

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
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 Разработка технологии сварки цилиндрической обечайки печи для производства цемента

Студент

О.А. Низирякин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

В.В. Ельцов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

А.Г. Егоров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

П.А. Корчагин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

О.М. Сярдова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

**Допустить к защите**

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

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

(личная подпись)

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

Тольятти 2019

## АННОТАЦИЯ

«Вращающаяся цементная печь цилиндрической формы с вращательным движением вокруг продольной оси, предназначенная для нагрева сыпучих материалов с целью их физико-химической обработки»[10], назначение вращающиеся печи для спекания шихт, в производстве цементного клинкера.

Обечайка одна из составляющих вращающаяся цементной печи она состоит из двух сегментов поз. 1-2 шт., которые соединены между собой электрошлаковой сваркой. Диаметр обечайки- 4000 мм, длина - 4500мм, толщина металла - 50мм. Масса узла – 21 тонна. Обечайка изготовлена из металла арки 09Г2С.

Цель представленной ВКР – повышения экономического эффекта.

В работе выполнялись следующие задачи: 1) Обосновать типовые технические характеристики цементных печей, назначение, требования по эксплуатации;

2) обосновать материалы для производства обечаек для печей.

3) составить проектную характеристику типовых конструкций обечаек для изготовления цементной печи.

В выпускной квалификационной работе предложены технологические мероприятия по повышению эффективности сборки и сварки обечайки. В проектном варианте технологии предложено произвести замену механизированной сварки под флюсом на электрошлаковую сварку. После внедрения электрошлаковой сварки в производство даст экономический эффект, и повысить производительность сборочно-сварочных процессов, экономический эффект составит более 100000 тысяч рублей.

ВКР включает 56 страниц текста, 22 таблицы, 12 рисунков.

# СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. Характеристики цементных печей условий их производства и эксплуатации.....	7
1.1 Типовые технические характеристики цементных печей, назначение, требования по эксплуатации .....	7
1.2 Материалы для производства обечаек для печей. Анализ свариваемости.....	9
1.3 Характеристика типовых конструкций обечаек для изготовления цементной печи.....	11
1.3.1 Требования контроля качества сварных швов.....	14
1.4 Задачи выпускной квалификационной работы.....	15
2. Разработка технологии сборки и сварки цилиндрической обечайки для цементной печи.....	16
2.1 Анализ существующих технологий и оборудования для сварки цилиндрических обечаек для печей.....	16
2.1.1 Обоснование выбранного способа сварки.....	16
2.2 Разработка технологии и подбор оборудования для производства цилиндрической обечайки.....	18
2.2.1 Подбор режимов сварки, техника выполнения сварных швов.....	22
2.2.2 Выбор сварочного оборудования.....	22
2.2.3 Расчет норм времени и расценок.....	28
2.2.4 Выбор и обоснование методов контроля.....	28
2.2.5 Подъемно - транспортное оборудование и грузозахватные приспособления.....	30
2.2.6 Конструкторская часть.....	32
2.2.7 Расчет прижимных элементов приспособления.....	33
3. Безопасность и экологичность технического объекта.....	34
3.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика рассматриваемого технического объекта .....	34

3.2	Идентификация профессиональных рисков.....	36
3.3	Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	37
3.4	Обеспечение пожарной безопасности технического объекта .....	38
3.4.1	Обеспечение пожарной безопасности объекта .....	39
3.4.2	Организационные организационно-технические мероприятия по предотвращению пожара.....	40
3.5	Анализ «негативных экологических факторов реализуемого производственно-технологического процесса.....	40
3.6.	Заключение по разделу.....	41
4.	Расчет экономической эффективности разрабатываемого проекта.....	43
4.1	Расчет себестоимости сварки цилиндрической обечайки.....	43
4.2	Расчет нормы штучного времени на выполняемые технологические операции.....	43
4.2.1	Коэффициент загрузки оборудования.....	44
4.2.2	Расчет численности персонала.....	45
4.2.3	Расчет прямых расходов .....	46
4.2.4	Основная заработная плата, основных производственных рабочих .....	47
4.2.5	Расчет косвенных расходов .....	48
4.2.6	Внепроизводственные расходы .....	50
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	52
	СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	53

## ВВЕДЕНИЕ

Вращающиеся цементные печи предназначена для изготовления цемента, цилиндрическая емкость в виде барабана имеет небольшой наклон относительно горизонтали – это исходное положение, из которого начинается движение. Благодаря прочной конструкции вращающаяся печь работает безотказно и производит цементный клинкер высокого качества. Различают длинные и короткие вращающиеся печи. Длинные печи имеют длину до 185 м и более, а короткие — от 40 до 85 м. Печь состоит из нескольких деталей, одна из которых является Обечайка. Обечайки корпуса поставляют по частям в виде сваренных из двух свальцованных листов “четвертинок”. Конструкцию, состоящую из двух сегментов поз. 1-2 шт., которые соединены между собой электрошлаковой сваркой. Диаметр обечайки- 4000 мм, длина - 4500мм, толщина металла - 50мм. Масса узла – 21 тонна. Обечайка изготовлена из металла арки 09Г2С.

В курсовом проекте для изготовления сварного узла обечайка лучше использовать сталь 09Г2С по ГОСТу 1414-75.

При выборе способа под сварку нужно предварительно необходимо сделать технологический и конструктивный анализ, в котором имеются:

- показана конструкция, габариты и масса;
- правильность эксплуатации температуры, давление, уровень нагрузок, агрессивность среды;
- виды производства;
- нужная степень механизации;
- показ сварного соединения, его положение;
- протяженность и доступность швов.

В данном проекте для сварки обечайки выбран способ электрошлаковой сварки, обечайка изготавливается из стали 09Г2С ГОСТ 192В2 – 73.

В связи с условиями протекания металлургических процессов для сохранения свойств металла шва он должен быть легирован. Это достигается применением электродной проволоки марки Св-10Г2 ГОСТ 2246-70.

При выше сказанном анализе мы выбираем - Сварочный автомат А-820К УХЛ4 предназначен для однопроводной электрошлаковой сварки плавящимся мундштуком вертикальных швов на постоянном токе металла толщиной до 70 мм.

В выпускной квалификационной работе предложены технологические мероприятия по повышению эффективности сварки обечайки. В проектном варианте технологии предложено произвести замену ручной дуговой сварки на электрошлаковую сварку.

После внедрения электрошлаковой сварки в производство даст экономический эффект.

Данная ВКР посвящена разработке технологии электрошлаковой сварки, для сваривания обечаек, из которых состоит вращающейся цементная печь. Цель – добиться экономического эффекта и повысить производительность сборочно-сварочных процессов.

# **1 Характеристики цементных печей условий их производства и эксплуатации**

## **1.1 Типовые технические характеристики цементных печей, назначение, требования по эксплуатации**

Цементная вращающаяся печь – это основное оборудование для производства сухого цемента, состоящее из корпуса, опорного ролика, приводного механизма, подвижной головки, уплотнительного устройства в хвостовой части и канала для вдувания угольной пыли. Благодаря прочной конструкции вращающаяся печь работает безотказно и производит цементный клинкер высокого качества. «Различают длинные и короткие вращающиеся печи. Длинные печи имеют длину до 185 м и более, а короткие — от 40 до 85 м»[1]. Вращающаяся цементная печь изображена на рисунке 1.1,1.2,1.3.

«Применяются для сухого способа производства, длинные печи различаются не только по длине и диаметру, но и по внутреннему устройству барабана. В зависимости от конструкции длинные печи бывают с теплообменными устройствами и без них, виды теплообменных устройств и запечных установок в этих агрегатах также бывают разные. У печей для сухого способа это отношение несколько меньше и составляет от 30 до 35»[1]. «Печи для обжига клинкера должны удовлетворять следующим общим требованиям. Печь должна быть сблокирована с вспомогательными механизмами. Управление механизмами должно быть сосредоточено у рабочего места машиниста (головки печи). При отсутствии централизованной блокировки в цехе должна быть двухсторонняя сигнализация и телефон, связывающие площадку головки печи с другими технологическими участками: сырьевыми питателями, угольным отделением»[1].

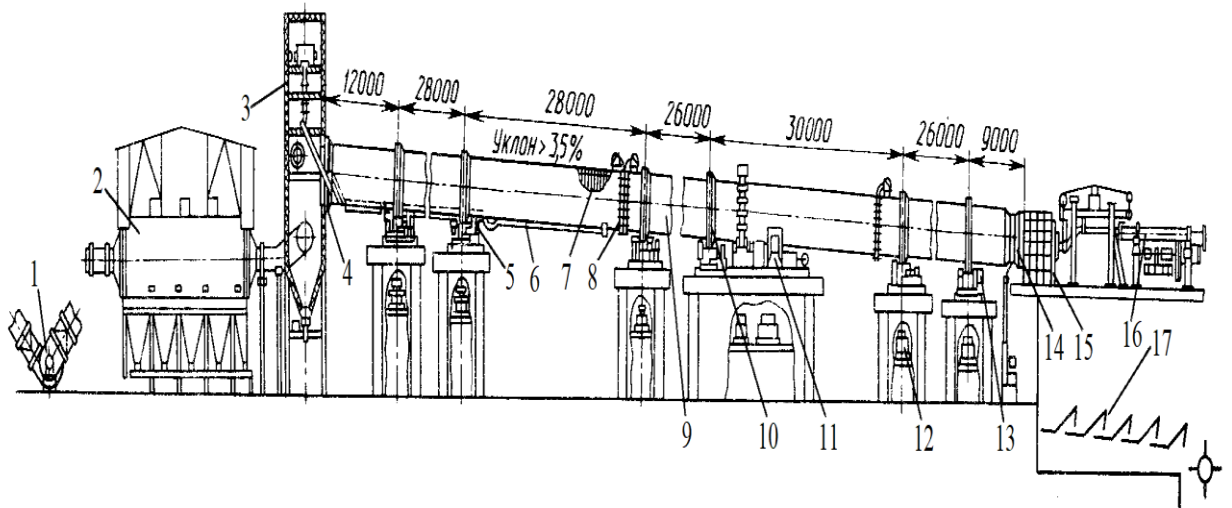


Рисунок.1.1 – «Вращающаяся цементная печь»[3].

«1- дымосос; 2- фильтр; 3- пылевая камера; 4- уплотнение; 5- гидроупоры; 6- труба; 7-цепная завеса; 8- измерительные приборы; 9- печь; 10- бандаж; 11- привод; 12- станций смазки; 13- роlikоопора; 14- топливная форсунка; 15- разгрузочный конец; 16- горелка; 17- охладитель клинкера»[3].



Рисунок 1.2 – «Вращающаяся цементная печь»[5].





Рисунок 1.3 – «Вращающаяся цементная печь»[6].

## **1.2 Материалы для производства обечаек для печей. Анализ свариваемости**

Оболочка «цементной печи представляет собой цилиндрическую трубу диаметром 5,5÷8,5 метров и длиной 180÷240 метров. Насаживают бандажные кольца, он опирается на роликовые опоры»[4]. (Рисунок 1.4) При изготовлении корпуса цементной печи, конструкция на отдельные транспортабельные элементы определяются, сначала, их доставкой на место сборки. «Посредством временной деформации с доведением не замкнутых по образующей обечаек до диаметра 3600 мм, перевозить их на обычных платформах по условиям негабаритности II степени. При изготовлении на заводах обечайки, то продольный стык не сваривают»[4]. Для доставки уменьшают размер.

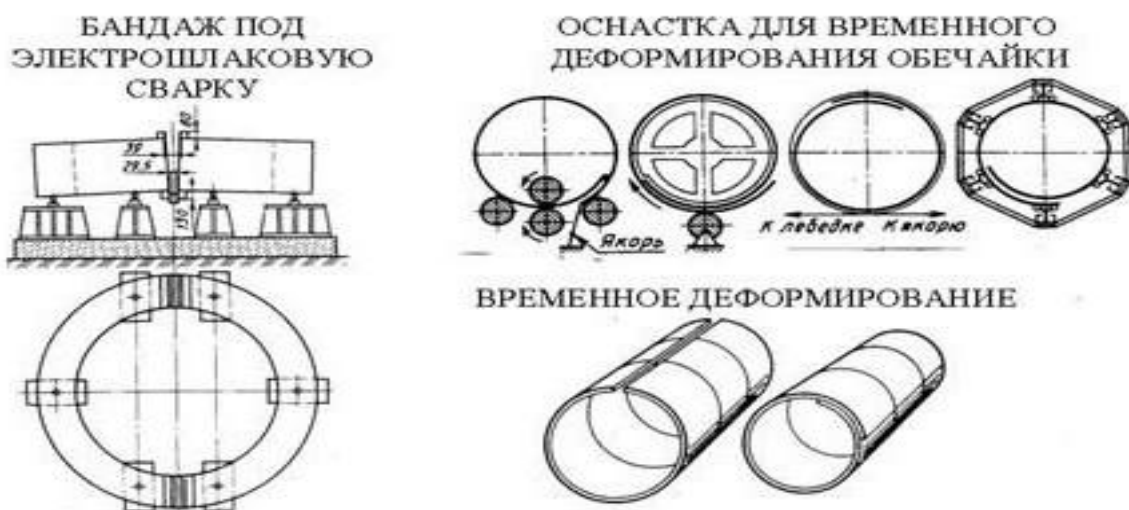


Рисунок 1.4 – «Бандажные кольца, которыми он опирается на роликовые опоры»[4].

Для монтажа швы продольные у обечайки устанавливают «кольцевые стыки, сваривают на роликовом стенде сварочным трактором с ручной подваркой или на флюсовой подушке»[4].

Бандажи представляют собой кольца 30-60 тонн, и более с поперечным сечением. Усадка верхней и нижней частей электрошлакового шва не идентично, «конусность бандажа из-за сварочных деформаций компенсируют, устанавливая клиновой зазор в стыке»[4]. (Рисунок 1.4)

Кольца сваривают электрошлаковой сваркой, с целью понизить дефрагментацию сваривают одновременно два шва. В сварки с усадкой «шва крайнее опоры освобождаются, и сила тяжести, предотвращая деформацию»[4].

Для понижения «внутренних напряжений после сварки бандажи подвергают местному»[4] выпуску. Съемные электрические печи, бандажи длиной 750 мм в обе стороны «от шва подвергают нагреву до температуры 550-600 °С с выдержкой и медленным охлаждением»[4].

После сварки бандажей их насаживают на бандажные обечайки, «после выверки соосности сварку кольцевых швов выполняют однослойным швом

вручную, а затем»[4] внутри и с»наружи трактором, используя механизм вращения печи, чтобы место все время находилось в нижнее положение»[4].

### 1.3 Характеристика типовых конструкций обечаяек для изготовления цементной печи

Обечайка состоит из конструкции, из двух сегментов поз. 1-2 шт., которые соединены между собой электрошлаковой сваркой. Диаметр обечайки- 4000 мм, длина - 4500мм, толщина металла - 50мм. Масса узла – 21 тона. Обечайка изготовлена из металла арки 09Г2С. Конструкция узла представлена на рисунке 1.5

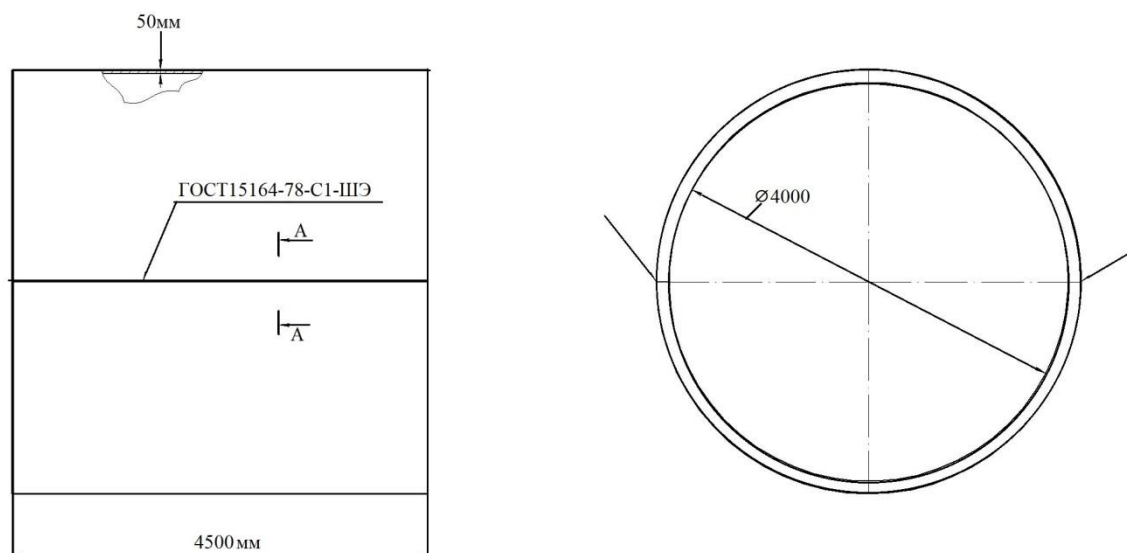


Рисунок 1.5 – Вид обечайки

Сталь повышенной обрабатываемости 09Г2С конструкционная. Химический состав стали 09Г2С приведен в таблице 1.1, механические свойства приведены в таблице 1.2 В процентах.

Таблица 1.1 – Химический состав стали марки 09Г2С. ГОСТ 4543 – 71

C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	P	S
0,12	0,5-0,8	1,3-1,7	≥0,30	≥0,30	≥0,30	≥0,35	0,040

Таблица 1.2 – Механические свойства стали марки 09Г2С. ГОСТ 4543 – 71

Марка	$\sigma_B$ МПа	$\delta_m$ %	$\delta_5$ %	$a_n$ , Дж/см <sup>2</sup> при температуре	
09Г2-13	Не менее			- 40 С <sup>0</sup>	- 70С <sup>0</sup>
	460	290	21	35	30

«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. Именно эта марка позволяет создавать максимально тонкостенные элементы, что отлично подходит для ее применения в судостроении и строительной области. К тому же материал довольно прочный и долговечный, что обуславливает безопасность сооружения»[24].

«Листовой прокат из стали 09Г2С легко гнется. Это позволяет создавать сложнейшие конструкции для газодобывающей, нефтяной и химической отрасли. В таких сферах стальные изделия из этой марки представлены в виде труб и трубопроводной арматуры»[24].

«Высокая механическая прочность Долговечность – срок службы деталей из этой стали более 30 лет Широкий диапазон рабочей температуры – от -70°С до +425°С

Отсутствует склонность к отпускной хрупкости  
После отпуска вязкость стали не снижается  
Не теряет пластичность и не изменяет зернистость при сварке элементов  
Удельный вес этого сплава составляет 7,85 г/см<sup>3</sup>. Свариваемость этой стали не ограничена»[24].

### 1.3.1 Контроль качества сварных швов

В контроль качества входят способы:

- Визуальный
- Ультразвуковой

«Визуально измерительный контроль может проводиться на различных этапах работы. Это относится к обследованию входящих деталей под сварку. Проверяется соответствие маркировки самому материалу, а также целостность металла (отсутствие брака при литье и прокате).

На следующей стадии контролируется сборка деталей под сварку, правильность очистки поверхности от мусора, коррозии и масла. Обращается внимание на выполнение разделки кромок, которая должна соответствовать толщине металла и сварочному току, а также виду соединения»[23].

«После окончания сварочных работ исследуются швы на все виды дефектов, которые возможно выявить визуально: раковины, подрезы, непровары, поры, трещины и т. д. Если работа заключается в наплавке нескольких слоев на изношенную конструкцию, то освидетельствование производится после выполнения каждого слоя. После окончания всех работ происходит итоговая сдача изделия с актом проверки»[23].

«Визуальный измерительный метод может быть применен и на уже введенной в эксплуатацию конструкции, если срок службы сварных швов подходит к концу. При любом подозрении на ухудшение качества

соединений, во избежание поломок или травм, заказывается экспертиза контролера»[23].

«Для контроля качества сварки применяют ультразвук. Принцип действия аппарата основан на отражении ультразвуковых волн от границы соединения двух сред с различными акустическими свойствами»[25].

«Датчик и излучатель плотно прикладывают к исследуемому материалу, после чего устройством вырабатывается ультразвук. Он проходит через весь металл и отражается от задней стенки, возвращаясь, попадает на приемный сенсор, который в свою очередь преобразует ультразвук в электрические колебания. Прибор представляет полученный сигнал в виде изображения отраженных волн»[25].

«Если внутри металла присутствуют какие-нибудь изъяны, датчик зафиксирует искажение отраженной волны. Опытным путем установлено, что различные дефекты сварки по-разному себя проявляют на ультразвуковом дефектоскопе. Это позволило провести их классификацию. При соответствующем обучении специалист может точно определить вид брака в шве»[25].

«Способ контроля качества сварных соединений ультразвуком широко распространился благодаря простоте и удобству применения, относительно недорогому оборудованию, безопасности использования по сравнению с радиационным методом»[25].

«Минусом способа является трудность расшифровки графического изображения. Контроль качества соединения может сделать только сертифицированный специалист. Его проблематично использовать для контроля крупнозернистых металлов типа чугуна»[25].

#### **1.4 Задачи выпускной квалификационной работы**

1. На основании анализа выбрать более эффективный способ сварки обечайки для цементных вращающихся печей.
2. Разработать технологию сборки и сварки.
3. Рассчитать экономическую эффективность разработанного проекта.

## **2 Разработка технологии сборки и сварки цилиндрической обечайки для цементной печи**

### **2.1 Анализ существующих технологий и оборудования для сварки цилиндрических обечаек для печей**

Для того что бы получить заготовки нужных размеров, нужно использовать механическую обработку для разделки кромок нужной формы: токарную, строгание, фрезерование, обрезку на гильотинных ножницах. Еще применяется кислородная или плазменная резка. Это позволит повысить производительность и точность подготовки кромок.

Нужная форма разделки кромок для полуавтоматической сварки под флюсом зависит от толщины изделий в соответствии с ГОСТ 8713 — 79.

Очищение металла от ржавчины, масла, влаги, рыхлого слоя окалины и других загрязнений. Зачистка свариваемых деталей поверхности кромок 30-40 мм. Зачищают торцы кромок. Зачистка выполняется механическими или химическими способами.

Специальные планки используют для процесса сварки и вывода кратера за пределы свариваемого изделия. Выводные планки делают из материала такой же марки и той же толщины, что и свариваемые детали. Длина выводных планок 100 — 200 мм, ширина 60 — 100 мм., зависит от содержания углерода углеродистые конструкционные стали подразделяют на низкоуглеродистые (до 0,22 %С),

#### **2.1.1 Обоснование выбранного способа сварки**

При выборе способа сварки необходимо предварительно произвести конструктивно-технологический анализ изделия.

Он включает в себя факторы, характеризующие:



- вид конструкции;
- её габариты, - массу конструкции;





- основной материал;
- технологические факторы, определяющие особенности выполняемых соединений и швов;
- тип производства;
- степень механизации при изготовлении изделия.

Этот способ имеет множество технологических вариантов, проанализируем несколько из них в таблице 2.1


Таблица 2.1 - Анализ возможных способов сварки

Способ сварки	Эскиз	Преимущества	Недостатки
1.Дуговая сварка в CO <sub>2</sub> (полуавтоматом)		1) Высокая производительность (в 2,5 раза больше, чем при РДС); 2) Высокая маневренность; 3) Дешевая и плотная защита от окружающей среды; 4) Простота обслуживания.	1) Чрезмерное разбрызгивание; 2) Окисление металла; 3) Грубая чешуйчатость.
2.Ручная дуговая сварка в аргоне		1) Высокая производительность (выше, чем в предыдущем случае); 2) Отсутствие разбрызгивания; 3) Устойчивое горение дуги; 4) Более лучшее качество по сравнению с CO <sub>2</sub>	1) Более дорогая защита; 2) Сильное излучение дуги.
1	2	3	4

Продолжение Таблицы 2.1 - Анализ возможных способов сварки

1	2	3	4
3.Механизированная сварка под флюсом	 <p>www.kzes.com</p>	<p>1)Высокая производительность;</p> <p>2)Простота процесса;</p> <p>3)Возможность получения хорошего внешнего валика;</p> <p>4)Отсутствие разбрызгивания электродного металла (так как дуга скрыта под слоем флюса)</p>	<p>1)Высокая стоимость оборудования;</p> <p>2)Не используется для наплавки сложных форм.</p>
4.Автоматическая сварка под флюсом		<p>1) Высокое качество;</p> <p>2) Высокая производительность, достигающая 120 м/ч;</p> <p>3) низкое разбрызгивание;</p> <p>4) Высокий КПД процесса.</p>	<p>1) Низкая маневренность;</p> <p>2) Возможность использования при сварке только длинных швов;</p> <p>3) Большая стоимость, и энергопотребление по сравнению с полуавтоматом.</p>
1	2	3	4

Продолжение Таблицы 2.1 - Анализ возможных способов сварки

1	2	3	4
<p>5.Электрошлаковая сварка</p>		<p>1) Соединяемые детали равномерно разогреваются и медленнее остывают. Нагрев начинается на уровне флюса. Благодаря «шубе» сохраняется стабильная температура в процессе образования шва. Это благотворно сказывается на качестве соединения.</p> <p>2) За один проход проваривается металл толщиной до 200 мм, не нужно делать много проходов, сокращается время сварки. При двух электродах допустимо соединять металл толщиной свыше 200 мм.</p> <p>3) Высокий коэффициент полезного действия. При минусе временных и денежных затрат – большой объем работ хорошего качества.</p> <p>4) Сокращается время подготовительного этапа, разделки кромок не требуется. Заправляется зазор между деталями.</p>	<p>1) Вариативность швов уменьшается, методом ЭШС выполняют только вертикальные или сильно приближенные к ним швы.</p> <p>2) Процесс непрерывный, нельзя остановиться на середине шва, пострадает качество соединения.</p> <p>3) Высокая зернистость диффузионного слоя, при минусовых соединениях пластичность металла существенно снижается, шов приобретает хрупкость.</p>

Таким образом, проанализировав возможные способы сварки, выбор останавливаем на электрошлаковой сварке.

## **2.2 Разработка технологии и подбор оборудования для производства цилиндрической обечайки**

К сварочным материалам относятся электродная проволока, а к вспомогательным сварочным материалом относятся флюсы.

Сварочные материалы желательно выбирать с химическим составом близким по химическому составу основного материала конструкции. Выполнение этого требования обеспечивает условия равно прочности шва. Кроме того, на выбор сборочного материала существенное влияние оказывает выбранный способ сварки. Так же на выбор сварочного материала оказывают влияние на требования санитарно-гигиеническим допустимым дозам концентрации вредных сварочных аэрозолей в окружающем воздухе.

В данном проекте для сварки обечайки выбран способ электрошлаковой сварки, обечайка изготавливается из стали 09Г2С ГОСТ 192В2 – 73.

В связи с особыми условиями протекания металлургических процессов для сохранения свойств металла шва он должен быть легирован. Это достигается применением электродной проволоки марки Св-10Г2 ГОСТ 2246-70. Химический состав проволоки приведен в таблице 2.2

В процентах

Таблица 2.2 – Химический состав проволоки Св-10Г2 ГОСТ2246

Марка проволоки	С	Si	Mn	Cr	Ni	S	P
Св – 10Г2	0,05- 0,11	0,7- 0,95	1,80- 2,10	Не более 0,20	Не более 0,25	0,025	Не более 0,30

Данная проволока улучшает качество сварного шва элементами, которые при сварке раскисляют металл, и обеспечивает легирование.

При ЭШС низколегированных сталей применяют флюс марки АН – 8 ГОСТ 9087- 81.

Химический состав флюса марки АН – 8 ГОСТ 9087 – 81 приведен в таблице 2.3

Таблица 2.3 - Химический состав флюса

Марка флюса	SiO <sub>2</sub>	MnO	CaF <sub>2</sub>	MgO	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	F <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	S	P
АН - 8	34,5	23,5	16	6	5,5	13	Не более 1,5	До 0,15	До 0,15

Транспортируется в баллонах, танках газификаторах подается к рабочим местам или централизованно по трубопроводу.

Существует три метода определения расхода сварочных материалов:

- Аналитический (по параметрам режима);
- Аналитический (по размерам поперечного сечения сварного шва);
- По таблицам.

В данном дипломном проекте используется табличный метод определения расхода сварочных материалов. Расход сварочной проволоки рассчитаем по формуле:

$$M_{\text{св}} \text{ с}_1 - \text{шз} = L_{\text{шва}} \cdot K_{\text{св}} \text{ с}_1 - \text{шэ} \quad (2.1)$$

$$M_{\text{св}} \text{ с}_1 - \text{шз} = 13,5 \cdot 11 = 99$$

$$Q_{\text{фл}} = L_{\text{шва}} \cdot K_{\text{фл}} \quad (2.2)$$

$$Q_{\text{фл}} = 9 \cdot 0,55 = 4,95$$

Расход воды производим по формуле:

$$Q_{\text{воды}} = L_{\text{шва}} \cdot K_{\text{фл}} \quad (2.3)$$

$$Q_{\text{воды}} = 13,5 \cdot 1200 = 10800 \text{ л.}$$

### 2.2.1 Подбор режимов сварки, техника выполнения сварных швов

Режимом называется совокупность параметров, обеспечивающих получение сварного соединения нужных параметров и требуемого основного параметра электрошлаковой сварки проволочными электродами являются :

Диаметр проволоки –  $d_{эл}$  (принимается равным 3 мм или 5 мм.)

Сварочный ток –  $I_{св}$

Скорость подачи электрода-  $V_{пэ}$

Напряжение на шлаковой ванне –  $U_{шл}$

Скорость сварки –  $u_{св}$

Толщина свариваемого металла –  $S$

Сукой вылет электрода -  $l_c$

Скорость поперечных пересечений электрода -  $u_{п.п}$

Время ползуна при сварке с поперечными колебаниями -  $t_b$

Не доход последующего электрода до предыдущего при сварке несколькими электродами с поперечными колебаниями -  $l_c$

Количество сварочных проволок-электродов -  $П_{эл}$

зазор -  $b$

Глубина шлаковой ванны –  $h$

Существует несколько методик определения параметров режима сварки:

- аналитический;
- графический;
- табличный.

В данном дипломном проекте применяется третий метод определения параметров режима сварки, используя опытные данные. Ниже на рисунках 2.1 приводятся эскизы, в таблице 2.4 подобраны режимы сварки этих соединений.

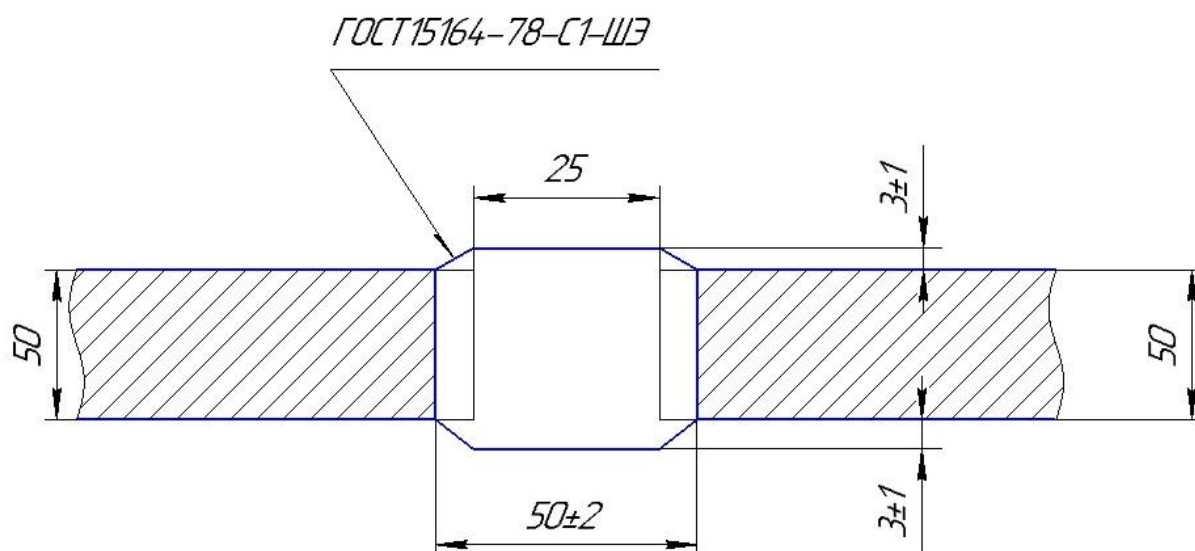


Рисунок 2.1 - Сварной шов С1 – ЭШС

В данном дипломном проекте используется табличный способ определения режима сварки. Параметры режимов сварки приведены в таблице. Режимы электрошлаковой сварки приведены в таблице 2.4

Таблица 2.4 - Режимы электрошлаковой сварки

Тип соединений	$h_{эл}$	$I_{св}$	$U_{шл}$ В	$V_{св}$ м/ч	$d_{эл}$ мм	$V_{св}$ м/ч	$H_{шл}$ мм
С1 - ШЭ	1	600	42 - 44	2,1	3	400	50

В сварочном узле применяется стыковое соединение.

### 2.2.2 Выбор сварочного оборудования

Выбранный способ сварки и степень его механизации, режимы сварки (диаметр проволоки: сила тока и т.д.) экономическую целесообразность; технические возможности;

годовую программу выпуска сварных узлов;

современные достижения сварной науки и техники;

максимальную производительность сварных работ.

Также критериями выбора сварочного оборудования являются:

а - техническая характеристика, наиболее отвечающая всем;

- б - требованиям технологии;
- в - относительная простота обслуживания;
- г - лучшие эксплуатационные качества;
- д - наибольший КПД;
- ж - наименьшее потребление энергии;
- з - наименьшие габаритные размеры.

В данном дипломном проекте выбран электрошлаковый способ сварки.

Следующими параметрами сварки:

- диаметр электродной проволоки  $d_{э.п.} = 3\text{мм}$ ;
- сила сварного тока  $700\text{А}$ .

Для выполнения процесса сварки требуется сварочное оборудование, которое обеспечивает выбранные режимы сварки - А-820К УХЛ4.

Сварочный автомат А-820К УХЛ4 предназначен для однопроводной электрошлаковой сварки плавящимся мундштуком вертикальных швов на постоянном токе металла толщиной от 18 до 70 мм., а также электродуговой сварки сплошной проволокой металла толщиной от 14 мм до 20 мм. Технические характеристики представлены в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Техническая характеристика А-820 УХЛ4

Наименование	Значение
Толщина свариваемого металла, мм	18 - 70
Типы швов	Продольные
Сварочный ток в одном электроде, А	700
Количество электродов, шт	1
Диаметр электрода, мм	2,5 - 3
Скорость сварки: м/ч	4 - 15
Подачи электрода	120 - 720
Габаритные размеры, мм	455x390x740
Масса, кг	29



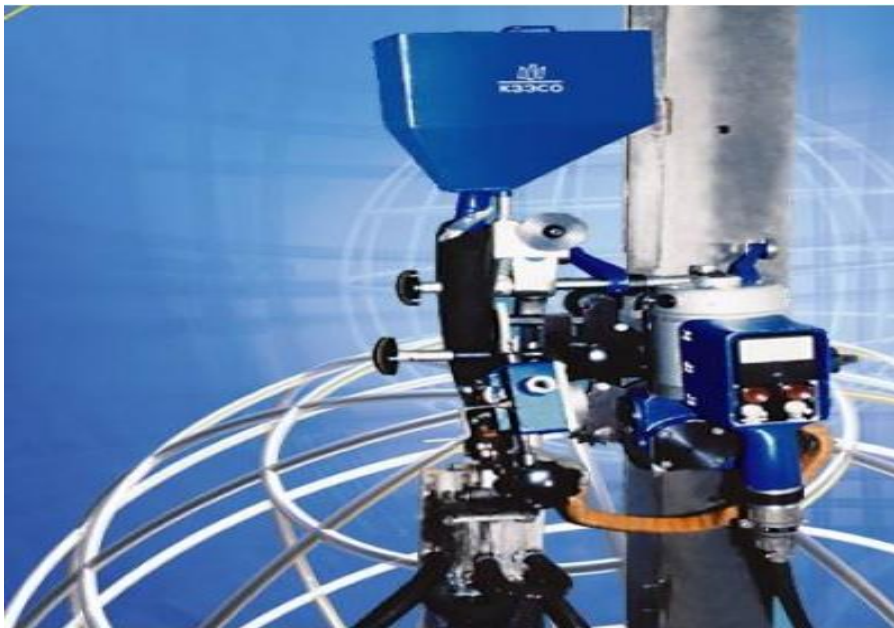


Рисунок 2.2 – «Сварочный автомат А-820К УХЛ4»[22]

Сварку обечайки на установочной платформе можно посмотреть на рисунке 2.3, 2.4, 2.5.

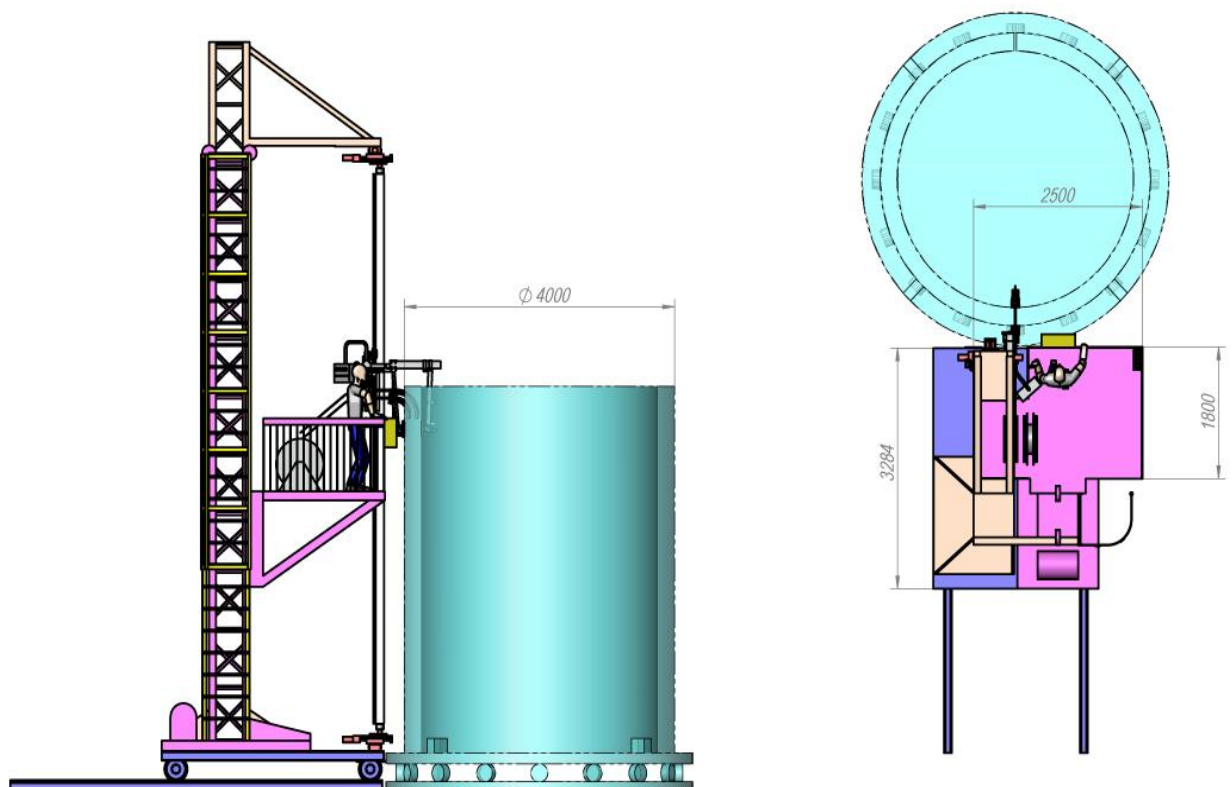


Рисунок 2.3 – «Сварка обечаек установкой на платформе»[21]

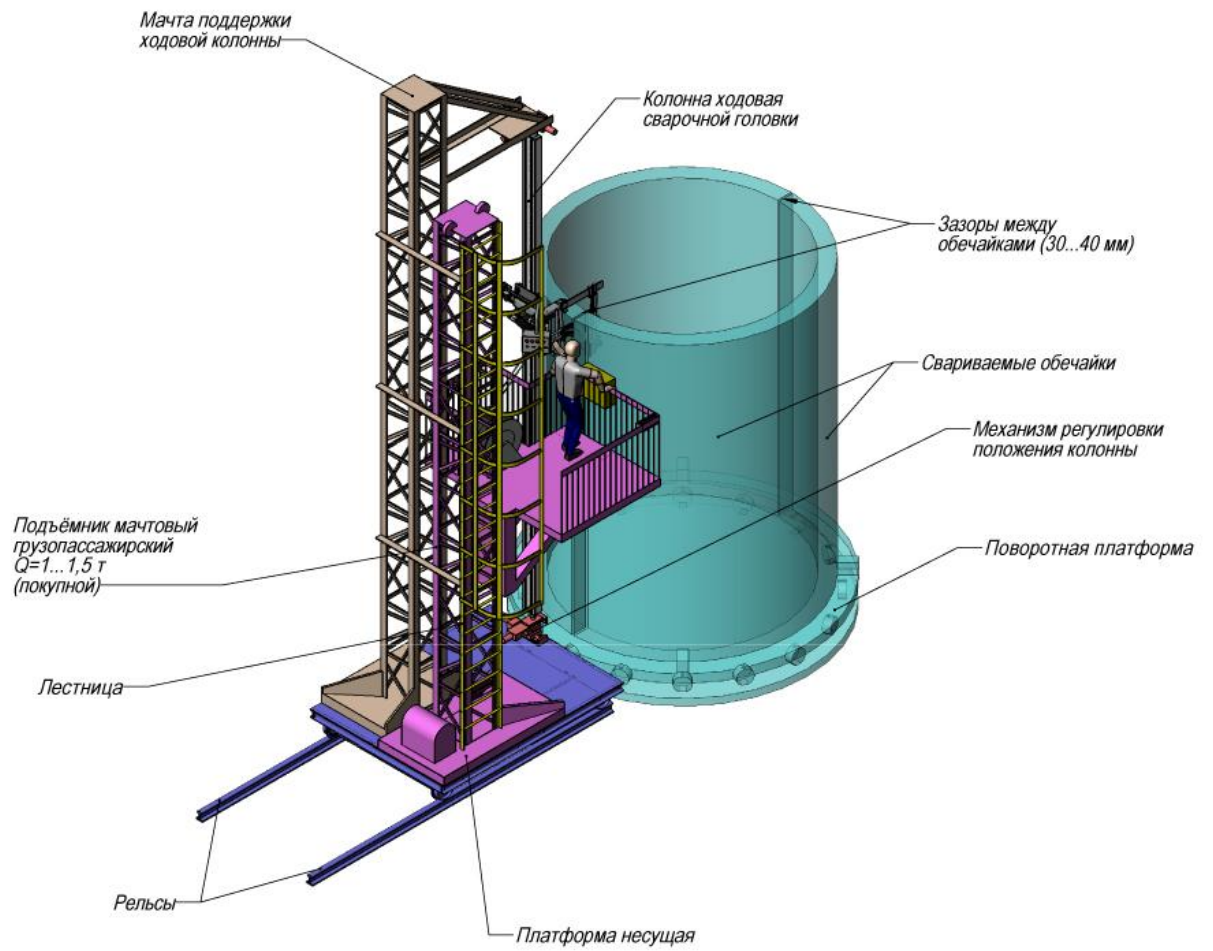


Рисунок 2.4 – «Сварка обечайек установкой на платформе»[21]

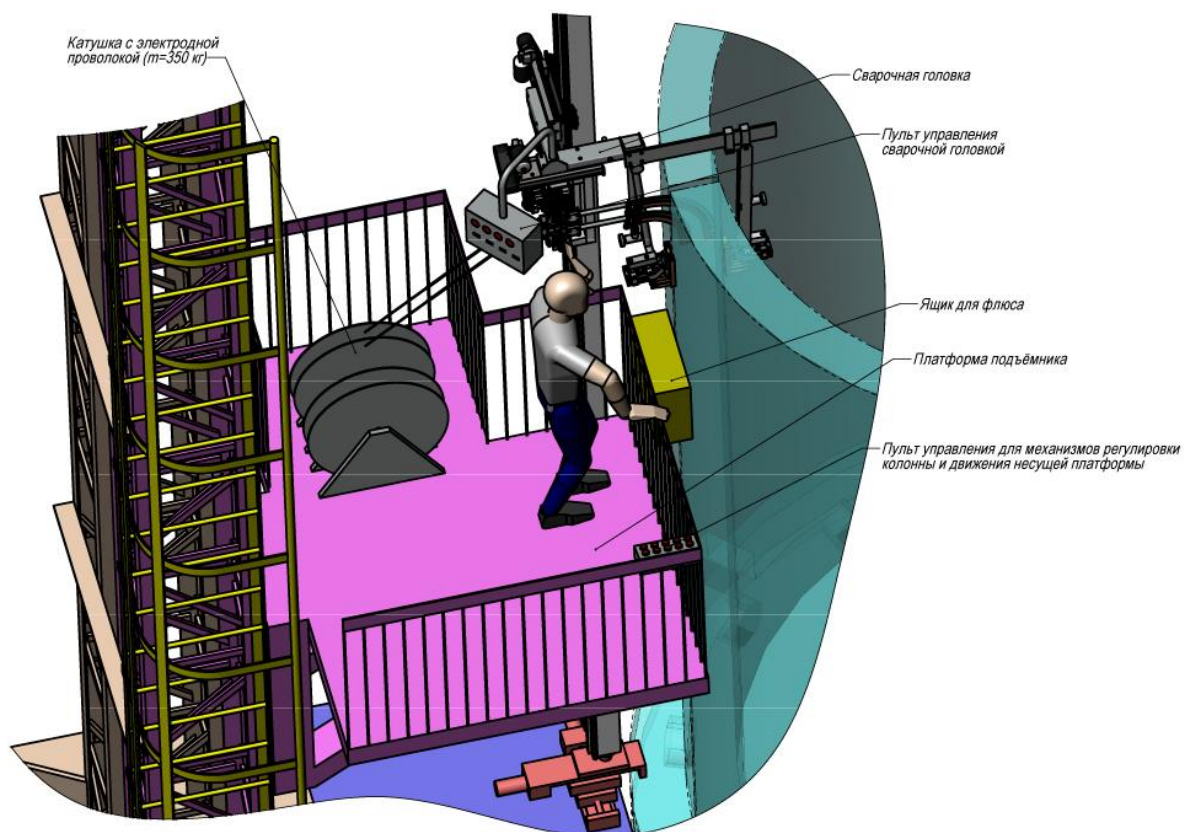


Рисунок 2.5 – «Сварка обечаек установкой на платформе»[21]

Трансформатор нужен для питания аппарата при электрошлаковой сварке. Трансформатор ТШС-1000-3, подходит для трехфазной сварки тремя электродами током до 1000А в каждом. После изменения обмоток может работать, на однофазном токе до 2000 А. Имеет жесткую характеристику, нужным минимальным магнитным рассеянием. Обмотка - медная. Охлаждение применяется воздушное, принудительное, от встроенного вентилятора. Обеспечивает равномерную загрузку сети при высоком коэффициенте мощности. Технические характеристики представлены в таблице 2.6

Таблица 2.6 – Техническая характеристика трансформатора ТШС-1000-3

Наименование	Значения
Номинальный сварочный ток при ПВ*100%,А	1000
Номинальное рабочее напряжение при жестких (подающих) внешних характеристиках, В	38 – 62
Номинальная мощность, кВА	160
Число фаз	3
Габаритные размеры, мм	1470 x 900 x 1715
Масса, кг, не более	1400



Рисунок 2.6 – «Трансформатор сварочный ТШС-1000-3»[20]

### 2.2.3 Расчет норм времени и расценок

Рассчитываем штучное время нормой времени называется регламентированные затраты рабочего необходимые на выполнение операций технологического процесса. Расчет нормы времени на сборку изделия выполняется в соответствии со специальными нормативами.



Определяем штучное время на сборку узла  $T_{шт}$  (мин), по формуле 2.4

$$T_{шт} = T_{шт} \cdot L \cdot K_n + t_{виа} \quad (2.4)$$

$T_{шт}$  – не полное штучное время на 1м шва (мин),  $L$  – длина шва (с учетом начальных и конечных планок),  $t_{виа}$  – вспомогательное время связанное с работой изделия и оборудования, (мин)

$$T_{шт} = 62 \text{ (мин)}$$

Вспомогательное время, связанное с изделием и применяем оборудованием для прямолинейного шва ( $t_{виа}$ ) определим ниже в таблице 2.7

Таблица 2.7 - Вспомогательное время

Установка, крепление и снятие направляющей рейки со сварочным аппаратом	12 мин.
Установка кассеты массой до 250 кг в стойки с проверкой затяжки тормозов, надежности изоляции, плавности вращения на балконе.	4,5 мин.
Установка крепления токоподвода к клемнику сварочного аппарата, а нулевого провода к изделию, снятие после сварки.	1,5 мин.
Установка на аппарат и снятие независимой подвески ползуна.	12,5 мин.
Установка ползуна на подвеску поджатие к изделию, обмазка огнеупорной глиной, подключение (отключение) шлангов для охлаждающей воды, снятие после сварки.	1,5 мин.
Зарядка в кассету электродной проволоки массой до 100 на спец. станке. Со сборкой одного стыка.	3,4 мин.
Установка на стенд	12,8 мин.
Снятие и транспортировка	4,4 мин.

$$F_{\text{вн}} = 12 + 4,5 + 1,5 + 12,5 + 34 + 12,8 + 4,4 = 81,7 \text{ (мин)}$$

Норма времени на сварку продольного шва обечайки.

#### 2.2.4 Выбор и обоснование методов контроля

В данном дипломном проекте для контроля сварных соединений и швов рекомендуется применить визуальный и измерительный контроль. Визуальный осмотр сварных швов, первым способом идет контрольный осмотр сварных швов. Осмотр нужен для того что бы увидеть дефекты: не провар шва, наплав, прожог, незаверенные кратеры, смещение свариваемых деталей.

Перед проверкой сварных швов, очищают обе стороны шва на ширине 15 мм, очищают швы от шлака, застывших брызг металла, окалины и других загрязнений. Для осмотра шва понадобится лупа с увеличением от 7 до 10 раз, проверка происходит по всей их протяженности шва с двух сторон. Правильно выполненный сварной шов имеет плавный переход к металлу, без наплывов, а также равномерную ширину и высоту на всей длине. Ультразвуковая дефектоскопия (УЗД). Ультразвуковой контроль сварных соединений популярен, потому что с его помощью можно выявить мельчайшие дефекты внутри сварочного шва диапазоном измеряемых глубин по стали до 6000мм.

И, как показывает практика, именно скрытые дефекты являются основными серьезными причинами ненадежности свариваемой конструкции. Ультразвуковой дефектоскоп NOVOTEST УД2301 предназначен для проведения неразрушающего контроля качества материалов, конструкций и изделий из металлов, композиционных материалов, стекла, пластика и иных материалов способных проводить ультразвук с невысокой степенью затухания. Дефектоскоп позволяет обнаруживать различные внутренние дефекты, нарушения однородности изделий и конструкций, измерять толщину стенок с односторонним доступом к объектам контроля, проводить контроль качества сварных соединений. Для наглядности прибор позволяет,

отображать сигнал в виде В-скана и проводить полный документальный контроль сохраняя результаты измерений в собственную память, с последующим переносом данных на персональный компьютер.



Рисунок 2.7 – «Ультразвуковой дефектоскоп NOVOTEST УД2301»[19]

Для размеров сечения у стыковых швов замеряют их ширину, высоту усиления и размер обратной под варки, в угловых швах, соединениях внахлестку и в тавр, катет шва. Значение величин также допускаемые отклонения приемлемы техническими условиями или ГОСТами. Размер сварного шва проверяют измерительными инструментом с точностью измерения  $\pm 0,1$  мм, найденные вырезы под определенный шов, размер которого указан на шаблоне.

### 2.2.5 Подъемное и транспортное оборудование, грузозахватные приспособления

Мостовые краны двух балочные, нужны для того что бы перемещать изделия по требованию, установку, снятие, кантовку в процессе сборки-сварки. Грузоподъемность кранов необходима в пределах от 30 - до 50 т. Рельсовые и электрические тележки для передачи заготовок из одного пролета в другой, грузоподъемностью должна быть - 30 т.

Подъемно - транспортное оборудование нужно для того что бы была возможность для подачи заготовок к нужному месту для дальнейших манипуляций. Среди грузоподъемных кранов наиболее широкое применение находят мостовые краны для перегрузки штучных и сыпучих грузов в различных отраслях промышленности. Крановый мост движется по подкрановым путям и, кроме того, служит в качестве подкрановых путей для одной, реже для двух грузовых тележек.

Различие в исполнении тележек обусловлено назначением крана. Каждая точка рабочей зоны обслуживается при перемещении груза по кратчайшему пути, даже если эта зона расположена на различных уровнях для установки, снятия и кантовки изделий на одном рабочем месте.

Универсальное подъемно-транспортное оборудование - это мостовые краны. Мостовой подвесной кран грузоподъемностью до 30 тонн. В качестве грузозахватных средств, применяют двухветвевой канатный строп с самозажимными струбцинами 4-СК-1,5/2000 ОСТ 24-090-50.

### 2.2.6 Конструкторская часть.

Сборку и сварку обечайки производят на специальной установке.

Она состоит из двух электроподъемников и лифта, вращателя с планшайбой, на ней крепиться обечайка. В них установлены специальные кабины для сварщиков, в них расположен пульт для управления, а так же катушка с электродной проволокой и рабочий флюс.



Сварочный аппарат движется непрерывно с автоматически изменяющейся скоростью, нужный от уровня сварочной ванны, а подъемник когда нужно включается и останавливается со сварщиком по мере продвижения сварочного аппарата. Скорость подъема кабины 4-м/мин.

### 2.2.7 Расчет прижимных элементов приспособления

Прижимные механизмы сборочных и сварочных приспособлений служат для закрепления устанавливаемых в приспособление заготовок, деталей, сборочных единиц. К прижимным механизмам есть свои требования:

- обязаны обеспечить правильное положение и направление прижимного усилия, для закрепления без сдвигов, относительно установочных баз. Зажимы располагаются над опорами. Они не должны создавать опрокидывающего момента;

- обязаны развивать заданное расчетное усилие для надежного закрепления деталей;

- нельзя допускать нарушение заданное положение деталей, портить их поверхности и вызывать деформирование;

- быстрота действия;

- удобная установка деталей в приспособление, удобство при сварке, а также возможность съема изделия после сварки;

- безопасность в работе.

В сборочно-сварочном приспособлении используются клиновые прижимы, байонетного пневматический прижим.

### 3 Безопасности и экологичность технического объекта

#### 3.1 Конструктивно - технологическая и организационно-техническая характеристика рассматриваемого технического объекта

Тема бакалаврской работы: «Разработка технологии сварки цилиндрической обечайки печи для производства цемента». В данной работе использую технологический процесс электрошлаковой сварки. На участке ремонта и сварки в настоящее время используется следующее оборудование: Сварочный автомат А-820К УХЛ4, трансформатор ТШС-1000-3, пост выходного контроля, вспомогательное оборудование: помещение для подготовки сварочной проволоки к сварке, складские помещения и стеллажи.

В производственных процессах, существует вероятность проявления опасных и вредных факторов. Т.к. этот процесс подразумевает под собой наличие приборов находящих под напряжением, колющий и режущий инструмент, наличие вредных паров и прочее.

Для технологических процессов, описанных в данной бакалаврской работе, определим перечень опасных и вредных производственных факторов.

Таблица 3.1 – Технологический паспорт технического объекта

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника выполняющего технологическую операцию,	Оборудование, технологическое приспособление	Материалы, вещества
Сборка-сварка обечайки	Подготовка, сборка обечайки, сварка	Сборщик, сварщик	Сварочный автомат А-820К УХЛ4. Трансформатор ТШС-1000-3	Проволока для сварки Св-10Г2, Флюс АН – 8

### 3.2 Идентификация профессиональных рисков

Таблица 3.2 –« Идентификация профессиональных рисков»[10].

Эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и вредный производственный фактор	Источник опасного и/или вредного производственного фактора
Подготовка, сборка обечайки, сварка	Физические: -острые кромки, заусенцы и шероховатость по поверхностям заготовок инструмента и оборудования, - подвижные части оборудования, -движущиеся механизмы и машины, -высокий уровень загазованности в результате в сварки, - повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; -повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, и материалов; -повышенная или пониженная температура воздуха в рабочей зоне	Электрическая сеть, Полуавтоматический сварочный аппарат, Проволока для сварки, флюс

### 3.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Таблица 3.3 –«Организационно-технические методы и технические средства (технические устройства) устранения (снижения) негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов (как уже реализованных в базовом исходном состоянии, так и дополнительно или альтернативно предлагаемых бакалавром для реализации в рамках выпускной квалификационной работы»[10].

«Опасный и вредный производственный фактор	Технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
«Физические:-острые кромки, заусенцы и шероховатость по поверхностям заготовок инструмента и оборудования, - подвижные части оборудования,- движущиеся механизмы и машины, -высокий уровень загазованности в результате всварки,повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования,и материалов;повышенная или пониженная температура воздуха в рабочей зоне»[10].	«-использование стационарной местной,переносной или встроенной в сварочное оборудование местных воздухоприемников;-не допускается проведение сварки при не работающей местной вентиляции;-применением встроенных в конструкцию средств защиты работающих, а также средств информации, предупреждающих о возникновении опасных(в том числе пожаровзрывоопасных)[10].ситуаций; «Движущиеся части производственного оборудования, являющиеся возможным источником травм опасности, должны быть ограждены или расположены так, чтобы исключалась возможность прикосания к ним работающего или использованы другие средства(например, двуручное»[10].управление),предотвращающие травмирование.-Проверка состояния воздушной среды осуществляется путем определения концентраций вредных веществ в зоне дыхания(под щитком)работающего, а также воздухе производственных помещений.	«- обеспечены спецодеждой и другими средствами индивидуальной защиты с учетом условий проведения работ в соответствии с типовыми отраслевыми нормами, утвержденными в установленном порядке»[10]. - «Профилактическая обработка средств индивидуальной защиты работающих - по нормативно-технической документации»[10].

- ГОСТ 12.3.003-86. Межгосударственный стандарт. ССБТ. Работы электросварочные. Требования безопасности.

- ГОСТ 12.2.003-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Общие требования безопасности.

### 3.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Таблица 3.4 – «Идентификация классов и опасных факторов пожара»[10].

Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие факторы пожара
Сборка-сварка обечайки	Полуавтоматический сварочный аппарат	«Пожары категории (Е) Горение электроустановок находящихся под напряжением»[7].	«Пламя и искры, тепловой поток, повышенное количество токсических веществ, пониженное содержание кислорода, повышенная температура окружающей среды, снижение видимости в дыму»[8].	«Осколки, части разрушенных сооружений, установок, оборудования и иного имущества, вынос высокого напряжения на токопроводящие части оборудования и агрегатов, воздействие огнетушащих веществ»[8].

«- Федеральный закон "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" от 22.07.2008 N 123-ФЗ (последняя редакция), статья 8 – Классификация пожаров»[7].

«- Федеральный закон "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" от 22.07.2008 N 123-ФЗ (последняя редакция), статья 9 – Опасные факторы пожара»[8].

#### 3.4.1 Обеспечение пожарной безопасности объекта

Таблица 3.5 – «Технические средства обеспечения пожарной безопасности»[10].

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки и системы пожаротушения	Средства пожарно-автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.
Ящик с песком, кошма, огнетушитель порошковый и углекислотный	Пожарная охрана (вызывается)	Не применяются	Не применяются	Пожарные краны напорные, пожарные рукава	Действия согласно плану эвакуации	Лопата, багор, топор, ведро	Датчики дыма, Телефон находится в помещении, и у начальника

«- ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования (с Изменением N 1)»[9].

3.4.2 Организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению пожара

Таблица 3.6 - «Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности»[10].

Название технологического процесса, используемого оборудования технического объекта	Название видов присутствующих (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Сборка и сварка обечайки	<ul style="list-style-type: none"> <li>- максимально возможное применением негорючих и трудно горючих веществ и материалов;</li> <li>- изоляцией горючей среды (применением изолированных отсеков, камер, кабин и т.п.);</li> <li>- применением электрооборудования, соответствующего пожароопасной и взрывоопасной зонам, группе и категории взрывоопасной смеси</li> <li>- устройством аварийного отключения и переключения установок и коммуникаций</li> <li>- организация противопожарной охраны, организацию ведомственных служб противопожарной безопасности в соответствии с законодательством</li> <li>- организацию обучения работающих по правилам пожарной безопасности;</li> <li>- порядок нахождения веществ и материалов, тушение которых невозможно одними и теми же средствами, это зависит от их физико-химических и пожароопасных свойств»</li> <li>- доработку мероприятий по действиям администрации, рабочих, служащих и населения если возникнет пожар и организовать эвакуацию</li> </ul>	ГОСТ Р 51330.2-99, ГОСТ Р 51330.5-99, ГОСТ Р 51330.11-99, ГОСТ Р 51330.19-99;

«- ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования (с Изменением N 1)»[9].

### 3.5 Анализ «негативных экологических факторов реализуемого производственно-технологического процесса

«Изготовления, транспортировки, хранения и/или осуществляемой функциональной эксплуатации технического объекта с точки зрения обеспечения его экологической безопасности»[10].

Таблица 3.7 – «Идентификация негативных экологических факторов технического объекта»[10].

Название	Составляющие	тех.	Плохое	Плохое	Негативное
технического объекта	объекта, производственно-технологического процесса производственного здания функциональному назначению, технического оборудования энергетической установки, транспортного средства и т.п.	по	экологическое воздействие технического объекта влияет на атмосферу и выбросы в воздушную окружающую среду	экологическое воздействие технического объекта на гидросферу	экологическое воздействие технического объекта на литосферу
Обечайка	Подготовка материалов, подготовка поверхности, сварка		Сажа, частицы пыли, продукты горения при сварке; испарение кислот		Металлолом -бумага, полиэтилен, упаковка от проволоки



Таблица 3.8 – «Разработанные (дополнительные и/или альтернативные) организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия заданного технического объекта на окружающую среду»[10].

Название технического объекта	Сварка
Действия по снижению отрицательного антропогенного воздействия на атмосферу	Фильтра в системе вентиляции не пропускают мелкодисперсную пыль, сажу, продукты горения при сварке
Действие по понижению отрицательного антропогенного воздействия на гидросферу	Запрещено сливать химические вещества в канализацию, утилизация
Действия по понижению отрицательного антропогенного воздействия на литосферу	«Поставка контейнеров для сбора производственного и бытового мусора, с соответствующими на них обозначениями

- Федеральный закон от 04.05.1999 № 96-ФЗ. Об охране атмосферного воздуха;
- Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ. Об охране окружающей среды;
- Федеральный закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ. Об отходах производства и потребления.

### 3.6 Заключение по разделу

Сборка и сварка обечайки - этот технологический процесс имеет сопровождение вредных и опасных факторов. Был проведен анализ, и

произведена идентификация этих факторов.

На основе проведенного анализа были сделаны выводы и проведена работа, о возможности их устранения либо доведения до минимально-допустимого уровня. Вся эта работа показала, что применение на участке сварки регламентированных средств пожарной безопасности обеспечит сохранность жизни и здоровья персонала.

Соблюдения правил и законов экологической безопасности сохранит хорошую экологическую обстановку окружающей среды.

Разработка специальных и дополнительных мер защиты не требуется.

## **4 Расчет экономической эффективности разрабатываемого проекта**

### **4.1 Расчет себестоимости сварки цилиндрической обечайки**

В данном дипломном проекте рассматривается возможность повышения производительности труда и качества выпускаемой продукции. Для ее реализации проектируется участок сборки и сварки узла Обечайка с использованием максимально возможного количества средств механизации сборочно-сварочных операций. В данном разделе проекта необходимо рассчитать и доказать экономическую эффективность предложенных мероприятий. В базовом варианте стоимость изготовления данного узла составляла 307885,00 рублей.

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

«Для расчета необходимого количества оборудования рекомендуется использовать формулы»[15].

Расчетное количество оборудования, рассчитывается по формуле 4.1:

$$P_{\text{расч}} = ((N \cdot t_{\text{шт}}) : \Phi_{\text{н}}) \quad (4.1)$$

$$P_{\text{расч}} = \text{сб} : \text{св} = 500 \cdot 12,9 : 1,1 \cdot 3793,92 = 1,54 \approx 2$$

«N – годовая программа выпуска изделий, шт.;

$T_{\text{шт}}$  – трудоемкость выполнения операций для одного изделия, норма/час.;

$\Phi_{\text{н}}$  – годовой эффективный фонд времени работы оборудования, час.

$K_{\text{в}}$  – коэффициент выполнения норм выработки»[15].

Годовой эффективный фонд времени определяется по формуле 4.2:

$$\Phi_{\text{н}} = (D_{\text{к}} - D_{\text{в}} - D_{\text{п}}) \cdot T_{\text{см}} \cdot C \cdot K_{\text{пр}} \quad (4.2)$$

$$\Phi_{\text{н}} = 247 \cdot 8 \cdot 2 \cdot 0,96 = 3793,9 \text{ ч}$$

« $D_{\text{к}}$  – число календарных дней в году

$D_{\text{в}}$  – число выходных дней в году (субботу и воскресенье)

$D_{п}$  – число праздничных дней в году

$T_{см}$  – продолжительность рабочей смены, (час)

$C$  – количество смен в течение суток

$K_{пр}$  – коэффициент, учитывающий потери рабочего времени на плановый ремонт оборудования»[15].

#### 4.2.1 Коэффициент загрузки оборудования

Коэффициент загрузки оборудования рассчитывается по формуле 4.3:

$$K_{заг} = \frac{П_{расч}}{П_{пр}} \quad (4.3)$$

$$K_{заг} = сб : св = 1,54 : 6 = 0,256$$

Величина  $K_{заг}$  в условиях серийного производства может быть не ниже 80-85%. Данные количества оборудования и его загрузки

нужно свести в таблицу. На основании расчетов строится график загрузки оборудования. По оси X располагается оборудование принятых моделей. По оси Y откладывается коэффициент загрузки оборудования, на график наносится средний коэффициент загрузки по участку  $K_{заг\ ср}$ .

Таблица 4.1 – Расчет потребного количества оборудования

Наименование оборудования	$t_{шт}$ , мин	N, шт.	$F_n$ час	$K_b$	Количество оборудования	$K_{заг}$	
Сборочно-сварочное	776,1	500	3793,9	1,1	3,96	6	0,98
Итого:	776,1	500	3793,9	1,1	3,96	6	0,98

«В случае, когда при расчете оборудования может быть получена низкая загрузка, необходимо до загружать оборудование. Например, если  $t_{шт} = 1,23$  мин., тогда как  $K_{заг} = 0,54$ . В данном случае, дозагрузка не требуется»[15].

#### 4.2.2 Расчет численности персонала

Расчет численности основных производственных рабочих.

Численность основных производственных рабочих определяются для каждой операции (сборочная, сварочная) по формуле 4.4:

$$R_{\text{осн}} = \frac{T_{\text{год}}}{F_{\text{др}} \cdot K_{\text{в}}} \quad (4.4)$$

$$R_{\text{осн}} = 6450 : 1896,96 \cdot 1,1 = 3,09 \text{ (чел)} \approx 3 \text{ (чел)}$$

« $K_{\text{в}}$  – коэффициент выполнения норм выработки;

$F_{\text{др}}$  – действительный фонд (годовой) рабочего времени одного рабочего; (час)

$T_{\text{год}}$  – трудоемкость выполнения годовой программы»[15].

Трудоемкость годовой программы по отдельной операции рассчитывается по формуле 4.5:

$$T_{\text{год}} = t_{\text{шт}} \cdot N \quad (4.5)$$

$$T_{\text{год}} = 12,9 \cdot 500 = 6450 \text{ час.}$$

$F_{\text{др}}$  – рассчитывается аналогично годовому номинальному фонду времени без учета количества смен по формуле 4.6:[15]

$$F_{\text{др}} = (D_{\text{к}} - D_{\text{в}} - D_{\text{р}}) \cdot T_{\text{см}} \cdot K_{\text{пр}} \quad (4.6)$$

$$F_{\text{др}} = (247) \cdot 8 \cdot 8,8 = 1896,96$$

«Результаты расчетов рекомендуется оформить в сводную таблицу.

Пример оформления представлен в таблице 4.2»[15].

Таблица 4.2 – Состав численности предприятия

Категории и профессии работающих	Кол-во человек	Разряды рабочих	Оклады специалистов (О) и часовые тарифные ставки (Сч) рабочих, руб.
Основные рабочие, в том числе:	6	4	90,03
Сборщик	3	4	90,03
Сварщик	3	4	90,03

### 4.2.3 Расчет прямых расходов

Основные и вспомогательные материалы ( $C_{\text{овм}}$ ),

Стоимость основных и вспомогательных материалов рассчитывается по формуле: (4.7)

$$C_{\text{овм}} = C_{\text{м}} + C_{\text{пр}} + C_{\text{ф}} + C_{\text{в}} + \text{Э}_{\text{тех}} \quad (4.7)$$

$$C_{\text{овм}} = 839300 + 6316,2 + 517,275 + 136144,8 + 2982 = 985260,275$$

$$\text{Э}_{\text{тех}} = 3 \cdot 142 \cdot 7 = 2982$$

Стоимость основных материалов, формуле 4.8:

$$C_{\text{м}} = (mз \cdot ц \cdot K_{\text{тэр}}) - (mо \cdot цо) \quad (4.8)$$

$$C_{\text{м}} = (2725 \cdot 280 \cdot 1,1) = 839300 \text{ (руб.)}$$

« $mз$  – масса заготовок, (кг)

$ц$  – цена металла за 1 кг, (руб.)

$K_{\text{тэр}}$  – коэффициент учитывающий транспортно-заготовительные расходы

$mо$  – масса отходов, (кг)

$цо$  – цена отходов за 1 кг, (руб.)

Сварочная проволока ( $C_{\text{пр}}$ )»[15]. Рассчитывается по формуле 4.9:

$$C_{\text{пр}} = q \cdot Q \cdot Ц \cdot K_{\text{тэр}} \quad (4.9)$$

$$C_{\text{пр}} = 99 \cdot 58 \cdot 1,1 = 6316,2 \text{ (руб.)}$$

« $C_{\text{пр}}$  – затраты на сварочную проволоку

$q$  – удельная норма расхода сварочной проволоки на 1 м шва (кг)

$Q$  – длина сварных швов в изделии (м)

$Ц$  – цена сварочной проволоки (руб./м)

$K_{\text{тэр}}$  – коэффициент транспортно-заготовительных расходов

Флюс ( $C_{\text{ф}}$ )»[15]. Рассчитывается по формуле 4.10:

$$C_{\text{ф}} = d \cdot Q \cdot K_{\text{тз}} \cdot y \quad (4.10)$$

$$C_{\text{ф}} = (95 \cdot 4,95 \cdot 1,1) = 517,275$$

« $d$  – удельная норма расхода газа на 1 м шва (кг/м)

$Q$  – длина сварных швов (м)»[15].

$K_{\text{тзр}}$  – коэффициент транспортно-заготовительных расходов  
рассчитывается по формуле 4.11:

$$C_{\text{вода}} = q \cdot Q \cdot \text{Ц} \cdot K_{\text{тз}} \quad (4.11)$$

$$C_{\text{вода}} = 11,46 \cdot 1,1 \cdot 10800 = 136144,8$$

Стоимость вспомогательных материалов, формула 4.12:

Энергия технологическая ( $\text{Э}_{\text{тех}}$ )

$$\text{Э}_{\text{тех}} = m_{\text{нм}} \cdot d \cdot \text{Ц} \quad (4.12)$$

$$\text{Э}_{\text{тех}} = 3 \cdot 142 \cdot 3,1 = 1320,6 \text{ (руб.)}$$

« $\text{Э}_{\text{тех}}$  – энергия технологическая

$m_{\text{нм}}$  – масса наплавленного металла (кг)

$d$  - длина шва (м)

$\text{Ц}$  - цена электроэнергии (руб./квт. час)»[15].

#### 4.2.4 Основная заработная плата, основных производственных рабочих

«В стоимости изготовления детали учитывается сдельная расценка на изготовление изделия т.е. исходя из нормы времени на операцию ( $t_{\text{шт}}$ ) можно рассчитать трудоемкость изготовления детали в целом ( $t_{\text{шт}}$ ) и определить сумму заработной платы рабочих, которая идет в оплату за потраченное время на изготовление детали ( $C_{\text{пф}}$ )»[15].

Сдельная расценка на изделие определяется по формуле 4.13:

$$P_{\text{сд}} = C_{\text{ч}} \cdot t_{\text{шт}} \quad (4.13)$$

$$P_{\text{сд}} = 90,03 \cdot 12,9 = 1161,38 \text{ (руб.)}$$

$P_{\text{сд}}$  – сдельная расценка на изделие, (руб.)

$C_{\text{ч}}$  - часовая тарифная ставка, (руб.)

$t_{\text{шт}}$  - норма времени на изделие, (ч.)

«Расчет дополнительной заработной платы производится в процентном соотношении к основной заработной плате, т.е. полученную сумму заработной платы основной умножить на заданный процент дополнительной

заработной платы, получим сумму дополнительной заработной платы на единицу изделия»[15].

«Расчет рекомендуется выполнять в таблице, пример оформления приведен в таблице 4.3»[15].

Таблица 4.3 - Расчет дополнительной заработной платы

Наименование операции	Норма времени (t <sub>шт</sub> )		Часовая тарифная ставка (С <sub>ч</sub> )	Сдельная расценка (Р <sub>сд</sub> )
	Мин.	Час.		
сборка-сварка	776,1	12,9	90,03	1161,38
Итого сдельная расценка (ЗП <sub>осн</sub> )				1161,38
Дополнительная заработная плата (14%) (ЗП <sub>доп</sub> )				162,59
Итого заработная плата за изделие (ЗП)				1323,97

«Отчисления во внебюджетные фонды (на социальное страхование, пенсионные отчисления, медицинское страхование), ставка устанавливается правительством РФ, на 01.01.2016 года составляет 30%»[15]. Сумма отчислений во внебюджетные фонды для калькуляции обработки изделия рассчитывается по следующей формуле 4.14:

$$O_{\text{вф}} = (ЗП_{\text{осн}} + ЗП_{\text{доп}}) \cdot 30\% \quad (4.14)$$

$$O_{\text{вф}} = (1323,97) \cdot 30\% = 397,19$$

#### 4.2.5 Расчет косвенных расходов

«Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования

Расходы на содержание и обслуживание оборудования рассчитываются в процентном соотношении от показателя основной заработной платы и рассчитываются по формуле»[15]. 4.15:

$$P_{\text{об}} = ЗП_{\text{осн}} \cdot П_{\text{со}} \quad (4.15)$$

$$P_{\text{об}} = 1161,38 \cdot 160\% = 1858,20$$

П<sub>со</sub> – процент расходов на содержание и эксплуатацию оборудования

Цеховые расходы



Сумма цеховых расходов определяется по формуле 4.16:

$$P_{ц} = 3\Pi_{осн} \cdot \Pi_{ц} \quad (4.16)$$

$$P_{ц} = 1161,38 \cdot 120\% = 1393,65$$

$\Pi_{ц}$  – процент цеховых расходов

Производственные расходы

«Сумма производственных расходов рассчитывается аналогично расходам на содержание и обслуживание оборудования и определяется по формуле»[15]. 4.17:

$$P_{пр} = 3\Pi_{осн} \cdot \Pi_{пр} \quad (4.17)$$

$$P_{пр} = 1161,38 \cdot 110\% = 1277,51$$

« $\Pi_{пр}$  – процент производственных расходов

Себестоимость изделия включает прямые и косвенные расходы.

К прямым расходам относятся:

- основные материалы ( $C_m$ );
- основная заработная плата основных производственных рабочих ( $3\Pi_{осн}$ );
- дополнительная заработная плата основных производственных рабочих ( $3\Pi_{доп}$ )
- страховые взносы в фонды ( $O_{вф}$ )»[15].

«К косвенным расходам относятся расходы не участвующие напрямую в процессе производства изделия:

- расходы на содержание и эксплуатацию оборудования ( $P_{об}$ );
- цеховые расходы ( $P_{ц}$ );
- производственные расходы ( $P_{пр}$ );
- внепроизводственные расходы ( $P_{вн}$ )»[15].

Таким образом, полная себестоимость ( $C_{пол}$ ) определяется по формуле 4.18:

$$C_{пол} = C_{осн} + 3\Pi_{осн} + 3\Pi_{доп} + O_{вф} + P_{об} + P_{ц} + P_{пр} + P_{вн} \quad (4.18)$$

$$C_{пол} = 985260,27 + 1161,38 + 162,59 + 397,19 + 1858,20 + 1393,65 + 1277,51 = 991510,79$$

#### 4.2.6 Внепроизводственные расходы

«Сумма внепроизводственных расходов рассчитывается в процентном отношении от показателя производственной себестоимости и определяется по формуле[15]. 4.19:

$$P_{\text{вн}} = C_{\text{произв}} \cdot П_{\text{вн}} \quad (4.19)$$

$$P_{\text{вн}} = 991510,79 \cdot 2\% = 19830,21$$

Оптовая цена изделия ( $C_{\text{опт}}$ ) определяется по формуле 4.20:

$$C_{\text{опт}} = C_{\text{пол}} + П \quad (4.20)$$

$$C_{\text{опт}} = 1010589,2362 + 303176,77086 = 1313766,00$$

$П$  – прибыль запланированная, (руб.)

Прибыль запланированная определяется по формуле 4.21:

$$П = П_{\text{п}} \cdot C_{\text{пол}}, \quad (4.21)$$

$$П = 30\% \cdot 1010589,2362 = 303176,77$$

$П_{\text{п}}$  – процент прибыли

Цена отпускная (цена реализации) определяется по формуле 4.22:

$$C_{\text{р}} = C_{\text{опт}} + \text{НДС} \quad (4.22)$$

$$C_{\text{р}} = 1010859,23 + 202\,171,84 = 1\,213\,031,07$$

НДС – налог на добавленную стоимость, определяется по формуле 4.23:

$$\text{НДС} = C_{\text{опт}} \cdot 20\% \quad (4.23)$$

$$\text{НДС} = 1010859,23 \cdot 20\% = 202\,171,84$$

По данным расчета составляется калькуляция изготовления изделия. Пример оформления калькуляции представлен в таблице 4.4

Таблица 4.4 – Калькуляция сварки изделия

Статьи затрат	Себестоимость единицы изделия, руб.	Структура себестоимости (%)
Себестоимость сварного узла	307885	100
Основные материалы за вычетом возвратных отходов	985260,27	0,15
Основная заработная плата основных производственных рабочих	1161,38	0,06
Дополнительная заработная плата основных производственных рабочих	162,59	0,09
Отчисления во внебюджетные фонды	397,19	0,15
Итого прямые затраты:	986981,43	---
Расходы по эксплуатации и содержанию оборудования	1858,20	0,15
Цеховые расходы	1393,65	0,11
Итого цеховая себестоимость	9902328	---
Производственные расходы	1277,51	0,10
Итого производственная себестоимость	991510,79	---
Внепроизводственные расходы	19830,21	1,96
Итого полная себестоимость	1011341	100
Плановая прибыль, 30%	303402,3	---
Итого оптовая цена (Ц <sub>опт</sub> )	1314743,3	---
НДС, 20%	202 171,8	---
Итого цена реализации	202171,8	---
Прибыль составит	1 516 915,1	---

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе выполнялись следующие задачи: 1) Обосновать типовые технические характеристики цементных печей, назначение, требования по эксплуатации; 2) обосновать материалы для производства обечаек для печей; 3) составить проектную характеристику типовых конструкций обечаек для изготовления цементной печи.

В выпускной квалификационной работе предложены технологические мероприятия, в результате чего был предложен способ электрошлаковой сварки, сварного узла обечайка с участием сборочного приспособления, для удобства выполнение сварных швов предлагается, использовать. А 820 КУХЛ4, это позволит снизить трудоемкость, и повысить производительность на 10,5% сборочно-сварочных процессов, увеличить их точность, улучшить качество выпускаемых изделий.

И добиться экономического эффекта. Ожидаемый годовой экономический эффект составит 105713,2 руб. (учетом всего вышесказанного цель дипломного проекта достигнута). В результате проведенной работы цель представленной ВКР - добиться экономического эффекта и повысить производительность сборочно-сварочных процессов – достигнута.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Вращающиеся печи, их виды и характеристика [Электронный ресурс]: текст с экрана. Свободный доступ. 2007 - 2011 Betony.ru URL: <http://betony.ru/proizvodstvo-cementa/vraschayusciesa-pechi.php> (дата обращения: 12.05.2019).
2. Эксплуатация вращающихся печей [Электронный ресурс]: текст с экрана. Свободный доступ. 2007 - 2011 Betony.ru URL: <http://betony.ru/proizvodstvo-cementa/ekspluataciya-vraschayuschihsa-pechey.php> (дата обращения :12.05.2019).
3. Механическое оборудование цементных заводов (Боганов А.И.) [Электронный ресурс]: рисунок. Свободный доступ. © 2019 Самая большая электронная читалка Рунета. URL: <http://bookre.org/reader?file=467150&pg=103> (дата обращения: 12.05.2019).
4. Учебники - Металлургия Производство сварных конструкций (В.Ф. Лукьянов, В.Я. Харченко, Ю.Г. Людмирский) - 2005 год [Электронный ресурс]: текст с экрана. Свободный доступ. sinref.ru - библиотека онлайн. URL: [https://sinref.ru/000\\_uchebniki/03400metalurg/015\\_lukanova\\_proizvodstvo\\_svarnih\\_konstrukcii\\_2005/028.htm](https://sinref.ru/000_uchebniki/03400metalurg/015_lukanova_proizvodstvo_svarnih_konstrukcii_2005/028.htm) (дата обращения: 12.05.2019).
5. Вращающаяся цементная печь [Электронный ресурс]: рисунок. Свободный доступ. VIM Technologies, Inc. URL: <https://www.vimtechnologies.com/cement/> (дата обращения: 12.05.2019).
6. Сборка вращающейся цементной печи [Электронный ресурс]: рисунок. Свободный доступ. Copyright 2012 DMSA.Az URL: <http://www.dmsa.az/en/ih.html> (дата обращения: 12.05.2019).
7. Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 29.07.2017) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" (с изм. и доп., вступ. в силу с 31.07.2018). Статья 8. Классификация пожаров [Электронный ресурс]: Текст с экрана. Свободный доступ. КонсультантПлюс. URL:

[http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_78699/92ae38c718009996083a057e9d0fec1abe669fd4/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/92ae38c718009996083a057e9d0fec1abe669fd4/) (дата обращения: 12.05.2019).

8. Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 29.07.2017) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" (с изм. и доп., вступ. в силу с 31.07.2018). Статья 9. Опасные факторы пожара. [Электронный ресурс]: Текст с экрана. Свободный доступ. КонсультантПлюс. URL:

[http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_78699/536083e9e39935b1f05a0f37e81d7116ddc66d23/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/536083e9e39935b1f05a0f37e81d7116ddc66d23/) (дата обращения: 12.05.2019).

9. 13. ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования (с Изменением N 1). [Электронный ресурс]: Текст с экрана. Свободный доступ. Техэксперт. URL: <http://docs.cntd.ru/document/9051953> (дата обращения: 29.04.2019).

10. Горина, Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта» / Л.Н. Горина; М.И. Фесина. - Уч. - методическое пособие. - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. (дата обращения: 12.05.2019).

11. Журавлев, В.Н. Машиностроительные стали / В.Н. Журавлев; Справочник. - М. :Машиностроение, 1980. (дата обращения: 15.05.2019).

12. Розаренов, Ю.Н. Оборудование для электрической сварки плавлением / Ю.Н. Розаренов; учеб. пособие для ССУЗов по спец. «Сварочное производство». - М. :Машиностроение, 1987. (дата обращения: 10.05.2019).

13. Николаев, Г.А. Технология изготовления сварных конструкций / Г.А. Николаев, В.А. Винокуров; учеб. для ВУЗов по спец. «Сварочное производство». - М. :Высшая школа, 1987. (дата обращения: 12.05.2019).

14. Думов, С.И. Технология электрической сварки плавлением / С.И. Думов; - Л. :Машиностроение, 1987. (дата обращения: 12.05.2019).

15. Краснопевцева, И.В. Экономика и управление машиностроительным производством [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / И. В. Краснопевцева, Н. В. Зубкова ; ТГУ ; Ин-т финансов, экономики и

управления ; каф. "Торговое дело и управление производством". - Тольятти : ТГУ, 2014. - 183 с. - <https://dspace.tltsu.ru/handle/123456789/13> (дата обращения: 10.05.2019).

16. Богород, В.И. Грузоподъемные и транспортные машины / В.И. Богород; - М. :Машиностроение, 1989. (дата обращения: 08.05.2019).

17. Гитлевич, А.Д; Механизация и автоматизация сварочного производства / А.Д. Гитлевич, Л.А. Этингф; - М. :Машиностроение, 1979. (дата обращения: 08.05.2019).

18. Установка [Электронный ресурс]: Текст с экрана Свободный доступ. Мои Лекции.ру. URL: <https://mylektsii.ru> (дата обращения: 12.05.2019).

19. Ультразвуковой дефектоскоп NOVOTEST УД2301 [Электронный ресурс]: рисунок. Свободный доступ. ПроПриборы.ру URL: <https://propribory.ru/product/25406> (дата обращения: 12.05.2019).

20. Трансформатор сварочный ТШС-1000-3 [Электронный ресурс]: рисунок. Свободный доступ. BizOrg.su URL: <http://ua.bizorg.su/transformatory-svarochnye-r/p6162178-transformator-svarochnyu-tshs10003> (дата обращения: 12.05.2019).

21. Сварка обечаек на установочной платформе [Электронный ресурс]: рисунок. Свободный доступ. 1991-2019 АО НПФ ИТС URL: [http://www.npfets.ru/catalog/all\\_manuf/aeshs\\_01\\_avtomat\\_dlya\\_elektroshlakovoy\\_svarki/](http://www.npfets.ru/catalog/all_manuf/aeshs_01_avtomat_dlya_elektroshlakovoy_svarki/) (дата обращения: 12.05.2019).

22. Сварочный автомат А-820К УХЛ4 [Электронный ресурс]: рисунок. Свободный доступ. ОАО "Электротермосвар" URL: <http://www.kzeso.ru/produktsiya/90-elektrosvarochnoe-oborudovanie/avtomaty-dlya-elektroshlakovoj-svarki/159-avtomat-svarochnyj-a-820-k> (дата обращения: 12.05.2019).

23. Визуально измерительный контроль. [Электронный ресурс]: Текст с экрана. Свободный доступ. svarkalegko.com. URL: <https://svarkalegko.com/tehonology/vizualnok-izmeritelnyj-kontrol->

vik.html#Kogda\_provoditsya (дата обращения:  
22.05.2019)

24. Сталь 09Г2С характеристики, расшифровка и применение стали [Электронный ресурс]: текст с экрана. Свободный доступ. СтанкоТехПоставка URL: [https://stankotec.ru/raznoe/xarakteristiki-092gs-stal-09g2s-xarakteristiki-rasshifrovka-i-primenenie-stali-09g2s.html#\\_092-7](https://stankotec.ru/raznoe/xarakteristiki-092gs-stal-09g2s-xarakteristiki-rasshifrovka-i-primenenie-stali-09g2s.html#_092-7) (дата обращения: 12.05.2019).

25. Ультразвуковая дефектоскопия [Электронный ресурс]: текст с экрана. Свободный доступ. Svaring URL: <https://svaring.com/welding/teorija/kontrol-kachestva-svarki#i-8>

7 (дата обращения: 12.05.2019).