

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ

(наименование института полностью)

Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы»

(наименование кафедры)

15.03.01 Машиностроение

(код и наименование направления подготовки, специальности)

«Оборудование и технология сварочного производства

(направленность (профиль), специализация)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему __Сварка металлоконструкций больших толщин__

Студент

С.А. Калентьев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

А.Л. Федоров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

И.В. Краснопевцева

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

И.В. Дерябин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

В.Г. Виткалов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой д.т.н, профессор В.В. Ельцов

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« ____ » _____ 20 ____ г.

Тольятти 2017

МИНИСТРЕСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт Машиностроения
(наименование института полностью)
Кафедра «Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы»
(наименование кафедры)

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой СОМДиРП
В.В. Ельцов
(подпись) (И.О. Фамилия)
« » 20 г.

ЗАДАНИЕ
на выполнение бакалаврской работы

Студент Калентьев Сергей Александрович

1. Тема Сварка металлоконструкций больших толщин
2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы
3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе чертежи изделия, базовая технология сварки, материалы собранные на преддипломной практике, патентная и научно-техническая литература, нормативные документы, интернет-ресурсы
4. Содержание выпускной квалификационной работы (перечень подлежащих разработке вопросов, разделов)

Введение. Обоснование актуальности работы, формулировка цели.

- 1) Анализ путей достижения цели проекта (анализ конструктивных особенностей изделия, свойств материала, условий работы, базового процесса сварки. Анализ альтернативных способов сварки, формулировка задач проекта)
- 2) Исполнительский блок (исследования и разработка технологических рекомендаций, разработка проектного технологического процесса, проектирование оснастки и выбор необходимого оборудования)
- 3) Безопасность жизнедеятельности (разработка мероприятий по защите производственного персонала и окружающей среды от опасных и вредных факторов)
- 4) Экономический раздел (оценка экономической эффективности предлагаемых в проекте технических решений)

5. Ориентировочный перечень графического и иллюстративного материала

Общий вид изделия – 2 листа

Базовый техпроцесс – 2 листа

Анализ возможных решений – 1 лист

Проектный технологический процесс – 2 листа

Планировка участка – 1 лист

Экономическая эффективность – 1 лист

6. Консультанты по разделам

Экономическая эффективность

Безопасность и экологичность

Нормоконтроль

7. Дата выдачи задания « ____ » _____ 20 ____ г.

Заказчик

(подпись)

(И.О. фамилия)

Руководитель дипломного проекта

(подпись)

А.Л. Федоров

(И.О. фамилия)

Задание принял к исполнению

(подпись)

С.А. Калентьев

(И.О. фамилия)

МИНИСТРЕСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт Машиностроения
(наименование института полностью)

Кафедра «Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы»
(наименование кафедры)

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой _____

(подпись) _____ В.В. Ельцов
(И.О. Фамилия)
« ____ » _____ 20 ____ г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН
выполнения бакалаврской работы

Студента _____ Калентьева Сергея Александровича

по теме *Сварка металлоконструкций больших толщин*

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
Введение	1.02.17 – 10.02.17	1.02.17 – 10.02.17	выполнено	
Анализ исходных данных и известных технических решений	10.02.17 – 28.02.17	10.02.17 – 28.02.17	выполнено	
Разработка технологии выбор сварочных материалов	01.03.17 – 30.03.17	01.03.17 – 30.03.17	выполнено	
Выбор оборудования	01.04.17 - 14.04.17	01.04.17 - 14.04.17	выполнено	
Безопасность и экологичность	15.04.17 30.04.17	15.04.17 30.04.17	выполнено	
Экономическая эффективность	01.05.17 – 21.05.17	01.05.17 – 21.05.17	выполнено	

Руководитель бакалаврской работы

(подпись)

А.Л. Федоров

(И.О. фамилия)

Задание принял к исполнению

(подпись)

С.А. Калентьев

(И.О. фамилия)

АННОТАЦИЯ

Цель выпускной работы бакалавра: повышение производительности при изготовлении фланцев барабана мельницы. Для достижения указанной цели были решены следующие задачи:

1. Выбрано оборудование для вальцовки металлопроката нужных толщин; 2. Разработана технология электрошлаковой сварки секторов, в которой за счет вибрационной обработки исключена операция термообработки после сварки; 3. Подобрано требуемое для внедрения технологии на производственном участке оборудование и сконструирована оснастка. 4. Разработаны мероприятия по защите жизни и здоровья производственного персонала. 5. Рассчитана экономическая эффективность.

В пояснительной записке содержится 60 стр., 8 рисунков, 7 таблиц.

Технология электрошлаковой сварки деталей больших толщине, в частности, фланцев барабана мельницы в целом является высокопроизводительным процессом, но в сочетании с низкой производительностью вспомогательных операций не обеспечивает должного технического эффекта.

Анализ существующих технических решений показал, что мощные вальцы и квадратные прутки сечением 145x145 мм позволят получить два сектора фланца вальцовкой прутка. Данное техническое решение , сокращает общее количество сварных швов фланца до 2х.

Применяя горизонтальные виброколебания сварочной проволоки исключили операцию термообработки после сварки.

Разработана технология изготовления фланца, в которой применение перечисленных технических решений существенно снизило время на изготовление секторов фланца.

Произведена оценка экономической эффективности

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	8
1 Анализ исходных данных и известных технических решений	9
1.1 Конструкция барабана мельницы	9
1.2 Свойства материала	13
1.3 Анализ базовой технологии	18
1.5 Задачи бакалаврской работы	25
2 Выбор оборудования и разработка оснастки	27
2.1 Расчет приспособления для сборки фланцев	27
2.2 Оборудование для сборки и сварки фланцев	27
2.3 Оснастка для крепления вибратора	30
3 Проектирование технологии сборки и электрошлаковой сварки	33
4 Безопасность и экологичность проекта	40
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта.	40
4.2 Идентификация профессиональных рисков	42
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков	43
4.4 Пожарная и техногенная безопасность рассматриваемого технического объекта	44
4.5 Экологическая безопасность участка сварки фланцев	46
Заключение по разделу	47
5 Экономическая эффективность	48
5.1 Исходные данные для экономического расчета	48
5.2 Расчёт нормы времени на сварку стыков	49
5.3 Определение коэффициента загрузки оборудования	50
5.4 Заводская себестоимость сварки	51
5.5 Заводская себестоимость	55
5.6 Капитальные затраты	56
5.7 Экономическая эффективность разрабатываемой технологии	57

5.8 Выводы по разделу.....	58
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	59
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	60

ВВЕДЕНИЕ

Мельницы различных конструкций применяются в нефтепереработке. При изготовлении отдельных узлов мельниц приходится соединять детали больших толщин. Известно, что при толщинах деталей свыше 60 мм экономически целесообразно применять электрошлаковую сварку. Широкое применение данного прогрессивного метода сварки позволило радикальным образом изменить производство и монтаж металлоконструкций больших толщин. Отпадает необходимость в разработке уникальных по мощности производственных участков и оборудования для литья,ковки и механической обработки таких металлоконструкций больших толщин, как валы гидротурбин, станины мощных прессов и др.

Однако модернизация вспомогательных операций, сопутствующих процессу ЭШС, позволяет, в некоторых случаях, обеспечить существенное повышение производительности труда. Например, при изготовлении фланца барабана мельницы вырезка заготовок фланца производится из листового металлопроката ацетилено-кислородной резкой и характеризуется низкой производительностью. Другая операция, термообработка после сварки, применяется для изменения размеров зерна и снижения остаточных напряжений. В целом, такая операция также снижает производительность при изготовлении фланцев.

Таким образом, цель данной работы – повышение производительности при изготовлении фланцев барабана мельницы.

.

1 Анализ исходных данных и известных технических решений

1.1 Конструкция барабана мельницы

Мельница это машина для измельчения различных материалов. Отличие мельниц от дробилок в более тонком помоле материала. Мельницы измельчают продукт до размеров частиц не более 5 мм). В зависимости от формы и вида рабочего органа и скорости его движения мельницы можно условно классифицировать следующим образом:

- периодического действия и непрерывного;

- открытого и замкнутого цикла; сюда относятся шаровые мельницы непрерывного действия как мокрого, так и сухого помола;

- сухого и мокрого помола;

- барабанные цилиндрические, конические и трубные цилиндрические;

- шаровые, стержневые, самоизмельчения;

- с механической и пневматической разгрузкой;

Классифицируют мельницы по конструкции загрузочных и разгрузочных устройств следующим образом

- с центральной загрузкой и разгрузкой через пустотелые цапфы;

- с разгрузкой через торцовую решетку, с периферийной разгрузкой через решетку, с загрузкой и разгрузкой через люк в барабане – у мельниц периодического действия.

В данной работе рассмотрен барабан мельницы МШР 3200х3800. Это шаровая мельница Разгрузка в ней реализуется через решетку. Внутренний диаметр барабана составляет 3200 мм, при длине барабана 3800 мм. Производительность данной мельницы от 42 до 122 тонн в час продукта.

К достоинствам шаровых мельниц необходимо отнести следующее:

- 1) получение высокой и постоянной тонкости помола и возможность ее регулирования;

- 2) сушить материал можно в самой мельнице;

- 3) шаровые мельницы просты конструктивно и в эксплуатации;
- 4) шаровые мельницы надежны в эксплуатации;
- 5) шаровые мельницы позволяют измельчать породу различной твердости.

К недостаткам следует отнести следующее:

- 1) высокий расход энергии;
- 2) большие габариты и вес;
- 3) требуется для начала работы значительная величина пускового момента;
- 4) во время работы мельница издает сильный шум.

В качестве мелющих тел в шаровых мельницах используются металлические шары диаметром 30...125 мм, заполняющие до 45% объема барабана. Состав загрузки мелющих тел, как и стержневой загрузки, устанавливается на стадии эксплуатации. Шаровые мельницы работают как в открытом так и замкнутом цикле с классифицирующими устройствами. Наиболее эффективным питанием для шаровых мельниц является продукт стержневой мельницы. На практике шаровые мельницы часто загружаются продуктом дробилок мелкого дробления, максимальная крупность которого составляет 15...20 мм, но производительность в этом случае несколько снижается.

Загрузка шаровых мельниц мелющими телами осуществляется на 28—35% от их объема. Для точного выбора массы и ассортимента мелющих тел проводят испытания мельницы. Результаты испытаний позволяют определить производительность мельницы и тонкость помола при тех или иных рабочих режимах. Износ мелющих тел компенсируют с помощью периодической догрузки через определенные промежутки времени, как правило, максимум, через 100 ч эксплуатации. Полную замену мелющих тел производят через длительный срок работы, максимум, через 1800 — 2000 часов работы.

Главная часть мельницы – барабан, рисунок 1.1. Барабан состоит из следующих основных деталей: 1 – обечайка; 2 – люк; 3 – фланец; 4 – фланец; 5 – захват; 6 – скоба. Обечайка барабана выполнена из стали толщиной 30 мм. Толщина фланца составляет 80 мм. В корпуса барабана выполнены отверстия, благодаря которым к корпусу крепят футеровочные плиты.

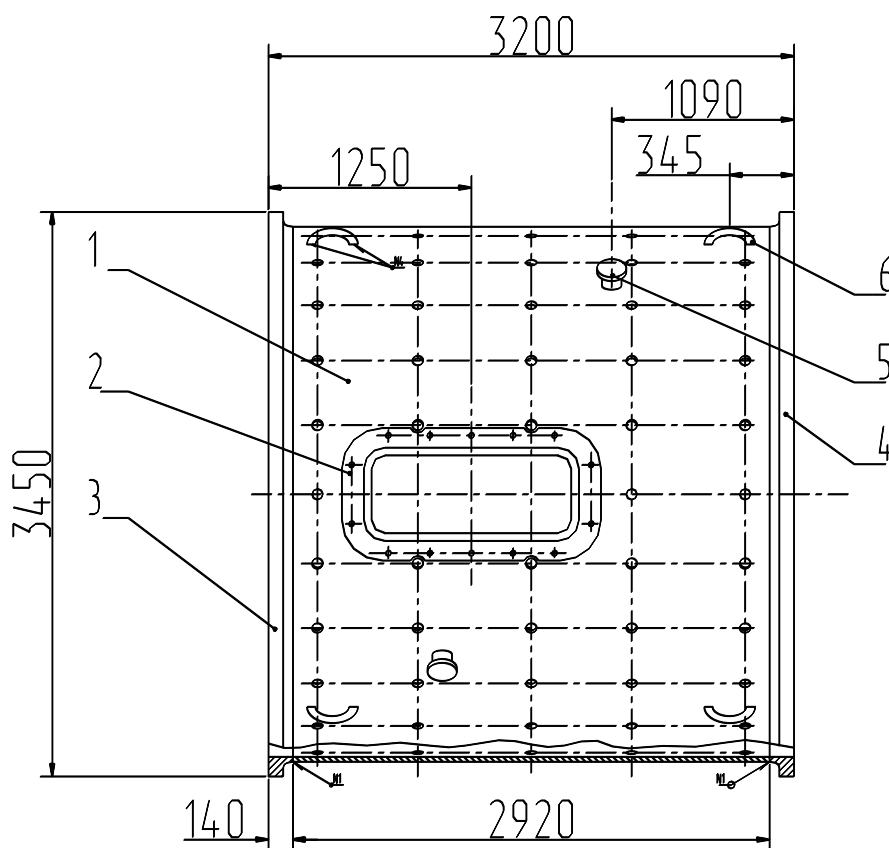


Рисунок 1.1 – Общий вид барабана мельницы.

В процессе эксплуатации на барабан шаровой мельницы действуют существенные нагрузки. Их величина в значительной степени зависит от режима работы мельницы. Для данной мельницы общая масса шаров составляет 15-20 тонн, сюда дополнительно суммируется масса перерабатываемого продукта.

Для данной мельницы в зависимости от скорости вращения ее барабана предусмотрены два основных режима работы: каскадный, при малой скорости и водопадный при большой скорости вращения. Принципиальное различие указанных режимов в способе перетирания обрабатываемого вещества.

При каскадном режиме работы мелющие тела перекатываются и обрабатываемое вещество измельчается путем раздавливания и истирания.

При водопадном режиме мелющие тела за счет трения о внутреннюю поверхность барабана мельницы поднимаются до точки “отрыва”, и падают вниз измельчая обрабатываемое вещество за счет ударов.

Однако, как правило, во время вращения мельницы оба режима сочетаются, так как некоторые шары работают в каскадном, а некоторые в водопадном режиме. Поэтому на барабан мельницы действуют и ударные нагрузки.

Общий вид фланца барабана мельницы и поперечного сечения фланца (вид А) показан на рисунке 1.2, 1.3.

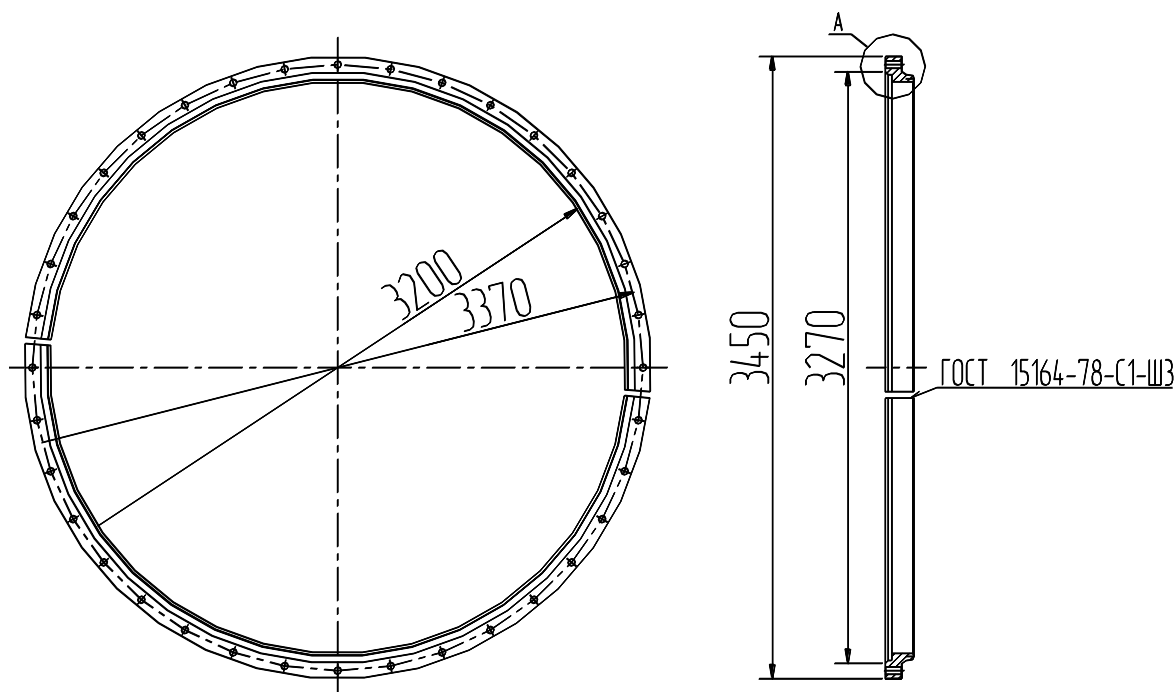


Рисунок 1.2 – Общий вид фланца мельницы

Диаметр фланца составляет 3450 мм. Диаметр внутреннего отверстия 3200 мм. Во фланце выполнено 32 отверстия диаметром 39 мм. Фланец выполнен из 4х секторов, соединенных между собой электрошлаковой сваркой по ГОСТ 15164-78, тип соединения С1.

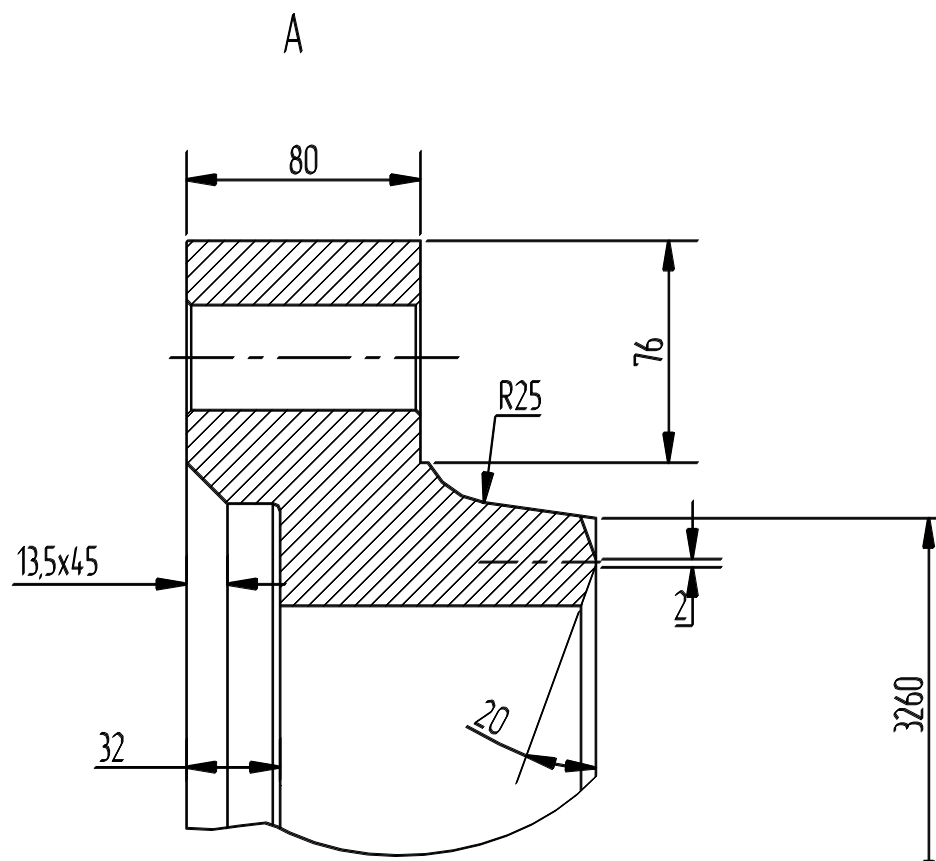


Рисунок 1.3 – Вид А

1.2 Свойства материала

С учетом условий эксплуатации для изготовления обечаек и фланцев барабана мельниц типа МШР применяют сталь 09Г2С.

Сталь 09Г2С, относят к конструкционным низколегированным сталям. Применяют ее для элементов сварных конструкций, эксплуатируемых при температурах до -70°C . Также применяют ее для элементов сварных конструкций, эксплуатируемых при температурах от -70°C до $+475^{\circ}\text{C}$ под давлением. Также применяют ее для трубопроводов пара и горячей воды работающих при температурах до $+450^{\circ}\text{C}$, для труб работающих при температурах до $+425^{\circ}\text{C}$, для котлов работающих при температурах до $+450^{\circ}\text{C}$, без ограничения давления для всех случаев. Крепежные детали, выполненные из стали 09Г2С, в котлах и трубопроводах эксплуатируются до температур $+425^{\circ}\text{C}$ и давлениях до 10 МПа.

Ударная вязкость для горячекатаной стали 09Г2С имеет более низкие значения, чем для стали подвергнутой нормализации. Чтобы достичь требуемых величин ударной вязкости, сталь применяемую для изготовления деталей, эксплуатируемых при температурах -40°C и менее, должна подвергаться нормализации. Эту же термическую обработку следует выполнять для сварных соединений перечисленных деталей и узлов из стали 09Г2С.

По причине механического старения происходит снижение ударной вязкости стали 09Г2С и в горячекатаном, и в нормализованном состоянии. Также при механическом старении порог хладноломкости резко сдвигается в сторону более высоких температур. Поэтому детали и узлы, выполненные из стали 09Г2С следует испытывать на механическое старение. Так как порог хладноломкости у состаренной нормализованной стали находится при значительно более низких температурах, чем горячекатаной стали, то нормализация является обязательной термической обработкой.

Старение в районе температур $450...500^{\circ}\text{C}$ не изменяет существенно прочностные и пластические свойства, незначительно уменьшает ударную вязкость и увеличивает температуру порога хладноломкости стали 09Г2С на $10...20^{\circ}\text{C}$. Подобное действие старения на ударную вязкость стали 09Г2С тем больше, чем больше толщина листа и длительность нагрева.

Длительная прочность у стали 09Г2С при температурах $450...500^{\circ}\text{C}$ больше, чем у котельных сталей 15К и 20К, примерно, на 30 %, сталей 22К и 25К — на 20 %. Высокий ресурс пластичности стали 09Г2С в при длительном пребывании под постоянной нагрузкой в условиях повышенных температур подтверждают высокие значения относительных удлинения и сужения при испытаниях на длительную прочность.

Механические свойства и содержание химических элементов у сталей этой группы приведены в таблицах 1.1 и 1.2 [1].

Таблица 1.1 - Химический состав стали марки 09Г2С в %, согласно ГОСТ 19282-73

Углерод	Кремний	Марганец	Хром	Медь	Никель	Сера	Фосфор
				Не более			
До 0,12	0,5-0,8	1,3-1,7	До 0,3	0,3	0,3	0,04	0,035

Таблица 1.2 – Механические свойства стали 09Г2С

Временное сопротивление, σ_B МПа	Предел текучести, σ_T МПа	Относительное удлинение, δ_0 , %
Не менее		
470	325	22

Для разработки технологических рекомендаций по сварке фланцев необходимо оценить свариваемость материала конструкции. Под свариваемостью понимают комплексную технологическую характеристику металлических материалов. Свариваемость зависит от разных факторов. Главное определение свариваемости регламентировано ГОСТ 29273–92: «Металлический материал считается поддающимся сварке до установленной степени при данных процессах и для данной цели, когда сваркой достигается металлическая целостность при соответствующем технологическом процессе, когда свариваемые детали отвечали техническим требованиям как в отношении их собственных качеств, так и в отношении их влияния на конструкцию, которую они образуют».

Хотя в научно-технической, справочной литературе и учебниках свариваемость определяют по разному, тем не менее, за основу лучше принять определение свариваемости согласно ГОСТ 29273–92. Оно, кстати говоря, совпадает с определением в международном стандарте ИСО 581–80.

Согласно этому определению свариваемость зависит от четырех переменных факторов: материала, технологии, вида конструкции и ее назначения. С учетом комбинации перечисленных факторов ГОСТ 29273–

92 предусматривает возможности конкретного определения понятия свариваемости для каждого случая.

Эксплуатационные характеристики сварных металлоконструкций установлены в соответствующей документации. Сюда могут быть включены показатели, зависящие от назначения и условий эксплуатации сварных металлоконструкций. В том случае, когда эксплуатационные характеристики находятся в пределах, заданных техническими требованиями, то считается что материал можно соединить сваркой или он обладает свариваемостью. Когда нижний предел какого либо технического требования не выдерживается хотя бы по одному эксплуатационному показателю, то данный материал нельзя соединить сваркой, и он не обладает свариваемостью.

При указанном подходе свариваемость материала может быть определена различной в зависимости от того, каково назначение изделия:

- при одних условиях эксплуатации сварное соединение, полученное одним и тем же видом сварки, может быть признано годным, а для других условий эксплуатации может быть признано негодным для эксплуатации;
- материал который нельзя сварить одним видом сварки, может быть сварен другим видом сварки;
- возможен такой вариант конструкции сварного соединения что невозможно получить сварное соединение, значит материал или способ сварки непригоден.

Свариваемость это качественная характеристика и для разных сталей различна. Стали можно классифицировать по свариваемости на 4 группы:

В первую группу относят стали с хорошей свариваемостью. При сварке таких сталей получается качественное соединение получается при обычных режимах и использовании всех видов сварки без применения подогрева.

Вторая группа - стали с удовлетворительной свариваемостью. У таких сталей получение качественного соединения обусловлено применением

узкого диапазона режимов и дополнительных мероприятий, например, подогрев свариваемого изделия.

Третья группа - стали с ограниченной свариваемостью. У таких сталей удовлетворительное качество соединений можно получить очень узким диапазоне режимов и с обязательным подогревом до сварки и после сварки. Кроме того, требуется и последующая после сварки термическая обработка.

Четвертая группа - стали с плохой свариваемостью. При сварке таких сталей или после их сварки даже после применения специальных мероприятий образуются трещины, закалочные структуры и т.д.

Сталь 09Г2С относится к первой группе. Она хорошо сваривается дуговой ручной, автоматической и механизированной сваркой. У сварного шва наблюдаются высокие пластические характеристики и высокая вязкость металла.

Приблизительно свариваемость стали 09Г2С можно оценить по формуле [3]:

$$C_9 = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr}{5} + \frac{Ni + Cu}{15} + 0.0025 \cdot \delta, \quad (1.1)$$

где: С – углерод, %;

Cr – хром, %;

Ni – никель, %;

Mn – марганец, %;

Cu – медь, %.

δ – толщина свариваемых листов, мм, $\delta=5$ мм.

$$C_9 = 0,09 + \frac{1,7}{6} + \frac{0,3}{5} + \frac{0,3 + 0,3}{15} + 0.0025 \cdot 40 = 0,49 \leq 0,5\%$$

Свариваемость стали 09Г2С хорошая, предварительный и сопутствующий подогрев при сварке не нужен. Сварку стали можно вести любыми видами без применения специальных приемов: подогрев; термическая обработка. При сварке образуется соединение высокого качества

1.3 Анализ базовой технологии

Первая операция базового техпроцесса – входной контроль. Листы и сортовой прокат из стали 09Г2С следует хранить в помещениях или под навесами. При хранении должно быть исключено загрязнение, повреждения и также контакт с другими марками сталей и цветными металлами.

На заготовках и деталях, подлежащих сварке, должна быть маркировка, которая позволяет установить, при необходимости, марку материала, номер плавки, и номер листа.

При приемке должны быть проверены:

- соответствие материала условиям заказа, требованиям стандартов, технических условий, данным сертификата;
- соответствие маркировки материала данным сертификата;
- качество поверхности материала, которое должно удовлетворять требованиям стандартов или технических условий.

Если сопроводительные сертификаты на материалы, предназначенные для изготовления ответственных изделий отсутствуют, следует провести их испытание на заводе-изготовителе изделий перед запуском в производство согласно требований стандартов, технических условий и требованиями к изделию.

В случае отсутствия в сопроводительных сертификатах на материалы тех показателей характеристик, которые регламентированы нормативными документами и техническими условиями, завод-изготовитель, прежде чем запустить их в производство, должен провести дополнительные испытания свойств материалов.

Если сварочные материалы предназначены для выполнения сварных соединений, к которым предъявлены требования по стойкости к межкристаллитной коррозии (МКК), следует испытать на склонность к межкристаллитной коррозии в соответствии с ГОСТ 6032-75.

Сварочные электроды и проволока, предназначенные для сварки изделий, температура эксплуатации которых превышает 350°C (кроме

изделий, которые изготовлены из стабильноаустенитных сталей), в случае отсутствия указаний в сертификате или паспорте, необходимо контролировать на содержание ферритной фазы в металле шва или наплавленном металле.

Контролируются сварочные материалы. Необходимо применять электроды в соответствии с ГОСТ 9466-75 и ГОСТ 10052-75. Перед сваркой электродов необходимо проверить на наличие в каждой поступающей партии сопроводительного документа, в котором должна быть указана следующая информация:

- название предприятия-поставщика;
- тип, марка и диаметр электродов;
- номер партии электродов и дата их изготовления;
- вес партии электродов;
- марка стали электродной проволоки;
- результаты проведенных испытаний;
- номер стандарта или технических условий.

Проверяют наличие ярлыка на пачках и коробках с электродами. Ярлык должен содержать следующую информацию:

- товарный знак предприятия-изготовителя электродов;
- тип, марка, диаметр;
- номер партии и дату изготовления;
- номер стандарта или технических условий;
- режимы сварочного тока в зависимости от диаметра электрода и положения шва при сварке, рекомендуемые предприятием - изготовителем;
- механические свойства и химический состав наплавленного металла (согласно данным паспорта);
- специальные технологические свойства электродов.

Каждый ящик, содержащий пачки или коробки со сварочными электродами, необходимо снабдить ярлыком с аналогичными данными. На

крышке каждого ящика должны быть предостерегающие надписи или наклейки:

"Не бросать! "Беречь от сырости!"

Хранить и готовить к работе сварочные материалы на предприятии следует в соответствии с РТМ 26-304-78 "Организация хранения, подготовил и контроля сварочных материалов"

Если условия хранения электродов или правильность хранения нарушены, следует провести выборочную проверку электродов.

После операций входного контроля идут заготовительные операции. В перечень заготовительных операций включены правка листов, их наметка, резка в требуемый размер, подготовка кромок, вырезка отверстий, гибка в обечайки.

Правят листы в холодном состоянии за счет местной пластической деформации до наметки и резки. Правят в базовой технологии многократно пропуская между двумя рядами валков на семивалковых гибочных вальцах. Скорость правки принимается 50-70 мм/сек. Контролируют качество правки листов линейкой. Волнистость не должна превышать 3 мм на 1 погонный метр. Стрела прогиба не должна превышать 1 мм на 1 погонный метр.

Наметка относится к трудоемким операциям. Выполнять ее должен рабочий разряда не ниже 5-го. Применяют шаблоны. Используют шаблон СТ 8383-1119 R 1582.

На листах с помощью мела, рулетки, шаблона размечают сектора – заготовки будущего фланца.

Затем из листа по разметке вырезают сектора. При этом используют резак ГРМ-150 предназначенный для резки металла толщиной 30-150 мм. Редукторы используют ДКП-1-65 для кислорода и ДАП 1-65 для ацетилена. После резки производят зачистку кромок абразивными кругами.

После обработки кромок проверяют соответствие формы, размеров и качества подготовки кромок предъявляемым требованиям.

Перед сборкой подготовленные кромки и прилегающие к ним участки деталей зачищают до металлического блеска.

Затем операция сборки. На плиту универсального сборочного приспособления установить кубари, на них установить 4 сектора первого фланца, чтобы выдержать заданный размер фланца и сварочный зазор 28 мм необходимо применять распорки, упоры, клинья, стяжки. Крепят прихватками. Длину прихватки обеспечивают 40-50 мм, расстояние между прихватками должно быть в пределах 150-200 мм. Ток постоянный при обратной полярности и силе тока $I_{св}=160-200$ А. Напряжение дуги $U_d=30-37$ В. Электроды применяются УОНИ 13/45 диаметром 4 мм.

В случае необходимости, если нарушены параметры зазора, выполнить подгонку секторов. Затем устанавливают входные и выходные карманы, пластины водоохлаждаемые.

После установки входных и выходных карманов их следует приварить, затем очистить швы и шовные зоны от брызг. Ток постоянный при обратной полярности и силе тока $I_{св}=160-200$ А. Напряжение дуги $U_d=30-37$ В. Электроды применяются УОНИ 13/45 диаметром 4 мм.

Затем выполняется предварительный подогрев. Выполняется газовой горелкой, нагреют карманы и свариваемые кромки до температур 250-300°C.

На стык фланца монтируют аппарат для электрошлаковой сварки при помощи планок, в стык вводят мундштук. Предварительно просушенный в шкафу флюс от 3 до 4 ч АН-8 вводят в стык. Сушат флюс при температуре, которая указана в нормативной документации на флюс.

Следует отметить, что флюс транспортируют из склада в сварочный цех и по цеху только в закрытой таре.

Затем на электрод и свариваемые фланцы подают напряжение от источника питания и возбуждают электрическую дугу в промежутке между концом электрода и дном стартового кармана. Тепло дуги плавит электродную проволоку и флюс, происходит образование малого объема жидкого шлака. После того, как объем жидкого шлака достигает достаточной

величины, значительная часть сварочного тока шунтируется через шлак, так как электропроводность его высока. Плотности тока дуги становится недостаточно для поддержания ее устойчивого горения и дуга гаснет. С этого момента процесс становится бездуговым - шлаковым. Оператору сварочной установки следует периодически следить за величиной уровня шлака и подсыпать флюс по мере необходимости. Сила сварочного тока 1000 А, скорость проволоки 100 м/час, скорость сварки около 0,4 м/час. Когда сварной шов выполнен аппарат отводят к исходному положению.

Затем производят сварку остальных 4х швов как указано выше. После сварки производится термообработка сварных соединений. Горелками производится нагрев сварного шва и околошовной зоны на расстоянии 100 мм от сварного шва до температуры 350-400°C.

По окончании термообработки срезают входные и выходные карманы. В данной операции используют резак ГРМ-150, предназначенный для резки металлов толщин 30-150 мм. Редукторы используют ДКП-1-65 для кислорода и ДАП 1-65 для ацетилена.

Завершающая операция – контроль. Сваренный узел контролируют визуально. Недопустимы трещины, непровары, прожоги.

При электрошлаковой сварке возможны непровары по одной кромке, по двум кромкам, и местные непровары возле поверхностей соединяемых деталей или в середине шва. Непровар по двум кромкам вызывается малой шириной сварного шва, низкого напряжения или высокой скоростью сварки. Непровар по одной кромке вызывается низкой точностью ведения электрода по оси соединения. Шов, при этом, смещается на одну кромку, а вторая не плавится.

Непровар возле поверхности соединяемых деталей возможен при большом расстоянии от конечного положения электрода до водоохлаждаемого ползуна и при малом времени остановки электрода в конечном положении. Непровар по центру деталей по их толщине в случае сварки двумя подвижными электродами происходит по причине излишне

больших расстояний между электродами или перемещения конца электрода по причине его перегрева. Участки шва с непроварами, больше регламентируемых соответствующей технической документацией удаляются, и сварка осуществляется повторно.

Еще возможен при электрошлаковой сварке дефект, называемый зоной несплавления. Для него характерно отсутствие сплавления между свариваемым металлом и металлом сварочной ванны по всему периметру или части периметра шва. Начальная стадия данного дефекта - глубокие подрезы по границе шва, конечная стадия данного дефекта несплавление по всему периметру шва.

1.4 Предложения по повышению производительности изготовления фланца барабана мельницы

При анализе технологического процесса изготовления фланца позволяет выделить следующие моменты. Изготовление заготовок фланцев сопряжено с высокой трудоемкостью. Причиной здесь является то, что в сечении фланец представляет собой, до механической обработки, прямоугольник размерами 140x125 мм. Из выпускаемого промышленностью металлопроката таким требованиям удовлетворяют листы толщиной 130 мм и выше. Размеры таких листов составляют: при минимальной ширине 1250 мм минимальная длина 2500 мм, максимальная длина 9000 мм; при максимальной ширине 3600 мм максимальная длина 8000 мм.

Таким образом, для рационального раскроя листа подходящей толщины используют вырезку секторов размером 90°. Данные сектора располагаются на листе последовательно, друг за другом, при этом получается минимальное количество отходов. Однако, для соединения секторов в кольцо приходится выполнять 4 сварных шва. Кроме того, применяемая технология вырезки секторов кислородной резкой не отличается высокой производительностью.

Поэтому предпочтительным выглядит использование не листового металлопроката, а квадратного прутка. Размер квадрата при этом подходит

145x145 мм. Однако, для того, чтобы получить из такого прутка окружность нужны вальцы соответствующей мощности.

Другим недостатком базового технологического процесса является то, что для обеспечения должного качества сварного соединения после сварки предусмотрена термообработка. Термообработка позволяет получить требуемую структуру наплавленного металла и уменьшить остаточные напряжения в соединении. Однако регулирования структуры шва непосредственно в процессе сварки и снижения остаточных напряжений применяют различные технологические приемы, например, применение вибрационных колебаний [18].

Цель данной работы – повышение качества металла при дуговой и электрошлаковой плавке. В данной работе теоретические методы исследований дополнялись экспериментальными.

Микроструктуру слитков исследовали по стандартным методикам.

Механические свойства слитков определяли по стандартным методикам - выполняли статическое растяжение плоских пятикратных образцов типа II согласно ГОСТ 1497 и образцов ASTM A370 с расчетной длиной 2" (50,8 мм). На ударную вязкость испытывали образцы типа 1 и 11 по ГОСТ 9454 при температурах от +20 до -80⁰С. На твердость по Виккерсу испытывали образцы по ГОСТ 2999.

Построенная по результатам испытаний динамическая модель сталеплавильного процесса в дуговой печи, позволила реализовать идею оперативного управления плавкой за счет автоматической корректировки заданного режима. Разработанная система мониторинга состояния процесса по форме сигнала мгновенного напряжения дуги, показала в процессе технологических испытаний высокую ее эффективность в определении быстро меняющихся технологических событий в печи, и позволила оптимизировать работу мощных дуговых печей.

Доказано положительное влияние механических горизонтальных вибро-колебаний в диапазоне частот 78-123 Гц на измельчение дендритной

структуры слитков. Исследования качества металла показали, что изотропность слитков возросла, а полученные прокаткой из них плиты толщиной 180 мм обладают высоким уровнем механических свойств, ударной вязкости по толщине в частности, несмотря на низкую степень обжата металла.

Таким образом, можно применить виброколебания для устранения грубой структуры металла шва.

1.5 Задачи бакалаврской работы

Цель работы, сформулированная во введении – повышение производительности при изготовлении фланцев барабана мельницы.

Анализ конструктивных особенностей изделия, условий его эксплуатации, базового технологического процесса изготовления фланцев показал, что из-за значительной толщины металла приходится вырезать сектора будущего фланца и соединять их между собой. При этом большой расход металла и высокая трудоемкость в процессе вырезки. Однако возможно применение другого металлопроката, например полосового или квадратных прутков соответствующих габаритов поперечного сечения.

Таким образом, для достижения поставленной в работе цели мы должны решить следующие задачи:

- 1) Выбрать оборудование для вальцовки металлопроката нужных толщин;
- 2) Разработать технологию электрошлаковой сварки секторов, в которой за счет вибрационной обработки исключена операция термообработки после сварки и подобрать требуемое для внедрения технологии на производственном участке оборудование и сконструировать оснастку.
- 3) Разработать мероприятия по охране здоровья и жизни рабочих производственного участка;
- 4) Рассчитать экономическую эффективность от внедрения

предложенных технических мероприятий.

.

2 Выбор оборудования и разработка оснастки

2.1 Расчет приспособления для сборки фланцев

Примем следующую расчетную схему фиксации нашего изделия, рисунок 2.1.

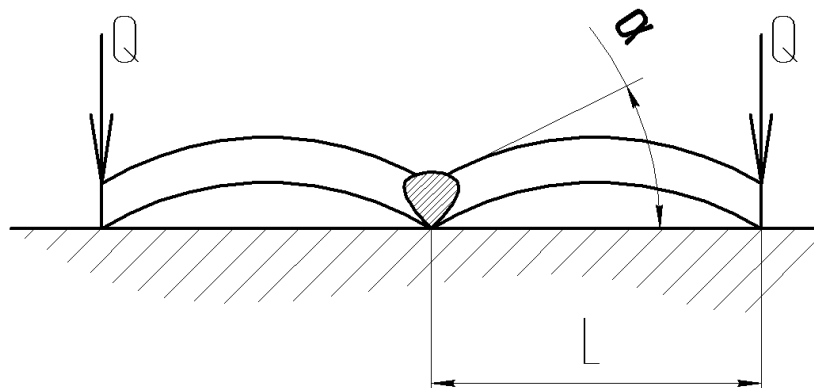


Рисунок 2.1 - Расчетная схема определения усилия зажатия при совместном уводе кромок в стыковом соединении при сварке.

Расчет усилия проводится по формуле [5]:

$$Q = \frac{\delta^3 \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot E}{4 \cdot l^2} = \frac{\delta^2 \cdot \sigma_g}{6 \cdot l}, \text{ Н/м} \quad (2.1)$$

где: δ – толщина детали, $\delta_1 = 0,15$ м;
 α – угол поворота детали, град;
 l – расстояние до места прижима, $l = 1,65$ м;
 σ_d – предел текучести материала детали, $\sigma_d = 284 \cdot 10^6$ Па.

$$Q = \frac{0,15^2 \cdot 284 \cdot 10^6}{6 \cdot 1,65} = 645000 \text{ Н/м.}$$

Требуемая сила зажима определяется с учетом коэффициента запаса [4,5]:

$$Q_p = 15 \cdot Q \cdot L_{\text{ш}}, \text{ Н} \quad (2.2)$$

где: $L_{\text{ш}}$ – длина шва, $L_{\text{ш}} = 0,03$ м.

$$Q_p = 15 \cdot 645000 \cdot 0,12 = 116181 \text{ Н} \approx 116 \text{ кН.}$$

2.2 Оборудование для сборки и сварки фланцев

Для соединения деталей электрошлаковой сваркой необходим комплекс оборудования, который включает сварочную аппаратуру и

вспомогательное оборудование. Данный комплекс называют сварочной установкой. Установки для ЭШС классифицируют на универсальные и специализированные. В монтажных условиях применяют, как правило, универсальные установки. Для каждого способа электрошлаковой сварки существуют различные установки, укомплектованные сварочными аппаратами и источником сварочного тока.

У установок, применяемых для электрошлаковой сварки, есть ряд общих конструктивных особенностей, в зависимости от:

- положения шва;
- размеров и массы свариваемых деталей;
- необходимостью удержать сварочную ванну в зазоре между соединяемыми деталями;
- специальными требованиями по надежности оборудования, в том числе для условий длительной работы.

Все установки, невзирая на разнообразие их конструктивных особенностей комплектуют следующим оборудованием: источниками питания и сварочными аппаратами с системой управления и регулирования процесса; механическим и вспомогательным, применяемым для начальной установки и перемещения перед сваркой или при сварке шва, а также обслуживающие зону сварки; оснасткой принудительно формирующей металла шва, и системой охлаждения; сборочно-сварочными приспособлениями, обеспечивающими быструю и точную сборку деталей и фиксацию их в требуемом положении в процессе работы и предотвращающие или уменьшающие деформации и внутренние напряжения в свариваемых деталях.

Источник питания для сварки фланца выбираем трансформатор ТШС-1000-3. Его применяют для питания автоматов электрошлаковой сварки переменным током. У него ступенчатое регулирование напряжения. ТШС-1000-3 обеспечивает питание трехфазным током до 1000А в каждой фазе (три

электрода до 1000 А). После специального переключения трансформатор ТШС-1000-3 работает как однофазный с силой тока до 2000 А.

Вторичное напряжение трансформатора регулируют переключением первичной и вторичной обмоток.

Технические данные:

мощность-180 кВт.

сила потребляемого от сети тока - 275А.

сила сварочного тока при ПВ-100 % - 900А.

сила сварочного тока при ПВ-80 % - 1000А.

Пределы регулирования вторичного напряжения при холостом ходе - 38-62В.

количество ступеней - 18.

Охлаждение - воздушно-принудительное.

Габариты - 1430х970х1750мм.

вес – 1250 кг.

Скорость подачи проволоки изменяют сменными зубчатыми колесами. Подающего механизма приводится во вращение от асинхронного двигателя, в процессе сварки скорость подачи проволоки постоянная.

Размер проплавления стенок свариваемых деталей регулируют изменяя напряжение в сварочной цепи.

Фиксация свариваемых заготовок при сборке осуществляется скобами и (или) планками. Конструкция и размеры скоб для нашего изделия выбраны в соответствии с приведенным на рисунке 2.2. Скобы изготовлены из листового металла толщиной 30-50 мм. Расстояние между скобами устанавливают 500-800 мм вдоль завариваемого зазора между заготовками. Скобы и планки приваривают односторонними угловыми швами. Швы следует располагать не ближе 80 мм от кромок заготовок.

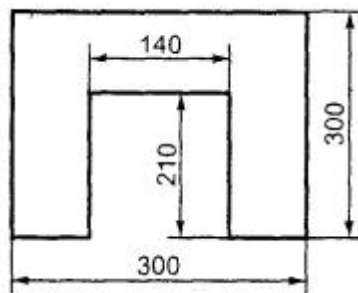


Рисунок 2.2 – Скоба для фиксации деталей при сборке

2.3 Оснастка для крепления вибратора.

Для обеспечения механических горизонтальных вибро-колебаний в диапазоне 78-123 Гц для измельчения грубой дендритной структуры отливок [18] предложено применить стандартный вибропреобразователь типа В-200. Для крепления вибратора и передачи виброколебаний на электродную проволоку разработано приспособление, рисунок 2.3., рисунок 2.4., рисунок 2.5, состоящее из следующих основных частей. 1 – Стойка, выполнена из прутка диаметром 63 мм, 2 фланец для крепления вибратора, 3 планка для крепления фланца, планка закреплена на муфте 4, к муфте 4 так же крепится коромысло 13. К коромыслу закреплены направляющая и прокладка для крепления на мундштуке сварочного агрегата. Муфта свободно перемещается на прутке 1. Пруток закреплен на основании 5, которое крепится к станине установки для ЭШС.

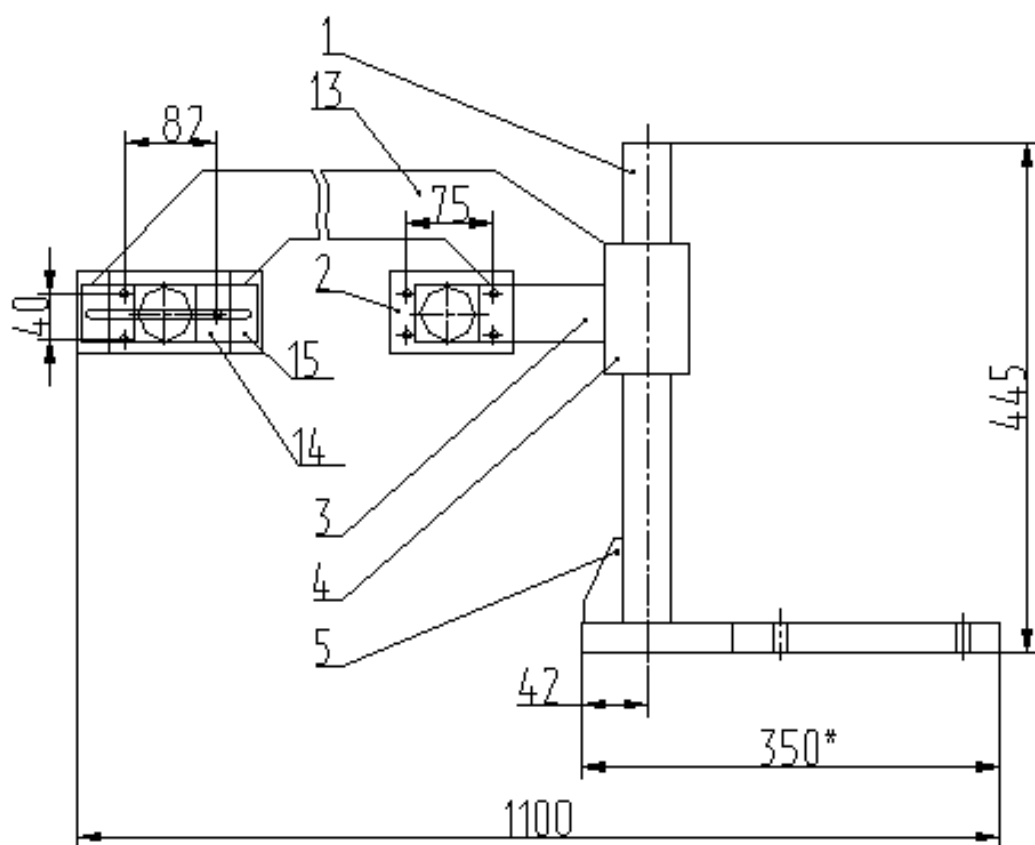


Рисунок 2.3 – Общий вид приспособления

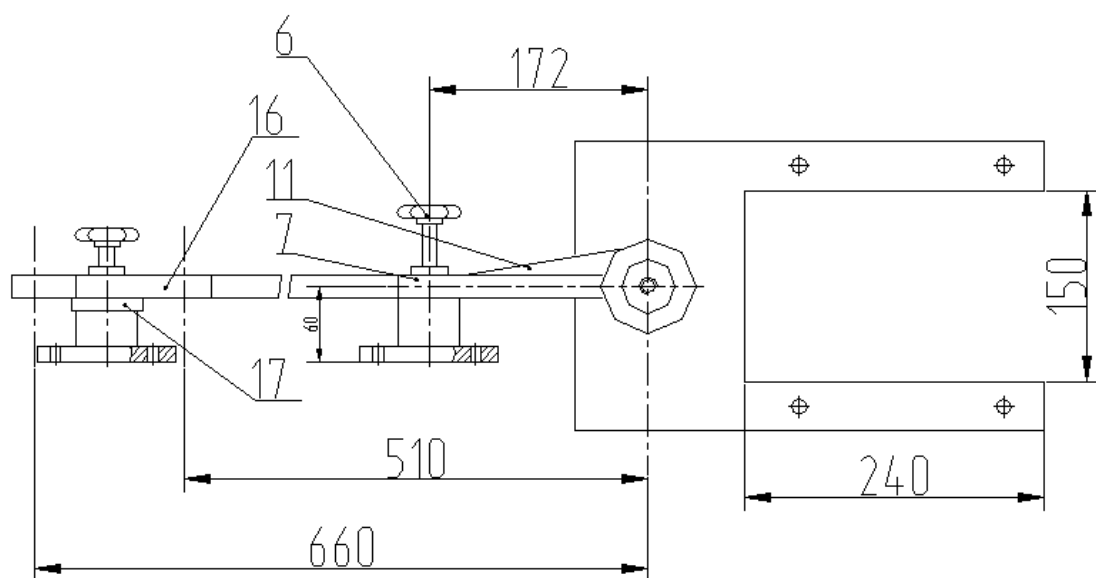


Рисунок 2.4 – Вид приспособления сверху

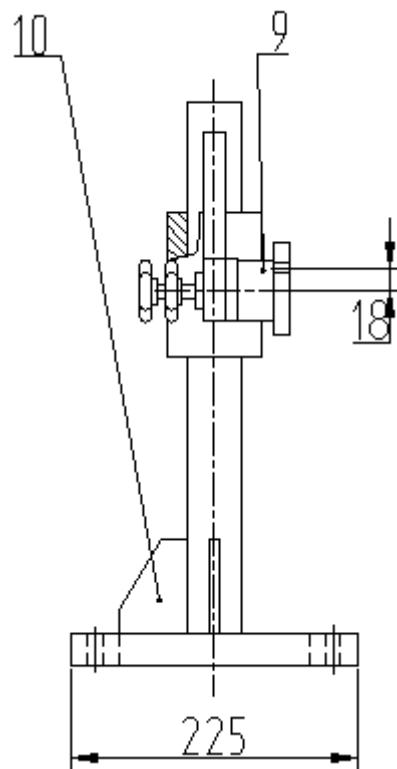


Рисунок 2.5 – Вид приспособления слева

3 Проектирование технологии сборки и электрошлаковой сварки.

Первая операция проектного технологического процесса – входной контроль.. Прутки из стали 09Г2С следует хранить в помещениях или под навесами. При хранении должно быть исключено загрязнение, повреждения и также контакт с другими марками сталей и цветными металлами.

На прутках, подлежащих сварке, должна быть маркировка, которая позволяет установить, при необходимости, марку материала, номер плавки, и номер прутка.

При приемке должны быть проверены:

- соответствие материала условиям заказа, требованиям стандартов, технических условий, данным сертификата;
- качество поверхности прутка на соответствие требованиям стандартов.

Если сопроводительные сертификаты на материалы, предназначенные для изготовления ответственных изделий отсутствуют, следует провести их испытание на заводе-изготовителе изделий перед запуском в производство согласно требований стандартов, технических условий и требованиями к изделию.

В случае отсутствия в сопроводительных сертификатах на материалы тех показателей характеристик, которые регламентированы нормативными документами и техническими условиями, завод-изготовитель, прежде чем запустить их в производство, должен провести дополнительные испытания свойств материалов.

Если сварочные материалы предназначены для выполнения сварных соединений, к которым предъявлены требования по стойкости к межкристаллитной коррозии (МКК), следует испытать на склонность к межкристаллитной коррозии в соответствии с ГОСТ 6032-75.

Сварочные электроды и проволока, предназначенные для сварки изделий, температура эксплуатации которых превышает 350°C (кроме изделий, которые изготовлены из стабильноаустенитных сталей), в случае

отсутствия указаний в сертификате или паспорте, необходимо контролировать на содержание ферритной фазы в металле шва или наплавленном металле.

Контролируются сварочные материалы. Необходимо применять электроды в соответствии с ГОСТ 9466-75 и ГОСТ 10052-75. Перед сваркой электродов необходимо проверить на наличие в каждой поступающей партии сопроводительного документа, в котором должна быть указана следующая информация:

- название предприятия-поставщика;
- тип, марка и диаметр электродов;
- номер партии электродов и дата их изготовления;
- вес партии электродов;
- марка стали электродной проволоки;
- результаты проведенных испытаний;
- номер стандарта или технических условий.

Проверяют наличие ярлыка на пачках и коробках с электродами. Ярлык должен содержать следующую информацию:

- товарный знак предприятия-изготовителя электродов;
- тип, марка, диаметр;
- номер партии и дату изготовления;
- номер стандарта или технических условий;
- режимы сварочного тока в зависимости от диаметра электрода и положения шва при сварке, рекомендуемые предприятием - изготовителем;
- механические свойства и химический состав наплавленного металла (согласно данным паспорта);
- специальные технологические свойства электродов.

Каждый ящик, содержащий пачки или коробки со сварочными электродами, необходимо снабдить ярлыком с аналогичными данными. На

крышке каждого ящика должны быть предостерегающие надписи или наклейки:

"Не бросать! "Беречь от сырости!"

Хранить и готовить к работе сварочные материалы на предприятии следует в соответствии с РТМ 26-304-78 "Организация хранения, подготовил и контроля сварочных материалов"

Если условия хранения электродов или правильность хранения нарушены, следует провести выборочную проверку электродов.

После операций входного контроля идут заготовительные операции. В перечень заготовительных операций включены правка листов, их наметка, резка в требуемый размер, подготовка кромок, вырезка отверстий, гибка в обечайки.

Затем идут заготовительные операции. В отличие от базового технологического процесса для сектора, из которых изготавливают фланцы предложено вальцевать из прутка размером 145х145 мм. Для вальцовки металла такой толщины предложено использовать вальцы листогибочные ЕМО 20-100. Это оборудование итальянской фирмы SERTOM. Масса машины 81 тонна, габаритные размеры 7000х4470х3480 мм. Привод машины гидравлический, вращение валов обеспечивается через систему гидромоторов.

Стандартная комплектация оборудования:

Верхний моторизированный вал;

Гидравлические тормоза нижних валков, предотвращающие соскальзывание листового металла;

2 скорости вращения валков и 2 скорости перемещения валков;

Отдельный пульт управления;

Система воздушного охлаждения масла;

Автоматическая централизованная смазка;

Сенсорная панель марки Siemens серии TP 177B с модемом и системой диагностического оповещения.

На данных валках производится гибка прутка квадратного на полусектор, рисунок 3.1. Таким образом, общее число сварных швов уменьшается до 2х.

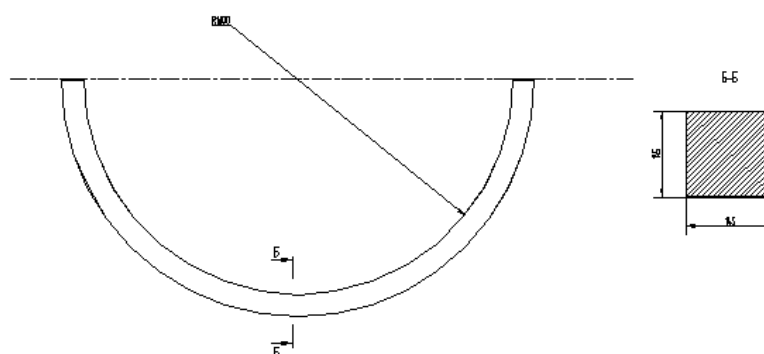


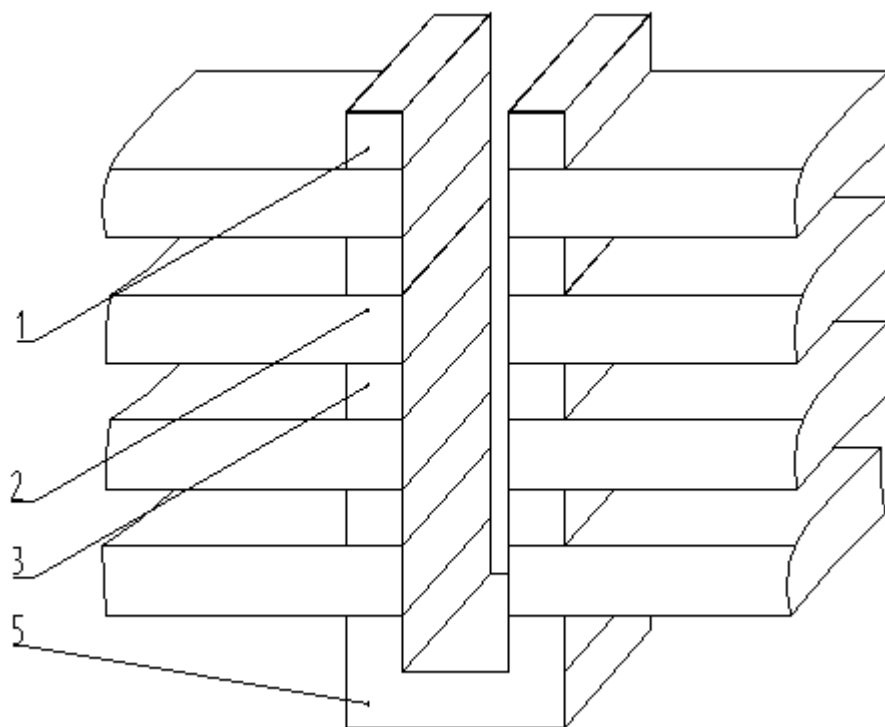
Рисунок 3.1 – Эскиз полусектора

Подготовка кромок под сварку производится с помощью абразивного круга и напильника.

Затем операция сборки. На плиту сборочного приспособления устанавливают кубари, на них установить 2 сектора первого фланца, чтобы выдержать заданный размер фланца и сварочный зазор 28 мм необходимо применять распорки, упоры, клинья, стяжки. Крепят прихватками. Длину прихватки обеспечивают 40-50 мм, расстояние между прихватками должно быть в пределах 150-200 мм. Ток постоянный при обратной полярности и силе тока $I_{св}=160-200$ А. Напряжение дуги $U_d=30-37$ В. Электроды применяются УОНИ 13/45 диаметром 4 мм.

В случае необходимости, если нарушены параметры зазора, выполнить подгонку секторов. Затем устанавливают входные и выходные карманы, пластины водоохлаждаемые. см. рис. 3.2.

После установки входных и выходных карманов их следует приварить, затем очистить швы и шовные зоны от брызг. Ток постоянный при обратной полярности и силе тока $I_{св}=160-200$ А. Напряжение дуги $U_d=30-37$ В. Электроды применяются УОНИ 13/45 диаметром 4 мм.



1 – выходные планки; 2 – полусектора; 3 – вставки; 4 – карман.

Рисунок 3.2 – Сборка под сварку

Затем выполняется предварительный подогрев. Выполняется газовой горелкой, нагреют карманы и свариваемые кромки до температур 250-300°C.

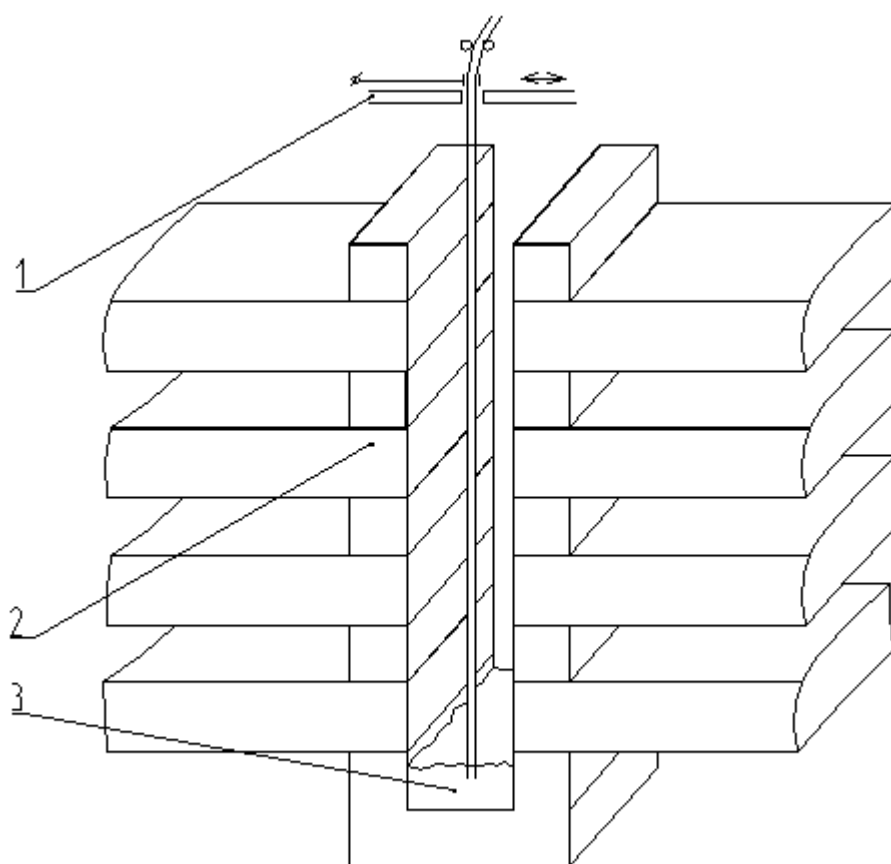
На стык фланца монтируют аппарат для электрошлаковой сварки при помощи планок, в стык вводят мундштук. Предварительно просушенный в шкафу флюс от 3 до 4 ч АН-8 сыпят в стык. Сушат флюс при температуре, которая указана в нормативной документации на флюс.

Следует отметить, что флюс транспортируют из склада в сварочный цех и по цеху только в закрытой таре.

Затем на электрод и свариваемые фланцы подают напряжение от источника питания и возбуждают электрическую дугу в промежутке между концом электрода и дном стартового кармана. Тепло дуги плавит электродную проволоку и флюс, происходит образование малого объема жидкого шлака. После того, как объем жидкого шлака достигает достаточной величины, значительная часть сварочного тока шунтируется через шлак, так как электропроводность его высока. Плотности тока дуги становится

недостаточно для поддержания ее устойчивого горения и дуга гаснет. С этого момента процесс становится бездуговым - шлаковым. В этот момент включается вибрация. Частота вибрации устанавливается в пределах 78-123 Гц [4,9]. Вибрация осуществляется в горизонтальной плоскости, рисунок .33.

Оператору сварочной установки следует периодически следить за величиной уровня шлака и подсыпать флюс по мере необходимости. Сила сварочного тока 1000 А, скорость проволоки 100 м/час, скорость сварки около 0,4 м/час. Когда сварной шов выполнен аппарат отводят к исходному положению.



1 - Вибровозбудитель; 2 - свариваемое изделие; 3 - Флюс.

Рисунок 3.3 – Схема сварки

Затем производят сварку второго шва как указано выше. После выполнения сварных швов необходимо срезать входные и выходные карманы. При этом используется резак ГРМ-150, он предназначен для резки

металла толщиной 30-150 мм. Вес его 630 грамм. Редукторы применяют ДКП-1-65 для кислорода и ДАП 1-65 для ацетилена.

Завершающая операция – контрольная. Деталь контролируют визуально на наличие трещин, непроваров, прожогов.

Для разработанной технологии сборки и сварки спроектирован участок, схема компоновочная которого приведена на листе 17.БР.СОМДиРП.568.50.000 графической части.

4 Безопасность и экологичность проекта.

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта.

Тема бакалаврской работы: «Сварка металлоконструкций больших толщин».

Участок сварки фланцев барабана, рисунок 4.1, расположен в сварочном цехе в осях колонн 1-2, 1-2. Площадь участка 144 квадратных метра. На участке расположено следующее оборудование, таблица. 4.1.

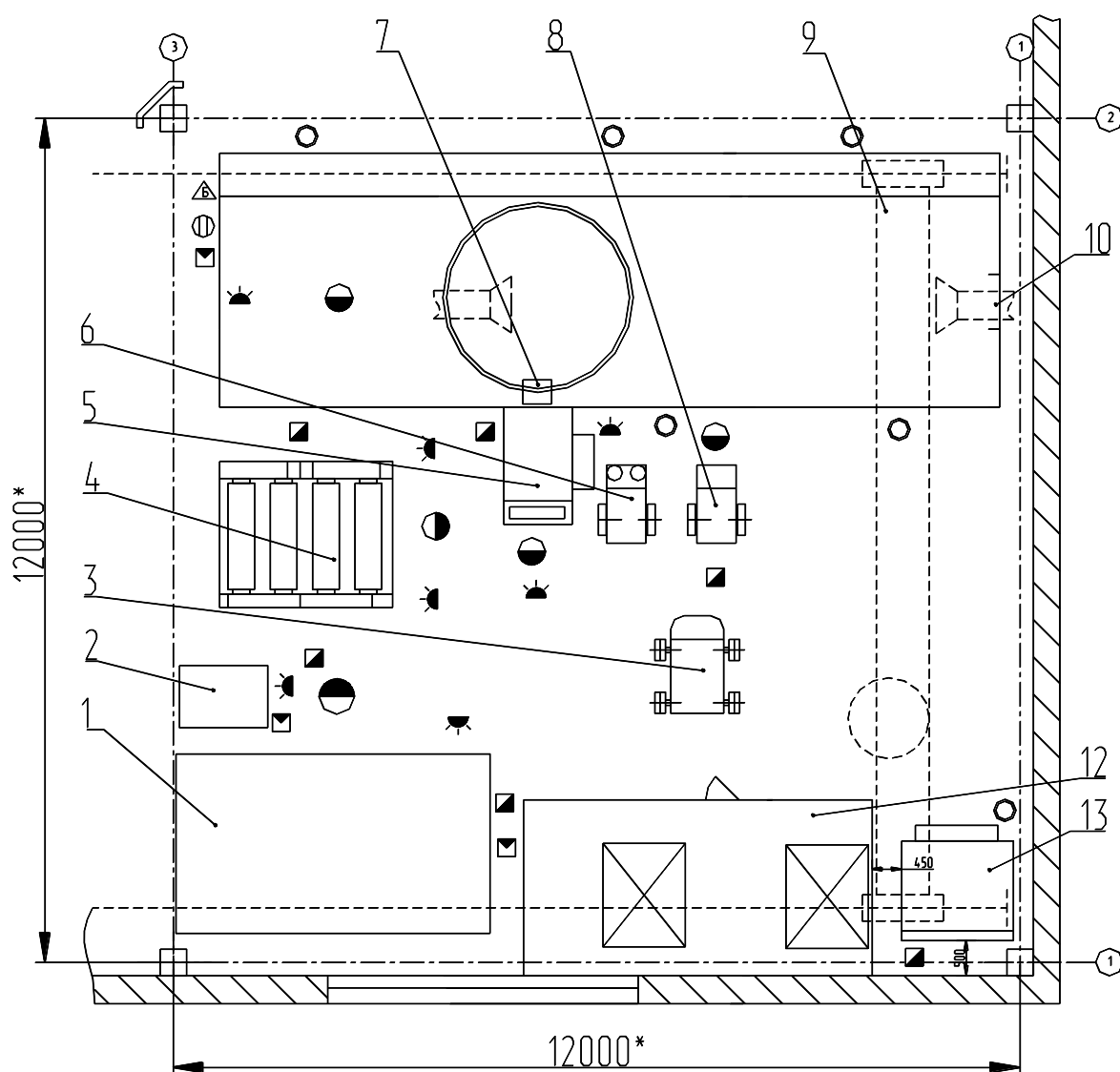


Рисунок 4.1 - Схема планировки участка

Таблица 4.1 - Спецификация оборудования, инструментов
производственного участка.

№ позиции	Выполняемые на участке работы, операции.	Наименование оборудования, инструмента, для перечисленных операций
1	Контроль основных и вспомогательных материалов	Пост входного контроля
2	Контроль сварных швов	Пост ультразвукового контроля
3	Перемещение мелких деталей по участку	Тележка инвентарная
4	Формирование заготовок фланцев	Стан четырехвалковый
5	Источник питания для электрошлаковой сварки	Аппарат ТШС-1000
6	Предварительный подогрев изделия	Аппарат газосварочный передвижной
7	Сварка изделия	Установка сварочная
8	Приварка скоб, карманов.	Выпрямитель ВД-306 М
9	Перемещение изделий	Кран мостовой
10	Воздухообмен в помещении.	Приточная вентиляция
11	Хранение инструмента	Склад для вспомогательных инструментов
12	Сушка флюса и электродов	Электродпечь СНОЛ

Размещенное на участке оборудование необходимо для выполнения заготовительных операций, проведения сварочных работ, перемещения по участку деталей.

Таблица 4.1 - Технологический паспорт объекта

№ п/п	Техпроцесс	Операция, выполняемые работы	Должность работника.	Оборудование, приспособления инструменты	Применяемые материалы и вещества
1	Сварка фланца мельницы	Подготовка к сварке, установка карманов и ползунов, сварка	Слесарь-сборщик, сварщик изделий из тугоплавких металлов,	Стан четырехвалковый, трансформатор ТШС. Выпрямитель ВД-306	Сталь 09Г2С, сварочная проволока, флюс, круг абразивный

4.2 Идентификация профессиональных рисков.

Технологический процесс сварки фланцев связан с опасностями, причины возникновения которых различны. В зависимости от степени воздействия и обстоятельств опасности могут вызвать у человека как временную, так полную потерю нетрудоспособности.

При электрошлаковой сварке фланцев на производственный персонал действуют такие опасные и вредные производственные факторы, как: повышение содержания в воздухе возле рабочей зоны озона и оксидов азота и аэрозолей, состоящих, в основном, из оксидов металлов и неметаллов; повышенная температура поверхностей корпуса; высокое напряжение в электрической цепи. [16].

Анализ рисков, обусловленных опасными и вредными производственными факторами проведем в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Идентификация профессиональных рисков.

№п/п	Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и /или вредного производственного фактора
1	Подготовка к сварке, сборка, установка карманов, прихватка, сварка, контроль сварных соединений	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы; повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; повышенная температура поверхностей оборудования, материалов; повышенная	УСП, выпрямитель ВД-306 М, источник питания Aristo 1000 AC/DC SAW, колонна CaB 300 S, опоры роликовые SD/SI, флюс АНФ-5, круг абразивный

		температура воздуха рабочей зоны; повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека; повышенный уровень инфракрасной радиации.	
--	--	---	--

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Анализ методов и средств снижения профессиональных рисков проведем в таблице 4.3

Таблица 4.3 – Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов.

№ п/п	Опасные и / или вредные производственные факторы	Используемые средства коллективной защиты производственного персонала	Используемые средства индивидуальной защиты производственного персонала
1	движущиеся механизмы и части сварочного оборудования передвигаемые обечайки, заготовки, материалы;	Предостерегающие надписи, соответствующая окраска, ограждения.	
2	повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;	вентиляция	респираторы
3	высокая температура материалов		Спецодежда, перчатки
4	высокая температура воздуха в рабочей зоне;	вентиляция	
5	высокое напряжение в электрических цепях;	Заземление, контроль изоляции.	
6	повышенная пульсация светового потока;	Использование щитов для экранирования мест сварки,	маска сварщика
7	высокий уровень ультрафиолетовой и инфракрасной радиации;	Использование щитов для экранирования мест сварки,	Спецодежда, маска сварщика

8	острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования;		Перчатки, спецодежда.
9	повышенный уровень ионизирующих излучений в рабочей зоне;	экранирование, увеличение расстояния от источника излучения и ограничение времени пребывания оператора в опасной зоне.	

Инструктажи: первичный, ежеквартальный общие для защиты от всех вредных факторов и в таблицу не включены.

4.4 Пожарная и техногенная безопасность рассматриваемого технического объекта.

Пожаром называется неконтролируемое горение, наносящее материальный ущерб, вред жизни и здоровью людей, интересам общества, государства [16] .

На участке сварки труб не исключена вероятность возникновения пожара. Основные классы пожара на участке и сопутствующие пожару опасные факторы приведены в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара.

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
-------	------------------------	--------------	--------------	------------------------	--

1	Сварки	Трансформатор ТШС.	пожары, связанные с воспламенением и горением веществ и материалов электроустановок, находящихся под электрическим напряжением (Е)	Пламя и искры; тепловой поток; повышенная температура окружающей среды; повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения; пониженная концентрация кислорода; снижение видимости в дыму (задымленных пространственных зонах).	вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества; термохимические воздействия используемых при пожаре огнетушащих веществ на предметы и людей при пожаре
---	--------	--------------------	--	---	--

Технические средства, позволяющие обеспечить пожарную безопасность на участке сварки фланцев проанализируем в таблице 4.5

Таблица 4.5 - Средства обеспечивающие пожарную безопасность.

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.
Ящики с песком, кошма, огнетушитель ОУ-1	Пожарные автомобили (вызываются)	Не применяются	Не применяются	Краны пожарные напорные пожарные рукава	Действия согласно плану эвакуации	Лопата, багор, топор	Телефон в помещении начальника участка, кнопка извещения о пожаре

Таблица 4.6 – Организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на сварочном участке.

Наименование технологического процесса	Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности участка	Требования к оснащению участка по обеспечению пожарной безопасности
Сварка	обучение персонала правилам пожарной безопасности, размещение на участке средств наглядной агитации, учений с производственным персоналом, комплектование добровольной пожарной дружины.	На участке необходимо иметь первичные средства пожаротушения в достаточном количестве, должны быть защитные экраны, ограничивающие разлет искр.

4.5 Экологическая безопасность участка сварки фланцев

Таблица 4.7 – Воздействие объекта (сварочного участка) на окружающую среду

Наименование технологии	Составляющие технического объекта	Воздействие объекта на атмосферу	Воздействие объекта на гидросферу	Воздействие объекта на литосферу
Сварка	Подготовка деталей к сварке, сборка, сварка, контроль сварных швов и геометрии фланцев.	газообразные частицы; сажа;	-	упаковка от сварочной проволоки,

Таблица 4.8 – Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду.

Наименование мероприятий	Сварка
Снижение негативного воздействия на атмосферу	Установка в систему вентиляции фильтров, улавливающих частицы сажи
Снижение негативного воздействия на литосферу	Установка контейнеров, для сбора мусора и производственных отходов.

Заключение по разделу

При работе над данным разделом бакалаврской работы были выявлены и проанализированы опасные и вредные производственные факторы при сварке проволокой сплошного сечения под флюсом корпуса газоотделителя из нержавеющей стали.

Была проанализирована возможность их устранения и уменьшения. Показано, что применение на сварочном участке стандартных средств обеспечения безопасности и санитарии производства обеспечит безопасность жизни и здоровья производственного персонала при внедрении на участке сварки разработанных в бакалаврской работе технологических решений.

Разработка специальных и дополнительных средств защиты не нужна.

Чтобы минимизировать угрозу участка сварки экологической безопасности необходимо соблюдать технологический регламент, производственную санитарию и т.д.

5 Экономическая эффективность

По базовому варианту фланец барабана сваривают электрошлаковой сваркой из четырех секторов. Приходится сваривать 4 шва. В проектном варианте предложено вальцовку секторов производить на более мощном оборудовании, позволяющем получать полусектора. В результате количество сварных швов сокращается до 2х. Поскольку по базовому и проектному варианту процесс сварки не изменяется, а изменяется протяженность швов, то рассчитаем себестоимость сварки одного шва, и экономический эффект определяем исходя из изменившегося количества швов. Расчет ведем до себестоимости заводской, так как деталь поступает на дальнейшую обработку и является комплектующей, с последующей сборкой.

5.1 Исходные данные для экономического расчета

Таблица 5.1.

№	Показатели	Усл. обозн.	Ед. изм.	Значение	
				Баз. вар.	Пр. вар.
1	2	3	4	5	6
1	Разряд рабочего	Р.р.		V	V
2	Часовая тарифная ставка	Сч	Р/час	58,91	58,91
3	Коеф. отчислений на доп. з/пл	Кдоп.	%	12	12
4	Коеф. доплат к основной з/пл	Кд.		1,88	1,88
5	Норма амортизации на площади	На.пл.	%	5	5
6	Коеф. отчислений на соц. нужды.	Ксн	%	34	34
7	Стоим. эксп. площадей	Сэксп.	(Р/м ²)/го д	2000	2000
8	Цена площадей	Цпл.	Р/м ²	3000	3000
9	Площадь, занимаемая оборудованием	S	м ²	20	50
10	Коеф. транспортно-заготовит. расходов	Кт -з	%	5	5
11	Стоимость э-энергии	Цэ-э	Р/ кВт	2,2	2,2

Продолжение таблицы 5.1.

1	2	3	4	5	6
12	Коэф-т выполн. нормы	Квн	-	1,1	1,1
13	Нормативный коэф. эффективности доп.кап.вл.	Ен	-	0,33	0,33
14	Цеховые расходы	Кцех	-	2,15	2,15
15	Заводские расходы	Кзав	-	2,5	2,5
16	Потребляемая мощность	Муст	кВт	21	21
17	Длинна сварного шва	l _ш	м	12,0	12,0
18	Расход газа	Нр _{CO2}	л/м	18	-
19	Коэффициент т-з. расходов	Ктз	-	1,05	1,05
20	Нормативный коэф. эф-сти кап. вложений	Е _н	—	0,33	0,33
21	Стоимость сварочной проволоки	Цпр	руб/кг	72,6	72,6
22	Стоимость флюса	Цфл Ц _{CO2}	руб/кг руб/л	54,5	54,5
23	Стоимость оборудования	Цоб	руб	66048	739340
24	Норма амортизации на оборудование	На	%	21,1	21,1
25	Коэффициент на монтаж, демонтаж оборудования	Км, Кдем		3	5
26	Скорость сварки	Vсв	м/ч	20	33
27	Годовая программа выпуска	Пг	шт	500	500

5.2 Расчёт нормы времени на сварку стыков

Расчёт норм времени ведётся по формуле:

$$t_{шт} = t_{маш} + t_{всп} + t_{обсл} + t_{отл} + t_{п-з}, \quad (5.1)$$

где $t_{маш}$ – машинное время, рассчитывается по тех. процессу;

$t_{всп}$ – вспомогательное время, $t_{всп} = 15\%$ от $t_{маш}$;

$t_{обсл}$ – время обслужив. рабочего места, $t_{обсл} = 10\%$ от $t_{маш}$;

$t_{отл}$ – время на личный отдых рабочего, $t_{отл} = 5\%$ от $t_{маш}$;

$t_{п-з}$ – время подготовительно-заключительное, $t_{п-з} = 1\%$ от $t_{маш}$.

По базовому и проектному варианту - автоматическая электрошлаковая сварка.

Длина швов. Шов фланца одинаковый для всех вариантов типоразмеров и составляет $L_{ш} = 210$ миллиметров или 0,21 метр. Скорость сварки – 0,39 метра в час. В базовом варианте 4 шва, в проектном 2.

где α_n – коэффициент наплавки.

Машинное время одного шва для обоих вариантов определим по формуле

$$t_{\text{маш}} = \sum L / V_{\text{св}} \quad (5.2)$$

$$t_{\text{маш}} = 0,21/0,39 = 1,04 \text{ час} = 60,97 \text{ мин.}$$

Таблица 5.2

Вариант	$t_{\text{маш}}$	$t_{\text{всп}}$ 15%	$t_{\text{обсл}}$ 10%	$t_{\text{отл}}$ 5%	$t_{\text{п-з}}$ 1%	$t_{\text{шт}}$
Базовый:	2,08	0,312	0,208	0,104	0,0208	2,724
Проект.	1,04	0,156	0,104	0,052	0,0104	1,362

Фонда времени работы оборудования

Эффективный фонд времени работы оборудования рассчитаем по формуле:

$$\Phi_{\text{эф.}} = (D_{\text{раб.}} \cdot T_{\text{см.}} - D_{\text{пред.}} \cdot T_{\text{сокр.}}) \cdot S \cdot (1 - k_{\text{р.п.}}) \quad (5.3)$$

где $D_{\text{раб.}}$ - количество рабочих дней в году; (250);

$T_{\text{см.}}$ - продолжительность рабочей смены, час, (8);

$D_{\text{пред.}}$ - количество предпраздничных дней в году, (8);

$T_{\text{сокр.}}$ - сокращенная рабочая смена ($T_{\text{см.}} - 1$), час;

S - количество рабочих смен, (1);

$k_{\text{р.п.}}$ - коэффициент потерь времени работы оборудования на ремонт и переналадку (0,06).

$$\Phi_{\text{эф}} = (250 \cdot 8 - 8 \cdot 7) \cdot 1 \cdot (1 - 0,06) = 1827 \text{ час.}$$

5.3 Определение коэффициента загрузки оборудования

Определение необходимого оборудования

$$n_{\text{расч}} = \frac{t_{\text{шт}} \cdot \Pi_{\Gamma}}{\Phi_{\text{эф}} \cdot K_{\text{вн}}} \quad (5.4)$$

где $t_{\text{шт}}$ – штучное время;

Пг – годовая программа выпуска изделий;

Фэф – эффективный фонд времени работы оборудования;

Квн – коэффициент выполнения нормы.

$$n_{расч.б} = \frac{2,724 \cdot 50}{1827 \cdot 1,1} = 0,06ед.$$

$$n_{расч.пр} = \frac{1,362 \cdot 50}{1827 \cdot 1,1} = 0,06ед.$$

Коэффициент загрузки оборудования

$$Кз = n_{расч}/n_{пр} \quad (5.5)$$

где $n_{расч}$ – расчетное количество оборудования,

$n_{пр}$ – принятое количество оборудования, в обоих вариантах принимаем по 1 единице оборудования

$$Кзб = 0,06/1 = 0,06$$

$$Кзп = 0,03/1 = 0,03$$

5.4 Заводская себестоимость сварки

Расчет затрат на материалы по базовому и проектному вариантам.

$$ЗМ = Ц_m \cdot Н_p \cdot К_{т-з}, \quad (5.6)$$

где $Ц_m$ – стоимость материала;

$Н_p$ – норма расхода материала

$К_{т-з}$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов.

Так как по базовому и проектному варианту сварка электрошлаковая, считаем затраты на сварочную проволоку $ЗМ_{пр}$ и на флюс $ЗМ_{фл}$ на один шов.

$$ЗМ_{пр} = ЗМ_{пр} + ЗМ_{фл}, \quad (5.7)$$

$$ЗМ_{пр} = Н_{пр} \cdot Ц_{пр}. \quad (5.8)$$

где $Н_{пр}$ – норма расхода проволоки

$$Н_{пр} = Y \sum L \quad (5.9)$$

где $Y = K_p \cdot M_{напл}$ мет, K_p – коэффициент расхода присадочного материала,

$M_{напл. мет}$ - масса наплавленного металла, определяется:

$$M_{напл. мет} = \gamma \cdot F_n \cdot 0,001 \quad (5.10)$$

где γ – плотность, F_n – площадь наплавленного металла

$$M_{\text{напл. Мет}} = 7,8 \cdot 35 \cdot 0,001 = 0,273 \text{ кг/м.}$$

$$Y = 1,02 \cdot 0,273 = 0,278 \text{ кг/м.}$$

$$N_{\text{пр}} = 0,278 \cdot 0,21 = 2,28 \text{ кг}$$

$$\text{На один шов } 3M_{\text{прб}} = 2,28 \cdot 42 = 95,76 \text{ рублей.}$$

$$3M_{\text{прб}} = 95,76 \cdot 4 = 383,04 \text{ рублей.}$$

$$3M_{\text{прпр}} = 95,76 \cdot 2 = 191,52 \text{ рублей.}$$

Затраты на флюс

$$3M_{\text{фл}} = N_{\text{фл}} \cdot \text{Цфл} \quad (5.11)$$

$$N_{\text{фл}} = K_{\text{фл}} \cdot N_{\text{пр}} \quad (5.12)$$

$$N_{\text{фл}} = 1,2 \cdot 2,28 = 2,736 \text{ кг}$$

$$3M_{\text{флб}} = 2,736 \cdot 60 \cdot 4 = 656,64 \text{ рублей.}$$

$$3M_{\text{флпр}} = 2,736 \cdot 60 \cdot 2 = 328,32 \text{ рублей.}$$

Затраты на материалы суммарные

$$3M_{\text{б}} = 383,04 + 656,64 = 1018,89 \text{ рублей.}$$

$$3M_{\text{пр}} = 191,52 + 328,32 = 519,84 \text{ рублей.}$$

Затраты на заработную плату

Фонд заработной платы труда основных производственных рабочих

ФЗП складывается из основной и дополнительной заработной платы.

Основная заработная плата.

$$З_{\text{осн}} = t_{\text{шт}} \cdot Сч \cdot Кд \quad (5.13)$$

где $Сч$ – часовая тарифная ставка;

$Кд$ – коэффициент доплат к основной заработной плате

По базовому варианту

$$З_{\text{оснб}} = 2,724 \cdot 58,91 \cdot 1,88 = 301,68 \text{ рублей.}$$

$$З_{\text{осн}} = 1,362 \cdot 58,91 \cdot 1,88 = 150,84 \text{ рублей.}$$

б) Дополнительная заработная плата

$$З_{\text{доп}} = З_{\text{осн}} \cdot К_{\text{доп}} / 100 \quad (5.14)$$

где $К_{\text{доп}}$ – коэффициент, учитывающий отчисления на

дополнительную заработную плату

$$\text{Здопб} = 301,68 \cdot 12/100 = 36,20 \text{ рублей};$$

$$\text{Здоп} = 150,84 \cdot 12/100 = 18,10 \text{ рублей.}$$

$$\text{ФЗПб} = 301,68 + 36,20 = 337,88 \text{ рублей};$$

$$\text{ФЗПпр} = 150,84 + 18,10 = 168,94 \text{ рублей.}$$

Отчисления на социальные нужды

$$\text{Осн} = \text{ФЗП} \cdot \text{Ксн}/100, \quad (5.15)$$

где Ксн – коэффициент, учитывающий отчисления на социальные нужды.

$$\text{Оснб} = 337,88 \cdot 35,6/100 = 120,28 \text{ рублей.}$$

$$\text{Оснпр} = 168,94 \cdot 35,6/100 = 60,14 \text{ рублей.}$$

Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования

$$\text{Зоб} = \text{Аоб} + \text{Рэ} + \text{Ртр}, \quad (5.16)$$

где Аоб – амортизация оборудования;

Рэ-э – расходы на электроэнергию;

Амортизация оборудования

$$A_{об} = \frac{Ц_{об} \cdot На \cdot t_m}{\Phi_{эф} \cdot 100} \quad (5.17)$$

где Цоб – стоимость оборудования;

На – норма амортизации оборудования.

$$A_{обб} = \frac{9800 \cdot 18 \cdot 2,72}{1827 \cdot 100} = 22,764 \text{ руб}$$

$$A_{обпр} = \frac{54120 \cdot 18 \cdot 1,36}{1827 \cdot 100} = 66,81 \text{ руб}$$

Затраты на электроэнергию

$$P_{э-э} = \frac{M_{уст} \cdot t_{шт} \cdot Ц_{э-э}}{КПД} \quad (5.18)$$

где $M_{уст}$ – мощность установки;

$Ц_{э-э}$ – стоимость электроэнергии;

КПД – коэффициент полезного действия

$$P_{\text{э-эб}} = \frac{21 \cdot 2,72 \cdot 2,2}{0,7} = 600,279 \text{руб}$$

$$P_{\text{э-эпр}} = \frac{21 \cdot 1,36 \cdot 2,2}{0,8} = 723,607 \text{руб}$$

$$\text{Зобб} = 22,764 + 600,279 = 623,043 \text{ рублей.}$$

$$\text{Зобпр} = 66,81 + 723,607 = 790,417 \text{ рублей.}$$

Расходы на текущий ремонт

$$P_{\text{тр}} = \frac{Ц_{\text{об}} \cdot H_{\text{тр}} \cdot K_3}{\Phi_{\text{эф}} \cdot 100} \quad (5.19)$$

$$P_{\text{трб}} = \frac{9800 \cdot 35 \cdot 0,52}{1827 \cdot 100} = 0,976 \text{руб.}$$

$$P_{\text{тр}} = \frac{54120 \cdot 35 \cdot 0,27}{1827 \cdot 100} = 2,79 \text{руб.}$$

$$\text{Зобб} = 22,764 + 600,279 = 624,019 \text{ рублей.}$$

$$\text{Зобпр} = 66,81 + 723,607 = 793,207 \text{ рублей.}$$

Затраты на содержание и эксплуатацию площадей

$$\text{З}_{\text{пл}} = \text{А}_{\text{пл}}, \quad (5.20)$$

где $\text{Р}_{\text{пл}}$ – расход на эксплуатацию и содержание площадей;

$\text{А}_{\text{пл}}$ – амортизация площадей.

Амортизация площади

$$\text{А}_{\text{пл}} = \frac{Ц_{\text{пл}} \cdot \text{На}_{\text{пл}} \cdot S \cdot t_{\text{шт}}}{F_{\text{э}} \cdot 100}, \quad (5.21)$$

где $\text{На}_{\text{пл}}$ – норма амортизации площади;

$Ц_{\text{пл}}$ – стоимость приобретения площадей

$$\text{А}_{\text{плб}} = \frac{3000 \cdot 2 \cdot 150 \cdot 2,72}{2054 \cdot 100} = 109,805 \text{руб}$$

$$A_{\text{ПЛПР}} = \frac{3000 \cdot 2 \cdot 150 \cdot 1,36}{2054 \cdot 100} = 54,90 \text{ руб}$$

$$З_{\text{ПЛБ}} = 109,805 \text{ рублей.}$$

$$З_{\text{ПЛПР}} = 54,90 \text{ рублей.}$$

Технологическая себестоимость

$$C_{\text{ТЕХ}} = ЗМ + ФЗП + \text{Осн} + З_{\text{Об}} + З_{\text{Пл}} \quad (5.22)$$

$$C_{\text{ТЕХБ}} = 1018,89 + 337,88 + 120,28 + 624,019 + 109,805 = 2210,874 \text{ рублей.}$$

$$C_{\text{ТЕХПР}} = 519,84 + 168,94 + 60,14 + 793,207 + 54,90 = 1597,027 \text{ рублей.}$$

Цеховая себестоимость

$$C_{\text{ЦЕХ}} = C_{\text{ТЕХ}} + З_{\text{ОСН}} \cdot K_{\text{ЦЕХ}} \quad (5.23)$$

где $K_{\text{ЦЕХ}}$ – коэффициент цеховых расходов

$$C_{\text{ЦЕХБ}} = 2210,874 + 2,15 \cdot 301,68 = 2210,874 + 648,612 = 2859,486 \text{ рублей,}$$

$$C_{\text{ЦЕХПР}} = 1597,027 + 2,15 \cdot 150,84 = 1597,027 + 324,306 = 1921,333 \text{ рублей.}$$

Заводская себестоимость

$$C_{\text{ЗАВ}} = C_{\text{ЦЕХ}} + З_{\text{ОСН}} \cdot K_{\text{ЗАВ}} \quad (5.24)$$

где $K_{\text{ЗАВ}}$ – коэффициент заводских расходов

$$C_{\text{ЗАВБ}} = 2859,486 + 2,5 \cdot 301,68 = 2859,486 + 754,2 = 3613,686 \text{ рублей,}$$

$$C_{\text{ЗАВПР}} = 1921,333 + 2,5 \cdot 150,84 = 1921,333 + 377,1 = 2298,433 \text{ рублей.}$$

5.5 Заводская себестоимость

Таблица 5.3.

№ п/п	ПОКАЗАТЕЛИ ЗАТРАТ	Усл. обоз.	Калькуляция, руб	
			Базов	Проек
1	Материалы	ЗМ	1018,89	519,84
2	Заработная плата	ФЗП	337,88	168,94
3	Социальные нужды	Осн	120,28	60,14
4	Затраты на оборудование	Зоб	624,019	793,207
5	Затраты на площади	Зпл	109,805	54,90
	Себестоимость технологич.	Стех	2210,874	1597,027
6	Расходы цеховые	Рцех	648,612	324,306
	Себестоимость цеховая	Сцех	2859,486	1921,333

7	Расходы заводские	Рзав	754,2	377,1
	Себестоимость заводская	Сзав	3613,686	2298,433

5.6 Капитальные затраты

Расчет общих капитальных затрат

а) Капитальные затраты по базовому варианту.

$$K_{\text{ОБЩБ}} = K_{\text{ОББ}} = C_{\text{ОББ}} \cdot K_{\text{ЗБ}}, \quad (5.25)$$

где $C_{\text{ОБ}}$ – стоимость оборудования;

$K_{\text{З}}$ – коэффициент загрузки оборудования.

$$K_{\text{ОБЩБ}} = 9800 \cdot 0,55 = 5390 \text{ рублей.}$$

б) Общие капитальные затраты по проектному варианту.

$$K_{\text{ОБЩПР}} = K_{\text{ОБПР}} + K_{\text{ПЛПР}} + K_{\text{СОПР}}, \quad (5.26)$$

где $K_{\text{ОБ}}$ – капитальные вложения в оборудование;

$K_{\text{ПЛ}}$ – капитальные вложения в площади;

$K_{\text{СОП}}$ – сопутствующие капитальные вложения.

$$K_{\text{ОБПР}} = C_{\text{ОБПР}} \cdot K_{\text{Т-З}} \cdot K_{\text{ЗПР}} \quad (5.27)$$

$$K_{\text{ОБПР}} = 54120 \cdot 1,05 \cdot 0,27 = 15343,02 \text{ рублей.}$$

$$K_{\text{ПЛПР}} = C_{\text{ПЛ}} \cdot (S_{\text{ПР}} - S_{\text{Б}}) \cdot K_{\text{З}} \cdot K_{\text{П}} \quad (5.28)$$

где $S_{\text{ПР}} - S_{\text{Б}}$ дополнительная площадь;

$K_{\text{ПЛ}}$ коэффициент, учитывающий дополнительную площадь.

$$K_{\text{ПЛПР}} = 3000 \cdot (150 - 150) \cdot 3 = 0 \text{ рублей}$$

$$K_{\text{СОП}} = K_{\text{ДЕМ}} + K_{\text{МОНТ}} \quad (5.29)$$

где $K_{\text{ДЕМ}}$ – затраты на демонтаж базового оборудования;

$K_{\text{МОНТ}}$ – затраты на монтаж оборудования.

$$K_{\text{ДЕМ}} = C_{\text{Б}} \cdot K_{\text{ДЕМ}} \quad (5.30)$$

где $K_{\text{ДЕМ}}$ – коэффициент, учитывающий затраты на демонтаж.

$$K_{\text{ДЕМ}} = 9800 \cdot 0,03 = 294 \text{ рублей.}$$

$$K_{\text{МОНТ}} = C_{\text{ПР}} \cdot K_{\text{МОНТ}}, \quad (5.31)$$

где $K_{\text{МОНТ}}$ – коэффициент, учитывающий затраты на монтаж проектного оборудования.

$$K_{\text{МОНТ}} = 54120 \cdot 0,05 = 2706 \text{ рублей.}$$

$$K_{\text{СОП}} = 294 + 2706 = 3000 \text{ рублей.}$$

$$K_{\text{ОБЩПР}} = 15343,02 + 0 + 3000 = 18343,02 \text{ рублей.}$$

Дополнительные капитальные вложения.

$$K_{\text{ДОП}} = K_{\text{ОБЩПР}} - K_{\text{ОБЩБ}}. \quad (5.32)$$

$$K_{\text{ДОП}} = 18343,02 - 5390 = 12953,02 \text{ рублей.}$$

Удельные капитальные вложения.

$$K_{\text{УД}} = K_{\text{ОБЩ}} / P_{\Gamma}, \quad (5.33)$$

где P_{Γ} – годовая программа выпуска.

$$K_{\text{УДБ}} = 5390/50 = 107,8 \text{ рублей,}$$

$$K_{\text{УДПР}} = 18343,02 / 50 = 366,86 \text{ рублей.}$$

5.7 Экономическая эффективность разрабатываемой технологии.

Снижение трудоемкости

$$\Delta t_{\text{ШТ}} = \frac{t_{\text{ШТБ}} - t_{\text{ШТПР}}}{t_{\text{ШТБ}}} \cdot 100\% \quad (5.34)$$

$$\Delta t_{\text{ШТ}} = \frac{2,72 - 1,36}{2,72} \cdot 100\% = 50\%$$

Повышение производительности труда

$$P_{\Gamma} = \frac{100 \cdot \Delta t_{\text{ШТ}}}{100 - \Delta t_{\text{ШТ}}} \quad (5.35)$$

$$P_{\Gamma} = \frac{100 \cdot 50}{100 - 50} = 100\%$$

Снижение технологической себестоимости

$$\Delta C_{\text{ТЕХ}} = \frac{C_{\text{ТЕХБ}} - C_{\text{ТЕХПР}}}{C_{\text{ТЕХБ}}} \cdot 100\% \quad (5.36)$$

$$\Delta C_{\text{ТЕХ}} = \frac{2210 - 1597}{2210} \cdot 100\% = 27\%$$

Условно-годовая экономия (ожидаемая прибыль)

$$ПР_{\text{ОЖ}} = Э_{\text{У.Г.}} = (C_{\text{ЗАВБ}} - C_{\text{ЗАВПР}}) \cdot P_{\Gamma} \quad (5.37)$$

$$\Delta_{y,\Gamma} = (3613,686 - 2298,433) \cdot 50 = 65762,65 \text{ рублей.}$$

Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений

$$T_{OK} = \frac{K_{ДОП}}{\Delta_{y,\Gamma}} \quad (5.38)$$

$$T_{OK} = \frac{12953,02}{65762} = 0,2 \text{ года}$$

Экономический эффект

$$\Delta_{\Gamma} = [(C_{ЗАВБ} + E_H \cdot K_{УДБ}) - (C_{ЗАВПР} + E_H \cdot K_{УДПР})] \cdot П_{\Gamma} \quad (5.39)$$

$$\Delta_{\Gamma} = [(3613,68 + 0,33 \cdot 107,8) - (2298,43 + 0,33 \cdot 366,86)] \cdot 50 = 61470,66 \text{ рублей.}$$

5.8 Выводы по разделу

При внедрении проектной технологии сварки барабана мельницы валковой трудоемкость снижается на 50%, при этом технологическая себестоимость снижается на 27%. Условно-годовая экономия составит 65762,65 руб. Для внедрения проектной технологии необходимы дополнительные капитальные вложения в размере 12593 руб., которые окупятся через 0,2 года. Годовой экономический эффект с учетом дополнительных капитальных вложений составит 61470,66 руб. Следовательно, можно сделать вывод, что предлагаемая технология экономически эффективна.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный анализ базового технологического процесса показал, что причиной главных его недостатков является низкий уровень автоматизации процесса дуговой сварки.

В работе рекомендована замена механизированной сварки на автоматическую. Кроме того, для сварки больших толщин рекомендован способ сварки под флюсом, при котором величина сварочного тока, следовательно и скорость сварки больше.

Разработан технологический процесс автоматической сварки под флюсом, выбрано необходимое для реализации разработанного процесса оборудование.

Применение указанных технических решений позволяет повысить производительность труда.

За счет внедрения разработанных технических решений планируется получить годовой экономический эффект 3211425 руб. Цель проекта достигнута

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Козулин М.Г. Производство сварных конструкций: Учебн. пособие к дипломному проектированию [Текст] / М.Г. Козулин. – Тольятти: ТолПИ, 1991 – 62 с.
2. Быковский О.Г., Петренко В.Р., Пешков В.В. Справочник сварщика [Текст] / О.Г. Быковский, В.Р. Петренко. - М.: Машиностроение, 2011. – 336 с.
3. Рыбаков В.М. Дуговая и газовая сварка: Учеб. для сред. ПТУ [Текст] / В.М. Рыбаков.- 2-е изд. перераб.- М.: Высш. школа, 1986.- 208 с.
4. Рыбаков А.М. Сварка и резка металлов. Учебник для средних профессионально-технических училищ [Текст] / А.М. Рыбаков. - М.: Высшая школа, 1977.
5. Чебац В.А. Сварочные работы: Учеб. пособие [Текст] / В.А. Чебац.- 3-е изд. перераб.- Ростов-на-Дону: изд. центр «Феникс», 2006. - 412 с.
6. Чернышов Г.Г., Мордынский В.Г. Справочник молодого электросварщика по ручной сварке: Справ. пособие для средних ПТУ [Текст] / Г.Г. Чернышов, В.Г. Мордынский.- М.: Машиностроение, 1987.- 112 с.
7. Беляков, Г. И. Безопасность жизнедеятельности на производстве. Охрана труда [Текст] / Г. И. Беляков. – М.: Издательство: Лань, 2006. – 511 с.
8. Сорокин, В.Г. Марочник сталей и сплавов / В. Г. Сорокин [и др.] // М.: Машиностроение. – 1989. – 640 с.
9. Козулин М. Г. Технология сварочного производства и ремонта металлоконструкций: учеб. пособие для вузов / М. Г. Козулин. - ТГУ; Гриф УМО. - Тольятти: ТГУ, 2010. - 306 с.
10. Фатхутдинов Р.А. Организация производства: Учебник.— М.: ИНФРА – М, 2001.— 672 с.
11. Красовский А.М. Основы проектирования сварочных цехов [Текст] / А.М. Красовский. – М.: Машиностроение, 1979 – 319 с.
12. Волченко В.Н. Сварка и сварочные материалы, том . 1 [Текст] / В.Н. Волченко. – М.: Машиностроение, 1991 – 527 с.

13. Ключев В.В. Неразрушающий контроль и диагностика [Текст] /В.В. Ключев. - М.: Машиностроение, 1995. - 390 с.
14. Александров А.Р. Источники питания для дуговой сварки [Текст] / А.Р. Александров, В.С. Милютин. - М.: Машиностроение, 1982-427 с.
15. Думов С. И. Технология электрической сварки плавлением: Учебник для машиностроительных техникумов [Текст] / С.И. Думов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Л.: Машиностроение, 1987. - 368 с
16. Колганов Л. А. Сварочное производство. Учебное пособие [Текст] / Л.А. Колганов. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2002. - 512 с.
17. Экономика предприятия: Учебник для вузов / В.Я. Горфинкель, Е.М. Купряков, В.П. Прасолова и др.; Под ред. проф. В.Я. Горфинкеля, проф. Е.М. Купрякова, - М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1996. – 367 с.
18. Действия населения в чрезвычайных ситуациях. Пособие. Под общей редакцией В.А. Владимирова. – М.: МЧС России, 1995.
19. Сварка и резка материалов: Учебное пособие / М.Д. Банов, Ю.В. Казаков, М.Г. Козулин и др.: Под ред. Ю.В. Казакова. – М.: Издательский центр «Академия, 2000. – 400 с.
20. Кортес А.П. Сварка, резка, пайка металлов. – М.: Аделант, - 2007. – 192 с.
21. Косинцев В.И., Михайличенко А.И., Крашенинникова Н.С., Миронов В.М. Основы проектирования химических производств и оборудования. – Томск: Томский политехнический университет, 2013. – 395 с.