Задание

Содержание проекта

Аннотация

Введение

1. Общий раздел

1.1 Служебное назначение изготовляемой детали.
1.2 Характеристика основного металла

2. Технологический раздел

2.1 Технические условия на изготовление сварной конструкции
2.2 Выбор и обоснование методов сборки и сварки
2.3 Выбор сварочных материалов
2.4 Выбор и расчет режимов сварки
2.5 Выбор сварочного оборудования, технологической оснастки, инструмента
2.6 Описание механизированного сборочно-сварочного приспособления
2.7 Основные положения на сборку и сварку
2.8 Технологический процесс изготовления конструкции
2.9 Технический контроль качества и исправление брака
2.10 Определение технических норм времени на сборку и сварку

3. Раздел экологической безопасности сварочного производства

3.1 Расчет выбросов при проведении сварочных работ

3.2 Охрана труда на рабочем месте

3.3 Техника безопасности при сварке в среде защитных газов

3.4 Техника безопасности при ручной дуговой сварке штучным правящимся электродом

3.5 Организационно технические мероприятия по обеспечению

пожарной безопасности

4. Графическая документация

4.1 Чертеж заданной сварной конструкции

4.2 Чертеж сборочно-сварочного приспособления

4.3 Технологический или конструкторский лист

Руководитель проектирования _____ _____

(фамилия, имя, отчество) (подпись)

Консультант по технологической части _____ _____

(ФИО) (подпись)

Консультант по экологической части _____ _____

(ФИО) (подпись)

Задание рассмотрено на заседание цикловой - методической комиссии технологических дисциплин и оборудования

Протокол №____ от«___» _____ 20__г.

и закреплено приказом по колледжу № _____ от« __»_____ 20__г.

Председатель ЦМК: _____(_____)

Задание принял к исполнению _____

(подпись дипломника)

Приложение 3

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв.№ дубл.

Взам.инв.№

Подп. и дата

Инв.№ подл.

Содержание проекта

Анотация

Введение

Общий раздел

Служебное назначение изготовляемой детали.

Характеристика основного металла.

Технологический раздел

Технические условия на изготовление сварной конструкции.

Выбор и обоснование методов сборки и сварки.

Выбор сварочных материалов.

Выбор и расчет режимов сварки.

Выбор сварочного оборудования, технологической оснастки, инструмента.

Описание механизированного сборочно-сварочного приспособления.

Основные положения на сборку и сварку.

Технологический процесс изготовления конструкции.

Технический контроль качества и исправление брака.

Определение технических норм времени на сборку и сварку.

Раздел экологической безопасности сварочного производства

Расчет выбросов при проведении сварочных работ.

Охрана труда на рабочем месте.

Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 22.02.06.44.00.2019 ПЗ			
Разраб.					Лит.	Лист	Листов
Проверил						1	53
Н.контр.					МК ИГЭУ 44 СП		
Утв.							

Копировал Формат А4

Техника безопасности при сварке в среде защитных газов.
Техника безопасности при ручной дуговой сварке штучным.
правящимся электродом.
Организационно технические мероприятия по обеспечению

Подп. и дата						
Инв.N дубл.						
Взам.инв.N						
Подп. и дата						
Инв.N подл.		N докум.	Подп.		ДП 22.02.06.00.2019 ПЗ	4

Копировал Формат А4

Приложение 5

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-чание

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв.№ дубл.

Взам.инв.№

Подп. и дата

Инв.№ подл.

		№ докум.	Подп.	
Разраб.				
Пров.				
Н.контр.				
Утв.				

Лит.	Лист	Листов
		1

Копировал

Формат А4

Методические рекомендации к выполнению выпускной квалификационной работы для студентов

специальности: 22.02.06 «Сварочное производство»

Составители: Капаннов Евгений Анатольевич
Дубова Леся Викентьевна

Редактор: Дубова Л.В.

Подписано в печать . Формат 60×84 $^{1}/_{16}$.
Печать плоская. Усл.-печ. л. 3,02. Тираж 50 экз. Заказ №
ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина».
Отпечатано в УИУНЛ ИГЭУ
153003, г. Иваново, ул. Рабфаковская 34