

Реферат

Выпускная квалификационная работа 83 с., 11 рис., 38 табл., 18 источников, 14 листов демонстрационного материала (слайдов).

Ключевые слова: обезвоживающий виброгрохот, механизированная сварка в среде углекислого газа плавящимся электродом, приспособление для сборки и сварки балки.

Цель работы - разработать приспособление для сборки и сварки балки обезвоживающего виброгрохота.

В результате выполнения дипломного проекта были разработаны два приспособления для сборки и сварки балки обезвоживающего виброгрохота.

Подобраны сварочные материалы, выбрано сварочное оборудование, посчитаны режимы сварки для различных типов соединений.

Выпускная квалификационная работа инженера выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2016 и графическом редакторе “КОМПАС-3D V16” и представлена на диске CD-RW (в конверте на обороте обложки).

Abstract

Final qualifying work 83 p., 11 fig., 38 tab., 18 sources, 14 sheets demonstration material (slides).

Keywords: dewatering vibrating screen, mechanized welding in the environment of carbonic gas, a device for assembly and welding beams.

Purpose - to develop a device for the assembly and welding beams dewatering vibrating screen.

As a result of the thesis two fixtures for assembly and welding beams dewatering vibrating screen have been developed.

Chosen welding consumables, welding equipment is selected, counted welding modes for different types of connections.

Final qualifying work of the engineer made in Microsoft Word 2016 word processor and a graphics editor "KOMPAS-3D V16" and presented in CD-RW drive (in an envelope on the back cover).

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	10
1 Описание сварной конструкции.....	11
1.1 Материал сварной конструкции.....	13
1.2 Технологическая свариваемость	13
2 Анализ существующих методов сварки.....	16
2.1 Ручная дуговая сварка покрытыми электродами	16
2.2 Технология механизированной сварки в среде защитного газа	17
3 Выбор сварочных материалов.....	21
3.1 Выбор сварочных материалов для ручной дуговой сварки	21
3.2 Выбор сварочных материалов для механизированной сварки в среде защитных газов плавящимся электродом	22
4 Технология изготовления	24
4.1 Заготовительные операции.....	24
4.2 Приспособления и технология сборки и сварки	25
4.3 Расчет режимов для механизированной сварки в среде углекислого газа плавящимся электродом	26
4.4 Выбор оборудования для сварки	33
4.5 Контроль качества сварных соединений.....	35
4.5.1 Визуальный и измерительный контроль.....	35
4.5.2 Ультразвуковой контроль.....	37
4.6 Сварочные напряжения и деформации и методы борьбы с ними.....	39
5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	42
5.1 Исходные данные для проведения сравнительного анализа.....	42
5.2 Достоинства и недостатки сравниваемых процессов производства	43
5.3 Сварочные материалы	44
5.4 Режимы сварки.....	44
5.5 Обоснование выбора оборудования и приспособлений	45
5.6 Определение норм времени на сварку.....	46
5.7 Экономическая оценка сравниваемых способов сварки	51

5.8 Экономическая оценка эффективности инвестиций	55
6 Социальная ответственность	62
6.1 Производственная безопасность.....	62
6.1.1 Анализ выявления вредных и опасных факторов.....	62
6.2 Расчет вытяжной вентиляции	65
6.3 Поражение электрическим током	67
6.3.1 Расчет заземления	68
6.4 Противопожарные мероприятия.....	70
6.5 Экологическая безопасность.....	72
6.5.1 Искусственные источники загрязнения	73
6.5.2 Физические загрязнения.....	74
6.5.3 Шумовые физические загрязнения	74
6.5.4 Радиационные физические загрязнения	74
6.6 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	75
6.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	78
Заключение.....	81
Список используемых источников	82
Приложение А – Комплект чертежей	82

Диск CD-R

В конверте на
обороте обложки

ФЮРА.200000.005 Презентация.

Файл Презентация Асанов.ppt в формате PowerPoint 2016

ФЮРА. 200000.005 Пояснительная записка.

Файл Диплом Асанов. docx в формате Word 2016

Графический материал:

Титульный лист.

демонстрационный
лист

Введение.

демонстрационный
лист

Общий вид виброгрохота.	демонстрационный лист
Балка виброгрохота.	демонстрационный лист
ФЮРА.200000.005 Балка виброгрохота	чертеж лист
Материал конструкции, сварочные материалы.	демонстрационный лист
Режимы сварки.	демонстрационный лист
Сварочное оборудование.	демонстрационный лист
ФЮРА.200001.005 СБ Приспособление для сборки и сварки балки двутавровой.	чертеж
ФЮРА.200002.005 СБ Приспособление для сборки и сварки балки виброгрохота.	чертеж
ФЮРА.200001.005 СБ Спецификация	
ФЮРА.200002.005 СБ Спецификация	чертеж
Сравнительная оценка способов сварки.	демонстрационный лист
Выводы.	демонстрационный лист

Введение

Виброгрохот разделяет любой кусковой или сыпучий материал на частицы разных размеров с помощью просеивающих поверхностей с калиброванными отверстиями.

Применяется для разделения на фракции горных пород, сыпучих строительных материалов. Также применяется для обезвоживания различных материалов (обогащенных углей, промытых руд).

Виброгрохот имеет высокую производительность, которая обеспечивается большой площадью поверхности грохочения (площадью сита). Однако тяжелые условия эксплуатации приводят к появлению дефектов, которые в некотором случае подлежат ремонту, а некоторые детали и узлы требуют полной замены. Простои виброгрохота на время ремонта влекут финансовые потери для предприятия.

Цель работы - разработать приспособление для сборки и сварки балки обезвоживающего виброгрохота, которая позволит сократить процесс её изготовления.

Задачи:

- провести анализ существующей технологии сварки и выбрать способ более производительный;
- выбрать сварочные материалы;
- рассчитать режимы сварки;
- провести подбор сварочного оборудования;
- разработать приспособление для изготовления балки в цеховых условиях;
- сделать экономическое обоснование выгоды применяемой технологии;
- разработать мероприятия по охране труда на сварочном участке.

1 Описание сварной конструкции

Обезвоживающие виброгрохоты используются большей частью для обезвоживания горной массы на обогатительных фабриках.

Привод осуществляется через один или два редуктора, в зависимости от размера машины. На валах привода находятся регулируемые грузы. Колебания производятся в вертикальной плоскости. Расположенная под небольшим наклоном просеивающая поверхность гарантирует оптимальное обезвоживание.

Общий вид обезвоживающего виброгрохота показан на рисунке 1.



Рисунок 1 - Общий вид обезвоживающего виброгрохота

Работа виброгрохота связана с циклическими нагрузками, в результате которых происходит появление усталостных трещин в связующей балке (рисунок 2).



Рисунок 2 – Трещины в связующей балке виброгрохота

В результате возникновения дефекта руководство компании вынуждено менять балку полностью, т.к. ремонт не допускается (рисунок 3). Заказ новой балки – это весьма дорогостоящий процесс, который помимо финансовых расходов влечет остановку производства, что тоже ведет к убыткам.



Рисунок 3 – Новая балка виброгрохота

Было предложено на базе действующего ремонтного цеха организовать производство связующих балок, которые по своим техническим и эксплуатационным свойствам не будут уступать зарубежным аналогам.

Для реализации технологии изготовления предлагается:

- выбрать основной материал балки;
- выбрать более производительный способ сварки;
- выбрать сварочные материалы, подобрать режимы сварки и сварочное

оборудование;

- разработать приспособление для изготовления балки в цеховых условиях.

1.1 Материал сварной конструкции

Работа в режиме вибрационных нагрузок накладывает на связующую балку высокие требования к качеству материала. Поэтому для изготовления балки выбираем сталь 09Г2С. Сталь относится к кремнемарганцовистым. Наличие марганца в сталях повышает ударную вязкость и хладноломкость, обеспечивая удовлетворительную свариваемость. Позволяет получить сварные соединения более высокой прочности при знакопеременных и ударных нагрузках. Термообработка значительно улучшает механические свойства стали, которые, однако, зависят от толщины проката. При этом может быть достигнуто значительное снижение порога хладноломкости

Применение: различные детали и элементы сварных металлоконструкций, работающих при температуре от -70 до +425°C под давлением.

Таблица 1 – Химический состав стали 09Г2С по ГОСТ 19282-73

C	Si	Mn	Cr	S	P	Cu	Ni	As	N
0,08-0,12	0,5-0,8	1,3-1,7	Не более						
			0,30	0,04	0,035	0,30	0,30	0,08	0,008

Таблица 2 – Механические свойства стали 09Г2С по ГОСТ 19282-73

Марка стали	Механические свойства стали			
Сталь 09Г2С	σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ , %	Ψ , %
	350	500	21	55

Стали этой группы для изготовления конструкции обычно применяют в горячекатаном состоянии и меньше – после термообработки.

1.2 Технологическая свариваемость

Наибольшее влияние на свариваемость сталей оказывает углерод.

С увеличением содержания углерода, а также ряда других легирующих элементов свариваемость сталей ухудшается. Для сварных конструкций в основном применяют конструкционные низкоуглеродистые,

низколегированные, а также легированные стали. Чем выше содержание углерода в стали, тем больше опасность трещинообразования, труднее обеспечить равномерность свойств в сварном соединении. Ориентировочным количественным показателем свариваемости стали известного состава является эквивалентное содержание углерода, которое определяется по формуле:

$$C_{x.э} = (C + \frac{Mn}{6} + \frac{(Cr+V)}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{Ni}{15} + \frac{Cu}{13} + \frac{P}{2}), \% \quad (1)$$

где С, Мn, Cr, Мо, Ni, Cu, Р - процентное содержание легирующих элементов в металле шва.

В зависимости от эквивалентного содержания углерода и связанной с этим склонности к закалке и образованию трещин стали по свариваемости делят на четыре группы: хорошо, удовлетворительно, ограниченно и плохо сваривающиеся. Стали первой группы хорошо свариваются без образования закалочных структур и трещин в широком диапазоне режимов, толщин и конструктивных форм.

Удовлетворительно сваривающиеся стали мало склонны к образованию холодных трещин при правильном выборе режимов сварки, в ряде случаев требуется подогрев. Ограниченно сваривающиеся стали склонны к трещинообразованию, возможность регулирования сопротивляемости образованию трещин изменением режима ограничена, требуется подогрев. Плохо сваривающиеся стали весьма склонны к закалке и трещинам, требуют при сварке подогрева, специальных технологических приемов сварки и термообработки.

Сталь 09Г2С:
$$C_{x.э} = (0,09 + \frac{1,5}{6} + \frac{0,3}{5} + \frac{0,3}{15} + \frac{0,3}{13} + \frac{0,035}{2}) = 0,46\% .$$

Определим размерный эквивалент углерода по формуле [1, с.353]:

$$C_{\rho.э} = 0,005 \cdot S \cdot C_{x.э}, \quad (2)$$

где S - толщина свариваемой стали, тогда:

$$C_{\rho.э} = 0,005 \cdot 10 \cdot 0,46 = 0,023\% .$$

Находим суммарный эквивалент углерода C_{Σ} :

$$\sum C_{\Sigma} = C_{x.\Sigma} + C_{p.\Sigma} ; \quad (3)$$

$$\sum C_{\Sigma} = 0,46 + 0,023 = 0,483\% .$$

Сталь 09Г2С относится к малоуглеродистым сталям и сваривается без ограничений и сопутствующего подогрева.

2 Анализ существующих методов сварки

2.1 Ручная дуговая сварка покрытыми электродами

С помощью ручной дуговой сварки выполняется большой объем сварочных работ при производстве сварных конструкций. Наибольшее применение находит ручная дуговая сварка покрытыми электродами.

Вместе с металлическим стержнем плавится и электродное покрытие, образуя газовую защиту и жидкую шлаковую пленку на поверхности расплавленного металла. В связи с тем, что большая часть теплоты выделяется на торце металлического стержня электрода, на его конце образуется коническая втулочка из покрытия, способствующая направленному движению газового потока. Это улучшает защиту сварочной ванны. По мере движения дуги сварочная ванна охлаждается, образуя сварной шов.

Жидкий шлак также затвердевает и образует на поверхности шва твердую шлаковую корку, удаляемую после сварки. При этом способе выполняется газшлаковая защита расплавленного металла от взаимодействия с воздухом. Кроме того, шлаки позволяют проводить необходимую металлургическую обработку металла в ванне. Для выполнения функций защиты и обработки расплавленного металла покрытия электродов при расплавлении должны образовывать шлаки и газы с определенными физико-химическими свойствами. Поэтому для обеспечения заданного состава и свойств шва при выполнении соединений из разных металлов для сварки применяют электроды с определенным типом покрытий, к которым предъявляют ряд специальных требований [6].

При сварке покрытыми электродами перемещение электрода вдоль линии сварки и подачу электрода в зону дуги по мере его плавления осуществляют вручную. При этом возникают частые изменения длины дуги, что отражается на постоянстве основных параметров режима: напряжения дуги и силы сварочного тока. С целью поддержания более стабильного

теплового режима в ванне при ручной дуговой сварке применяют источники питания с крутопадающими вольтамперными характеристиками.

Рациональная область применения ручной дуговой сварки покрытыми электродами — изготовление конструкций из металлов с толщиной соединяемых элементов более 2 мм при небольшой протяженности швов, расположенных в труднодоступных местах и различных пространственных положениях.

Достоинства:

- возможность сварки в труднодоступных местах и во всех пространственных положениях;
- большой спектр свариваемых материалов;
- значительный спектр толщин (от двух мм и выше).

Недостатки:

- низкая производительность;
- большой расход материалов на разбрызгивание и огарки;
- самый тяжелый способ по технике исполнения;
- многофакторность качества.

Попытка автоматизировать сварку покрытыми электродами не увенчалась успехом. Невысокая производительность обусловлена малыми допустимыми значениями плотности тока. Для увеличения производительности используют сварку погружённой дугой, гребёнкой, пучком электродов или применяют электроды с железным порошком в покрытии [6].

2.2 Технология механизированной сварки в среде защитного газа

Механизированную сварку в среде защитного газа производят почти во всех пространственных положениях, что является важным качеством, необходимым при производстве строительно-монтажных работ. Сварку осуществляют при питании дуги постоянным током обратной полярности. При сварке постоянным током прямой полярности снижается стабильность

горения дуги, ухудшается формирование шва и увеличиваются потери электродного металла на угар и разбрызгивание. Однако коэффициент наплавки в 1,6... 1,8 раза выше, чем при токе обратной полярности. Это качество используют при наплавочных работах. Сварку можно производить и на переменном токе при включении в сварочную цепь осциллятора. Источниками питания дуги постоянным током служат сварочные преобразователи с жесткой характеристикой типа ПСГ-350, ПСГ-500 и др. Перед сваркой кромки изделия должны быть тщательно очищены от грязи, краски, окислов и окалины. Наилучшие результаты дает сварка при больших плотностях тока, обеспечивающих более устойчивое горение дуги, высокую производительность процесса и снижение потерь металла на разбрызгивание до 8...12 %. Для этого при сварке в углекислом газе применяют электродную проволоку диаметром от 0,5 до 2,0 мм, что позволяет вести процесс сварки при плотности тока не менее 80 А/мм².

Электродная проволока применяется из низкоуглеродистой стали с повышенным содержанием кремния и марганца марок Св-08ГС, Св-08Г2С. Поверхность электродной проволоки должна быть тщательно очищена от смазки, антикоррозионных покрытий, масла, ржавчины и других загрязнений, нарушающих устойчивость режима сварки. Режим сварки выбирается в зависимости от толщины свариваемых кромок. Величина сварочного тока и скорость сварки в значительной степени зависят от размеров свариваемого шва, т. е. от количества наплавляемого металла. Чем больше размеры шва, тем меньше скорость сварки и тем больше величина сварочного тока. Напряжение тока устанавливается таким, чтобы получить устойчивый процесс сварки при возможно короткой дуге (1,5...4,0 мм). При большей длине дуги процесс сварки неустойчивый, увеличивается разбрызгивание металла, возрастает возможность окисления и азотирования наплавляемого металла. Скорость подачи электродной проволоки зависит от сварочного тока и напряжения. Практически она устанавливается так, чтобы

процесс протекал устойчиво при вполне удовлетворительном формировании шва и незначительном разбрызгивании металла [7].

Расход углекислого газа устанавливается таким, чтобы обеспечить полную защиту металла шва от воздействия атмосферного воздуха. При сварке толстых изделий сварочными токами 500... 1000 А расход газа достигает 15...20 л/мин. Расстояние от торца мундштука горелки до сварного соединения должно быть при сварочных токах до 150 А в пределах 7... 15 мм, а при токах до 500 А в пределах 15...25 мм. Полуавтоматическую сварку можно вести углом вперед, перемещая горелку справа налево, и углом назад, перемещая горелку слева направо. При сварке углом вперед глубина проплавления меньше, наплавляемый валик получается широкий. Такой метод применяют при сварке тонкостенных изделий и при сварке сталей, склонных к образованию закалочных структур. При сварке углом назад глубина проплавления больше, а ширина валика несколько уменьшается. Угол наклона горелки относительно вертикальной оси составляет от 5 до 15 градусов. Перед началом сварки необходимо отрегулировать расход углекислого газа и только спустя 30...40 с возбудить дугу и приступить к сварке. Это необходимо, чтобы газ вытеснил воздух из шлангов и каналов сварочной горелки. Вылет электродной проволоки устанавливается при диаметре проволоки от 0,5 до 1,2 мм - в пределах 8...15 мм, а при диаметре проволоки от 1,2 до 3 мм - в пределах 15...35 мм.

В процессе сварки электроду сообщается такое движение, чтобы получилось хорошее заполнение металлом разделки свариваемых кромок и удовлетворительное формирование наплавляемого валика. Эти движения аналогичны движениям электрода при ручной дуговой сварке покрытыми электродами. Рекомендуется для снижения опасности образования трещин первый слой сваривать при малом сварочном токе. Заканчивать шов следует заполнением кратера металлом. Затем прекращается подача электродной проволоки и выключается ток. Подача углекислого газа на заваренный кратер продолжается до полного остывания металла. При сварке в углекислом газе

следует помнить об отравляющих действиях окиси углерода, выделяющейся при сварке. Поэтому при сварке в резервуарах и закрытых помещениях необходимо иметь хорошую вентиляцию свариваемых резервуаров и сварочных постов [7].

3 Выбор сварочных материалов

3.1 Выбор сварочных материалов для ручной дуговой сварки

В ГОСТ 9467 – 75 «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей» приведено четырнадцать типов электродов для сварки конструкционных сталей. К данным типам электродов относятся также и электроды для сварки низкоуглеродистых сталей.

Для сварки нашей стали принимаем электроды типа Э50А, так как они обеспечивают требуемые механические свойства наплавленного металла шва. В соответствии с химическим составом стали 09Г2С выбираем электроды марки УОНИ 13/55.

Основное назначение сварочных электродов УОНИ 13/55

Сварочные электроды марки УОНИ 13/55 предназначены для сварки ответственных конструкций из углеродистых и низколегированных сталей, когда к металлу швов предъявляют повышенные требования по пластичности и ударной вязкости. Сварка электродами УОНИ 13/55 допускается во всех пространственных положениях шва постоянным током обратной полярности.

Характеристика электродов УОНИ 13/55

Покрытие сварочных электродов марки УОНИ 13/55 – основное.

Коэффициент наплавки УОНИ 13/55 – 9,5 г/А·ч.

Производительность наплавки электродов (для диаметра 4,0 мм) – 1,4 кг/ч.

Расход электродов УОНИ 13/55 на 1 кг наплавленного металла – 1,7 кг.

Таблица 3 - Типичные механические свойства наплавленного металла сварочных электродов УОНИ 13/55 .

Временное сопротивление электродов s_b , МПа	Предел текучести УОНИ 13/55 s_T , МПа	Относительное удлинение электродов d_5 , %	Ударная вязкость УОНИ 13/55 a_H , Дж/см ²
540	410	29	260

Таблица 4 - Типичный химический состав наплавленного металла сварочных электродов УОНИ 13/55, %

С	Mn	Si	S	P
0,09	0,83	0,42	0,022	0,024

Электроды обеспечивают получение металла шва с высокой стойкостью к образованию кристаллизационных трещин и низким содержанием водорода.

Технологические особенности сварки электродами УОНИ 13/55

Сварку электродов производят только на короткой длине дуги по очищенным кромкам.

Прокалка УОНИ 13/55 перед сваркой: 250-300°C; 1 ч.

3.2 Выбор сварочных материалов для механизированной сварки в среде защитных газов плавящимся электродом

В качестве защитного газа для сварки низкоуглеродистых сталей с успехом может использоваться углекислый газ.

Основной особенностью сварки плавящимся электродом является применение кремнемарганцовистой электродной проволоки с пониженным содержанием углерода, при использовании которой получают плотные беспористые швы, компенсируется выгорание кремния и марганца и при сварке низкоуглеродистой стали обеспечивается получение швов, имеющих оптимальный химический состав.

При сварке низкоуглеродистых сталей, согласно [3], следует применять электродную проволоку марки Св-08ГС или Св-08Г2С. На свойства металла шва значительное влияние оказывает качество углекислого газа. При повышенном содержании в нем азота и водорода могут образовываться поры даже при хорошей защите дуги от воздуха и надлежащем содержании кремния и марганца в сварочной ванне. При применении углекислого газа первого сорта по ГОСТ 8050-64 и электродной проволоки указанных выше марок швы, как правило, получаются плотные без пор [5].

Сварка в углекислом газе характеризуется высокой производительностью и низкой стоимостью; к недостаткам способа относится повышенное разбрызгивание металла, а также получения в некоторых случаях неравномерных по внешнему виду швов. К тому же необходимо учитывать некоторые металлургические особенности, связанные

с окислительным действием углекислого газа. При высоких температурах сварочной дуги углекислый газ (CO_2) диссоциирует на оксид углерода (CO) и атомарный кислород (O), который, если не принимать специальных мер, приводит к окислению свариваемого металла. Окислительное действие O нейтрализуется введением в проволоку дополнительного количества раскислителей кремния и марганца. Поэтому для сварки в CO_2 широко применяют сварочные проволоки марок: Св-08ГС, Св-08Г2С.

Таблица 5 - Химический состав марок проволок Св-08ГС и Св-08Г2С по ГОСТ 2246-70

Марка проволоки	C	Mn	Si	Cr	Ni	S	P	A
Св-08ГС	0,10	1,40-1,70	0,6-0,85	0,20	0,25	0,03	0,03	0,05
Св-08Г2С	0,11	18-2,10	0,7-0,95					

Согласно рекомендациям [2,3], выбираем проволоку Св-08Г2С.

Углекислый газ поставляется по ГОСТ 8050-85. Для сварки используют сварочную углекислоту высшего и первого сортов, которые отличаются лишь содержанием паров воды (соответственно 0,037 и 0,184 г/см³ при 20°C и давлении 0,1 МПа). Углекислоту транспортируют и хранят в стальных баллонах или цистернах большой ёмкости в жидком состоянии с последующей газификацией на заводе, с централизованным снабжением сварочных постов через рампы. В баллоне вместимостью 40 л содержится 25 кг CO_2 , дающего при испарении 12,5 м³ газа при давлении 0,1 МПа (760 мм рт. ст.). Баллон окрашен в черный цвет, надписи жёлтого цвета.

Для сварки нашей конструкции будем применять углекислый газ первого сорта. Это связано с меньшим содержанием водных паров в углекислом газе. Состав газа представим в таблице 6.

Таблица 6 – Состав углекислого газа (сорт первый)

Газ	O_3 , %	N_2 , %	H_2 , %	CO_2 , %	углеводороды, %	Содержание водяных паров, %
углекислый	-	-	-	99,5	-	0,067

4 Технология изготовления

4.1 Заготовительные операции

Заготовительными операциями являются: разметка деталей, резка, подготовка кромок. Подготовка кромок и поверхностей под сварку должна выполняться механической обработкой путем термической резки с последующей механической обработкой (резцом, фрезой, абразивным инструментом). Глубина механической обработки после термической резки (строжки) зависит от марки стали и её чувствительности к термическому циклу резки (строжки).

Кромки деталей, подлежащих сварке, и прилегающие к ним участки должны быть очищены от окалины, краски, масла и других загрязнений на расстоянии 100 мм. [8]

Подготовленные к сборке кромки должны быть без вырывов, заусенцев, резких переходов и острых углов.[8]

Для резки листов используем кислородную разделительную резку. В качестве оборудования для кислородной резки принимаем резак инжекторного типа «Факел», изготавливаемый по ГОСТ 5191-79.

Таблица 7 - Технические характеристики резака «Факел»

Показатели	«Факел»
Толщина разрезаемого металла, мм	3÷30
Расход газа, м ³ /ч: кислорода ацетилена	3÷4 0,4÷1,2
Давление газа, кПа кислорода ацетилена	300÷1200 1
Габаритные размеры, мм	535x72x159

Для получения ровного реза без дополнительной обработки, для резки ребер жесткости выбираем отрезную электрическую машину по металлу Bosch GCO 2000.

Отрезные электрические машины по металлу представляют собой станок, предназначенный для резки различных металлов и сплавов. Эти устройства широко используются как в небольших мастерских, так и на крупных производственных предприятиях. Отрезные машины обеспечивают очень качественный рез - ровный и гладкий, без заусенцев и зазубрин.

Мощный 2000-ваттный двигатель с ограничителем пускового тока гарантирует высокую производительность, кроме того отличается проверенной долговечностью. Надежный пружинно-рычажный механизм отлично приспособлен для высокоинтенсивных нагрузок.

Эффективный редукционный механизм обеспечивает скорость вращения 3500 оборотов в минуту. Модель оснащена практичным быстрым зажимом с плавной регулировкой скоса в диапазоне до 45 градусов.

Таблица 8 – Технические характеристики отрезной машины Bosch GCO 2000

Характеристики:	GCO 2000 Professional
Производительность резания под прямым углом	180 x 85 мм
Производительность резания, четыре кромки	110 x 110 мм
Производительность резания, Г-образный профиль	130 x 130 мм
Число оборотов холостого хода	3500 мин ⁻¹
Диам. отрезного круга	355 мм
Отверстие отрезного круга	25,4 мм
Вес	18,0 кг

4.2 Приспособления и технология сборки и сварки

При сборке под сварку необходимо последовательно ориентировать собираемые в изделие детали, учитывать их совмещение в соответствии с размерами сборочного чертежа и временное закрепление деталей перед сваркой с помощью зажимных устройств.

Приспособление для сборки и сварки балки двутавровой представлено на чертеже ФЮРА.200001.005 СБ.

Приспособление для сварки состоит из кондукторной плиты, к которой приварены четыре штока пневмоцилиндров. Это обеспечивает поворот балки при сварке и позволяет производить сварку в нижнем положении «в лодочку», что предпочтительно при производстве балок.

В кондукторную плиту устанавливаются нижняя и верхняя полки. Затем опускается стенка балки. Расставляются прихватки катетом 5 мм длиной 50 мм на расстоянии 250 мм друг от друга. Всего по 6 прихваток на нижней полке со стенкой и верхней полке со стенкой. Кантуем балку, расставляем прихватки в том же порядке. Устанавливаем ребра жесткости и фиксируем их при помощи магнитных уголков. Расставляются прихватки на ребрах жесткости катетом 3 мм длиной 20 мм на расстоянии 100 мм друг от друга. 3 прихватки со стенкой, по 1 прихватке с верхней и нижней полками.

Производим сварку всех элементов балки на режимах, посчитанных в п.4.3 и согласно чертежу ФЮРА.200000.005.

Кантуем балку, устанавливаем ребра жесткости и расставляем на них прихватки. Сварку всех элементов балки производим аналогично.

Переносим балку для окончательной сборки и сварки на второе приспособление при помощи кран-балки. Устанавливаем элементы балки, согласно чертежу ФЮРА.200002.005 СБ.

Устанавливаем боковины в упоры приспособления. Фиксируем все элементы прижимными устройствами. Расставляем прихватки на боковинах катетом 5 мм длиной 30 мм на расстоянии 100 мм друг от друга. 3 прихватки со стенкой, по 1 прихватке с верхней и нижней полками.

Кантуем балку, закрепляем в приспособлении. Производим сварку всех элементов балки на режимах, посчитанных в п.4.3 и согласно чертежу ФЮРА.200000.005. После этого кантуем балку повторно и обвариваем оставшиеся элементы.

После окончания сварки проводим визуально-измерительный и ультразвуковой контроль всех швов.

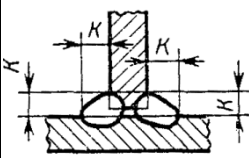
4.3 Расчет режимов для механизированной сварки в среде углекислого газа плавящимся электродом

Режимом сварки называют совокупность основных и дополнительных характеристик сварочного процесса, обеспечивающих получение сварных швов заданных размеров, формы и качества.

Рассчитаем основные типы соединений, используемых в данном изделии, а именно тавровое соединение для различных толщин.

Тавровое соединение ТЗ ГОСТ 14771-76 для толщины 40 и 30 мм.

Таблица 9 – Конструктивные элементы сварного соединения по ГОСТ 14771-76

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	К	s	b	
	подготовленных кромок свариваемых деталей	шва сварного соединения				Номин.	Пред. откл.
ТЗ			УП	30	20 – 40	0	+ 2

Согласно пособию к СНиП II-23-81 [18], размер катета необходимо принимать на этапе проектирования конструкции. В нашем случае при использовании ручной дуговой сварки использовался катет 30 мм, по наименьшей толщине металла.

Зная катет шва определяют площадь поперечного сечения наплавленного металла по формуле:

$$F_n = \frac{k^2}{2}, \quad (4)$$

где k – катет углового шва,

$$F_n = \frac{30^2}{2} = 450 \text{ мм}^2.$$

Согласно рекомендации [4], принимаем 6 проходов ($F_1=30 \text{ мм}^2$; $F_2=50 \text{ мм}^2$; $F_3=70 \text{ мм}^2$; $F_4=100 \text{ мм}^2$; $F_5=100 \text{ мм}^2$; $F_6=100 \text{ мм}^2$)

Силу сварочного тока $I_{св}$ рассчитаем по формуле:

$$I_{св} = \frac{3,14 \cdot d_{э}^2}{4} \cdot j, \quad (5)$$

где j – допустимая плотность тока, А/мм²,

$d_{эл}$ – диаметр электродной проволоки, мм.

$$I_{св} = \frac{3,14 \cdot 2^2}{4} \cdot 100 = 314 \text{ А},$$

принимаем $I_{св} = 315 \text{ А}$.

Определяем оптимальное напряжение дуги:

$$U_{д} = 17 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{d_{э}}} \cdot I_{св} \pm 1, \quad (6)$$

$$U_{д} = 17 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{2}} \cdot 315 \pm 1 = 28 \pm 1 \text{ В}$$

принимаем напряжение $U_{д} = 28 \text{ В}$.

Определим коэффициент формы провара:

$$\psi_{пр} = K \cdot (19 - 0,01 \cdot I_{св}) \cdot \frac{d_{э} \cdot U_{д}}{I_{св}}; \quad (7)$$

$$\psi_{пр} = 0,92 \cdot (19 - 0,01 \cdot 315) \cdot \frac{2 \cdot 28}{315} = 2,6.$$

Для механизированной сварки значения $\psi_{пр}$ должны составлять 0,8...4,0, в нашем случае, значение коэффициента находится в данном интервале, следовательно, режимы подобраны верно.

Определим скорость сварки по формуле:

$$V_{св} = \frac{\alpha_n \cdot I_{св}}{3600 \cdot \gamma \cdot F_n}, \quad (8)$$

где α_n – коэффициент наплавки.

Для определения коэффициента наплавки α_n при механизированных способах сварки в среде CO₂ воспользуемся следующей формулой:

$$\alpha_n = \alpha_p \cdot (1 - \psi), \quad (9)$$

где ψ – коэффициент потерь, который определяется по формуле:

$$\psi_n = -4,72 + 17,6 \cdot 10^{-2} \cdot j - 4,48 \cdot 10^{-4} \cdot j^2. \quad (10)$$

Подставляем значение плотности тока j в формулу (10):

$$\psi_n = -4,72 + 17,6 \cdot 10^{-2} \cdot 100 - 4,48 \cdot 10^{-4} \cdot 100^2 = 0,084 = 8,4 \text{ \%}.$$

Для того чтобы определить коэффициент наплавки нам необходимо рассчитать коэффициент расплавления α_p по формуле:

$$\alpha_p = 9,05 + 3,1 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{I_{св}} \cdot \frac{l_6}{d_3^2}, \quad (11)$$

величину вылета электрода l принимаем 1,5 см, согласно рекомендации [4].

$$\alpha_p = 9,05 + 3,1 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{315} \cdot \frac{1,5}{0,2^2} = 11,1 \text{ з/А} \cdot \text{ч}$$

Тогда коэффициента наплавки α_n согласно формуле (9):

$$\alpha_n = 11,1 \cdot (1 - 0,084) = 10,2 \text{ з/А} \cdot \text{ч}.$$

Скорость сварки по формуле (8) получаем:

для первого прохода:

$$V_{св} = \frac{10,2 \cdot 315}{3600 \cdot 7,8 \cdot 0,3} \approx 0,38 \text{ см/с} = 14 \text{ м/ч},$$

для второго прохода:

$$V_{св} = \frac{10,2 \cdot 315}{3600 \cdot 7,8 \cdot 0,5} \approx 0,22 \text{ см/с} = 8 \text{ м/ч},$$

для третьего прохода:

$$V_{св} = \frac{10,2 \cdot 315}{3600 \cdot 7,8 \cdot 0,7} \approx 0,16 \text{ см/с} = 6 \text{ м/ч},$$

для четвертого, пятого и шестого проходов:

$$V_{св} = \frac{10,2 \cdot 315}{3600 \cdot 7,8 \cdot 1} \approx 0,11 \text{ см/с} = 4 \text{ м/ч}.$$

Определяем скорость подачи электродной проволоки по формуле:

$$V_{нэл} = \frac{\alpha_p \cdot I_{св}}{3600 \cdot \gamma \cdot F_{эл}}, \quad (12)$$

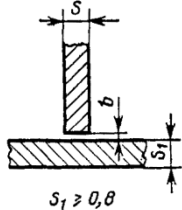
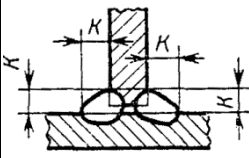
где $F_{эл}$ – площадь поперечного сечения электрода, см²;

γ – плотность электродного металла, г/см³.

$$V_{нэл} = \frac{11,1 \cdot 315}{3600 \cdot 7,8 \cdot 3,14 \cdot 10^{-2}} \approx 4 \text{ см/с} = 143 \text{ м/ч}.$$

Тавровое соединение ТЗ ГОСТ 14771-76 для толщины 30 и 20 мм.

Таблица 10 – Конструктивные элементы сварного соединения по ГОСТ 14771-76

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	К	s	b	
	подготовленных кромок свариваемых деталей	шва сварного соединения				Номин.	Пред. откл.
ТЗ			УП	20	20	0	+ 1,5

Согласно пособию, к СНиП II-23-81 [18], размер катета необходимо принимать на этапе проектирования конструкции. В нашем случае при использовании ручной дуговой сварки использовался катет 20 мм, по наименьшей толщине металла.

Зная катет шва определяют площадь поперечного сечения наплавленного металла по формуле (4):

$$F_n = \frac{20^2}{2} = 200 \text{ мм}^2,$$

Согласно рекомендации [4], принимаем 4 прохода ($F_1=20 \text{ мм}^2$; $F_2=40 \text{ мм}^2$; $F_3=60 \text{ мм}^2$; $F_4=80 \text{ мм}^2$)

Силу сварочного тока $I_{св}$ рассчитаем по формуле (5):

$$I_{св} = \frac{3,14 \cdot 2^2}{4} \cdot 100 = 314 \text{ А},$$

принимаем $I_{св} = 315 \text{ А}$.

Определяем оптимальное напряжение дуги (6):

$$U_o = 17 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{2}} \cdot 315 \pm 1 = 28 \pm 1 \text{ В},$$

принимаем напряжение, согласно рекомендации [4], $U_o = 28 \text{ В}$.

Определим коэффициент формы провара (7):

$$\psi_{np} = 0,92 \cdot (19 - 0,01 \cdot 315) \cdot \frac{2 \cdot 28}{315} = 2,6.$$

Для механизированной сварки значения Ψ_{np} должны составлять 0,8...4,0, в нашем случае, значение коэффициента находится в данном интервале, следовательно, режимы подобраны верно.

Подставляем значение плотности тока j в формулу (10):

$$\psi_n = -4,72 + 17,6 \cdot 10^{-2} \cdot 100 - 4,48 \cdot 10^{-4} \cdot 100^2 = 8,4 \text{ \%}.$$

Для того чтобы определить коэффициент наплавки нам необходимо рассчитать коэффициент расплавления α_p по формуле (11):

$$\alpha_p = 9,05 + 3,1 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{315} \cdot \frac{1,5}{0,2^2} = 11,1 \text{ } \frac{\text{г}}{\text{А} \cdot \text{ч}},$$

величину вылета электрода l принимаем 1,5 см, согласно рекомендации [4].

Тогда коэффициента наплавки α_n согласно формуле (9):

$$\alpha_n = 11,1 \cdot (1 - 0,084) = 10,2 \text{ } \frac{\text{г}}{\text{А} \cdot \text{ч}}.$$

Скорость сварки по формуле (8) получаем:

для первого прохода:

$$V_{св} = \frac{10,2 \cdot 315}{3600 \cdot 7,8 \cdot 0,2} \approx 0,57 \text{ см/с} = 20,5 \text{ м/ч},$$

для второго прохода:

$$V_{св} = \frac{10,2 \cdot 315}{3600 \cdot 7,8 \cdot 0,4} \approx 0,29 \text{ см/с} = 10,2 \text{ м/ч},$$

для третьего прохода:

$$V_{св} = \frac{10,2 \cdot 315}{3600 \cdot 7,8 \cdot 0,6} \approx 0,2 \text{ см/с} = 7,2 \text{ м/ч},$$

для четвертого прохода:

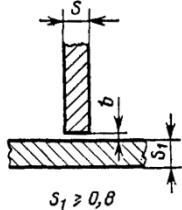
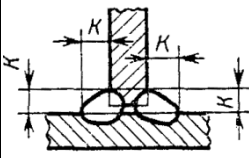
$$V_{св} = \frac{10,2 \cdot 315}{3600 \cdot 7,8 \cdot 0,8} \approx 0,14 \text{ см/с} = 5,1 \text{ м/ч}.$$

Определяем скорость подачи электродной проволоки по формуле (12):

$$V_{пл} = \frac{11,1 \cdot 315}{3600 \cdot 7,8 \cdot 3,14 \cdot 10^{-2}} \approx 4 \text{ см/с} = 143 \text{ м/ч},$$

Тавровое соединение ТЗ ГОСТ 14771-76 для толщины 20 и 15 мм.

Таблица 11 – Конструктивные элементы сварного соединения по ГОСТ 14771-76

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	К	s	b	
	подготовленных кромок свариваемых деталей	шва сварного соединения				Номин.	Пред. откл.
ТЗ			УП	15	15	0	+ 1,5

Согласно пособию к СНиП II-23-81 [18], размер катета необходимо принимать на этапе проектирования конструкции. В нашем случае при использовании ручной дуговой сварки использовался катет 15 мм, по наименьшей толщине металла.

Зная катет шва определяют площадь поперечного сечения наплавленного металла по формуле (4):

$$F_n = \frac{15^2}{2} = 113 \text{ мм}^2.$$

Согласно рекомендации [4], принимаем 3 прохода ($F_1=20 \text{ мм}^2$; $F_2=40 \text{ мм}^2$; $F_3=53 \text{ мм}^2$)

Силу сварочного тока $I_{св}$ рассчитаем по формуле (5):

$$I_{св} = \frac{3,14 \cdot 2^2}{4} \cdot 100 = 314 \text{ А},$$

принимаем $I_{св} = 315 \text{ А}$.

Определяем оптимальное напряжение дуги (6):

$$U_o = 17 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{2}} \cdot 315 \pm 1 = 28 \pm 1 \text{ В},$$

принимаем напряжение, согласно рекомендации [4], $U_o = 28 \text{ В}$.

Определим коэффициент формы провара (7):

$$\psi_{np} = 0,92 \cdot (19 - 0,01 \cdot 315) \cdot \frac{2 \cdot 28}{315} = 2,6.$$

Для механизированной сварки значения Ψ_{np} должны составлять 0,8...4,0, в нашем случае, значение коэффициента находится в данном интервале, следовательно, режимы подобраны верно.

Подставляем значение плотности тока j в формулу (10):

$$\psi_n = -4,72 + 17,6 \cdot 10^{-2} \cdot 100 - 4,48 \cdot 10^{-4} \cdot 100^2 = 8,4 \text{ \%}.$$

Для того чтобы определить коэффициент наплавки нам необходимо рассчитать коэффициент расплавления α_p по формуле (11):

$$\alpha_p = 9,05 + 3,1 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{315} \cdot \frac{1,5}{0,2^2} = 11,1 \text{ } \frac{\text{г}}{\text{А} \cdot \text{ч}},$$

величину вылета электрода l принимаем 1,5 см, согласно рекомендации [4].

Тогда коэффициента наплавки α_n согласно формуле (9):

$$\alpha_n = 11,1 \cdot (1 - 0,084) = 10,2 \text{ } \frac{\text{г}}{\text{А} \cdot \text{ч}}.$$

Скорость сварки по формуле (8) получаем:

для первого прохода:

$$V_{св} = \frac{10,2 \cdot 315}{3600 \cdot 7,8 \cdot 0,2} \approx 0,57 \text{ см/с} = 20,5 \text{ м/ч},$$

для второго прохода:

$$V_{св} = \frac{10,2 \cdot 315}{3600 \cdot 7,8 \cdot 0,4} \approx 0,29 \text{ см/с} = 10,2 \text{ м/ч},$$

для третьего прохода:

$$V_{св} = \frac{10,2 \cdot 315}{3600 \cdot 7,8 \cdot 0,53} \approx 0,22 \text{ см/с} = 7,8 \text{ м/ч}.$$

Определяем скорость подачи электродной проволоки по формуле (12):

$$V_{пл} = \frac{11,1 \cdot 315}{3600 \cdot 7,8 \cdot 3,14 \cdot 10^{-2}} \approx 4 \text{ см/с} = 143 \text{ м/ч}.$$

4.4 Выбор оборудования для сварки

При дуговой сварке в среде углекислого газа сварочная дуга имеет возрастающую вольт - амперную характеристику. Для обеспечения стабильности процесса и устойчивости работы энергетической системы источник питания – дуга – ванна требуется источник питания дуги с жесткой

или плогопадающей внешней вольт - амперной характеристикой.

Для сварки балки выбираем полуавтомат EWM TAURUS 401 SYNERGIC S MM FDW 090-005346-00502.

Полуавтомат с плавной регулировкой EWM TAURUS 401 широко используется в заводских цехах, на строительных площадках и на производстве для создания качественного неразъемного соединения различных деталей и заготовок из алюминия, сталей и различных хромоникелевых сплавов. Аппарат оснащен системой Synergic S, позволяющей настраивать все возможные параметры сварки, а также программировать сварочные задания. Для эффективного охлаждения предусмотрена водяная система (центробежный насос, пневматический выключатель и бак на 12 литров). Технология MultiMax обеспечивает не только экономное потребление электрической энергии и материалов, но и максимальное снижение выброса вредных веществ в окружающую среду. Устройство работает от трехфазной электрической сети напряжением 380 В и частотой 50 Гц или от автономного источника питания мощностью 25 кВт.

Таблица 12 – Технические характеристики полуавтомата EWM TAURUS 401

Мах ток, А	400
Номинальное напряжение на входе, В	380
Напряжение холостого хода, В	80
ПВ на максимальном токе, %	100
Степень защиты	IP23
Скорость подачи электродной проволоки, м/ч	30-1500
Мах мощность, кВт	17.5
Min ток, А	5
Диаметр электр/провол, мм	1.6; 2
Допустимое отклонение напряжения, %	от -25 до +20
Габариты, мм	1100x455x1000
Вес, кг	118
Цена, руб	365 000

4.5 Контроль качества сварных соединений

4.5.1 Визуальный и измерительный контроль

При изготовлении связующей балки систематический контроль качества необходим для обеспечения их надежности и безопасности в эксплуатации.

В процессе сварки необходимо осуществлять предварительный и пооперационный контроль, а также контроль качества готового изделия. Предварительный контроль включает проверку сборочно-сварочных приспособлений, качество основного и сварочного материалов.

При пооперационном контроле необходимо проверять качество сборки под сварку и соблюдение технологии сварки, то есть соответствие сварочных материалов стандартам, техническим условиям, соблюдения режимов сварки. Контроль готовых изделий выполняется следующими методами: внешним осмотром; ультразвуковой дефектоскопией; механическими испытаниями. Внешним осмотром выявляются наружные дефекты. При обнаружении в швах дефектов (пор, трещин, непроваров и т. п.), дефектные места обрабатываются абразивным инструментом до здорового металла и после зачистки подвариваются.

Визуальному контролю подвергаются все законченные сварные соединения.

Перед визуальным контролем сварные швы и прилегающая к ним поверхность основного металла шириной не менее 20 мм (по обе стороны шва) должны быть очищены от шлака, брызг расплавленного металла, окалины и других загрязнений.

Визуальный контроль производится невооруженным глазом или с помощью лупы 4–7 кратного увеличения для участков, требующих уточнения характеристик обнаруженных дефектов, с применением, при необходимости, переносного источника света.

Недопустимыми дефектами, выявленными при визуальном контроле

сварных соединений, являются:

- трещины всех видов и направлений;
- непровары (несплавления) между основным металлом и швом, а также между валиками шва;
- наплывы (натеки) и брызги металла;
- незаваренные кратеры;
- свищи;
- прожоги;
- скопления и включения пор.

Нормы на допустимые дефекты приведены в таблице 13.

Таблица 13 – Нормы допустимых поверхностных дефектов, выявляемых при визуальном контроле сварных соединений в соответствии с РД 03-606-03
Инструкция по визуальному и измерительному контролю

Дефект	Допустимый максимальный размер дефекта, мм	Допустимое число дефектов на любые 100 мм шва
Западания (углубления) между валиками и чешуйчатость поверхности шва	1,2	Не ограничивается
Одиночные включения	0,7	4
Подрезы основного металла	0,2**	–
Отклонения от прямолинейности сварных стыков труб	Просвет между линейкой и трубой на расстоянии 200 мм от стыка не должен быть более 3 мм	

Выявленные при визуальном и измерительном контроле дефекты, которые могут быть исправлены (удалены) без последующей заварки выборок, должны быть исправлены до проведения контроля другими методами.

Измерительный контроль сварных соединений (определении размеров швов, смещения кромок, перелом осей, углублений между валиками, чешуйчатости поверхности швов и др.) следует выполнять в местах, где допустимость этих показателей вызывает сомнения при визуальном контроле, если в ПТД нет других указаний. Размеры и форма шва

проверяются с помощью шаблонов, размеры дефекта с помощью мерительных инструментов.

Контроль проводится после зачистки поверхности. Результаты контроля считаются удовлетворительными, если не обнаружены трещины, незаваренные прожоги и кратеры, скопления, поверхностные поры (включения), превышающие нормы таблицы 13, и другие дефекты, свидетельствующие о нарушении режима сварки или о недоброкачественности сварочных материалов. При обнаружении недопустимых дефектов вопрос о продолжении сварки или способе исправления дефектов должен решать руководитель сварочных работ.

4.5.2 Ультразвуковой контроль

Ультразвуковая дефектоскопия предназначена для выявления внутренних дефектов. Метод ультразвукового контроля основан на исследовании процесса распространения упругих колебаний в контролируемых изделиях.

Ультразвуковой контроль сварных соединений проводится по ГОСТ 14782-86 «Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые» и позволяет осуществлять ультразвуковую диагностику качества сварных соединений, выявлять и документировать участки повышенного содержания дефектов, классифицируя их по типам и размерам. Для разных типов сварных соединений применяются соответствующие методики ультразвукового контроля. При ультразвуковом контроле сварных соединений применяются эхо-импульсный, теневой или эхо-теневой методы УЗК. Ниже приведены схемы ультразвукового контроля качества тавровых сварных соединений. При ультразвуковом контроле сварного соединения сканирование выполняют продольным и поперечным перемещением излучателя при постоянном или изменяющемся угле ввода луча. Способ ультразвукового контроля сварного соединения устанавливается в технической документации.

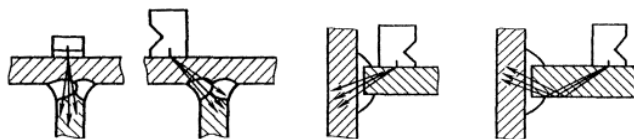


Рисунок 4 - Схемы ультразвукового контроля качества тавровых сварных соединений

Контроль может осуществляться в ручном, механизированном или автоматизированном вариантах.

Поверхность сварного соединения, подлежащего ультразвуковому контролю, должна быть с обеих сторон шва очищена от брызг металла, шлака, окалины, грязи, льда и снега.

Подготовленные для контроля поверхности непосредственно перед прозвучиванием необходимо тщательно протереть ветошью и покрыть слоем контактной смазки. В качестве смазки в зависимости от температуры окружающей среды применяют:

- при температурах выше плюс 25 °С - солидол, технический вазелин;
- при температурах от минус 25 до плюс 25 °С - моторные и дизельные масла различных марок, трансформаторное масло и т.п.;
- при температурах ниже минус 25 °С - моторные и дизельные масла, разбавленные до необходимой консистенции дизельным топливом.

Дефекты сварных соединений по результатам ультразвукового контроля относят к одному из следующих видов:

- непротяженные (одиночные поры, компактные шлаковые включения);
- протяженные (трещины, непровары, несплавления, удлиненные шлаки);
- цепочки и скопления (цепочки и скопления пор и шлака).

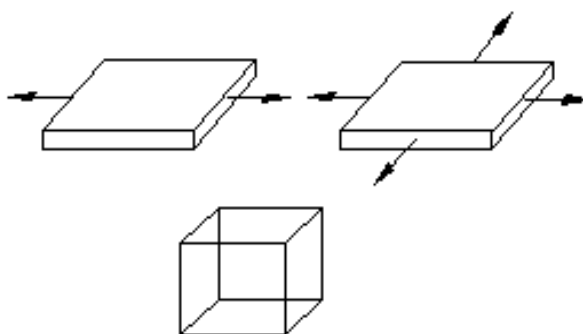
Результаты ультразвукового контроля оформляют в виде заключения установленной формы. К заключению должна быть приложена схема проконтролированного соединения с указанием на ней мест расположения выявленных дефектов.

4.6 Сварочные напряжения и деформации и методы борьбы с ними

В результате местного нагрева металла, обусловленного воздействием концентрированного источника теплоты, в сварной конструкции возникают временные и остаточные напряжения. Временные сварочные напряжения наблюдаются только в определенный момент сварки в процессе изменения температуры. Напряжения, существующие после окончания сварки конструкции и полного ее остывания, называют остаточными сварочными напряжениями. Они возникают в результате затруднений расширения и сжатия металла при его нагреве и остывании.

Затрудненность расширения и сжатия металла обусловлена тем, что нагретый участок со всех сторон окружен холодным металлом, размеры которого не претерпевают никаких изменений. Реактивные остаточные напряжения возникают в связи с дополнительным закреплением свариваемых деталей, также препятствующим нормальному протеканию процессов расширения и сжатия. Структурные напряжения возникают в конструкции вследствие структурных превращений участков металла околошовной зоны, нагретых в процессе сварки до температуры выше критических точек.

В зависимости от пространственного расположения и взаимодействия различают сварочные напряжения: линейные или одноосные, действующие только по одной оси в одном направлении (рисунок 5, а), плоские или двухосные, действующих в двух направлениях (рисунок 5, б) и объемные или трехосные, действующие в трех направлениях (рисунок 5, в).



а - линейные; б - плоскостные; в - объемные сварочные

Рисунок 5 - Различные виды напряженного состояния напряжения

По направлению действия различаются продольные и расположенные поперек оси шва линейные сварочные напряжения (рисунок 6).

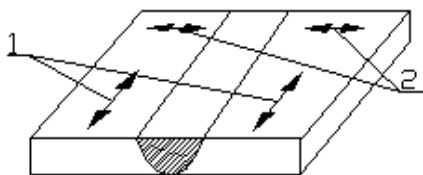


Рисунок 6 – Продольные (1) и поперечные (2) напряжения в сварном соединении

Возникающие при сварке деформации разделяют на временные, существующие только во времени сварки конструкции, и остаточные, остающиеся после завершения сварки и остывания конструкции. Важное значение для практики имеют остаточные сварочные деформации. В зависимости от характера и формы, размеров свариваемых деталей различают деформацию в плоскости и деформацию из плоскости соединяемых элементов. Величина и характер остаточных деформаций в значительной степени определяют толщиной и свойствами основного металла, режимом сварки, последовательностью наложения швов, конструктивными формами свариваемых деталей и формой шва. Существенное влияние на величину деформации оказывает значение коэффициента линейного расширения металла. При повышении коэффициента линейного расширения величина остаточных деформаций увеличивается. Изменение размеров и формы сварной конструкции в некоторых случаях снижает ее работоспособность и портит ее внешний вид. Если остаточные деформации достигают заметной величины, они могут привести к неисправимому браку. При разработке, технологии сборки и сварки конструкции из данных сталей следует учитывать необходимость снижения остаточных деформаций до величины, при которой они не отражаются на работоспособности и внешнем виде конструкции и не затрудняют сварку отдельных элементов. Для полного снятия напряжений сварное соединение подвергают термообработке.

Термопластический метод снятия напряжений. Метод основан на создании пластических деформаций в зоне шва, что осуществляется путем нагрева смежных со швом участков основного металла. При этом достигается тот же эффект, что и при растяжении внешними силами. Снятие напряжений достигается только при тщательной регулировке источника нагрева и определенной скорости перемещения его вдоль шва. Сварочные напряжения могут быть сняты почти полностью, если в шве и около шовной зоне создать дополнительные пластические деформации. Это достигается проковкой швов. Проковку производят в процессе остывания металла при температурах 450°C и выше либо от 150°C и ниже. В интервале температур $400-200^{\circ}\text{C}$ в связи с пониженной пластичностью металла при ее проковке возможно образование надрывов. Удары наносят вручную молотком массой 0,6-1,2 кг с закругленным бойком или пневматическим молотком с небольшим усилием. Этот прием применяют для снятия напряжений при заварке трещин и замыкающих швов в жестких конструкциях. Проковка сварного соединения также способствует повышению усталостной прочности конструкции.

Устранение деформации путем термической правки. При термической правке нагрев производят газокислородным пламенем либо электрической дугой неплавящимся электродом. Температура нагрева деформированного участка при термической правке составляет $750-850^{\circ}\text{C}$. Нагретый участок стремится расшириться, однако окружающий его холодный металл ограничивает возможность расширения, в результате чего возникают пластические деформации сжатия. После охлаждения линейные размеры нагретого участка уменьшаются, что приводит к уменьшению или полному устранению деформаций.

В данном разделе выполняется технико-экономическое обоснование принимаемых инженерных решений. К таким решениям относится обоснование выбора рационального процесса сварки изделия из двух сравниваемых вариантов: ручная дуговая сварка покрытыми электродами и механизированная сварка в среде защитных газов сплошной проволокой.

5.1 Исходные данные для проведения сравнительного анализа

Основные параметры сварных швов, а так же общая протяженность швов балки определялись по рисунку 7.

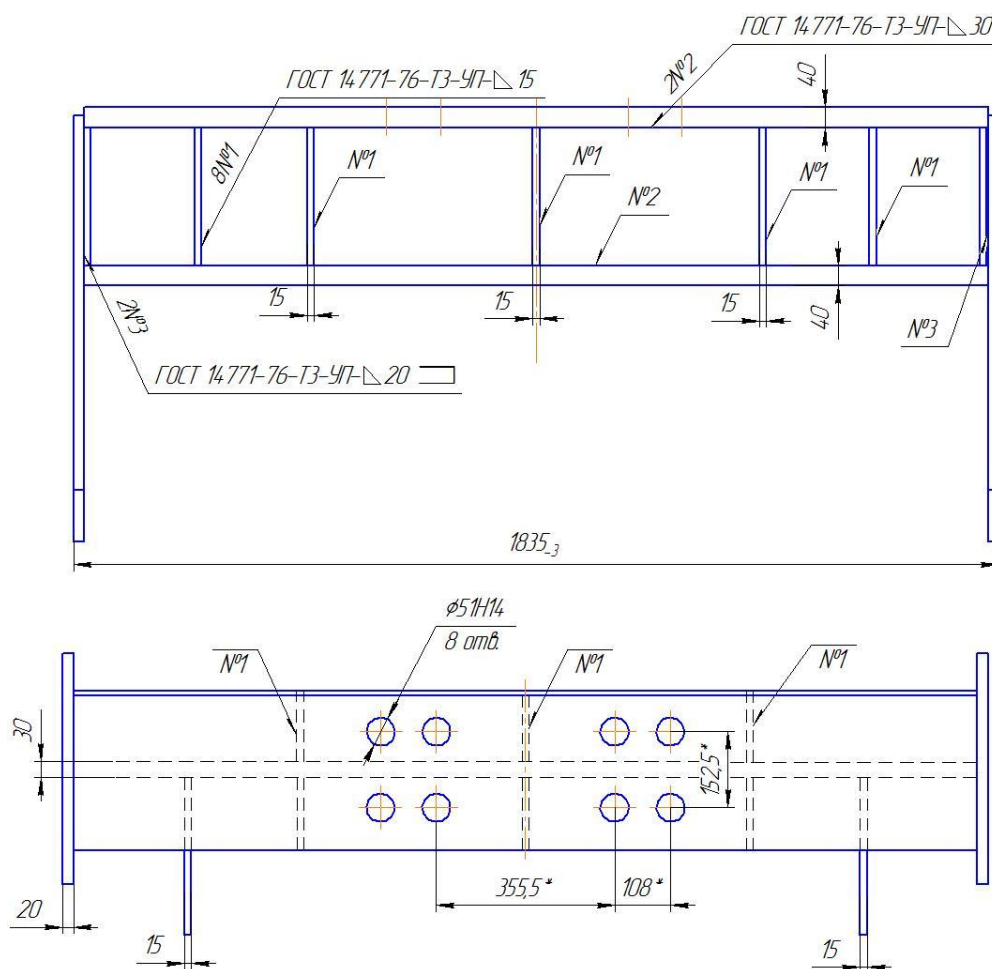


Рисунок 7 - Общий вид связующей балки

Общая протяженность всех швов для каждого типа соединения представлена в таблице 14.

Таблица 14 – Типы соединений и протяженность швов для каждого способа сварки

№	Тип соединения	$F_n, \text{мм}^2$	Длина шва, м
1	T3- \triangle 15 - ГОСТ 5264-80	135	9,1
2	T3- \triangle 20 - ГОСТ 5264-80	240	2,3
3	T3- \triangle 30 - ГОСТ 5264-80	540	7,4
4	T3- \triangle 15 - ГОСТ 14771-76	113	9,1
5	T3- \triangle 30 - ГОСТ 14771-76	200	2,3
6	T3- \triangle 40 - ГОСТ 14771-76	450	7,4

5.2 Достоинства и недостатки сравниваемых процессов производства

Для наглядности приведем достоинства и недостатки рассматриваемых способов сварки. (таблица 15)

Таблица 15 - Достоинства и недостатки двух способов сварки

Ручная дуговая сварка покрытым электродом	Сварка в среде защитных газов проволокой сплошного сечения
<p>Преимущества способа:</p> <ul style="list-style-type: none"> – простота процесса и оборудования; – возможность сварки в труднодоступных местах и на монтаже; – большой спектр свариваемых материалов; – спектр свариваемых толщин от 2 мм. 	<p>Преимуществами сварки в защитных газах являются:</p> <ul style="list-style-type: none"> - высокая производительность (приблизительно в 2,5 раза выше, чем при ручной дуговой сварке покрытыми электродами); - простота механизации и автоматизации; - возможность сварки в различных пространственных положениях; - малая зона термического влияния и относительно небольшие деформации изделий в связи с высокой степенью концентрации дуги; - высокое качество защиты, отсутствие необходимости применения зачистки швов при многослойной сварке; - доступность наблюдения за процессом сварки; возможность сварки металла различной толщины (от десятых долей миллиметра до десятков миллиметров).
<p>Недостатки способа:</p> <ul style="list-style-type: none"> – не высокая производительность; – большие расходы материалов на 	<p>Недостатками способа:</p> <ul style="list-style-type: none"> - открытая дуга, что повышает опасность поражения зрения

огарки и разбрызгивание; – самый тяжёлый способ по технике исполнения; – многофакторность качества.	световым излучением, - необходимость защиты зоны сварки от сквозняков (при струйной защите), что затрудняет применение этого вида сварки в монтажных условиях на открытом воздухе.
---	---

5.3 Сварочные материалы

В качестве сварочных материалов используются электроды для ручной дуговой сварки, а для сварки в среде защитных газов: сварочную проволоку и защитный газ. Выбор марок осуществлялся в п.3.1 и 3.2. Приведем сводную таблицу материалов и их стоимости (таблица 16). Цены взяты по состоянию на 2016г., на сайтах компаний производителей.

Таблица 16 – Сварочные материалы

	Ручная дуговая покрытыми электродами	Механизированная в защитном газе	Цена, руб/кг (руб/л)
Электроды	ОК 46.00	-	135
Сварочная проволока	-	Св-08Г2С	80,5
Защитный газ	-	Углекислый газ, высший сорт	0,033

5.4 Режимы сварки

Режимы ручной дуговой сварки и сварки в среде защитных газов были посчитаны в разделе п.4.2 и п.4.3. Основные режимы сварки приведены в таблице 17.

Таблица 17 –Режимы РД сварки для используемых типов соединений

№	Тип соединения	$F_n, \text{мм}^2$	Катет, мм	Режимы сварки			
				$I_{св}, \text{А}$	$U_{\partial}, \text{В}$	$V_{св}, \text{м/ч}$	$\alpha_n, \text{г/А*ч}$
1	T3- \triangle 30 - ГОСТ 5264-80	135	30	200	28	7,2	9,5
2	T3- \triangle 20 - ГОСТ 5264-80	240	20	200	28	7,2	9,5
3	T3- \triangle 15 - ГОСТ 5264-80	540	15	200	28	7,2	9,5

Таблица 18 –Режимы механизированной сварки в углекислом газе для используемых типов соединений

№	Тип соединения	F_n , мм ²	Катет, мм	Режимы сварки				
				$I_{св}$, А	U_o , В	$V_{св}$, м/ч	$V_{нп}$, м/ч	α_n , г/Ач
1	T3- \triangle 30 - ГОСТ 14771-76	450	30	315	28	14 8 6 4	143	10,2
2	T3- \triangle 20 - ГОСТ 14771-76	200	20	315	28	20,5 10,2 7,2 5,1	143	10,2
3	T3- \triangle 15 - ГОСТ 14771-76	113	15	315	28	29,5 10,2 7,8	143	10,2

5.5 Обоснование выбора оборудования и приспособлений

Выбор оборудования для ручной дуговой сварки и сварки в защитных газах производился в п.5.1 и 5.2. Перечень необходимого оборудования для каждого способа сварки представлен в таблице 19 и 20.

Таблица 19 – Оборудование, используемое для ручной дуговой сварки

Наименование	Кол-во	Цена, руб
Сварочный аппарат Сварог ARC 315 (R14)	1	35060
Клемма заземления КЗ–31, 315А	1	150
Маска электросварочная (с наголовником) стеклопластиковая отечественная	1	500
Электрододержатель 400А (ЭД–40М)	1	200
Кабель КГ–50 5м	1	850
Итого		36760

Таблица 20 – Оборудование сварки в среде защитных газов

Наименование	Кол-во	Цена, руб
Сварочный полуавтомат EWM TAURUS 401	1	365000
Сварочная горелка	1	3700

Маска электросварочная (с наголовником) стеклопластиковая отечественная	1	500
Кабель силовой КГ-200	1	3000
Баллон с углекислым газом	1	9000
Рукав резиновый диаметром 9,0 мм (3 кл.)	1	600
Регулятор расхода газа У-30П-2(с подогревателем)	1	1200
Итого		383000

5.6 Определение норм времени на сварку

Для дуговой сварки в условиях серийного производства норма времени рассчитывается по формуле:

$$T_{шк} = [(t_o + t_{ви}) \times l + t_{в.и.}] \times K_{об} + \frac{t_{пз}}{n}, \quad (41)$$

где $t_{шк}$ - норма штучно-калькуляционного времени, мин/изделие;

t_o - основное время на сварку одного погонного метра шва, мин/м;

$t_{ви}$ - вспомогательное время, зависящее от длины шва, в расчете на погонный метр, мин/м;

l - протяженность сварочного шва данного типоразмера, м;

$t_{в.и.}$ - вспомогательное время, зависящее от свариваемого изделия и типа сварочного оборудования, мин/изделие;

$K_{об}$ - коэффициент, учитывающий время обслуживания рабочего места и время на отдых и личные надобности (на автоматическую сварку – 1,15; на полуавтоматическую – 1,12; на ручную – 1,10);

$t_{пз}$ - подготовительно-заключительное время, мин/партия;

n - размер партии свариваемых изделий.

Техническое нормирование производится в целях установления необходимых затрат времени на выполнение заданной работы в определенных организационно-технических условиях при полном и

эффективном использовании средств в производстве и с учетом опыта передовых рабочих.

Нормирование ручной дуговой сварки и автоматической сварки в среде углекислого газа проводим по методике, изложенной в [9,10].

Рассчитаем основное время для каждого типа соединения:

Таблица 21 - Определение основного времени на сварку

Исходные данные и расчетная формула	Сравниваемые способы		Изменения затрат
	Ручная дуговая покрытыми электродами	Механизированная в защитном газе	
Скорость сварки (средняя), м/ч			
Тавровое Δ15	7,2	12,8	-
Тавровое Δ20	7,2	10,8	
Тавровое Δ30	7,2	6,7	
Расчетная формула основного времени, м/мин $t_0 = \sum \frac{60}{V_{св}}$	$t_{01} = \frac{60}{7,2} = 8,3$ $t_{02} = \frac{60}{7,2} = 8,3$ $t_{03} = \frac{60}{7,2} = 8,3$	$t_{01} = \frac{60}{12,8} = 4,7$ $t_{02} = \frac{60}{10,8} = 5,6$ $t_{03} = \frac{60}{6,7} = 9$	-

Таблица 22 - Вспомогательное время, связанное со сваркой шва

	Ручная дуговая покрытыми электродами	Механизированная в защитном газе	Изменение мин/пог.м
Элементы работы	Время на 1м/мин	Время на 1м/мин	
Зачистка свариваемых кромок от налета и ржавчины перед сваркой	0,3	0,3	-
Зачистка сварного шва от окисных пленок	-	0,3	-
Зачистка околошовной зоны от брызг наплавленного металла	0,7	0,4	-
Осмотр и промер шва	0,37	0,3	-
Смена электродов	0,25	-	-

Продолжении таблицы 22

Удаление остатка проволоки из головки полуавтомата. Смена кассет. Подача проволоки в головку автомата	-	0,1	-
Подтягивание проводов	-	0,25	-
Зачистка шва от шлака после выполнения каждого прохода	0,6	-	-
Возврат сварщика в исходное положение	-	0,15	-
Откусывание огарков проволоки	-	0,1	-
Итого	2,2	1,9	+0,3

Таблица 23 - Вспомогательное время, связанное с изделием и работой оборудования

	Ручная дуговая покрытыми электродами	Механизированная в защитном газе	Изменение мин
Элементы работы	Время, мин	Время, мин	
Установка полуавтомата в начале шва, возврат, отключение	-	2,7	-
Установка, снятие и транспортировка изделия	4	4	-
Закрепление, открепление	-	0,5	-
Перемещения сварщика в исходное положение	0,2	-	-
Клеймение шва	0,21	0,21	-
Итого	4,41	7,41	-3

Таблица 24 - Подготовительно-заключительное время, связанное с наладкой и переналадкой оборудования

	Ручная дуговая покрытыми электродами	Механизированная в защитном газе	Изменение мин
Элементы работы	Время, мин	Время, мин	
Получение производственного задания, документации, указаний и инструктажа мастера, получение инструмента	4	4	-
Ознакомление с работой	2	3	-
Подготовка к работе баллона с газом, подключение (отключение) и продувка шлангов	-	4	-
Установка, настройка и проверка режимов сварки	3	3	-
Подготовка рабочего места и приспособлений к работе	2	4	-
Сдача работы	2	2	-
Итого	13	20	-7

Таблица 25 - Штучное время

	Ручная дуговая покрытыми электродами	Механизированная в защитном газе	Измене -ние мин
Элементы работы	Время, мин	Время, мин	
t_0 – основное время на сварку, мин/м	24,9	19,3	-
$t_{в.ш.}$ – вспомогательное время, связанное со свариваемым швом на 1 пог.м шва в мин	2,22	1,9	-
l – общая длина швов	$l_1 = 9,1; l_2 = 2,3; l_3 = 7,3.$		-
$t_{в.и.}$ – вспомогательное время, связанное с изделием и работой оборудования	4,41	7,41	-
$K_{об}$ – коэффициент, учитывающий затраты времени на обслуживание рабочего места, отдых и естественные потребности	1,1	1,12	-
Расчетная формула $T_{шт} = [(t_0 + t_{вш}) \times l + t_{ви}] \times K_{об}$	$t_{штI} = [(24,9 + 2,22) \times 18,7 + 4,41] \times 1,1 = 562$	$t_{штII} = [(19,3 + 1,9) \times 18,7 + 7,41] \times 1,12 = 452$	

Таблица 26 - Количество смен, необходимое для производства одного изделия

	Ручная дуговая покрытыми электродами	Механизированная в защитном газе	Изменение
$T_{см}$ – продолжительность одной рабочей смены	8	8	-
$T_{шт}$ – штучное время	562	452	-
Расчетная формула: $n = \frac{T_{см} \times 60}{T_{шт}}$	$n = \frac{8 \times 60}{562} \approx 0,8$	$n = \frac{8 \times 60}{452} \approx 1,1$	0

Таблица 27 - Штучно-калькуляционное время

	Ручная дуговая покрытыми электродами	Механизированная в защитном газе	Изменение
$T_{шт}$ – штучное время	562	452	-
$t_{п.з.}$ – подготовительно заключительное время	13	20	-
n – размер партии	0,8	1,1	-
Расчетная формула $T_{шк} = T_{шт} + \frac{t_{п.з.}}{n}$	$T_{шк} = 562 + \frac{13}{0,8} = 578$	$T_{шк} = 452 + \frac{20}{1,1} = 470$	-2

Изменение произошло из-за штучного времени и размера партии.

Таблица 28 – Масса наплавленного металла шва

	Ручная дуговая покрытыми электродами	Механизированная в защитном газе	Измене ние
F – площадь наплавленного металла, мм ² Тавровое $\Delta 15$ Тавровое $\Delta 20$ Тавровое $\Delta 30$	135 240 540	113 200 450	-
l – длинна шва, м	$l_1 = 9,1; l_2 = 2,3; l_3 = 7,3.$		-
γ – плотность наплавляемого металла	7,8	7,8	-
Расчетная формула, г $G_n = F \times l \times \gamma$	$G_{н1} = 91,5 \times 18,7 \times 7,8 = 13,3$	$G_{н1} = 76,3 \times 18,7 \times 7,8 = 11,1$	-

5.7 Экономическая оценка сравниваемых способов сварки

Рассматривается возможность изготовления сварного изделия с использованием альтернативных способов и средств сварки, которыми располагает предприятие и когда необходимо выбрать лучший процесс. В подобной ситуации выбор лучшего решения должен осуществляться на основе текущих затрат.

При их определении во внимание следует принимать лишь релевантные затраты, то есть такие, которые будут различаться в сравниваемых вариантах и которые могут повлиять на выбор лучшего варианта. Очевидно при сравнении РДС и сварки в защитном газе нет необходимости учитывать затраты на основной материал, из которого изготавливается сварная конструкция, поскольку анализируемые процессы практически не оказывают заметного влияния на расход основного материала.

Различные затраты на сварку нашего изделия C (руб./изд.·опер) определяются по формуле

$$C = C_{см} + C_{оз} + C_{дз} + C_{сц} + C_{эл} + C_p, \quad (42)$$

где $C_{см}$ – затраты на сварочные материалы, руб ;

$C_{оз}$ – основная зарплата, руб ;

$C_{дз}$ – дополнительная зарплата, руб ;

$C_{сц}$ – отчисление на социальные цели, руб ;

$C_{эл}$ – затраты на электроэнергию, руб ;

C_p – затраты на ремонт, руб.

Таблица 29 – Затраты на сварочные материалы

Исходные данные и расчетная формула	Сравниваемые процессы		Изменение затрат руб/изд
	Ручная дуговая покрытыми электродами	Механизированная в защитном газе	
$g_{нм}$ – масса наплавленного металла, кг/изд	13,3	11,1	-

Продолжение таблицы 29

k_n - коэффициент, учитывающий отношение веса проволоки к весу наплавленного металла	1,6	1,08	-
Ц _{см} – цена электродов, руб/кг сварочной проволоки, руб/кг	135	80,5	-
Расчетная формула $C_{см} = g_{нм} \times k_n \times Ц_{см}$	$C_{см} = 13,3 \times 135 \times 1,6 = 2872$	$C_{см} = 11,1 \times 80,5 \times 1,08 = 965$	+98

Таблица 30 – Затраты на защитный газ

Исходные данные и расчетная формула	Сравниваемые процессы		Изменение затрат руб/изд
	Ручная дуговая покрытыми электродами	Механизированная в защитном газе	
$g_{газ}$ - норма расхода газа, л/мин	-	10	-
t_0 - основное время на сварку, мин/м	-	19,3	-
l - длина сварного шва, м/издел	-	$l_1 = 9,1; l_2 = 2,3; l_3 = 7,3.$	-
$Ц_{газ}$ - цена за единицу газа руб/л	-	0,033	-
Расчетная формула $C_{газ} = \sum_{x=1}^8 (Ц_{газ} \times g_{газ} \times (t_{0x} \times l_x))$, руб / изд	-	119	-119

Таблица 31 – Затраты на заработанную плату рабочих

Исходные данные и расчетная формула	Сравниваемые процессы		Изменение затрат руб/изд
	Ручная дуговая покрытыми электродами	Механизированная в защитном газе	
Смз - среднемесячная заработная плата рабочих соответствующих профессий	30000	30000	-
F_{MP} - месячный фонд времени работы рабочих, часы/месяц	172	172	-
$t_{шк}$ - калькуляционное время на выполнение операции мин/изд	578	470	-
Расчетная формула $C_з = \frac{C_{мз} \times t_{шк}}{F_{мп} \times 60}$	$C_з = \frac{30000 \times 578}{172 \times 60} = 1688$	$C_з = \frac{30000 \times 470}{172 \times 60} = 1366$	+50

Изменение затрат на заработанную плату рабочих происходит из-за разницы штучно-калькуляционного времени.

Таблица 32 – Отчисления на социальные цели

Исходные данные и расчетная формула	Сравниваемые процессы		Изменение затрат руб/изд
	Ручная дуговая покрытыми электродами	Механизированная в защитном газе	
$K_{отч}$ – процент отчислений на социальные цели от основной и дополнительной заработной платы ($K_{отч}=30\%$)	30%	30%	-
C_3 - затраты на заработанную плату рабочих	1688	1366	-
Расчетная формула $C_{отч} = \frac{k_{отч} \times C_3}{100}$	$C_{отч} = \frac{30 \times 1688}{100} = 506$	$C_{отч} = \frac{30 \times 1366}{100} = 410$	+15

Таблица 33 - Затраты на электроэнергию

Исходные данные и расчетная формула	Сравниваемые процессы		Изменение затрат руб/изд
	Ручная дуговая покрытыми электродами	Механизированная в защитном газе	
U - напряжение, В;	23	23	-
I - сила тока, А;	80	120	-
t_o - основное время сварки, мин/м;	24,9	19,3	-
l - длина сварного шва, м/изд	$l_1 = 9,1; l_2 = 2,3; l_3 = 7,3.$		-
η - коэффициент полезного действия источника питания	0,8	0,85	-
$\Pi_{эл}$ - стоимость 1кВт/ч электроэнергии, руб	3,5	3,5	-
Расчетная формула $C_{эм} = \sum_{x=1}^8 \left(\frac{\Pi_{эл}}{\eta \times 60} \times (U_x \times I_x \times t_{0_x} \times l_x) \right)$	62	68	-6

Таблица 34 - Затраты на амортизацию оборудования

Исходные данные и расчетная формула	Сравниваемые процессы		Изменение затрат руб/год
	Ручная дуговая покрытыми электродами	Механизированная в защитном газе	
C_j - цена оборудования соответствующего вида	36760	383000	-
$T_{\text{ПИ}}$ - срок полезного использования оборудования (для сварочного оборудования 5 лет)	5	5	-
Расчетная формула $C_a = \frac{\sum_{j=1}^n C_j}{T_{\text{ПИ}}}, \text{ руб/год}$	7352	76600	

Таблица 35 - Затраты на ремонт оборудования

Исходные данные и расчетная формула	Сравниваемые процессы		Изменение затрат руб\изд
	Ручная дуговая покрытыми электродами	Механизированная в защитном газе	
C_j - цена оборудования соответствующего вида	36760	383000	-
$k_{\text{рем}}$ - коэффициент, учитывающий затраты на ремонт ($k_{\text{рем}} \approx 0,2 - 0,3$)	0,25	0,25	-
$t_{\text{шк}}$ - штучно-калькуляционное время на выполнение операции мин/изд	578	470	-
F_{20} - годовой фонд времени работы оборудования, часы $F_{20} \approx 1971$ часов/год	1971	1971	-
k_3 - коэффициент, учитывающий загрузку оборудования	0,8	0,8	-
Расчетная формула $C_p = \frac{\sum_{j=1}^n C_j \times k_{\text{рем}} \times t_{\text{шк}}}{F_{20} \times k_3 \times 60}$	56	475	-419

Таблица 36- Итоговые текущие затраты по сравниваемым вариантам сварки

Наименование	Сравниваемые процессы		Изменение затрат руб\изд
	Ручная дуговая покрытыми электродами	Механизированная в защитном газе	
1. Сварочные материалы			
Электроды	2872	-	+2872
Защитный газ	-	119	-119
Сварочная проволока	-	965	-965
2. Основная зарплата	1688	1366	+322
3. Социальные цели	506	410	+96
5. Электроэнергия	62	68	-6
6. Ремонт	56	475	-419
Итого	5184	3403	+1781

Годовой объем производимой продукции может быть принят равным годовой производительности оборудования по лучшему варианту сварки [11]:

$$Q_G = \frac{F_{ГО} \times k_3 \times 60}{t_{ШК_{ПР}}}, \quad (43)$$

где $t_{ШК_{ПР}}$ – норма времени на сварку по лучшему процессу сварки, мин/изд.

$$Q_G = \frac{1971 \times 0,8 \times 60}{470} \approx 201 \text{ ед.}$$

Годовой экономический эффект от применения сварки в углекислом газе можно рассчитать по формуле:

$$\mathcal{E}_G = Q_G \times \overline{\Delta c} = 201 \times 1781 = 357981 \text{ руб/год} \quad (44)$$

где $\overline{\Delta c}$ – Изменение затрат руб\изд;

Итак, более выгоден второй вариант, то есть сварка в углекислом газе. Этот вариант нам обходится дешевле на 1781 руб/изд и годовой экономический эффект от применения лучшего варианта составляет 357981 руб/год.

5.8 Экономическая оценка эффективности инвестиций

В процессе производства сварной конструкции возникает потребность

в инвестициях (приобретения соответствующего оборудования).

Исходим из того, что ручная дуговая сварка применяется, а предлагается механизированная сварка в углекислом газе.

Необходимо оценить экономическую выгоду данного предложения с учётом полученных инвестиций. Когда возникает ситуация, когда необходимо заменить РДС на механизированную сварку в защитном газе, то появляется необходимость в инвестициях. Экономическая эффективность предлагаемых решений будет сводиться к экономической оценке инвестиций. В соответствии с основами стандарта экономической оценки инвестиций, оценка инвестиций осуществляется путем расчета четырех показателей:

- NPV – чисто текущая стоимость;
- PP – срок окупаемости;
- PI – индекс доходности.

Данный показатель характеризует эффективность инвестиции в абсолютном выражении. Он показывает насколько прирастут доходы предприятия в результате замены существующего процесса на предлагаемый.

Оценку инвестиций в новый процесс следует признать оправданной, если $NPV > 0$.

Количественно показатель NPV может быть установлен по формуле:

$$NPV = \frac{\sum_{t=1}^n (\Delta\Pi_{\text{ч}t} + \Delta C_{a_t})}{\left(1 + \frac{i}{100}\right)^t} - I_0, \quad (45)$$

где n – продолжительность расчетного периода, в течение которого предприятие может воспользоваться результатами функционирования предлагаемого (нового) процесса (в дипломной работе величину n можно принять 5 годам);

$\Delta\Pi_{\text{ч}t}$ – изменение чистой прибыли, получаемой в t -м году, руб/год;

ΔC_{a_t} – изменение амортизационных отчислений в t -м году, руб/год;

I_0 – инвестиции, осуществляемые в начальный момент ($t = 0$);

i – ставка дисконтирования, учитывающая плату за привлечение финансовых ресурсов (в дипломной работе в качестве источника финансирования можно предусмотреть собственные средства предприятия, для которых ставка дисконтирования равна примерно 10%).

Изменение чистой прибыли, получаемой в t -м году, определяется по формуле:

$$\Delta\Pi_{ч_t} = \left(\overline{\Delta C_t} \times Q_{Г_t} - \Delta C_{a_t} \right) \times (1 - Н_{пр}), \quad (46)$$

где $\overline{\Delta C_t}$ – изменение текущих расходов в t -м году, руб/год;

$Q_{Г_t}$ – годовой объем производства продукции, в t -м году;

ΔC_{a_t} – изменение амортизационных отчислений в t -м году, руб/год;

$Н_{пр}$ – ставка налога на прибыль ($Н_{пр} = 24\%$).

Изменение амортизационных отчислений в t -м году представляет собой разность затрат на амортизацию основных средств, занятых по существующему и предлагаемому варианту в соответствующем году

$$\Delta C_{a_t} = C'_{a_t} - C''_{a_t}, \quad (47)$$

где C'_{a_t} и C''_{a_t} – затраты на амортизацию соответственно по существующему и предлагаемому процессами, руб/год.

Поскольку для сварочного оборудования срок полезного использования устанавливается в интервале 5–7 лет, то можно предположить, что по существующему процессу основные средства себя полностью самортизировали, т.е. $C'_{a_t} = 0$.

Затраты на амортизацию оборудования:

$$C_a = 383000 / 5 = 24326 \text{ руб/год.}$$

Расчет чистой текущей стоимости представим в виде таблицы 37.

Таблица 37 – Расчет чистой текущей стоимости

Наименование показателей	Расчетный период, годы					
	0	1	2	3	4	5
1.Коэффициент загрузки	0	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0
2.Годовой объем производства Q_T , ед/год	0	125	150	176	201	251
3.Удельная экономия на текущих издержках $\overline{\Delta C_t}$, руб./ед	0	1781	1781	1781	1781	1781
4.Годовая экономия на текущих издержках, руб/год ($C2 \cdot C3$)	0	222625	267150	313456	357981	447031
5.Амортизация ΔC_a , руб./год	0	76600	76600	76600	76600	76600
6.Изменение годовой прибыли ($C4-C5$), руб/год	0	146025	190550	236856	281381	370431
7.Налог на прибыль (24% от $C6$), руб./год	0	29205	38110	47371,2	56276	74086
8.Изменение чистой прибыли, руб./год ($C6 - C7$)	0	116820	152440	189484	225104	296344
9.Чистый денежный поток от операционной деятельности, руб/год ($C5+C8$)	0	193420	229040	266084	301704	372944
10.Инвестиции, руб.	—	-	-	-	-	-
11.Коэффициент дисконтирования, при $i = 10\%$	1,0	0,909	0,826	0,751	0,683	0,621
12.Дисконтированный денежный поток ($C9 + C10$) $C11$	-383000	175819	189187	199829	206064	231598
13.Накопленный дисконтированный денежный поток	-383000	-207181	-17994	181836	387900	619498

Чистая текущая стоимость равняется:

$$NPV = \left[\frac{175818}{(1+0,1)^1} + \frac{189187}{(1+0,1)^2} + \frac{199829}{(1+0,1)^3} + \frac{206064}{(1+0,1)^4} + \frac{231598}{(1+0,1)^5} \right] - 383000 = 619498 \text{ руб.}$$

Расчет срока окупаемости осуществляем по формуле:

$$n_{ок} = n + (D_n / D_{n+1}), \quad (48)$$

где n – расчетное значение срока окупаемости;

D_n – непокрытая часть накопленного денежного потока в год n ;

D_{n+1} – денежный поток в году $n+1$, направленный на возмещение непокрытой части данного потока.

$$n_{ок} = 2 + (17994 / 199829) = 2,1 \text{ года.}$$

Расчет индекса доходности проведем по формуле:

$$PI = 1 + (NPV / I_0) = (619498 / 383000) + 1 = 2,6$$

Формально проект признается эффективным если $PI > 1.0$, построим график окупаемости.

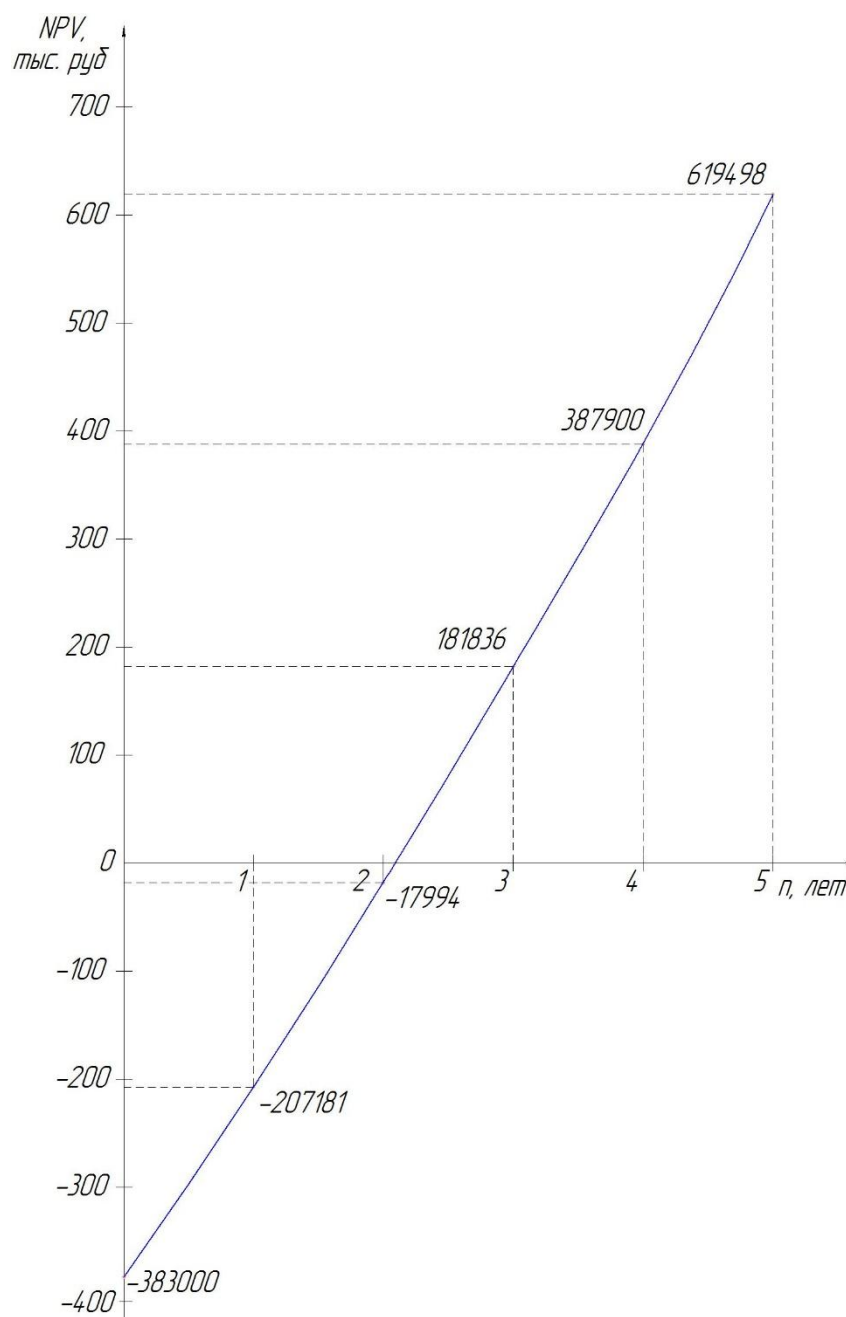


Рисунок 8 – График окупаемости

Закключение

Проведен технико–экономический анализ процесса изготовления связующей балки вибрационного грохота.

По затратам на сварку изделия механизированная сварка в среде защитных газов более выгодна, чем ручная дуговая сварка покрытыми электродами. Она нам обходится дешевле на 1781 руб./изд.

Учитывая условия когда РДС имеется на предприятии, а механизированная сварка в углекислом газе будет внедряться, такая ситуация

тоже выгодна. Так как срок окупаемости при ставке дисконтирования $i = 10 \%$, $PP = 2,1$ года. Чисто текущая стоимость $NPV > 0$, что говорит о том, что доходности при внедрении этого проекта в рассматриваемый период (5 лет) высокие. Индекс доходности при ставке дисконтирования $i = 10 \%$, $PI = 2,6$, а проект считается эффективным, если $PI > 1,0$.

Из показателей экономической оценки инвестиций можно сделать вывод, что внедрение механизированной сварки в среде углекислого газа выгодно.

6 Социальная ответственность

6.1 Производственная безопасность

Объектом исследования является процесс электродуговой сварки балки обезвоживающего виброгрохота. Работы производятся в закрытом цеху площадью 200м². При изготовлении балки осуществляются следующие операции: сборка, механизированная сварка, слесарные операции. Оборудование: сварочный аппарат POWER WAVE C300.

6.1.1 Анализ выявления вредных и опасных факторов

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

Целью данного раздела является выявление и предупреждение всех возможных опасных и вредных производственных факторов, которые могут возникнуть при работе в сварочном цеху при изготовлении балки виброгрохота.

При проведении сварки плавящимся электродом в среде углекислого газа необходимо предупредить следующие виды опасных и вредных факторов [17]:

- Опасность поражения человека электрическим током. Эта опасность возникает при непосредственном соприкосновении с токоведущими проводами установок, с ее металлическими частями, которые могут случайно оказаться под напряжением, вследствие поражения изоляции.
- Опасность ожога электродом, дугой или каплями расплавленного металла.
- Опасность поражения глаз и открытых участков кожи лучами дуги, вследствие чего могут возникать ожоги, ухудшения остроты зрения.
- Опасность и вредность отравления парами и газами, выделяющихся в процессе сварки.
- Опасность засорения глаз.

– Опасность ушибов при снятии и установке заготовок, что может привести к временной потере трудоспособности.

Для предотвращения поражения сварщиков электрическим током необходимо, чтобы в сварочных установках провода имели надежную изоляцию, регулярно проверяемую в процессе эксплуатации. Корпуса электросварочного оборудования, а также сварочные приспособления и стенды должны быть заземлены. Все рукоятки, моховики, кнопки управления, которые могут оказаться под напряжением должны быть выполнены из диэлектрического материала или надежно защищены и изолированы от корпуса. Провода должны быть рассчитаны на номинальный ток. Соединение проводов должно производиться жестко с помощью специальных зажимов. В местах подключения сварочных аппаратов устанавливаются специальные настенные ящики с закрытыми рубильниками и предохранителями в трех фазах. Напряжение сети, к которой подключают сварочные аппараты, не должны превышать 500В [13].

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

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

Защита зрения является очень существенным мероприятием. Поскольку одним из наиболее часто встречающихся профессиональных заболеваний сварщиков является помутнение хрусталика, которое приводит к ухудшению, а в конечном счете к потере зрения. Это заболевание возникает при воздействии на зрение лучистой энергии, обильно выделяемой при сварке. Меры защиты зрения и кожи лица от воздействия лучистой энергии заключается в использовании щитков и масок, снабженных затемненными стеклами, которые ставятся различными в зависимости от вида сварки и

величины сварочного тока:

от 0 до 100А – Э1;

от 100 до 200А – Э2;

от 200 до 300А – Э3;

от 300 и выше – Э4.

Для защиты окружающих от воздействия лучистой энергии дуги рабочее место сварщика должно быть ограждено специальными щитами или ширмой. [13]

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

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

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

При работе в цеху возможны также ушибы, и порезы, ожоги. Они возникают вследствие неисправности инструмента или неумелого пользования ими. Необходимо знать правила пользования различными инструментами. [13]

При обращении с баллонами углекислоты нужно помнить, что газ содержится в них под давлением. Поэтому следует оберегать их от резких толчков, ударов. Запрещается применять неисправные манометры,

редукторы, расходомеры. При откручивании вентиля баллона необходимо пользоваться баллонным ключом. В израсходованных баллонах должно быть остаточное давление.

Важную роль в создание нормальных условий работы играет освещение производственных помещений. Недостаточное освещение приводит к ухудшению зрения и утомляемости. Для предотвращения этого необходимо устранить искусственное освещение в соответствии с санитарно – техническими нормами [13].

6.2 Расчет вытяжной вентиляции

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

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

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

Определим количество расплавленного металла в час при сварке плавящимся электродом, вес одного метра электродной проволоки [12].

$$P = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot \gamma}{4} = 3,14 \cdot 0,002^2 \cdot 7,8 \cdot 10^3 = 0,024 \text{ кг}, \quad (32)$$

где d – диаметр электродной проволоки, $d=1,2 \text{ мм}$;

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

Длина расплавляемой проволоки в час:

$$l = V_s \cdot 3600 = 0,065 \cdot 3600 = 234 \text{ м/час}, \quad (33)$$

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

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

$$V_{уд} = V \cdot P = 820 \cdot 5,6 = 4400 \text{ м}^3/\text{час}. \quad (34)$$

Требуемая производительность вентилятора:

$$V_B = V_{уд} \cdot k = 4400 \cdot 1,12 = 4950 \text{ м}^3/\text{час}, \quad (35)$$

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

На основании расчетов выбираем вентилятор МЦ-5 производительность $5000 \text{ м}^3/\text{час}$, при котором вращение вала $n = 2800$ об/мин. [12]

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

Требуемая мощность на валу вентилятора:

$$P = 9,81 \cdot \frac{V_B \cdot \sum H_i}{3600 \cdot n_B} = \frac{4950 \cdot 150}{3600 \cdot 0,64} \cdot 9,81 = 3,18 \text{ кВт}, \quad (36)$$

где n_B – коэффициент полезного действия вентилятора, $n_B = 0,64$.

Установленная мощность вентилятора:

$$P_{\text{уст}} = k \cdot P = 1,17 \cdot 3,18 = 3,7 \text{ кВт}, \quad (37)$$

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

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

Номинальный момент нагрузки вентилятора:

$$M_B = \frac{P_{\text{уст}}}{n \cdot \frac{\pi}{30}} = \frac{3,7}{2800 \cdot \frac{\pi}{30}} = 1,26 \cdot 10^{-3} \text{ Н} \cdot \text{м}, \quad (38)$$

Номинальный момент нагрузки двигателя:

$$M_B = \frac{P_n}{n \cdot \frac{\pi}{30}} = \frac{4}{2800 \cdot \frac{\pi}{30}} = 1,33 \cdot 10^{-3} \text{ Н} \cdot \text{м}, \quad (39)$$

Отсюда видно, что система вентилятор – двигатель устойчива.

Схема вентиляции, рисунок 9.

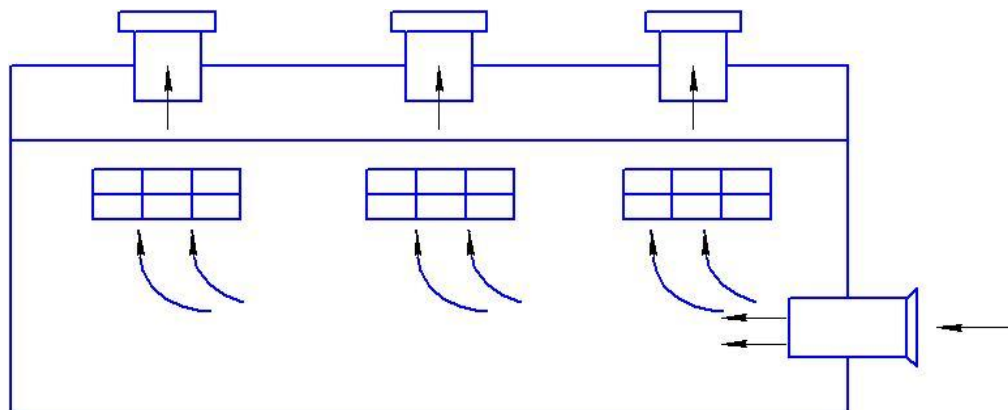


Рисунок 9 – Схема вентиляции

6.3 Поражение электрическим током

Согласно ПУЭ все электроустановки по условиям электробезопасности принято разделять на 2 группы:

- электроустановки напряжением до 1000 В (1 кВ);
- электроустановки напряжением выше 1000 В (1 кВ).

В нашем случае применяемое сварочное оборудование (сварочный аппарат POWER WAVE C300) работает от напряжения 380 В, следовательно, относиться к 1 категории опасности. [13]

Наиболее распространенными причинами электротравматизма являются:

- появление напряжения там, где его в нормальных условиях быть не должно (на корпусах оборудования, на металлических конструкциях сооружений и т.д.); чаще всего это происходит вследствие повреждения изоляции;
- возможность прикосновения к незаземленным токоведущим частям при отсутствии соответствующих ограждений;
- воздействие электрической дуги, возникающей между токоведущей частью и человеком в сетях напряжением выше 1000 В, если человек окажется в непосредственной близости от токоведущих частей;
- прочие причины: несогласованные и ошибочные действия персонала, подача напряжения на установку, где работают люди, оставление установки под напряжением без надзора, допуск к работам на отключенном электрооборудовании без проверки отсутствия напряжения и т.д.

В режиме однофазного прикосновения человек касается токоведущей части только одной точкой тела. [13]

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

Если в изделии имеется неисправность типа замыкания фазы на корпус, то корпус оборудования находится под напряжением. Именно в этом режиме

происходит наибольшая часть травм от электрического тока.

В зависимости от вида электроустановки, условий эксплуатации и назначения электроприемников применяют защитное заземление, зануление, защитное отключение, защитное шунтирование, защитное разделение сетей и контроль изоляции [13].

Обеспечение электробезопасности техническими способами и средствами должно достигаться применением: защитного заземления, зануления, защитного отключения, выравнивания потенциала, малого напряжения, разделения сети, изоляции токоведущих частей (рабочей, дополнительной, двойной), компенсации токов замыкания на землю, изолирования рабочего места, электрозащитных средств (основных и дополнительных).

В качестве основных средств защиты применяем: изолирующие штанги, изолирующие электроизмерительные клещи, указатели напряжения, диэлектрические перчатки, слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками.

В качестве дополнительных средств защиты применяем: диэлектрические галоши, диэлектрические ковры, изолирующие подставки и накладки-оградительные устройства, плакаты и знаки безопасности. [13]

6.3.1 Расчет заземления

Расчет заземления ведем для оборудования, работающего под напряжением $U=380\text{В}$.

Используем трубы $\varnothing 45 \times 2,5\text{мм}$ длиной 3м и полосовую сталь сечением $40 \times 4\text{мм}$.

Заземление размещаем в ряд рисунок 10. Устанавливаем на глубину 0,8м. а расстояние между трубами принимаем равным $l=3\text{м}$, $l_{mp}=9\text{м}$.

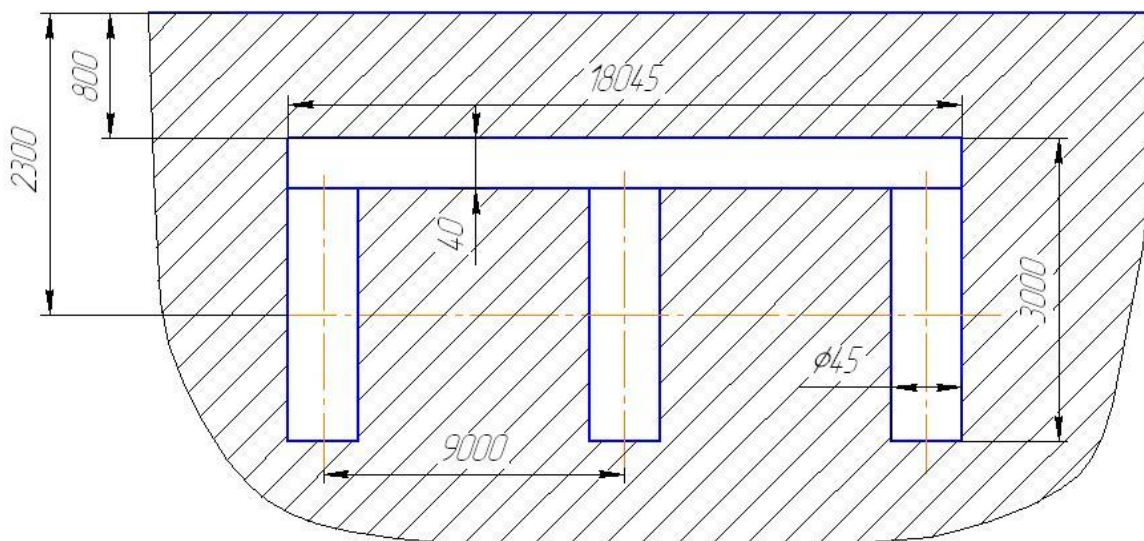


Рисунок 10 – Схема устройства искусственного группового заземления

По таблице [15] определяем допустимое сопротивление заземления $\rho_d = 4,0$ Ом. Удельное сопротивление грунта $\rho_r = 2 \cdot 10^4$ Ом.

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

$$\rho_3 = \rho_r \cdot k_3; \quad (40)$$

$$\rho_n = \rho_r \cdot k_n. \quad (41)$$

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

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

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

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

Величину сопротивления одной трубы по формуле [15].

$$R_3 = \frac{\rho_3}{2 \cdot \pi \cdot l_{тр}} \cdot \left(\lg \frac{2 \cdot l_{тр}}{d} + 0,5 \cdot \lg \frac{4 \cdot n_{тр} + l_{тр}}{4 \cdot n_{тр} - l_{тр}} \right); \quad (42)$$

где $l_{тр}$ - длина трубы, см;

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

d - диаметр трубы, см.

$$R_3 = \frac{3 \cdot 10^4}{2 \cdot 3,14 \cdot 300} \cdot \left(\lg \frac{2 \cdot 300}{45} + 0,5 \cdot \lg \frac{4 \cdot 80 + 300}{4 \cdot 80 - 300} \right) = 45,4 \text{ м.}$$

Требуемое число трубчатых заземлений определяем по формуле [15].

$$n = \frac{R_{\Sigma}}{\rho_{\text{д}}} = \frac{45,4}{45} = 11,38. \quad (43)$$

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

Длина соединительной полосы определяется по формуле:

$$l_n = 1,05 \cdot Q \cdot (n - 1); \quad (44)$$

где Q – расстояние между трубами.

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

Сопротивление соединительной полосы:

$$R_n = \frac{\rho_n}{2 \cdot \pi \cdot l_n} \cdot \lg \frac{2 \cdot l_n^2}{n_{\text{тр}} \cdot b}; \quad (45)$$

где b – ширина полосы.

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

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

Определяем по формуле:

$$R_e = \frac{R_{\Sigma} \cdot R_n}{R_{\Sigma} \cdot \eta_n + R_n \cdot \eta_{\text{тр}} \cdot n} = 3,78 \text{ Ом.} \quad (46)$$

Результат проверки подтвердил правильность расчета.

6.4 Противопожарные мероприятия

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

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

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

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

Необходимо проводить следующие мероприятия по предупреждению пожаров [17]:

- по возможности в помещении должно находиться минимальное количество сгораемых материалов;
- в помещении, где постоянно проводятся сварочные работы, должны быть бетонные полы;
- не допускать перегрузки источников питания сварочной дуги, для этого в цепи питания источника должен быть автомат, отключающий источник питания при перегрузке;
- во избежание искрения, соединительные провода и кабель подключать в соответствии с правилами электробезопасности и тщательно изолировать.
- каждый сварочный пост должен иметь средства пожаротушения огнетушители ОП-3 и ПУ-3, бачок или ведро с водой, а также ящик с песком и лопатой. [17]
- после окончания сварочных работ следует проверять рабочее место, помещение и зону, где производились сварочные работы и не оставлять открытого пламени и тлеющих предметов.

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

При возникновении пожара люди должны покинуть помещение в течение минимального времени, которое определяется кратчайшим

расстоянием от места их нахождения до выхода наружу [17].

6.5 Экологическая безопасность

Проблема загрязнения окружающей среды очень актуальна в наше время, она носит глобальный характер. Несомненно, загрязнение отрицательно влияет на развитие и жизнь живых организмов биосферы, а также неблагоприятно отражается на будущих поколениях людей. Были рассмотрены искусственные (автомобильный транспорт, бытовые отходы) загрязнения окружающей среды. Также, выделяю физические загрязнения, к которым относятся тепловые, шумовые, радиационные загрязнения. [12]

В России утвержден ряд ГОСТов, которые регламентируют нормы выбросов в атмосферу, рекомендуют методы измерений содержания в атмосферном воздухе загрязняющих веществ, правила размещения пунктов наблюдения, состав, частоту и программы наблюдений. Разработан ГОСТ терминов и определений, имеющих отношение к охране атмосферного воздуха, к составу загрязняющих веществ по токсичности. Основными документами, регулирующими охрану и рациональное использование атмосферного воздуха, служат ГОСТы ряда «Охрана природы. Атмосфера»:

- Нормы и методы измерений содержания окиси углерода и углеводородов в отработанных газах автомобилей с бензиновыми двигателями;
- Нормы и методы измерений дымности отработанных газов тракторных и комбайновых дизелей;
- Правила контроля качества воздуха населенных пунктов;
- Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями;
- Правила контроля качества воздуха населенных пунктов;
- Инструкция о порядке рассмотрения, согласования и экспертизы воздухоохраных мероприятий и выдаче разрешений на выброс загрязняющих веществ в атмосферу. [12]

Кроме общегосударственной нормативной базы, регулирующей

глобальные вопросы охраны атмосферы и ее рациональное использование, государственное природопользование регулируется также в каждом субъекте Российской Федерации государственными комитетами экологии и природных ресурсов, комитетами по геологии и использованию недр, территориальными комитетами государственного мониторинга геологической среды [12].

6.5.1 Искусственные источники загрязнения

К искусственным (антропогенным) источникам загрязнения атмосферы относятся промышленные и теплоэнергетические предприятия, транспорт, системы отопления жилищ, сельское хозяйство, бытовые отходы. Этот источник загрязнения наиболее опасен для атмосферы, так как способствует поступлению в атмосферный воздух инородных, не свойственных естественным условиям газов и веществ. По агрегатному состоянию все загрязняющие вещества антропогенного происхождения подразделяются на твердые, жидкие и газообразные, причем последние составляют около 90 % от общей массы выбрасываемых в атмосферу искусственных загрязняющих веществ [12].

Быстрый рост промышленности и транспорта в XX в. привел к тому, что выброшенные в воздух вещества не успевают рассеяться к моменту поступления в атмосферу новой порции загрязнения. Их концентрация увеличивается, и они становятся причиной вредных и даже фатальных последствий для биосферы.

Загрязнение атмосферного воздуха в промышленных городах и городских агломерациях значительно выше, чем на прилегающих территориях. Так, по данным американских ученых, концентрация различных веществ в городах следующим образом относится к средним (фоновым) показателям этих веществ в тропосфере (в частях на 1 млн частей): SO_2 – 0,3/0,0002 – 0,0004; NO_2 – 0,05/0,001 – 0,003; O_3 – во время смогов – до 0,5/0,01 – 0,03; CO – 4/0,1; NH_3 – 2/1 – 1,5; пыль (в мкг/м^3) – 100/1 – 30 [12].

6.5.2 Физические загрязнения

Физические загрязнения – загрязнения, изменяющие физические свойства окружающей среды. Они связаны с поступлением во внешнюю среду различных энергетических загрязнителей. Выделяют: тепловые, шумовые, радиационные физические загрязнения.

Тепловые физические загрязнения. В промышленных центрах и крупных городах атмосфера подвергается тепловому загрязнению в связи с тем, что в атмосферу поступают вещества с более высокой температурой, чем окружающий воздух. Температура выбросов обычно выше средней многолетней температуры приземного слоя воздуха. Из труб промышленных предприятий, выхлопных труб двигателей внутреннего сгорания, при отоплении домов, лесных пожарах выделяются вещества, нагретые до 60° и более. Среднегодовая температура атмосферного воздуха над крупными городами и промышленными центрами на 6-7 °С выше температуры воздуха прилегающих территорий [12].

6.5.3 Шумовые физические загрязнения

Шум стал фактором социального значения. Слабые шумы до 30 дБ (шелест листвы, тихая музыка, шум прибоя) действуют на человека успокаивающе. Шум в 90-120 дБ (от автотранспорта, метро, реактивных самолетов, строительных механизмов и даже музыки на дискотеках) воспринимается как грохот. Такие шумы раздражают, разрушают нервные клетки, приводят к возникновению опасных психических заболеваний. От длительного воздействия шума возникают нарушение и потеря слуха, патологические изменения в вегетативной нервной системе, расстройство периферического кровообращения, гипертония. Шум в 80 дБ снижает работоспособность, увеличивает колебания артериального давления, резко ухудшает ориентацию в пространстве и восприятие происходящего [12].

6.5.4 Радиационные физические загрязнения

К источникам данного загрязнения относятся экспериментальные

взрывы атомных, водородных и нейтронных бомб, различные производства, связанные с изготовлением термоядерного оружия, атомные реакторы и электростанции, предприятия, где используются радиоактивные вещества, станции по дезактивации радиоактивных отходов, захоронения отходов атомных предприятий и установок, аварии или утечки на предприятиях, где производится и используется ядерное топливо. Естественные источники радиоактивного загрязнения атмосферы связаны с выходами на поверхность урановых руд и горных пород, имеющих повышенную природную радиоактивность (граниты, гранодиориты, пегматиты). Радиационное загрязнение атмосферы чрезвычайно опасно, так как радионуклиды с воздухом попадают в организм и поражают жизненно важные органы человека. Его влияние сказывается не только на ныне живущих поколениях, но и на их потомках (появление многочисленных мутаций). Даже в районах умеренного радиационного загрязнения увеличивается число людей, заболевших лейкозами. Наибольшее загрязнение атмосферы происходит при взрыве термоядерных устройств. Образующиеся при этом изотопы становятся источником радиоактивного распада в течение длительного времени. Радиоактивные вещества распространяются не только воздушным путем. В миграции радиоактивных элементов большую роль играют цепи питания : из воды эти элементы поглощаются планктоном, который служит пищей для рыб, они, в свою очередь, поедаются хищными рыбами, рыбоядными птицами и зверями и т.д. [12]

6.6 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Главная задача при чрезвычайных ситуациях – защита населения от возможных средств поражения. Выполнение этой задачи достигается укрытием населения в защитных сооружениях, эвакуацией его из городов и обеспечением индивидуальными средствами защиты от оружия массового поражения. [14]

В современных условиях защита осуществляется путем проведения комплекса мероприятий, включающих при способа защиты:

1. Укрытие людей в защитных сооружениях;
2. Рассредоточение и эвакуация;
3. Обеспечение индивидуальными средствами защиты.

Радиоактивное заражение местности, воды и воздушного пространства возникает в результате выпадения радиоактивных веществ из облака ядерного взрыва. Местность считается зараженной при уровне радиации от 0,5 р/час и выше. Заражение предметов, техники и кожаных покровов человека измеряется в миллирентгенах в час. Характерной особенностью радиоактивного взрыва является то, что постоянно происходит спад радиации во времени в следствие распада радиоактивных веществ, выпадающих из ядерного взрыва. Заражение человека радиоактивными веществами ведет к облучению, которое может вызвать лучевую болезнь.

На промышленных объектах здания могут обеспечивать частичную от радиации в случае заражения местности и воздуха. Предельно допускаемая величина зараженности оборудования 200 мр/ч. При таком заражении можно пользоваться оборудованием, не подвергаясь опасности поражения. [14]

Дезактивация – это удаление радиоактивных веществ с зараженных объектов, а также очистка от радиоактивных веществ вода, пищевых продуктов.

Дезактивация проводится в тех случаях, когда степень заражения превышает допустимые пределы. Дезактивацию территории проводят следующими способами:

- Сметанием радиоактивных веществ подметальном – уборочным машинами с участков территории, имеющих асфальтное или бетонное покрытие;
- Смыванием радиоактивной пыли струей воды под большим давлением;
- Срезанием зараженного слоя грунта толщиной 5-10 см дорожными машинами;
- Засыпкой зараженных участков территории незараженным грунтом толщиной 8-10 см;

- Перепахиванием зараженной территории тракторами плугамина глубину до 20см;
- Устройством настилов для проездов и проходов до незараженной территории (такой способ применяется в том случае, когда другие способы применить нельзя);
- В зимнее время дезактивацию проводят, убирая снег и лед (срезается верхний слой толщиной до 20см и скалывается лед). [14]

В цехах промышленных предприятий и гаражах, имеющих водостоки и цементный пол, дезактивацию проводится обмыванием водой из шланга потолка, стен и пола. Станки и оборудование дезактивируются водой или мыльно – содовым раствором, а смазанные части керосином или бензином.

Полнота дезактивации проверяется радиометром (внутри помещения заражение не должно превышать 90 мр/ч). Если степень заражения превышает 200 мр/ч, то проведение дезактивации обязательно.

При проектировании новых цехов необходимо предусмотреть строительство убежища для защиты работающей смены. Убежища должны обеспечивать защиту от проникающей радиации и радиоактивного заражения, оборудоваться вентиляционными установками, санитарно – техническими приборами, а также средствами очистки воздуха от отравляющих веществ и биологических аэрозолей. [14]

В убежище необходимо предусмотреть отсеки для укрытия людей, фильтровентиляционную камеру, медицинскую камеру, санитарные узлы, кладовую для хранения продуктов питания, вход и аварийный выход.

Убежище должно иметь телефонную связь с пунктом управления предприятия и репродуктор, подключенный к городской или местной радиотрансляционной сети.

Канализация и водоснабжение убежища осуществляется на базе городских сетей. В убежищах должно предусматриваться отопление от теплоцентрали. Для регулирования температуры и отключения отопления устанавливается запорная арматура.

В мирное время предусматривается использование убежища под учебный пункт гражданской обороны. Перевод таких помещений на режим чрезвычайных ситуаций должен осуществляться в кратчайший срок. [14]

6.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Правовую основу обеспечения безопасности жизнедеятельности составляют соответствующие законы и подзаконные акты, принятые представительными органами Российской Федерации (указы президента, постановления правительства РФ и входящих в неё государственных образований), местными органами власти и специально уполномоченными на то органами:

- Министерство природных ресурсов РФ;
- Государственный комитет РФ по охране окружающей среды;
- Министерство труда и социального развития РФ;
- Министерство здравоохранения РФ;
- Министерство РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, и их территориальные органы. [16]

В основе нормативно - правовых актов в области безопасности жизнедеятельности лежат: Конституция РФ, Трудовой кодекс РФ, Кодекс "Об административных правонарушениях", Гражданский кодекс РФ, Федеральный закон "Об основах охраны труда в РФ", Основы законодательства об охране здоровья граждан, Закон РФ "О санитарно - эпидемиологическом благополучии населения".

Правовую основу охраны окружающей среды и обеспечения необходимых условий жизнедеятельности составляют: Закон РСФСР "Об охране окружающей природной среды", Водный кодекс РФ, Земельный кодекс РСФСР, законы РФ "О недрах", "Об экологической экспертизе", "Об охране атмосферного воздуха" [16].

В зависимости от области распространения всю документацию делят на:

- Межотраслевую

- Отраслевую
- Локальную (документацию предприятий)

Межотраслевые документы разрабатывают соответствующие организации и утверждает Министерство труда и социального развития РФ или Госстандарт России, а отраслевые - министерства, ведомства, органы Госнадзора России. Локальные документы по охране труда - инструкции, стандарты, разрабатывает и утверждает администрация предприятий совместно с профкомом.

Перечень видов нормативно-правовых актов, содержащих государственные нормативные требования безопасности труда, утвержден постановлением Правительства Российской Федерации (РФ) от 23.05.00 № 399-н содержит документы, приведенные в таблице 38 [16].

Таблица 38 - Виды нормативно-правовых актов по охране труда

Название документа	Обозначение документа
Межотраслевые правила по охране труда	ПОТ РМ
Межотраслевые типовые инструкции	ТИ РМ
Отраслевые инструкции по охране труда	ПОТ РО
Типовые отраслевые инструкции	ТИ РО
Правила безопасности	ПБ
Нормы радиационной безопасности	НРБ
Правила устройства и безопасной эксплуатации	ПУБ
Государственные стандарты системы стандартов безопасности труда	ГОСТ Р ССБТ
Строительные нормы и правила	СниП
Санитарные правила	СП
Санитарные нормы	СН
Санитарные правила и нормы	СанПиН
Правила устройства электроустановок	ПУЭ

Федеральные законодательные документы по охране труда приведены

на рисунке 11.

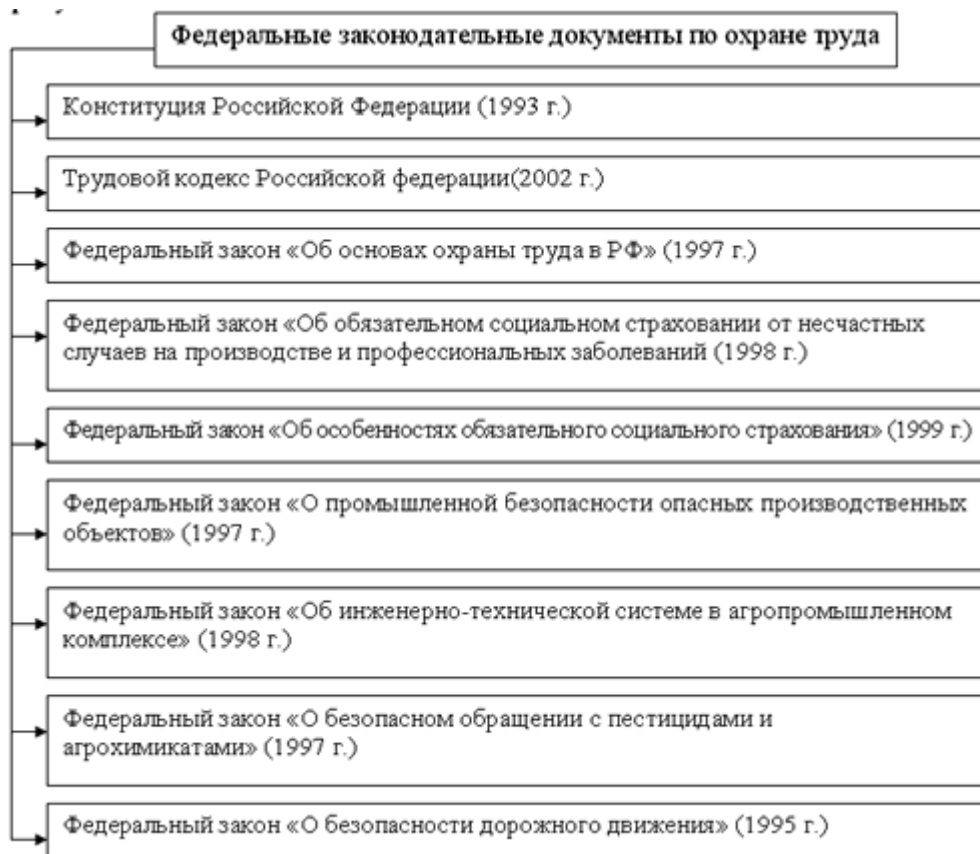


Рисунок 11 - Федеральные документы по охране труда

Стандарты предприятия могут быть разработаны на систему управления охраной труда, на контроль охраны труда, на расследование травм и профзаболеваний, на проведение работ по нарядам - допускам и т.д.

Инструкции по охране труда могут быть разработаны как на отдельные виды работ, так и для работающих отдельных видов профессий. Они разрабатываются на основе типовых инструкций (межотраслевых, отраслевых), требований безопасности, изложенных в эксплуатационных и ремонтной документации, с учетом условий производства.

Инструкции для работающих разрабатывает руководитель работ, согласует ее с профкомом и утверждает ее у руководителя предприятия. [16]

Заключение

В результате выполнения дипломной работы были разработаны приспособления для сборки и сварки балки обезвоживающего виброгрохота.

Выбран способ сварки, подобраны сварочные материалы, посчитаны режимы сварки, выбрано сварочное оборудование.

Первое приспособление позволяет производить сборку и сварку двутавровой балки и приварку ребер жесткости.

Во втором приспособлении осуществляется окончательная сборка всех элементов балки.

Приспособления позволяют сократить время сборки балки, тем самым увеличив производительность по их выпуску.

В экономической части диплома был проведен технико–экономический анализ процесса изготовления связующей балки. Результаты анализа показывают перспективность внедрения нового способа сварки и приспособления в производство.

Список используемых источников

- 1 Э.Л. Макаров. Сварка и свариваемые материалы. М.: Металлургия, 1991. – 527с.
- 2 И. Гривняк. Свариваемость сталей. М.: Машиностроение, 1984.- 215с.
- 3 Сварка в машиностроении: Справочник. В 4-х т./ Ред. кол.: Г.А.Николаева (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1979 - Т.3/ Под ред. В.А. Винокурова. 1979. 567с., ил.
- 4 Трущенко Е.А. Расчёт режимов дуговой сварки. Методические указания к курсовому и дипломному проектированию. Изд-во Томского политехнического университета, 2008 - 41 с.
- 5 Акулов А.И., Бельчук Г. А., Деменцевич В.П. Технология и оборудование сварки плавлением. М.: Машиностроение, 1977. -432 с.
- 6 Сварка в машиностроении: Справочник. В 4-х т./Ред. С 24 кол.: Г.А.Николаева (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1978 - - Т.1/ Под ред. Н.А.Ольшанского. 1978. 504с., ил.
- 7 Сварка в машиностроении: Справочник. В 4-х т./Ред. С 24 кол.: Г.А.Николаева (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1978 - - Т.2/ Под ред. А.И Акулова. 1978. 462с., ил.
- 8 Сварка в машиностроении: Справочник. В 4-х т./ Ред.С 24 кол.: Г.А.Николаева (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1978 - - Т.4/ Под ред. А.И.Акулова. 1978. 462с., ил.
- 9 А.Д. Гитлевич и др. Техническое нормирование технологических процессов в сварочных цехах – М: Машгиз,1962.
- 10 Грачева К.А. Экономика, организация и планирование сварочного производства: Учебное пособие. М.: Машиностроение, 1984. - 368 с.
- 11 Прокофьев Ю.С. Организация планирование и управлением предприятием: Методические указания к выполнению курсовой работы. – Томск: изд. ТПУ, 1987. – 38с.
- 12 Белов С.В. Охрана окружающей среды. –М.: Высшая школа, 1983. –264 с.
- 13 Долин П.А. Основы техники безопасности в электрических

установках. М.: Энергия, 1990. – с.336.

14 Журавлев В.Г. Защита населения и территории в чрезвычайных ситуациях. М.: Высшая школа, 1990. – 376 с.

15 Елгазин В.И. Расчет защитного заземления.

16 Охрана труда в машиностроении // Под ред. Е.Я. Юдина.- М.: Машиностроение, 1983. – 432 с.

17 Безопасность производственных процессов: справочник. С.В. Белов, В.Н. Бринза и др. – М.: Машиностроение, 1985. – 448 с.

18 СНиП II-23-81 Стальные конструкции