

МИНИСТЕРСТВО 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)

15.03.01 Машиностроение

(код и наименование направления подготовки, специальности)

«Оборудование и технология сварочного производства»

(наименование направленности, специализации)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Технология сборки и сварки конуса

Студент(ка)

Солдатов Е.Д.

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Сафонов М.В.

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

Дерябин И.В.

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Виткалов В.Г.

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Краснопевцева И.В.

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Яценко Н.В.

(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

АННОТАЦИЯ

Данная выпускная бакалаврская работа представляет собой анализ и разработку новой технологии для сборки и сварки конуса бутары мельницы.

Целью работы является повышение производительности и снижение затрат в процессе сварки конуса бутары.

В ходе работы были решены следующие задачи:

- 1) Провести анализ альтернативных способов сварки и выбрать подходящий вариант
- 2) Разработать проектный технологический процесс для выбранного способа сварки
- 3) Выбрать оборудование для реализации предложенной технологии

ABSTRACT

In this qualification work is the analysis and development of a new technology for assembling and welding the mill's buta cone.

The aim of the work is to increase productivity and reduce costs in the welding process of the cone of Butara.

In the course of the work the following tasks were solved:

- 1) Conduct an analysis of alternative welding methods and choose the appropriate option.
- 2) Develop a design process for the selected welding method.
- 3) Select the equipment to implement the proposed technology

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	10
1. АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ И ИЗВЕСТНЫХ РЕШЕНИЙ ПО ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ И СВАРКИ КОНУСА МЕЛЬНИЦЫ.....	11
1.1 Описание изделия и его эксплуатация.....	11
1.2 Свойства материала изделия.....	14
1.3 Сварка изделия	17
1.4 Сварочная проволока Св-08ГА	20
1.6 Флюс, используемый при автоматической сварке	22
1.7 Оборудование для автоматической сварки под флюсом.....	24
1.8 Технологический процесс сварки конуса мельницы с помощью автоматической сварки под флюсом.....	27
2. ПРОЕКТНЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС СБОРКИ КОНУСА МЕЛЬНИЦЫ.....	31
2.1 Анализ способов сварки конуса мельницы.....	31
2.1.1 Ручная дуговая сварка	31
2.1.2 Механизированная сварка плавящимся электродом в защитных газах	33
2.1.3 Электрошлаковая сварка.....	35
2.2 Выбор способа сварки	38
2.3 Оборудование, использующееся при электрошлаковой сварке	38
2.3.1 Сварочный трансформатор	38
2.3.2 Аппарат для сварки.....	41
2.3.3 Флюс АН-8	42
2.5 Описание технологического процесса.....	42
3. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА	46
3.1 Технологическая характеристика объекта	46
3.2 Идентификация профессиональных рисков	47

3.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков	48
3.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	50
3.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта.....	51
4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЕКТА	54
4.1 Исходные данные.....	54
4.2 Расчет нормы штучного времени на выполняемые технологические операции.....	56
4.2 Капитальные вложения в оборудования	57
4.2.1 Общие капитальные вложения в оборудование	57
4.3 Удельные капитальные вложения в оборудование	59
4.4 Расчет себестоимости сравниваемых вариантов	60
4.4.1 Затраты на материалы	60
4.4.2 Затраты на покупные комплектующие изделия	61
4.4.3 Затраты на энергию	61
4.4.4 Затраты на содержание оборудования.....	62
4.4.5 Затраты на содержание и эксплуатацию производственных площадей.....	63
4.5 Затраты на заработную плату основных производственных рабочих с отчислениями на социальные нужды	63
4.5.1 Основная заработная плата.....	63
4.5.2 Дополнительная заработная плата	64
4.5.3 Отчисления на социальное страхование	64
4.6 Технологическая себестоимость изделия.....	64
4.7 Цеховая себестоимость	65
4.8 Заводская себестоимость изделия	65
4.9 Полная себестоимость изделия	65
4.10 Ожидаемая прибыль от снижения себестоимости	67
4.11 Срок окупаемости капитальных вложений.....	67

4.12 Коэффициент сравнительной экономической эффективности	67
4.13 Снижение трудоемкости изготовления изделия.....	68
4.14 Повышение производительности труда	68
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	69
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	70

ВВЕДЕНИЕ

Мельница – это механизм, предназначенный для уменьшения размеров сыпучих частиц, включая пастообразные материалы. Так же мельницы применяют для деагломерации - уменьшение размеров агрегатов материала. Процесс уменьшения размеров частиц производится при помощи ударов, раздавливанием и в том числе резанием, либо применяют смешанный принцип – называемый перетиром. Тип мельницы определяют исходя из размеров исходных частиц, твёрдостью размалываемого материала и производительностью.

В настоящее время мельницы используются в различных сферах, например при подготовке руды, обогащении полезных ископаемых, в теплоэнергетике, металлургии, а так же химической и других отраслях промышленности.

Одним из основных способов сборки конуса бутары мельницы является автоматическая сварка под флюсом, но в силу того, что у данного способа имеются различные недостатки, например такие как производительность процесса, то целью проекта является найти другой, более быстрый и по возможности более экономически выгодный способ сварки данного изделия.

1. АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ И ИЗВЕСТНЫХ РЕШЕНИЙ ПО ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ И СВАРКИ КОНУСА МЕЛЬНИЦЫ

1.1 Описание изделия и его эксплуатация

МЕЛЬНИЦА – это устройство, служащее для измельчения сыпучих материалов. Мельницы применяются при подготовке руды, обогащении полезных ископаемых, в таких сферах как металлургия, теплоэнергетика, химическая и в других отраслях промышленности [1].

Мельницы бывают разных типов. К этим типам относятся барабанные, роликовые, ударно-центробежные, жерновые, вибрационные, струйные (рис. 1.1). К барабанным мельницам относятся шаровые, стержневые, трубные, конусные и самоизмельчительные). К роликовым можно отнести такие как роликовые-кольцевые мельницы, шаровые-кольцевые, катковые-чашевые, и катковые-дисковые. Ударные-центробежные включают в себя молотковые, дезинтеграторные, и дисмембраторные.

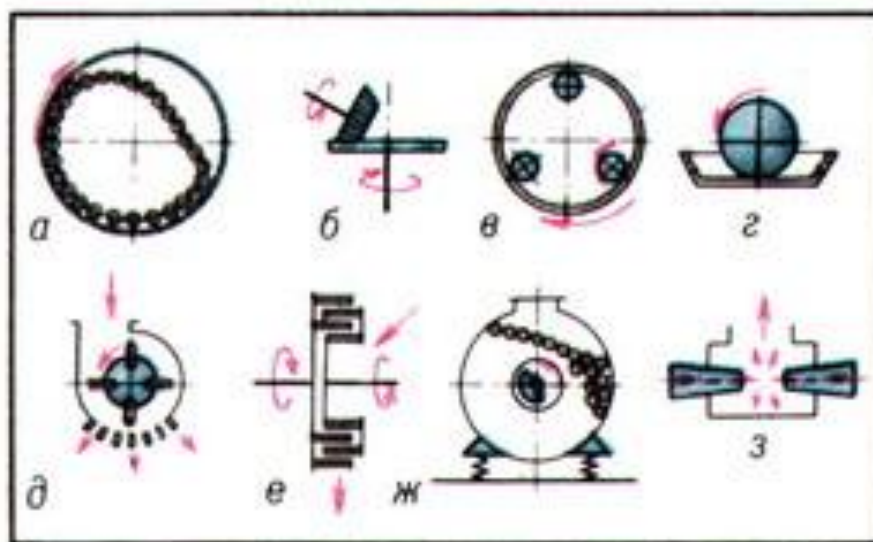


Рисунок 1.1 - Виды мельниц

По принципам действий мельницы разделяются на механические и струйные. В механических органы измельчений приводятся в движение с

помощью специального механического привода. В струйных, происходит разрушение частиц в ходе удара их друг о друга или же о неподвижное препятствие при разгоне сжатым воздухом, паром или газом.

Мельницу используют для уменьшения размеров частиц сыпучих материалов. Так же мельницы применяют в деагломерации. В этом процессе осуществляется уменьшение размеров комков материалов. Уменьшение размеров частиц осуществляют ударом, раздавливанием, в том числе и резанием, либо применяют смешенный принцип - перетир.

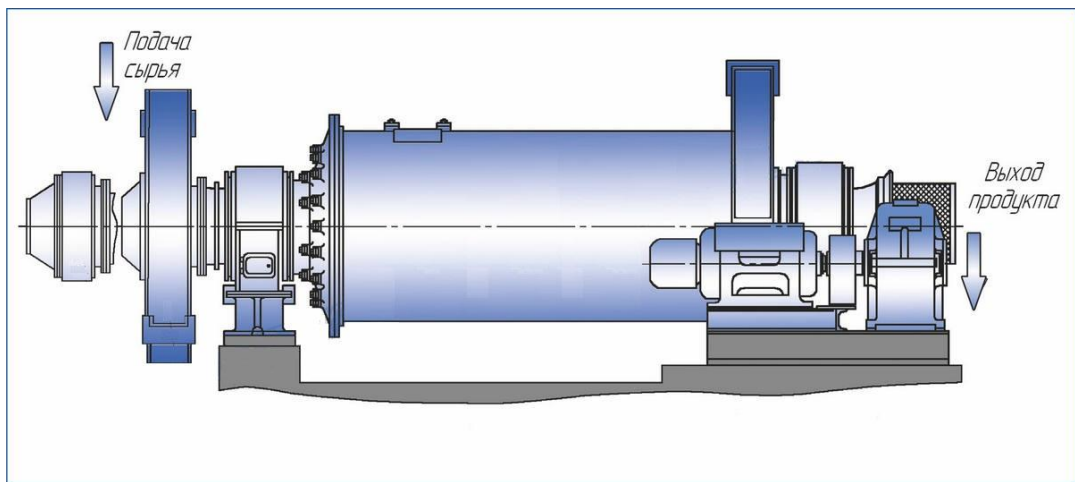


Рисунок 1.2 - Шаровая мельница

Тип мельницы определяют исходя из размеров исходных частиц, твёрдостью размалываемого материала и производительностью.

Бутара является частью конструкции мельницы и предназначена для промывки, механической дезинтеграции, классификации в водной среде аллювиальных песков или руд с целью их последующего обогащения на обогатительных аппаратах.

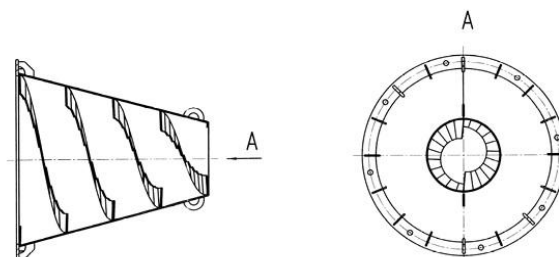


Рисунок 1.3 - Бутара

Конструкция бутары состоит из металлического каркаса, конической или цилиндрической формы, имеющий пазы с определенными параметрами и углом наклона и шнека.

Принцип действия бутары заключается в дезинтеграции песков, руд и отмывки зерен ценных минералов от глинистых примазок. Дезинтеграция в бутаре осуществляется путем разрыхления исходного материала в воде вращающимися пальцами или пластинами, закрепленными в определенном порядке на внутреннюю поверхность глухой части бутары. Наличие в материале галечника усиливает эффект дезинтеграции за счет ударного и истирающего воздействия падающих и скользящих камней [2].

Обрабатываемый материал, через промежуточный приемный бункер, подается в загрузочное окно вращающейся скруббер-бутары. Одновременно в бутару подается вода, которая может поступать как с исходным материалом, так и отдельно через трубу-ороситель, установленную внутри бутары. В глухой части скруббер-бутары происходит процесс дезинтеграции и отмывки исходного материала. Далее отмытый материал поступает на грохочение в барабанный грохот (сеющая часть бутары). Материал классом крупности меньше размера перфорации под действием центробежных сил просеивается через перфорированную стенку в бункер, материал классом крупности более размера перфорации поступает в разгрузочный лоток.



Рисунок 1.4 - Бутара

Бутара устанавливается на мельницу с помощью фланцев. Материал из мельницы поступает в корпус бутары, где за счет вращения и с помощью лопастей шнека материал продвигается по стенкам бутары, за счет чего, через пазы, измельченный материал попадает в разгрузочный зумпф. Крупная фракция материала, не прошедшая через пазы, попадает в технологический процесс и возвращается через классификатор в мельницу на доизмельчение.

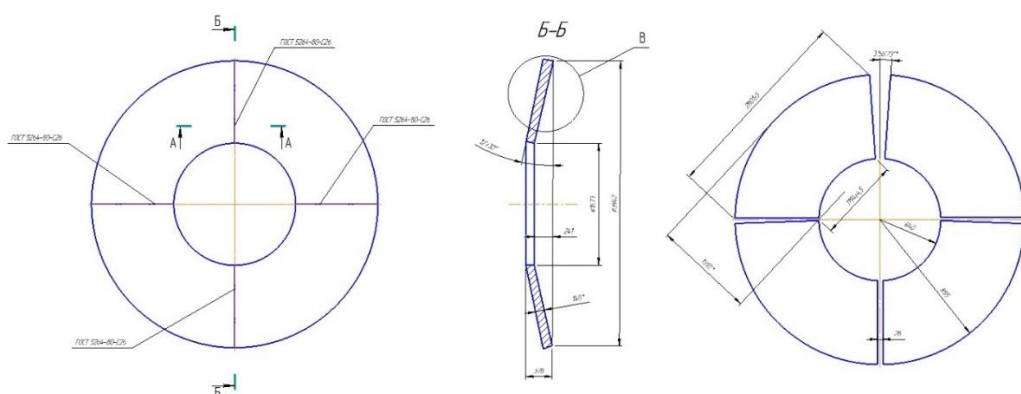


Рисунок 1.5 - Конус бутары мельницы

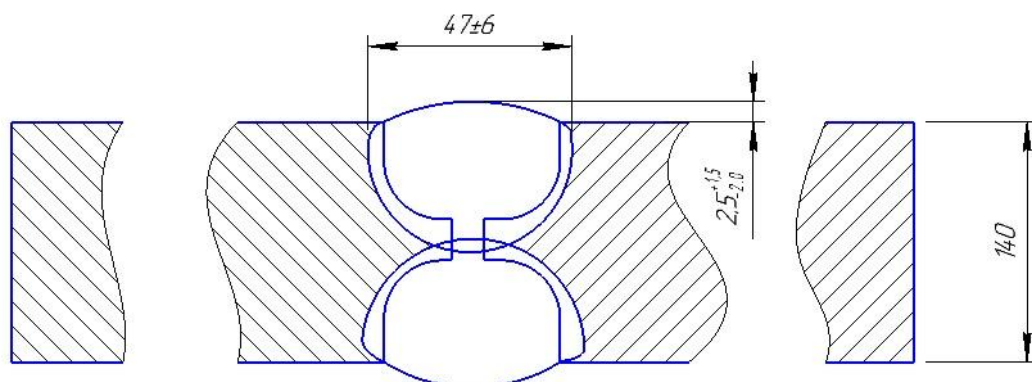


Рисунок 1.6 - Сварочный шов

1.2 Свойства материала изделия

Бутара и ее конус изготавливается из углеродистой стали, Стали 08. Сталь 08 относится к качественным углеродистым конструкционным сталям. Ее применяют в деталях, к которым предъявляются высокие требования

пластичности. В основном таковыми являются неответственные, работающие при температурах от 40 до 450 °С детали.



Рисунок 1.7 - Углеродистые стали

Углеродистые качественные конструкционные стали, (ГОСТ 1050-74) в отличие от сталей обыкновенного качества, имеют меньшее содержание фосфора, серы и других вредных примесей. А так же более узкий предел содержания в них углерода в каждой марке стали и зачастую более высоким содержанием марганца и кремния.

Маркировка стали имеет двузначные числа, которые обозначают содержание углерода в сотых долях процента. Её поставляют с точными показателями химического состава и механических свойств. По степени раскисления стали подразделяются на кипящие, полуспокойные и спокойные (кп и пс, в последней индекс не указывается). В марках стали на высокое содержание марганца указывает буква Г.

Качественную углеродистую сталь поставляют ковальной катаной, калиброванной, а так же круглой, с особой отделкой поверхности, называемой серебрянкой [3].

Есть группа углеродистых сталей специального назначения. К этой группе относят стали с хорошей и повышенной степенью

обрабатываемостью резанием, называемые автоматными сталями. Они предназначены для создания деталей в массовом производстве. В процессе обработки таких сталей, на станках-автоматах появляется мелкая стружка, а так же понижается расход режущего инструмента и снижается шероховатость обрабатываемых поверхностей.

Химический состав в % материала показан в таблице 1.1. Механические свойства при температуре, равной двадцати градусам цельсия стали 08 показаны в таблице 1.2.

Таблица 1.1 - Химический состав стали 08 ГОСТ 1050-88 [4]

Si	C	Ni	Mn	S	Cr	P	As	Cu
0.17-0.37	0.05-0.12	0.3	0.35-0.65	0.4	0.1	0.035	0.08	0.3

Таблица 1.2 - Механические свойства стали 08 ГОСТ 1050-88 [4]

Сортамент	Размер	σ_B	δ_5	σ_T	KCU	ψ	Термообр.
-	мм	МПа	%	МПа	кДж / м ²	%	-
Лист термообработ., ГОСТ 4041-71	4 - 8	270-410	32				-
Пруток калиброван., ГОСТ 10702-78		310-410				55	Отжиг

Прокат калиброван. нагартован., ГОСТ 10702-78		370	8			55	
Полоса, ГОСТ 1577-93	6 - 60	320	33	196		60	Нормализация
Прокат, ГОСТ 1050-88	до 80	320	33	196		60	Нормализация

Обозначения к таблице 1.2:

Механические свойства:

σ_B - Обозначение предела кратковременной прочности, [Мпа]

σ_T - Обозначение предела пропорциональности (предела текучести для остаточной деформации), [Мпа]

δ_5 - Обозначение относительного удлинения при разрыве, [%]

ψ - Обозначение относительного сужения, [%]

KCU - Обозначение ударной вязкости, [кДж / м²]

НВ - Обозначение твердости по Бринеллю, [МПа]

Свариваемость стали

Сталь 08 относится к сталям, которые свариваются без ограничений любыми способами.

Технологические свойства материала Сталь 08 ГОСТ 1050-88.

Сталь 08 не склонна к отпускной хрупкости, сваривается без ограничений и устойчива к флокеночувствительности.

1.3 Сварка изделия

В базовом варианте работы рассматривается сборка и сварка конуса бутары мельницы автоматической сваркой под флюсом.

Особенность процесса сварки под флюсом заключается в том, что при таком способе сварки, горение электрической дуги происходит под флюсом – сыпучим зернистым материалом для сварки. Схема сварки показана на рисунке 1.8.

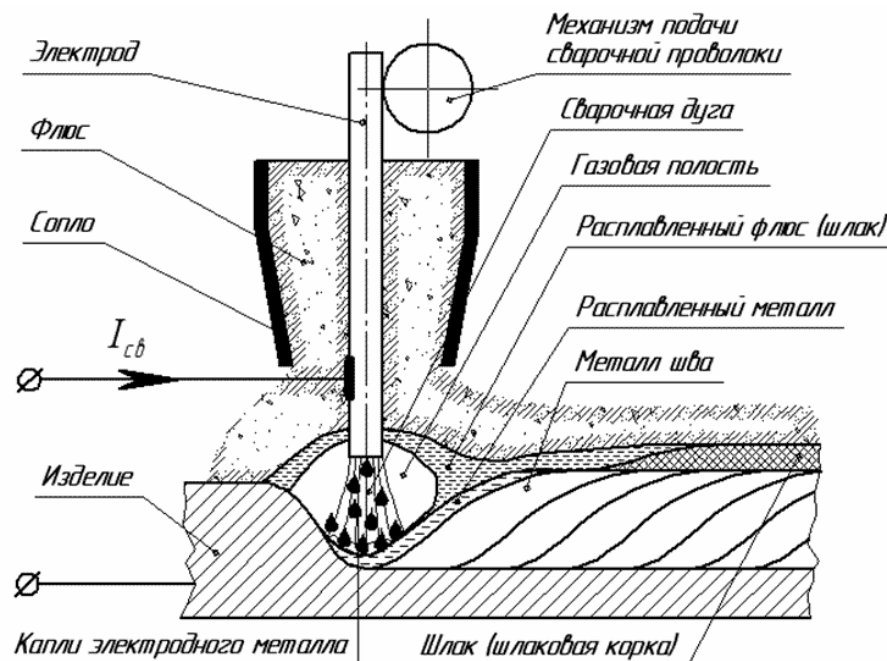


Рисунок 1.8 - Схема сварки под флюсом

Основной металл, часть флюса и электродная проволока расплавляются от воздействия тепла дуги. В зоне сварки появляется полость, которая наполняется парами металла, флюсом и газом. Полость с газами ограничивается в верхней части расплавленным флюсом. Расплавленный флюс, который окружает газовую полость, защищает дугу и расплавленный металл в зоне сварки от вредных воздействий окружающей среды, а также при этом выполняется металлургическая обработка металла в сварочной ванне. По мере того, как удаляется сварочная дуга, расплавленный флюс становится твердым и на шве образуется шлаковая корка.



Рисунок 1.9 - Автоматическая сварка под флюсом

В завершении сварки и после охлаждения металла, шлаковая корка довольно просто отделяется от металла шва. Часть флюса, которая была не израсходована и осталась после сварки собирается специальным устройством в аппарат для флюса и используется в дальнейшем при сварке [5].

Автоматическая сварка под флюсом имеет ряд достоинств, таких как повышенная производительность в сравнении с ручной дуговой сваркой, минимальные потери электродного металла. Отсутствует разбрызгивание металла при сварке. Надёжная защита в зоне сварки, минимальная склонность к образованию оксидов и проникновению вредных веществ за счет применения флюса. Высокая стабильность процесса горения дуги позволяет получить мелкочешуйчатую поверхность металла шва. Данный способ не требует защитных приспособлений от воздействий светового излучения, так как горение дуги протекает под слоем флюса. Небольшая скорость охлаждения металла позволяет обеспечить достаточно высокие показатели механических свойств получаемого шва. Уменьшена трудоемкость и ручной труд, поскольку процесс сварки полностью механизирован.

Недостатками данного способа являются большие трудозатраты с производством, хранением и подготовкой сварочного флюса. Сложности с корректировкой положения дуги, относительно кромок изделия при сварке. Оказывается неблагоприятного воздействия на оператора. Отсутствует

возможность выполнения сварки во всех положениях в пространстве без использования специального на это оборудования [6].

Данный способ находит применение в цеховых и монтажных условиях, при сварке металлов в диапазоне толщин от 1,5 до 150 мм и больше, также при сварке всех металлов и сплавов, включая и разнородные металлы.

1.4 Сварочная проволока Св-08ГА

Сварочную проволоку Св-08ГА применяют в сварочных работах для сварки сталей, которые имеют низкое содержание углерода, а так же низколегированных сталей. В маркировке Св-08ГА буква А указывает на то, что в этой проволоке существенно снижено наличие вредных примесей.

Наличие этих примесей снижает качество сварного шва. Из-за серы образуются сульфиды с железом FeS , которые имеют температуру плавления значительно меньше, чем у стали и способствуют образованию трещин во время кристаллизации. Компенсируют это явление с помощью марганца. Буква «Г» в маркировке сварочной проволоки означает о наличии в ней марганца.

Фосфор, даже в малых количествах, снижает степень вязкости и пластичности металла в сварном шве. Фосфор образует фосфиды железа, из-за которых разрушается сварной шов, в особенности при низких температурах. Св-08ГА используется в сварке под слоем флюса или с использованием защитных газов. Чаще всего применяют смесь газов, например 80% аргона с 20% углекислого газа. Допускают так же сварку в чистом углекислом газе [7].

Проволока используется при сварке конструкций, работа которых происходит при высоких температурах и уровнях давления. Эта проволока производится с медным и без медного покрытия.

Преимущества сварочной проволоки Св-08ГА.

Сварочная проволока, имеющая медное покрытие, имеет ряд преимуществ перед обычной проволокой. Например ровное и качественное медное покрытие позволяет обеспечить постоянный и надёжный контакт с

наконечником, проводящий ток. В результате шов получается ровными без каких-либо так называемых «пробелов». Эти пробелы могут возникать при потере контакта на доли секунды, поскольку электрическая дуга гаснет.

Так же стоит учесть то, что наиболее частым элементом, который заменяют в сварочных автоматах и полуавтоматах является медный токоподводящий наконечник, поскольку в результате отклонений в диаметре сварочной проволоки, он склонен к быстрому износу.

При использовании сварочной проволоки с медным покрытием износ снижается и в результате этого замена наконечников происходит гораздо реже. Вдобавок обмеднение сварочной проволоки дает возможность сохранить диаметр по всей длине. В результате проволока стабильно проходит без заклинивания по направляющим и сварочное оборудование исходя из этого работает без профилактик и ремонтов дольше.

Химический состав в % материала Св-089ГА ГОСТ 2246-70 приведен в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Химический состав материала Св-08ГА в % [8]

Mn	Si	C	S	Ni	Cr	N	P
0.8 - 1.1	Не более 0.06	Не более 0.1	Не более 0.025	Не более 0.25	Не более 0.1	Не более 0.01	Не более 0.03



Рисунок 1.10 – Проволока Св-08ГА

1.6 Флюс, используемый при автоматической сварке

Сварочный флюс – это материал, который применяется в сварке изделий и выполняет защиту свариваемой зоны. Флюс представляет собой гранулированный, неметаллический порошок с определенным размером зерен. Флюс защищает от атмосферного воздуха и обеспечивает стабильность горения дуги, процесса формирования поверхности сварного шва и получения задаваемых свойств наплавляемого материала. В частности, при процессе и кузнечной и газовой сварке материалов, обширно используются такие компоненты, борная кислота, фториды и хлориды. Эти компоненты создают жидкий защищающий слой, в котором растворяются оксиды, которые образуются на свариваемых поверхностях. Флюсы разделяют на неплавящиеся, керамические и плавильные [9].

В результате использования флюса, существенно увеличивается коэффициент полезного действия теплоты, что определяет повышенную производительность процесса расплавления металла в сравнении с другими методами сварки. Исходя из этого сварка с применением флюса считается высокопроизводительным методом сварки.



Рисунок 1.11 - Сварочный флюс

При электрошлаковой сварке применяют измельчённые соединения сложного состава, через них должен проводиться ток, выделяя тепло, которое нагревает свариваемые детали.

Сварка будет проводиться с использованием флюса АН-348А.

Сварочный флюс АН-348А предназначен для механизированной, автоматической и полуавтоматической сварки и наплавки конструкций из углеродистых нелегированных и низколегированных сталей сварочной проволокой, таких марок как Св-08, Св-08ГА, Св-08ХМ. Флюс АН-348А имеет цвет от желтого до коричневого всех оттенков.

Флюс имеет следующие технологические свойства флюса: хорошая устойчивость дуги. Длина разрыва дуги до 13 мм, удовлетворительное формирование шва, имеет низкую вероятность образования пор и трещин.

Флюс АН-348А имеет стекловидное строение зерен. Объемная масса равна 1,3-1,8 кг/дм³.

Металл и флюс усиленно взаимодействуют между собой при сварке проволоками, имеющие малый диаметр, до 3 мм включительно. Наличие в

металле швов фосфора и серы в составляет в среднем около 0,04% каждого. Не желательно применять в сварке конструкций, работах в условиях низких температур , например ниже -30°C.

Флюс применяют на постоянном или переменном токе до 1100А, скорость сварки до 120 м/ч; U холостого хода источника питания не ограничено, сушка осуществляется при температуре равной 400°C, в течении 2 часов.

Таблица 1.4 Химический состав флюса АН-348А(%) [10]

CaO	SiO ₂	MgO	MnO	S	CaF ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	P
Не более 12	40-44	Не более 7	31-38	Не более 0,11	3-6	Не более 13,0	0,5-2,2	Не более 0,12

Рекомендуемые проволоки следующих марок: Св-08, Св-08А, Св-08ГА, Св-10Г2, СВ-08ХМ.

1.7 Оборудование для автоматической сварки под флюсом

Сварка конуса будет проводиться с использованием установки АДФ-1000.

АДФ-1000 - это самодвижущееся устройство, в котором подведение сварочной проволоки, передвижение механизма по ходу сварки и защита дуги происходят одновременно по задаваемой программе.

Сварочный трактор АДФ-1000 может осуществлять сварку изделий встык или в плотную. С разделкой кромок и без их разделки, а также угловых швов наклонной сварочной головкой, тавровых и нахлесточных швов. При этом форма швов может быть либо прямолинейной, либо кольцевой. В процессе сварки трактор может двигаться по свариваемому изделию или по лежащей на нем направляющей линейке [11].

Процесс сварки ведется на постоянном токе, и не зависит от параметров дуги и скорости подачи проволоки.

Установка состоит из следующих узлов и имеет возможности:

- 1) плавная регулировка сварочного тока и скорости подвода проволоки для сварки;
- 2) микропроцессорный блок управления;
- 3) плавную регулировку скорости сварки и перемещения тележки;
- 4) поддержание постоянной скорости сварки и скорости подвода проволоки; цифровые показания основных параметров сварки;
- 5) программирование и хранение времени заварки кратера и период растяжки дуги;
- 6) предварительное программирование таких сварочных режимов, как скорость сварки, сварочное напряжение и сварочный ток;
- 7) удаленное включение и плавная настройка параметров источника;
- 8) настройка возможных положений в пространстве сварочной головки;
- 9) заменяемые ведущие вкладыши и ролики токопровода; сцепление и расцепление колес с приводом при помощи муфты;
- 10) настраиваемый копир для сваривания тавровых и угловых швов; возможность осуществления сварки «вперед» и «назад»;
- 11) пульт дистанционного управления;
- 12) установлены такие режимы работы как «Аварийная остановка» и «Быстрая остановка сварки»;
- 13) контроль движения по шву при помощи лазерного указателя.



Рисунок 1.12 - Сварочная установка АДФ-1000

Таблица 1.5 Технические характеристики АДФ-1000 [11]

Питание сети	380 В, 50 Гц, 3 фазы
Пределы регулирования сварочного тока, А	200-1000
Напряжение холостого хода, В, не более	55
Номинальный сварочный ток при ПВ=100%, А	1000
Диаметр проволоки, мм	2,0-5,0
Скорость подачи проволоки, м/ч	26-360

Продолжение таблицы 1.5

Скорость сварки, м/ч	0-285
Угол вертикального поворота сварочной головки вдоль продольной оси автомата, град	40° - 30°
Вертикальная регулировка сварочной головки, мм	100
Угол горизонтального поворота сварочной головки относительно вертикальной оси автомата, град	± 90°
Межосевое расстояние колес, мм	260
Угол поворота сварочной головки перпендикулярно оси сварочного шва, град	± 45°
Колесная колея, мм	320
Ёмкость бункера для флюса, дм ³	10
Вместимость кассеты для проволоки, кг	20
Мощность, потребляемая сварочным автоматом, кВА, не более	0,4
Напряжение питания сварочного автомата при частоте 50 Гц, В	42
Масса трактора, кг	80
Габаритные размеры трактора, мм	720x500x650

1.8 Технологический процесс сварки конуса мельницы с помощью автоматической сварки под флюсом

Процесс сварки имеет следующие технологические особенности. Сварку выполняют только на короткой длине дуги по очищенным кромкам. Прокалка перед сваркой имеет температуру 350°C (плюс минус 25°C) и длиться 1 час. Сварка проходит в соответствии с ГОСТ 8713.

Таблица 1.6 – Режим автоматической сварки под флюсом [12]

Условное обозначение шва по ГОСТ 8713	Толщина свариваемого металла, мм	Диаметр сварочной проволоки, мм	Сварочный ток, А	Напряжение на дуге, В	Скорость сварки м/ч	Скорость подачи сварочной проволоки, м/ч	Величина вылета проволоки, мм	Род тока
C26	140	5	900	42	22	57-111	40	Постоянный ток обратной полярности

Первая операция – подготовка и очистка свариваемых деталей. Обработку кромок под сварку выполняют механическим способом. Криволинейный скос кромок проводится с двух сторон. Обезжиривание кромок выполняют ацетоном и протирочным материалом из ткани, которая не оставляет ворса. Зачистка кромок производится с каждой стороны стыка на расстоянии не меньше 100 мм в зависимости от толщины металла и ширины полосы, которая покрывается флюсом.

Вторая операция - сборка свариваемых деталей. Закрепление деталей при сборке конструкций выполняют прихватками, предназначенным материалом для данного металла. При сварке начало и конец швов нужно выводить на технологические планки.

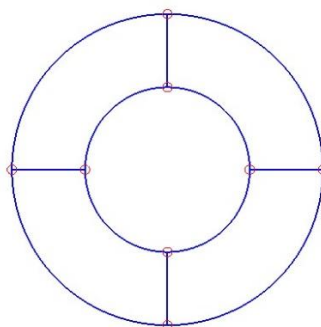


Рисунок 1.13 - Схема расположения прихваток

Планки рекомендуется применять размером 100x100 мм, толщина которых, должна быть равна толщине свариваемого металла и при необходимости иметь ту же разделку, что и свариваемое изделие.

Третья операция – сварка корневого шва. Сварка выполняется сварочной проволокой Св-08ГА диаметром 5 мм, флюс АН-348А и силой тока 900 А, напряжением на дуге 42В, скорость сварки 22 м/ч. Сварка производится на постоянном токе с обратной полярностью. Флюс должен быть такой высоты, чтобы при сварке исключить прерывание дуги и попадания воздуха. Для предотвращения перегрева электродной проволоки, а так же её неравномерного плавления и увеличения окисления легирующих элементов, вылет электродной проволоки из мундштука должен составлять 40 мм. При тех ситуациях, когда дуга оборвалась, сварку необходимо начинать на шве, отступая от кратера, при этом тщательно очистить кратер и шов от шлака [13].

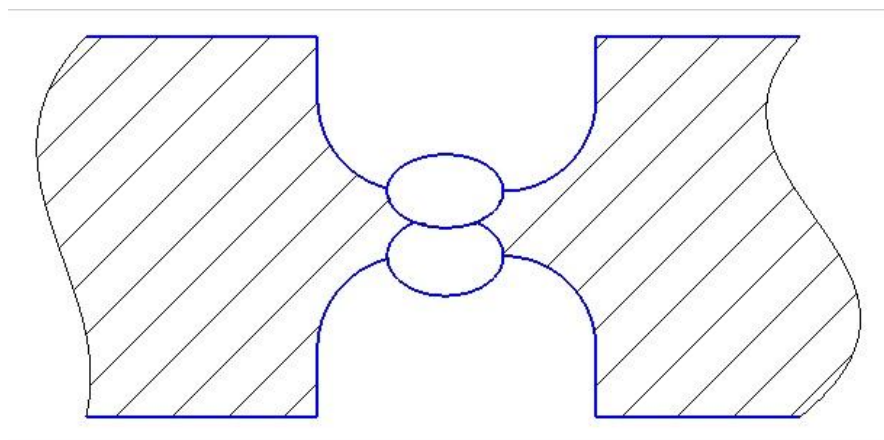


Рисунок 1.14 - Корневой шов

Четвертая операция – сварка заполняющих швов. Сварка заполняющих швов выполняется той же проволокой Св-08ГА диаметром 5 мм, флюсом АН-348А. Сварка осуществляется на тех же режимах и с такими же требованиями, что и сварка корневых швов. А именно следует так же проводить на постоянном токе с обратной полярностью. Флюс должен быть такой высоты, чтобы при сварке исключить прерывание дуги и попадания воздуха. Для предотвращения перегрева электродной проволоки, а так же её

неравномерного плавления и увеличения окисления легирующих элементов, вылет электродной проволоки из мундштука должен составлять 40 мм. При тех ситуациях, когда дуга оборвалась, сварку необходимо начинать на шве, отступая от кратера, при этом тщательно очистить кратер и шов от шлака.

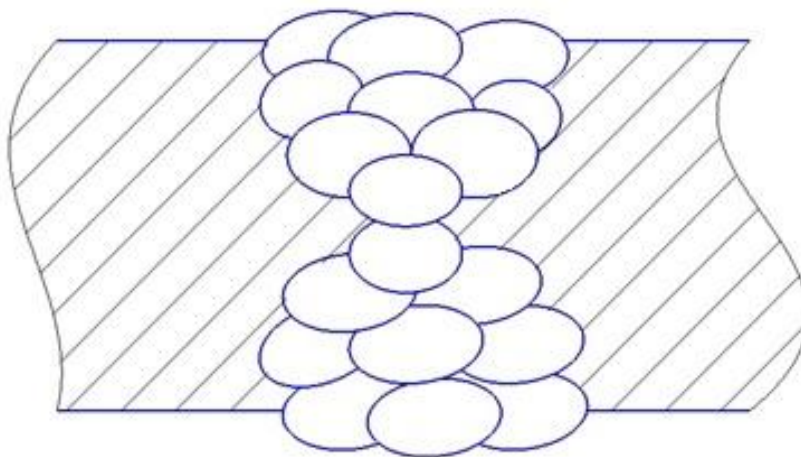


Рисунок 1.15 - Заполняющие швы

Пятая операция – термообработка. Термообработка проводится в печи для снятия внутренних напряжений в течении 3 часов при температуре 550С.

Шестая операция – контроль качества. Проводится путем ультразвукового и визуального измерительного контроля. При визуальном измерительном контроле проверка и осмотр швов проводится в 100% объеме, при ультразвуковом контроле объем не менее 0,5% длины швов. Трещины, непровары, несплавления, цепочки и скопления наружных дефектов не допускаются.

Задачи проекта:

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- 1) Разработать технологический процесс сборки и сварки конуса мельницы.
- 2) Выбрать оборудование для изготовления конуса мельницы.
- 3) Провести анализ альтернативных способов сварки и выбрать подходящий вариант

2. ПРОЕКТНЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС СБОРКИ КОНУСА МЕЛЬНИЦЫ

2.1 Анализ способов сварки конуса мельницы

2.1.1 Ручная дуговая сварка

Ручная дуговая сварка — сварка, в которой источником энергии является электрическая дуга.

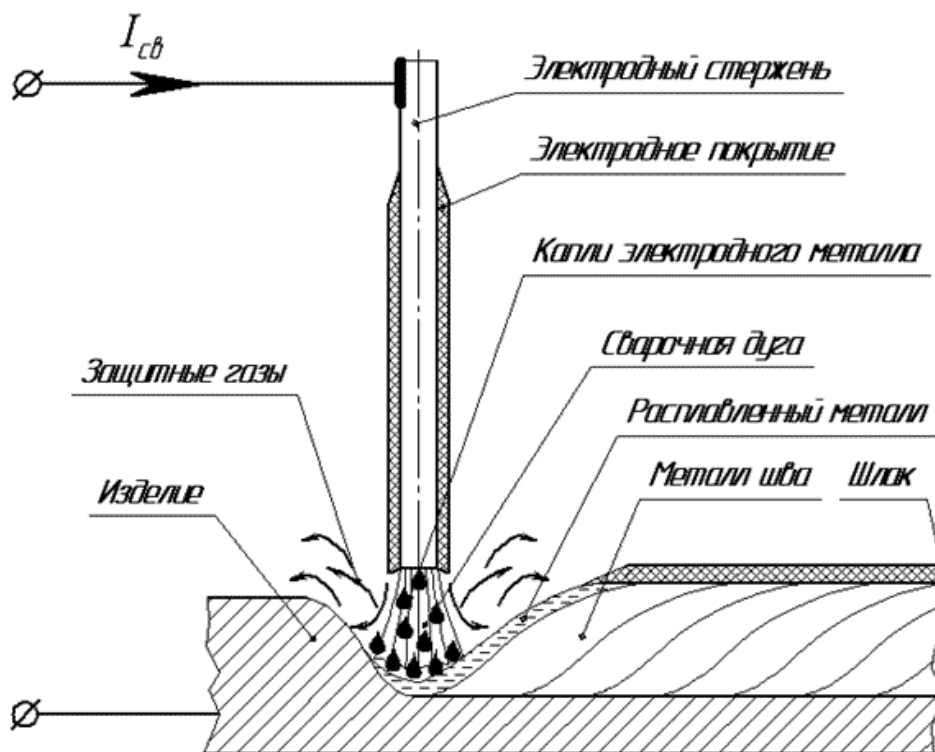


Рисунок 2.1 - Ручная дуговая сварка

Ручную дуговую сварку используют при сварке качественных углеродистых сталей, сталей обычного качества, легированных и низколегированных, а так же жаропрочных и жаростойких сталей, чугуна и цветных металлов [14].

Такой вид сварки применяется на монтаже и при сварке непротяжённых швов.



Рисунок 2.2 - Выполнение ручной дуговой сварки

Достоинствами ручной дуговой сварки являются использование простого оборудования, сваривать изделия можно в любых пространственных положениях и труднодоступных местах. Быстрый переход по времени от одного вида материала к другому, большая совокупность свариваемых металлов.

Недостатками данного способа являются большие временные и материальные траты на подготовку сварщика. Качество сварного соединения и его свойства во многом зависят от субъективного фактора. Весьма низкая производительность, которая является пропорциональной току для сварки, увеличение которого может привести к тому, что электродное покрытие разрушится. Так же к недостаткам относятся тяжелые и вредные условия труда и необходимость применения специальных защитных средств при сварке [15].

Требования к электродам, которые применяются при этом процессе сварке в России, описаны в ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75 и ГОСТ 10052-75.

2.1.2 Механизированная сварка плавящимся электродом в защитных газах

При процессе сварки плавящимся электродом в среде защитного газа в зону дуги, горение которой происходит между электродом (сварочной проволокой) и непосредственно самим изделием, с помощью специального сопла поступает защитный газ, который выполняет функцию защиты металла сварочной ванны, капли электродного металла и кристаллизованный металл от воздействия активных атмосферных газов. За счет теплоты дуги происходит расплавление кромок изделия и электродной (сварочной) проволоки. В результате расплавленный металл сварочной ванны, при процессе кристаллизации образует сварной шов [16].



Рисунок 2.3 - Механизированная сварка в среде защитных газов

В данном виде сварки, протекающей в среде защитных газов в качестве электродного металла используют сварочную проволоку, наиболее близкую по своему химическому составу к основному металлу. Выбирают защитный газ исходя из его инертности к свариваемому металлу или активности, которая способствует рафинации металла сварочной ванны. Инертные и одноатомные газы, которые включают в себя гелий, аргон, а так же их смеси, применяют для сварки цветных металлов и сплавов на их основе. В процессе сварки кобальта и меди может использоваться азот. Сварка сталей различных классов сопровождается с применением углекислого газа, но в

силу того, что этот газ участвует в процессах металлургии и способствует угару легирующих компонентов и раскислительных компонентов (марганца и кремния), то необходимо выбирать сварочную проволоку с их увеличенным содержанием. В некоторых случаях имеет место применение смесей активных и инертных газов, чтобы увеличить устойчивость дуги и улучшить процесс формирования шва, воздействуя на геометрические параметры шва и уменьшить разбрызгивание [17].

Сварка идет на постоянном токе, имеющем обратную полярность по причине того, что на переменном токе из-за интенсивного остывания столба дуги под действием защитного газа, дуга может прерываться. Скорость, с которой подается сварочная проволока, определяет силу тока сварки.

Сварка плавящимся электродом в защитных газах сопровождается высоким процентом потерь электродного металла в ходе угара и разбрызгиваний.

Преимущества данного способа включают в себя повышенную производительность в сравнении с дуговой сваркой покрытыми электродами, отсутствие потерь на огарки и исключены затраты по времени на замену электродов. Так же к преимуществам можно отнести хорошую защищенность зоны сварки. Небольшую склонность к появлению оксидов и отсутствие шлаковой корки. Данным способом сварки можно сваривать изделия в любых пространственных положениях.

К недостаткам такого вида сварки относятся значительная потеря электродного металла на угар и разбрызгивание - на угар элементов порядка 5-7%, а при разбрызгивании от 10 до 30%. Мощное излучение дуги, оказывающее вредное воздействие, ограничения по току сварки, из-за чего процесс сварки протекает исключительно на постоянном токе.

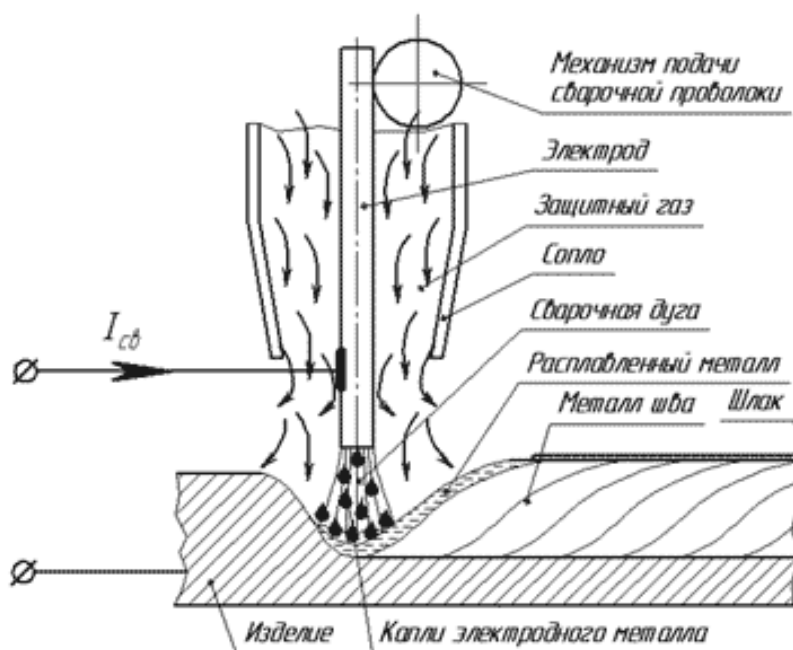


Рисунок 2.4 - Схема сварки в защитных газах

2.1.3 Электрошлаковая сварка

Сварочная технология, относящаяся к электрошлаковому процессу, использующая для нагрева зоны плавления тепло шлаковой ванны, которая нагревается с помощью электрического тока, называется электрошлаковой сваркой. От процесса окисления и насыщения водородом, зону кристаллизации защищает шлак.

Растворимость водорода в холодном металле ниже, чем в жидком. Отчего следует, что если расплавить металл без специальной защиты и затем быстро охладить, то выходящий водород может спровоцировать образование трещин [18].

Электрошлаковый процесс сварки является бездуговым. Отличается от дуговой сварки тем, что в электрошлаковой для процесса расплавления основного металла, равно как и присадочного, используют тепло, которое выделяется в результате прохождения сварочного тока через расплавленный электропроводный шлак. Далее электрод опускают в шлаковую ванну, при этом дуга прекращает гореть и ток начинает проходить через расплавленный шлак. Сварка выполняется снизу вверх, между деталями имеется зазор, и

расположены они зачастую в вертикальном положении, но в некоторых случаях допускается небольшой угол наклона. Для формирования шва на обеих сторонах зазора устанавливают медные охлаждаемые ползуны-кристаллизаторы. По мере формирования сварного шва эти ползуны перемещаются в том направлении, в котором идет сварка [19].

Исходя из вида электрода, электрошлаковую сварку разделяют на сварку пластинчатым электродом, проволочным или плавящимся мундштуком. По наличию или отсутствию колебаний электрода и по числу электродов, - одноэлектродную, двухэлектродную или же многоэлектродную.

В основном электрошлаковая сварка используется для сварки деталей с толщинами, равными от 15 мм до 600 мм. Так же электрошлаковый процесс применяется для переплава стали из отходов и получения отливок.

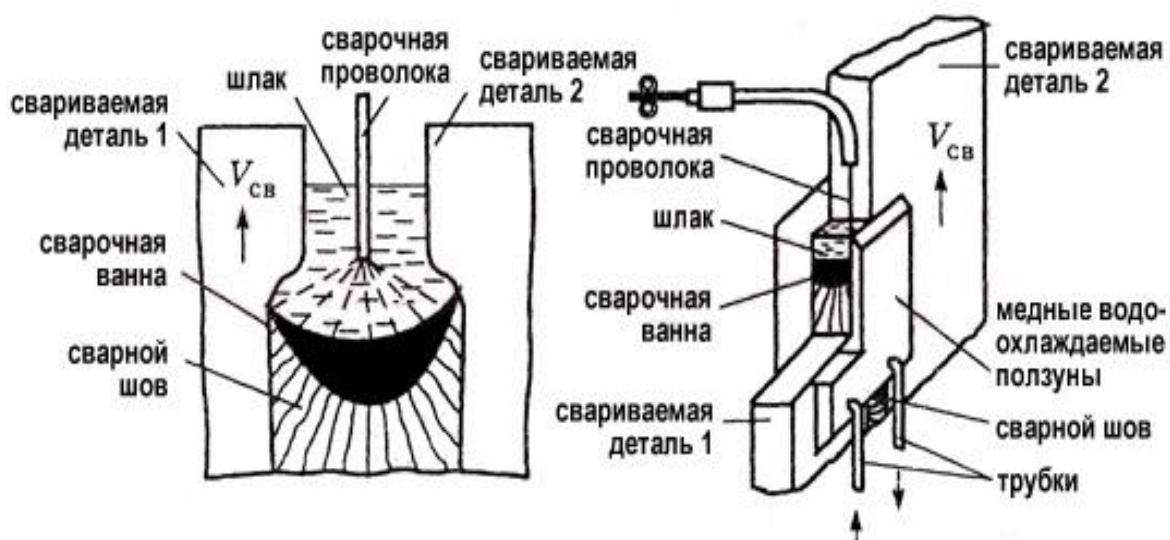


Рисунок 2.5 – Электрошлаковая сварка

К преимуществам электрошлаковой сварки можно отнести то, что она весьма широко применяется в промышленности, для сварки изделий большой толщины. Соединений таких металлов, и их сплавов как сталь, медь, алюминий и титан. Электрошлаковая сварка позволяет за один проход соединять металлы почти любой толщины, что дает возможность не удалять шлак и проводить соответствующую настройки сварочной установки перед сваркой последующего прохода, в отличие от других способов сварки. При

этом сварка выполняется без снятия фасок на кромках. Для электрошлаковой сварки возможно использование одного или нескольких проволочных электродов или других электродов с увеличенным сечением. Тем самым достигается высокая производительность и экономичность процесса, которая повышается с увеличением толщины свариваемого металла.

Электрошлаковая сварка имеет так же ряд недостатков, к которым следует отнести то, что при сварке определенных видов металлов, возможно образование в шве и околошовной зоны весьма неблагоприятных структур, из-за которых требуется последующая термообработка, для добиться получить необходимые свойства сварного соединения. Сварка может осуществляться только в вертикальной плоскости, или с небольшим наклоном. Допускать остановку процесса в ходе сварки нельзя, поскольку из-за этого возникает возможность получения одного или нескольких дефектов, которые будет нужно ремонтировать. зачастую такие соединения просто напоросто разрывают и заваривают заново. Шов и зона термического воздействия, имеют крупнозернистую структуру, с этим связан небольшой показатель ударной вязкости металла при отрицательных температурах.



Рисунок 2.6 - Электрошлаковая сварка

2.2 Выбор способа сварки

На основании проведенного анализа способов сварки, предлагается выбрать электрошлаковую сварку. Данный способ сварки более производительный и позволяет получить качественное сварное соединение с минимальными затратами.

2.3 Оборудование, использующееся при электрошлаковой сварке

2.3.1 Сварочный трансформатор

Сварочный трансформатор – это устройство, которое преобразует переменное напряжение сети в переменное напряжение для сварки. Обычно уменьшает переменное напряжение до значения, которое меньше 141 В.

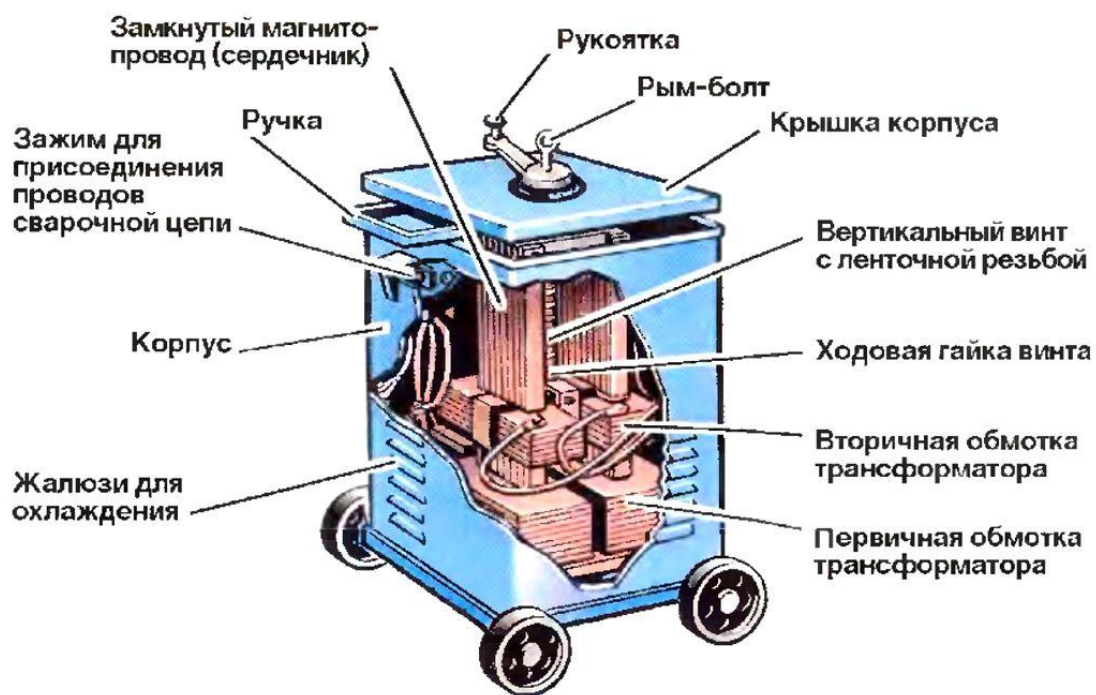


Рисунок 2.7 - Сварочный трансформатор с подвижными обмотками

В данном трансформаторе, с помощью подвижной обмотки, выполняется регулировка силы тока.

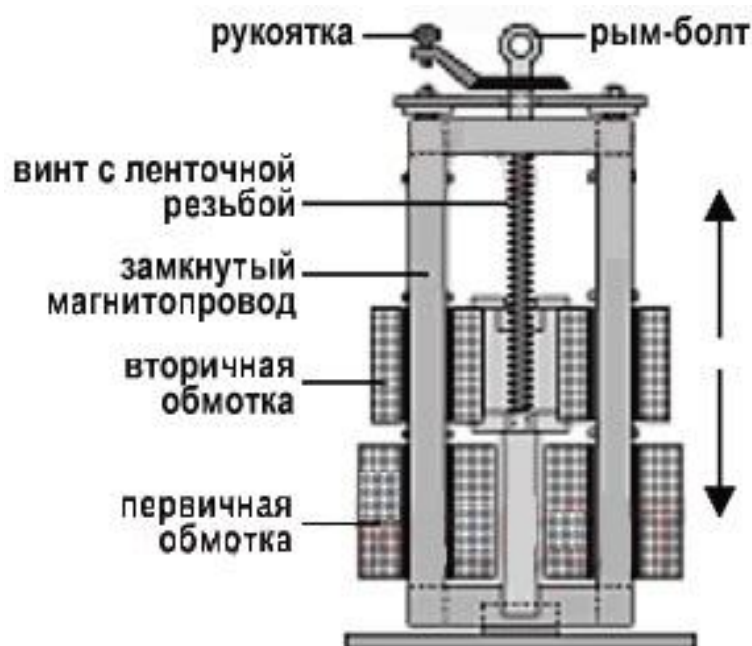


Рисунок 2.8 - Схема регулирования тока в сварочном трансформаторе с подвижными обмотками

Сварочные трансформаторы бывают следующих видов:

- 1) Трансформаторы с амплитудным регулированием с нормальным магнитным рассеянием, имеющие дроссели с воздушными зазорами или с дроссели насыщения.
- 2) С амплитудными регулированиями, увеличенным магнитным рассеянием, имеющие подвижные или разнесенные обмотки и с реактивными обмотками, с подвижными магнитными или подмагничиваемым шунтами, с конденсатором или с импульсным стабилизатором.
- 3) Тиристорные трансформаторы с фазовым регулированием с импульсной стабилизацией или с подпиткой.

Регулировка режимов сварки в тиристорных трансформаторах с амплитудным регулированием осуществляется путем настройки изменения сопротивления трансформатора, или же путем изменения напряжения холостого хода без каких-либо искажений синусоидальной формы переменного тока [20].

Тиристорный трансформатор состоит из силового трансформатора и тиристорного фазорегулятора, который размещен в первичной или

вторичной цепи с двумя встречными параллельно соединенными тиристорами и системой управления. Сущность процесса фазового регулирования заключена в преобразовании тока, имеющего синусоидальную форму в знакопеременные импульсы, продолжительность и амплитуда которых определяются фазой, углом включения тиристоров фазорегулятора.

В процессе фазового регулирования появляются бестоковые паузы, это обычно может привести к уменьшению устойчивости горения дуги. Для увеличения устойчивости горения дуги применяется импульсная стабилизация или ток подпитки, в качестве примера, от вспомогательного трансформатора.

Внешняя падающая характеристика вырабатывается за счет трансформатора, имеющего повышенное магнитное рассеяние, или с использованием отрицательных обратных связей по току. От угла включения тиристоров, зависит сила тока. Эта зависимость выражается в том, что чем больше угол включения тиристоров, тем соответственно меньше сила тока и более крутой наклон падающих внешних характеристик.

Сварочных трансформаторы обладают такими преимуществами, как низкая стоимость изготовления, сварочный трансформатор имеет стоимость ориентировочно в 2–4 раза меньше, чем сварочный выпрямитель и примерно в 6–10 раз дешевле сварочной установки схожей мощности. Высокий коэффициент полезного действия, который обычно имеет значение в диапазоне 70–90%. Так же у них относительно низкий показатель расхода электроэнергии и весьма простая эксплуатация и ремонт [21].

К недостаткам сварочных трансформаторов можно отнести следующее: для выполнения сварки хорошего качества, зачастую требуются специальные электроды для переменного тока, которые обладают высокими стабилизирующими свойствами. Не большая устойчивость горения дуги в случае отсутствия встроенного стабилизатора горения дуги. Так же простые трансформаторы обладают зависимостью от колебаний сетевого напряжения.

В сварке конуса будет использоваться сварочный трансформатор ТШС-1000.

2.3.2 Аппарат для сварки

Аппараты, применяемые в электрошлаковой сварке обладают постоянной скоростью подачи, которая не зависит от напряжения дуги, что объясняется процессом саморегулирования скорости плавления электрода. Источниками питания являются сварочные трансформаторы, имеющие жесткую вольт-амперную характеристику и пониженное напряжение холостого хода.

Электрошлаковая сварка будет осуществляться с использованием установки А-1304, которая предназначена для электрошлаковой сварки изделий из сталей или алюминия и его сплавов. Аппарат может применяться при изготовлении толстостенных деталей, деталей, имеющих сложную форму, а так же в ремонтных работах.



Рисунок 2.9 - Установка А-1304

По виду и степеням регулировок напряжения они делятся на две группы: к первой относятся источники с секционированными обмотками, ступенчатыми регулированиями, а ко второй источники с плавными амплитудным и регулированиями.

2.3.3 Флюс АН-8

Флюс АН-8 имеет стекловидное строение зерен, изкокремнистый, марганцевый тип химического состава, желто-коричневый цвет зерен.

Плотность равна 1,3-1,8 г/см³

Таблица 1.7 - Химический состав флюса АН-8, % [22]

SiO ₂	CaO	MnO	MgO	Al ₂ O ₃	CaF ₂	Fe ₂ O ₃	S	P
33-36	4-7	21-26	5-8	11-15	13-19	1.5-3.5	Не более	
							0,10	0,12

2.5 Описание технологического процесса

Первая операция - подготовка кромок соединений под сварку.

Кромки и прилегающие к ней поверхности зачищаются с двух сторон на ширину не менее 20 мм. Применяют УШМ BOSCH GWS 850, ацетон, ткань. Зачистку производят до полного удаления ржавчины, грата и брызг после термической резки, красок, масел и других загрязнений.

Зачистку кромок производят с помощью УШМ BOSCH GWS 850. Обезжиривание свариваемых кромок осуществляют ацетоном, а так же применяют протирачный материал из хлопчатобумажной ткани, который не оставляет ворса.

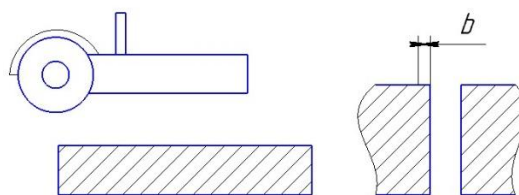


Рисунок 2.10 – Эскиз операции подготовки кромок

Вторая операция - сборка и прихватка. Сборку изделия производят при помощи монтажных скоб. Монтажные скобы и вставки должны быть изготовлены из материалов того же типа.

Монтажные скобы выполняют функцию фиксирования собираемых деталей и могут использоваться для удержания медных подкладок формирующих шов. Скобы устанавливаются и привариваются с одной стороны стыка, который расположен противоположно размещен от сварочной установки. Конструкция и размер скоб зависит от толщины свариваемого металла. Толщину скобы S рекомендуют принимать равной 50-60 мм или толщине свариваемого металла, но не более чем 80 мм.

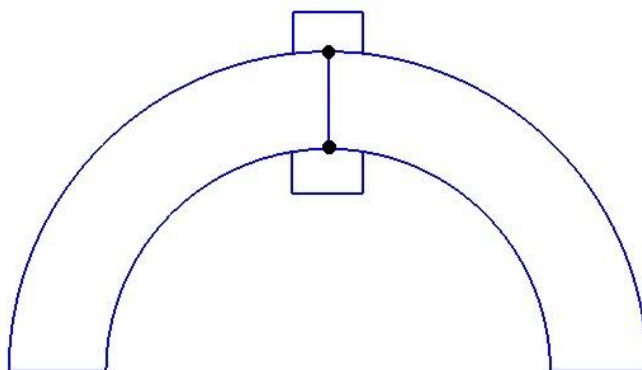


Рисунок 2.11 – Эскиз операции сборки изделия

Третья операция – сварка.

Чтобы удержать ванну расплавленного металла и шлака, а так же формирования наружной поверхности шва нужно применить медные охлаждаемые ползуны и накладки, которые фиксируют с помощью клиньев, электромагнитов, пневмоприжимом и др. До начала электрошлаковой сварки, а так же в ее процессе, накладки и ползуны необходимо плотно прижать к поверхности карманов и деталей, которые сваривают. При необходимости места прилегания нужно помазать асбестом или глиной.

Регулировка положения электродной проволоки в зазоре между кромками, которые сваривают, регулируется с таким расчетом, чтобы электрод находился в центре стыка, а его вылет составлял около 65-70 мм.

Электрошлаковую сварку продольных швов выполняют проволокой марки Св-08ГА.

Флюс применяемый при сварке марки АН-8 или АН-348А.

Сварку проводят по режимам, указанным в таблице 1.8.

Таблица 1.8 - Режимы сварки углеродистых и низколегированных сталей (для сварочной проволоки диаметром 3 мм)

Толщина металла, мм	Напряжение на дуге, В	Сила сварочного тока, А	Сухой вылет электрода, мм	Глубина шлаковой ванны, мм	Время выдержки у ползуна, с	Скорость поперечных колебаний, м/ч	Скорость подачи проволоки, м/ч	Кол-во электродов
140	50	450	70	55	4	35	160	2

При завершении электрошлаковой сварки на выходе из стыка необходимо убавить скорость подачи электрода, снизив тем самым силу сварочного тока.

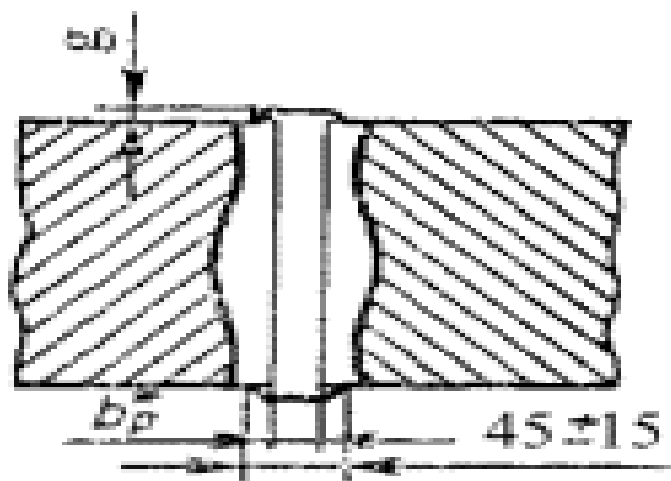


Рисунок 2.12 - Требования геометрических размеров сварного шва для С1 по ГОСТ 15164

Четвертая операция - термическая обработка. Осуществляется в печи при температуре 550С в течении трех часов.

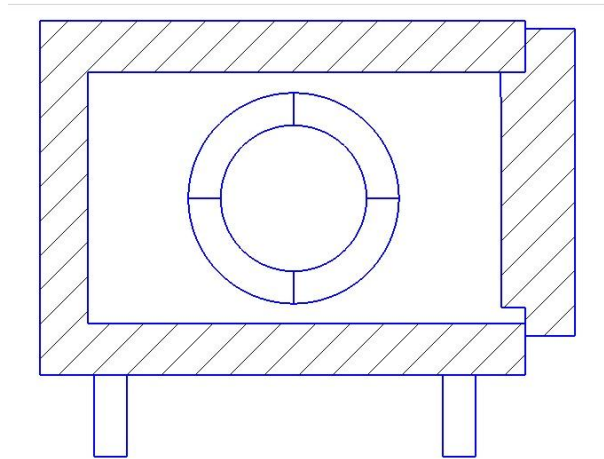


Рисунок 2.13 - Эскиз операции термической обработки

Пятая операция - контроль качества.

Проводится УЗК и ВиК. При ВиК проверка и осмотр швов проводится в 100% объеме, при УЗК объем не менее 0,5% длины швов.

Трещины, непровары, несплавления, цепочки и скопления наружных дефектов не допускаются.

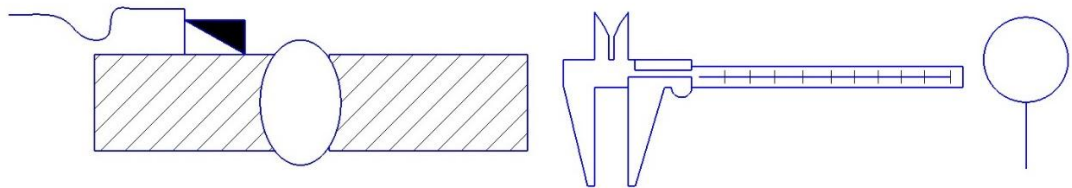


Рисунок 2.14 - Эскиз операции по контролю качества

3. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА

3.1 Технологическая характеристика объекта

При сборке и сварке конуса бутары из стали 08 с применением электрошлаковой сварки предусматриваются следующие операции:

- Подготовка изделия к сварке
- Сборка изделия
- Сварка изделия
- Термообработка
- Контроль качества

Таблица 3.1 – Технологический паспорт технического объекта

№ п/п	Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс операции	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	Подготовка	Подготовка кромок, очистка	Слесарь-сборщик	Линейка, чертилка, штангенциркуль, карандаш, УШМ	Ацетон
2	Сборка	Установка монтажных скоб	Сварщик	Электроды Сварочный аппарат	Э42А УОНИ 13/45
3	Сварка	Сварка продольного шва	Сварщик	Сварочная установка А-1304	Сварочная проволока Св-08ГА
4	Термообработка	Снятие внутренних напряжений	Сварщик	Защитная маска, защитные перчатки	
5	Контроль	Визуальный контроль качества сварного шва	Дефектоскопист	Лупа, УШС-2	Вода, ветошь

3.2 Идентификация профессиональных рисков

Таблица 3.2 - 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 кромок, очистка	-Острые инструмента, - Заостренные кромки, заусенцы и неровности на поверхности - Химические реагенты	штангенциркуль, линейка, чертилка, УШМ Bosh GWS 850, ацетон
2	Сборка изделия, установка монтажных скоб	- заостренные кромки, заусенцы и неровности на поверхности - острые инструменты - движущиеся механизмы машины, подвижные части - высокое напряжение - повышенные шум при работе оборудования - повышенный уровень инфракрасного излучения	Сварочная установка А-1304
3	Сварка продольного шва	- высокие значения напряжения - большая температура сварочной дуги и околошовной зоны - Ожоги - Возможность возникновения пожара - повышенный уровень инфракрасного излучения - дым - движущиеся механизмы машины, подвижные части	сварочная установка А-1304

Продолжение таблицы 3.2

4	Термообработка	- Высокая температура - Пожароопасность	Печь
5	Визуально-измерительный контроль качества сварного соединения	- высокая температура в околошовной зоне	Сварное соединение

3.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

Таблица 3.3 – Методы и средства воздействия опасных и вредных производственных факторов

№ п/п	Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	Острые инструменты	Инструктаж по технике безопасности	спецодежда, защитные перчатки, защитные очки
2	Заостренные кромки, заусенцы и неровности на поверхности детали	Инструктаж по технике безопасности	спецодежда, защитные перчатки, защитные очки
3	Двигущиеся механизмы машины, подвижные части	Ограждение опасной зоны, специальные надписи, покраска опасных зон	защитная каска, защитные перчатки

Продолжение таблицы 3.3

4	Высокое напряжение	Инструктаж по технике безопасности, заземление машин работающих от сети, проверка изоляции проводов	
5	Повышенные шум при работе оборудования	Периодические перерывы в работе оборудование, отдаление установок от мест отдыха рабочих	беруши
6	Химические реагенты	Инструктаж по технике безопасности, ограниченное время работы с химическими веществами	защитная маска, защитная одежда, защитные перчатки
7	Ядовитые испарения	Инструктаж по технике безопасности, ограниченное время работы с химическими веществами, проветривание помещений	защитная маска, защитная одежда, защитные перчатки
8	Большая температура сварки и околосварочной зоны	Инструктаж по технике безопасности	защитная одежда, защитные перчатки
9	Повышенный уровень инфракрасного излучения	экранирование, ограниченное время работы с оборудованием	защитная одежда, защитные очки
10	Повышенный уровень электромагнитного излучения	Экранирование, ограниченное время работы с оборудованием	

3.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Таблица 3.4 - Идентификация классов и опасных факторов пожара

№ п/п	Участок, подраздел ение	Оборудов ание	Класс пожара	Опасные факторы	Сопутствующ ие проявления факторов пожара
1	Участок сварки продольны х швов	Сварочна я установка УДГ-301- У2	пожары, связанные с воспламенени ем и горением веществ и материалов электроустано вок, находящихся под электрически м напряжением (Е)	Поток повышенной температуры, искры, пламя, снижение видимости в дыму, содержание продуктов горения, понижение концентрации кислорода	Замыкание напряжения в токопроводящ их элементах сварочной установки, термохимичес кие воздействия используемых при пожаре огнетушащих веществ на предметы и людей при пожаре

Таблица 3.5 – Технические средства обеспечения пожарной безопасности

Первичн ые средства пожарот ушения	Мобиль ные средства пожарот ушения	Стацион арные установк и системы пожарот ушения	Средс тва пожар ной автом атики	Пожар ное оборуд ование	Средства индивид уальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожа рный инстр умент	Пожарн ая сигнали зация, связи и оповещ ение
--	--	---	--	----------------------------------	---	--------------------------------	--

Продолжение таблицы 3.5

Огнетушитель ОП-5, ящик с песком	-	Пожарный кран с рукавом	-	-	План эвакуации	Топор, лопата, багор	-
----------------------------------	---	-------------------------	---	---	----------------	----------------------	---

Таблица 3.6 – Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Наименование технологического процесса, оборудования, технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Сварка	проведение специального обучения рабочего персонала по предотвращению пожаров и возникновения пожароопасных ситуаций, проведение учений по действию персонала во время пожара	Участок должен быть укомплектован средствами первичного тушения пожара

3.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Таблица 3.7 – Идентификация экологических факторов технического объекта

Наименование технологического процесса	Структурные составляющие технологического процесса	Воздействие технического объекта на атмосферу	Воздействие технического объекта на гидросферу	Воздействие технического объекта на литосферу
Сварка продольного шва	Подготовка, сборка, сварка	газообразные частицы, отработанный газ аргон, тяжелые частицы	химические реагенты для травления сварных кромок	металлолом, бытовой мусор, упаковка от проволоки

Таблица 3.8 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду

Наименование технического объекта	Сварка продольного шва
Мероприятие по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Установка специальных вытяжек с фильтрами над местом проведения сварки
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Установка специальных контейнеров для вывоза химических отходов, проведение инструктажа с персоналом о переработке химических веществ
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Установка контейнеров для вывоза мусора и остатков от производства, проведение инструктажа с персоналом о рассортировке остатков от производства и прочего мусора

В ходе выполнения данного раздела были выявлены опасные и вредные факторы, присутствующие при производстве продольных швов на деталях из стали 08.

Сделан анализ возможностей их предотвращения или уменьшения их воздействия на рабочий персонал и окружающую среду. Так же было показано, что при использовании стандартных средств обеспечения безопасности, рабочий персонал может быть защищен от опасных факторов производства.

Разработка специальных и дополнительных средств защиты не требуется. Имеет место угроза для экологической безопасности. Необходимо соблюдать крайнюю осторожности при использовании химических реагентов.

Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика рассматриваемого технического объекта.

4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЕКТА

4.1 Исходные данные

Таблица 5.1 – Краткая характеристика сравниваемых проектов

Базовый вариант	Проектный вариант
В базовом варианте рассматривается сварка конуса бутары мельницы из материала Сталь-08 с использованием автоматической сварки под флюсом, проволокой Св-08ГА, сварочной установкой АДФ-1000 и флюсом АН-348А	В проектном варианте рассматривается сварка конуса бутары мельницы из материала Сталь-08, но с применением электрошлаковой сварки, с использованием той же проволоки Св-08ГА, сварочной установкой А-1304, и флюсом АН-8

Таблица 4.2 – Исходные данные по проекту

№	Наименование показателей	Базовый вариант	Проектный вариант
1	Цена 1 кг материала изделия	20 руб./кг	20 руб./кг
2	Цена 1 кг сварочной проволоки Св-08ГА	50 руб./кг	50 руб./кг
3	Цена сварочного оборудования: - сварочный аппарат АДФ-1000 - трансформатор для электрошлаковой сварки А-1304-06	245000 руб. -	- 270000 руб.
4	Цена электрической пилы УШМ BOSH GWS 850	4800 руб.	-

Продолжение таблицы 4.2

5	Цена комплектующих: - прихватка -скоба	20 руб. -	- 50 руб.
6	Разряд сварщика	4	4
7	Часовая тарифная ставка	100 руб./ч	100 руб./ч
8	Отчисления на социальные нужды	26,2 %	26,2 %
9	Норма амортизации на оборудование	20%	20%
10	Норма амортизации на здания	3%	3%
12	Норма расхода основного металла на одно изделие	11452 кг.	11452кг.
13	Норма расхода флюса	1,2	0,07
14	Цена флюса АН-348А	78 руб./кг	78 руб./кг
15	Цена 1 кВт электроэнергии	2,2 руб.	2,2 руб.
16	Площадь, занимаемая сварочным оборудованием	0,6 м ²	2,28 м ²
17	Коэффициент доплаты к основной заработной плате	1,6	1,6
18	Скорость подачи проволоки	80 м/ч	160 м/ч
19	Скорость сварки	22 м/ч	3,5 м/ч
20	Сила сварочного тока	900 А	450 А
21	Напряжение сварочной дуги	42 В	50 В
23	КПД источника питания	0,79	0,5
22	Масса наплавляемого металла	170 кг	152 кг

4.2 Расчет нормы штучного времени на выполняемые технологические операции.

Таблица 4.3 - Трудоемкость технологического процесса

Базовый вариант

Операции	$t_{n-з}$	t_o	$t_{в}$	$t_{отл}$	$t_{обсл}$	$t_{н.п}$	$t_{шт}$
Заготовительная	0,001 ч.	2 ч.	0,2 ч.	0,1ч	0,16 ч.	0,2 ч.	2,561 ч.
Сборочная	0,001 ч.	1 ч.	0,1 ч.	0,05 ч.	0,08 ч.	0,1 ч.	1,331 ч.
Сварочная (пайка)	0,47ч.	9,4 ч.	0,94 ч.	0,47 ч.	0,75 ч.	0,5 ч.	12,53 ч.
Итого:	0,472 ч.	12,4 ч.	1,24 ч.	0,62 ч.	0,99 ч	0,8 ч.	16,42 2 ч.

Проектный вариант

Операции	$t_{n-з}$	t_o	$t_{в}$	$t_{отл}$	$t_{обсл}$	$t_{н.п}$	$t_{шт}$
Заготовительная	0,001 ч.	0,5 ч.	0,05	0,025	0,04	0,1 ч.	0,716 ч.
Сборочная	0,001 ч.	0.7 ч	0,07	0,035	0,056	0.2 ч.	1,062 ч.
Сварочная (пайка)	0,065 ч.	1,3 ч.	0,13	0,065	0,104	0.4 ч.	2,064
Итого:	0,067 ч.	2,5 ч.	0,25	0,125	0,2	0,7	3,837 ч.

$$t_{um} = t_{n-3} + t_o + t_{\text{в}} + t_{omл} + t_{обсл} + t_{н.н}, \quad (1)$$

где, $t_o = t_{\text{м}}$ – основное (машинное) время, рассчитывается

по формуле (2);

$t_{\text{в}}$ – вспомогательное время $t_{\text{в}} = 10\%$ от t_o ;

$t_{omл}$ – время на отдых и личные надобности $t_{omл} = 5\%$ от t_o ;

$t_{обсл}$ – время обслуживания рабочего места $t_{обсл} = 8\%$ от t_o ;

$t_{н.н}$ – время неустраняемых перерывов, предусмотренных технологическим процессом

$$t_o = \frac{L_{\text{ш}}}{V_{\text{св}}} \quad (2)$$

Базовый вариант: $t_o = \frac{L_{\text{ш}}}{V_{\text{св}}} n$, где n – число проходов ($n = 45$)

$$t_o = \frac{4,64}{22} 45 = 9,4 \text{ ч.}$$

$$\text{Проектный вариант: } t_o = \frac{4,64}{3,6} = 1,3 \text{ ч.}$$

4.2 Капитальные вложения в оборудования

4.2.1 Общие капитальные вложения в оборудование

$$K_{\text{общ}} = K_{\text{пр}} + K_{\text{соп}}, \quad (3)$$

Базовый вариант: $K_{\text{общ}} = 47310$ руб.

Проектный вариант: $K_{\text{общ}} = 13500 + 105499 = 118999$ руб.

где: $K_{\text{пр}}$ – прямые капитальные вложения в оборудование, руб, вычисляются по формуле (4);

$K_{\text{соп}}$ – сопутствующие капитальные вложения в оборудование для проектного варианта, руб.

$$K_{\text{пр}} = \sum C_{\text{об}} * k_3, \quad (4)$$

Базовый вариант: $K_{\text{пр}} = (245000 + 4800) * 0,19 = 47310$ руб.

Проектный вариант: $K_{пр} = 270000 * 0,05 = 13500$ руб.

где $\Sigma C_{об}$ – суммарная цена оборудования, руб.;

k_3 – коэффициент загрузки оборудования,

рассчитывается по формуле (6)

Количество единиц оборудования, необходимого для выполнения принятой программы изготовления изделий:

$$n_{об.расчетн} = \frac{N_{пр} * t_{шт}}{\Phi_{эф} * 60}, \quad (5)$$

$$\text{Базовый вариант: } n_{об.расчетн} = \frac{20 * 985}{1700 * 60} = 0,19$$

$$\text{Проектный вариант: } n_{об.расчетн} = \frac{20 * 230}{1700 * 60} = 0,05$$

где: $N_{пр}$ – программа выпуска изделий, $N_{пр} = 20$ шт.;

$t_{шт}$ – штучное время на изготовление одного изделия, мин.;

$\Phi_{эф}$ – фонд времени работы сварочного оборудования, час,

рассчитывается по формуле (7)

$$k_3 = \frac{n_{об.расчетн}}{n_{об.прин}}, \quad (6)$$

$$\text{Базовый вариант: } k_3 = \frac{0,19}{1} = 0,19$$

$$\text{Проектный вариант: } k_3 = \frac{0,05}{1} = 0,05$$

$$\Phi_{эф} = (D_K - D_{вых} - D_{пр}) * T_{см} * S * (1 - k_{р.н}), \quad (7)$$

где: D_K – количество календарных дней в году;

$D_{вых}$ – количество выходных дней в году;

$D_{пр}$ – количество праздничных дней в году;

$T_{см}$ – продолжительность рабочей смены, час;

S – число рабочих смен;

$k_{р.л}$ – потери времени работы оборудования на ремонт и переналадку

(0,06)

$$\Phi_{эф} = (365 - 120 - 19) * 8 * 1 * (1 - 0,06) = 1700 \text{ ч.}$$

Сопутствующие капитальные вложения для проектного варианта

$$K_{con} = K_{монт} + K_{дем} + K_{площ}, \quad (8)$$

$$K_{con} = 54000 + 49960 + 1539 = 105499 \text{ руб.}$$

где, $K_{монт}$ – затраты на монтаж нового оборудования, рассчитывается по формуле (9);

$$K_{монт} = \Sigma Ц_{об} * k_{монт} = 270000 * 0,2 = 54000 \text{ руб.}, \quad (9)$$

где $k_{монт}$ – коэффициент монтажа оборудования, равен 0,2.

$K_{дем}$ – затраты на демонтаж старого оборудования, рассчитывается по формуле (10);

$$K_{дем} = \Sigma Ц_{об} * k_{дем} = 249800 * 0,2 = 49960 \text{ руб.}, \quad (10)$$

где: $k_{дем}$ – коэффициент демонтажа оборудования, равен 0,2.

$K_{площ}$ – затраты на производственные площади под новое оборудование, рассчитывается по формуле (11)

$$K_{площ} = 2,28 * 4500 * 3 * 0,05 = 1539 \text{ руб.}, \quad (11)$$

где: g – коэффициент, учитывающий проходы и проезды, равен 3.

4.3 Удельные капитальные вложения в оборудование

$$K_{уд} = \frac{K_{общ.}}{N_{пр}} \quad (12)$$

$$\text{Базовый вариант: } K_{уд} = \frac{47310}{20} = 2365,5 \text{ руб.}$$

Проектный вариант: $K_{уд} = \frac{118999}{20} = 5950 \text{ руб.}$

4.4 Расчет себестоимости сравниваемых вариантов

4.4.1 Затраты на материалы

$$ЗМ = ЗМ_{осн} + ЗМ_{всп}, \quad (13)$$

Базовый вариант: $ЗМ = 229040 + 24412 = 253452 \text{ руб.}$

Проектный вариант: $ЗМ = 229040 + 8426,8 = 229882,6 \text{ руб.}$

где $ЗМ_{осн}$ - расходы на основной материал, вычисляется по формуле (14),

$$ЗМ_{осн} = H_M * Ц_M, \quad (14)$$

где H_M – норма расхода основного материала на одно изделие, кг;

$Ц_M$ – цена одного кг основного материала изделия, руб.;

Базовый вариант: $ЗМ_{осн} = 11452 * 20 = 229040 \text{ руб.}$

Проектный вариант: $ЗМ_{осн} = 11452 * 20 = 229040 \text{ руб.}$

$ЗМ_{всп}$ - расходы на вспомогательные материалы, вычисляются по формуле (15)

$$ЗМ_{св} = ЗМ_{св.пров} + З_{фл}, \quad (15)$$

Базовый вариант: $ЗМ_{свн} = 8500 + 15912 = 24412 \text{ руб.}$

Проектный вариант: $ЗМ_{свн} = 7600 + 826,8 = 8426,8 \text{ руб.}$

где $ЗМ_{св.пров}$ - затраты на сварочную проволоку, рассчитываются по формуле (16);

$З_{фл}$ - затраты на флюс, рассчитываются по формуле (17)

$$ЗМ_{св.пров} = H_{эл.(пр)} * Ц_{эл.(пр)}, \quad (16)$$

Базовый вариант: $ЗМ_{св.пров} = 170 * 50 = 8500 \text{ руб.}$

Проектный вариант: $ЗМ_{св.пров} = 152 * 50 = 7600 \text{ руб.}$

где: $H_{эл.(np)}$ – норма расхода проволоки на одно изделие, кг;

$C_{эл.(np)}$ – цена электродов, руб. за 1 кг.

$$Z_{фл} = H_{фл} \cdot C_{фл}, \quad (17)$$

Базовый вариант: $Z_{фл} = 204 \cdot 78 = 15912 \text{ руб.}$

Проектный вариант: $Z_{фл} = 10,6 \cdot 78 = 826,8 \text{ руб.}$

где $H_{фл}$ – норма расхода флюса, кг, рассчитывается по формуле (18);

$C_{фл}$ – цена 1 кг флюса, руб.

$$H_{фл} = k_{фл} \cdot H_{св.пров}, \quad (18)$$

Базовый вариант: $H_{фл} = 1,2 \cdot 170 = 204 \text{ кг}$

Проектный вариант: $H_{фл} = 0,07 \cdot 152 = 10,6 \text{ кг}$

где $k_{фл}$ – коэффициент расхода флюса, для базового варианта равен

1,2, для проектного варианта равен 0,07

4.4.2 Затраты на покупные комплектующие изделия

$$Z_{к.из} = n_{к.из} \cdot C_{к.из}, \quad (19)$$

Базовый вариант: $Z_{к.из} = 8 \cdot 20 = 160 \text{ руб.}$

Проектный вариант: $Z_{к.из} = 8 \cdot 50 = 400 \text{ руб.}$

где $n_{к.из}$ – количество покупных комплектующих изделий, необходимых для изготовления сварной конструкции, шт.;

$C_{к.из}$ – цена одного покупного комплектующего изделия, руб.;

4.4.3 Затраты на энергию

$$Z_{э-э} = \frac{P_{об} \cdot t_o}{\eta \cdot 60} \cdot C_{э-э}, \quad (20)$$

Базовый вариант: $Z_{э-э} = \frac{36 \cdot 9,4}{0,79 \cdot 60} \cdot 2,2 = 15,71 \text{ руб.}$

Проектный вариант: $Z_{э-э} = \frac{22,5 \cdot 1,3}{0,5 \cdot 60} \cdot 2,2 = 2,16 \text{ руб.}$

где $P_{об} = I_{св} \times U_{\partial}$ – полезная мощность оборудования кВт;

t_o – основное (машинное) время работы сварочного оборудования;

η – коэффициент полезного действия оборудования;

$I_{св}$ – сила сварочного тока, А; U_{∂} – напряжение на дуге, В.

4.4.4 Затраты на содержание оборудования

$$Z_{об} = A_{об} + P_{т.р}, \quad (21)$$

Базовый вариант: $Z_{об} = 5,22 + 9,77 = 15 \text{ руб.}$

Проектный вариант: $Z_{об} = 1,1 + 2,78 = 3,88 \text{ руб.}$

де $A_{об}$ – амортизационные отчисления на оборудование, руб., рассчитывается по формуле (22);

$P_{т.р}$ – затраты на текущий ремонт оборудования, руб., рассчитывается по формуле (23);

$$A_{об.} = \frac{C_{об} * Ha_{об} * t_{шт}}{\Phi_{эф} * 60 * 100}, \quad (22)$$

Базовый вариант: $A_{об.} = \frac{249800 * 17 * 12,53}{1700 * 60 * 100} = 5,22 \text{ руб.}$

Проектный вариант: $A_{об.} = \frac{270000 * 20 * 2,064}{1700 * 60 * 100} = 1,1 \text{ руб.}$

где: $C_{об}$ – цена используемого оборудования, руб.;

$Ha_{об}$ – норма амортизационных отчислений на оборудование, %

$$P_{т.р} = \frac{C_{об} * H_{т.р} * k_3}{\Phi_{эф} * 100}, \quad (23)$$

Базовый вариант: $P_{т.р} = \frac{249800 * 35 * 0,19}{1700 * 100} = 9,77 \text{ руб.}$

Проектный вариант: $P_{т.р} = \frac{270000 * 35 * 0,05}{1700 * 100} = 2,78 \text{ руб.}$

где $H_{т.р}$ – норма отчислений на текущий ремонт оборудования, примерно равна 35%.

4.4.5 Затраты на содержание и эксплуатацию производственных площадей

$$З_{плоч} = \frac{Ц_{плоч} * S_{плоч} * Ha_{плоч} * t_{шт}}{\Phi_{эф} * 100 * 60}, \quad (24)$$

$$\text{Базовый вариант: } З_{плоч} = \frac{4000 * 0,6 * 3 * 16,422}{1700 * 100 * 60} = 0,012 \text{ руб.}$$

$$\text{Проектный вариант: } З_{плоч} = \frac{4000 * 2,28 * 3 * 3,837}{1700 * 100 * 60} = 0,01 \text{ руб.}$$

где: $Ц_{плоч}$ – цена 1 м² производственной площади, руб.;

$Ha_{плоч}$ – норма амортизационных отчислений на здания, %;

$S_{плоч}$ – площадь, занимаемая сварочным оборудованием, м²;

4.5 Затраты на заработную плату основных производственных рабочих с отчислениями на социальные нужды

$$\Phi ЗП = ЗПЛ_{осн} + ЗПЛ_{дон}, \quad (25)$$

$$\text{Базовый вариант: } \Phi ЗП = 3001,9 + 240,2 = 3242,1 \text{ руб.}$$

$$\text{Проектный вариант: } \Phi ЗП = 701,4 + 56,1 = 757,5 \text{ руб.}$$

4.5.1 Основная заработная плата

$$ЗПЛ_{осн} = C_{ч} * t_{шт} * k_{зпл}$$

$$\text{Базовый вариант: } ЗПЛ_{осн} = 100 * 16,422 * 1,828 = 3001,9 \text{ руб.}$$

$$\text{Проектный вариант: } ЗПЛ_{осн} = 100 * 3,837 * 1,828 = 701,4 \text{ руб.}$$

где: $C_{ч}$ – часовая тарифная ставка, руб./час;

$k_{зпл}$ – коэффициент начислений на основную заработную плату, вычисляется по формуле (26).

$$k_{зпл} = k_{нр} * k_{вн} * k_{у} * k_{нф} * k_{н}, \quad (26)$$

где $k_{нр} = 1,25$ – коэффициент премирования;

$k_{вн} = 1,1$ – коэффициент выполнения норм;

$k_y = 1,1$ – коэффициент доплат за условия труда;

$k_{нф} = 1,067$ – коэффициент доплат за профессиональное мастерство;

$k_n = 1,133$ – коэффициент доплат за работу в вечерние и ночные смены

$$k_{зпл} = 1,25 * 1,1 * 1,1 * 1,067 * 1,133 = 1,828$$

4.5.2 Дополнительная заработная плата

$$ЗПЛ_{дон} = \frac{k_{\partial}}{100} \cdot ЗПЛ_{осн}, \quad (27)$$

где k_{∂} – коэффициент соотношения между основной и дополнительной заработной платой, равен 8%.

$$\text{Базовый вариант: } ЗПЛ_{дон} = \frac{8}{100} \cdot 3001,9 = 240,2 \text{ руб.}$$

$$\text{Проектный вариант: } ЗПЛ_{дон} = \frac{8}{100} \cdot 701,4 = 56,1 \text{ руб.}$$

4.5.3 Отчисления на социальное страхование

$$O_{с.н.} = \frac{H_{соц} \cdot \Phi ЗП}{100}, \quad (28)$$

где $H_{соц}$ – норма отчислений на социальные нужды = 30%.

$$\text{Базовый вариант: } O_{с.н.} = \frac{30 * 3242,1}{100} = 972,6 \text{ руб.}$$

$$\text{Проектный вариант: } O_{с.н.} = \frac{30 * 757,5}{100} = 227,25 \text{ руб.}$$

4.6 Технологическая себестоимость изделия

$$C_{тех} = ЗМ + З_{к.из} + З_{э-э} + З_{об} + З_{плоч} + \Phi ЗП + O_{с.н.} \quad (29)$$

Базовый вариант:

$$C_{тех} = 253452 + 160 + 15,71 + 15 + 0,012 + 3242,1 + 972,6 = 257857,4 \text{ руб.}$$

Проектный вариант:

$$C_{tex} = 229882 + 400 + 15,71 + 3,88 + 0,01 + 757,5 + 7,58 = 231066,7 \text{ руб.}$$

4.7 Цеховая себестоимость

$$C_{цех} = C_{tex} + P_{цех}, \quad (30)$$

$$\text{Базовый вариант: } C_{цех} = 257857,4 + 7504,8 = 265362,2 \text{ руб.}$$

$$\text{Проектный вариант: } C_{цех} = 231066,7 + 1753,5 = 232820,2 \text{ руб.}$$

где $P_{цех}$ – цеховые расходы, руб., рассчитываются по формуле (31)

$$P_{цех} = k_{цех} \cdot ЗПЛ_{осн.}, \quad (31)$$

$$\text{Базовый вариант: } P_{цех} = 2,5 \cdot 3001,9 = 7504,75 \text{ руб.}$$

$$\text{Проектный вариант: } P_{цех} = 2,5 \cdot 701,4 = 1753,5 \text{ руб.}$$

где $k_{цех}$ – коэффициент цеховых расходов, равен 2,5.

4.8 Заводская себестоимость изделия

$$C_{зав} = C_{цех} + P_{зав}, \quad (32)$$

$$\text{Базовый вариант: } C_{зав} = 265362,2 + 5403,4 = 270765,6 \text{ руб.}$$

$$\text{Проектный вариант: } C_{зав} = 232820,2 + 1262,5 = 234082,7 \text{ руб.}$$

где $P_{зав}$ – заводские расходы, руб., вычисляются по формуле (33)

$$P_{зав} = k_{зав} \cdot ЗПЛ_{осн.}, \quad (33)$$

$$\text{Базовый вариант: } P_{зав} = 1,8 \cdot 3001,9 = 5403,4 \text{ руб.}$$

$$\text{Проектный вариант: } P_{зав} = 1,8 \cdot 701,4 = 1262,5 \text{ руб.}$$

где $k_{зав}$ – коэффициент заводских расходов, равен 1,8.

4.9 Полная себестоимость изделия

$$C_{полн} = C_{зав} + P_{вн}, \quad (34)$$

Базовый вариант: $C_{полн} = 270765,6 + 13538,3 = 284303,9 \text{ руб.}$

Проектный вариант: $C_{полн} = 234082,7 + 11702,1 = 245784,8 \text{ руб.}$

где $P_{вн}$ – внепроизводственные расходы, руб., вычисляются по формуле (35)

$$P_{вн} = k_{вн} \cdot C_{зав}, \quad (35)$$

Базовый вариант: $P_{вн} = 0,05 \cdot 270765,6 = 13538,3 \text{ руб.}$

Проектный вариант: $P_{вн} = 0,05 \cdot 234042,7 = 11702,1 \text{ руб.}$

где $k_{вн}$ – коэффициент внепроизводственных расходов, равен 0,05.

Таблица 4.4 – Калькуляция себестоимости изделия

Статьи затрат	Базовый вариант	Проектный вариант
Материалы основные	229040	229040
Материалы вспомогательные	24412	8426,8
Покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты	160	400
Электроэнергия	15,71	2,16
Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	15	3,88
Затраты на содержание занимаемой под оборудование площади	0,012	0,01
Основная заработная плата	3001,9	701,4
Дополнительная заработная плата	240,2	56,1
Отчисления на социальное страхование	972,6	7,85
Технологическая себестоимость	257857,4	231066,7

Продолжение таблицы 4.4

Цеховая себестоимость	265362,2	232820,2
Заводская себестоимость	270765,6	234082,7
Внепроизводственные расходы	13538,3	11702,1
Полная себестоимость	284303,9	245784,8

4.10 Ожидаемая прибыль от снижения себестоимости

$$Pr_{ож.} = \mathcal{E}_{у.г.} = \left(C_{полн.}^{баз} - C_{полн.}^{проект} \right) \cdot N_{пр} \quad (36)$$

$$Pr_{ож.} = \mathcal{E}_{у.г.} = (284303,9 - 245784,8) \cdot 20 = 770382 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект

$$\mathcal{E}_г = \left[\left(C_{полн}^{баз} + E_n \cdot K_{уд}^{баз} \right) - \left(C_{полн}^{проект} + E_n \cdot K_{уд}^{проект} \right) \right] \cdot N_{пр}, \quad (37)$$

где $C_{полн}^{баз}$ и $C_{полн}^{проект}$ – полная себестоимость продукции (базовая и проектная), т.е. до и после внедрения нового оборудования, руб.

E_n – нормативный коэффициент сравнительной экономической эффективности, $E_n = 0,33$.

$$\mathcal{E}_г = [(284303,9 + 0,33 \cdot 2365,5) - (245784,4 + 0,33 \cdot 5950)] \cdot 20 = 746732 \text{ руб.}$$

4.11 Срок окупаемости капитальных вложений

$$T_{ок} = \frac{K_{общ}^{проект}}{Pr_{ож}} \quad (38)$$

$$T_{ок} = \frac{118999}{770381} = 0,5$$

4.12 Коэффициент сравнительной экономической эффективности

$$E_{ср} = \frac{1}{T_{ок}} \quad (39)$$

$$E_{cp} = \frac{1}{0,5} = 2$$

$E_{cp} > E_n$ - внедряемое оборудование эффективно

4.13 Снижение трудоемкости изготовления изделия

$$\Delta t_{um} = \frac{t_{um}^{баз} - t_{um}^{проектн}}{t_{um}^{баз}} * 100\% \quad (40)$$

$$\Delta t_{um} = \frac{16,422 - 3,837}{16,422} * 100\% = 77\%$$

Уменьшения трудоемкости идет за счет применения электрошлаковой сварки

4.14 Повышение производительности труда

$$\Delta П_T = \frac{100 * \Delta t_{um}}{100 - \Delta t_{um}} (\%) \quad (41)$$

$$\Delta П_T = \frac{100 * 77}{100 - 77} = 334,8(\%)$$

Вывод: в проектной работе были рассмотрены способы сварки конуса бутары мельницы при помощи автоматической сварки под флюсом и электрошлаковой. Было получено, что при сварке конуса бутары тратиться меньше времени на создание сварного соединения, а так же уменьшается капиталовложение. Электрошлаковый способ сварки позволяет получить качественное сварное соединения за меньшие сроки по сравнению с базовым методом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполненной бакалаврской работы был предложен и разработан новый технологический процесс сварки конуса бутары мельницы – электрошлаковая сварка, у которой более высокая производительность и низкая стоимость которая экономически доказана. Данная технология также имеет меньшее вредное воздействие, оказываемое на работников. Таким образом задачи работы были выполнены и цель достигнута.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1) Мельница – Горная энциклопедия: [Электронный ресурс]. URL: <http://www.mining-enc.ru/m/melnica/>. (Дата обращения 15.05.2017)
- 2) Бутара – Горная энциклопедия: [Электронный ресурс]. URL: <http://www.mining-enc.ru/b/butara/>. (Дата обращения 15.05.2017)
- 3) Сталь. Характеристики и свойства стали. Что такое легированная сталь, углеродистая сталь: [Электронный ресурс]. URL: <http://www.reallom.ru/metallolom/steel>. (Дата обращения 15.05.2017)
- 4) 08 - Сталь конструкционная углеродистая качественная Марочник стали и сплавов: [Электронный ресурс]. URL: http://www.splav-kharkov.com/mat_start.php?name_id=81. (Дата обращения 15.05.2017)
- 5) Автоматическая сварка под флюсом: [Электронный ресурс]. URL: <http://www.svarkainfo.ru/rus/technology/autoflus/>. (Дата обращения 15.05.2017)
- 6) Submerged Arc Welding (SAW) Process: [Электронный ресурс]. URL: <http://www.keenovens.com/articles/submerged-arc-welding-2.html>. (Дата обращения 15.05.2017)
- 7) Сварочная проволока Св-08ГА: проволока для сварки под флюсом: [Электронный ресурс]. URL: <http://www.czcm-weld.ru/index.php?action=products&id=186>. (Дата обращения 15.05.2017)
- 8) Св-08ГА - Проволока стальная сварочная Марочник стали и сплавов: [Электронный ресурс]. URL: http://www.splav-kharkov.com/mat_start.php?name_id=3138. (Дата обращения 15.05.2017)

- 9) Сварочный флюс: [Электронный ресурс]. URL: <http://www.osvarke.com/flux.html>. (Дата обращения 20.05.2017)
- 10) Сварочный флюс АН-348А. Сварочный флюс ан 348. Флюс АН 348А: [Электронный ресурс]. URL: <http://ventsvar.ru/welding/consumables/flux-an-348a.html>. (Дата обращения 20.05.2017)
- 11) Автоматическая дуговая сварка и оборудование для автоматической сварки под слоем флюса и в среде защитных газов: [Электронный ресурс]. URL: <http://www.btsm-weld.ru/avtomat.html>. (Дата обращения 20.05.2017)
- 12) ГОСТ 8713-79 – Сварка под флюсом – Соединения сварные – Основные типы, конструктивные элементы и размеры: [Электронный ресурс]. URL: <http://weldzone.info/norms/38-technology/637-gost-8713-79-svarka-pod-flyusom-soedineniya-svarnye-osnovnye-tipy-konstruktivnye-elementy-i-razmery>. (Дата обращения 20.05.2017)
- 13) Ястребова М.А., Сварка в химическом машиностроении [Текст]./М.А. Ястребова// Москва. 2003- 199с
- 14) Ручная дуговая сварка: [Электронный ресурс]. URL: <http://www.svarkainfo.ru/rus/technology/dugsvar/>. (Дата обращения 20.05.2017)
- 15) The manual metal arc process (MMA Welding): [Электронный ресурс]. URL: <http://www.twi-global.com/technical-knowledge/job-knowledge/the-manual-metal-arc-process-mma-welding-002/>. (Дата обращения 20.05.2017)
- 16) Механизированная и автоматическая сварка плавящимся электродом трубопроводов: [Электронный ресурс]. URL: <http://svarkainfo.ru/rus/lib/tech/conduit/>. (Дата обращения 24.05.2017)

- 17) What are the differences between mechanised, automated and robotic welding?: [Электронный ресурс]. URL: <http://www.twi-global.com/technical-knowledge/faqs/process-faqs/faq-what-are-the-differences-between-mechanised-automated-and-robotic-welding/>.
(Дата обращения 24.05.2017)
- 18) Электрошлаковая сварка: [Электронный ресурс]. URL: <http://www.osvarke.com/esw.html>. (Дата обращения 24.05.2017)
- 19) Electroslag Welding (ESW): [Электронный ресурс]. URL: http://www.substech.com/dokuwiki/doku.php?id=electroslag_welding_esw. (Дата обращения 24.05.2017)
- 20) What are the differences between a welding transformer, a generator, and a rectifier: [Электронный ресурс]. URL: <https://www.quora.com/What-are-the-differences-between-a-welding-transformer-a-generator-and-a-rectifier>. (Дата обращения 24.05.2017)
- 21) Сварочные трансформаторы: [Электронный ресурс]. URL: <http://www.osvarke.com/transformator.html>. (Дата обращения 24.05.2017)
- 22) Флюс АН-8: [Электронный ресурс]. URL: <http://naplavca.ru/materials/flyus-an-8>. (Дата обращения 24.05.2017)
- 23) Краснопевцева, И.В. Экономика машиностроительного производства [Текст]: учеб.-метод. пособие / И.В. Краснопевцева. – Тольятти: ТГУ, 2008. – 148 с.
- 24) Горина, Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта» [Текст]: учеб.-метод. пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. - Тольятти: ТГУ, 2016. – 51 с.
- 25) Егоров А.Г., Правила оформления выпускных квалификационных работ для бакалавриата и специалитета

[Текст]. /А.Г. Егоров и др.//Учебное пособие.- Тольятти: ТГУ. 2011.- 96с.

- 26) Козулин М.Г. «Технология электрошлаковой сварки в машиностроении [Текст]. Учебное пособие.- Тольятти: ТГУ. 1994.- 121с.