

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

ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ

(наименование института полностью)

Кафедра «Сварка и обработка металлов 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 оцинкованного трубопровода для производственных зданий

Студент

М.С. Санталов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

К.В. Моторин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

И.В. Краснопевцева

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

А.Н. Москалюк

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

В.Г. Виткалов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

М.М. Бажутина

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

**Допустить к защите**

Заведующий кафедрой д.т.н В.В. Ельцов

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

(личная подпись)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ г.

Тольятти 2018

## Аннотация

Целью работы является повышение производительности сварки оцинкованного трубопровода для производственных зданий.

В бакалаврской работе предложено при соединении труб механизированную сварку нержавеющей проволокой в защитном газе с использованием флюс-пасты, этот способ сварки позволяет увеличить производительность труда и снизить себестоимость.

Объем пояснительной записки составляет 53 страницы напечатанного текста. Графическая часть представлена шестью плакатами: схема и общий вид оцинкованного трубопровода для производственных зданий; анализ возможных вариантов сварки; технологический процесс; оборудование и приспособления для изготовления оцинкованного трубопровода.

## Annotation

The title of the bachelor's thesis is "welding of the galvanized pipeline for production buildings".

An increase in productivity of welding of the zinc pipeline for industrial buildings is the objective of our work. This graduate work presents a method for joining pipes using mechanized wire welding in shielding gas, using flux paste. The welding method allows improving labor productivity. The explanatory note contains 53 pages of the printed text. Graphical part of the work contains six posters: the diagram and the overall view of the galvanized pipeline for industrial buildings; the analysis of possible welding methods; technological process; equipment and devices for the production of the galvanized pipeline.

## Содержание

Введение.....	6
1.1 Описание конструкции оцинкованных труб .....	7
1.1.1. Оцинкование.....	9
1.2. Особенности технологии сварки, оцинкованной стали .....	10
1.3 Описание базового варианта ремонта оцинкованного трубопровода... ..	11
1.4 Анализ возможных способов ремонта оцинкованного трубопровода ..	14
1.5 Выбор проектного способа сварки.....	15
2 Технология сварки оцинкованного трубопровода .....	19
2.1 Вырезка части трубопровода .....	19
2.2 Зачистка части трубопровода .....	19
2.3 Подготовка кромок .....	19
2.4 Нанесение флюс-пасты.....	20
2.5 Сборка части трубопровода .....	20
2.6 Сварка.....	21
2.7 Контроль качества.....	21
3 Безопасность и экологичность технического объекта .....	22
3.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта .....	22
3.2 Производственно-технологические риски .....	23
3.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков .....	24
3.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта (производственно-технологических эксплуатационных и утилизационных процессов).....	26

3.5 Экологическая безопасность технического объекта.....	28
4 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРЕДЛАГАЕМЫХ РЕШЕНИЙ	
.....	32
4.1 Исходные данные .....	32
4.2 Расчет нормы штучного времени на технологические операции .....	33
4.3 Капитальные вложения в оборудование.....	35
4.4 Удельные капитальные вложения в оборудование .....	36
4.5 Расчет себестоимости сравниваемых вариантов .....	37
4.6 Общие затраты.....	37
4.7 Расчет себестоимости .....	44
4.8 Расчет экономической эффективности разрабатываемого проекта .....	46
Заключение по работе .....	50
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИСТОЧНИКОВ .....	51

## Введение

Водо-газопроводная стальная оцинкованная труба – востребованный на сегодняшний день материал, но использовать и монтировать её нужно с учётом особенностей защитного покрытия, чтобы достоинства цинка использовались рационально, а не становились фактором, лишь повышающим себестоимость работ [5]. На сегодняшний день до 40% технологических аварий происходит из-за коррозионных разрушений. На сварных соединениях в трубопроводах происходит до 90% коррозионных разрушений.

В настоящее время на предприятии оцинкованный трубопровод сваривается ручной дуговой сваркой. Однако ручная дуговая сварка является мало производительной и устанавливается величиной тока. При РДС ток ограничивается диаметром электрода [2]. Так как производительность базового варианта ремонта оцинкованного трубопровода довольно низкая, то целью данной работы является повышение производительности.

# Глава 1 Анализ исходных данных и известных решений по сварке оцинкованного трубопровода

## 1.1 Описание конструкции оцинкованных труб

Стальные трубы оцинкованные, производимые по обоим перечисленным стандартам — это с точки зрения производства электросварные трубы.

Как их производят?

- сырьем служит штрипс — плоский стальной лист, который поставляется металлургами в виде рулонов. Он разматывается и нарезается продольными полосами (рис1.1);



Рисунок 1.1 - Штрипс разматывается и нарезается на узкие полосы

- затем полосы свариваются в бесконечную ленту, которая снова сматывается на барабан. Это необходимо для обеспечения непрерывности производства.

- вальцы формируют из стальной полосы круглую заготовку с открытым швом.

- затем шов сваривается. Из многочисленных методов сварки наиболее популярны индукционная сварка (hf) и сварка вольфрамовым электродом в аргоне (tig).

Обратите внимание: TIG — сварные трубы считаются более надежными. Причина этого — более низкая скорость сварки, при которой электрическая дуга плавит большую область около шва.

Однако все сварные трубы проходят дефектоскопию; при этом HF-сварные трубы дешевле примерно на 20-30%.

Выбор за вами: однако в большинстве реальных ситуаций прочности более дешевых труб, сваренных индукционной сваркой, хватает с избытком.

- раскаленная после сварки труба охлаждается водой;
- затем труба проходит дефектоскоп, где вихревыми токами проверяется качество шва;

- после этого следуют калибровочные вальцы, устраняющие овальность и отклонения от заданного диаметра;

- труба нарезается на отрезки необходимой длины;
- проходит визуальный контроль;
- пакуется и отправляется на склад готовой продукции [1].



Рисунок 1.2 - Линия по производству сварных труб

#### 1.1.1. Оцинкование

- горячее оцинкование — лучший метод с точки зрения надежности и равномерности покрытия. Труба просто-напросто на короткое время опускается в ванну с расплавом цинка.

- при гальваническом оцинковании труба погружается в электролит, после чего между ней и цинковым электродом создается значительная разница потенциалов. Покрытие получается надежным, равномерным, его толщину легко контролировать; однако токсичный электролит с солями цинка потом приходится утилизировать.

Газо-термический метод. Расплав цинка распыляется и подхватывается потоком горячего газа, напыляясь на трубу или любую другую металлоконструкцию.

- термодиффузионное оцинкование предусматривает переход цинка в парообразное состояние (это происходит примерно при  $2600^{\circ}\text{C}$ ), после чего он осаждается на более холодной трубе, намертво свариваясь с ее поверхностью. Недостаток метода — крайне низкая производительность.

- холодное оцинкование может применяться для обработки любых поверхностей, кроме внутренних стенок труб. Цинковый порошок просто-напросто разводится в лаке и напыляется, как обычная краска, из аэрозольного баллончика или распылителя.[11]

## 1.2. Особенности технологии сварки, оцинкованной стали

Сам цинковый слой может составлять 1-20 мкм, такие элементы часто используются не только в строительстве, но и в автомобилестроении, бытовой технике, при установке кондиционеров и вентиляционных систем.

Цинк имеет катодную защиту от коррозии, которая остается эффективной даже при наружном повреждении, то есть при сварке остается защищенным слой стали, под плёночная коррозия на цинковом слое кромки срезов уже полностью исключается [2].

Так в чем же состоит сущность такого процесса, как сварка и пайка оцинкованного листа? Сам цинковый слой начинает плавиться уже при плюс 420 градусах, а при плюс 906 - цинк начинает испаряться.

Именно это и создает определенные трудности при сварке, так как при зажигании сварочной дуги происходит резкое испарение цинкового слоя, что может привести к таким негативным последствиям, как появление трещин, образование пор, нестабильность сварочной дуги и прочее.

Именно поэтому сварка стали с оцинкованным слоем предполагает использование специального присадочного материала, то есть это пайка оцинкованного листа в определенной среде защитного газа при помощи медьсодержащей проволоки. Наиболее часто используются такие типы присадочного материала, как медно-кремниевые и алюминиево-бронзовые проволоки.

Использование такой технологии имеет следующие преимущества:

- Полное отсутствие коррозии основного материала и сварочного шва;
- Малое выгорание рабочей поверхности;

- Минимальное разбрызгивание раскаленного материала при сварке;
- Малое тепло вложение;
- Катодная защита стали (основного материала) в области рабочего шва;
- Последующая обработка шва отличается крайней простотой [2].

### 1.3 Описание базового варианта ремонта оцинкованного трубопровода

Водогазопроводные трубы с цинковым покрытием можно соединять электро- или газосваркой – оба вида монтажа удобны тем, что занимают мало времени. Но есть один негативный фактор, действие которого нужно минимизировать, так как полностью устранить его не получится.

Дело в том, что температура сварочного шва достигает 1200 градусов, а цинк кипит при 906 градусах и от нагрева в процессе сварки начинает испаряться. При этом происходит следующее [1]:

- вредное воздействие паров цинка на сварщика, вплоть до наступления удушья, так как они ядовиты;
- испаряющийся цинк оголяет сталь и делает её уязвимой для коррозии;
- пары цинка способствуют образованию в сварочном шве пор и трещин, снижающих прочность соединения.

Для максимальной локализации указанных процессов перед началом сварки, не считая обязательного устройства эффективного вентилирования помещения, необходимо произвести следующие действия.

- подготовить кромки стыка, то есть выполнить на них наружную фаску и удалить цинковое покрытие на 25-30 мм в обе стороны от соединения;

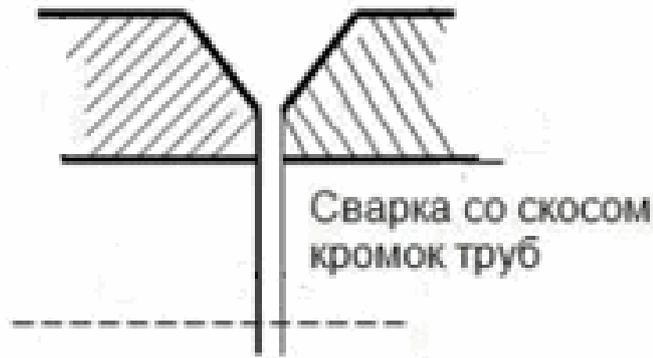


Рисунок 1.3 – Разделка кромок

- произвести сварку стыка с последующей зачисткой сварочного шва от шлака и покрытием оголённого участка трубы цинкосодержащей краской (содержание цинковой пыли – 94%, связующего – 6%) — холодным оцинкованием.[3]

Для предотвращения закипания цинкового слоя можно обработать место стыка соляной кислотой на 5 см в обе стороны, но в этом случае при сваривании будут образовываться кислотные испарения.

С целью минимизации воздействия цинка на качество электросварки монтаж необходимо проводить с выполнением следующих рекомендаций:

- сварку выполнять с малой скоростью, но избегая прожога трубы, и с повышенным значением силы тока;
- использовать электроды с рутиловым покрытием (состав электрода содержит оксид титана).

Электросварка труб с цинковым покрытием требует от сварщика определённых навыков. Кроме состава наружного покрытия электрода, на качество шва влияет толщина его стержня, обуславливающая мощность дуги – излишне толстый электрод будет прожигать стенку, а тонкий не обеспечит необходимую прочность сварного соединения. Для сварки оцинкованных труб с толщиной стенок 1,5 – 5 мм используют электроды диаметром 2-3 мм.[3]

При обустройстве инженерных коммуникаций довольно часто используются оцинкованные трубы. Однако скрепление таких труб при

помощи резьбового соединения довольно проблематично из-за особенностей материала. Именно поэтому такое соединение на оцинкованных трубах большая редкость, ведь стоимость работ по нарезке резьбы значительно возрастает.

Обычно для соединения изделий из этого материала используется традиционная сварка. Однако в процессе выполнения этой процедуры на участке сваривания цинковое покрытие может повредиться, что впоследствии приведёт к коррозии.

Именно поэтому для сваривания оцинкованных труб лучше использовать специальные электроды, которые могут выдерживать повышенные токи. Благодаря этому сварщик может использовать более высокие температуры, чем обычно. Применение специально сконструированных электродов позволяет добиться следующих преимуществ:

- повысить безопасность выполнения процесса;
- довести материал до нужных условий за более короткий промежуток времени;
- не дать цинку испаряться.

Чтобы защитить небольшие оголённые участки труб, можно перенести туда защитный цинковый слой катодным путём (электромеханическим способом). Однако использовать такой метод на участках крупных размеров довольно проблематично, поэтому не будет полной гарантии защиты от коррозии.

Низкая производительность ручной сварки в том, что коэффициент полезного действия (КПД). Обычно он равен от 50 до 80%. И это при том, что автоматическая сварка позволяет достичь КПД в 90%. На такую производительность влияют многие факторы:[12]

- Вредные условия труда. Пары газов, которые выделяются при сварке очень опасные, плюс капли металла, которые разбрызгиваются по сторонам. Чтобы сохранить здоровье, сварщику нужно выполнять все

правила безопасности труда, но и тогда сварочный процесс все равно будет вреден.

- Чтобы сделать качественный шов, сварщика нужно обучать минимум 2-3 года, и все равно шов на прямую будет зависеть от личных качеств и умений сварщика.[12]

#### 1.4 Анализ возможных способов ремонта оцинкованного трубопровода

Чтобы правильно сварить изделия из оцинковки, необходимо в ходе выполнения сварочных работ соблюдать следующие требования:

1. В процессе работы нужно следить за состоянием цинка. Он не должен перегреваться. Только так вы сможете обеспечить защиту трубопровода от коррозии.

2. Место соединения изделий из оцинковки необходимо тщательно очищать до металлического блеска и обезжировать. Чтобы защитить цинковый слой во время нагревания, на место соединения наносится флюс. При этом количество флюса должно быть в 2 раза больше, чем используется при обычной пайке.

3. Если вы будете варить трубы с толщиной стенок менее 3 мм, то кромка изделия не нуждается в специальной подготовке. Достаточно выполнить скосы и гарт.

4. Перед тем, как варить, заготовки необходимо подогреть. Участок нагрева должен быть значительный.

5. По окончании сварочных работ флюс обязательно удаляется.

Чтобы повысить устойчивость шва к образованию трещин, при сваривании элементов из оцинкованной стали нужно понижать уровень кремния в шовной части. Для этого используются специальные сварочные материалы.

После завершения сварочного процесса на поверхность шва необходимо нанести защитный слой. Также восстановить защитный слой нужно в тех местах около шва, где наблюдается нарушение защитного

покрытия. При этом данный слой должен отвечать следующим требованиям:[6]

- Хорошо сцепляться с основным металлом.
- Его коррозионная стойкость должна быть не ниже, чем у оцинкованного металла.
- Выполнение защитного слоя должно быть довольно простым, то есть для этого не нужны высококвалифицированные специалисты и особое оборудование.
- Эта краска должна быть изготовлена на базе смолистых связующих веществ, которые относятся к не омыляемым синтетическим составам, например, полистерин, хлорированный каучук, смола эпоксидная и т.п. Такая краска должна легко наноситься при помощи кисти и не стекать с вертикальных поверхностей.

Наиболее распространенным методом соединения оцинкованных деталей, а иногда – единственным, является ручная дуговая сварка. Она выполняется при сравнительно низких температурах. В нем используется расплавленная проволока, что делает процесс похожим на пайку. Сварка выполняется в среде газа, чаще всего используется аргон. Так обеспечивается небольшое содержание паров цинка, сохранение защитного слоя и минимальные повреждения. Сварку оцинковки можно выполнять полуавтоматом [6].

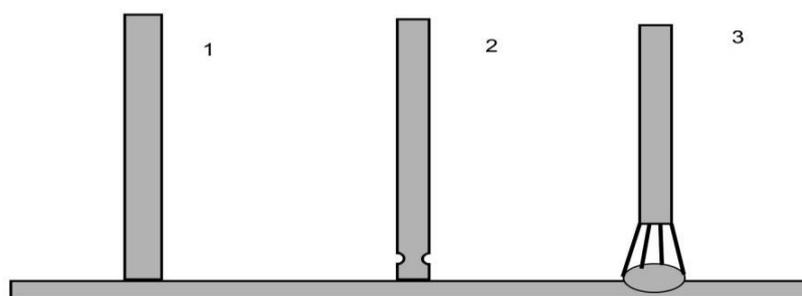
### 1.5 Выбор проектного способа сварки

Механизированная сварка пользуется огромной популярностью у сварщиков. По сравнению со сваркой плавящимися электродами, у нее целый ряд преимуществ:

- 1) сварка производится при малом напряжении холостого хода трансформатора, что позволяет использовать обычную электрическую проводку;

- 2) отсутствует шлак, что дает возможность хорошо контролировать процесс образования шва;
- 3) не надо делать остановки на смену электрода;
- 4) возможность сварки как толстого, так и тонкого металла;
- 5) высокая скорость сварки и связанные с этим малые деформации металла.[14]

Полуавтоматом можно сваривать как тонкую автомобильную сталь, так и пластины толщиной до 10 мм. Этого вполне достаточно для выполнения всех заказов частного сварщика. Такая универсальность полуавтоматов обусловлена способом формирования сварочного шва. Этот способ можно охарактеризовать как контактно-дуговой (для тонкого металла).



- 1 - нагрев места контакта;
- 2 - образование утоньшения;
- 3 - разрыв утоньшения и расплавление капли дугой

Рисунок 1.4 – Образование шва при механизированной сварке

Полуавтомат состоит из следующих элементов:

- выпрямитель переменного тока;
- механизм подачи проволоки;
- баллон с защитным газом;
- подогреватель и осушитель газа;
- шланг для подачи проволоки, электроэнергии и защитного газа к пистолету;
- сварочный пистолет с кнопкой включения сварочного тока, подачи проволоки, защитного газа;

- провод «массы» для включения свариваемой детали в электрическую цепь.[14]

Выпрямитель переменного тока полуавтомата отличается от аналогичного выпрямителя для дуговой сварки покрытым электродом.

Прежде всего, для полуавтомата требуется выпрямитель с жесткой выходной характеристикой, то есть выдаваемое им напряжение не должно изменяться под воздействием изменения сварочного тока. Это необходимо для быстрого расплавления конца проволоки при соприкосновении ее с металлом.

Жесткая выходная характеристика трансформатора получается при непосредственной намотке вторичной обмотки поверх первичной. Регулировка тока должна осуществляться отводами от витков вторичной обмотки.

Напряжение трансформатора полуавтомата также отличается. Оно должно быть от 18 до 30 вольт. Регулируется отводами от вторичной обмотки трансформатора с таким расчетом, чтобы ступенчато изменять напряжение на величину 3 - 4 вольта.[14]

Включать сопротивление между выпрямителем и сварочной проволокой запрещается.

Конденсаторы фильтра и дроссель также не требуются. Дроссель с небольшой индуктивностью может быть использован для уменьшения разбрызгивания металла.

Полуавтомат потому и называется полуавтоматом, что проволока здесь подается автоматически, а сварка производится вручную.

Катушка для проволоки крепится на специальный штырь, имеющий тормозную пружину. Пружина не дает раскручиваться катушке по инерции в случае остановки подающего механизма.

Подающий механизм состоит из электромотора, редуктора, подающего и прижимного ролика.

Электромотор имеет плавный регулятор оборотов. Ручка регулятора оборотов вынесена на внешнюю панель. Ею сварщик устанавливает скорость подачи проволоки.

Редуктор должен понижать скорость вращения электромотора таким образом, чтобы скорость подачи проволоки находилась в пределах 100 – 300 м/час.

Подающий ролик имеет кольцевую канавку, удерживающую проволоку. Прижимной ролик с помощью пружины создает необходимое толкающее усилие. Сжатие пружины можно регулировать вручную.

#### Защитные газы

Если вы планируете использовать полуавтомат только для сварки кузовов автомобилей, в качестве защитного газа вам вполне подойдет сварочный углекислый газ. При отсутствии такового можете использовать углекислый газ, предназначенный для газирования воды.[13]

Некоторая пористость шва, получающаяся при использовании пищевого углекислого газа, в кузовных работах вполне допустима.

Если вы рассчитываете заниматься не только кузовами, но и более ответственными работами, например, сваркой емкостей, работающих под давлением, то необходимо подумать о более надежной защите.

## 2 Технология сварки оцинкованного трубопровода

Технология сварки оцинкованного трубопровода состоит из следующих операций: вырезка части трубопровода, зачистка части трубопровода, подготовка кромок, нанесение флюс-пасты с внешней стороны трубопровода, сборка части трубопровода, сварка, контроль качества.

### 2.1 Вырезка части трубопровода

Перед началом работы необходимо проверить исправность оборудования.

Для вырезки сектора трубопровода потребуется угловая шлифовальная машина Metabo WEV 10-125 Quick. Резку требуется выполнять диском диаметра 125мм, при частоте вращения диска 10500об/мин. Ширина реза не должна превышать 4мм.

### 2.2 Зачистка части трубопровода

Для начала торцы части трубопровода должны быть зачищены от различных загрязнений на расстоянии 50-100мм от краев кромок предназначенных под сварку, обезжиривание производить с помощью ацетона или спирта. Протереть ветошью зачищенную поверхность. Для зачистки используем шлифовальную машинку Metabo WEV 10-125 Quick с шлифовальным диском диаметра 125мм.

### 2.3 Подготовка кромок

Перед следующей операцией следует осмотреть поверхность. Подбор диаметров стыкуемых труб нужно производить таким образом, чтобы свести отклонения диаметров к минимуму. Размеры и геометрические элементы кромок свариваемых труб, сварных швов должны соответствовать схеме, представленной на рисунке 2.1.

Для подготовки кромок используется угловая шлифовальная машинка Metabo WEV 10-125 Quick с отрезным диском диаметра 125мм.

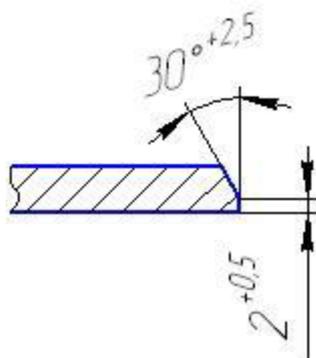


Рисунок 2.1 - Параметры кромок труб

#### 2.4 Нанесение флюс-пасты

Нанести флюс-пасту нужно с помощью кисти на расстоянии 15-25мм от торца трубы предварительно подогрев горелкой части, на которые наносится флюс до температуры  $60-80^\circ \text{C}$ . Флюс-паста нужна для предотвращения выгорания цинка с поверхности трубы.

#### 2.5 Сборка части трубопровода

Из-за механизированной сварки нержавеющей проволокой в защитном газе и диаметром тубы 4,5мм требуется конструкция стыка, изображенная на рисунке 2.2.

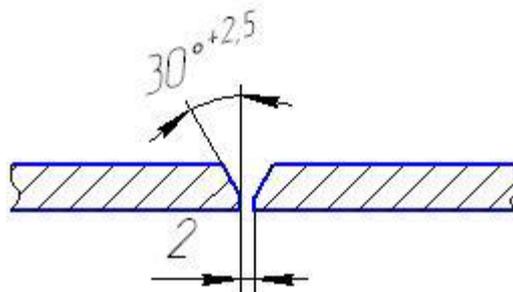


Рисунок 2.2 - Конструкция стыка

Сборку части трубопровода требуется производить с использованием центратора

Прихватки следует выполнять длиной 15-30мм, предназначены они для соединения частей трубопровода и обеспечения их крепления на время сварки. Поверхность прихваток должна быть зачищена от шлака щеткой и

осмотрена. Прихватки, которые имеют дефекты должны быть удалены УШМ и сделаны заново.

Для изготовления прихваток используется следующее сварочное оборудование: полуавтомат «ПДГ-350-3 ПЛАЗЕР»; источник питания «ВДГ-401»; при постоянном токе обратной полярности; Ток 200А; диаметр проволоки Св-07Х19Н10Б 0,8мм; в среде аргона; расход газа 10л/мин. [10]

В ходе сборки стыков следует исключить попадание влаги и других загрязнений.

## 2.6 Сварка

При соединении трубопровода из оцинкованной стали зажигать дугу нужно в разделке кромок или на заранее подготовленной части шва. Недопустимо производить зажигание дуги и переводить кратер на основной металл.

В качестве присадочной проволоки рекомендуется использовать нержавеющую проволоку Св-07Х19Н10Б. Диаметр проволоки составляет 0,8...1,6 мм. Основные режимы сварки: постоянный ток обратной полярности, напряжение 22...24В, ток 200А, скорость подачи проволоки 3,7...4,2м/мин. [10] После сварки, сварное соединение следует зачистить от остатков флюса, шлака и брызг металла для дальнейшего контроля качества.

## 2.7 Контроль качества

Контроль качества после сварки проводится визуальный. При сварке оцинкованных труб, которые относятся к технологическим трубопроводам в соответствии с РД 51-31323949-38-98 сварные соединения подвергаются 100% контролю ВИК. В сварном шве не допускаются следующие дефекты:

- раковины;
- трещины;
- не проваренные кратеры;
- пережоги и подтеки металла.

### 3 Безопасность и экологичность технического объекта

#### 3.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта

Таблица 3.1 – Технологический паспорт объекта

№ п/п	Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	сварки оцинкованного трубопровода	вырезка	слесарь	шлиф машинка	диск отрезной
2		очистка	слесарь	шлиф машинка	ветошь, ацетон
3		подготовка кромок	расточник	шлиф машинка	УШМ Metabo WEV 10-125 Quick
4		нанесение флюса	флюсовщик	кисть	флюс-паста ФП8-У

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3	4	5	6
5		сборка	сварщик	ВДГ-401ПДГ-350-3ПЛАЗЕРАr+CO:(75%+25%)	Св-07Х19Н10Б
6		сварка	сварщик	ВДГ-401ПДГ-350-3ПЛАЗЕРАr+CO:(75%+25%)	Св-07Х19Н10Б
7		контроль	дефектоскопист	набор визуального контроля	

### 3.2 Производственно-технологические риски

Таблица 5.2 – Идентификация профессиональных рисков

№ п/п	Производственная операция	Наименование вредного и опасного фактора	Наименование источника опасного и вредного фактора
1	2	3	4
1	вырезка	Ожог поверхности глаза, шум на месте рабочего	шлиф машинка
2	очистка	Ожог поверхности глаза, шум на месте рабочего	шлиф машинка
3	подготовка кромок	Ожог поверхности глаза, шум на месте рабочего	шлиф машинка

Продолжение таблицы 3.2

1	2	3	4
4	Покрытие поверхности флюсом	Пыль от флюса	Кисточка
5	сборка	Удар током, сильное световое излучение, высокая запыленность рабочего места	ВДГ-401 ПДГ-350-3 ПЛАЗЕР Ar+CO:(75%+25%)
6	сварка	Удар током, сильное световое излучение, высокая запыленность рабочего места	ВДГ-401 ПДГ-350-3 ПЛАЗЕР Ar+CO:(75%+25%)

3.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

Таблица 3.3 – Оборудование и методы снижения опасных и вредных факторов

№ п/п	Производственный фактор, несущий опасность	Оборудование и методы для предотвращения опасных производственных факторов	Средства индивидуальной защиты работника
1	2	3	4
1	Ожог поверхности глаза, шум на месте рабочего	использовать защитный кожух	защитные очки, беруши
2	Ожог поверхности глаза, шум на месте рабочего	использовать защитный кожух	защитные очки, беруши
3	Ожог поверхности глаза, шум на месте рабочего	использовать защитный кожух	защитные очки, беруши
4	Пыль от нанесения флюса	использовать устройство по сбору флюса	Против о пыльная маска(респиратор), защитные очки

Продолжение таблицы 3.3

1	2	3	4
5	Удар током, сильное световое излучение, высокая запыленность рабочего места	исправный держатель электрода, сварочная маска	светофильтр С- 4, брезентовые рукавицы, спецодежда
6	Удар током, сильное световое излучение, высокая запыленность рабочего места	исправный держатель электрода, сварочная маска	светофильтр С- 4, брезентовые рукавицы, спецодежда

3.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности  
рассматриваемого технического объекта (производственно-  
технологических эксплуатационных и утилизационных  
процессов)

Таблица 3.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

№ п/ п	Участок	Используемое оборудование	Классификация пожара	факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	2	3	4	5	6

Продолжение таблицы 3.4

1	2	3	4	5	6
1	Участок механической обработки	шлифмашинка	Е	искры	Вынесение существенного электрического усилия в токопроводящие элементы
2	Участок сварочного производства	ВДГ-401 ПДГ-350-3 ПЛАЗЕР Ar+CO:(75%+25%)	Е	пламя	Вынесение существенного электрического усилия в токопроводящие элементы

Таблица 3.5 - Средства для обеспечения пожарной безопасности

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства	Стационарные установки системы	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения	Пожарный инструмент (механизирован)	Пожарные Сигнализаация, связь
1	2	3	4	5	6	7	8
Огнетушитель	пожарные автомобили	Воздушно-пенная установка	Извещатели пожарные	ОП-5	средства индивидуальной защиты органов дыхания и зрения	комплект универсального инструмента	телефон

Продолжение таблицы 3.5

1	2	3	4	5	6	7	8
Несгораемая ткань, песок	пожарные мотопомпы	-	Технические средства оповещения и управления эвакуацией пожарные	УВ П-250	средства индивидуальной защиты пожарных	устройство для резки воздушных линий электропередач и внутренней проводки	Пожарные извещатели пламени, пожарные извещатели

Таблица 3.6 – Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Название технологического процесса	Название видов мероприятий	Требования по пожарной безопасности
Сварка оцинкованного трубопровода для производственных зданий	Производить надзор во время работ	Порядок отключения электрооборудования по окончании рабочего дня и при пожаре
	Работы с электрооборудованием производятся по распоряжению.	Выявлены сроки прохождения учений по пожарной безопасности

### 3.5 Экологическая безопасность технического объекта

Таблица 3.7 – Определение экологических факторов рассматриваемого технического процесса

Название технологического процесса	Структурные составляющие технологического процесса	Воздействие технологического процесса на окружающую среду	Воздействие технологического процесса на гидросферу	Воздействие технологического процесса на литосферу(почву, растительный покров)
Сварка оцинкованного трубопровода для производственных зданий	Зачистка		Чистящие средство	
	механическая обработка		эмульсия	
	сварка	газы, выделяющиеся при сварке		

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

Название мероприятия	Сварка оцинкованного трубопровода для производственных зданий
Мероприятия, понижающие негативное антропогенное воздействие на воздушную среду	Использование вытяжной вентиляции с фильтрами, Установить норматив качества атмосферного воздуха - критерий качества атмосферного воздуха
Мероприятия, понижающее негативное антропогенное воздействие на водную среду	Использование очистных сливов, сооружений очистки
Мероприятия, понижающее негативное антропогенное воздействие на почву	Специальный резервуар для хранения и дальнейшая утилизация шлаковых отложений

#### Заключение по разделу.

1. В данном разделе была приведена подробная характеристика техпроцесса, сварки оцинкованного трубопровода для производственных зданий, перечислены применяемые материалы, комплектующие, должности работников, оборудование. (таблица 3.1).

2. Были выявлены профессиональные риски по данному техпроцессу, сварки оцинкованного трубопровода для производственных зданий.

Вредными и опасными для работника были идентифицированы следующие производственные факторы: Ожог поверхности глаза, шум на месте рабочего,

Удар током, сильное световое излучение, высокая запыленность рабочего места

3. Были выбраны средства индивидуальной защиты. Разработаны организационные мероприятия, которые включают технические устройства, снижающие профессиональные риски: использование защитного кожуха (таблица 3.3).

4. Были разработаны мероприятия по предотвращению пожарных ситуаций технического объекта. Были выявлены классы пожара и опасные факторы пожара, а также были разработаны средства, методы и меры по обеспечению пожарной безопасности. (таблица 3.4, 3.5).

5. Выявлены экологические факторы (таблица 3.7) проведены мероприятия по обеспечению экологической безопасности (таблица 3.8).

## 4 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРЕДЛАГАЕМЫХ РЕШЕНИЙ

### 4.1 Исходные данные

В бакалаврской работе были разработаны пути повышения эффективности контроля качества при сварке оцинкованного трубопровода для производственных зданий. Для производства трубопроводных систем водоснабжения в основном используют конструкционные углеродистые стали типа сталь 10, 15, 20, 35 и т.д. Такой вид сталей применяют для изготовления трубопроводов и коллекторов, которые работают под высоким давлением, листов для штамповки и других деталей, работающих при температурах ниже 300-350 градусов Цельсия. В этой курсовой работе выбор пал на сталь 20. Подразумевается, что в базовом и проектном вариантах все элементы трубопровода, рассматриваемые в работе, заранее оцинкованы. Данная сталь имеет хороший показатель свариваемости и часто применяется в создании сварных конструкций [16].

Таблица 4.1 – Исходные данные.

№	Наименование показателей	БАЗИСНЫЙ ВАРИАНТ	РАСЧЕТНЫЙ ВАРИАНТ
1	Цена 1 кг материала изделия сталь 20	22 руб./кг	22 руб./кг
2	Цена 1 кг: - электродов АНО-21 - сварочной проволоки Св-07Х19Н10Б	170 руб./кг -	- 100 руб./кг
3	Цена сварочного оборудования: - трансформатор ВР1МА ТДМ 1-315-1 - выпрямитель ВДГ-401 - подающий механизм ПДГ-350-3 ПЛАЗЕР	25000 руб. - -	- 28000 руб. 8000 руб.
4	Цена защитного газа Ar+CO <sub>2</sub>	-	85 руб./ м <sup>3</sup>
5	Цена за флюс ФП8-У	-	200 руб.
6	Цена на инструмент: - молоток и металлическая щетка	500 руб.	500 руб.
7	Цена на приспособление для фиксации сварочной конструкции: - сварочные магниты	1000 руб.	1000 руб

Таблица 4.2 – Характеристика вариантов.

БАЗИСНЫЙ ВАРИАНТ	РАСЧЕТНЫЙ ВАРИАНТ
<p>Ручная дуговая сварка оцинкованного трубопровода покрытыми штучными электродами. Подразумевается предварительная зачистка места сварки абразивом. Сварка ведется на трансформаторе электродами с рутиловым покрытием. Процесс медленный, мало безопасный, большой перерасход электродного материала. Недостаточно хорошая защита сварочной ванны, соответственно, не всегда удовлетворительное качество продукции.</p>	<p>Полуавтоматическая сварка в среде углекислого газа. Процесс продуктивнее и качественнее, чем базовый вариант. Для сохранения цинковой поверхности используется специальный флюсованный припой. Источник питания – сварочный выпрямитель. Электродный материал – сварочная проволока сплошного сечения Св-07Х19Н10Б 1,6 мм. Защита сварочной ванны за счёт использования защитного газа. Отличается меньшим разбрызгиванием металла и более устойчивой дугой.</p>

#### 4.2 Расчет нормы штучного времени на технологические операции

БАЗИСНЫЙ ВАРИАНТ:

$$t_{шт} = t_{n-з} + t_0 + t_в + t_{отл} + t_{обсл} + t_{н.п} = 2,64 + 52,9 + 10,58 + 2,65 + 4,24 + 0,5 = 73,51 \text{ мин.}$$

РАСЧЕТНЫЙ ВАРИАНТ:

$$t_{шт} = t_{n-з} + t_0 + t_в + t_{отл} + t_{обсл} + t_{н.п} = 1,378 + 27,56 + 5,51 + 1,378 + 2,2 + 0 = 38 \text{ мин.}$$

Определяем  $t_0$ ,  $t_{n-з}$ ,  $t_в$ ,  $t_{отл}$ ,  $t_{обсл}$ ,  $t_{н.п}$ :

БАЗИСНЫЙ ВАРИАНТ:

$$t_0 = \frac{60 * M_{напл.мет} * L_{ш}}{I_{св.} * \alpha_{напл}} = \frac{60 * 380 * 2,506}{120 * 9} = 52,9 \text{ мин}$$

$$t_{n-з} = 0,05 * t_0 = 0,05 * 52,9 = 2,64 \text{ мин;}$$

$$t_в = 0,2 * t_0 = 0,2 * 52,9 = 10,58 \text{ мин;}$$

$$t_{отл} = t_0 * 0,05 = 52,9 * 0,05 = 2,64 \text{ мин;}$$

$$t_{обсл} = 0,08 * t_0 = 0,08 * 52,9 = 4,24 \text{ мин;}$$

$$t_{н.п} = 0,5 \text{ мин (для замены электрода)}$$

РАСЧЕТНЫЙ ВАРИАНТ:

$$t_0 = \frac{60 * M_{\text{напл.мет}} * L_{\text{ш}}}{I_{\text{св.}} * \alpha_{\text{напл}}} = \frac{60 \cdot 330 \cdot 2,506}{200 \cdot 9} = 27,56 \text{ мин};$$

$$t_{\text{н-з}} = 0,05 \cdot t_0 = 0,05 \cdot 27,56 = 1,378 \text{ мин};$$

$$t_{\text{б}} = 0,2 \cdot t_0 = 0,2 \cdot 27,56 = 5,51 \text{ мин}$$

$$t_{\text{отл}} = t_0 \cdot 0,05 = 27,56 \cdot 0,05 = 1,378 \text{ мин};$$

$$t_{\text{обсл}} = 0,08 \cdot t_0 = 0,08 \cdot 27,56 = 2,2 \text{ мин};$$

« $t_{\text{н.п}} = 0$  мин (в полуавтоматической сварке не требуются неустраняемые перерывы для замены электрода).

где  $M_{\text{напл.мет.}}$  - масса наплавленного металла в изделии, кг (берется из данных чертежа или технологической карты, но если таких данных нет, то требуется рассчитать по формуле.

$L_{\text{ш}}$  - длина швов в изделии, м;

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

$\alpha_{\text{напл}}$  - коэффициент наплавки при электродуговой сварке = 9 Г/А · час.

Массу наплавленного металла определим по формуле:» [15]

БАЗИСНЫЙ ВАРИАНТ:

$$M_{\text{напл.мет}} = \rho \cdot F_{\text{н}} \cdot 10^{-3} = 7,86 \cdot 48 \cdot 10^{-3} = 0,38 \text{ кг/м},$$

РАСЧЕТНЫЙ ВАРИАНТ:

$$M_{\text{напл.мет}} = \rho \cdot F_{\text{н}} \cdot 10^{-3} = 7,86 \cdot 42,5 \cdot 10^{-3} = 0,33 \text{ кг/м}.$$

Площадь поперечного сечения определим по формуле:

БАЗИСНЫЙ ВАРИАНТ:

$$F_{\text{н}} = F_1 + F_2 + F_3 + \dots + F_n = F_1 + F_2 = 18 + 30 = 48 \text{ мм}^2$$

$$F_1 = (6 \div 8) \cdot d_{\text{эл.}}; F_1 = (6 \div 8) \cdot d_{\text{эл.}} = 6 \cdot 3 = 18 \text{ мм}^2.$$

$$F_n = (8 \div 12) \cdot d_{\text{эл.}}; F_2 = (8 \div 12) \cdot d_{\text{эл.}} = 10 \cdot 3 = 30 \text{ мм}^2$$

БАЗИСНЫЙ ВАРИАНТ:

$$F_H = F_1 + F_2 + F_3 + \dots + F_n = F_1 + F_2 = 15 + 27,5 = 42,5 \text{ мм}^2$$

$$F_1 = (6 \div 8) \cdot d_{\text{эл.}}; F_1 = (6 \div 8) \cdot d_{\text{эл.}} = 6 \cdot 2,5 = 15 \text{ мм}^2.$$

$$F_n = (8 \div 12) \cdot d_{\text{эл.}}; F_2 = (8 \div 12) \cdot d_{\text{эл.}} = 11 \cdot 2,5 = 27,5 \text{ мм}^2$$

### 4.3 Капитальные вложения в оборудование

Общие капитальные вложения в оборудование

БАЗИСНЫЙ ВАРИАНТ:

$$K_{\text{об}} = K_{\text{пр}} + K_{\text{соп}} = 4175 + 0 = 4175 \text{ руб.}$$

РАСЧЕТНЫЙ ВАРИАНТ:

$$K_{\text{об}} = K_{\text{пр}} + K_{\text{соп}} = 3096 + 35420 = 38516 \text{ руб.}$$

Прямые капитальные вложения рассчитываются по двум сравниваемым вариантам: [15]

БАЗИСНЫЙ ВАРИАНТ:

$$K_{\text{пр}} = \sum C_{\text{об}} \cdot k_3 = 25\,000 \cdot 0,167 = 4175 \text{ руб.}$$

РАСЧЕТНЫЙ ВАРИАНТ:

$$K_{\text{пр}} = \sum C_{\text{об}} \cdot k_3 = 36\,000 \cdot 0,086 = 3096 \text{ руб.}$$

Количество единиц оборудования, необходимого для выполнения принятой программы изготовления изделий рассчитывается по формуле: [15]

БАЗИСНЫЙ ВАРИАНТ:

$$n_{\text{об.расчетн}} = \frac{N_{\text{пр}} \cdot t_{\text{шт}}}{\Phi_{\text{эф}} \cdot 60} = \frac{500 \cdot 73,51}{3654 \cdot 60} = 0,167$$

РАСЧЕТНЫЙ ВАРИАНТ:

$$n_{\text{об.расчетн}} = \frac{N_{\text{пр}} \cdot t_{\text{шт}}}{\Phi_{\text{эф}} \cdot 60} = \frac{500 \cdot 38}{3654 \cdot 60} = 0,086$$

Эффективный фонд времени работы сварочного оборудования рассчитан по формуле:

БАЗИСНЫЙ И РАСЧЕТНЫЙ ВАРИАНТЫ:

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

$$= (50 \cdot 8 - 8 \cdot 7) \cdot 2 \cdot (-0,06) = 3654 \text{ час}$$

БАЗИСНЫЙ И РАСЧЕТНЫЙ ВАРИАНТЫ:

$$n_{об.прин} \approx 1$$

Коэффициент загрузки сварочного оборудования рассчитывается по формуле:

БАЗИСНЫЙ ВАРИАНТ:

$$k_3 = \frac{n_{об.расчетн}}{n_{об.прин}} = \frac{0,167}{1} = 0,167 ;$$

РАСЧЕТНЫЙ ВАРИАНТ:

$$k_3 = \frac{n_{об.расчетн}}{n_{об.прин}} = \frac{0,086}{1} = 0,086$$

Теперь рассчитаем сопутствующие капитальные вложения (они рассчитываются только для проектного варианта):

$$K_{сов} = K_{монт} + K_{дем} + K_{плоч} = 7200 + 5000 + 23220 = 35420 \text{ руб.}$$

$$K_{монт} = \Sigma Ц_{об} \cdot k_{монт} = 36000 \cdot 0,2 = 7200 \text{ руб.},$$

$$K_{дем} = \Sigma Ц_{об} \cdot k_{дем} = 25000 \cdot 0,2 = 5000 \text{ руб.},$$

Затраты на площадь, дополнительно занимаемую под новое оборудование:

$$K_{плоч} = S_{плоч} \cdot Ц_{плоч} \cdot g \cdot k_3 = 30 \cdot 3000 \cdot 3 \cdot 0,086 = 23220 \text{ руб.},$$

#### 4.4 Удельные капитальные вложения в оборудование

(капитальные вложения на единицу изделия)

БАЗИСНЫЙ ВАРИАНТ:

$$K_{уд} = \frac{K_{общ.}}{N_{пр}} = \frac{4175}{500} = 8,35 \text{ руб.};$$

РАСЧЕТНЫЙ ВАРИАНТ:

$$K_{уд} = \frac{K_{общ.}}{N_{пр}} = \frac{38516}{500} = 77 \text{ руб.}$$

Дополнительные капитальные вложения

$$K_{доп} = K_{проект} - K_{баз} = 38516 - 4175 = 34341 \text{ руб.}$$

#### 4.5 Расчет себестоимости сравниваемых вариантов

Затраты на материалы

Здесь затраты на материал суммируются из затрат на основной материал и материал вспомогательный.

БАЗИСНЫЙ ВАРИАНТ:

$$ЗМ = ЗМ_{осн} + ЗМ_{всп} = 322,8 + 275,4 = 598,2 \text{ руб.}$$

РАСЧЕТНЫЙ ВАРИАНТ:

$$ЗМ = ЗМ_{осн} + ЗМ_{всп} = 322,8 + 158,4 = 481,2 \text{ руб.}$$

#### 4.6 Общие затраты

Затраты на основной материал

БАЗИСНЫЙ ВАРИАНТ:

$$ЗМ_{осн} = H_m * Ц_m * k_{т.з} = 13,1 \cdot 22 \cdot 1,12 = 322,8 \text{ руб.}$$

РАСЧЕТНЫЙ ВАРИАНТ:

$$ЗМ_{осн} = H_m * Ц_m * k_{т.з} = 13,1 \cdot 22 \cdot 1,12 = 322,8 \text{ руб.}$$

Норма расхода основного материала на одно изделие будет равна весу трубы.

В данном случае масса трубы будет равна 13,1 кг.

Затраты на вспомогательные материалы

Для ручной дуговой сварки (базисный вариант) затраты на сварочные материалы будут состояться из затрат на электроды:

$$ЗМ_{св} = ЗМ_{эл. (пр)} = 275,4 \text{ руб.};$$

Для полуавтоматической (механизированной) сварки в среде защитного газа (расчетный вариант) затраты на сварочные материалы

складываются из затрат на сварочную проволоку, защитный газ и флюсованный припой [17]:

$$ЗМ_{св} = ЗМ_{св.пров} + З_{з.г} + З_{фл.} = 95 + 23,4 + 40 = 158,4 \text{ руб};$$

Рассчитаем затраты на электроды и сварочную проволоку: [15]

БАЗИСНЫЙ ВАРИАНТ:

$$ЗМ_{эл.(пр)} = H_{эл.(пр)} \cdot Ц_{эл.(пр)} = 1,62 \cdot 170 = 275,4 \text{ руб.}$$

РАСЧЕТНЫЙ ВАРИАНТ:

$$ЗМ_{эл.(пр)} = H_{эл.(пр)} \cdot Ц_{эл.(пр)} = 0,95 \cdot 100 = 95 \text{ руб}$$

Норму расхода электрода (проволоки) рассчитаем по формуле:

БАЗИСНЫЙ ВАРИАНТ:

$$H_{эл.(пр)} = U \cdot L_{ш(в)} = 0,646 \cdot 2,506 = 1,62 \text{ кг};$$

РАСЧЕТНЫЙ ВАРИАНТ:

$$H_{эл.(пр)} = U \cdot L_{ш(в)} = 0,38 \cdot 2,506 = 0,95 \text{ кг};$$

Удельную норму расхода сварочных материалов определим по следующей формуле:

БАЗИСНЫЙ ВАРИАНТ:

$$U = k_p \cdot M_{напл.мет} = 1,7 \cdot 0,38 = 0,646 \text{ кг/м};$$

РАСЧЕТНЫЙ ВАРИАНТ:

$$U = k_p \cdot M_{напл.мет} = 1,15 \cdot 0,33 = 0,38 \text{ кг/м};$$

Посчитаем затраты на флюсованный припой

$$З_{фл} = H_{фл} \cdot Ц_{фл} = 0,2 \cdot 200 = 40 \text{ руб}$$

Теперь определим затраты на защитный газ по формуле:

$$З_{з.г} = H_{з.г} \cdot Ц_{з.г} = 275,6 \cdot 85 \cdot 10^{-3} = 23,4 \text{ руб.}$$

Норму расхода защитных газов рассчитаем по формуле:

$$H_{з.г} = U_{з.г} \cdot L_{ш(в)} = 110 \cdot 2,506 = 275,6 \text{ л}$$

Удельную норму расхода защитного газа на 1 погонный метр сварного или наплавляемого шва определим по формуле:

$$Y_{з.з} = q_{з.з} \cdot t_{01} = 10 \cdot 11 = 110 \text{ л/м}$$

Основное время сварки 1 погонного метра шва рассчитаем по формуле: [15]

БАЗИСНЫЙ ВАРИАНТ:

$$t_{01} = \frac{t_0}{L_{ш(в)}} = \frac{52,9}{2,506} = 21,1 \text{ мин/м};$$

РАСЧЕТНЫЙ ВАРИАНТ:

$$t_{01} = \frac{t_0}{L_{ш(в)}} = \frac{27,56}{2,506} = 11 \text{ мин/м};$$

Дополнительный расход газа, возникающий при продувке шлангов, определим по формуле:

$$Y_{доп.} = t_v^n \cdot q_{з.з} = 0,05 \cdot 10 = 0,5 \text{ л}$$

Затраты на покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, необходимые для изготовления изделия

$$Z_{к.из} = n_{к.из} \cdot Ц_{к.из} = 1 \cdot 550 = 550 \text{ руб.}$$

$$Z_{н.ф} = n_{н.ф} \cdot Ц_{н.ф} = 0 \text{ руб.};$$

Затраты на технологическую энергию

Таблица 5 - Марки и характеристики используемого оборудования [19][20]

№ п/п	Базисный вариант (ТДМ 1-315-1)	Расчетный вариант (ВДГ-401)
Номинальная мощность, кВА	24	36
Номинальное вторичное напряжение, В	33	36
Напряжение холостого хода, В	70	80
Напряжение	380	380

сети, В		
Сварочный ток, А	315	300
Род тока	переменный	постоянный
Номинальная частота сети, Гц	50	50
КПД сварочного оборудования	0,7	0,85

Для ручной дуговой и полуавтоматической сварки затраты на электроэнергию рассчитаем по формуле:

БАЗИСНЫЙ ВАРИАНТ:

$$Z_{э-э} = \frac{P_{об} \cdot t_0}{\eta \cdot 60} \cdot C_{э-э} = \frac{2,88 \cdot 52,9}{0,7 \cdot 60} \cdot 3,22 = 11,7 \text{ руб.},$$

РАСЧЕТНЫЙ ВАРИАНТ:

$$Z_{э-э} = \frac{P_{об} \cdot t_0}{\eta \cdot 60} \cdot C_{э-э} = \frac{4,4 \cdot 27,56}{0,85 \cdot 60} \cdot 3,22 = 7,65 \text{ руб.};$$

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

$t_0$  – основное (машинное) время работы сварочного оборудования;

$\eta$  – коэффициент полезного действия оборудования;

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

$C_{э-э}$  – Цена 1 кВт • ч электроэнергии (3,22 руб\*)

\* - цена по состоянию на 2018 год.

Рассчитаем полезную мощность: » [15]

БАЗИСНЫЙ ВАРИАНТ:

$$P_{об} = I_{св} \cdot U_{\partial} = 120 \cdot 24 = 2880 \text{ Вт} = 2,88 \text{ кВт},$$

РАСЧЕТНЫЙ ВАРИАНТ:

$$P_{об} = I_{св} \cdot U_{\partial} = 200 \cdot 22 = 4400 \text{ Вт} = 4,4 \text{ кВт}.$$

Затраты на содержание и эксплуатацию стандартного и нестандартного  
оборудования

БАЗИСНЫЙ ВАРИАНТ:

$$З_{об} = A_{об} + P_{m.p} = 1,68 + 0,4 = 2,08 \text{ руб}$$

РАСЧЕТНЫЙ ВАРИАНТ:

$$З_{об} = A_{об} + P_{m.p} = 1,49 + 0,29 = 1,78 \text{ руб}$$

Затраты на амортизацию оборудования определим по формуле:

БАЗИСНЫЙ ВАРИАНТ:

$$A_{об.} = \frac{Ц_{об} * Ha_{об} * t_{ум}}{\Phi_{эф} * 60 * 100} = \frac{25000 * 20 * 73,51}{3654 * 60 * 100} = 1,68 \text{ руб.};$$

РАСЧЕТНЫЙ ВАРИАНТ:

$$A_{об.} = \frac{Ц_{об} * Ha_{об} * t_{ум}}{\Phi_{эф} * 60 * 100} = \frac{36000 * 24 * 38}{3654 * 60 * 100} = 1,49 \text{ руб.};$$

«где:  $Ц_{об}$  – цена используемого сварочного оборудования, руб.;

$Ha_{об}$  – норма амортизационных отчислений на оборудование, % (20 % для базового варианта, 24% для проектного варианта)» [15] [18].

Затраты на текущий ремонт определим по формуле:

БАЗИСНЫЙ ВАРИАНТ:

$$P_{m.p} = \frac{Ц_{об} * H_{m.p} * k_3}{\Phi_{эф} * 100} = \frac{25000 * 35 * 0,167}{3654 * 100} = 0,4 \text{ руб.}$$

РАСЧЕТНЫЙ ВАРИАНТ:

$$P_{m.p} = \frac{Ц_{об} * H_{m.p} * k_3}{\Phi_{эф} * 100} = \frac{36000 * 35 * 0,086}{3654 * 100} = 0,29 \text{ руб.}$$

Затраты на содержание и эксплуатацию приспособлений и рабочего инструмента

БАЗИСНЫЙ ВАРИАНТ:

$$З_{присп} = \frac{Ц_{присп} * Ha_{присп} * t_{ум}}{T_{присп} * N_{пр} * 100} = \frac{1000 * 12 * 73,51}{8 * 500 * 100} = 2,2 \text{ руб.};$$

РАСЧЕТНЫЙ ВАРИАНТ:

$$З_{присп} = \frac{Ц_{присп} * На_{присп} * t_{шт}}{Т_{присп} * N_{пр} * 100} = \frac{1000 \cdot 15 \cdot 38}{8 \cdot 500 \cdot 100} = 1,42 \text{ руб.};$$

БАЗИСНЫЙ ВАРИАНТ:

$$З_{инстр} = \frac{Ц_{инстр} * На_{инстр} * t_{шт}}{Т_{инстр} * \Phi_{эф} * 100} = \frac{500 \cdot 15 \cdot 73,51}{2 \cdot 3654 \cdot 100} = 0,75 \text{ руб.};$$

РАСЧЕТНЫЙ ВАРИАНТ:

$$З_{инстр} = \frac{Ц_{инстр} * На_{инстр} * t_{шт}}{Т_{инстр} * \Phi_{эф} * 100} = \frac{500 \cdot 17 \cdot 38}{2 \cdot 3654 \cdot 100} = 0,44 \text{ руб.};$$

Затраты на содержание и эксплуатацию производственных площадей

БАЗИСНЫЙ ВАРИАНТ:

$$З_{площ} = \frac{Ц_{площ} * S_{площ} * На_{площ} * t_{шт}}{\Phi_{эф} * 100 * 60} = \frac{3000 \cdot 30 \cdot 2 \cdot 73,51}{3654 \cdot 100 \cdot 60} = 0,6 \text{ руб.};$$

РАСЧЕТНЫЙ ВАРИАНТ:

$$З_{площ} = \frac{Ц_{площ} * S_{площ} * На_{площ} * t_{шт}}{\Phi_{эф} * 100 * 60} = \frac{3000 \cdot 30 \cdot 3 \cdot 38}{3654 \cdot 100 \cdot 60} = 0,46 \text{ руб.};$$

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

Фонд заработной платы рассчитывается следующим образом:

БАЗИСНЫЙ ВАРИАНТ:

$$\Phi ЗП = ЗПЛ_{осн} + ЗПЛ_{дон} = 195,4 + 19,54 = 214,94 \text{ руб.};$$

РАСЧЕТНЫЙ ВАРИАНТ:

$$\Phi ЗП = ЗПЛ_{осн} + ЗПЛ_{дон} = 100,9 + 10,09 = 111 \text{ руб.};$$

Основная заработная плата основных производственных рабочих

Основная заработная плата основных производственных рабочих  
определяется по формуле:

БАЗИСНЫЙ ВАРИАНТ:

$$ЗПЛ_{осн} = C_u * t_{шт} * k_{знл} = 88 \cdot 1,22 \cdot 1,82 = 195,4 \text{ руб.};$$

РАСЧЕТНЫЙ ВАРИАНТ:

$$ЗПЛ_{осн} = C_u * t_{шт} * k_{знл} = 88 \cdot 0,63 \cdot 1,82 = 100,9 \text{ руб.};$$

$k_{знл}$  определим по формуле: [15]

$$k_{знл} = k_{пр} * k_{вн} * k_y * k_{нф} * k_H = 1,25 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,067 \cdot 1,133 = 1,82;$$

«где  $k_{пр} = 1,25$  – 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;  $k_H = 1,133$  – коэффициент доплат за работу в вечерние и ночные смены» [15].

Расчет дополнительной заработной платы

БАЗИСНЫЙ ВАРИАНТ:

$$ЗПЛ_{доп} = \frac{k_d}{100} \cdot ЗПЛ_{осн} = \frac{10}{100} \cdot 195,4 = 19,54 \text{ руб.};$$

РАСЧЕТНЫЙ ВАРИАНТ:

$$ЗПЛ_{доп} = \frac{k_d}{100} \cdot ЗПЛ_{осн} = \frac{10}{100} \cdot 100,9 = 10,09 \text{ руб.};$$

Таблица 6 - Коэффициент соотношения между основной дополнительной заработной платой ( $k_d$ ), %» [15]

Условия труда	Число смен	( $k_d$ ), %
		Для основных производственных рабочих
Холодные работы	1	8
	2	10
Горячие и тяжелые работы	1	10
	2	12
Вредные и особо тяжелые работы	1	14
	2	16

Расчет отчислений на социальные нужды

БАЗИСНЫЙ ВАРИАНТ:

$$O_{с.н.} = \frac{H_{соц} \cdot \PhiЗП}{100} = \frac{30 \cdot 214,94}{100} = 64,48 \text{ руб.};$$

РАСЧЕТНЫЙ ВАРИАНТ:

$$O_{с.н.} = \frac{H_{соц} \cdot \PhiЗП}{100} = \frac{30 \cdot 111}{100} = 33,3 \text{ руб.};$$

#### 4.7 Расчет себестоимости

Расчет технологической себестоимости изделия

БАЗИСНЫЙ ВАРИАНТ:

$$C_{тех} = ЗМ + З_{к.из} + З_{п.ф} + З_{э-э} + З_{об} + З_{присп} + З_{инстр} + З_{площ} + \PhiЗП + O_{с.н} =$$

$$= 598,2 + 550 + 0 + 11,7 + 2,08 + 2,2 + 0,75 + 0,6 + 214,94 + 64,48 = 1444,95 \approx 1445 \text{ руб.}$$

РАСЧЕТНЫЙ ВАРИАНТ:

$$C_{тех} = ЗМ + З_{к.из} + З_{п.ф} + З_{э-э} + З_{об} + З_{присп} + З_{инстр} + З_{площ} + \PhiЗП + O_{с.н} =$$

$$= 481,2 + 550 + 0 + 7,65 + 1,78 + 1,42 + 0,44 + 0,46 + 111 + 33,3 = 1187,25 \text{ руб}$$

Расчет цеховой себестоимости изделия

БАЗИСНЫЙ ВАРИАНТ:

$$C_{цех} = C_{тех} + P_{цех} = 1445 + 488,5 = 1933,5 \text{ руб.};$$

РАСЧЕТНЫЙ ВАРИАНТ:

$$C_{цех} = C_{тех} + P_{цех} = 1187,25 + 252,25 = 1439,5 \text{ руб.};$$

БАЗИСНЫЙ ВАРИАНТ:

$$P_{цех} = k_{цех} \cdot ЗПЛ_{осн.} = 2,5 \cdot 195,4 = 488,5 \text{ руб.};$$

РАСЧЕТНЫЙ ВАРИАНТ:

$$P_{цех} = k_{цех} \cdot ЗПЛ_{осн.} = 2,5 \cdot 100,9 = 252,25 \text{ руб.};$$

Расчет заводской себестоимости

БАЗИСНЫЙ ВАРИАНТ:

$$C_{зав} = C_{цех} + P_{зав} = 1933,5 + 351,72 = 2285,22 \text{ руб.};$$

РАСЧЕТНЫЙ ВАРИАНТ:

$$C_{зав} = C_{цех} + P_{зав} = 1439,5 + 181,62 = 1621,12 \text{ руб.};$$

БАЗИСНЫЙ ВАРИАНТ:

$$P_{зав} = k_{зав} * ЗПЛ_{осн} = 1,8 \cdot 195,4 = 351,72 \text{ руб.};$$

РАСЧЕТНЫЙ ВАРИАНТ:

$$P_{зав} = k_{зав} * ЗПЛ_{осн} = 1,8 \cdot 100,9 = 181,62 \text{ руб.};$$

Расчет полной себестоимости изделия

БАЗИСНЫЙ ВАРИАНТ:

$$C_{полн} = C_{зав} + P_{вн} = 2285,22 + 114,26 = 2399,48 \text{ руб.};$$

РАСЧЕТНЫЙ ВАРИАНТ:

$$C_{полн} = C_{зав} + P_{вн} = 1621,12 + 81 = 1702,22 \text{ руб.};$$

Внепроизводственные расходы – это расходы, связанные с реализацией изготовленной продукции. [15]

БАЗИСНЫЙ ВАРИАНТ:

$$P_{вн} = k_{вн} \cdot C_{зав} = 0,05 \cdot 2285,22 = 114,26 \text{ руб.};$$

РАСЧЕТНЫЙ ВАРИАНТ:

$$P_{вн} = k_{вн} \cdot C_{зав} = 0,05 \cdot 1621,12 = 81 \text{ руб.};$$

Таблица 7 – Калькуляция себестоимости изделия

Статьи затрат	БАЗИСНЫЙ ВАРИАНТ	РАСЧЕТНЫЙ ВАРИАНТ
1. Материалы основные	322,8	322,8
2. Материалы вспомогательные	275,4	158,4
3. Покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты	550	550
4. Электроэнергия	11,7	7,65
5. Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	2,08	1,78
6. Затраты на содержание приспособлений и инструмента	2,2; 0,75.	1,42; 0,44.
7. Затраты на содержание занимаемой под оборудование площади	0,6	0,46
8. Основная заработная плата	195,4	100,9
9. Дополнительная заработная плата	19,54	10,09
10. Отчисления на социальное страхование	64,48	33,3
<b>Технологическая себестоимость</b>	1445	1187,25
<b>Цеховая себестоимость</b>	1933,5	1439,5
<b>Заводская себестоимость</b>	2285,22	1621,12
<b>Внепроизводственные расходы</b>	114,26	81
<b>Полная себестоимость</b>	2399,48	1702,22

#### 4.8 Расчет экономической эффективности разрабатываемого проекта

Расчет ожидаемой прибыли от снижения себестоимости изготовления изделия (условно-годовая экономия)

$$Pr_{ож.} = Э_{у.г.} = \left( C_{полн.}^{баз} - C_{полн.}^{проект} \right) \cdot N_{пр} = \left( 2399,48 - 1702,22 \right) \cdot 500 = 348630 \text{ руб.}$$

Так как при внедрении модернизированного процесса в данном случае не изменяется долговечность изделия, то перерасчет ожидаемой прибыли не требуется.

Теперь определим налог на прибыль:

$$H_{np} = Pr_{ож} \cdot k_{нал} = 348630 \cdot 0,24 = 83671,2 \text{ руб.};$$

Чистую прибыль, ожидаемую от снижения себестоимости продукции, рассчитаем по формуле:

$$Pr_{чист} = Pr_{ож} - H_{np} = 348630 - 83671,2 = 264958,8 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект от внедрения в технологический процесс нового оборудования, определим по формуле [5]:

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_2 &= \left[ \left( C_{полн}^{баз} + E_n \cdot K_{уд}^{баз} \right) - \left( C_{полн}^{проект} + E_n \cdot K_{уд}^{проект} \right) \right] \cdot N_{np} = ; \\ &= [2399,48 + 0,33 \cdot 8,35] - [702,22 + 0,33 \cdot 77] \cdot 500 = 337300 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Срок окупаемости капитальных вложений (инвестиций)

$$T_{ок} = \frac{K_{общ}^{проект}}{Pr_{чист}} = \frac{38516}{264958,8} = 0,145 \approx 0,5 \text{ года}$$

Коэффициент сравнительной экономической эффективности

$$E_{cp} = \frac{1}{T_{ок}} = \frac{1}{0,5} = 2 \quad ;$$

Расчет повышения производительности труда

Снижение трудоемкости изготовления изделия

$$\Delta t_{шт} = \frac{t_{шт}^{баз} - t_{шт}^{проектн}}{t_{шт}^{баз}} \cdot 100 = \frac{73,51 - 38}{73,51} \cdot 100 = 48,3\% ;$$

В данной работе снижение трудоемкости изготовления изделия происходит за счёт изменения режимов сварки (сварка ведется на более высоких токах, что ускоряет процесс). Следует учесть также то, что полуавтоматическая сварка считается быстрее ручной дуговой примерно в 2-3 раза, так что все полученные данные в пределах нормы.

## Повышение производительности труда

Исходя из значения величины снижения трудоемкости изготовления изделия, рассчитаем повышение производительности труда  $\Delta\Pi_T$ , %:

$$\Delta\Pi_T = \frac{100 \cdot \Delta t_{\text{шт}}}{100 - \Delta t_{\text{шт}}} = \frac{100 \cdot 48,3}{100 - 48,3} = 93,42 \%$$

Данный результат наглядно демонстрирует то, что подобранные данные для проектного варианта оказались верными. Это является отличаящим критерием для обоснования внедрения технологии.

### Выводы по экономическому разделу

В экономической части были произведены ряд расчетов по определению: технологической и заводской себестоимости сварки оцинкованного трубопровода.

При внедрении проектного варианта сварки трудоемкость снижается на 48 %, производительность труда повышается на 93 %, при этом технологическая себестоимость снижается на 29,5 %.

Годовой экономический эффект в сфере производства и эксплуатации с учетом дополнительных капитальных вложений составит 337300 руб.

Следовательно, можно сделать вывод, что предлагаемая технология сварки трубопровода экономически эффективна

## Заключение

В ходе выполнения данной работы были проанализированы способы сварки оцинкованного трубопровода для производственных зданий и установлено, что все способы сварки, применяемые в промышленности, имеют свои достоинства и недостатки.

В бакалаврской работе предложено использовать механизированную сварку проволокой в среде защитного газа с применением флюс-пасты, это позволило повысить производительность.

Годовой экономический эффект в сфере производства и эксплуатации с учетом дополнительных капитальных вложений составит 337300 руб.

В ходе данной работы были проанализированы опасные и вредные факторы при сварке оцинкованных труб и разработаны мероприятия по их устранению.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИСТОЧНИКОВ

1. Большов, В. [электронный ресурс]  
<https://o-trubah.ru/materialy/stalnie/stalnaya-ocinkovannaya-truba-408>  
(дата обращения 02.02.2018)
2. [электронный ресурс] <http://mash-xxl.info/page/217087066062008003135200212072051072090252209008/>  
(дата обращения 02.02.2018)
3. [электронный ресурс] [http://masterweld.ru/poluavtomaticheskaya\\_sva](http://masterweld.ru/poluavtomaticheskaya_sva) (дата обращения 02.02.2018)
4. [электронный ресурс] <http://solidiron.ru/obrabotka-metalla/svarka-ocinkovannogo-metalla-eh-to-process-vypolnyayushhijsya-pri-nizkom-vvode-tepla-v-izdelie.html> (дата обращения 02.02.2018)
5. Варгин, В. В. Эмалирование металлических изделий. Л.; Машиностроение, 1972. - 377 с.
6. Казаков Ю.В./ Преддипломная практика– Тольятти: ТГУ, 2007-13 с. Библиогр.: 2 назв.
7. Козулин М.Г. Технология изготовления сварных конструкций. Учеб-метод. пособие к курсовому проектированию. - Тольятти: ТГУ 2008.-77 с.
8. <http://www.svarkainfo.ru/rus/lib/tech/conduit/>
9. Егоров А.Г. Правила оформления выпускных квалификационных работ для бакалавриата и специалитета: учебно-методич. Пособие / А.Г. Егоров, В.Г. Виткалов, Г.Н. Уполовникова, И.А. Живоглядова - Тольятти, 2011, - с.
10. к.т.н. Эффендиевым Э.Э. и к.т.н. Чашиным С.М. при участии Рыбакова А.И. (ОАО "Газпром"), Голдобина В.А. (п. "Волготрансгаз") Руководящий документ РД 51-31323949-38-98.
11. Кнаббе В. С., Менделеев Д. И. Цинкование // Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона : в 86 т. (82 т. и 4 доп.). — СПб., 1890—1907.

12. Cary, Howard B.; Helzer, Scott C. (2005), Modern Welding Technology, Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Education, ISBN 0-13-113029-3
13. Николаев Г. А. Сварка в машиностроении: Справочник в 4-х т. М.: Машиностроение, 1978.
14. [электронный ресурс]  
<http://www.prosvarky.ru/mehanizirov/automatweld/12.html> (дата обращения 02.02.2018)
15. Краснопевцева И. В. Экономика и управление машиностроительным производством [Электронный ресурс]: электрон. учеб. -метод. пособие / И. В. Краснопевцева, Н. В. Зубкова; ТГУ; Ин-т финансов, экономики и управления; каф. "Торговое дело и управление производством". - Тольятти: ТГУ, 2014. - 183 с.
16. Моисеенко В.П. Материалы и их поведение при сварке: учебное пособие / В.П. Моисеенко. – Ростов н/Д : Феникс, 2009. – 300 с., ил.: — (Высшее образование)
17. Шебеко Л.П. Экономика, организация и планирование сварочного производства: Учебник для машиностроительных средних специальных учебных заведений по специальности «Сварочное производство» / Л.П. Шебеко, А.Д. Гитлевич, М.М. Брейтман. – 3-е изд., перераб. И доп. – М.: Машиностроение, 1979. - 271 с.
18. Краснопевцева И.В. Технико-экономическое обоснование выбора более эффективного технологического процесса: метод. пособие / И.В. Краснопевцева. – Тольяттинский государственный университет, 2017. – 20 с.
19. Сварочный трансформатор Brima ТДМ-1-315-1 (220/380В): [Электронный ресурс] // Все генераторы., 2011-2018 / Режим доступа: <https://vse-generatori.ru/svarochniye-apparaty/svarochnyy-transformator-brima-tdm-1-315-1-220-380v.html>/. (Дата обращения: 17.01.2018).
20. Сварочный выпрямитель (плазер) ВДГ-401 (380 В): [Электронный ресурс] // Все генераторы., 2011-2018 / Режим доступа: <https://vse-generatori.ru/svarochniye-apparaty/svarochnyy-transformator-brima-tdm-1-315-1-220-380v.html>/. (Дата обращения: 17.01.2018).

generatori.ru/svarochkiye-apparaty/svarochnyy-vipryamitel-vd-306sho-380v.html//. (Дата обращения: 17.01.2018).

21. Liu, L., Xiao, L., Feng, J., Tian, Y., Zhou, S., and Zhou, Y. 2010. Resistance spot-welded AZ31 magnesium alloys, Part II: Effects of welding current on microstructure and mechanical properties. Metallurgical and Materials Transactions A 41(10): 2642–2650.

22. G. Almqvist : Submerged arc welding, The Welding Institute, Cambridge, (1978)

23. G. D. Utrachi : Multiple electrode systems for submerged arc welding, Welding Journal, 78-5 (1978), 15-22

24. M. F. Mruczek : Cold wire feed submerged arc welding, Concurrent Technologies Corporation research report, Concurrent Technologies Corporation, Johnstown, (2006)