

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы»

(наименование кафедры)

15.03.01 «Машиностроение»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

«Оборудование и технология сварочного производства»

(направленность (профиль)/специализация)

## БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему «Технология сборки и сварки закладных деталей фундамента опоры рекламных щитов»

Студент(ка)	<u>Г.Д.. Каркашадзе</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Руководитель	<u>Г.М. Короткова</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Консультанты	<u>В.Г. Виткалов</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>И.В. Краснопевцева</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>А.Н. Москалюк</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>М.М. Бажутина</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)

**Допустить к защите**

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

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

\_\_\_\_\_

(личная подпись)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018г.

Тольятти, 2018

## АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа посвящена технологии сборки и сварки закладных деталей фундамента опор рекламных щитов. В ходе проведения анализа было выявлено, что зачастую каждый рекламный щит является индивидуальным, как и его закладная деталь.

В ходе исследований было принято решение заметить стандартный метод сварки, на более эффективный, исходя из экономической составляющей. А так же методы рассмотренные в данной работе имеют свои особенности позволяющие сократить время изготовления изделия и упростить процесс его производства.

Целью выпускной работы являлось повышение производительности при сборке и сварке закладной детали рекламной конструкции и улучшение процесса ее производства. Так же в задачу входило сравнить имеющийся базовый вариант сварки и предложенный автором проектный вариант. Путем сравнения был выбран наиболее выгодный вариант.

В ходе бакалаврской работы автором был выявлен наиболее эффективный метод сборки фланца и трубой, полностью расписан технологический процесс производства, подобраны способы увеличения срока службы детали. Так же автор обосновывает выбранный им, наиболее эффективный способ сварки.

В работе отмечается, что рассмотренные варианты подходят для конкретного типа изделия, и носят частный характер зависящий от требований целой рекламной конструкции.

Выпускная квалификационная работа содержит графическую часть, состоящую из 6 листов формата А1, пояснительную записку на 65 страницах, 17 рисунков, 13 таблиц.

## ABSTRACT

The bachelor's thesis is devoted to the technology of assembly and welding of embedded parts of the foundation of the supports of billboards. During the analysis it was revealed that often each billboard is individual, like its mortgage part.

During the research it was decided to notice a standard welding method, to a more efficient method, based on the economic component. And as the methods considered in this work have their own peculiarities allowing to reduce the time of manufacturing the product and to simplify the process of its production.

The purpose of the graduation work was to increase productivity in the assembly and welding of the embedded part of the advertising structure and to improve the process of its production. Also, the task was to compare the existing basic version of welding and the design variant proposed by the author. By comparison, the most advantageous option was chosen.

In the course of the thesis, the author identified the most effective method of flange assembly and pipe, completely outlined the technological process of production, selected ways to increase the life of the part. The author justifies the chosen, the most effective way of welding.

The paper notes that the considered options are suitable for a particular type of product, and are of a private nature depending on the requirements of the whole advertising structure.

The final qualifying work contains a graphic part consisting of 6 sheets of A1 format, an explanatory note on 65 pages, 17 figures, 13 tables.

## Содержание

Введение.....	5
1. Анализ исходных данных и известных технических решений.....	6
1.1. Описание опорной части для столбов рекламных конструкций.....	6
1.2. Свойства материала закладной детали .....	8
1.3 Обзор способов сварки фланцев закладных деталей .....	11
1.4 Сварка плавящимся электродом в среде защитных газов .....	12
2. Процесс установки рекламных конструкций .....	17
2.1 Фундамент опор .....	17
2.2 Установка фундамента опор освещения.....	19
2.3 Требования безопасности рекламных конструкций.....	20
3. Выбор конструкции закладной детали для опоры.....	21
4. Проектирование технологии сборки и сварки трубы с фланцем .....	24
4.1 Выбор оборудования для сборки и сварки .....	24
4.1.1 Сборочно-сварочный напольный стол с оснасткой под фланец.....	24
4.1.2 Описание мостового крана с лебедкой .....	26
4.1.3 Вертикальный фиксатор труб (Центратор) .....	29
4.1.4 Источник питания .....	30
4.2 Входной контроль фланца и трубы .....	31
4.3 Сборка закладной детали опоры.....	32
4.4 Сварка фланца с трубой.....	33
4.5 Контроль качества.....	33
5 Проектирование технологии сборки и сварки ребер жесткости.....	35
5.1 Входной контроль качества ребер жесткости (косынок).....	35
5.2 Прихватка косынок .....	35
5.3 Сварка косынок .....	36
5.4 Контроль качества ребер жесткости .....	36
5.5 Антикоррозионные покрытия закладной детали опоры .....	37
6 Безопасность и экологичность технического объекта .....	39
6.1 Состав и количество оборудования.....	39

6.2 Технология изготовления .....	39
6.3 Анализ вредных и опасных производственных факторов .....	41
7. Экономические расчеты .....	43
7.1. Расчет нормы штучного времени на выполняемые технологические операции.....	43
7.2. Расчет технологической себестоимости изделия .....	58
7.3 Расчет экономической эффективности разрабатываемого проекта .....	60
7.4. Выводы по экономической составляющей.....	63
Заключение .....	64
Список используемой литературы и источников .....	65

## ВВЕДЕНИЕ

Реклама уже очень давно прочно вошла в повседневную жизнь во всем мире. Рекламные конструкции, как правило расположенный вблизи дороги – являются сложными сварными конструкциями.

Устойчивое положение опор освещения, рекламных щитов и других длинномерных конструкций (мачт, молниеотводов, флагштоков и т.д.) обеспечивается благодаря специальным закладным деталям, расположенным под землей. Они устанавливаются в тело фундамента заранее, а впоследствии соединяются с наземной частью столбов посредством высоконадежных болтовых или анкерных соединений.

Закладные детали представляют собой специальные элементы из стали. Главное их назначение - соединять сборные, сборно-монолитные конструкции из железобетона и изделия между собой, а также с другими конструкциями. Многообразие свариваемых конструкций и свойств материалов, используемых для изготовления, заставляют применять различные способы сварки. Если некоторое время тому назад конструкции изготавливались в основном из хорошо сваривающихся материалов, то в настоящее время, наряду с традиционными материалами, для сварных конструкций применяются материалы различными физическими характеристиками. Многообразие свариваемых конструкций и свойств материалов, используемых для изготовления, заставляют применять различные способы сварки. Сварка - это один из ведущих технологических процессов, как в области машиностроения, так и в строительной индустрии.

Закладные детали опор рекламных конструкций в настоящее время свариваются РДС. Ручная дуговая сварка – процесс трудоемкий и низкопроизводительный. Повышение производительности при изготовлении закладных деталей в современных экономических условиях весьма актуально.

Цель бакалаврской работы – повысить производительность изготовления сборки и сварки закладных деталей опор рекламных конструкций.

# 1 Анализ исходных данных и известных технических решений

## 1.1. Описание опорной части для столбов рекламных конструкций

На современном рынке присутствуют две группы закладных изделий, способных выполнить надежную фиксацию опоры к фундаменту вне зависимости от ее высоты и веса. Основным отличием рассматриваемых элементов является вариант узлового крепления. По этому признаку закладные детали фундамента делят на: фланцевые (ЗФ или ЗДФ) – с квадратной (тип К) или круглой (тип Д) опорной частью (фланцем) и анкерные (ЗА или ЗДА) – с квадратными или круглыми кондукторами.

Данные изделия предназначены для удержания опор освещения и опор рекламных щитов в вертикальном положении без внешних растяжек и распорок. Они вкапываются на глубину до трех метров, после чего бетонируются. Таким образом, сжимающие и опрокидывающие нагрузки передаются на грунт (рис.1).

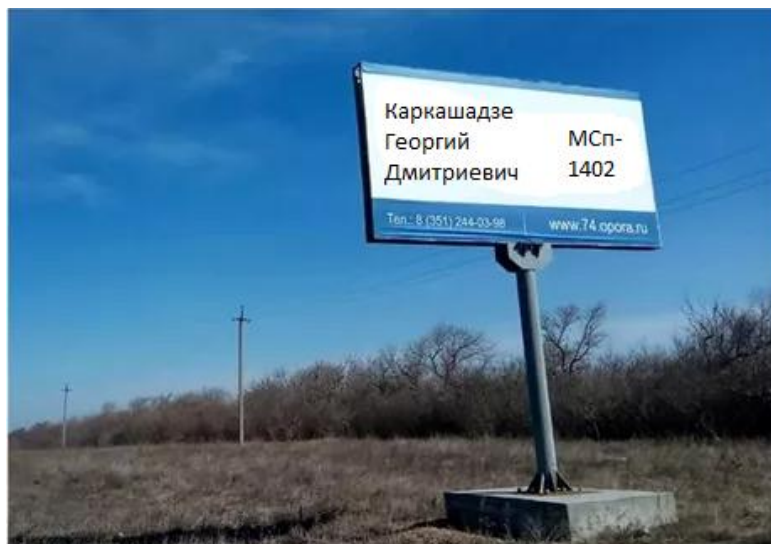


Рисунок 1. – Общий вид рекламной конструкции..

Закладные детали под опоры освещения изготавливаются из металла. Они имеют несколько типов размеров и разный вес. Их рекомендовано использовать в: зонах с умеренно холодным, умеренно влажным, умеренно теплым и жарким сухим климатом; районах с разными показателями ветровых нагрузок; слабоагрессивной внешней среде.

Выступающие из фундаментного блока части закладных элементов опор и мачт, в том числе крепежи, обрабатывают антикоррозийными составами. Они могут иметь оцинковку или битумное покрытие.

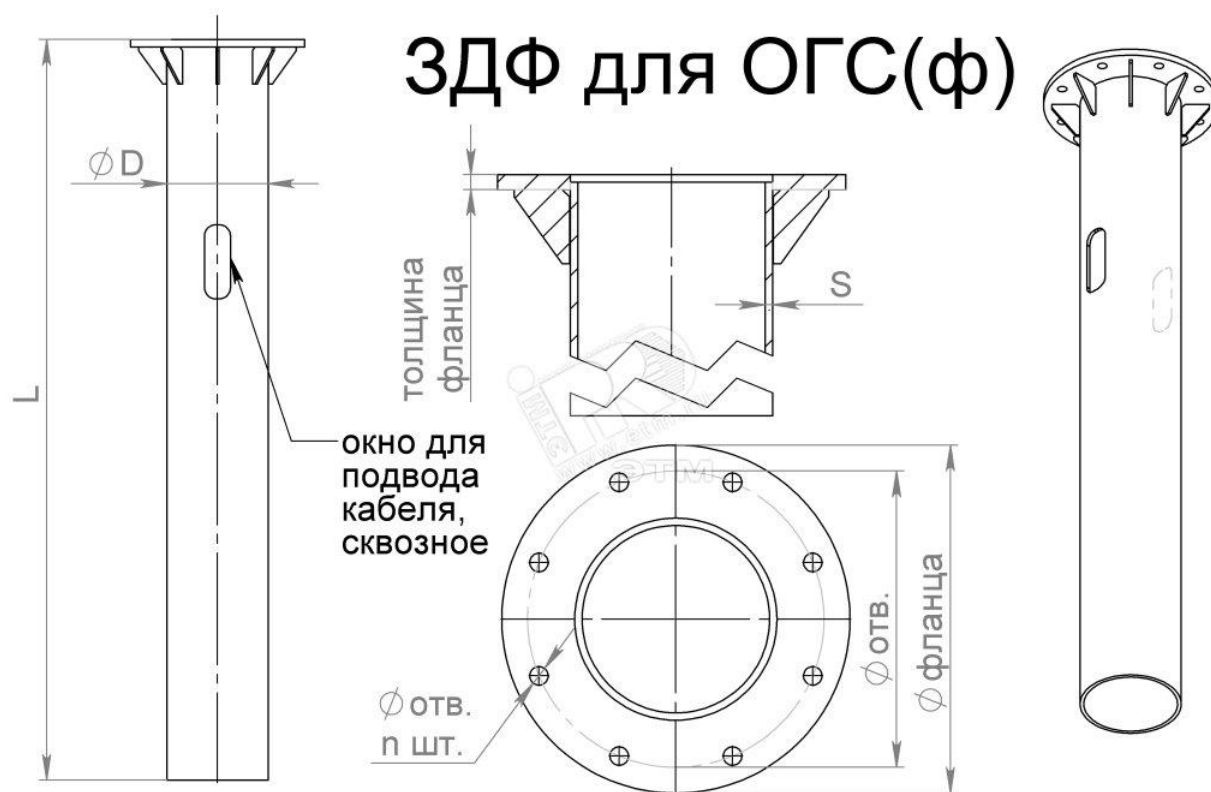


Рисунок 2. – Опорная часть для столбов рекламных конструкций

Закладные детали производятся из стальных труб разных диаметров, начиная от 168 мм и заканчивая 426 мм. К верхней части металлопроката приваривается толстый фланец круглой или квадратной формы, имеющий посередине отверстие, соответствующее внешнему диаметру трубы (описано на данном примере).

Вырезы, предназначенные под болтовые соединения, располагаются следующим способом: тип К (квадратный фланец) – всего 4 штуки, только по углам; тип Д (круглый фланец) – по периметру (количество отверстий зависит от диаметра накладного элемента).

С обратной стороны фланца размещают металлические подпорки в форме косынок. Они значительно упрочняют накладную площадку, не давая ей деформироваться в горизонтальной плоскости. На боковой поверхности металлической трубы вырезается сквозное отверстие овальной формы. Окно



предназначается для подвода к опоре рекламной конструкции подземных электрических кабелей.

Фланцевые закладные детали для опор или мачт обозначаются буквами и цифрами. Например, изделие ЗФ-24/12/Д396-2,5-б расшифровывается как закладная деталь с фланцевым соединением круглой формы. По периметру она имеет 12 монтажных отверстий под болты диаметром 24мм.

Круглые прорези располагаются по диаметру 396 мм. Длина трубы составляет 2,5 метра, а защитное покрытие выполнено из битума.[28]

## 1.2 Свойства материала закладной детали

Закладные детали выполнены из стали 09Г2С. Сплав 09Г2С относится к классу конструкционных низколегированных сталей, поскольку общее количество добавок колеблется в пределах 2,5%. Конструкционная сталь — сплав, который применяется для изготовления конструкций в машиностроении и строительстве и др. областях, обладает хорошими механическими, физическими и химическими свойствами (табл.1.1, 1.2, 1.3).

Таблица 1.1 - Химический состав стали 09Г2С в %

Углерод	Кремний	Марганец	Хром	Медь	Никель	Сера	Фосфор
				Не более			
До-0,12	0,5-0,8	1,3-1,7	До 0,3	0,3	0,3	0,04	0,0035

Сталь 09Г2С не перегревается и не закаливается в процессе сварки. Ее пластические свойства остаются на высоком уровне, а зернистость не увеличивается. Все эти характеристики делают такой сплав идеальным для использования в сварных конструкциях. Процесс сварки может осуществляться с предварительным подогревом (приблизительно до 100°-120°) и без него.

Таблица 1.2 – Механические свойства стали 09Г2С

Термообработка, состояние поставки	Сечение, мм	$s_{0,2}$ , МПа	$s_B$ , МПа	$d_5$ , %	$d_4$ , %
Сортовой и фасонный прокат	<10	345	490	21	
Листы и полосы (образцы поперечные)	10-20	325	470	21	
Листы и полосы (образцы поперечные)	20-32	305	460	21	
Листы и полосы (образцы поперечные)	32-60	285	450	21	
Листы и полосы (образцы поперечные)	60-80	275	440	21	
Листы и полосы (образцы поперечные)	80-160	265	430	21	
Листы после закалки, отпуска (образцы поперечные)	10-32	365	490	19	
Листы после закалки, отпуска (образцы поперечные)	32-60	315	450	21	
Листы горячекатаные	2-3,9		490		17

Таблица 1.3 – Механические свойства при повышенных температурах

$t$ испытания, °С	$s_{0,2}$ , МПа	$s_B$ , МПа	$d_5$ , %	$y$ , %
<i>Нормализация 930-950 °С</i>				
20	300	460	31	63
300	220	420	25	56
475	180	360	34	67

Таблица 1.4 – Механические свойства в зависимости от температуры отпуска

$t$ отпуска, °С	$s_{0,2}$ , МПа	$s_B$ , МПа	$d_5$ , %	$y$ , %
<i>Листы толщиной 34 мм в состоянии поставки НВ 112-127 (образцы поперечные)</i>				
20	295	405	30	66
100	270	415	29	68
200	265	430		
300	220	435		
400	205	410	27	63
500	185	315		63

К тому же материал довольно прочный и долговечный, что обуславливает безопасность сооружения. Стальные изделия из этой марки представлены в виде труб и трубопроводной арматуры.

Свойства стали 09Г2С: Удельный вес этого сплава составляет 7,85 г/см<sup>3</sup>. Свариваемость этой стали не ограничена.

Температура критических точек составляет:

- $A_{c1} = 725^{\circ}$
- $A_{c3}(A_{cm}) = 860^{\circ}$
- $A_{c3}(A_{cm}) = 860^{\circ}$
- $A_{r1} = 625^{\circ}$

У материала отсутствуют флокеночувствительность и склонность к отпускной хрупкости.

Температураковки:

- начало – 1250°C
- конец – 850°C

Обработываемость резанием доступна в нормализованном отпущенном состоянии  $\delta B=520$  МПа,  $K_u$  б.ст=1,0  $K_u$  в тв. спл=1,6

Предел текучести при разных температурах:

- 250°C = 2207,25 кгс/см<sup>2</sup> (225 МПа)
- 300°C = 1912,95 кгс/см<sup>2</sup> (195 МПа)
- 350°C = 1716,75 кгс/см<sup>2</sup> (175 МПа)
- 400°C = 1520.55 кгс/см<sup>2</sup> (155 МПа)

Таким образом, такие преимущества стали 09Г2С, как высокая механическая прочность, долговечность – срок службы деталей из этой стали более 30 лет; широкий диапазон рабочей температуры – от -70°C до +425°C отсутствует склонность к отпускной хрупкости; после отпуска вязкость стали не снижается; не теряет пластичность и не изменяет зернистость при сварке элементов, позволяют применять ее для закладных деталей опор рекламных

щитов и опор освещения. Кроме этого ст. 09Г2С хорошо сваривается всеми способами плавления. Однако нормативные документы на сварку закладных деталей для опор рекомендуют применять ручную дуговую (РДС), аргонно-дуговую (АДС) плавящимся электродом под флюсом и с газовой защитой и электрошлаковую (ЭШС).[2,13,14,26]

### 1.3 Обзор способов сварки фланцев закладных деталей

Сегодня сварка фланцев может осуществляться путем приварки его к трубе встык. Приваренный встык фланец (фланец воротниковый), после состыковки с трубой, обваривается по всему периметру. Торцы трубы и "воротник" фланца соединяются встык и закрепляются одним сварным швом, что сокращает время монтажа. Изготавливается в соответствии с ГОСТ 12821-80, используется на трубопроводах при давлении более 4 МПа при температуре рабочей среды от -253 до +600 °С;

Применяется еще один способ сварки фланца с трубой. Фланец плоский приварной - при монтаже надевается на трубу, отчего внутренний диаметр фланца превосходит наружный диаметр трубы, крепится двумя сварными швами. Изготавливается в соответствии с ГОСТ 12820-80, используется при температуре рабочей среды от -60 до +300 °С;

Такая система имеет отличие от сварки встык. Надетый на трубу фланец приваривается по его же внутренней и наружной поверхности. Как и при сварке встык, используются горизонтальные, вертикальные и потолочные сварные швы (рис.3).



Рисунок 3. – Сварка фланца к трубе

Согласно ГОСТ 14771–76, фланец приваренный к трубе должен быть произведен из стали по химическому составу, совпадающему с химическим составом используемых электродов. Качество фланцевого соединения проверяют, используя рентгенографию; ультразвук; дефектоскопию.

Приваренные фланцы, которые производят из разных видов стали, сегодня пользуются большим спросом при соединении труб с другими элементами конструкции. Приварка фланцев – это один из самых простых и при этом надежных способов, который является самым экономически обоснованным и выгодным.

Анализируя способы сварки, которые рекомендованы нормативными документами на изготовление закладных деталей РДС., АДС и ЭШС считаем целесообразным применять механизированную сварку плавящимся электродом в смеси Ar и CO<sub>2</sub>. РДС - это низкая производительность. ЭШС имеет эффект при сварке больших толщин.

Механизированная сварка плавящимся электродом в смеси Ar и CO<sub>2</sub> обладает рядом преимуществ по сравнению с РДС и ЭШС.[1,3,4,6,7,24]

#### 1.4 Сварка плавящимся электродом в среде защитных газов.

«Полуавтоматическая сварка плавящимся проволочным электродом в углекислом газе относится к группе электродуговых способов сварки в среде защитных газов, в которую входят: автоматическая сварка плавящимся

электродом в углекислом газе, в инертных газах, в смесях углекислого газа с аргоном с добавками кислорода, и сварка самозащитными порошковыми проволоками. Эти способы сварки находят всё более широкое применение в промышленности, с успехом заменяя ручную электродугую электродами с покрытием и автоматическую под флюсом. Полуавтоматическая сварка плавящимся электродом в углекислом газе и в смесях с кислородом и аргоном применяют при изготовлении изделий из низко - и среднеуглеродистых, низко-среднелегированных и легированных сталей. Благодаря своим преимуществам она успешно заменяет ручную электродугую сварку электродами с покрытием, как на производстве, так и в строительстве. Полуавтоматическая сварка в среде углекислого газа исключительно эффективна при сварке тонколистовых сталей, где газовая и электродугая сварка широкого применения не находят.

«Преимущества сварки плавящимся электродом: 1. Высокая степень концентрации дуги и низкая погонная энергия вызывают относительно небольшие деформации сварных изделий по сравнению с другими способами сварки плавлением. 2. Возможность визуального контроля и регулирования процесса сварки. 3. Возможность сварки металлов толщиной от 0,5 до десятков миллиметров в различных пространственных положениях. 4. Высокоэффективная защита расплавленного металла сварочной ванны позволяет получать качество сварных швов лучше, чем при сварке покрытыми электродами за счёт меньшего содержания кислорода, азота и водорода в металле шва. 5. Производительность сварки в углекислом газе в 1,4-4 раза выше, чем при ручной сварке электродами с покрытиями, и в 1,5 раза выше, чем при сварке под флюсом. 6. Стоимость наплавки 1кг металла в 2-2,5 раза меньше чем при ручной сварке, и незначительно меньше чем при автоматической сварке под флюсом.»

«Сварка технологический процесс получения монолитных соединений конструкционных материалов, обеспечивающих эксплуатационные требования, предъявляемые к сварным изделиям. Полуавтоматическая сварка плавящимся электродом в углекислом газе— процесс сварки, при котором подача сварочной

проволоки в зону сварки механизирована, а возбуждение дуги и перемещение газосварочной горелки в направлении сварки и её завершения осуществляются сварщиком вручную.»

«Источник энергии для дуговых способов сварки в защитных газах - электрическая сварочная дуга, представляющая собой мощный, электрический дуговой разряд, характеризующийся стабильностью и возможностью его регулирования по мощности и времени действия. Дуга состоит из столба с температурой плазмы  $C$ , факела с плазменными потоками, катодного и анодного активных пятен, в которых металл нагревается до температур 2000 и 3000  $C$  соответственно. При всех видах дуговой сварки различают полную тепловую мощность дуги  $Q$  и эффективную мощность  $q$ , которые определяют расчётами по формулам:  $Q = I U$   $q = \eta I U$ , Вт, где  $I$  сила тока в дуге, А;  $U$  напряжение на дуге, В. Потери тепловой мощности дуги в атмосферу определяют с помощью коэффициента  $\eta = 0,6$ . для открытой дуги. При движении дуги вдоль шва со скоростью сварки  $v$  св. количество вводимой теплоты оценивают соотношением  $q/v$  св., называемым погонной энергией, а также удельной погонной энергией  $q/(v \text{ св. } \delta)$ , приходящейся на единицу толщины свариваемого металла (высоту шва  $\delta$  мм). Величины  $q$ ,  $v$  св.,  $\delta$  и их отношение  $q / (v \text{ св. } \delta)$ , определяют скорость нагрева металла перед дугой, скорость охлаждения за дугой, ширину зоны нагрева в поперечном сечении соединения, а также время пребывания металла при тех или иных температурах. Формообразование сварного шва при полуавтоматической сварке плавящимся электродом в углекислом газе. При сварке плавящимся электродом дуговой разряд существует между концом непрерывно расплавляемой сварочной электродной проволоки и изделием. Жидкий металл на торце электродной проволоки силами поверхностного натяжения стягивается в каплю, которую, электромагнитные силы переносят в сварочную ванну, как показано на рисунках 1 и 2. Сварка в углекислом газе сопровождается частичным выбросом металла за пределы сварочной ванны. Данное явление называется разбрызгиванием.»

Благодаря плюсам, в сравнении с ручной- дуговой сварке, данный способ был выбран для повышения производительности изготовления фланцевых закладных деталей. Механизированный способ сварки, при расчете экономической составляющей, позволил сократить время сварочного процесса в 2 раза, а стоимость затрат на сварку в 2-3 раза, что отлично сказывается на изготовлении изделия. [1,3,5,10,25]



## Задачи ВКР

1. Выбрать конструкцию закладной детали, исходя из климатических условий г. Тольятти и грунтов.
2. Выбрать оборудование для механизированной сварки плавящимся электродом проволокой сплошного сечения.
3. Спроектировать технологию сборки и механизированной сварки плавящимся электродом выбранной конструкции.
4. Экономически обосновать принятые решения.

## 2 Процесс установки рекламных конструкций

### 2.1 Фундаменты опор

Для опор рекламных конструкций (щитов) необходим надежный фундамент. Старый способ возведения фундамента под опоры рекламных конструкций – это разработка грунта и формирование котлована для последующей заливки его бетоном. Благодаря развитию технологий этот метод сооружения опор применяется все реже. В обстановке крупного города в большинстве случаев крайне неудобно копать землю для возведения фундамента под опоры. Особенно сложно возводить фундамент для опор там, где благоустроенная территория.



Рисунок 4. – Фундамент под металлическую основу

В настоящее время такой трудоёмкой работы можно избежать, если использовать специальный фундамент под металлические опоры освещения и рекламные щиты (рис.4). Фундаментные опоры вдавливают или вбивают в грунт, что позволяет избежать шума при установке. В этом случае необходимо использование тяжелой техники. Для работы потребуется кран, который сможет закрепить вбивающийся агрегат. Таким образом, возведение фундамента под опоры освещения или рекламные щиты занимает совсем мало времени.

Перед установкой опоры рекламной конструкции в землю, необходимо заблаговременно предусмотреть установку закладных элементов. Они

предназначены для организации в грунте мест, на которые устанавливаются металлические опоры наружного освещения или рекламные щиты. Для обеспечения различных вариантов подвода к опорам питающих кабелей, фундаментные части снабжены трубчатыми кабельными вводами. Типоразмеры фундаментных элементов адаптированы по присоединительным и посадочным местам, а также несущей способности с подобающими типоразмерами опор.

В соответствии с расчетом и в зависимости от назначения опоры, ее типа, а также условий эксплуатации (состав грунта, глубина промерзания и ветровая нагрузка) делается выбор несущей способности, типа и габаритов закладных деталей фундамента для опор рекламных конструкций. Фундамент изготавливается согласно требованиям ГОСТ [24476-80] из труб различного диаметра и имеет лакокрасочное покрытие на битумной основе.

С помощью фланцевого соединения с применением болтов производится стыковка с опорой рекламной конструкции. Такая система даёт возможность, при необходимости, производить замену опоры щита, не раскапывая котлован.

В строительной технике принята маркировка фундаментов и закладных деталей, расшифровка которых приводится:

- МК — монтажные комплекты для мачт освещения;
- ЗФ — закладной фланцевый фундамент;
- ЗА — закладной анкерный фундамент;
- ФМ — фундамент металлический;
- Винтовые сваи — фундаментные сваи;
- Консольные фундаменты — консольного типа.

В маркировке цифры обозначают диаметр трубы опоры и высоту фундамента. Например, фундамент под опору освещения ОГК с диаметром трубы 325 мм высотой 2 м будет обозначаться следующим образом: ФМ - 0,325 – 2,0.[23]

## 2.2 Установка фундамента опор освещения

Закладные элементы фундаментов опор освещения устанавливаются в предварительно подготовленный котлован в грунте, в который согласно технической документации устанавливают фланцевый или анкерный металлический элемент и бетонируются.

*«Размеры и способ подготовки котлована, а также используемая марка бетона зависит от типа грунта на месте установки и должны быть указаны в проекте на проведение монтажных работ. Для соблюдения точных размеров требуется устройство опалубки.»*

Заливка фундамента опор производится как снаружи конструкции, так и внутри трубы. В случае если осуществляется подземный подвод кабеля, то перед заливкой бетона внутри фундамента необходимо дополнительно заложить полый элемент (трубу) для возможности последующий подводки кабеля (рис.5).



Рисунок 5. – Установка конструкции

Для соблюдения условий прочности закладная деталь фундамента не должна выступать из бетона более чем на 150 мм. Чтобы опору не перекосило, закладной элемент следует отцентровать до момента бетонирования. Раствор для заливки выбирают определенной марки, в зависимости от предполагаемых усилий. Конкретные требования уточняются в проекте. В случае монтажа

фундамента выше уровня грунта дополнительно устанавливается декоративный стеклопластиковый или чугунный цоколь.

*«Важным фактором при бетонировании является соблюдение сроков, в течение которых происходит затвердевание монолитной массы.»*

Опору допускается монтировать после того, как бетон достигнет проектной прочности. В противном случае наземная конструкция начнет отклоняться под своим весом от вертикального положения.[21]

### 2.3 Требования безопасности рекламных конструкций

При установке рекламных щитов и опор освещения выполняются прежде всего требования механической безопасности.

Рекламная конструкция должна обладать такими свойствами, чтобы при ее эксплуатации не возникало угрозы причинения вреда жизни или здоровью людей и их имуществу, а также окружающей среде в результате разрушения конструкции или ее деформации. Рекламная конструкция не должна приносить повреждения конструктивных элементов зданий, строений и сооружений, инженерного и иного оборудования при ее разрушении .

Рекламные конструкции должны обладать механической устойчивостью и прочностью в течение расчетного срока службы, определяемого в проекте рекламной конструкции, в климатических условия г. Тольятти, где скорость ветра достигает 3м/с.

Рекламная конструкция должна быть спроектирована так, чтобы при ее эксплуатации и утилизации не возникало угрозы нанесения вреда факторам и элементам окружающей среды, подлежащим охране в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Учитывая характер грунтов и климатические условия г. Тольятти произведем выбор конструкции закладной детали для опор.

### 3 Выбор конструкции закладной детали для опоры

В данное время на современном рынке существует огромное количество закладных деталей, представляющих большой простор для выбора конструкций. Закладные детали отличаются между собой областью применения, типу и конструкцией. Они используются повсеместно, начиная от основания лестницы на дачном участке, заканчивая фундаментной основой в многоэтажных зданиях.

Закладные детали для опор выпускаются анкерные и фланцевые.

Анкерная закладная деталь – это изделие, состоящее из нескольких шпилек, распределенных по кругу, или четырех – установленных в углах квадрата (рис.6). В обоих случаях отдельные элементы скрепляются в единую конструкцию кондукторами, находящимися в верхней и нижней части закладной детали. Посредством монтажных отверстий они нанизываются на штыри диаметром (30-42)мм. Общий диаметр круглых анкерных изделий, предназначенных для установки опоры или мачты, определяется по условному кругу, объединяющему центры шпилек. Величина диаметра составляет от 540 до 1500 мм. Для квадратных элементов данный показатель указывает расстояние между двумя угловыми штырями.

Подпятник опоры монтируется на выступающие из бетонного массива концы шпилек, которые на самом деле и являются анкерами. Фиксация производится крепежными элементами, предусмотренными технологией производства работ. Как правило, для анкерных деталей требуются гайки и шайбы, которые накручиваются на шпильки.

Анкерные закладные детали зачастую предназначены для фундаментной составляющей, а именно, изделие состоящие из металлических пруты (в соответствии с нужными требованиями) приваренных к металлической пластине закладываются в бетон, таким образом чтобы верхняя часть пруты находилась на поверхности после затвердевания бетона, для последующих работ.





Рисунок 6. – Анкерные закладные детали

*Фланцевые закладные детали, типы и виды, рассмотрены в разделах 1.1-1.3 (рис.2).*

Фланцевые закладные детали выпускаются как с квадратным фланцем (рис.7), так и с круглым (рис.2). Квадратный фланец в большинстве случаев используется для труб малого диаметра. Такие закладные детали нашли свое применение в дорожной индустрии. Их как правило используют для установки дорожных знаков, небольших рекламных билбордов и дорожных светофоров. В квадратном фланце, как и в круглом, имеются отверстия под гайки, в расположенных по углам изделия (количество отверстий зависит от требований заказчика, как правило составляет 4 отверстия) (рис.7). В зависимости от заказа, так же может быть сделано отверстие под провода (светофор), или просто лист (дорожные знаки).



Рисунок 7 – Квадратный фланец

Фланцы различаются по способу крепления к трубе. Фланец плоский приварной - при монтаже надевается на трубу, отчего внутренний диаметр фланца превосходит наружный диаметр трубы, крепится двумя сварными швами. Изготавливается в соответствии с ГОСТ 12820-80, используется при температуре рабочей среды от -60 до +300 °С.

Воротниковые фланцы (сапожковые) - торец трубы и "воротник" фланца соединяются встык и закрепляются одним сварным швом, что сокращает время монтажа. Изготавливается в соответствии с ГОСТ 12821-80, используется на трубопроводах при давлении более 4 МПа при температуре рабочей среды от -253 до +600 °С;

Резьбовой фланец применяется в трубопроводной арматуре реже, чем фланцы плоские и воротниковые. Изготавливается в соответствии с ГОСТ 9399-81, используется при температуре рабочей среды от -50 до +510 °С.

«Воротниковый» способ крепления фланца позволяет существенно экономить время на изготовление закладной детали, так как свариваются одним сварным швом.[16,17,18,27]



## 4 Проектирование технологии сборки и сварки фланца к трубе

### 4.1 Выбор оборудования для сборки и сварки

#### 4.1.1 Сборочно-сварочный напольный стол с оснасткой под фланец

Сборочно-сварочные столы Siegmund отличаются высоким качеством исполнения и надежностью, а также разнообразием оснастки. Такой стенд позволяет закреплять на столах самые сложные и крупные детали, что обеспечивает идеальные условия для точной сварки и качественного монтажа. При этом простая механическая оснастка выполнена с использованием неординарных инженерных решений, которые дают возможность закрепить фланец за минимальное время и с минимальными усилиями.

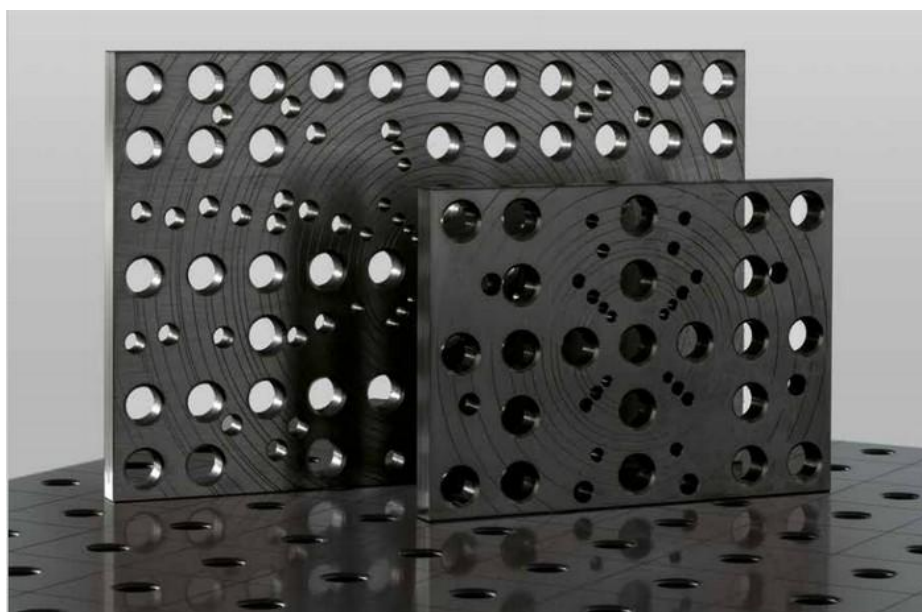


Рисунок 8. – Универсальные плиты для фланцев

Сварочно-монтажные столы Siegmund представлены в двух системах: 16 и 28. Для каждой из них выпускается своя оснастка, подходящая под отверстия столов. Однако производитель выпускает ряд деталей, которые подходят к обеим системам. К таким деталям относятся крепежные плиты для фланцев.

*«Для повышения эффективности сварочных и сборочных работ, если планируется автоматизация производства закладных деталей, то фирма Siegmund поставляет трубки на основе пневматических цилиндров.»*

Трубы, имеющие фланцевый элемент стандарта DIN, закрепляются на сварочном столе с помощью универсальной детали – специальной

крепежной плиты с отверстиями, расположенными по кругу. На одной плите можно закрепить фланцевые оконечности труб различного диаметра на 2 фиксирующих болта как в рамках 16, так и в рамках 28 системы. Плита выполнена из стали с азотированием.

Автоматизация может сыграть важную роль в оптимизации процесса закрепления деталей изделий на сварочно-сборочном столе Siegmund. С этой целью разработан пневматический привод, который позволяет выполнять точную фиксацию с увеличенной прижимной силой. Благодаря ему достигается равномерное давление в местах прижима с постоянной силой, которое не требует участия рабочего и применения каких-либо нагрузок по затягиванию фиксаторов. Кроме того процесс зажима занимает минимум времени.

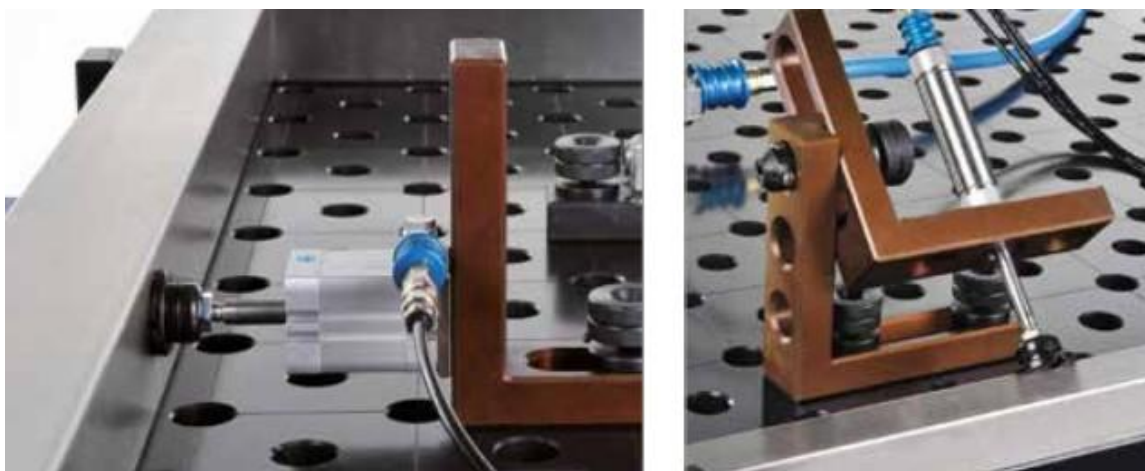


Рисунок 9 – Короткий и длинный пневматический зажим

Пневматический зажим состоит из пневмоцилиндра, который подключается к компрессору (рис.9). Для подключения к компрессору используется разделитель, на который можно установить до 8 приемников. Таким образом, один компрессор сможет обслуживать сразу несколько пневмоцилиндров, подавая на них давление от 1 до 10 бар.

На пневмоцилиндр устанавливаются стандартные призмы различных видов в зависимости от формы участка изделия.

Номенклатура пневмоцилиндров включает:

- пневматический цилиндр короткий – работает с адаптером для 28 и 16 системы, сила  $F = 650$  Н при давлении 8 бар, масса 0,93 кг, длина хода составляет 25 мм;

- пневматический цилиндр длинный – предназначен для 28 системы, сила  $F = 350 \text{ Н}$  при давлении 8 бар, масса 0,8 кг, длина хода составляет 50 мм.

Разделитель для 8 приемников – отдельная деталь, которая фиксируется на столе и подключается к компрессору. Установка пневмоцилиндров может выполняться как на отверстие стола, так и на деталях оснастки (упорах, угольниках). Для установки короткой модели требуется только адаптер под 16 или 28 систему. Установка длинной модели выполняется на втулку с резьбой под 28 систему.

Для снятия давления достаточно закрыть задвижной клапан, что опять же занимает мало времени (секунды), и позволяет осуществлять быструю смену обрабатываемых деталей.

Пневмоцилиндры – это надежное автоматическое оборудование, которое гарантирует бесперебойную работу даже при непрерывном производстве. Однако их использование потребует от рабочего аккуратного обращения с системой шлангов, которые неизбежно окажутся на поверхности стола в близком контакте с инструментами и обрабатывающим оборудованием.

Поэтому данную пневматическую систему следует использовать, когда необходимо обеспечить постоянное прижимное давление с определенным тактом или при необходимости автоматизации процесса фиксации деталей. В остальных случаях достаточно механической ручной оснастки, созданной инженерами Siegmund.[19]

#### 4.1.2 Описание мостового крана с лебедкой

Мостовой кран – это грузоподъемная машина, захватное устройство которой расположено на передвижной тележке (либо тали), в свою очередь перемещающейся по мосту. Мостовой кран представляет собой подвижную конструкцию, выполненную из высокопрочной стали. Мостовой кран оснащен различными захватными механизмами: ковшом, магнитом, грейфером, устройством для подъема контейнеров.

Виды мостовых кранов: подвесные, опорные, с креплением на двух балках, однобалочный вариант.

Классификация мостовых кранов представлена на рис. 10.



Рисунок 10.– Классификация мостовых кранов

По конструкции мостовые краны классифицируют на:

- опорные — краны, мостовая конструкция которых напрямую и сверху опирается на рельсовый путь, по которому она передвигается;
- подвесные — модели, крепящиеся на рельсовый путь снизу, к его полкам;
- козловые — краны, мост которых с помощью опор устанавливается на рельсовый путь.

«Для сварки закладных деталей в цеховых условия выбираем опорный мостовой кран»

По грузоподъемности выделяют модели:

- первой группы — работающие с весом до 5 т;
- второй группы — поднимающие до 50 т;
- третьей группы — рассчитанные на вес до 300-320 т.

Для сварки закладных деталей достаточно грузоподъемности 5т, однако для крепления закладной детали в вертикальном положении потребуются использовать специальные металлические стойки, поэтому грузоподъемность увеличим до 50т.

По назначению краны классифицируют на:

- общие — решают стандартные строительные задачи;
- специальные — обеспечивают проведение специфических грузоподъемных операций. В проектном варианте мостовой кран решает специальные грузоподъемные задачи.

По типу привода выделяют:

- ручные — необходимо приводить в движение лебедку для выполнения рабочих задач.
- электрические — функционируют без участия оператора, от сети.



Рисунок 11. – Общее устройство мостового крана

Мостовая конструкция крана представляет собой соединение двух пролетов коробчатого сечения с концевыми балками. Вместе они образуют рельсовый путь, с упорами-ограничителями на концах, для блокирования движения тележки (рис.11). У каждой пролетной балки есть по 2 горизонтальных пояса: верхний, нижний. На первый устанавливаются опорные краны, под второй монтируются подвесные. У пролетной балки есть большие и малые диафрагмы — для устойчивости и более равномерной передачи

нагрузок. Чтобы можно было обслуживать мостовой кран, на пролетные балки монтируются специальные площадки.

По рельсовому пути перемещается тележка – в общем случае рама с закрепленными на ней механизмами передвижения и подъема грузов. Схемы сборки каждого узла обычно унифицированы.

Сама рама – это пересечение продольных и поперечных балок с настилом. Также тележка может быть оснащена буфером ограждения, ограничителями подъема крюка, линейкой для фиксации крайних положений. Обычно она весит от 0,2 до 0,4 грузоподъемностей ( $Q$ ) мостового крана.

Тележка перемещается посредством механизма передвижения, оснащенного цилиндрическими колесами и сделанного по одной из унифицированных схем. У него может быть центральный привод сразу на оба колеса или отдельный на каждое, навесной редуктор и тормоз. И сами колеса могут быть не только цилиндрическими, но и коническими, устанавливаемыми вершиной как в наружную сторону, так и во внутреннюю (в последнем случае — только неприводные).[22]

#### 4.1.3 Вертикальный фиксатор труб (Центратор)

Вертикальные фиксаторы труб выполняют роль центратора в процессе сборки фланца с трубой. Данная конструкция является личной разработкой и была придумана для автоматизации процесса сборки, сокращения затрат времени и увеличения производительности.

Фиксаторы имеют механический привод и пульт управления для упрощения конструкции. Состоит конструкция из закрепленных труб, механического привода и надетыми на привод фиксаторами, которые и состыковываются с трубой. Процесс происходит следующим образом: мостовой кран при помощи лебедок и магнитных колец поднимает и фиксирует трубу с нужным зазором. Затем после нажатия на пульте управления кнопки «пуск» фиксаторы подводятся к трубе и стыкуются, далее труба поправляется по вертикали если есть необходимость (для этого используется джойстик), после завершения центровки, делаются прихватки.

Плюсы данной разработки в автоматизации процесса, уменьшению работ по сборке и увеличению безопасности во время сборки, так как рабочая сила не нужна. (Наглядный чертеж установки в приложении 1)

#### 4.1.4 Источник питания

Неразъемные соединения закладных деталей для опор производятся на постоянном токе обратной полярности плавящимся электродом сплошного сечения. Технические характеристики инверторного сварочного полуавтомата Aurora PRO OVERMAN 180 Mosfet 10041 показывают, что он приспособлен для сварки MIG/MAG (табл....., рис.12).



Рисунок 12 – Инверторный сварочный полуавтомат Aurora PRO  
OVERMAN 180 Mosfet

Таблица 1.5- Технические данные инвертора Aurora PRO OVERMAN 180  
Mosfet

Наим. параметра	Единица измерен.	Величина	Примечание
Uсети	В	220	
f	Гц	50/60	
U <sub>xx</sub>	В	40	Регулир плавно
I <sub>min</sub> -I <sub>max</sub>	А	40-180	



Продолжение таблицы 1.5

$V_{\text{пр}}$	м/мин	2-15	Регулир.плавно
$D_{\text{пр}}$		0,6-1,2	
Индуктивность	Гн	-	Регулир. дискр.

Регуляторы индуктивности, сварочного тока, сварочного напряжения дают возможность качественно формировать сварное соединение. Возможна установка аппарата на тележку Augora PRO для легкой транспортировки. Толщина изделия, с которой позволяет работать прибор от 0.6 мм . Скорость подачи проволоки составляет 2-15 м/мин.[20]

#### 4.2 Входной контроль фланца и трубы

На входной контроль в цех поступает труба из стали 09Г2С. Диаметр внешней стенки трубы составляет 400мм, внутренней 388мм и длина 3000мм (рис.13). Штангенциркулем проверяется толщина металла, которая должна составлять 6мм (допустимое отклонение не более  $\pm 0,5$ ). Рулеткой измеряется длина трубы, максимальное отклонение которой не должно превышать  $\pm 2,7$ мм. Труба поставляется с овальным отверстием под электрические провода, длина и ширина которого составляет 660×230 мм (допустимые отклонение не более  $\pm 1$ мм). Внешний осмотр трубы при помощи лупы производится для того, чтобы исключить вмятины и других дефекты. После внешнего осмотра деталь отправляется в сборочный цех.

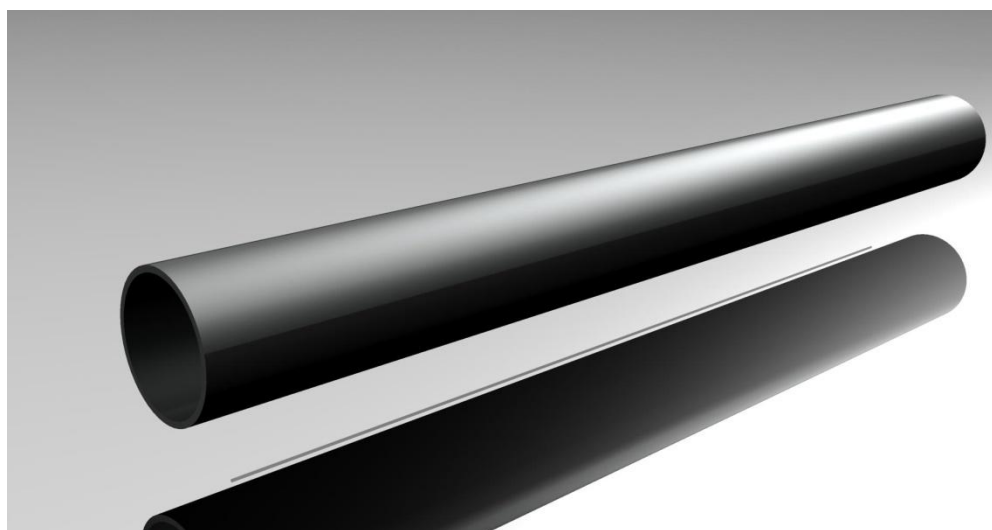


Рисунок 13 – Стальная труба



На входной контроль в цех поступает фланец из той же стали 09Г2С. Диаметр фланца составляет 800 мм, внутреннее отверстие соответствует внутреннему диаметру трубы 388 мм. Диаметр 8-ми болтовых отверстий фланца диаметром 25мм располагаются так, чтобы угол между ними составлял  $45^\circ$  ( без допустимого отклонения). Располагаются данные отверстия на расстоянии от края фланца в 100 мм или же на диаметре в 600мм (рис.14). Штангенциркулем измеряется толщина фланца (отклонение не более  $\pm 0,5$ мм) и диаметр отверстий с таким же допуском. С помощью лупы производится визуальный осмотр на наличие трещин или других дефектов. После внешнего осмотра фланец отправляется в сборочный цех.



Рисунок 14 – Фланец

#### 4.3 Сборка закладной детали опоры

После контроля качества деталей начинается сборка. Фланец устанавливается на сборочно-сварочной плите на полу в специальное отверстие. Фиксируется металлическими креплениями для устойчивости во время сборки. Затем при помощи крана с лебедкой, вертикально ставится труба (так как выбран вертикальный способ сборки). Труба закрепляется вертикальными опорами, расположенными на металлических столах, так чтобы максимальное отклонение по вертикали составляло не более  $\pm 2^\circ$  и с зазором между трубой и фланцем в 6 мм. Зазор между трубой и фланцем нужен для прихваток в количестве 4 штук 6мм/30мм, расположенных таким образом,

чтобы угол от середины каждой прихватки составлял  $90^\circ$ , толщина прихватки равняется толщине стенки трубы.

Затем прихватки зачищаются до цвета металла. По окончании процесса сборки начинается процесс сварки.

#### 4.4 Сварка фланца с трубой

Сварка производится сварочным инвертором марки Augoma PRO OVERMAN 180 MOSFET в 3 прохода. Силой тока составляет  $I=170\text{A}$  (при возможном отклонении в  $\pm 10\text{A}$ ). В процессе сварки при нажатии кнопки на горелке, подается проволока марки Св-08Г2С,  $d=1,2\text{мм}$  сплошного сечения, со скоростью подачи  $V_{п}=250\text{м/ч}$ . Сварка происходит в смеси защитных газов. В качестве смеси используется углекислый газ с добавкой аргона, расход которого составляет 10л/м. За 10 минут производится 3 прохода, после окончания сварки начинается контроль качества сварного шва.

Так как, был выбран стыковой шов непосредственно «воротника» к трубе, процесс не занимает много времени, что хорошо сказывается на производительности данных опор (рис.15). По окончанию сварки, опора проверяется на наличие дефектов.



Рисунок 15 – Сварка фланца с трубой

#### 4.5 Контроль качества

При контроле качества шва мастером используются лупа и УСД-50. При помощи лупы производится визуальный осмотр шва (не допускать непроваров), а так же при помощи УСД-50 проводится ультразвуковая диагностика.

Принцип технологии такого способа основана на высокочастотных колебаниях (около 20000Гц), проникающих в металл и способности отражаться от пустот и царапин и других дефектов. Устанавливается два датчика: один на внешнюю стенку трубы, другой на внутреннюю. После нажатия кнопки происходит диагностика. Если шов проходит визуальный и ультразвуковой контроль на 99,5% и более, то изделие готово к дальнейшим работам.

## 5. Проектирование технологии сборки и сварки ребер жесткости

### 5.1 Входной контроль качества ребер жесткости (косынок)

На входной контроль в цех поступают косынки из той же стали, что и все изделие, а именно ст. 09Г2С. Толщина каждой косынки должна составлять 30мм (отклонение не более  $\pm 0,5$ ), высота косынки 430мм (отклонение не более  $\pm 1$ мм), ширина верхней стенки составляет 360мм, а нижней 20мм само ребро располагается под углом  $75^\circ$  (в данных параметрах тоже допускается погрешности в  $\pm 1$ мм и  $1^\circ$  соответственно)

Штангенциркулем измеряется толщина косынок, а с помощью лупы производится визуальный осмотр на наличие трещин или других дефектов. После того, как косынки прошли входной контроль, они отправляются в сборочный цех. Непосредственно перед сборкой производится разметка на трубе и фланце.

Разметка производится транспортером и маркером. Разметка ребер жесткости производится точно по середине между болтовыми отверстиями, на таком расстоянии, чтобы угол между ближайшими ребрами составлял  $45^\circ$  (без отклонений от заданного угла), зазоры между фланцем и ребрами должен составлять  $b=3$ мм для нанесения прихваток. После нанесения разметок производится сборка изделий.

### 5.2 Прихватка косынок

Так как мы выбрали вертикальный способ сборки и сварки закладной детали, сборка косынок производится значительно легче. Каждая из 8 косынок поочередно фиксируется в соответствии заданным параметрам разметки с помощью прихваток. Каждая косынка фиксируется 2 прихватками. Одна устанавливается на фланец, вторая на трубу. Размеры прихваток 3мм/20мм, толщина прихваток соответствует толщине косынки. Далее косынки зачищаются до металлического блеска .

### 5.3 Сварка косынок

Сварка ребер жесткости происходит тем же сварочным инвертором (Аurоmа PRO OVERMAN 180 MOSFET). Швы формируются силой тока  $I=170\text{A}$  (при возможном отклонении в  $\pm 10\text{A}$ ). После сварки фланца с трубой, вертикальные опоры ослабляются, так же ослабляются металлические крепления для возможности прокручивания трубы. По окончании сварки двух по возможности трех ребер жесткости, используя рабочую силу, труба поворачивается для продолжения процесса сварки оставшихся ребер (рис.16). После завершения сварки производится контроль качества сварки ребер жесткости и визуальный осмотр итоговой закладной детали.



Рисунок 16. – Сварка ребер жесткости(косынок)

Сварка ребер жесткости практически завершающий этап изготовления данной закладной детали.

### 5.4 Контроль качества ребер жесткости

Проверяются швы каждой из 8 ребер, при помощи УСД-50. Датчики крепятся непосредственно на трубу, фланец и ребро жесткости. После проверки сварных швов, если не наблюдаются никакие дефекты и отклонения от нормы, происходит визуальный осмотр всей закладной детали. После проверки, деталь отправляется на покрытие битумной мастикой.

## 5. 5 Антикоррозионное покрытие закладной детали опоры

Битумная мастика – пластичный материал, обладающий высокими вяжущими и гидроизоляционными свойствами. В состав материала кроме битума входят вяжущие органические вещества и добавки на основе минералов. Твердость, плотность и устойчивость к низким температурам обеспечивают следующие компоненты: асбестовая пыль, минеральная вата, кварцевые, известняковые и кирпичные порошки (пылевидные) на тонколистовой основе, комбинированная зола (рис.17).

Наличие функциональных загустителей (торфяная крошка, мел, молотый асбест) гарантирует удобство нанесения мастики, уменьшения расхода и улучшает теплоизоляционные свойства материала.



Рисунок 17 – Битумное покрытие

За стойкость к изгибам и армирование материала отвечают волокнистые наполнители битумной мастики. Полимерные компоненты придают материалу гидроизоляционные качества. Сферу применения битумной мастики определяют ее технические характеристики табл. 1.6.

Таблица 1.6- Технические характеристики битумного покрытия

<i>условная прочность</i>	<i>прочность сцепки с бетоном</i>	<i>водопоглощение в течении суток по массе</i>	<i>удлинение при разрыве</i>	<i>условная вязкость</i>	<i>температура размягчения</i>
<i>0,2-0,5 МПа (кгс/см<sup>2</sup>)</i>	<i>0,3-0,4 МПа (кгс/см<sup>2</sup>)</i>	<i>не более 0,5-1%;</i>	<i>100-300%</i>	<i>не менее 15-30 секунд</i>	<i>не меньше 100-130°С</i>

Технические характеристики битумной мастики придают материалу следующие эксплуатационные качества: высокая эластичность (рис 10). Это свойство обеспечивает надежное сцепление материала с поверхностью, защищаемой от влаги. Кроме того, эластичность удерживает покрытие от растрескивания и разрывов. Клеящие свойства. Битумная мастика может использоваться в качестве клеевого состава при обустройстве рулонной гидроизоляции. Защита разных строительных конструкций от воздействия влаги. Использование битумной мастики предотвращает появление очагов коррозии. Повышения срока эксплуатации элементов зданий. При этом функциональность сооружения сохраняется в полной мере. Устойчивость к температурным колебаниям – особенно актуально при обустройстве гидроизоляции в регионах с суровым климатом. Затвердевшая пленка битума поддается окрашиванию в любой цвет.

Таким образом обрабатывая закладную деталь битумной мастикой можно существенно увеличить срок службы изделия, вне зависимости от того насколько металл является коррозионно стойким.[15]

## 6. Безопасность и экологичность технического объекта

Главной задачей данного раздела является выявление основных опасных факторов и рисков на производстве при изготовлении закладных деталей рекламных конструкций. Также в разделе будут представлены мероприятия по уменьшению опасных факторов и по соблюдению мер безопасности.

### 6.1 Состав и количество оборудования

В таблице будут представлены оборудования для изготовления фланцевой закладной детали рекламного щита.

Таблица 1.7 – Состав и количество оборудования

Нумерация оборудования	Оборудование	Количество, шт
1	2	3
1	Вертикальные фиксаторы трубы	1
2	УСД-50	1
3	Сварочный инвертор Auroma PRO OVERMAN 180 MOSFET	1
4	Сборочно-сварочный стол Siegmund	1
Итого количества оборудования:		4

### 6.2 Технология изготовления

Спроектированный технологический маршрут изготовления фланцевой закладной детали рекламного щита представлен в таблице 1.8.

Наименование цеха	Код операции	Наименование операции	Задействованное оборудование	Содержание операции
1	2	3	4	5



Продолжение таблицы 1.8

Входной	000	Контроль качества	УСД-50	Принятие и проверка комплектующих
Сборочный	005	Сборка	Сборочно-сварочный стол Siegmund, Вертикальный фиксатор трубы	Сборка, фиксация трубы и фланца
Сварочный	010	Сварка	Сварочный инвертор Aurora PRO OVERMAN 180 MOSFET	Сварка фланца с трубой

В связи с тем, что данное изделие имеет большие габариты, время на изготовление детали уходит много. Поэтому некоторые операции были доработаны, что позволило сократить время, а так же автоматизировать и обезопасить весь процесс. Соответственно, необходимо выбрать операцию, на которую затрачиваются определённые усилия на её выполнение. После выбора операции нужно произвести анализ техпроцесса на вредные факторы.

После анализа выявления опасных факторов и источников возникновения данных проблем, необходимо провести мероприятия по уменьшению вредных факторов и обеспечить средства индивидуальной защиты для обеспечения мер безопасности. Все данные представлены в пункте 7.4 и таблице 4.3.

### 6.3 Анализ вредных и опасных производственных факторов

Таблица 1.9 – Вредные производственные факторы

№ п/п	Технологическая операция	Вредные производственные факторы	Мероприятия, которые позволят уменьшить вредные воздействия
1	2	3	5
1	Сварка	1)Пыль, брызги, выбросы расплавленного металла 2)высокая концентрация газов и сварочных аэрозолей 3)световое излучение 4)высокая температура 5)тепловое и ультрафиолетовое излучение	1)сварочный комбинезон, сварочные рукавицы 2)Респираторы, маска, вентиляция 3)Маска сварщика, комбинезон 4)Сварочный комбинезон, сварочные рукавицы 5)Сварочный комбинезон, рукавицы, маска
2	Сборка, фиксация трубы с фланцем	Подвижные механизмы, фиксаторы трубы, мостовой кран	Инструктаж, спец. оборудование, спец. одежда, предупреждающие надписи
3	Покрытие битумной мастикой	Химическое отравление, химический ожег	Спец.одежда, перчатки, респираторы, инструктаж

Результатом данного раздела являются анализ и меры по уменьшению вредных факторов при процессе производства фланцевых закладных деталей рекламных щитов в условиях мелкосерийного производства.

Выполнен анализ возможности устранения вредоносных факторов или влияния их снижения. Были выбраны мероприятия повышающие безопасность на производстве.

## 7 Экономические расчеты

Таблица 1.10 – Исходные данные по проекту\*

№	Наименование показателей	Базовый вариант	Проектный вариант
1	Цена 1 кг материала изделия сталь 09Г2С	27 руб./кг	27 руб./кг
2	Цена 1 кг: - электродов УОНИ 13/55 - сварочной проволоки Св-08Г2С	139 руб./кг -	- 208 руб./кг
3	Цена сварочного оборудования: - трансформатор ТДМ-300 - выпрямитель ВДУ-511	42890 руб. -	- 23800 руб.
4	Цена защитного газа углекислый газ с добавкой азота	-	38,5 руб./ м <sup>3</sup>
5	Цена на инструмент: - металлическая щетка и маска	750 руб.	750 руб.
6	Цена на приспособление для фиксации сварочной конструкции: Плита для фланца Фиксатор трубы личная разработка	2100 руб.	2100 руб

\* - цена по состоянию на декабрь 2017 г

7.1. Расчет нормы штучного времени на выполняемые технологические операции

**БАЗОВЫЙ ВАРИАНТ:**

$$t_{шт} = t_{n-з} + t_o + t_v + t_{отл} + t_{обсл} + t_{н.п} = 0,75 + 24,4 + 3 + 0,75 + 1,2 + 1 = 31,1 \approx 31 \text{ мин.}$$

**ПРОЕКТНЫЙ ВАРИАНТ:**

$$t_{шт} = t_{n-з} + t_o + t_v + t_{отл} + t_{обсл} + t_{н.п} = 0,5 + 4,8 + 2 + 0,5 + 0,8 + 0 = 8,6 \approx 9 \text{ мин.}$$

«где  $t_{n-3}$  – подготовительно-заключительное время, учитывается только в мелкосерийном и единичном производствах;  $t_{n-3} = 0,05\%$  от  $t_0$ , в остальных типах производства величиной  $t_{n-3}$  пренебрегают;

$t_0 = t_M$  – основное (машинное) время. Для процесса сварки – это время работы сварочного оборудования (время горения дуги);

$t_B$  – вспомогательное время  $t_B = 5–25\%$  от  $t_0$ , в зависимости от особенностей технологического процесса;

$t_{отл}$  – время на отдых и личные надобности  $t_{отл} = 5\%$  от  $t_0$ ;

$t_{обсл}$  – время обслуживания рабочего места  $t_{обсл} = 8\%$  от  $t_0$ ;

$t_{н.п}$  – время неустраняемых перерывов, предусмотренных технологическим процессом, определяется по картам технологического процесса.»[11]

Определяем  $t_0, t_{n-3}, t_B, t_{отл}, t_{обсл}, t_{н.п}$ :

БАЗОВЫЙ ВАРИАНТ:

$$t_0 = \frac{60 * M_{напл.мет} * L_{ш}}{I_{св.} * \alpha_{напл}} = \frac{60 \cdot 340 \cdot 1,240}{120 \cdot 9} = 24,4 \text{ мин};$$

$$t_{n-3} = 0,05 \cdot t_0 = 0,05 \cdot 15 = 0,75 \text{ мин};$$

$$t_B = 0,2 \cdot t_0 = 0,2 \cdot 15 = 3 \text{ мин (время на сборку, подвода трубы к фланцу.)}$$

$$t_{отл} = t_0 \cdot 0,05 = 15 \cdot 0,05 = 0,75 \text{ мин};$$

$$t_{обсл} = 0,08 \cdot t_0 = 0,08 \cdot 15 = 1,2 \text{ мин};$$

$$t_{н.п} = 1 \text{ мин (для перерыва работы источника питания).}$$

ПРОЕКТНЫЙ ВАРИАНТ:

$$t_0 = \frac{60 * M_{напл.мет} * L_{ш}}{I_{св.} * \alpha_{напл}} = \frac{60 \cdot 98 \cdot 1,240}{170 \cdot 9} = 4,8 \text{ мин};$$

$$\ll t_{n-3} = 0,05 \cdot t_0 = 0,05 \cdot 10 = 0,5 \text{ мин};$$

$$t_B = 0,2 \cdot t_0 = 0,2 \cdot 10 = 2 \text{ мин (время на сборку, подвода трубы к фланцу);}$$

$$t_{отл} = t_0 \cdot 0,05 = 10 \cdot 0,05 = 0,5 \text{ мин};$$

$$t_{обсл} = 0,08 \cdot t_0 = 0,08 \cdot 10 = 0,8 \text{ мин};$$

$t_{н.п} = 0$  мин (для полуавтоматической сварки не требуются неустраняемые перерывы при таких коротких (10 мин) циклах сварки).

где  $M_{напл.мет.}$  - масса наплавленного металла в изделии, кг (берется из данных чертежа или технологической карты, при отсутствии данных – рассчитывается по формуле.

$L_{ш}$  - длина швов в изделии, м;

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

$\alpha_{напл}$  - коэффициент наплавки при электродуговой сварке = 9 Г/А · час.»[11]

Массу наплавленного металла определим по формуле:

БАЗОВЫЙ ВАРИАНТ:

$$M_{напл.мет} = \rho \cdot F_{н} \cdot 10^{-3} = 0,4 \text{ кг/м},$$

ПРОЕКТНЫЙ ВАРИАНТ:

$$M_{напл.мет} = \rho \cdot F_{н} \cdot 10^{-3} = 7,8 \cdot 12 \cdot 10^{-3} = 0,1 \text{ кг/м}.$$

«где  $F_{н}$  - площадь поперечного сечения шва (наплавляемого валика), мм<sup>2</sup>;

$\rho$  - наплавленного металла, г/см<sup>3</sup> (для жаропрочных сталей  $\rho = 7,8$  г/см<sup>3</sup>).»[11]

Площадь поперечного сечения определим по формуле:

БАЗОВЫЙ ВАРИАНТ:

$$F_{н} = (8 \div 12) \cdot d_{эл.} = 11 \cdot 4 = 44 \text{ мм}^2 - \text{ для однопроходных швов.}$$

ПРОЕКТНЫЙ ВАРИАНТ:

$$F_{н} = (8 \div 12) \cdot d_{эл.} = 10 \cdot 1,2 = 12 \text{ мм}^2.$$

Общие капитальные вложения в оборудование

БАЗОВЫЙ ВАРИАНТ:

$$K_{общ} = K_{пр} + K_{соп} = 6004,6 + 0 = 6004,6 \text{ руб.}$$

ПРОЕКТНЫЙ ВАРИАНТ:

$$K_{общ} = K_{пр} + K_{соп} = 928,2 + 19008 = 19936,2 \text{ руб.}$$

«где:  $K_{пр}$  – прямые капитальные вложения в оборудование, руб.;

$K_{соп}$  – сопутствующие капитальные вложения в оборудование, руб.»[11]

Прямые капитальные вложения рассчитываются по двум сравниваемым вариантам:

БАЗОВЫЙ ВАРИАНТ:

$$K_{пр} = \sum Ц_{об} \cdot k_3 = 42890 \cdot 0,14 = 6004,6 \text{ руб.}$$

ПРОЕКТНЫЙ ВАРИАНТ:

$$K_{пр} = \sum Ц_{об} \cdot k_3 = 23800 \cdot 0,039 = 928,2 \text{ руб.}$$

где  $\sum Ц_{об}$  – суммарная цена оборудования, руб.; ( $\sum Ц_{об}$  для базового варианта – 42890 рублей, для проектного – 23800 рублей)

$k_3$  – коэффициент загрузки оборудования.

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

БАЗОВЫЙ ВАРИАНТ:

$$n_{об.расчетн} = \frac{N_{пр} * t_{шт}}{\Phi_{эф} * 60} = \frac{1000 \cdot 31,1}{3654 \cdot 60} = 0,14$$

ПРОЕКТНЫЙ ВАРИАНТ:

$$n_{об.расчетн} = \frac{N_{пр} * t_{шт}}{\Phi_{эф} * 60} = \frac{1000 \cdot 8,6}{3654 \cdot 60} = 0,039$$

Эффективный фонд времени работы сварочного оборудования рассчитан по формуле:

БАЗОВЫЙ И ПРОЕКТНЫЙ ВАРИАНТЫ:

$$\Phi_{эф.} = (D_{раб.} \cdot T_{см.} - D_{пред.} \cdot T_{сокр.}) \cdot S \cdot (1 - k_{р.п.}) = \\ = 250 \cdot 8 - 8 \cdot 7 \cdot 2 \cdot (-0,06) = 3654 \text{ час}$$

«Где  $D_{раб.}$  - количество рабочих дней в году; (250);

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

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

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

$S$  - количество рабочих смен, (2);

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

Для выполнения принятой  $N_{пр}$  принимаем целое число единиц оборудования ( $n_{об.прин}$ ). Для этого  $n_{об.расчетн}$  округляем до ближайшего целого большого числа.»[11]

БАЗОВЫЙ И ПРОЕКТНЫЙ ВАРИАНТЫ:

$$n_{об.прин} \approx 1$$

Коэффициент загрузки сварочного оборудования рассчитывается по формуле:

БАЗОВЫЙ ВАРИАНТ:

$$k_3 = \frac{n_{об.расчетн}}{n_{об.прин}} = \frac{0,14}{1} = 0,14;$$

ПРОЕКТНЫЙ ВАРИАНТ:

$$k_3 = \frac{n_{об.расчетн}}{n_{об.прин}} = \frac{0,039}{1} = 0,039$$

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

$$K_{соп} = K_{монт} + K_{дем} + K_{площ} = 5670 + 4760 + 8578 = 19008 \text{ руб.}$$

« $K_{монт}$  – затраты на монтаж нового оборудования;

$K_{дем}$  – затраты на демонтаж старого оборудования;

$K_{площ}$  – затраты на производственные площади под новое оборудование.

$$K_{монт} = \Sigma Ц_{об} * k_{монт} = 42890 \cdot 0,2 = 8578 \text{ руб.},$$

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

$$K_{дем} = \Sigma Ц_{об} * k_{дем} = 23800 \cdot 0,2 = 4760 \text{ руб.},$$

где:  $k_{дем}$  – коэффициент демонтажа оборудования = 0,2.»[11]

Затраты на площадь, дополнительно занимаемую под новое оборудование:



$$K_{\text{площ}} = S_{\text{площ}} * C_{\text{площ}} * g * k_3 = 30 \cdot 3000 \cdot 3 \cdot 0,021 = 5670 \text{ руб.},$$

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

$S_{\text{площ}} = 30$  кв.м,  $C_{\text{площ}} = 3000$  руб. (Справочные данные).

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

БАЗОВЫЙ ВАРИАНТ:

$$K_{\text{уд}} = \frac{K_{\text{общ.}}}{N_{\text{пр}}} = \frac{4803,68}{1000} = 4,80 \text{ руб.};$$

ПРОЕКТНЫЙ ВАРИАНТ:

$$K_{\text{уд}} = \frac{K_{\text{общ.}}}{N_{\text{пр}}} = \frac{19507,8}{1000} = 19,5 \text{ руб.}$$

Дополнительные капитальные вложения

$$K_{\text{дон}} = K_{\text{проект}} - K_{\text{баз}} = 19507,8 - 4803,68 = 14703,32 \text{ руб.}$$

Расчет себестоимости сравниваемых вариантов

Затраты на материалы

БАЗОВЫЙ ВАРИАНТ:

$$ЗМ = ЗМ_{\text{осн}} + ЗМ_{\text{всп}} = 7015,68 + 116,76 = 7132,44 \text{ руб.}$$

ПРОЕКТНЫЙ ВАРИАНТ:

$$ЗМ = ЗМ_{\text{осн}} + ЗМ_{\text{всп}} = 7015,68 + 30,98 = 7046,66 \text{ руб.}$$

Затраты на основной материал

БАЗОВЫЙ ВАРИАНТ:

$$ЗМ_{\text{осн}} = H_{\text{м}} * C_{\text{м}} * k_{\text{т.з}} = 232 \cdot 27 \cdot 1,12 = 7015,68 \text{ руб.}$$

ПРОЕКТНЫЙ ВАРИАНТ:

$$ЗМ_{\text{осн}} = H_{\text{м}} * C_{\text{м}} * k_{\text{т.з}} = 232 \cdot 27 \cdot 1,12 = 7015,68 \text{ руб.}$$

« $H_{\text{м}}$  – норма расхода основного материала на одно изделие, кг;

$C_{\text{м}}$  – цена одного кг основного материала изделия, руб.(42);

$k_{т.з}$  – коэффициент транспортно-заготовительных расходов (=1,12)» [11];

Затраты на вспомогательные (сварочные) материалы

«К вспомогательным материалам при процессах сварки относятся плавящиеся электроды, сварочная проволока, защитные газы и т.п.

Для ручной дуговой сварки (базовый вариант) затраты на сварочные материалы складываются из затрат на электроды:

$$ЗМ_{св} = ЗМ_{эл.(пр)} = 116,76 \text{ руб};$$

где  $ЗМ_{эл.(пр)}$  – затраты на электроды для сварки, руб.

Для полуавтоматической (механизированной) сварки в среде защитного газа (проектный вариант) затраты на сварочные материалы складываются из затрат на сварочную проволоку и защитный газ:

$$ЗМ_{св} = ЗМ_{св.пров} + З_{з.г} = 29,12 + 1,86 = 30,98 \text{ руб};$$

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

$З_{з.г}$  – затраты на защитный газ, руб.

Рассчитаем затраты на электроды и сварочную проволоку:

БАЗОВЫЙ ВАРИАНТ:

$$ЗМ_{эл.(пр)} = H_{эл.(пр)} \cdot Ц_{эл.(пр)} = 0,84 \cdot 139 = 116,76 \text{ руб.}$$

ПРОЕКТНЫЙ ВАРИАНТ:

$$ЗМ_{эл.(пр)} = H_{эл.(пр)} \cdot Ц_{эл.(пр)} = 0,14 \cdot 208 = 29,12 \text{ руб}$$

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

$Ц_{эл.(пр)}$  – цена электродов или проволоки, руб. за 1 кг.» [11]

Норму расхода электрода (проволоки) рассчитаем по формуле:

БАЗОВЫЙ ВАРИАНТ:

$$H_{эл.(пр)} = U \cdot L_{ш(в)} = 0,68 \cdot 1,240 = 0,84 \text{ кг};$$

ПРОЕКТНЫЙ ВАРИАНТ:

$$H_{эл.(пр)} = Y \cdot L_{ш(в)} = 0,115 \cdot 1,240 = 0,14 \text{ кг};$$

«где:  $Y$  – удельная норма расхода сварочных материалов по длине шва (кг/м);  
 $L_{ш(в)}$  – длина сварного шва (наплавляемого валика) на изделии, м.»[11]

Удельную норму расхода сварочных материалов определим по следующей формуле:

БАЗОВЫЙ ВАРИАНТ:

$$Y = k_p \cdot M_{напл.мет} = 1,7 \cdot 0,4 = 0,68 \text{ кг/м};$$

ПРОЕКТНЫЙ ВАРИАНТ:

$$Y = k_p \cdot M_{напл.мет} = 1,15 \cdot 0,1 = 0,115 \text{ кг/м};$$

«где  $k_p$  – коэффициент расхода сварочных материалов, учитывающий потери электродного металла при сварке и наплавке (для ручной дуговой сварки = 1,7; для полуавтоматической = 1,15);

$M_{напл.мет}$  – расчетная масса наплавленного металла, кг/м. (рассчитана в пункте 2.2)»[11]

Теперь определим затраты на защитный газ (для проектного варианта) по формуле:

$$Z_{3.2} = H_{3.2} \cdot C_{3.2} = 48,36 \cdot 38,5 \cdot 10^{-3} = 1,86 \text{ руб.}$$

где  $H_{3.2}$  – норма расхода защитного газа, литр/мин;  $C_{3.2}$  – цена защитного газа, руб./литр.

Норму расхода защитных газов рассчитаем по формуле:

$$H_{3.2} = U_{3.2} \cdot L_{ш(в)} = 39 \cdot 1,240 = 48,36 \text{ л}$$

«где  $U_{3.2}$  – удельная норма расхода защитного газа на 1 погонный метр шва;»[11]

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

$$U_{3.2} = q_{3.2} \cdot t_{01} = 10 \cdot 3,9 = 39 \text{ л/м}$$

«где  $q_{3,2}$  – норма расхода защитного газа при сварке в зависимости от вида сварки, литр/мин, (10);

$t_{01}$  – основное (машинное) время сварки 1 погонного метра шва, (мин).»[11]

Основное время сварки 1 погонного метра шва рассчитаем по формуле:

БАЗОВЫЙ ВАРИАНТ:

$$t_{01} = \frac{t_0}{L_{ш(в)}} = \frac{24,4}{1,240} = 19,7 \text{ мин/м};$$

ПРОЕКТНЫЙ ВАРИАНТ:

$$t_{01} = \frac{t_0}{L_{ш(в)}} = \frac{4,8}{1,240} = 3,9 \text{ мин/м};$$

«где  $t_0$  – основное время сварки (рассчитано в пункте 2.2).

$Y_{доп}$  – дополнительный расход газа на подготовительно-вспомогательные операции (продувку газовых коммуникаций перед сваркой, защиту электрода и остывающего металла после сварки и настройку режимов), литр/мин.»[11]

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

$$Y_{доп.} = t_v^n \cdot q_{3,2} = 0,05 \cdot 10 = 0,5 \text{ л}$$

где  $t_v^n$  – вспомогательное время, необходимое для продувки шлангов, мин,

(при сварке плавящимся электродом  $t_v^n = 0,05$  мин.).

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

$$Z_{к.из} = n_{к.из} \cdot Ц_{к.из} = 1 \cdot 649 = 649 \text{ руб.}$$

где  $n_{к.из}$  – количество покупных комплектующих изделий, необходимых для изготовления сварной конструкции, шт. (1 шт.)

$Ц_{к.из}$  – цена одного покупного комплектующего изделия, руб.(649 руб\*);

$$Z_{n.ф} = n_{n.ф} \cdot C_{n.ф} = 2 \cdot 350 = 700 \text{ руб.}$$

где  $n_{n.ф}$  – количество покупных полуфабрикатов, необходимых для изготовления сварной конструкции, шт. (2 шт.)

$C_{n.ф}$  – цена одного покупного полуфабриката, руб (350 руб\*).

### Затраты на технологическую энергию

Таблица 1.11 - Марки и характеристики используемого оборудования[1][2]

№ п/п	Базовый вариант (ТДМ – 300)	Проектный вариант (Auroma PRO OVERMAN 180 MOSFET)
Номинальная мощность, кВА	23	35
Номинальное вторичное напряжение, В	25	20
Напряжение холостого хода, В	68	42
Напряжение сети, В	220	220
Сварочный ток, А	250	180
Род тока	переменный	переменный
Номинальная частота сети, Гц	50	60
Коэффициент полезного действия сварочного оборудования	0,75	0,85

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

БАЗОВЫЙ ВАРИАНТ:

$$Z_{э-э} = \frac{P_{об} \cdot t_0}{\eta \cdot 60} \cdot C_{э-э} = \frac{6,25 \cdot 24,4}{0,75 \cdot 60} \cdot 2,85 = 9,6 \text{ руб.},$$

ПРОЕКТНЫЙ ВАРИАНТ:

$$Z_{э-э} = \frac{P_{об} \cdot t_0}{\eta \cdot 60} \cdot C_{э-э} = \frac{3,6 \cdot 4,8}{0,85 \cdot 60} \cdot 2,85 = 0,96 \text{ руб.};$$

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

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

$\eta$  – коэффициент полезного действия оборудования;

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

$C_{э-э}$  – Цена 1 кВт • ч электроэнергии (2,85 руб\*)

\* – цена по состоянию на 2018 год»[11].

Рассчитаем полезную мощность:

БАЗОВЫЙ ВАРИАНТ:

$$P_{об} = I_{св} \cdot U_{д} = 250 \cdot 25 = 6250 \text{ Вт} = 6,25 \text{ кВт},$$

ПРОЕКТНЫЙ ВАРИАНТ:

$$P_{об} = I_{св} \cdot U_{д} = 180 \cdot 20 = 3600 \text{ Вт} = 3,6 \text{ кВт}.$$

«Затраты на содержание и эксплуатацию стандартного и не стандартного оборудования, приспособлений, рабочего инструмента и производственных площадей

Затраты на содержание и эксплуатацию стандартного и нестандартного оборудования»[11]

БАЗОВЫЙ ВАРИАНТ:

$$Z_{об} = A_{об} + P_{т.р} = 1,21 + 0,57 = 1,78 \text{ руб}$$

ПРОЕКТНЫЙ ВАРИАНТ:

$$Z_{об} = A_{об} + P_{т.р} = 0,22 + 0,09 = 0,31 \text{ руб}$$

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

$P_{т.р}$  – затраты на текущий ремонт оборудования, руб.»[11]

Затраты на амортизацию оборудования определим по формуле:

БАЗОВЫЙ ВАРИАНТ:

$$A_{об.} = \frac{C_{об} * Na_{об} * t_{шт}}{\Phi_{эф} * 60 * 100} = \frac{42890 \cdot 20 \cdot 31,1}{3654 \cdot 60 \cdot 100} = 1,21 \text{ руб.};$$

ПРОЕКТНЫЙ ВАРИАНТ:

$$A_{об.} = \frac{C_{об} * Na_{об} * t_{шт}}{\Phi_{эф} * 60 * 100} = \frac{23800 \cdot 24 \cdot 8,6}{3654 \cdot 60 \cdot 100} = 0,22 \text{ руб.};$$

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

$Na_{об}$  – норма амортизационных отчислений на оборудование, % (20 % для базового варианта, 24% для проектного варианта).»[11]

Затраты на текущий ремонт определим по формуле:

БАЗОВЫЙ ВАРИАНТ:

$$P_{т.р} = \frac{C_{об} * H_{т.р} * k_3}{\Phi_{эф} * 100} = \frac{42890 \cdot 35 \cdot 0,14}{3654 \cdot 100} = 0,57 \text{ руб.}$$

ПРОЕКТНЫЙ ВАРИАНТ:

$$P_{т.р} = \frac{C_{об} * H_{т.р} * k_3}{\Phi_{эф} * 100} = \frac{23800 \cdot 35 \cdot 0,039}{3654 \cdot 100} = 0,09 \text{ руб.}$$

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

Затраты на содержание и эксплуатацию приспособлений и рабочего инструмента»[11]

БАЗОВЫЙ ВАРИАНТ:

$$Z_{присп} = \frac{C_{присп} * Na_{присп} * t_{шт}}{T_{присп} * N_{пр} * 100} = \frac{1000 \cdot 12 \cdot 31,1}{7 \cdot 1000 \cdot 100} = 0,53 \text{ руб.};$$

ПРОЕКТНЫЙ ВАРИАНТ:

$$Z_{присп} = \frac{C_{присп} * Na_{присп} * t_{шт}}{T_{присп} * N_{пр} * 100} = \frac{1000 \cdot 15 \cdot 8,6}{7 \cdot 1000 \cdot 100} = 0,18 \text{ руб.};$$

«где:  $Ha_{присп}$  – норма амортизационных отчислений на приспособления (12 % для базового варианта, 15% для проектного варианта) ;

$C_{присп}$  – цена приспособлений, используемых в данном технологическом процессе, руб.;

$T_{присп}$  – срок службы используемых приспособлений, лет (7 лет) .»[11]

БАЗОВЫЙ ВАРИАНТ:

$$Z_{инстр} = \frac{C_{инстр} * Ha_{инстр} * t_{шт}}{T_{инстр} * \Phi_{эф} * 100} = \frac{750 \cdot 15 \cdot 31,1}{1 \cdot 3654 \cdot 100} = 0,96 \text{ руб.};$$

ПРОЕКТНЫЙ ВАРИАНТ:

$$Z_{инстр} = \frac{C_{инстр} * Ha_{инстр} * t_{шт}}{T_{инстр} * \Phi_{эф} * 100} = \frac{750 \cdot 17 \cdot 8,6}{1 \cdot 3654 \cdot 100} = 0,3 \text{ руб.};$$

«где:  $C_{инстр}$  – суммарная цена используемого инструмента, руб.;

$Ha_{инстр}$  – норма амортизационных отчислений на инструмент (15 % для базового варианта, 17% для проектного варианта) .

$T_{инстр}$  – срок службы инструмента, лет (1 года) .»[11]

Затраты на содержание и эксплуатацию производственных площадей

БАЗОВЫЙ ВАРИАНТ:

$$Z_{плоч} = \frac{C_{плоч} * S_{плоч} * Ha_{плоч} * t_{шт}}{\Phi_{эф} * 100 * 60} = \frac{2900 \cdot 35 \cdot 2 \cdot 31,1}{3654 \cdot 100 \cdot 60} = 0,29 \text{ руб.};$$

ПРОЕКТНЫЙ ВАРИАНТ:

$$Z_{плоч} = \frac{C_{плоч} * S_{плоч} * Ha_{плоч} * t_{шт}}{\Phi_{эф} * 100 * 60} = \frac{2900 \cdot 35 \cdot 3 \cdot 8,6}{3654 \cdot 100 \cdot 60} = 0,12 \text{ руб.};$$

где:  $C_{плоч}$  – цена 1м<sup>2</sup> производственной площади, руб.;

« $Ha_{плоч}$  – норма амортизационных отчислений на здания, % (2% для базового варианта, 3% для проектного варианта)[];

$S_{плоч}$  – площадь, занимаемая сварочным оборудованием, м<sup>2</sup>.»[11]



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

Фонд заработной платы рассчитывается следующим образом:

БАЗОВЫЙ ВАРИАНТ:

$$\Phi ЗП = ЗПЛ_{осн} + ЗПЛ_{доп} = 58 + 5,8 = 63,8 \text{ руб.};$$

ПРОЕКТНЫЙ ВАРИАНТ:

$$\Phi ЗП = ЗПЛ_{осн} + ЗПЛ_{доп} = 17,06 + 1,7 = 18,76 \text{ руб.};$$

Основная заработная плата основных производственных рабочих

Основная заработная плата основных производственных рабочих определяется по формуле:

БАЗОВЫЙ ВАРИАНТ:

$$ЗПЛ_{осн} = C_{ч} * t_{шт} * k_{зпл} = 62,5 * 0,51 * 1,82 = 58 \text{ руб.};$$

ПРОЕКТНЫЙ ВАРИАНТ:

$$ЗПЛ_{осн} = C_{ч} * t_{шт} * k_{зпл} = 62,5 * 0,15 * 1,82 = 17,06 \text{ руб.};$$

«где:  $C_{ч}$  – часовая тарифная ставка, руб./час, (электросварщиком 4-го разряда с часовой тарифной ставкой 62,5 рубля в одну рабочую смену (по состоянию на начало 2017 года).

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

В данном случае,  $t_{шт}$  берем в часах, а не в минутах, так как часовая ставка тоже в указана в часах, соответственно, для базового варианта  $t_{шт} = 0,51$  ч, для проектного 0,15 ч.»[11]

$k_{зпл}$  определим по формуле:

$$k_{зпл} = k_{нр} * k_{вн} * k_{у} * k_{нф} * k_{н} = 1,25 * 1,1 * 1,1 * 1,067 * 1,133 = 1,82;$$

«где  $k_{нр} = 1,25$  – коэффициент премирования;  $k_{вн} = 1,1$  – коэффициент выполнения норм;  $k_{у} = 1,1$  – коэффициент доплат за условия труда;  $k_{нф} = 1,067$  – коэффициент доплат за профессиональное мастерство;  $k_{н} = 1,133$  – коэффициент доплат за работу в вечерние и ночные смены.»[11]

## Расчет дополнительной заработной платы

### БАЗОВЫЙ ВАРИАНТ:

$$ЗПЛ_{доп} = \frac{k_{\partial}}{100} \cdot ЗПЛ_{осн} = \frac{10}{100} \cdot 58 = 5,8 \text{ руб.};$$

### ПРОЕКТНЫЙ ВАРИАНТ:

$$ЗПЛ_{доп} = \frac{k_{\partial}}{100} \cdot ЗПЛ_{осн} = \frac{10}{100} \cdot 17,06 = 1,7 \text{ руб.};$$

«где  $k_{\partial}$  – коэффициент соотношения между основной и дополнительной заработной платой, принят в %, в данном случае составляет 10%, (см. таблицу б).

Таблица 1.12 - Коэффициент соотношения между основной дополнительной заработной платой ( $k_{\partial}$ ), %.» [11]

Условия труда	Число смен	( $k_{\partial}$ ), %
		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

### БАЗОВЫЙ ВАРИАНТ:

$$O_{с.н.} = \frac{H_{соц} \cdot ФЗП}{100} = \frac{30 \cdot 63,8}{100} = 19,14 \text{ руб.};$$

### ПРОЕКТНЫЙ ВАРИАНТ:

$$O_{с.н.} = \frac{H_{соц} \cdot ФЗП}{100} = \frac{30 \cdot 18,76}{100} = 5,6 \text{ руб.};$$

«где  $H_{соц}$  – норма отчислений на социальные нужды = 30%.»[11]

## 7.2. Расчет технологической себестоимости изделия

### БАЗОВЫЙ ВАРИАНТ:

$$C_{тех} = 3M + 3_{к.из} + 3_{п.ф} + 3_{э-э} + 3_{об} + 3_{присп} + 3_{инстр} + 3_{площ} + \Phi 3П + O_{с.н} = \\ = 7132,44 + 649 + 700 + 9,6 + 1,78 + 0,53 + 0,96 + 0,29 + 63,8 + 19,14 = 8577,54 \text{ руб.}$$

### ПРОЕКТНЫЙ ВАРИАНТ:

$$C_{тех} = 3M + 3_{к.из} + 3_{п.ф} + 3_{э-э} + 3_{об} + 3_{присп} + 3_{инстр} + 3_{площ} + \Phi 3П + O_{с.н} = \\ = 7046,66 + 649 + 700 + 0,96 + 0,31 + 0,18 + 0,3 + 0,12 + 18,76 + 5,6 = 8421,89 \text{ руб}$$

### Расчет цеховой себестоимости изделия

#### БАЗОВЫЙ ВАРИАНТ:

$$C_{цех} = C_{тех} + P_{цех} = 8557,54 + 145 = 8702,54 \text{ руб.};$$

#### ПРОЕКТНЫЙ ВАРИАНТ:

$$C_{цех} = C_{тех} + P_{цех} = 8421,89 + 42,65 = 8464,54 \text{ руб.};$$

«где  $P_{цех}$  – цеховые (общепроизводственные) расходы, руб.

Цеховые (общепроизводственные) расходы относятся к косвенным затратам на изготовление продукции, это накладные расходы по управлению цехом и его обслуживанию.»[11]

#### БАЗОВЫЙ ВАРИАНТ:

$$P_{цех} = k_{цех} \cdot 3ПЛ_{осн.} = 2,5 \cdot 58 = 145 \text{ руб.};$$

#### ПРОЕКТНЫЙ ВАРИАНТ:

$$P_{цех} = k_{цех} \cdot 3ПЛ_{осн.} = 2,5 \cdot 17,06 = 42,65 \text{ руб.};$$

«где  $k_{цех}$  – коэффициент цеховых (общепроизводственных) расходов =2,5.»[11]

### Расчет заводской себестоимости

#### БАЗОВЫЙ ВАРИАНТ:

$$C_{зав} = C_{цех} + P_{зав} = 8702,54 + 104,4 = 8806,94 \text{ руб.};$$

#### ПРОЕКТНЫЙ ВАРИАНТ:

$$C_{зав} = C_{цех} + P_{зав} = 8464,54 + 30,7 = 8495,24 \text{ руб.};$$

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

Заводские (общехозяйственные) расходы относятся к косвенным затратам на изготовление продукции, это накладные расходы по управлению производством продукции на предприятии и обслуживанию предприятия.»[11]

БАЗОВЫЙ ВАРИАНТ:

$$P_{зав} = k_{зав} * ЗПЛ_{осн} = 1,8 \cdot 58 = 104,4 \text{ руб.};$$

ПРОЕКТНЫЙ ВАРИАНТ:

$$P_{зав} = k_{зав} * ЗПЛ_{осн} = 1,8 \cdot 17,06 = 30,7 \text{ руб.};$$

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

Расчет полной себестоимости изделия

БАЗОВЫЙ ВАРИАНТ:

$$C_{полн} = C_{зав} + P_{вн} = 8806,94 + 440,35 = 9247,29 \text{ руб.};$$

ПРОЕКТНЫЙ ВАРИАНТ:

$$C_{полн} = C_{зав} + P_{вн} = 8495,24 + 424,76 = 8920 \text{ руб.};$$

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

Внепроизводственные расходы – это расходы, связанные с реализацией изготовленной продукции.

БАЗОВЫЙ ВАРИАНТ:

$$P_{вн} = k_{вн} \cdot C_{зав} = 0,05 \cdot 8806,94 = 440,35 \text{ руб.};$$

ПРОЕКТНЫЙ ВАРИАНТ:

$$P_{вн} = k_{вн} \cdot C_{зав} = 0,05 \cdot 8495,24 = 424,76 \text{ руб.};$$

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

Таблица 1.13 – Калькуляция себестоимости изделия

Статьи затрат	Базовый вариант	Проектный вариант
1. Материалы основные	7015,68	7015,68
2. Материалы вспомогательные	116,76	30,98
3. Покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты	649, 700	649, 700
4. Электроэнергия	9,6	0,96
5. Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	1,78	0,31
6. Затраты на содержание приспособлений и инструмента	0,53; 0,96.	0,18; 0,3.
7. Затраты на содержание занимаемой под оборудование площади	0,29	0,12
8. Основная заработная плата	58	17,06
9. Дополнительная заработная плата	5,8	1,7
10. Отчисления на социальное страхование	19,14	5,6
<i>Технологическая себестоимость</i>	8577,54	8421,89
<i>Цеховая себестоимость</i>	8702,54	8464,54
<i>Заводская себестоимость</i>	8806,94	8495,24
<i>Потери от брака</i>	-	-
<i>Внепроизводственные расходы</i>	440,35	424,76
<i>Полная себестоимость</i>	9247,29	8920

### 7.3 Расчет экономической эффективности разрабатываемого проекта

«Расчет ожидаемой прибыли от снижения себестоимости изготовления изделия (условно-годовая экономия)»[11]

$$Pr_{ож.} = Э_{у.г.} = \left( C_{полн.}^{баз} - C_{полн.}^{проект} \right) \cdot N_{пр} = (9247,29 - 8920) \cdot 1000 = 327290 \text{ руб.}$$

«Так как при внедрении модернизированного процесса в данном случае не изменяется долговечность изделия, то перерасчет ожидаемой прибыли не требуется.»[11]

Теперь определим налог на прибыль:

$$H_{пр} = Пр_{ож} \cdot k_{нал} = 327290 \cdot 0,24 = 78549,6 \text{ руб.};$$

«где  $k_{нал}$  – коэффициент налогообложения на прибыль = 0,24.»[11]

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

$$Пр_{чист} = Пр_{ож} - H_{пр} = 327290 - 78549,6 = 248740,4 \text{ руб.}$$

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

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_2 &= \left[ \left( C_{полн}^{баз} + E_n \cdot K_{уд}^{баз} \right) - \left( C_{полн}^{проект} + E_n \cdot K_{уд}^{проект} \right) \right] \cdot N_{пр} = ; \\ &= [247,29 + 0,33 \cdot 4,8] - [920 + 0,33 \cdot 19,5] \cdot 1000 = 322500 \text{ руб.} \end{aligned}$$

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

$E_n$  – нормативный коэффициент сравнительной экономической эффективности

$$E_n = 0,33.»[11]$$

Срок окупаемости капитальных вложений (инвестиций)

«Так как в данной работе выполняется неравенство  $K_{уд}^{баз} < K_{уд}^{проект}$ , то значит можно рассчитывать срок окупаемости капитальных вложений.»[11]

$$T_{ок} = \frac{K_{общ}^{проект}}{Пр_{чист}} = \frac{19936,2}{248740,4} = 0,08 \text{ года}$$

«Округлим  $T_{ок}$  до ближайшего большего числа и получим принятый срок окупаемости:  $T_{ок} = 0,080 \text{ лет} \approx 0,1 \text{ лет}$ . Так как полученный  $T_{ок}$  не превышает четырех лет, то можно считать данное мероприятие по внедрению новой техники эффективным. Данное значение (0,1 лет) будем считать горизонтом расчета.»[11]

Коэффициент сравнительной экономической эффективности

«Величину экономии (отдачи), полученной от затраченных на внедряемое мероприятие средств, можно определить при помощи коэффициента сравнительной экономической эффективности.»[11]

Данный коэффициент является величиной обратной сроку окупаемости капитальных вложений:

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

«Если выполняется неравенство  $E_{cp} > E_n$ , то внедряемое мероприятие эффективно. (так как  $10 > 0,33$ , то считаем данное мероприятие по внедрению новой техники эффективным).

Расчет повышения производительности труда

Снижение трудоемкости изготовления изделия

$$\Delta t_{ум} = \frac{t_{ум}^{баз} - t_{ум}^{проектн}}{t_{ум}^{баз}} * 100 = \frac{31,1 - 8,6}{31,1} * 100 = 72,35\%$$

В данной работе снижение трудоемкости изготовления изделия происходит за счет 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  $\Delta\Pi_T$ , %:

$$\Delta\Pi_T = \frac{100 * \Delta t_{ум}}{100 - \Delta t_{ум}} = \frac{100 * 72,35}{100 - 72,35} = 261,66 \%. [8].$$

#### 7.4. Выводы по экономической составляющей

1. Сварка в среде защитных газов оказалась более эффективна, чем уже существующая (ручная дуговая сварка). Об этом мы можем судить по приведенным выше расчетам, которые наглядно показывают экономическую эффективность проектного варианта.

2. Новая технология повышает качество продукции за счет использования защитного газа и более эффективного электродного материала, но она не повышает долговечность конструкции.

3. Данное нововведение окупится всего через 0,1 лет, потому что капитальные вложения оказались почти в 3 раза меньше чистой прибыли от внедрения новой технологии.

4. Новая технология положительно отразится на условиях труда рабочих, так как в ходе расчетов получено то, что данная технология снижает трудоемкость процесса на 72,35%. Также почти в 2 раза сокращено время процесса, что также является положительным фактором.

5. С точки зрения охраны труда и техники безопасности внедренный процесс не на много безопаснее уже существующего, так как здесь также имеются большие токи и напряжения. Плюсом можно отметить меньшее разбрызгивание металла, которое приводит к возгоранию одежды, меньшее содержание испарившегося металла из сварочной ванны за счет газовой защиты.



## Заключение

В данной выпускной квалификационной работе была выбрана тема «Технология сборки и сварки закладных деталей фундамента опоры рекламных щитов», целью работы являлось увеличить производительность производства закладных деталей.

Цель была достигнута путем разработки фиксатора труб, что в свое время ускорило процесс сборки, заменой привычного способа сварки(РДС), на более эффективный механизированный способ сварки в среде защитных газов. Решение является успешным исходя из экономической составляющей, глядя на данные видно что, механизированная сварка ускоряет процесс сварки в 2 раза и экономит затраты на сварку в 2-3 раза в сравнении с РДС.

Так же, из трех способов крепления фланца с трубой был выбран наиболее выгодный (воротниковый), у этого способа крепления один стыковой шов, что так же ускоряет время производства при соответствующем качестве.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИСТОЧНИКОВ

1. Герасименко А.И., «Справочник электросварщика», Профессиональное мастерство, 2009 . 271с.
2. Арзамасов В.Б., Черепяхин А.А., Кузнецов В.А., Шлыкова А.В., Пыжов В.В., «Технология конструкционных материалов», Профессиональное образование, 2008 г.
3. Виноградов, В.С. Оборудование и технология дуговой автоматической и механизированной сварки / В.С. Виноградов. - М.: Академия, 2001. - 319 с.
4. Лупачев, В. Г. Ручная дуговая сварка / В.Г. Лупачев. - М.: Высшэйшая школа, 2010. - 416 с.
5. Милютин, В. С. Источники питания и оборудование для электрической сварки плавлением. Учебник / В.С. Милютин, Р.Ф. Катаев. - М.: Academia, 2013. - 318 с.
6. Китаев А. М., Китаев Я. А. Справочная книга сварщика. М., Машиностроение, 1985.
7. Справочник сварщика /Под ред. Степанова В. В. изд. 4. М., Машиностроение. 1982, 560 с.
8. 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.
9. Шебеко Л. П. Оборудование и технология автоматической и полуавтоматической сварки. М., Высш. школа. 1975, 344 с.
10. Сварка в защитных газах плавящимся электродом. Часть 1. Сварка в активных газах Автор(ы): А.Г.Потапьевский  
Издательство: Экотехнология Год: 2007

11. Виноградов В.С. Оборудование и технология дуговой автоматической и механизированной сварки: Учеб. для проф. учеб. заведений. - 3-е изд., стер. - М.: Высш. шк., Изд. центр «Академия», 2000. - 319 с.
12. Хромченко Ф.А. Справочное пособие электросварщика - 2-е изд., испр. - М.: Машиностроение, 2005. - 415 с.
13. Справочник сталей [Электронный ресурс] : <http://xlom.ru/spravochnik/stal-09g2s-xarakteristika-primeneniye-i-svoystva-stali-09g2s/> (Дата обращения: 28.05.2018).
14. Интернет портал [Электронный ресурс] : [http://metallicheckiy-portal.ru/marki\\_metallov/stk/09G2s/](http://metallicheckiy-portal.ru/marki_metallov/stk/09G2s/) (Дата обращения: 28.05.2018).
15. Справочник антикоррозионных покрытий [Электронный ресурс] : <http://chem21.info/info/62697/>  
<https://stroyvopros.net/kryisha/bitumnaya-mastika-vidyi-harakteristiki-i-osobennosti-primeneniya.html> (Дата обращения: 27.05.2018).
16. Интернет магазин [Электронный ресурс] : <http://semidelov.ru/mar/zakladnaya-detali-fundamenta-opory-osobennosti-flantsevykh-i-anker/> (Дата обращения: 19.05.2018).
17. Интернет магазин [Электронный ресурс]: <http://lunova.ru/katalog/zakladnye-detali-fundamenta/flantsevye-zakladnye-detali/> (Дата обращения: 19.05.2018).
18. Интернет магазин [Электронный ресурс]: <http://lunova.ru/katalog/zakladnye-detali-fundamenta/ankernye-zakladnye-detali/> (Дата обращения: 19.05.2018).
19. Интернет магазин [Электронный ресурс]: <https://vektor-grupp.ru/articles/1214/> (Дата обращения: 29.05.2018).
20. Интернет магазин [Электронный ресурс]: [http://www.aurora-online.ru/catalog/welding/invertornie\\_poluavtomati/4140/](http://www.aurora-online.ru/catalog/welding/invertornie_poluavtomati/4140/) (Дата обращения: 1.06.2018).
21. Интернет пособие [Электронный ресурс]: <http://p-business.ru/kak-ustanovit-reklamnyj-shhit-v-gorode/> (Дата обращения: 3.06.2018).
22. Интернет магазин [Электронный ресурс]: <http://o-cranes.ru/mostovoj-kran/> (Дата обращения: 25.05.2018).

- 23.Справочник фундаментных покрытий [Электронный ресурс]: [http://www.block-gbi.ru/energeticheskoe\\_stroitelstvo/fundamenty\\_opor\\_lep/](http://www.block-gbi.ru/energeticheskoe_stroitelstvo/fundamenty_opor_lep/) (Дата обращения: 30.05.2018).
- 24.Behavior of bolted circular flange connections subject to tensile loading [Электронный ресурс]: <https://link.springer.com/> (дата обращения 13.04.2018)
- 25.Machine-assisted travel speed control in manual welding torch operation [Электронный ресурс]:<https://link.springer.com/> (дата обращения 13.04.2018)
- 26.Finite-element simulation of tack welds in girth welding of a pipe-flange joint [Электронный ресурс]:<https://link.springer.com/> (дата обращения 13.04.2018)
- 27.Statistical properties of weld beads in butt welded joints with backing plate [Электронный ресурс]:<https://link.springer.com/>(дата обращения 13.04.2018)
28. The influence of individual components of an industrial gas mixture on the welding process and the properties of welded joints [Электронный ресурс]: <https://link.springer.com/>(дата обращения 13.04.2018)