

ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ
(наименование института полностью)

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

15.03.01 Машиностроение
(код и наименование направления подготовки, специальности)

«Оборудование и технология сварочного производства»
(направленность (профиля)/, специализации)

на тему «Технологический процесс и оборудование для сборки и сварки опоры кабельной эстакады»

Студент(ка)	Н.Н. Фомичев (И.О. Фамилия)	(личная подпись)
Руководитель	К.В. Моторин (И.О. Фамилия)	(личная подпись)
Консультанты	И.В. Краснопевцева (И.О. Фамилия)	(личная подпись)
	И.В. Дерябин (И.О. Фамилия)	(личная подпись)
	В.Г. Виткалов (И.О. Фамилия)	(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой СОМДиРП,
д.т.н, профессор В.В. Ельцов _____
(ученая степень, звание, ИО Фамилия) (личная подпись)

« » 20 Г.

Тольятти 2017

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

МАШИНОСТРОЕНИЯ

(наименование института полностью)

Кафедра «Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы»

(наименование кафедры)

УТВЕРЖДАЮ

Завкафедрой «СОМДиРП» _____

В.В. Ельцов

(подпись)

(И.О. Фамилия)

« ____ » _____ 20 ____ г.

ЗАДАНИЕ
на выполнение бакалаврской работы

Студент Фомичев Николай Николаевич

1. Тема «Технологический процесс и оборудование для сборки и сварки опоры кабельной эстакады»
2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы 1.06.2017 г.
3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе техническая и патентная документация, литературные данные, программа 200 шт в год.
4. Содержание выпускной квалификационной работы (перечень подлежащих разработке вопросов, разделов) Введение: доказать актуальность темы и сформулировать цель работы.
 1. Состояние вопроса: анализ базовой технологии изготовления опоры. Анализ известных и возможных способов изготовления опоры. Сформулировать задачи работы.
 2. Разработка технологического процесса изготовления опоры.
 3. Выбор и разработка оборудования и оснастки для изготовления опоры.
 4. Безопасность и экологичность работы: выявить вредные и опасные факторы, которые могут иметь место при изготовлении опоры и предусмотреть мероприятия по их уменьшению или устранению.
 5. Рассчитать экономическую эффективность работы
 6. Заключение: выводы и предложения. В выводах показать, что цель достигнута.

5. Ориентировочный перечень графического и иллюстративного материала _____

1. Общий вид опоры – 1-2 листа.

2. Анализ возможных способов изготовления опоры - 1 лист.

3. Технологический процесс изготовления опоры– 1-2 листа.

4. Оборудование и приспособления для сборки и сварки опоры 1-2 листа.

5. Планировка участка для изготовления опоры – 1 лист.

6. Экономическая эффективность работы – 1 лист.

6. Консультанты по разделам _____

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

Заказчик (указывается должность,
место работы, ученая степень, ученое
звание)

(подпись)

(И.О. Фамилия)

Руководитель выпускной квалификационной
работы

(подпись)

К.В. Моторин

(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

(подпись)

Н.Н.Фомичев

(И.О. Фамилия)

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»
МАШИНОСТРОЕНИЯ
(наименование института полностью)
Кафедра «Сварка, обработка металлов давлением и родственные процессы
(наименование кафедры)

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

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

выполнения выпускной квалификационной работы

Студент Фомичев Николай Николаевич
по теме «Технологический процесс и оборудование для сборки и сварки опоры
кабельной эстакады»

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
1. Анализ исходных данных и известных решений при сварке	10.03.17	11.03.17	выполнено	
2. Выбор и разработка оборудования и оснастки для изготовления опоры	12.04.17	13.04.17	выполнено	
3. Разработка технологического процесса изготовления опоры	13.05.17	13.05.17	выполнено	
4. Безопасность и экологичность производства	16.05.17	17.05.17	выполнено	
5. Экономическая эффективность работ	20.05.17	20.05.17	выполнено	
Заключение, список используемой литературы	22.05.17	22.05.17	выполнено	

Руководитель выпускной
квалификационной работы

(подпись)

К.В Моторин

(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

(подпись)

Н.Н Фомичев

(И.О. Фамилия)

Аннотация

Тема дипломного проекта: «Технологический процесс и оборудование для сборки и сварки опоры кабельной эстакады».

Объем дипломного проекта 66 страниц, он содержит 12 рисунков, 21 таблицу, 25 источников литературы.

Ключевые слова: Технологический процесс, оборудование, сборка и сварка. Объектом исследования дипломного проекта является ООО «НПО Руспром». Предмет исследования - Технологический процесс сборки и сварки кабельной эстакады.

Дипломный проект состоит из введения, пяти глав и заключения. Во введении доказываем актуальность выбранной темы и формулируются цель и задачи работы.

Первая глава посвящена анализу базовой технологии изготовления опоры, анализу известных и возможных способов изготовления опоры.

Во второй главе разрабатывается оборудование и оснастка для изготовления опоры.

В третьей главе описывается разработка технологического процесса изготовления опоры.

Четвертая глава посвящена безопасности и экологичности работы: выявлению вредных и опасных факторов, которые могут иметь место при изготовлении опоры, и предусмотрены мероприятия по их уменьшению или устранению.

В пятой главе рассчитываются экономическая эффективность работы.

Заключение содержит вывод по проделанной работе.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	8
1 Анализ исходных данных и известных решений при сварке	
1.1 Описание опоры и условия её эксплуатации	9
1.2 Анализ базового варианта изготовления опоры	11
1.3 Анализ свойств материала опоры	14
1.4 Оценка свариваемости	16
1.5 Анализ возможных вариантов сварки	16
1.6 Подбор режимов сварки	19
1.7 Постановка и формулировка задач	21
2 Выбор и разработка оборудования и оснастки для изготовления опоры	
2.1 Разработка сборочно-сварочного приспособления	22
2.2 Подбор прижимов	23
2.3 Подбор сварочного оборудования	25
2.4 Подбор оборудования для резки	27
2.5 Подбор оборудования для рубки	30
3 Разработка технологического процесса изготовления опоры	
3.1 Сборочно-сварочные операции	31
3.2 Контроль сварных соединений	32
4 Безопасность и экологичность производства	
4.1 Анализ опасных и вредных факторов возникающих в ходе выполнения электросварочных работ и пути их устранения	35
4.2 Идентификация персональных рисков	36
4.3 Методы и технические средства по снижению. профессиональных рисков	38
4.4 Обеспечение пожарной и технологической безопасности участка сборки-сварки	40
4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого	

технического объекта	42
4.6 Мероприятия по уменьшению вредных и опасных факторов	43
5 Экономическая эффективность работ	
5.1 Краткая характеристика сравниваемых вариантов	44
5.2 Расчет нормы штучного времени на выполняемые технологические операции	45
5.3 Капитальные вложения в оборудование	48
5.4 Расчет себестоимости сравниваемых вариантов	50
5.5 Расчет амортизации	53
5.6 Расчет экономической эффективности разрабатываемого проекта	61
5.7 Расчет повышения производительности труда	62
Заключение	63
Список используемой литературы	64
Приложение А	
Приложение Б	
Приложение В	
Приложение Г	
Приложение Д	
Приложение Е	

Введение

В современном мире высокими темпами развивается энергоемкое промышленное производство и оно требует в большом количестве и быстро проведенных к нему кабельных коммуникаций. Расположение их под землей не эффективно, что ведет к возникновению больших объемов кабельных сетей. В большинстве случаев подземное пространство используется для иных коммуникаций. Особенно часто кабельные эстакады используют на территории химических, нефтегазодобывающих и перерабатывающих предприятий где она крайне насыщена различными коммуникациями, так же там возможна утечка веществ разрушающих внешнюю оболочку кабеля. Вне зависимости от её типа, все эстакады размещаются на соответствующих опорах устанавливаемых с шагом между ними по 12м, в некоторых случаях применяют шаг 9 или 6 метров. Высота такой опоры должна быть не менее 4,5. При отсутствии дорог разрешается устанавливать эстакады высотой 2,5 метров от поверхности земли. Что требует установки таких опор в большом количестве.

В рассмотренном базовом варианте сборка и сварка опоры кабельной эстакады производится на сборочных столах с т образными пазами с применением ручной электродуговой сварки покрытым электродом. Данный технический процесс имеет ряд недостатков, среди которых не высокая производительность труда низкая механизация сварочного процесса и высокая трудоемкость.

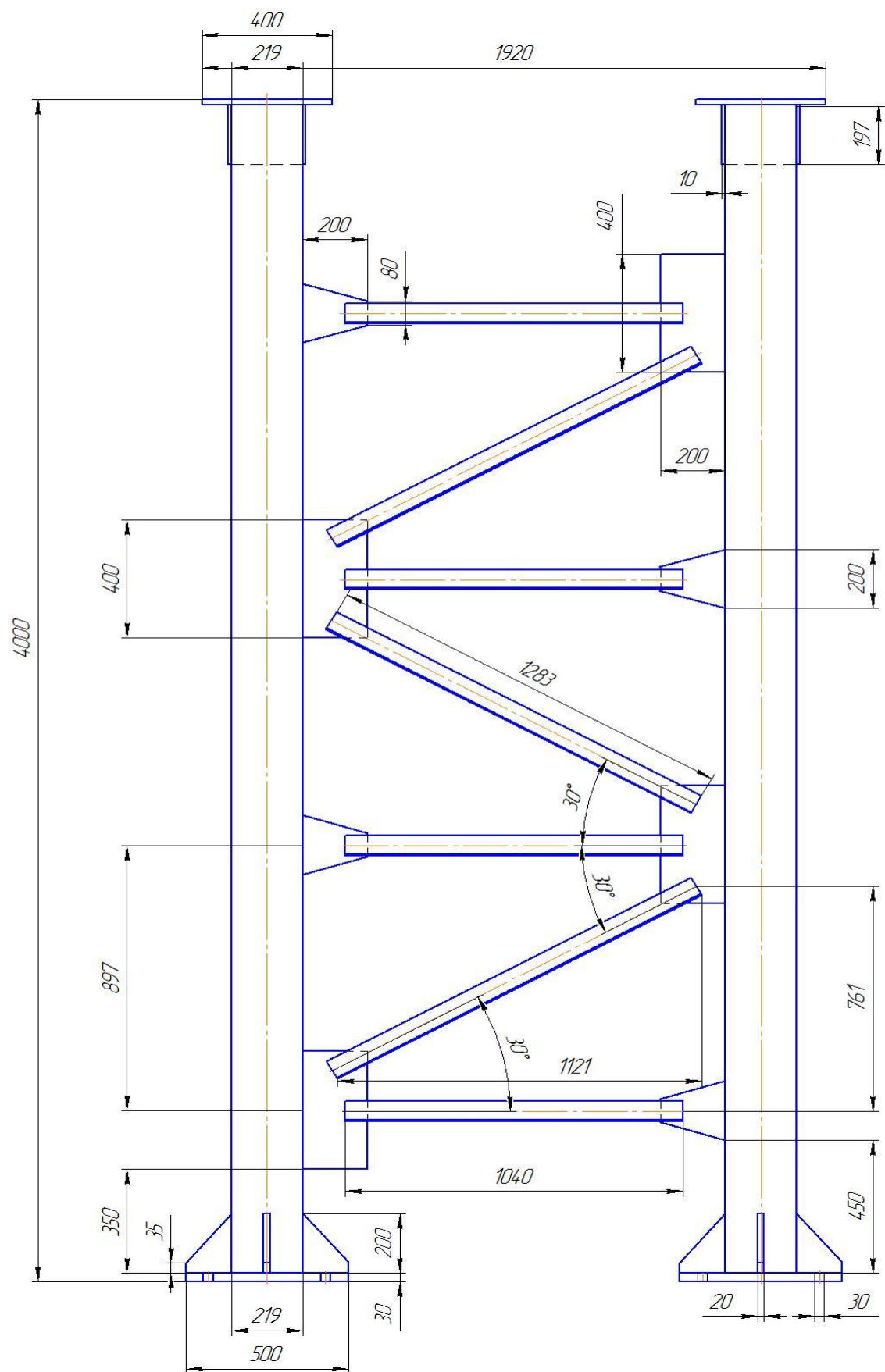
Исходя из полученных данных, целью данного дипломного проекта является повышение производительности труда с помощью увеличения доли механизации сборочно-сварочного процесса.

1 Анализ исходных данных и известных решений при сварке

1.1 Описание опоры и условия его эксплуатации

Данная опора является частью кабельной эстакады проходящей на заводе «Куйбашевазот». Опора кабельной эстакады – металлическая конструкция работающая на сжатие . Она обеспечивая передачу нагрузки от вышенаходящийся эстакады через фундамент в грунт. Опора кабельной эстакады имеет жесткое закрепление внизу путем установки анкеров в нижнюю плиту.

Опора состоит из: основание (поз.1) которая служит основанием и крепиться анкерными болтами к фундаменту и жестко закрепляет опору. На её устанавливается труба (поз. 3) воспринимающая всю основную нагрузку, которая передается от кабельной эстакады установленной на плите (поз. 10). Для обеспечения устойчивости конструкции используются косынки (поз.2) на плите (поз.1). Для равномерного распределения нагрузки и обеспечения цельности конструкции служат связи (поз.4), (поз.5), которые крепятся к трубе с помощью пластин (поз.6), (поз.7). Для укрепления плиты (поз.10) используются ребра жесткости (поз.8), (поз.9), обеспечивающие заданную прочность. Опора кабельной эстакады изображена на рисунке 1.1. Габаритные размеры опоры: 4000О×1920. Масса: 0,8т. Чертеж опоры кабельной эстакады приведен в Приложении А



Изделие эксплуатируется на открытом воздухе при среднегодовой температуре до -40°C , вне агрессивных сред и испытывает постоянную статическую нагрузку.

Составные части конструкции соединены между собой механизированной сваркой в среде углекислого газа, тавровым и угловым соединением катетом 5 мм.

Все части должны быть изготовлены в полном соответствии с утвержденными чертежами и технологическим процессом с соблюдением технологических требований на изготовление.

Сборка производится в соответствии с разработанными рабочими чертежами детализовки изделия (КМД), которые в свою очередь были взяты из рабочих конструкторских чертежей (КР).

1.2 Анализ базового варианта изготовления изделия

На базовом предприятии ООО НПО «Руспром» опора кабельной эстакады собирается на столах с типовыми пазами без применения сборочных кондукторов с использованием копир для нанесения разметки для установки пластин (поз.6,7). Вычисления остальных размеров производится вручную с помощью рулетки. Основание (поз.1) заказывается у сторонней организации.

Труба (поз.3) кладется на подклад, к ней с обеих сторон прихватываются и обвариваются основание (поз.1) и плита (поз.10). Сварка производится покрытыми электродами УОНИ 13/55. После этого вымеряются и прихватываются косынки (поз.2) и ребра жесткости (поз.8,9). Устанавливается копир, по которому производится разметка для пластин (поз.6,7). Копир снимается, а пластины прихватываются по всей длине колонны, после этого происходит сварка. Аналогично собирается вторая колонна.

Колонны устанавливаются на столе в горизонтальном положении и вычисляется расстояние. После этого устанавливаются и свариваются связи

(поз.4). После этого проводится механическая обработка сварных швов шлифовальной машиной Hitachi Q13SR3.

Общая сварка изделия производится ручной электродуговой сваркой электродами УОНИ 13/55, аппаратами ВД 306.

Техническая характеристика аппарата ВД 306

Напряжение питания	3x380 В
Максимальный первичный ток	35 А
Номинальная частота сети	50 Гц
Номинальный сварочный ток	315 А
Диапазон регулирования сварочного тока	30-315 А
Продолжительность нагрузки	60 %
Номинальное рабочее напряжение	32 В
Напряжение холостого хода	60-70 В
Способ регулирования сварочного тока	механический, плавный
Потребляемая мощность	24 кВА
Обмотки трансформатора	AL
Количество постов	1
Габаритные размеры	560x400x600 мм
Масса	90 кг

Электроды УОНИ 13/55 предназначены для сварки ответственных конструкций из углеродистых и низколегированных сталей, если к сварным швам предъявляются большие требования по ударной вязкости и пластичности. Возможна сварка во всех пространственных положениях кроме вертикального сверху вниз, на постоянном токе обратной полярности.

Электроды должны изготавливаться в соответствии с ГОСТ 9466-75 ГОСТ 9467-75 или ТУ 1272-003-01055859-2003. Механические свойства металла шва сварочных электродов при сварке приведены в таблице 1 [1].

Таблица 1.1 – Механические свойства электродов УОНИ 13/55

Относительное удлинение, %	20
Временное сопротивление разрыву, МПа	490
Ударная вязкость, Дж/см ² (кгс/см ²)	127,4 (13)

Содержание влаги в покрытии электродов, перед использованием – не должно составлять более 0,3 %. В случае увлажнения или длительного хранения , необходимо произвести прокалку электродов в печи при температуре 320-350°C.

Химический состав наплавленного металла сварочных электродов при сварке, %. Приведен в таблице 1.2 [1].

Таблица 1. 2 – Химический состав электродов УОНИ 13/55

C	не более 0,110
S	не более 0,030
Mn	не более 0,030
Si	0,60÷1,20
F	0,20÷0,50

Данный вариант изготовления изделия имеет ряд недостатков. Рабочие вынуждены тратить большое количество времени на постановку размеров, так же сварка покрытым электродом значительно проигрывает в скорости по сравнению с другими способами.

1.3 Анализ свойств материалов изделия

Данное изделие будет эксплуатироваться на открытом воздухе при среднегодовой температуре до -40°C . Опоры кабельной эстакады является сварочной конструкцией и она или её элементы работают при статической нагрузке и подвержены сжатию или сжатию с изгибом, относятся к 3 группе (колонны). Все элементы конструкции изготавливаются из стали Ст3Гпс.

Это конструкционная углеродистая сталь обыкновенного качества. Применяется для изготовления несущих элементов сварных конструкций работающих при температуре от -40 до $+425^{\circ}\text{C}$. Конструкционными называют, стали, предназначенные для элементов изделия подвергающихся механическим нагрузкам. Работают при температуре до 450°C , в не агрессивных средах.

Химический состав и механические свойства используемой стали приведен в таблице 1.3 и таблице 1.4 [1].

Таблица 1.3 – Химический состав стали Ст3Гпс

Элемент	Процентное содержание
C	0,14 – 0,22
Si	до 0,15
Mn	0,8 – 1,1
Ni	до 0,3
S	до 0,05
P	до 0,04
Cr	до 0,3
N	до 0,008
Cu	до 0,3
As	до 0,08
Fe	~97

Таблица 1.4 - Механические свойства стали Ст3Гпс при T=20°C

Сталь	Ст3Гпс
$\sigma_{в.мПа}$	390-570
$\sigma_{т.мПа}$	245
$\delta_5 \%$	24

Все материалы, применяемые для изготовления деталей конструкции должны идентичны стандартам и сопровождаться сертификатами. При отсутствии такого сертификата материал не допускается в производство до того момента пока не будут получены данные о повторных испытаниях механических свойств и химического состава.

Металл должен быть отчищен от грязи, масла, окалины и ржавчины. Каждая единица металлопроката должна иметь маркировку и располагаться в местах удобных для обнаружения и подсчета количества штук [1].

Металл предназначенный для изготовления сварных конструкций должен быть подвергнут правке. Допускается колебание на плоскости в пределах, не превышающих 2 мм на 1 погонный метр длины и ширины листа [1].

Вырезку деталей можно производить механическим путем с использованием газовой и плазменной резки. Кромки деталей после газовой резки должны быть очищены от грата и наплывов и не должны иметь, зарезав прямолинейных кромок. Допускается длина зареза не более 2 мм. Кромки деталей, после механической резки необходимо очистить от заусенцев, а также должны отсутствовать трещины и расслоения. Обрезаемые кромки должны быть перпендикулярны к поверхности листа и не должны иметь отклонений более одной десятой от толщины листа.

1.4 Оценка свариваемости

Сталь Ст3Гпс – спокойная, углеродистая конструкционная сталь обыкновенного качества, без ограничения по свариваемости и не склонная к относительной хрупкости.

1.5 Анализ возможных способов сварки

При выполнении сварочных работ должна быть обеспечена безопасность. Изделие «Опора кабельной эстакады» изготавливается из марки стали Ст3Гпс.

Для сварки данной конструкции можно использовать несколько видов сварки. Рассмотрим и проанализируем их особенности, положительные качества и недостатки.

Дуговая сварка в среде CO_2 полуавтоматом.

Известно, что сущность заключается в подаче в зону сварки углекислого газа который при нагреверазделяется на угарный газ (CO), кислород O_2 . Смесь из этих газов защищает зону сварки, для нейтрализации окисленияприменяют проволоку в составе которой имеются Si и Mn, которые являются раскислителями .

Преимуществами данного способа сварки является широкий диапазон толщин, узкая зонатермического влияния, за счет высокой скорости, при многослойной сварке не нужно зачищать швы, высокаяскорость сварки и высокаяманевренность.

Однако можно отметить и несколько недостатков. Невозможность применения на сквозняках и в закрытых емкостях. Сильное разбрызгивание металла при токах в 200-400 А, это требует дальнейшей зачистки шва.

Следовательно: данный способ сварки даетсвободно перемещаться сварщику между узламиконструкции, обеспечиваетвысокую скорость сварки, но требует последующеймеханической обработки швов.

Дуговая сварка в Ar. полуавтоматом

Сущность заключается в вытеснении аргоном из сварочной ванны кислорода и других вредных газов и их смесей.

Преимуществами данного способа сварки являются, что аргон не вступает во взаимодействие с металлом и не растворяется в нем. Дуга в среде аргона отличается высокой стабильностью, из-за того, что тяжелее воздуха обеспечивает хорошую защиту.

Среди недостатков можно отметить невозможность работать при сильном ветре в закрытых помещениях. Так же высокую цену данного газа.

Из вышесказанного можно сделать вывод. При всех своих положительных качествах сварку в среде Ar не целесообразно применять при сварке углеродистых сталей из-за высокой цены.

Дуговая сварка в смеси газов (80% CO₂+20%Ar).

Сущность та же что и в сварке в CO₂.

Среди недостатков можно отметить невозможность работать на сквозняке.

Преимуществом является то, что с добавлением 20% Ar повышается стабильность горения дуги и уменьшается разбрызгивание на высоких токах, что снижает трудоемкость из-за уменьшения количества механической обработки.

Этот способ подходит для сварки опоры, т.е. достижения цели данной бакалаврской работы.

Ручная дуговая сварка покрытыми электродами.

Сущность заключается в плавлении вместе с электродным стержнем защитного покрытия, что обеспечивает защиту зоны сварки, перемещение электрода происходит вручную.

Преимуществами данного способа являются очень высокая маневренность, быстрая перенастройка, отсутствие дополнительной аппаратуры, высокая мобильность.

Из недостатков можно отметить низкую скорость сварки. Следовательно, данный способ не целесообразно использовать для сварки опоры.

Сварка порошковой проволокой.

Представляет из себя сварку трубной проволокой внутри которой находится флюс и металлический порошок, который обеспечивает защиту зоны сварки.

Преимуществами данного способа сварки является большая плотность тока, 200А на 1мм² для сравнения при сварке штучными покрытыми электродами плотность составляет 20А, что позволяет расплавлять большее количество металла. Появляется возможность наблюдать за процессом формирования шва. Отсутствие газовой аппаратуры и бункеров для флюса, возможность работать в закрытых емкостях и на сквозняках.

Недостатками являются хрупкость самой проволоки, что требует оборудования с ограниченным усилием сжатия. Возможность использования только в нижнем положении и в редких и исключительных случаях в вертикальном, при многослойной сварке требуется тщательная очистка зоны сварки от шлака. В сумме эти условия делают данный способ сварки неприменимым для сварки опоры из за швов находящихся в вертикальной плоскости.

Для повышения производительности планируется увеличение скорости сварки. Для решения этого вопроса будет использоваться сварка в среде защитных газов.

Таблица возможных способов сварки приведена в Приложении Б.

Сварочные материалы подбираются аналогично химическому составу свариваемой стали и должны обеспечивать равнопрочность сварного соединения с основным металлом, а также одинаковый химический состав. Применяемые сварочные материалы должны соответствовать требованиям предъявляемым стандартам или ТУ и иметь сертификат.

К исходным данным для выбора сварочных материалов относится:

- 1) Основной материал
- 2) Условия работы будущей конструкции.

В качестве сварочной материала будет использоваться проволока Св08Г2С.

Химический состав проволоки приведен в таблице 1.5 [2]

Таблица 1.5 – Химический состав проволоки Св08Г2С

Химический элемент	Процентное содержание
C	0,5-0,11
Mn	1,8-2,1
Si	0,7-0,95
Cr	Не более 0,2
Ni	Не более 0,25
S	Не более 0,025
P	Не более 0,03

Механические характеристики проволоки приведены в таблице 1.6

Таблица 1.6 – Механические характеристики проволоки [2]

Временное сопротивление разрыву	500 Мпа
Относительное удлинение	18%
Предел текучести	383 Мпа

В качестве защитного газа будет применяться смесь газовая смесь по ТУ 2114-001-87144354-2012. Ar/CO₂ - 20%Ar+80%CO₂.

Ar — аргон газообразный сорт высший (99,992%);

CO₂ — двуокись углерода газообразная сорт высший (99,8%).

Поставляется: в стальных баллонах под давлением 150 кгс/см²; в моноблоках

БМКБ — под давлением 200 кгс/см². Баллоны должны быть окрашены в черный цвет и имеют белую надпись «смесь Ar-CO₂».

1.6 Подбор режимов сварки

Режимом называется совокупность параметров, обеспечивающая получение сварного соединения заданных размеров и требуемого качества.

Для определения параметров режима имеется три метода обозначения. по расчету (аналитический), по таблицам (табличный), по нормативам.

Для данного изделия используем табличный метод определения параметров режима. Сварка выполняется механизированным способом в смеси газов. Применяются тавровые соединения Т6 и Т8. Конструкционные элементы таврового соединения Т6 приведены на рисунке 1.2.

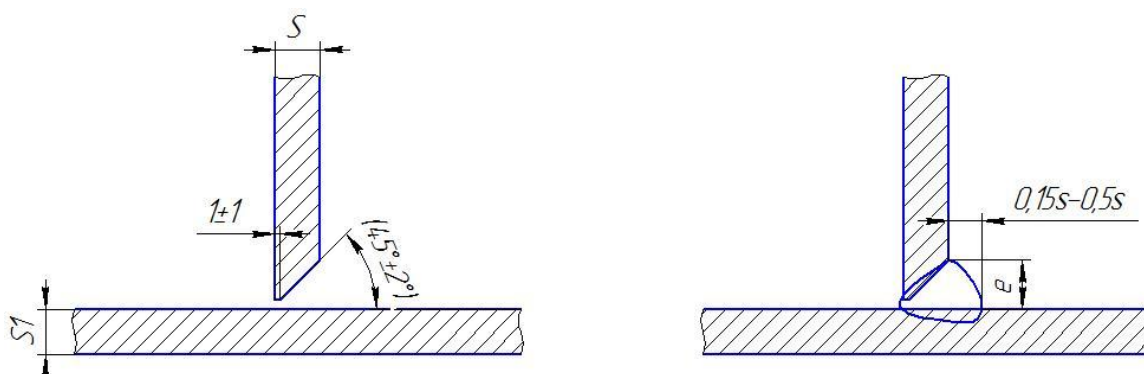


Рисунок 1.2 – Конструктивные элементы сварного соединения Т6

Конструкционные элементы таврового соединения Т8 приведены на рисунке 1.3.

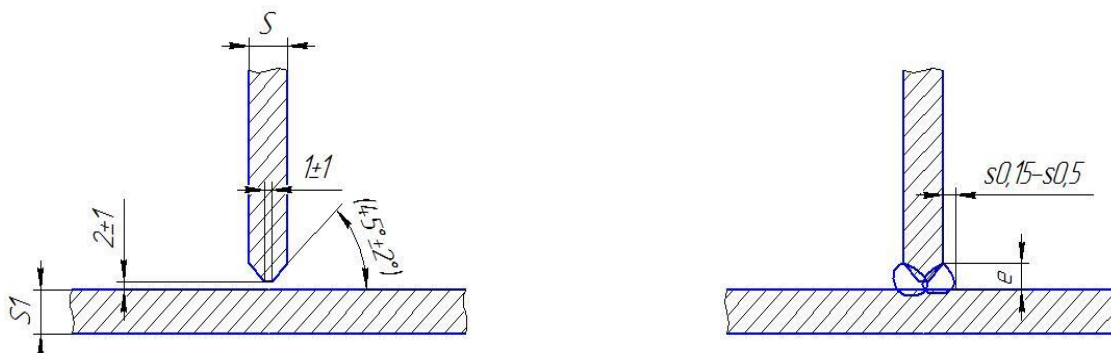


Рисунок 1.3 – Конструктивные элементы сварного соединения

Параметры режима приведены в таблице 1.7 [2].

Таблица 1.7 – Параметры режима

Вид сварного шва	Режимы сварки				
	Количества слоёв	Диаметр проволоки, мм	Сила сборочного тока, А	Напряжение дуги, В	Скорость подачи проволоки м/ч
T6	1	1,4	200-300	28-32	380-490
T8	1	1,4	200-300	28-32	380-490

1.7. Формулировка задач

Проанализировав изделие и условия его эксплуатации (материал, геометрические размеры, температуру). Ознакомившись с базовым вариантом изготовления изделия. Изучив свойства материала изделия и оценив его свариваемость. Проанализировав возможные способы сварки можно сформулировать некоторые задачи:

- 1) Разработать сборочное приспособление для сборки и сварки опоры;
- 2) Подобрать оборудования для изготовления опоры;
- 3) Разработать технологический процесс сборки и сварки опоры кабельной эстакады.

2. Разработка сборочного приспособления для сборки-сварки опоры

2.1 Разработка сборочно-сварочного приспособления

Для повышения производительности при изготовлении опоры кабельной эстакады можно использовать кондуктор, для сварки двухветвевых колонн с небольшими изменениями который изображен на рисунке 2.1.

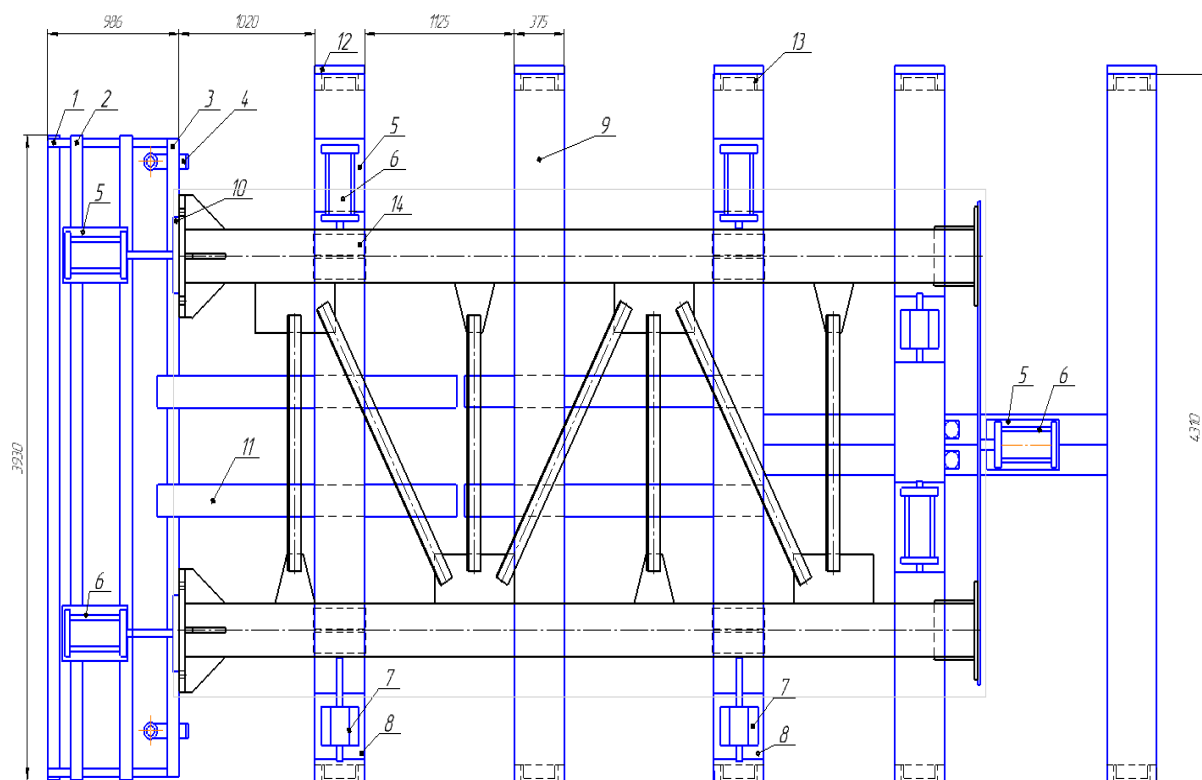


Рисунок 2.1 – Сборочно-сварочный кондуктор

Кондуктор для сборки двухветвевых колонн состоит из: стационарных стеллажей (поз.9), на которых установлены пневмоприжимы (поз.7) которые фиксируют положение колонны по ширине заданной рабочим чертежом и фиксируются пневмоприжимами (поз.6). Базой при сборке опор служит упорная плита (поз.10) и пневмоприжимы (поз.6), они позволяют задать нужную длину колоны и закрепить её пневмоприжимом (поз.6).

Так как в данном изделии стержнем опоры является труба диаметром 219мм, то на стеллажи (поз.9) лучше установить ролики (поз.14) они позволят на этапе сборки свободно вращать колонну, что обеспечит более удобный способ установки и прихватки косынок ребер жесткости и пластин на каждой ветви колонн, после этого опора зажимается в кондукторе снова). Для более быстрой установки связей устанавливаются рамы (поз.11).

Чертеж сборочно-сварочного кондуктора приведен в Приложении В.

Все составные части устанавливаются на пластины и рейки в соответствии с размерами указанными на чертеже и свариваются между собой сваркой в среде CO₂, катеты для угловых и нахлесточных швов подбираются из расчета по формуле 1:

$$K\Delta=(0,4)*S \quad (1)$$

где

S – толщина свариваемой детали.

2.2 Подбор прижимов

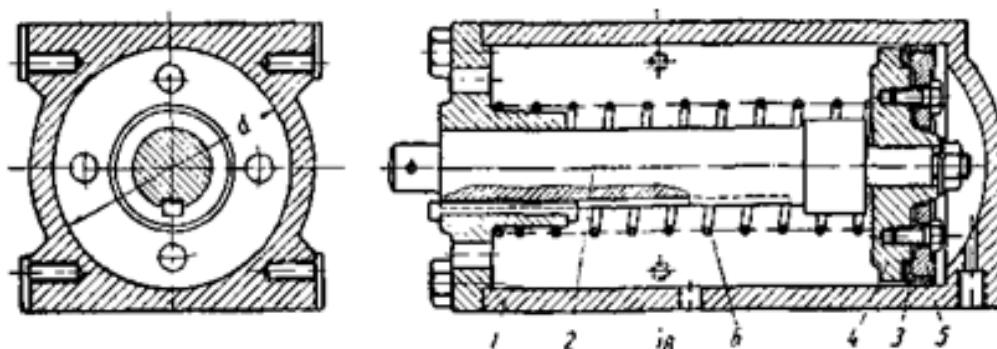
Для повышения производительности и уменьшения доли ручного труда необходимо выбрать такой тип прижима, который будет обеспечивать надежную фиксацию заготовки, но при этом будет иметь минимальное время прижатия детали.

Прижимы – приспособление предназначены для фиксации детали на упорах и других несущих поверхностях [6].

Механические прижимы – служат для прижатия одного элемента к другому, существуют рычажные, эксцентриковые и винтовые прижимы. Наиболее универсальными являются винтовые, но их главный недостаток низкое быстродействие. Рычажные и эксцентриковые прижимы имеют низкую силу зажима. Все это делает невозможным применение не одних из перечисленных вариантов в данной работе.

Пневмоприжимы отличаются быстродействием, так же он обладает упругостью что компенсирует сварочные деформации. Для фиксации

конструкции предлагается использовать вертикальный пневмоприжим. Внутреннее строение пневмоприжима изображено на рисунке 2.2.



1. Корпус; 2 Шпилька; 3 Цапфа; 4 Поршень; Пломба 5; 6 Пружина

Рисунок 2.2 – Общее строение пневмоприжима

Форма корпуса цилиндра пневмоприжима изображена на рисунке 2.3.

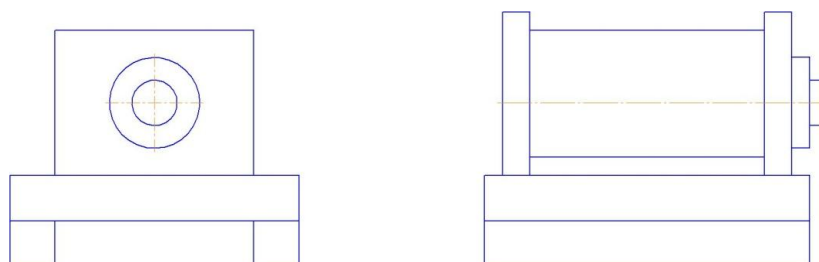


Рисунок 2.3 – Форма корпуса пневмоприжима

Воздух в пневмоцилиндр подается по гибким резиновым шлангам, для этого требуется герметичное соединение во избежание пропуска, особое внимание нужно уделить резьбовым соединениям.

Давление создаваемое прижимом можно рассчитать по формуле (2) [6]:

$$P = P_0 \cdot (D - D_x) \quad (2)$$

где, D – диаметр цилиндра;

D_x – диаметр штока поршня;

P_0 —давление воздуха в сети на вводе в пневмоцилиндр в кг. см².

Стандартное давление в воздушнопроводной сети составляет 5-6 атмосфер, но учитывая потери в воздухоподводящих частях давление будет 4-5 атмосфер. Воздух в пневоцилиндр поступает прямо из заводской сети но если эта сеть высокого давления то необходимо применение воздушного редуктора. Такие редуктора имеются двух видов поршневые и мембранные, по в любом случае регулировка происходит винта и пружины.

В данной бакалаврской работе в цехе будет проведена сеть без высокого давления и необходимость в применении редуктора отпадает.

Для управления подачей воздуха используют воздушные краны с тремя возможными положениями ручки. 1) Для перекрытия подачи. 2) Начала подачи воздуха. 3) Для спуска воздуха из пневоцилиндра.

Однако пневмоцилиндры имеют ряд недостатков. Среди них быстрый износ уплотнителей и громоздкость цилиндров.

2.3 Подбор оборудования для сварки.

В данной бакалаврской работе основной целью является повышение производительности, для этого будет использован сварочный аппарат с импульсной системой управления, что позволит снизить время настройки сварочного аппарата, так же благодаря импульсному переносу капель с орца проволоки на стык уменьшается разбрызгивание капель расплавленного металла, что уменьшает его потери и снижет трудоемкость т.к практически не нужно удалять окалину и брызги.

Принципом импульсной системы управления является наличие в ней высокочастотного трансформатора с дополнительной вторичной обмоткой, которая подает питание на схему управления. Переменный ток с инвертора поступает на первичную обмотку, потом на вторичную, но благодаря меньшему количеству витков напряжение понижается из за чего повышается сила тока.

Благодаря импульсному принципу действия более точно контролируется частота и размер капель присадочного металла переходящего

в сварочную ванну. Дуга работает безкороткого замыкания, что дает малое количество брызг. Настройка сварочного аппарата производится по одному из параметров, это толщина свариваемого металла, сила тока и скорость сварки.

В данной бакалаврской работе предлагается применить сварочный аппарат Aurora PRO SKYWAY 330 SYNERGIC, изображен на рисунке 2.4.



Рисунок 2.4 Aurora PRO SKYWAY 330 SYNERGIC

Технические характеристики AuroraPRO SKYWAY 330 SYNERGIC

Напряжение питающей сети	380	В
Потребляемая мощность	11	кВт
Рекомендуемая мощность генератора	12	кВА
Потребляемый ток	18	А
Сварочный ток	50-300	А
Скорость подачи проволоки	3-15.1	м/мин
Режим работы при 40°		35 %

Габаритные размеры

995x460x950 мм

Вес

60 кг

Данный аппарат может применяться для механизированной сварки с инертным и активным газом, и сваркой штучными электродами, возможна качественная сварка алюминия. Продолжительный режим работы и возможность применения бухт сварочной проволоки до 20кг.

Так же аппарат имеет сертификат НАКС, что позволяет использовать его на опасных производственных объектах и для сварки ответственных конструкций.

2.4 Подбор оборудования для резки

Для резки трубы предлагается использовать аппарат Aurora PRO AIRFORCE 100.

Мах ток	100 А
Min ток	20 А
Мах толщина реза	40 мм
Давление	4-5 бар
Расход воздуха	220 л/мин
ПВ на максимальном токе	60 %
Мах мощность	15.1 кВт
Напряжение	380 В
Габариты	550x280x545 мм
Вес	36.5 кг

Аппарат для плазменной резки типа Aurora PRO AIRFORCE 100 изображен на рисунке 2.5.



Рисунок 2.5- Aurora PRO AIRFORCE 100

Особенностью данного аппарата является: небольшие размеры, комбинированный блок IGBT для надежной работы на больших токах, цифровой индикатор режущего тока, возможность резки конструкционной стали до 40мм, продолжительное время работы при резке 30мм, без ухудшения качества реза, не высокая цена.

Преимуществом воздушно-плазменной резки является по сравнению с кислородной и плазменной резкой в инертных газах является использование не дорогого плазмообразующего газа – воздуха, высокая чистота реза, низкая степень деформаций.

Для обеспечения нормального процесса резки необходим соответствующий подбор режимов. Параметрами режима являются: диаметр сопла, сила тока, напряжение на дуге, скорость реза, расход воздуха.

Параметры режима плазменной резки приведены в таблице 2.1 [3].

Таблица 2.1 - Параметры режима плазменной резки

Толщина, мм	Диаметр сопла, мм	Сила тока, А	Напряжение, В	Скорость реза, м/мин	Расход воздуха
10	1,4	75	120	1-1,5	10
30	3	100	160-180	1,5-0,8	40-60

Для подачи необходимого количества воздуха в плазморез необходим компрессор, чаще всего поршневого типа. Параметрами выбора компрессора служат: количество потребляемого воздуха и давление сжатого воздуха, используемого в аппарате и должны превышать эти параметры на 20-30%. Этим требованиям удовлетворяет: компрессор Aurora WIND-25 приведенный на рисунок 2.6.

Технические характеристики:

Напряжение сети	220 В
Объем ресивера	24 л
Производительность	271 л/мин
Максимальное давление	8 бар
Мощность электродвигателя	1.8 кВт
Объём масла	0.28 л
Габариты	585x285x630 мм
Уровень шума	90 дБ
Вес	30 кг



Рисунок 2.6 - Компрессор Aurora WIND-25

2.5 Подбор оборудования для рубки

Для рубки пластин предлагается использовать гидравлическую гильотину типа MetalMaster HСJ 25160 изображенную на рисунке 2.7.



Рисунок 2.7 - Гильотина MetalMaster HСJ 25160

Преимуществом данной гильотины является комплектация с поворотной режущей балкой, небольшими размерами и системой ЧПУ.

Максимальная толщина листа ,мм	11
Максимальная длина листа, мм	3200
Угол наклона лезвия	10°30'
Скорость работы, рез/мин	12
ограничитель глубины подачи листа, мм	20 - 600
Мощность двигателя кВт	11
Габариты, мм	3850*2345*1620
Вес нетто, кг	7300

3. Разработка технологического процесса

3.1 Сборочно-сварочные операции

Перед отправкой полученного металла в производство следует провести входной контроль металла. В него входит проверка сертификатов, при отсутствии таковых материал не допускается в производство, до момента получения повторных данных испытаний механических свойств и химического состава.

После проведения входного контроля можно приступить к разметке. Проводить её следует с использованием рулеток соответствующих точности второго класса по ГОСТ 7502 — 69, и металлических линеек по ГОСТ 427 — 56. При постановке разметок необходимо учесть припуски на механическую обработку и усадку после сварки. Отклонение от размеров заданных рабочим чертежом не должно превышать 5%.

Размеченный металл с помощью кран-балки перемещают на места его резки и рубки. В первую очередь следует вырезать плазмой основание (поз.1) и отверстия Ø 30мм в количестве 1 штуки (рис.1.1). Затем приступить к резке трубы (поз.3) и плиты (поз.10).

Параметры режима: выставить место отреза перпендикулярно ножницам. Резку трубы производить при токе 50А, скорости реза $V=1\text{ м/мин}$. Резку отверстий при токе 100А и скорости реза $V=0,6\text{ м/мин}$.

По выполнению переместить на столы и провести зачистку и подготовку кромок. Торцы трубы подготовить в соответствии со стандартом сварочного соединения Т6 (рис. 1.2), на остальных деталях произвести зачистку от заусенцев.

Параметры режима: $V_{вр}=6500\text{ об/мин}$.

Перевезти на сборочный кондуктор, произвести установку трубы на ролики кондуктора (поз.14) основание и плиту установить на свои места согласно чертежу, зафиксировать с помощью пневмоприжимов (поз. 7), произвести прихватку длиной $l_{пр}=25\text{ мм}$ с шагом 150мм и перевезти на сборочный стол с подготовленным подкладом, который будет обеспечивать

легкое вращение заготовки на котором производить сварку. Принять новые делала и повторить сборочно-сварочные операции, но обварку второй колонны производить непосредственно на кондукторе (рис. 2.1). Сварку производить от середины к краям в целью уменьшения сварочных деформаций. Зачистить швы шлифовальной машинкой.

Параметры режима: ток сварки $I_{св}=240-260A$, напряжение дуги $U=28-32A$, скорость сварки $V_{св}=18-22м/ч$, скорость вращения $V_{вр}=6500$ об/мин.

Параллельно производить рубку на гильотине 4 (рис. 1.1) косынок (поз.2) , 4 пластин (поз.6), 4 пластин (поз.7), 4 связей (поз.4) и 3 связей (поз.5), 4 ребер (поз.8) и 2 ребер (поз.9). Произвести подготовку кромок пластин и косынок в соответствии со стандартом сварочного соединения Т8 (рис. 1.3) и зачистить кромки от заусенцев. Перевести к сборочному кондуктору.

Параметры режима: скорость вращения $V_{вр}=6500$ об/мин.

Готовые колонны скомпоновать в кондукторе на (поз.10) и (поз.14) и прихватить пластины и ребра в соответствии с их положением на чертеже, прихватить $l_{пр}=25мм$ с шагом $150мм$. Обварить, вращая на кондукторе, сварку производить от середины к краям в целью уменьшения сварочных деформаций. Зачистить

Параметры режима: $I_{св}=240-260A$, $U=28-32A$, $V_{св}=18-22м/ч$, $V_{вр}=6500$ об/мин.

Взять подготовленные связи, становить согласно чертежу, прихватить $l_{пр}=25мм$ с шагом $150мм$, сварить и зачистить. Снять собранное и сваренное изделие с кондуктора и перевезти на место контроля.

Параметры режима: $I_{св}=240-260A$, $U=28-32A$, $V_{св}=18-22м/ч$, $V_{вр}=6500$ об/мин.

После этого проводится визуальных контроль сварных соединений и промерка общей геометрии изделия на сварочные деформации.

Методы борьбы со сварочными деформациями.

Деформация – изменение размера и формы тела под действием сил. Сварочные деформации оказывают существенное влияние на форму детали, а иногда на её несущую способность. Мероприятия по устранению деформаций можно разделить на 3 вида: конструктивные, технологические, проводимые в процессе сварки, проводимые после сварки [2].

В данном изделии неизбежна грибовидная деформация основания ввиду сильного нагрева из-за сварки косынок. Правка может быть выполнена местным нагревом. Пламенем ацетиленовой или газовой горелки. Нагрев производится с выпуклой стороны. Рядом с нагретыми участками рекомендуется производить простукивание металла молотками или кувалдами. Местный нагрев производят при температуре 700-800 °С, доводя металл до пластического состояния, определяя температуру по цвету каления или с помощью термопар.

3.2 Контроль сварных соединений

Качество продукции зависит от того, отвечает ли конструкция требованиям которые будут предъявлены в эксплуатации. Задачей контроля является проверка таких показателей определяющих качество как прочность, всеобщее соответствие металла нормативам, заданным размерам, а так же самое главное отсутствие сварочных дефектов.

Методы контроля сварных соединений разделяют на две основные группы: неразрушающего и разрушающего контроля.

Задачей неразрушающего контроля является не только установление наличия или отсутствия дефекта, но и выявление силы дефектности. Получаемая информация, позволит оценить возможность ремонта, выяснить причины образования дефекта и применить мероприятия по его устранению.

В данной бакалаврской работе для контроля качества сварных соединений применяем визуально-оптический метод контроля.

Визуальный метод контроля является старейшим и продолжает играть важную роль и в настоящее время. Внешний осмотр проводят невооруженным глазом и с применением обзорных, налобных или

телескопических луп. Осмотр сварных швов, перекрытых соседними конструктивными элементами и недоступных наблюдению невооруженным глазом, осуществляют с помощью оптических приборов, эндоскопов, перископов и других, в том числе с использованием оптико-волоконной оптики.

По окончании сварочных работ сборные швы подвергаются 100% визуально-измерительному контролю для выявления недопустимых дефектов.

Недопустимыми дефектами, выявленными при визуальном контроле сварочных соединений, являются: трещины всех видов и направлений, непровары (несплавления) между основным металлом и швом, а также между Валиками шва; наплывы (натеки) и брызги металла, незаваренные кратеры, прожоги.

Визуальный контроль основных материалов, сварных соединений и изделий проводится невооруженным глазом и с применением универсального шаблона сварщика УШС-3 рисунок 3.1.

Технологический процесс приведен в Приложении Г

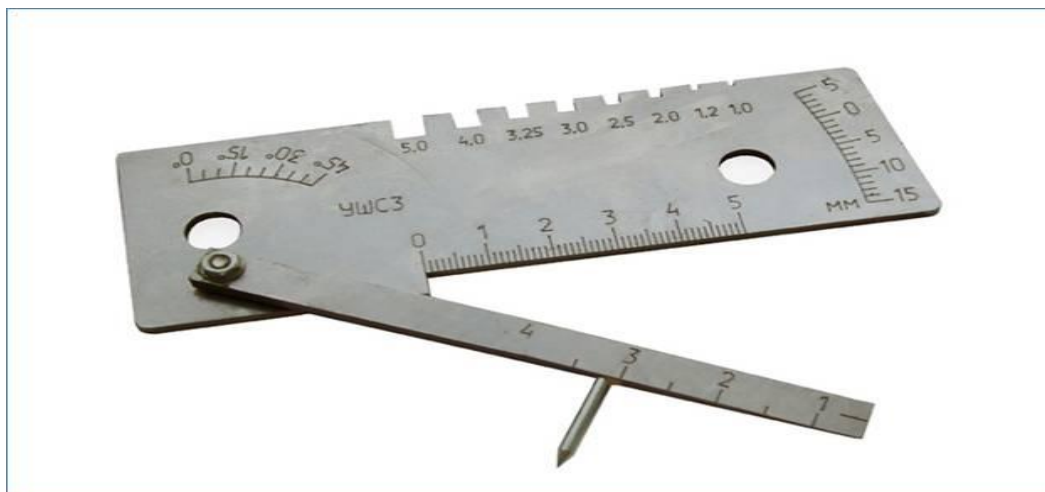


Рисунок 3.1- Универсального шаблона сварщика УШС-3

4. Безопасность и экологичность проекта.

4.1 Анализ опасных и вредных факторов возникающих в ходе выполнения электросварочных работ и пути их устранения.

Проект сборки-сварка опоры кабельной эстакады будет реализован на сборочно сварочном участке (рис. 4.1). В состав оборудования на данном участке входят: гидравлическая гильотина MetalMaster HCJ 25160, кондуктор для сборки и сварки, установка плазменной резки Aurora PRO AIRFORCE, Сварочный аппарат AuroraPRO SKYWAY 330. План сборочно-сварочного участка приведен в Приложении Д.

При проектировании и эксплуатации промышленного оборудования необходимо соблюдать правила по техники безопасности и производственной санитарии. Правила по технике содержит требования, направленные на защиту рабочего персонала от вредного воздействия предметов труда и безопасную работу оборудования.

Дуговая сварка изделий в среде смеси газов, требует соблюдения строгих правил техники безопасности и охраны труда.

Чертеж сборочно-сварочного цеха изображен на рисунке 4.1

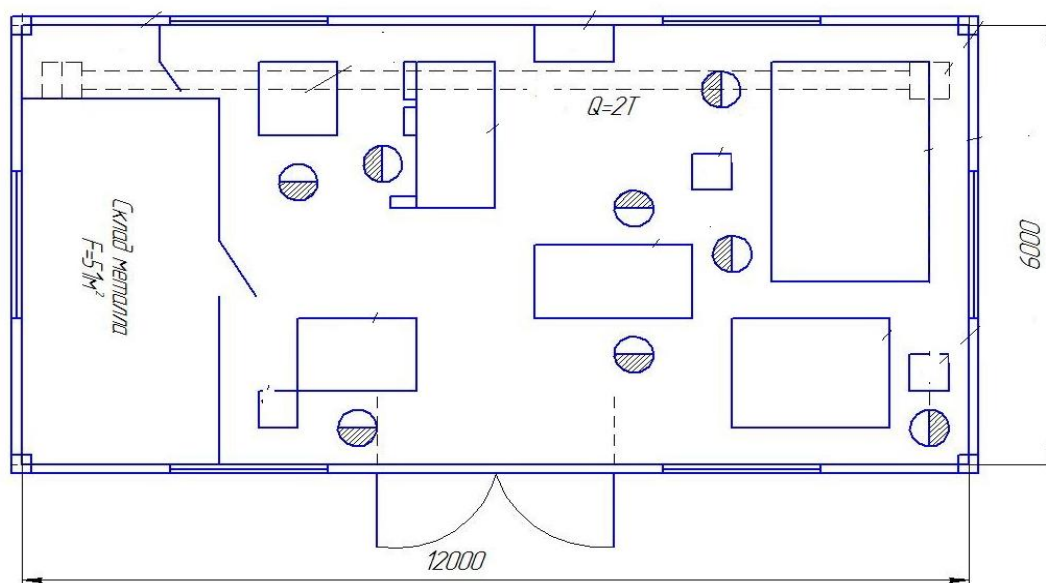


Рисунок 4.1 – Сборочно-сварочных цех для изготовления опоры.

Таблица 4.1 - Технологический паспорт объекта

№ п/п	Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	Сборка и сварка опоры кабельной эстакады	Рубка и резка заготовок, подготовка деталей под сварку, разделка кромок, сборка под сварку, прихватка сварка и зачистка швов	Слесарь-сборщик, сварщик	Гидравлическая гильотина MetalMaster HCJ 25160, кондуктор для сборки и сварки, установка плазменной резки Aurora PRO AIRFORCE, Сварочный аппарат AuroraPRO SKYWAY 330, шлифмашинка Hitachi	Сталь Ст3Гпс, сварочная проволока Св-08Г2С, баллон с газовой смесью, круг абразивный

4.2 Идентификация профессиональных рисков.

Производство опоры кабельной эстакады подразумевает некоторые производственные опасности причины которых различны. В зависимости от времени воздействия могут вызвать у работника частичную или полную потерю трудоспособности.

Для указанного способа сварки существует возможность опасных воздействий на сварщика по следующим факторам:

- 1) поражение человека электрическим током при возможном соприкосновении токоведущими частями электрической цепи;
- 2) поражение ультрафиолетовыми лучами органов зрения и не прикрытой поверхности кожи;
- 3) ожоги кожи от искр и капель металла при сварке;

4) отравление вредными газами и аэрозолями выделяющимися при сварке, и при загрязнении помещений;

5) взрывы из-за неправильного обращения с газовыми баллонами либо выполнения сварки вблизи легковоспламеняющихся и взрывоопасных веществ;

6) пожары от разлета капель расплавленного металла в процессе сварки;

7) травмы различного рода механического характера при подготовке тяжелых изделий к сварке и в процессе сварки.

8) большое количество профессиональных заболеваний у сварщика возникает в связи с воздействием на организм сварочных аэрозолей. Самое большое влияние на развитие таких болезней как пневмокониоз, интоксикация металлом и хронический бронхит оказывает сварка покрытым электродом.

Инструктаж по технике безопасности и обучение, первичный инструктаж на рабочем месте, ежеквартальный инструктаж являются общими для всех вредных факторов. Поэтому их не включаем в таблицу.

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

Таблица 4.2 – Идентификация профессиональных рисков.

№п/п	Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и / или вредного производственного фактора
------	---	--	--

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4
1	Резка, рубка, подготовка кромок,, сборка под сварку, прихватка, сварка, контроль сварных соединений	Острые кромки деталей и инструментов; движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; транспортирующиеся по цеху изделия , заготовки, материалы; повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочего места; повышенная температура, металла; высокое напряжений электрической цепи, замыкание которой может произойти; высокий уровень уровня инфракрасного излучения, перенос тяжелых заготовок, работка с согнутой спиной.	Гидравлическая гильотина MetalMaster HCJ 25160, кондуктор для сборки и сварки, установка плазменной резки Aurora PRO AIRFORCE, Сварочный аппарат AuroraPRO SKYWAY 330, шлифмашинка Hitachi Q13SR3, круг абразивный

4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

Таблица 4.3 – Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов (уже реализованные и предлагаемые для реализации в рамках бакалаврской работы).

№ п/п	Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	Подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы;	Предостерегающие таблички, соответствующая окраска, ограждения.	
2	Повышенная запыленность и повышенное содержание сварочных аэрозолей в воздухе рабочего места;	Использование вентиляции	Респираторы
3	Повышенная температура поверхностей оборудования и материалов;		Спецодежда, перчатки
4	Повышенная температура воздуха рабочей зоны;	Вентиляция	
5	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и производственного оборудования;		Перчатки и спецодежда.
6	Повышенная пульсация светового потока;	Ограждение места сварки специальными щитами,	Сварочная маска
7	Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека;	Надежное заземление корпусов электрических машин. Изоляция токопроводящих проводов.	Сухая спецодежда без металлических гвоздей и шпилек, в замкнутых помещениях диэлектрические коврики
8	Повышенный уровень ультрафиолетового и инфракрасного излучения;	Экранирование места сварки щитами,	Спецодежда, маска сварщика
9	Повышенный уровень ионизирующих излучений в рабочей зоне;	Экранирование, увеличение расстояния от источника излучения и ограничение времени пребывания работника в этой зоне.	

4.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности участка сборки и сварки .

При дуговой электросварке искры и брызги расплавленного металла разлетаются на большие расстояния, что оказывает большое влияние на риск возгорания. Возникновение пожаров по этой причине существует в тех случаях, когда сварку выполняют по металлу, закрывающему дерево или горючие изоляционные материалы, огневые работы на деревянных лесах, вблизи легко воспламеняющихся материалов и т. п. недопустимы.

На участке сборки и сварки возможно возникновение пожаров. Основные классы пожара на данном участке и сопутствующие пожару опасные факторы приведены в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара.

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	Сбоки-сварки опоры кабельной эстакады	Гидравлическая гильотина MetalMaster HСJ 25160, кондуктор для сборки и сварки, установка плазменной резки Aurora PRO AIRFORCE, Сварочный аппарат AuroraPRO SKYWAY 330, шлифмашина Hitachi Q13SR3, круг абразивный	Пожары, связанные с воспламенением и горением веществ и материалов электроустановок, находящихся под электрическим напряжением (Е)	Пламя и искры; тепловой поток; повышенная температура окружающей среды; повышенная концентрация продуктов горения; снижение видимости в дыму	замыкание электрического напряжения на токопроводящих частях установок, оборудования, агрегатов, термохимические воздействия используемых при пожаре огнетушащих веществ на предметы и людей при пожаре

Таблица 4.5 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.
Ящики с песком, кошма, огнетушитель ОП-5	Пожарные автомобили или (вызываю- ются)	Не используются	Не применяются	Краны пожарные напорные пожарные рукава	Действия согласно плану эвакуации	Лопата, багор, топор	Телефон в помещении начальника участка, кнопка извещения о пожаре

Таблица 4.6 – Организационные (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	Обучение рабочих и служащих правилам противопожарной безопасности, применение средств агитации по обеспечению пожарной безопасности, проведение учений с производственным персоналом.	На участке необходимо иметь первичные средства пожаротушения в достаточном количестве, должны быть защитные экраны и ловушки ограничивающие разлет искр.

4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

Таблица 4.7 – Идентификация экологических факторов

Наименование объекта, технологического процесса	Структурные технического технологического процесса (здания по функциональному назначению, технологические операции, оборудование), энергетическая установка транспортного средства	Воздействие технического объекта на атмосферу (вредные и опасные выбросы в окружающую среду)	Воздействие технического объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжения)	Воздействие технического объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра) (образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительного покрова и т.д.)
Сварка	Подготовка деталей к сварке, сборка, прихватка, сварка.	Сварочные аэрозоли, пыль.	Масло машинное	упаковка от сварочной проволоки, бумажная, полиэтиленовая; металлолом, преимущественно стальной; огарки электродов и проволоки; бытовой мусор.

Таблица 4.8 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду.

Наименование технического объекта	Сварка
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Установить в систему вентиляции воздуха с использованием фильтров улавливающих газообразные включения.
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Установка контейнеров раздельного сбора бытового мусора и производственных отходов, отдельный контейнер для металлолома, соответствующи надписи на них, инструктаж среди производственного персонала.

4.6 Мероприятия по уменьшению вредных и опасных факторов

При работе над данным разделом бакалаврской работы были выявлены и проанализированы опасные и вредные производственные факторы при сварке проволокой Св08Г2С опоры кабельной эстакады из конструкционной стали.

Было проведено исследование возможности их устранения и уменьшения. Показано, что применениена участке обычных средств обеспечения безопасности исанитарии производства обеспечит безопасность жизни и здоровьяпроизводственного персонала.

В базовом технологическом процессе имеет место малая механизация сборочного процессав результате чего сборщикам приходилосьперемещать тяжелые заготовки и использовать различные подручныесредства для их фиксации в соответствии с положением на чертеже, так же во время постановкиприхваток сборщики подвергались излучению сварочной дуги.

В результате применения сборочно-сварочного кондуктора уменьшалась трудоемкость и , как результат рабочимв меньше степени приходится применять физическую силу для постановки деталей. Так же использование пневмоприжима даловозможность сборщику находится на безопасном расстоянии в процессе постановки прихваток и не подвергаться излучению сварочной дуги.

5. Экономическая эффективность работ.

5.1 Краткая характеристика сравниваемых вариантов.

Краткая характеристика сравниваемых вариантов приведена в таблице

5.1

Таблица – 5.1 Краткая характеристика сравниваемых вариантов

Базовый вариант	Проектный вариант
На базовом предприятии ООО НПО «Руспром» опора кабельной эстакады собирается на столах с т образными пазами без применения сборочных кондукторов с использованием копира для нанесения разметки для установки пластин. Общая сварка изделия производится ручной электро дуговой сваркой электродами УОНИ 13/55, аппаратами ВД 306. Данный вариант изготовления изделия имеет ряд недостатков. Рабочие вынуждены тратить большое количество времени на постановку размеров, так же сварка покрытым электродом значительно проигрывает в скорости по сравнению с другими способами.	Для повышения производительности при изготовлении опоры кабельной эстакады можно использовать кондуктор для сварки двухветвевых колонн. В данной бакалаврской работе будет применяться Augora PRO SKYWAY 330 SYNERGIC. В качестве сварочной материала будет использоваться проволока Св08Г2С. Для повышения производительности планируется увеличение скорости сварки. Для решения этого вопроса будет использоваться сварка в среде защитных газов и применение кондуктора.

Исходные данные по проекту приведены в таблице 5.2

Таблица 5.2 - Исходные данные по проекту

№	Наименование показателей	Базовый вариант	Проектный вариант
1	Цена 1 кг материала изделия Сталь Ст3Гпс	25 руб./кг	25 руб./кг
2	Цена 1 кг: - электродов УОНИ 13/55 - сварочной проволоки Св08Г2С - газовая смесь CO ₂ /Ar20%	70 руб./кг -	- 104 руб./кг 15 руб./л
3	Цена сварочного оборудования: - выпрямитель ВД-306У - аппарат Aurora PRO SKYWAY 330	32000 руб. -	- 75000 руб.
4	Оснастка: -копир -сборочно-сварочный кондуктор	5000 руб.	25000 руб.

5.2 Расчет нормы штучного времени на выполняемые технологические операции.

Штучное время – количество времени которое необходимо затратить что бы совершить все необходимые операции для производства конструкции придать опоре кабельной эстакады законченный вид.

$$t_{шт} = t_{n-з} + t_o + t_{\theta} + t_{отл} + t_{обсл} + t_{н.п} \quad (10)$$

где $t_{n-з}$ – подготовительное и заключительное время которое учитывается только в мелкосерийном и единичном производстве; $t_{n-з} = 0,05\%$ от t_o (время которое тратится на изучение чертежа и подготовку и переналадку используемого оборудования);

$t_o = t_M$ – основное время работы сварочного оборудования;

t_{θ} – вспомогательное время $t_{\theta} = 5-25\%$;

$t_{отл}$ – время на перерыв, естественные и личные надобности $t_{отл} = 5\%$ от t_o ;

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

$t_{н.п}$ – время неустраняемых перерывов, которое предусмотрено технологическим процессом.

Трудоемкость базового технологического процесса приведена в таблице 5.3

Таблица 5.3 - Трудоемкость базового технологического процесса

Операции	$t_{н-з}$	t_o	$t_{в}$	$t_{отл}$	$t_{обсл}$	$t_{н.п}$	$t_{шт}$
Заготовительная	0,13	3	0,6	0,01	0,24	0,18	4,25
Сборочная	0,6	1,5	0,3	0,005	0,12	0,09	2,12
Сварочная	0,4	8	0,8	0,04	0,64	0,3	9,46
Контрольная	0,05	1	0,1	0,05	0,08	0,15	1,55
Итого:	1,63	13,5	1,08	0,105	1,08	0,72	17,36

Трудоемкость проектного технологического процесса приведена в таблице 5.4

Таблица 5.4 - Трудоемкость проектного технологического процесса

Операции	$t_{н-з}$	t_o	$t_{в}$	$t_{отл}$	$t_{обсл}$	$t_{н.п}$	$t_{шт}$
Заготовительная	0,13	4,5	0,9	0,01	0,24	0,18	4,25
Сборочная	0,05	1	0,01	0,01	0,08	0,15	1,55
Сварочная	0,2	4,2	0,9	0,08	0,36	0,2	5,94
Контрольная	0,05	1	0,1	0,05	0,08	0,15	1,55
Итого:	0,43	10,7	1,1	0,15	0,76	0,68	13,29

Так как время t_o в технологических картах отсутствует его узнаем расчетным путем

$$t_o = \frac{60 * M_{напл.мет} * L_{шт}}{I_{св.} * \alpha_{напл}}, \quad (11)$$

где:

$M_{напл.мет}$ – масса металла которое наплавлено на одно изделие, кг;

$L_{ш}$ – длинна швов в изготавливаемом изделии, м;

$I_{св}$ – сила используемого сварочного тока, А;

$\alpha_{напл}$ – коэффициент наплавки металла для электродов и проволоки оно является 9 Г/А*час.

t_o в проектном варианте

$$t_o = \frac{60 * 3,8 * 12,5}{77 * 9} = 4,01$$

Затраты на проволоку Св08Г2С

$$ЗМ_{np} = H_{np} \cdot Ц_{np} \quad (12)$$

где: $H_{эл.(np)}$ – норма расхода проволоки Св08Г2С на одну опору, кг;

$Ц_{эл.(np)}$ – цена проволоки, руб. за 1кг.

$$ЗМ_{np} = 3,8 \cdot 104 = 403$$

Норма расхода проволоки Св08Г2С рассчитываем по формуле:

$$H_{np} = Y \cdot L_{ш} \quad (13)$$

где Y – удельная норма расхода сварочных материалов в зависимости от длинны шва (кг/м);

$L_{ш(в)}$ – всех сварных швов в опоре, м.

$$H_{np} = 0,31 \cdot 12,5 = 3,8$$

$$Y = k_p \cdot M_{напл.мет} \quad (14)$$

где k_p – коэффициент расхода сварочных материалов при изготовлении опоры в него включены потери электродного металла на угар и разбрызгивание при сварке

$M_{напл.мет}$ – масса наплавленного металла опоре кабельной эстакады, кг/м.

$$Y = 1,15 \cdot 0,31 = 0,35$$

5.3 Капиталовложение в оборудование.

Капиталовложение в оборудование – это количество ресурсов которое необходимо затратить на покупку новых производственных фондов или обновление (ремонт) уже имеющихся. Источником капиталовложений являются: чистая прибыль предприятия, амортизационный фонд и страховые случаи связанные с оборудованием, средства полученные путем получения от банка кредитов, организаций которые заинтересованы в получении выгоды от использования производственных фондов, субсидии полученные из федерального бюджета.

Общие капиталовложения в используемое оборудование
оборудование для базового варианта

$$K_{\text{общ}} = K_{\text{пр}} + K_{\text{соп}} \quad (15)$$

где: $K_{\text{пр}}$ – прямые капитальные вложения в это используемое оборудование, руб.;

$K_{\text{соп}}$ – сопутствующие капитальные вложения в него же, руб.

$$K_{\text{общ}} = 1986280 + 0 = 1986280$$

$$K_{\text{пр}} = \sum \Pi_{\text{об}} * k_3 \quad (16)$$

где $\sum \Pi_{\text{об}}$ – суммарная цена всего применяемого оборудования, руб.;

k_3 – коэффициент загрузки оборудования.

$$K_{\text{пр}} = 2159000 * 0,92 = 1986280$$

$$n_{\text{об.расчетн}} = \frac{N_{\text{пр}} * t_{\text{шт}}}{\Phi_{\text{эф}} * 60} \quad (17)$$

где: $N_{\text{пр}}$ – количество опор предусмотренное программой, шт.;

$t_{\text{шт}}$ – штучное время на изготовление опоры кабельной эстакады, мин.;

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

$$n_{\text{об.расчетн}} = \frac{500 * 1041,6}{1857 * 60} = 4,6$$

Принимаем : 5

Коэффициент загрузки оборудования рассчитывается по формуле

$$k_3 = \frac{n_{об.расчетн}}{n_{об.прин}} \quad (17)$$

$$k_3 = \frac{4,6}{5} = 0,92$$

Фонд времени работы сварочного оборудования определяется так:

$$\Phi_{эф} = (D_k - D_{вых} - D_{пр}) * T_{см} * S * (1 - k_{р.н}) \quad (18)$$

где: D_k – количество дней календаре;

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

$D_{пр}$ – количество праздников в году;

$T_{см}$ – продолжительность одной рабочей смены, часов;

S – количество рабочих смен (одна смена);

$k_{р.н}$ – потери времени работы оборудования на ремонт и перенастройку (0,06).

$$\Phi_{эф} = (247) * 8 * (1 - 0,06) = 1857$$

Капиталовложение в оборудование для проектного варианта.

Общие капиталовложения в оборудование

$$K_{общ} = K_{пр} + K_{соп} \quad (19)$$

$$K_{общ} = 2015850 + 51800 = 2067650$$

$$K_{пр} = \sum \Pi_{об} * k_3 \quad (20)$$

$$K_{пр} = 2265000 * 0,89 = 2015850$$

$$n_{об.расчетн} = \frac{N_{пр} * t_{шт}}{\Phi_{эф} * 60} \quad (21)$$

$$n_{об.расчетн} = \frac{500 * 797,4}{1857 * 60} = 3,5$$

Принимаем : 4

Коэффициент загрузки сварочного оборудования

$$k_3 = \frac{3,5}{4} = 0,89$$

Сопутствующие капитальные вложения:

$$K_{con} = K_{монт} + K_{дем} + K_{площ} \quad (22)$$

$$K_{con} = 33000 + 18800 + 0 = 51800$$

$K_{площ}$ – затраты на производственные площади на которое будет поставлено купленное оборудование.

$$K_{монт} = \Sigma Ц_{об} * k_{монт} \quad (23)$$

где: $k_{монт}$ – коэффициент монтажа этого оборудования = 0,2.

$$K_{монт} = 165000 * 0,2 = 33000$$

$$K_{дем} = \Sigma Ц_{об} * k_{дем} \quad (24)$$

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

$$K_{дем} = 94000 * 0,2 = 18800$$

Удельные капитальные вложения в оборудование (капитальные вложения на одну единицу изделия)

$$K_{y\partial} = \frac{K_{общ.}}{N_{np}} \quad (25)$$

Базовый вариант

$$K_{y\partial} = \frac{1986280}{500} = 3972$$

Проектный вариант

$$K_{y\partial} = \frac{2067650}{500} = 4135$$

5.4 Расчет себестоимости сравниваемых вариантов.

Себестоимость – это совокупность расходов выраженное в денежной форме которые потрачены на изготовление и реализацию одной единицы готовой продукции, он неё напрямую зависит прибыль предприятия.

Полная себестоимость это сумма затраченных денежных средств на одно изделие. Полная себестоимость складывается из : Цеховой (цена металла затраченного на производство, затрат на электроэнергию, на содержание производственных площадей, амортизационных отчислений на оборудование, зарплату рабочим и отчислений на соц. Нужды и налоговые отчисления). Она вычисляется на основе калькуляции всех расходов.

Затраты на основные материалы.

$$ЗМ = ЗМ_{осн} + ЗМ_{всп} \quad (26)$$

$$ЗМ = 1437 + 0 = 1437$$

Затраты на основной материал:

$$ЗМ_{осн} = H_{м} * Ц_{м} * k_{м.з} - H_{отх} * Ц_{отх} \quad (27)$$

$H_{отх}$ и $Ц_{отх}$ цена на отходы от основного металла.

$H_{м}$ – норма расхода металла на одну опору, кг;

$Ц_{м}$ – цена одного килограмма Ст3Гпс, руб.;

$k_{м.з}$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов;

$H_{отх}$ – норма отходов стали Ст3Гпс, кг;

$Ц_{отх}$ – цена кг отходов используемой стали, руб.

$$ЗМ_{осн} = 825 * 25 * 0,1 - 25 * 25 = 1437$$

Затраты на вспомогательные (сварочные) материалы:

Для рдс затраты на сварочные материалы складываются из стоимости электродов:

$$ЗМ_{св} = ЗМ_{эл.} \quad (28)$$

где $ЗМ_{эл(пр)}$ – затраты на УОНИ 13/55 руб.

$$ЗМ_{св} = 420$$

Затраты на применяемые электроды:

$$ЗМ_{эл.} = H_{эл.} * Ц_{эл.} \quad (29)$$

где: $H_{эл.}$ – норма расхода св. электродов, на одно изделие, кг;

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

$$ЗМ_{эл.} = 5 \cdot 70 = 420$$

Затраты на проволоку

$$ЗМ_{св} = ЗМ_{св.пров} + З_{з.г} \quad (30)$$

где $ЗМ_{св.пров}$ – затраты на Св08Г2С, руб.;

$З_{з.г.}$ – затраты на газовую смесь, руб.

$$ЗМ_{св} = 403 + 18 = 421$$

$$ЗМ_{np} = H_{np} \cdot C_{np} \quad (31)$$

где: H_{np} – норма расхода Св08Г2С на одну опору, кг;

C_{np} – цена св. проволоки, руб. за 1 кг.

$$C_{np} = 3,8 \cdot 104 = 403$$

Затраты на газовую смесь при сварке

$$З_{з.г} = H_{з.г} \cdot C_{з.г} \quad (32)$$

где $H_{з.г}$ – норма расхода газовой смеси на 1 погонный метр шва, литр/мин;

$C_{з.г}$ – цена газа, руб./литр.

$$З_{з.г} = 0,1 \cdot 15 = 1,5$$

Затраты на электрическую энергию для обеспечения работы

$$З_{э-э} = \frac{P_{об} \cdot t_o}{\eta \cdot 60} \cdot C_{э-э} \quad (33)$$

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

t_o – время которое работает сварочное оборудование;

η – коэффициент полезного действия св. оборудования;

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

Базовый вариант

$$З_{э-э} = \frac{4,8 \cdot 7}{0,6 \cdot 60} \cdot 5 = 38$$

Проектный вариант

$$З_{э-э} = \frac{6 \cdot 7}{0,6 \cdot 60} \cdot 5 = 44$$

5.5 Расчет амортизации

Амортизационные отчисления – это денежные средства направленные на компенсацию износа предметов, которые являются частью основных фондов предприятия. Они используются для полного или частичного восстановления (капитальный ремонт) оборудования. Амортизацию начисляют ежемесячно, если оборудование выбыло то выплаты перестают перечислять после первого числа следующего месяца. Амортизация начисляется так же на недооформленные, находящиеся в простое или ремонте основные фонды предприятия. Отчисления всегда включаются в издержки производства и производятся на основании оценки балансной стоимости производственных фондов. Амортизационные отчисления являются большим преимуществом по сравнению с прибылью, так как не облагаются налогами.

Базовый вариант

$$З_{об} = A_{об} + P_{т.р} \quad (34)$$

где $A_{об}$ – амортизационные отчисления, руб.;

$P_{т.р}$ – затраты на текущий ремонт применяемого оборудования, руб.;

$$З_{об} = 36,63 + 0,33 = 36,96$$

$$A_{об.} = \frac{Ц_{об} * Ha_{об} * t_{шт}}{\Phi_{эф} * 60 * 100} \quad (35)$$

где: $Ц_{об}$ – цена рабочего оборудования, руб.;

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

$$A_{об.} = \frac{2159000 * 18 * 1059}{1857 * 60 * 100} = 36,63$$

Затраты на необходимый текущий ремонт оборудования

$$P_{т.р} = \frac{\Sigma C_{об} \cdot H_{т.р} \cdot k_3}{\Phi_{эф} \cdot 100} \quad (36)$$

где $C_{об}$ - цена единицы технологического оборудования, руб.;

$H_{т.р.}$ - норма отчислений на текущий ремонт оборудования, принимаем = 24%;

k_3 - коэффициент загрузки оборудования.

$$P_{т.р} = \frac{= 2159000 \cdot 0,35 \cdot 0,91}{1857 \cdot 100} = 0,33$$

где $H_{т.р.}$ - норма отчислений на производимый ремонт оборудования, $\approx$ 35%;

Затраты на содержание и эксплуатацию сборочно-сварочных приспособлений

$$З_{присп.} = \frac{C_{присп} \cdot N_{а присп} \cdot k_3}{100 \cdot T_{присп} \cdot N_{г}} \quad (37)$$

где: $C_{присп.}$ - цена используемого сборочно-сварочного кондуктора, руб.;

$N_{а присп.}$ - норма амортизационных отчислений на приспособления, %

$T_{присп.}$ - срок службы приспособлений, лет,

$$З_{присп.} = \frac{5000 \cdot 12 \cdot 0,91}{100 \cdot 1 \cdot 500} = 1,1$$

Затраты на содержание и эксплуатацию рабочего инструмента

Базовый вариант

$$З_{инстр.} = \frac{C_{инстр} \cdot N_{а инстр} \cdot t_{шт}}{100 \cdot T_{инстр} \cdot \Phi_{эф} \cdot 60} \quad (38)$$

где $C_{инстр.}$ - суммарная цена используемого инструмента, руб.;

$N_{а инстр.}$ - норма амортизационных отчислений на рабочий инструмент, %;

$T_{инстр.}$ - срок службы инструмента, лет.

$$З_{инстр.} = \frac{20000 \cdot 15 \cdot 1059}{100 \cdot 1482 \cdot 1857 \cdot 60} = 0,29$$

Проектный вариант

Затраты на содержание и эксплуатацию применяемого в производстве опоры кабельной эстакады стандартного и нестандартного оборудования

$$З_{об} = 28,71 + 49 = 29,20$$

$$A_{об.} = \frac{2265000 \cdot 0,18 \cdot 797}{1857 \cdot 60 \cdot 100} = 28,71$$

Затраты на текущий ремонт нашего оборудования

где $H_{т.р}$ – норма отчислений на идущий ремонт оборудования, $\approx 35\%$;

$$P_{т.р} = \frac{2265000 \cdot 0,35 \cdot 0,89}{1857 \cdot 100} = 0,49$$

Затраты на содержание и эксплуатацию сборочно-сварочных приспособлений

$$З_{присп.} = \frac{25000 \cdot 12 \cdot 0,81}{100 \cdot 3 \cdot 500} = 1,62$$

Затраты на содержание и эксплуатацию рабочего инструмента

$$З_{инстр.} = \frac{20000 \cdot 15 \cdot 797}{100 \cdot 1482 \cdot 1857 \cdot 60} = 0,17$$

Затраты на производственную площадь

$$З_{плоч} = \frac{Ц_{плоч} \cdot S_{плоч} \cdot H_{аплоч} \cdot t_{шт}}{\Phi_{эф} \cdot 100 \cdot 60} \quad (39)$$

$S_{плоч}$ - производственная площадь, занимаемая оборудованием, m^2 ;

$Ц_{плоч}$ - цена 1 m^2 занимаемой производственной площади,

$H_{аплоч}$ - норма амортизационных отчислений на производственные площади;

$k_{доп.пл.}$ - коэффициент, учитывающий дополнительную производственную площадь

Базовый вариант

$$З_{плоч} = \frac{200 * 6 * 1 * 1050}{1857 * 100 * 60} = 1,4$$

Проектный вариант

$$З_{плоч} = \frac{200 * 6 * 1 * 797}{1857 * 100 * 60} = 1,1$$

Затраты на зарплату основных производственных рабочих и необходимыми отчислениями на социальные нужды.

Несовершенство базовой технологии, большие припуски на механическую обработку, излишние затраты на изготовление деталей увеличивают себестоимость готовой продукции. Придание заготовки нужные геометрические размеры, борьба со сварочными деформациями увеличивают заработную плату основных производственных рабочих. Расчет заработной платы производят прежде всего из системы премирования. Фонд заработной платы разделяется на основную и дополнительную заработную плату. В основную включено отработанное время у повременников и количество выпущенной продукции у сдельщиков.

Базовый вариант

$$\Phi ЗП = ЗПЛ_{осн} + ЗПЛ_{доп} \quad (40)$$

$$\Phi ЗП = 2029 + 81 = 2210$$

Основная заработная плата производственных рабочих вычисляется так:

$$ЗПЛ_{осн} = C_{\text{ч}} * t_{\text{шт}} * k_{\text{зпл}} \quad (41)$$

где: $C_{\text{ч}}$ – часовая ставка по тарифу, руб./час;

$k_{\text{зпл}}$ – коэффициент начислений на основную заработную плату.

$$ЗПЛ_{осн} = 60 * 17,36 * 1,67 = 2029$$

$$k_{\text{зпл}} = k_{\text{пр}} * k_{\text{вн}} * k_{\text{у}} * k_{\text{нф}} * k_{\text{н}} \quad (42)$$

где $k_{\text{пр}} = 1,25$ – коэффициент премий;

$k_{\text{вн}} = 1,1$ – коэффициент от выполнения производственной нормы;

$k_{\text{у}} = 1,1$ – коэффициент доплаты за условия труда;

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

$k_{н} = 1,133$ – коэффициент доплат за работу в вечернее и ночное время (отсутствуют).

$$k_{знл} = 1,25 * 1,1 * 1,1 * 1,067 = 1,67$$

Дополнительная заработная плата основных производственных рабочих вычисляется следующим образом

$$ЗПЛ_{доп} = \frac{k_{д}}{100} \cdot ЗПЛ_{осн} \quad (43)$$

$$ЗПЛ_{доп} = \frac{4}{100} \cdot 2029 = 81$$

где $k_{д}$ – коэффициент соотношения между основной и дополнительной выплачиваемой зарплатой.

Проектный вариант

$$\Phi ЗП = 1331 + 53 = 1384$$

Основная заработная плата имеющихся основных производственных рабочих

$$ЗПЛ_{осн} = 60 * 13,29 * 1,67 = 1331$$

$$k_{знл} = 1,25 * 1,1 * 1,1 * 1,067 = 1,67$$

Дополнительная заработная плата основных производственных рабочих

$$ЗПЛ_{доп} = \frac{4}{100} \cdot 1331 = 53$$

Отчисления на социальные нужды – это отчисления по нормам установленным государством. Плательщиками являются организации, индивидуальные предприниматели и физические лица. Законами установлены проценты от заработной платы перечисляемые в пенсионный фонд Российской Федерации 26 процентов, фонд социального страхования, 3 процента, фонд обязательного медицинского страхования 5 процентов.

Отчисления на социальные нужды рассчитываются исчисляются:

$$O_{с.н.} = \frac{H_{соц} \cdot \Phi ЗП}{100} \quad (44)$$

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

Базовый вариант

$$O_{с.н.} = \frac{30 \cdot 2210}{100} = 633$$

Проектный вариант

$$O_{с.н.} = \frac{30 \cdot 1384}{100} = 415$$

Технологическая себестоимость опоры

$$C_{tex} = 3M + 3_{к.из} + 3_{п.ф} + 3_{э-э} + 3_{об} + 3_{присп} + 3_{инстр} + 3_{площ} + \Phi 3П + O_{с.н} \quad (43)$$

Базовый вариант

$$C_{tex} = 1437 + 420 + 4,6 + 3693 + 7,5 + 2210 + 663 = 8435$$

Проектный вариант

$$C_{tex} = 1437 + 421 + 5,8 + 2920 + 7,5 + 1331 + 415 = 6531$$

Цеховая себестоимость опоры кабельной эстакады

Базовый вариант

$$C_{цех} = C_{tex} + P_{цех} \quad (45)$$

где $P_{цех}$ – общепроизводственные расходы, руб.

$$C_{цех} = 4057 + 5525 = 9582$$

$$P_{цех} = k_{цех} \cdot 3П_{осн.} \quad (46)$$

где $k_{цех.}$ – коэффициент применяющийся в цеховых

(общепроизводственных) расходах = 2,5.

$$P_{цех} = 2,5 \cdot 2210 = 5525$$

Проектный вариант

$$C_{цех} = 2866 + 3327 = 6193$$

$$P_{цех} = 2,5 \cdot 1331 = 3327$$

Заводская себестоимость опоры кабельной эстакады

Базовый вариант изготовления

$$C_{зав} = C_{цех} + P_{зав} \quad (47)$$

где $P_{зав}$ – заводские (общехозяйственные) расходы, руб.

$$C_{зав} = 9582 + 3978 = 13560$$

$$P_{зав} = k_{зав} * 3ПЛ_{осн} \quad (48)$$

где $k_{зав}$ – коэффициент применяемый в заводских (общехозяйственных) расходах = 1,8.

$$P_{зав} = 1,8 * 2210 = 3978$$

Проектный вариант изготовления опоры

$$C_{зав} = 6193 + 2395 = 8588$$

$$P_{зав} = 1,8 * 1331 = 2395$$

Полная себестоимость производимой опоры

Базовый вариант

$$C_{полн} = C_{зав} + P_{вн} \quad (49)$$

где $P_{вн}$ – внепроизводственные расходы, руб.

$$C_{полн} = 13560 + 678 = 14232$$

Внепроизводственные расходы – это расходы, связанные с реализацией изготовленной опоры кабельной эстакады.

$$P_{вн} = k_{вн} \cdot C_{зав} \quad (50)$$

где $k_{вн}$ – коэффициент учитывающий внепроизводственные расходы = 0,05.

$$P_{вн} = 0,05 \cdot 13560 = 678$$

Проектный вариант

$$C_{полн} = 8588 + 430 = 9018$$

$$P_{вн} = 0,05 \cdot 8588 = 430$$

$$\Delta C_{полн} = \frac{C_{полн}^{баз} - C_{полн}^{пр}}{C_{полн}^{баз}} \cdot 100\% \quad (51)$$

где $C_{полн}^{баз}$ – полная себестоимость изделия по базовому варианту, руб.;

$C_{полн}^{пр}$ – полная себестоимость изделия по проектному варианту, руб.

$$\Delta C_{полн} = \frac{14232 - 9018}{14232} \cdot 100\% = 36,6$$

Калькуляция себестоимости изделия приведена в таблице 5.5

Таблица 5.5 - Калькуляция себестоимости

Статьи затрат	Базовый вариант	Проектный вариант
1. Основной металл	1437	1437
2. Металл вспомогательный	0	0
3. Покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты	0	0
4. Электрическая энергия	38	44
5. Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	36,3	29,2
6. Затраты на содержание применяемых приспособлений и инструмента	1,4	1,8
7. Затраты на содержание занимаемой под оборудование площади	1,4	1,1
8. Основная заработная плата	2210	1384
9. Дополнительная заработная плата	81	53
10. Отчисления на социальное страхование	663	415
Технологическая себестоимость	4057	2866
Цеховая себестоимость	9582	6193
Заводская себестоимость	13560	8588
Потери от брака	0	0
Внепроизводственные расходы	679	430
Полная себестоимость	14232	9018

5.6 Расчет экономической эффективности разрабатываемого проекта

Планируемая прибыль (условно-годовая экономия) от снижения себестоимости производства опоры кабельной эстакады

$$Pr_{ож.} = \Delta_{y.g.} = \left(C_{полн.}^{баз} - C_{полн.}^{проект} \right) \cdot N_{пр} \quad (52)$$

$$Pr_{ож.} = 2607000 = (4232 - 9018) \cdot 500 = 2607000$$

Налог выплачиваемый на прибыль

$$H_{пр} = Pr_{ож.} \cdot k_{нал} \quad (53)$$

где $k_{нал}$ – коэффициент налогообложения на прибыль = 0,24

$$H_{пр} = 2607000 \cdot 0,24 = 625680$$

Чистая прибыль, полученная от снижения себестоимости опоры,

$$Pr_{чист} = Pr_{ож.} - H_{пр} \quad (54)$$

$$Pr_{чист} = 2607000 - 625680 = 1981320$$

Годовой экономический эффект от включения в используемый технологический процесс нового оборудования

$$\Delta_z = \left[\left(C_{полн}^{баз} + E_n \cdot K_{уд}^{баз} \right) - \left(C_{полн}^{проект} + E_n \cdot K_{уд}^{проект} \right) \right] \cdot N_{пр} \quad (55)$$

$$E_n - E_n = 0,33.$$

$$\Delta_z = (1116000 + 0,33 \cdot 3927) - (509000 + 0,33 \cdot 4135) \cdot 500 = 207857$$

Срок окупаемости капитальных инвестиций

$$T_{ок} = \frac{K_{общ}^{проект}}{Pr_{чист}} \quad (56)$$

$$T_{ок} = \frac{2067650}{1981320} = 1,5 \text{ года}$$

В машиностроении $T_{ок}$ не должен превышать 4 года, в ином случае, внедрение новой техники считается неэффективным.

Коэффициент сравнительной экономической эффективности

$$E_{cp} = \frac{1}{T_{ок}} \quad (57)$$

$$E_{cp} = \frac{1}{1,1} = 0,66$$

5.7 Расчет повышения производительности труда.

- снижения трудоемкости выполняемых работ,
- уменьшения количества работников при прежнем объеме выполняемых работ,
- увеличения объема производства при прежней численности работников.

Снижение трудоёмкости изготовления изделия

$$\Delta t_{ум} = \frac{t_{ум}^{баз} - t_{ум}^{проектн}}{t_{ум}^{баз}} * 100\% \quad (58)$$

$$\Delta t_{ум} = \frac{17,36 - 12,29}{17,36} * 100 = 29\%$$

Уменьшение трудоемкости достигнуто за счет введения более производительного способа сварки.

Повышение производительности труда

Повышение производительности труда $\Delta\Pi_T$:

$$\Delta\Pi_T = \frac{100 * \Delta t_{ум}}{100 - \Delta t_{ум}} (\%) \quad (59)$$

$$\Delta\Pi_T = \frac{100 * 29}{100 - 29} = 35\%$$

Экономическая эффективность работы приведена в Приложении Е.

Заключение.

В данной бакалаврской работе было доказано, что применение более производительного способа механизированной сварки в совокупности с использованием сборочно-сварочного кондуктора позволило повысить производительность на 35%. Так же применение предлагаемых мероприятий снизит общую трудоемкость на 29%.

Список используемой литературы

1. Сварка в машиностроении: Справочник в 4-х т./Редкол.: Г.А. Николаев (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1978 – Т.1/Под ред. Н.А. Ольшевского. 1978. 504 с.;
2. Сварка в машиностроении: Справочник в 4-х т./Редкол.: Г.А. Николаев (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1978 – Т.3/Под ред. В.А. Винокурова. 1979. 567 с.;
3. Милютин, В.С. Источники питания для сварки/В.С. Милютин, М.П. Шалимов, С.М. Шанчуров. – М.: Айрис-пресс, 2007. – 384 с.: ил. – (Высшее образование);
4. Козулин М.Г. Технология сварочного производства и ремонта металлоконструкций: учеб. пособие для вузов. - Тольятти: ТГУ, 2002, -280 с.
5. Козулин М.Г. Конструирование приспособлений для сварочного производства: учеб. пособие / М.Г. Козулин, Н.Е. Машнин. - Тольятти: ТГУ, 2007. - 81 с.
6. Куркин С.А. и др. Технология, механизация и автоматизация производства сварных конструкций: Атлас: Учебное пособие для студентов машиностроительных специальностей вузов / С.А. Куркин, В.М. Ховов, А.М. Рыбачук. - М.: Машиностроение, 1989.-328 с.
8. Лучкин Р.С. Расчёт и проектирование сварных конструкций. Тольятти: ТГУ, 2004. -232 с.
9. Милютин В.С. Источники питания для сварки. / В.С. Милютин, М.П. Шалимов, С.М. Шанчуров. - М.: Айрис-пресс, 2007.-379 с.
10. Механическое сварочное оборудование: каталог, / А.О.ВНИИТЭМР; сост. Е.В. Кравец. - М.: Каталог, 2002.-130 с.
11. Оборудование для сварочного и литейного производств 2001: номенклатурный каталог / ОАО ВНИИТЭМР; соств. А.И. Беяк. - М.: Каталог, 2001. -117 с.

12. Оборудование для сварочного и литейного производств 2004: Номенклатурн. Каталог, 2004.-123 с.
13. Сварочное оборудование: Каталог / ОАО ВНИИТЭМР.-М.: Каталог, 2002-130 с.
14. Рыжков Н.И. Производство сварных конструкций втяжелом машиностроении. - М.: Машиностроение, 1980-375 с.
15. Сварка и резка материалов: Учеб. пособие / М.Д. Банов, Ю.В. Казаков, М.Г. Козулин и др.; Под ред. Ю.В. Казакова. - М.; Издательский центр «Академия», 2000.-400 с.
16. Сварка. Резка. Контроль: справочник в 2 т. Т.1 / Н.П. Алешин, Г.Г. Чернышев, А.И. Акулов и др.; под ред. Н.П. Алешина. - М.: Машиностроение, 2004.-619 с.
17. Сварка. Резка. Контроль: справочник в 2 т. Т.2 / Н.П. Алешин, Г.Г. Чернышев, А.И. Акулов и др.; под ред. Н.П. Алешина. - М.: Машиностроение, 2004.-478 с.
18. Специальные методы сваркии пайки: учеб. для вузов / В.А. Фролов, В.В. Пешков, А.Б. Коломенский и др.-М.: Интернет Инжиниринг, 2003. -183 с.
19. Системные и внесистемные единицы измерения по международной системе единиц СИ: справочныматериалы/ состав. М.Г. Козулин. - Тольятти, ТГУ, 2007. - 32 с.
20. Технология и оборудование сварки плавлением и термической резки. Учеб. для вузов / А.И. Акулов, В.П. Алехин, С.И. Ермаков и др.; Под ред. А.И. Акулова. - М.: Машиностроение, 2003. - 559 с.
21. Цепенев Р.А. Промышленные роботы и автоматизированные поточные линии: Учеб. пособие. - Тольятти: ТГУ, 2005.-79 с.
22. Электрошлаковая сварка и наплавка / Под ред. Б.Б. Патона - М.: Машиностроение, 1980. - 511 с.

23. Электрошлаковая сварка и наплавка в ремонтных работах / Сущук-Слюсаренко И.И., Лычко И.И., Козулин М.Г., Семенов В.М.; Отв. ред. Дудко Д.А.; АН УССР. Ин-т электросварки. - Киев: Наук думка, 1989.-192 с.

24. Малкин, В.С. Методические указания по дипломному проектированию: для студентов специальности 190601 «Автомобили и автомобильное хозяйство» [Текст] / В.С. Малкин, В.Е. Епишкин, Тол.гос. ун-т. – Тольятти. : ТГУ, 2008. - 59 с.

25. Козлов, А.А. Проектирование механических цехов: учебно-метод. пособие по дисциплине «Проектирование машиностроительных предприятий» [Текст] / А.А. Козлов, Тол.гос. ун-т. – Тольятти. : изд-во ТГУ, 2008. – 48с.