

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ Факультет  
«Материаловедение и металлургические технологии»  
Кафедра «Оборудование и технология сварочного производства»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ М.А. Иванов

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

Усовершенствование технологии сварки несущей балки  
технологической площадки насосных станций в условиях ООО  
«ОЗМК»

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ  
ЮУрГУ-15.03.01.2020.139 ПЗ ВКР**

Руководитель работы

\_\_\_\_\_ А.М. Уланов

Подпись

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

Автор работы

студент группы П-440:

Скоробулатов В.А

« 1 » июня \_\_\_\_\_ 2020 г.

Нормоконтролёр

старший преподаватель

\_\_\_\_\_ Ю.В. Безганс

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

Челябинск, 2020



## ОГЛАВЛЕНИЕ

### ВВЕДЕНИЕ

1	КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ .....	9
1.1	Анализ конструкции изделия.....	9
1.2	Материал изделия и его свариваемость .....	11
1.3	Условия эксплуатации изделия.....	13
2	ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	13
2.1	Базовый вариант технологического процесса.....	13
2.2	Проектируемый вариант технологического процесса .....	46
2.3	Выбор способа сварки.....	46
2.4	Выбор сварочных материалов .....	49
2.5	Расчет режимов сварки.....	49
2.6	Выбор сварочного оборудования.....	57
2.7	Процесс сборки проектируемого варианта .....	59
3	КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ .....	63
3.1	Способы и средства контроля качества .....	63
4	БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	67
4.1	Анализ основных вредных и опасных производственных факторов	67
4.2	Обеспечение труда при сварочных работах.....	69
4.2.1	<i>Обеспечение электрической безопасности .....</i>	<i>71</i>
4.2.2	<i>Обеспечение пожарной безопасности.....</i>	<i>79</i>
4.3	Безопасность при работе с подъемными устройствами.....	83
4.4	Планировка оборудования и рабочих мест цеха(участка) .....	87

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

					15.03.01.2020.139.00 ПЗ	Лист
	Лст	№ докум.	Подпись	Дата		5

## Введение

Орский завод металлоконструкций основан в 1935 году и является одним из крупнейших российских предприятий, специализирующихся на производстве строительных конструкций и комплектных быстровозводимых зданий из металлоконструкций различного назначения.

Продукция завода производится в соответствии с ГОСТ 23118-78 «Конструкции металлические строительные», СНиП 2.03.11-85 «Защита строительных конструкций от коррозии».

На заводе трудится высококвалифицированный персонал, в том числе, департамент конструкторов, занимающийся разработкой чертежей КМД – это чертежи стальных колонн, балок и прочих элементов строительных конструкций, которые необходимы для их изготовления и монтажа. Обозначение расшифровывается как конструкции металлические детализированные. Проектирование осуществляется в трехмерных системах информационного моделирования.

География интересов компании весьма широка и охватывает регионы России и страны СНГ

На завод производят такую продукцию, как:

- Комплектные быстровозводимые здания из металлоконструкций различного назначения;
- Балки стальные сварные двутавровые с гофрированной стенкой;
- Балки стальные сварные двутавровые;
- Конструкции стальные опор линии электропередач и открытых распределительных подстанций напряжением 35 кВт и выше;
- Панели шпунтовые сварные;
- Панели металлические трехслойные стеновые и кровельные с минераловатным утеплителем;
- Профики стальные листовые гнутые с трапециевидными гофрами
- Термодиффузионное цинкование.

					15.03.01.2020.139.00 ПЗ	Лист
						6
	Лст	№ докум.	Подпись	Дата		

Полный цикл изготовления металлоконструкций, включает подготовку металла, раскрой металла, сборку, сварку и нанесение антикоррозийного покрытия.

Основные методы в заготовительном производстве: дробеметная очистка металлопроката, правка металла на листо- и сортоправильных машинах и прессах, термическая резка листового проката газовая и плазменная с применением программ раскроя и машин с ЧПУ, механическая резка листового металла на гильотинных ножницах, механическая резка сортового проката на пресс-ножницах, ленточных пилах, и отрезным абразивным кругом на маятниковой пиле, обработка отверстий под крепеж методом пробивки на комбинированных агрегатах или пробивочных прессах, обработка отверстий под крепеж методом сверления с использованием высокотехнологического оборудования с ЧПУ, радиально-сверлильных станков и переносных машин на магнитном основании, обработка фасок под сварку на гозорезательных машинах, кромкоскалывающих и фрезерных станках.

Основные методы сборки металлоконструкций: сборка с использованием сборочных стендов (сборочных плит, специальных сборочных стеллажей), кондукторов, специального сборочного стана при сборке двутавровой сварной балки, специальной сборочно-сварочной линии при производстве балок с гофрированной стенкой.

Основные используемые типы сварки: дуговая полуавтоматическая в среде углекислого газа и его смесях, дуговая автоматическая под слоем флюса, дуговая ручная плавящимся электродом.

Контроль качества продукции осуществляется на всех стадиях производства: от разработки технического задания и проектной документации до изготовления продукции и её доставки заказчику на объект.

При закупке металлопроката и вспомогательных материалов осуществляет оценка и выбор надежных поставщиков не менее одного раза в год. Разработаны типовые технологические процессы на проведение входного контроля по металлопрокату и материалам.

										Лист
										7
	Лст	№ докум.	Подпись	Дата						

15.03.01.2020.139.00 ПЗ



# 1 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

## 1.1 Анализ конструкции изделия

Металлоконструкция представляет собой балку (рисунок 1.1), которая состоит из прокатного двутавра (профиль 20Ш1), четырёх рёбер жесткости, двух фланцев и двух прилегающих деталей. Длина собранного изделия составляет 2455 мм, вес конструкции 124,8 кг.

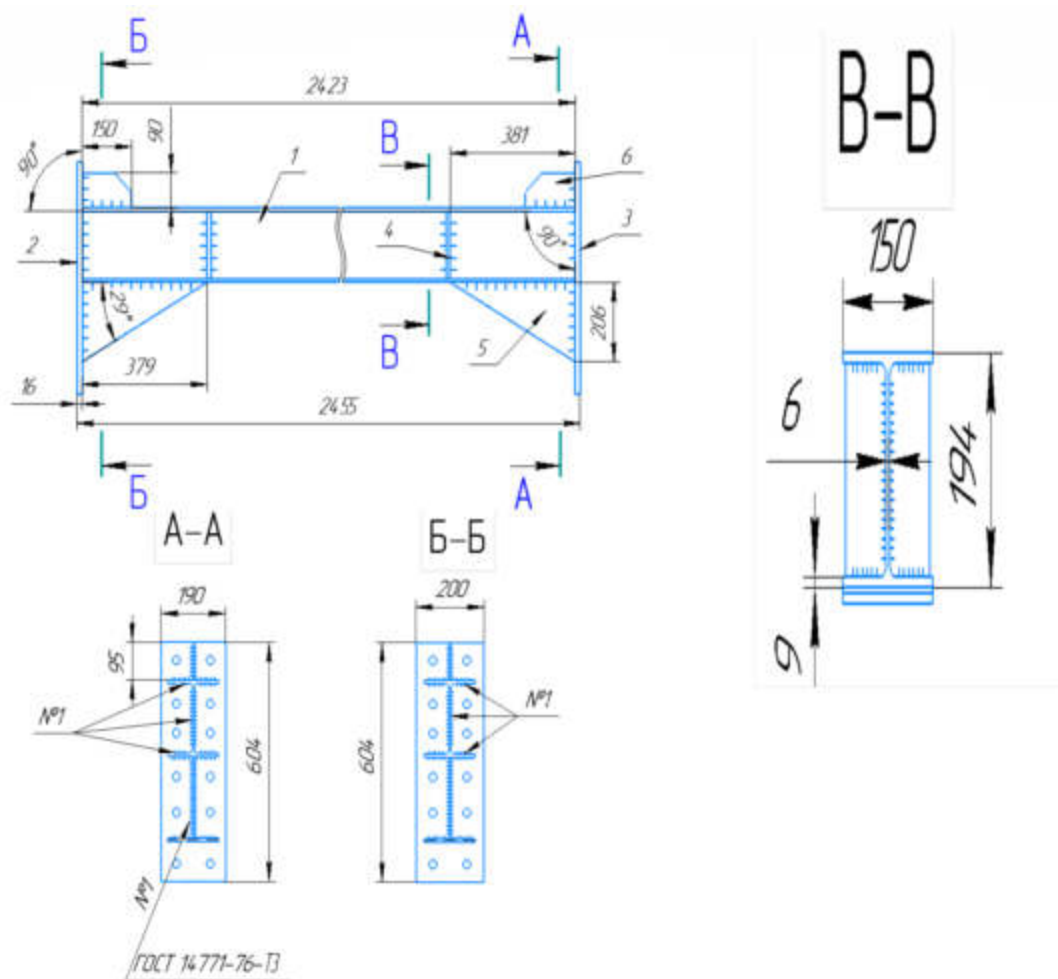


Рисунок 1.1 – Несущая балка

- 1) Двутавр 20Ш1  
Количество 1 штука.
- 2) Фланец 604 x 200  
Количество 1 штука.
- 3) Фланец 604 x 190  
Количество 1 штука.
- 4) Ребро жесткости 174 x 67

Лст	№ докум.	Подпись	Дата	

15.03.01.2020.139.00 ПЗ

Лист

9

Количество 4 штуки.

5) Уголок 379 x 206

Количество 2 штуки.

6) Уголок 150 x 90

Количество 2 штуки

Такая балка служит для соединения опор при строительстве канализационных насосных станций (рисунок 1.2).

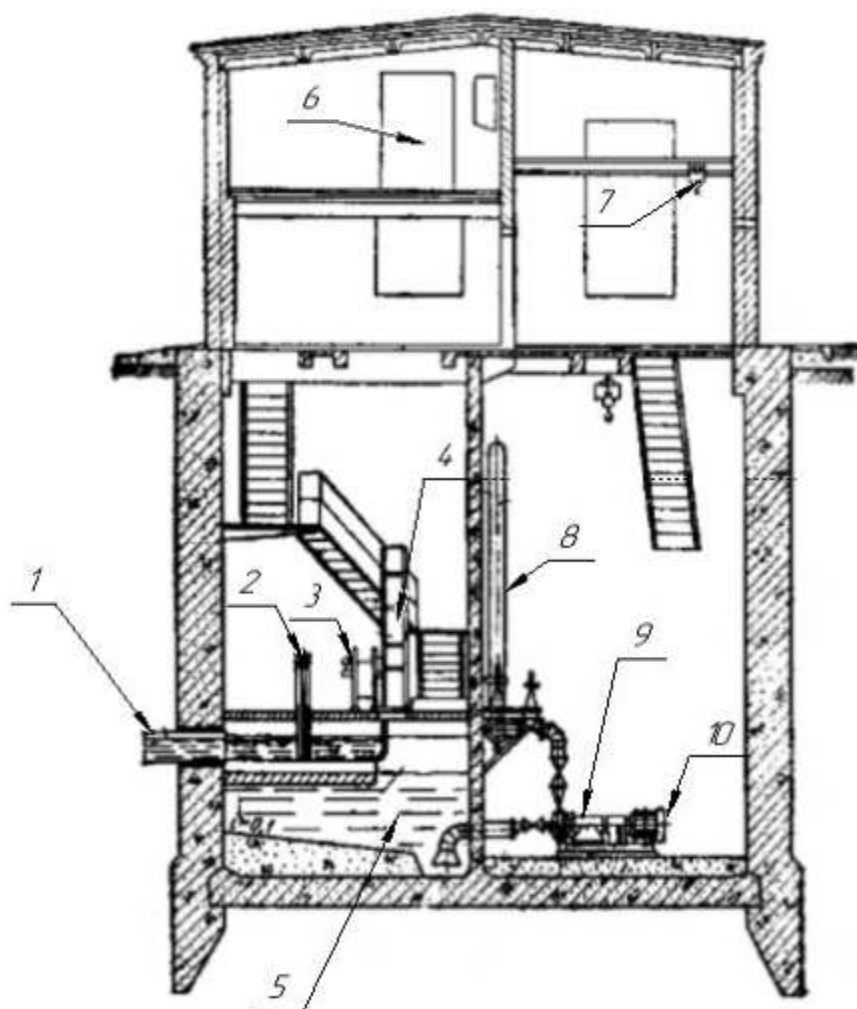


Рисунок 1.2 – Канализационная насосная станция

- 1) Всасывающий трубопровод станции
- 2) Щитовой затвор для ограничения подачи стоков
- 3) Молотковая дробилка
- 4) Решетки
- 5) Резервуар приема сточных вод

Лст	№ докум.	Подпись	Дата	

15.03.01.2020.139.00 ПЗ

Лист

10



- 6) Щит регулировки и управления работой станции
- 7) Кран – балка
- 8) Система напорных труб для последующей транспортировки стоков
- 9) Фекальный насос
- 10) Электродвигатель

## 1.2 Материал изделия и его свариваемость

Данная балка изготавливается из двутавра, который произведён из стали С345 (ГОСТ 27772-2015) и дополнительных присоединяемых деталей которые произведены из стали 09Г2С (ГОСТ 19281-2014)

Сталь 09Г2С (ГОСТ 19281 – 2014) относится к кремнемарганцовистым. В соответствии с требованиями ГОСТ 27772-88 полностью соответствует стали С345. Последняя используется для изготовления строительных конструкций.

Химический состав стали 09Г2С приведён в процентах в таблице 1.1

Таблица 1.1 – Химический состав стали 09Г2С

С	Mn	Si	Cr	Ni	Cu	P
0,09	1,41	0,61	0,007	0,14	0,3	0,014

Главным показателем свариваемости, который определяет эксплуатационную надежность сварных соединений, является их стойкость против образования горячих и холодных трещин в шовной зоне.

Склонность к образованию трещин высчитывается путем эквивалентного содержания углерода по формуле 1:

$$C_{\text{э}} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24} + \frac{Cr}{5} + \frac{Ni}{40} + \frac{Cu}{13} + \frac{P}{2} \quad (1)$$

Рассчитаем  $C_{\text{э}}$  для стали 09Г2С:



производственным комплексам, расположенным в регионах с суровым северным климатом. Например, широким спросом пользуется такая продукция как фланцы. Опыт показывает, что сталь 09Г2С является оптимальным материалом для их производства. Дело в том, что они могут быть использованы как в помещении, так и при работе в различных температурах, в том числе и низких.

Широкую применяемость стали 09Г2С и ее аналогов, объясняется не только исключительными технологическими свойствами, но, с точки зрения снижения затрат, на производство конкретных изделий. В самом деле, конструкции, сваренные из этого материала проще обрабатываются, имеют меньшую массу и обладают хорошими параметрами по прочности и износостойкости.

### 1.3 Условий эксплуатации изделия

Конструкция разработана для района со следующими исходными данными:

- Номинальная температура в зимний период согласно 3971 – АХ – SG – 000 000 000 01 – нормативное давление ветра согласно СП 20.13330.201 в географическом регионе II

$$W_0 = 0,3 \text{ кПа (30 кг/м}^2\text{)}$$

- Номинальная масса снежного покрова согласно СП 20.13330.201

$$S_g = 0,8 \text{ кПа, сейсмичность} = 8, K = 1,0$$

## 2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

### 2.1 Базовый вариант технологического процесса

В базовом процессе балку варят механизированной сваркой плавящимся электродом в среде активных газов и смесях. Сварка производится с помощью сварочного аппарата PHOENIX 500 (рисунок 2.1 и 2.2) И PHOENIX DRIVE 4L (рисунок 2.3 и 2.4).

Описание назначения кнопок PHOENIX 500 (таблица 2.1 и 2.2.)

Описание назначения кнопок PHOENIX DRIVE 4L (таблица 2.3 и 2.4)

					15.03.01.2020.139.00 ПЗ	Лист
						13
	Лст	№ докум.	Подпись	Дата		



Рисунок 2.1 – PHOENIX 500 вид спереди

Таблица 2.1 – PHOENIX 500 назначение кнопок спереди

Позиция	Описание
1	Ручка – труба для транспортировки
2	Ручка для транспортировки
3	Главный выключатель, включение/выключение сварочного аппарата
4	Впускное отверстие для охлаждающего воздуха
5	Панель управления / элементы управления
6	Замковый выключатель для защиты от использования посторонними Положение 1 > изменение возможно Положение 0 > изменение невозможно



Таблица 2.2 – PHOENIX 500 назначение кнопок сзади

1	7 контактная розетка (цифровая) Подключение устройства подачи проволоки
2	7 контактная розетка (цифровая) Для подключения цифровых компонентов (интерфейс для документации, интерфейс для роботов или дистанционной регулятор и т.д)
3	Интерфейс ПК, последовательный (9 – контактная розетка D – SUB)
4	8 – контактная розетка Подключение кабеля управления охладителя
5	19 – контактный автоматизированный разъем (аналоговый)
6	Кабель пакета кабелей
7	Штекер, сварочный ток «+» Подключение сварочного тока к устройству подачи проволоки
8	Розетка, сварочный ток «-» Сварка МИГ / МАГ: подключение детали Сварка МИГ / МАГ порошковой проволокой: подключение сварочного тока к устройству подачи проволоки
9	Одна 28 контактная розетка, одна 23 – контактная розетка (дополнительно)

Продолжение таблиц 2.2

10	Устройство разгрузки напряжения
11	Кнопка «предохранитель – автомат» Блокировка двигателя устройства подачи проволоки
12	4 – контактная розетка Напряжение питания охладителя
13	Выпускное отверстие для охлаждающего воздуха



Рисунок 2.3 – PHOENIX DRIVE 4L вид спереди

Таблица 2.3 – PHOENIX DRIVE 4L назначение кнопок спереди

1	Задвижка, фиксатор защитной крышки
2	Кожух блока подачи проволоки и устройств управления
3	Ручка для транспортировки со встроенной проушиной для крана

	Лст	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.01.2020.139.00 ПЗ

Лист

17

Продолжение таблицы 2.3

4	Корпус для катушки с проволокой
5	Стержень крепления катушки
6	Элементы управления
7	Блок для подачи проволоки
8	Подключение – центральный евро – разъем (разъем для подключения сварочных горелок)
9	Наклейка «быстроознашивающиеся части устройства подачи проволока»
10	Панель управления / элементы управления
11	19 – контактная розетка(аналоговая)
12	7 – контактная горелка
13	Быстроразъемная муфта, синяя (подача охлаждающей жидкости)

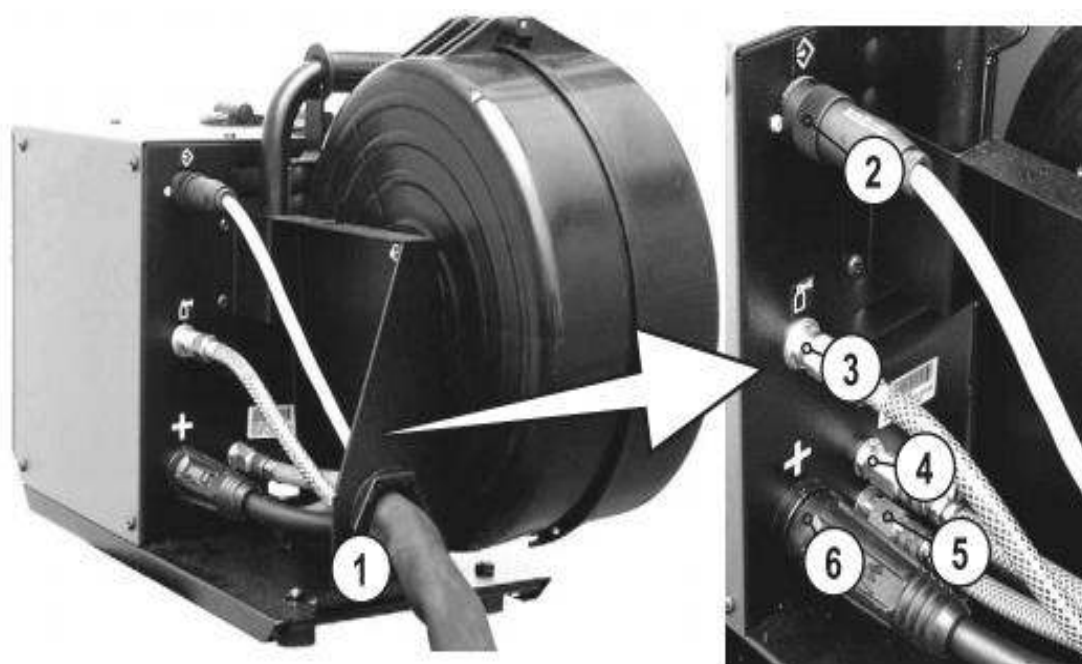


Рисунок 2.4 – PHOENIX DRIVE 4L вид сзади

	Лст	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.01.2020.139.00 ПЗ

Лист

18



Таблица 2.4 – PHOENIX DRIVE 4L назначение кнопок сзади

1	Кабель пакета кабелей
2	7 – контактная розетка (цифровая)
3	Соединительный штуцер G ¼, подключение защитного газа
4	Быстроразъемная муфта, красная (отвод охлаждающей жидкости)
5	Быстроразъемная муфта, синяя (подача охлаждающей жидкости)
6	Штекер, сварочный ток «+» Подключение сварочного тока к устройству подачи проволоки

Техническая характеристика сварочного аппарата PHOENIX 500 представлена в таблице 2.5

Таблица 2.5 – Характеристика PHOENIX 500

Диапазон установки: Сварочный ток/ сварочное напряжение	
Сварка ВИГ	5 А/10,1 В – 500 А/30 В
Ручная сварка	5 А/20,1 В – 500 А/40 В
Сварка МИГ/МАГ	5 А/14,2 В – 500 А/39 В
Длительность включения при температуре окружающей среды 40° С	
40 % ПВ	500 А
60 % ПВ	450 А
100 % ПВ	340 А
Длительность включения при температуре окружающей среды 20° С	
40 % ПВ	500 А
60 % ПВ	475 А
100 % ПВ	390 А

Продолжение таблицы 2.5

Рабочий цикл	10 мин. (60 % ПВ: 6 мин. сварка; 4 мин. пауза)
Напряжение холостого хода	79 В при 400 В; 91 В при 460 В
Сетевое напряжение (допуски)	3 x 400 В (- 25 % - + 20 %)
	3 x 415 В (- 25 % - + 15 %)
	3 x 460 В (- 25 % - + 10 %)
Частота сети	50 / 60 Гц
Сетевой предохранитель (плавкий инерционный предохранитель)	3 x 35 А
Сетевой кабель	H07RN-F4G4
Макс. Потребляемая мощность	29 кВА
Рекомендуемая мощность генератора	39,2 кВА
КПД	89 %
Класс изоляции / Степень защиты	Н / IP 23
Температура окружающей среды	От - 10° С до + 40° С
Охлаждение аппарата	Вентилятор / газ или вода
Кабель массы	95 мм <sup>2</sup>
Масса	58 кг
Стандарты, соблюдаемые при изготовлении	IEC 60974 / EN 60974 / VDE 0544 EN 50199 / VDE 0544 часть 206

Техническая характеристика сварочного аппарата PHOENIX DRIVE 4L представлена в таблице 2.6.

Таблица 2.6 – Характеристика PHOENIX DRIVE 4L

Питающие напряжение	42 В
Макс. Сварочный ток при 60 % ПВ	500 А

Продолжение таблицы 2.6

Скорость подачи проволоки	От 0,5 м/мин до 24 м/мин
Стандартная установка роликов для подачи проволоки	1,0 + 1,2 мм (стальная проволока)
Привод	4 – роликовый (37 мм)
Подключение горелки	Центральный евро-разъем или DINSE – разъем
Класс защиты	IP 23
Температура окружающей среды	- 10° С - + 40° С
Размеры, Д x Ш x В [мм]	690 x 300 x 410
Масса	Около 18 кг
Стандарты, соблюдаемые при изготовлении	IEC 60974 / EN 60974 / VDE 0544 EN 50199 / VDE 0544 часть 206

Для данного сварочного аппарата на заводе используют сварочную проволоку Св-08Г2С (ГОСТ: 2246 – 70). Представлена на рисунке 2.5.



Рисунок 2.5 – Св-08Г2С



Продолжение таблицы 2.8

530 МПа	420 МПа	As welded	28 %
---------	---------	-----------	------

Таблица 2.9 – Типичные ударные свойства

Типичные ударные свойства по Шарпи, V – образный надрез		
Состояние	Температура тестирования	Ударная вязкость
As welded	- 20° С	110 J
As welded	- 40° С	50 J
As welded	- 20° С	80 J

Сварка происходит в защитной среде газа «К18» (рисунок 2.6).



Рисунок 2.6 – Газовый баллон с К18

Газовая смесь «К-18» - это смесь 82 % аргона и 18 % диоксида углерода. Газовая смесь, К-18 (18% CO<sub>2</sub>+Ar), ТУ 2114-004-00204760-99. Наиболее универсальные двухкомпонентные смеси для сварки углеродистых конструкционных и некоторых легированных сталей.



прокатные балки из стали С345. Описание техпроцесса начнем с изготовления присоединяемых к балке деталей. Они все изготавливаются из листа стали 09Г2С.

Листы стали перевозят на тележке в заготовительный участок. Для изготовления описываемой в дипломном проекте балки требуется 6 деталей.

Деталь 1 (рисунок 2.7)

Основой проектируемой балки является прокатный двутавр 20Ш1. Требуемое количество: одна штука.

Размеры детали:

- Длина: 2424 мм;
- Ширина: 150 мм;
- Высота: 194 мм;
- Толщина полки: 9 мм;
- Толщина стенки: 6 мм.

Вес детали составляет 74,2 кг.

Время для изготовления: 27 минут

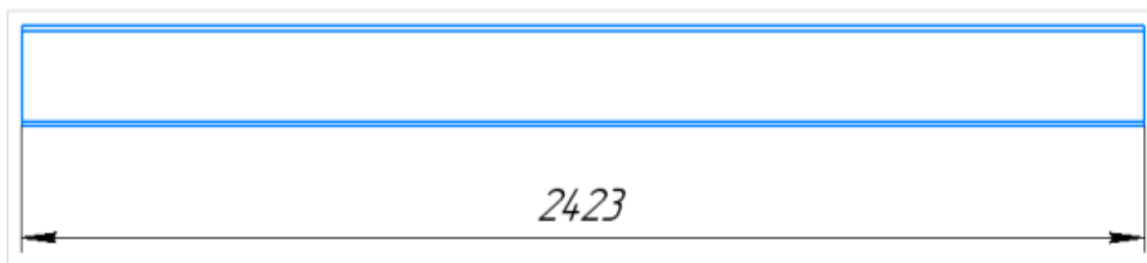


Рисунок 2.7 – Двутавр 20Ш1

Каждая деталь подлежит маркировке. Проверка маркировки сличается на каждой операции.

Контроль каждой операции: 100 % - рабочий; 10 % - мастер; 5 % - геометрические размеры и 100 % Визуальный и измерительный контроль – Отдел технического контроля.

Поочередность технологических операций представлена в таблице 2.10

Таблица 2.10 – Технологические операции для детали 1

Операции	Комментарий	Время, мин
Правка на правильно – гибочном прессе по ТТП ОГТ – 022_UN – 200: Пресс правильно – гибочный UN - 200	При необходимости	3
Резка на ленточной пиле МЕВА: Ленточно – пильный станок МЕВА 510 DG № 1	-	21
Притупить кромки по периметру детали: шлифмашинка	-	3

Деталь 2 (рисунок 2.8)

Фланец с левой стороны. Требуемое количество: одна штука.

Размеры детали:

- Длина: 604 мм
- Ширина: 200 мм
- Толщина: 10 мм

Вес детали составляет 15,2 кг.

Время для изготовления: 36 минут





Таблица 2.11 – Технологические операции для детали 2

Операции	Комментарий	Время, мин
Правка на вальцах № 1 по ТТП ОГТ – 012 СКМЗ: Вальцы листопрямительные 7 – валковые СКМЗ	При необходимости	1
Контроль УЗК: Ультразвуковой дефектоскоп	-	9
Очистка от масляных пятен ветошью	-	2
Сверление отверстий на линии FICER: Листовая линия FICER	∅22	11
Резка на линии FICER: листовая линия FICER		4
Фрезеровка по ТТП ОГТ – 025 №1: Торцефрезерный станок ТФС - 4	До t = 10 мм в сборе	1
Притупить кромки по периметру детали: шлифмашинка		4
Зенкование отверстий		3
Клеймить ударным способом		1

Деталь 3 (рисунок 2.9)

Фланец с правой стороны. Требуемое количество: одна штука.

Размеры детали:

- Длина: 604 мм
- Ширина: 190 мм
- Толщина: 10 мм

Вес детали составляет 14,4 кг.

Время для изготовления: 36 минут

					15.03.01.2020.139.00 ПЗ	Лист
	Лст	№ докум.	Подпись	Дата		28



Поочередность технологических операций представлена в таблице 2.12

Таблица 2.12 – Технологические операции для детали 3

Операции	Комментарий	Время, мин
Правка на вальцах № 1 по ТТП ОГТ – 012 СКМЗ: Вальцы листопрямляющие 7 – валковые СКМЗ	При необходимости	1
Контроль УЗК: Ультразвуковой дефектоскоп	-	9
Очистка от масляных пятен ветошью	-	2
Сверление отверстий на линии FICER: Листовая линия FICER	∅22	11
Резка на линии FICER: листовая линия FICER		4
Фрезеровка по ТТП ОГТ – 025 №1: Торцефрезерный станок ТФС - 4	До t = 10 мм в сборе	1
Притупить кромки по периметру детали: шлифмашинка		4
Зенкование отверстий		3
Клеймить ударным способом		1

Деталь 4 (рисунок 2.10)

Ребро жесткости. Требуемое количество: четыре штуки.

Размеры детали:

- Длина: 174 мм
- Ширина: 67 мм
- Толщина 6 мм

Вес четырёх деталей составляет: 6 кг.

Время для изготовления: 10 минут

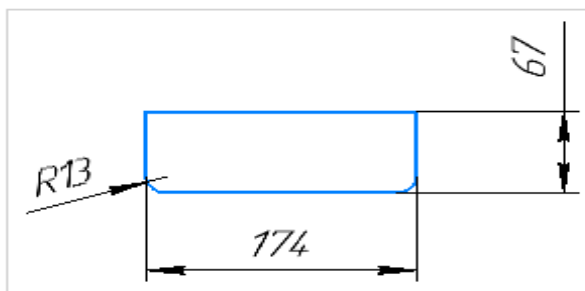


Рисунок 2.10 – Ребро жесткости

Каждая деталь подлежит маркировке. Проверка маркировки сличается на каждой операции.

Контроль каждой операции: 100 % - рабочий; 10 % - мастер; 5 % - геометрические размеры и 100 % визуальный измерительный контроль – Отдел технического контроля.

Поочередность технологических операций представлена в таблице 2.13

Таблица 2.13 – Технологические операции для детали 4

Операции	Комментарий	Время, мин
Правка на вальцах № 1 по ТТП ОГТ – 012 СКМЗ SIMAG: Вальцы листопрямительные 7 – валковые СКМЗ SIMAG	При необходимости	1
Резка на МТР ПКПлЦ – 2 – 12 «Термит»: Машина термической резки ПКПлЦ – 2 -12 «Термит» (2 резака)	-	5
Притупить кромки по периметру детали: Шлифмашинка	-	4

## Деталь 5 (рисунок 2.10)

Уголок. Требуемое количество: две штуки.

Размеры детали:

- Длина: 379 мм
- Ширина: 206 мм
- Толщина 6 мм

Вес двух деталей составляет: 3,6 кг.

Время для изготовления: 10 минут

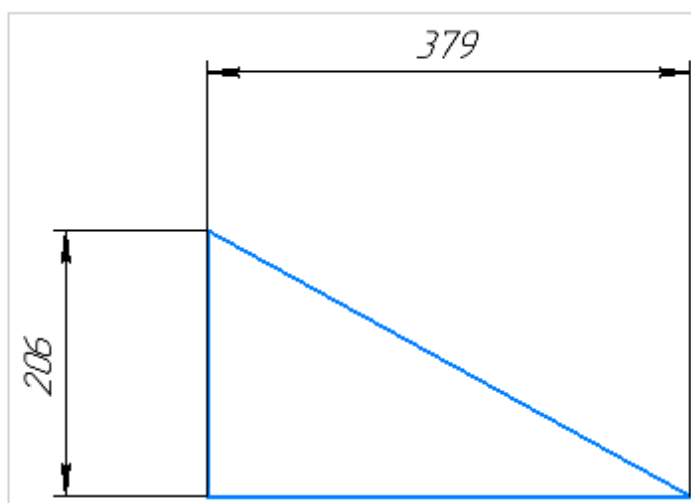


Рисунок 2.10 – Уголок 206 x 379

Каждая деталь подлежит маркировке. Проверка маркировки сличается на каждой операции.

Контроль каждой операции: 100 % - рабочий; 10 % - мастер; 5 % - геометрические размеры и 100 % визуальный измерительный контроль – Отдел технического контроля.

Поочередность технологических операций представлена в таблице 2.14

Таблица 2.4 – Технологические операции для детали 5

Операции	Комментарий	Время, мин
Правка на вальцах № 1 по ТТП ОГТ – 012 СКМЗ SIMAG: Вальцы листопрямительные 7 – валковые СКМЗ SIMAG	При необходимости	1
Резка на МТР ПКПлЦ – 2 – 12 «Термит»: Машина термической резки ПКПлЦ – 2 -12 «Термит» (2 резака)	-	5
Притупить кромки по периметру детали: Шлифмашинка	-	4

Деталь 6 (рисунок 2.11)

Уголок. Требуемое количество: две штуки.

Размеры детали:

- Длина: 150 мм
- Ширина: 90 мм
- Толщина 6 мм

Вес двух деталей составляет: 1,2 кг.

Время для изготовления: 5 минут

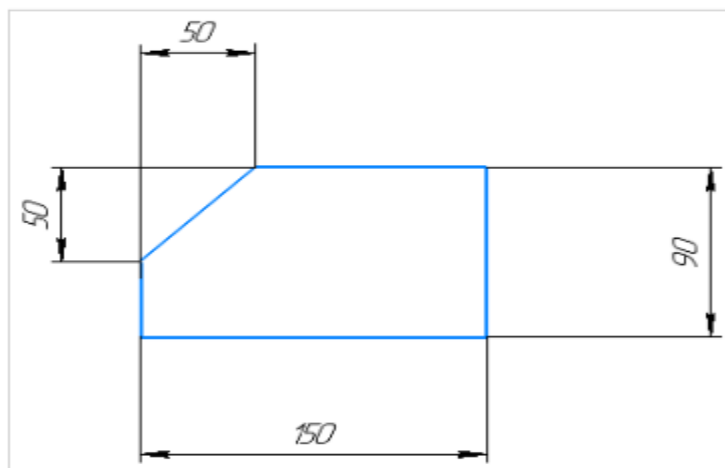


Рисунок 2.11 – Уголок 150 x 90

Каждая деталь подлежит маркировке. Проверка маркировки сличается на каждой операции.

Контроль каждой операции: 100 % - рабочий; 10 % - мастер; 5 % - геометрические размеры и 100 % визуальный измерительный контроль – Отдел технического контроля.

Поочередность технологических операций представлена в таблице 2.15

Таблица 2.5 – Технологические операции для детали 6

Операции	Комментарий	Время , мин
Правка на вальцах № 1 по ТТП ОГТ – 012 СКМЗ SIMAG: Вальцы листопрямительные 7 – валковые СКМЗ SIMAG	При необходимости	1
Резка на МТР ПКПлЦ – 2 – 12 «Термит» 1: Машина термической резки ПКПлЦ – 2 -12 «Термит» (2 резака)	-	2

Лст	№ докум.	Подпись	Дата	

15.03.01.2020.139.00 ПЗ

Лист

34



Продолжение таблицы 2.5

Притупить кромки по периметру детали: Шлифмашинка	-	2
--	---	---

После подготовки всех деталей к сборке их начинают собирать учитывая все геометрические размеры по чертежу. На заводе используют такое сборочное оборудование:

- Рабочая поверхность (рисунок 2.12)
- Струбцины (рисунок 2.13)
- Винтовые вертикальные прижимы (рисунок 2.14)
- Винтовые горизонтальные прижимы (рисунок 2.15)
- Опоры (рисунок 2.16)
- Магнитный угол для сварки (рисунок 2.17)

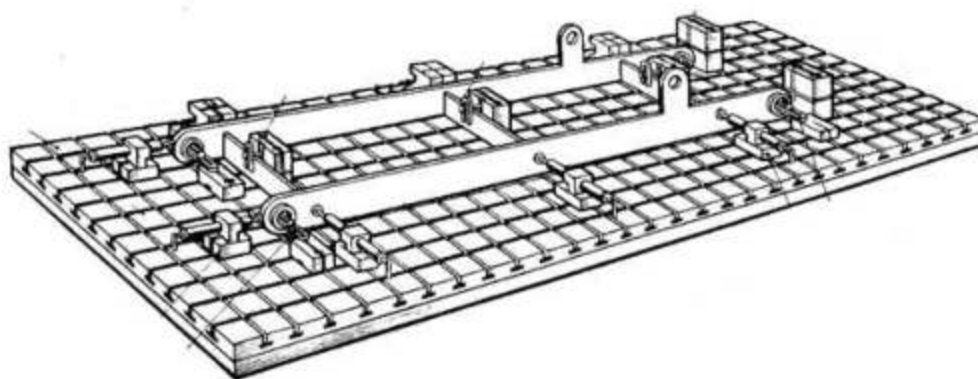


Рисунок 2.12 – Рабочая поверхность для сборки и сварки

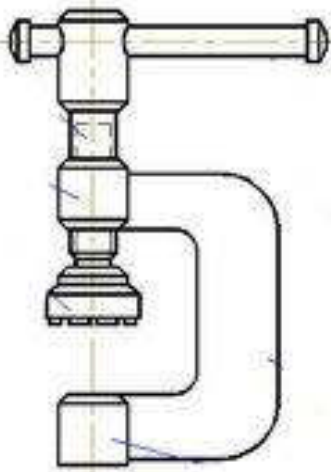


Рисунок 2.13 – Струбцина

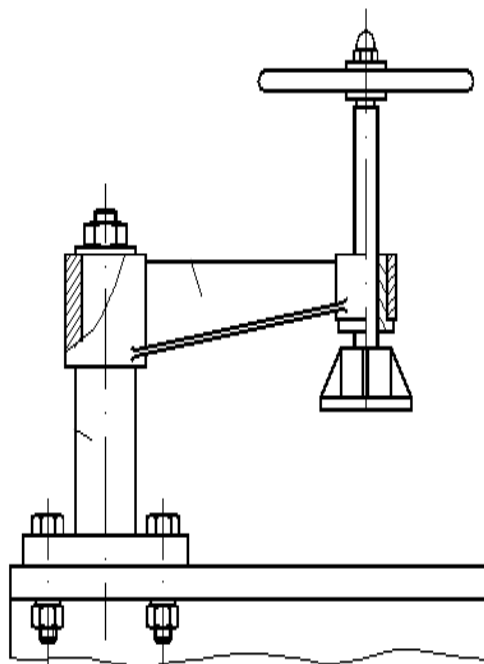


Рисунок 2.14 – Вертикальный винтовой зажим

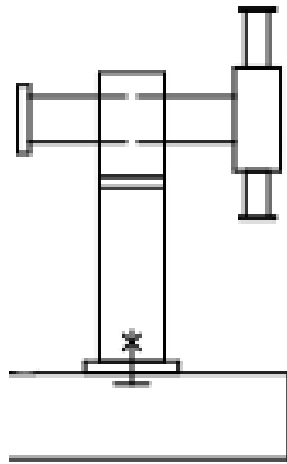


Рисунок 2.15 – Горизонтальный винтовой зажим



Рисунок 2.16 – Опоры



Рисунок 2.17 – Магнитный уголок для сварки



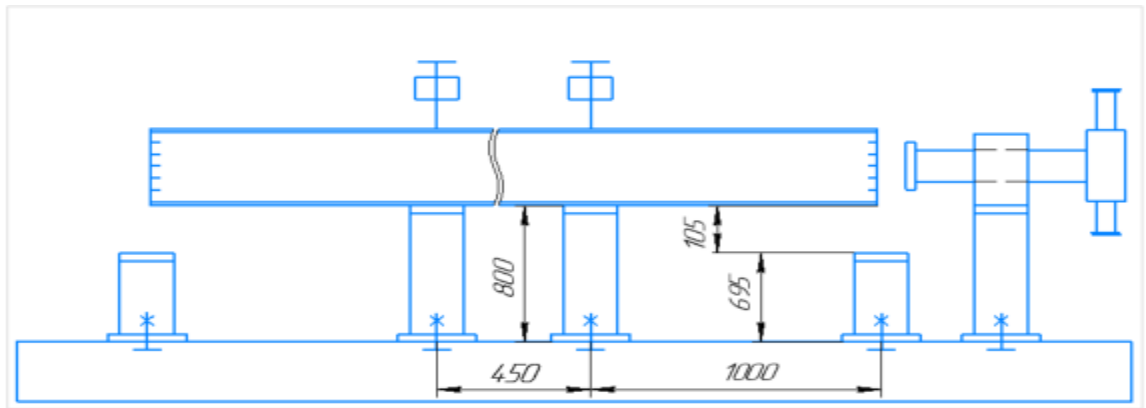


Рисунок 2.19 – Двутавр 20Ш1 на опорах

После того как выставили двутавр, рабочие выставляют фланцы с двух сторон. Край фланцев опирают на опоры и по бокам прижимают с помощью горизонтального винтового прижима, тем самым центрируют и обеспечивают неподвижность собираемой детали (рисунок 2.20). После выставления размеров поверхности деталей попадающие в зону сварки очищают от грязи, масла и других загрязнений на ширину не менее 20 мм. Это делают с помощью: скребка или щётки. Затем на поверхность распыляют жидкость против прилипания сварочных брызг. После этого детали прихватывают. Длина сварного шва прихватки должна быть не менее 50 мм, количество прихваток минимум 10. После этого проверяется качество сборки соединенных между собой деталей на перпендикулярность и отсутствие дефектов в прихватках. Это процедура выполняется с помощью: шаблона сварщика УШС – 3, линейки и уголка.

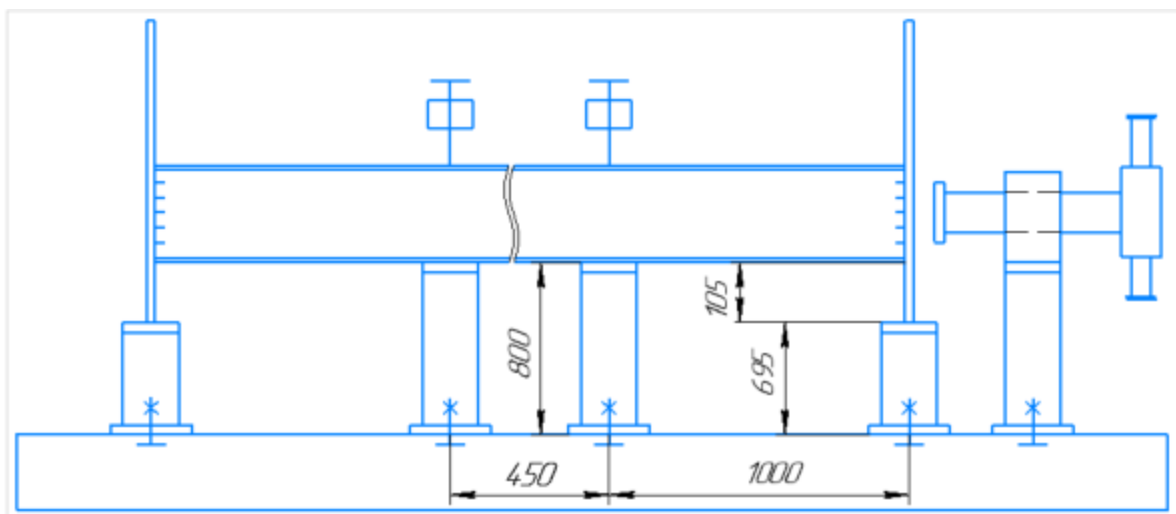


Рисунок 2.20 – Присоединение фланцев к двутавру

Лст	№ докум.	Подпись	Дата	

15.03.01.2020.139.00 ПЗ

Лист

39



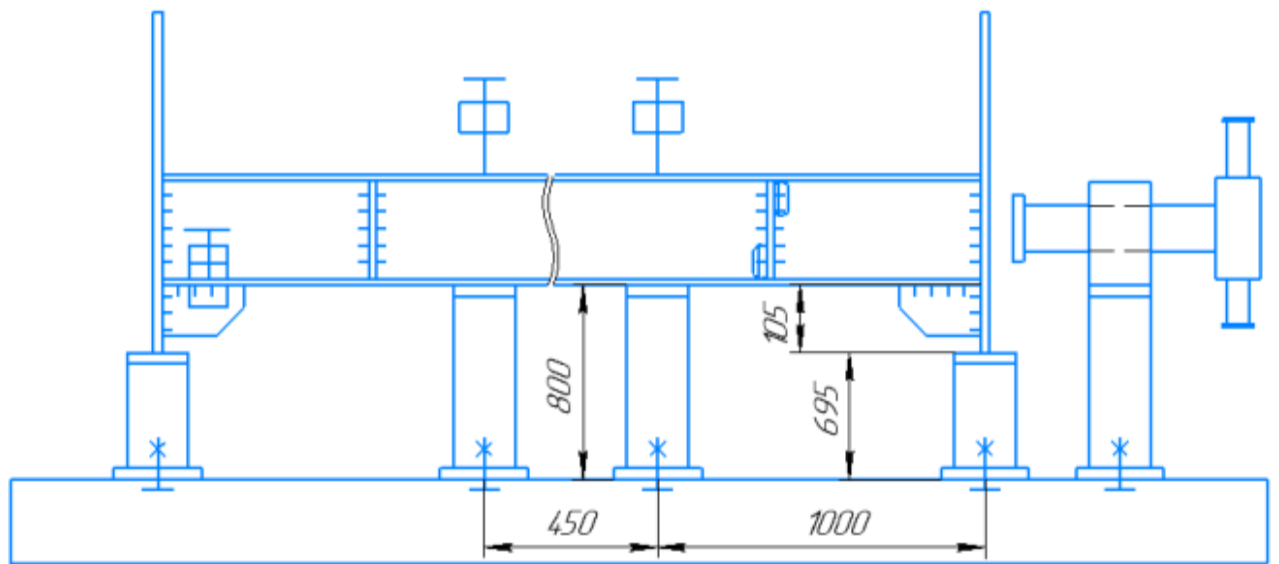


Рисунок 2.22 – Присоединение нижних уголков

Последним этапом сборки балки является присоединение к двутавру и фланцем двух верхних уголков. Их тоже выставляют с помощью струбцин (рисунок 2.23). Поверхности детали подвергаются очистке с помощью щётки и обрабатываются средством против сварочных брызг. Затем детали прихватываются, как минимум в 6 местах. В конце проверяется качество сборки и прихваток с помощью: шаблона сварщика УШС – 3, линейки и уголка.

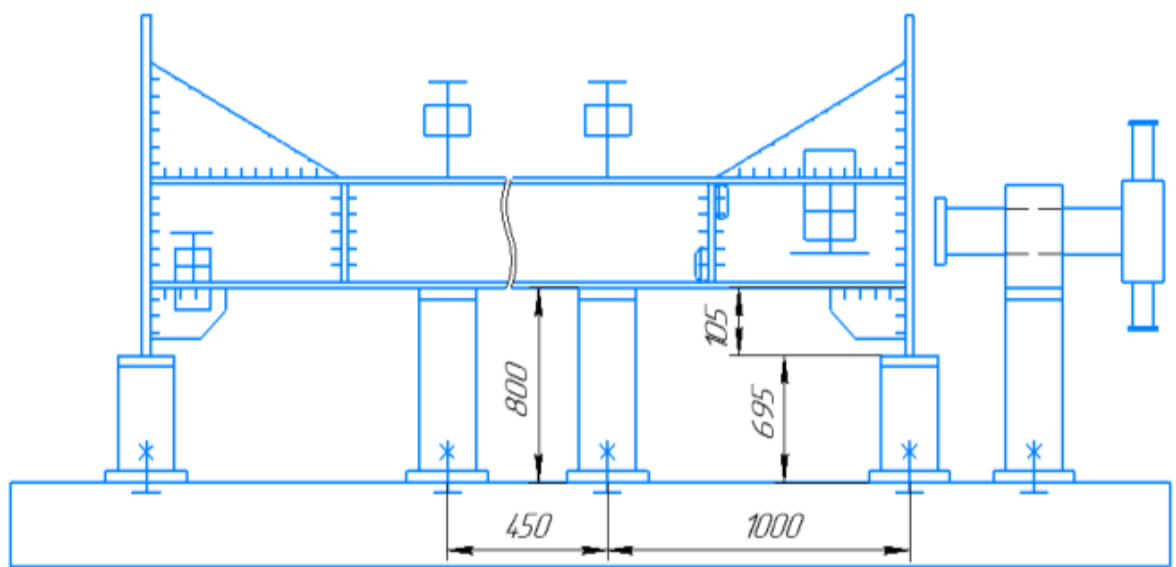


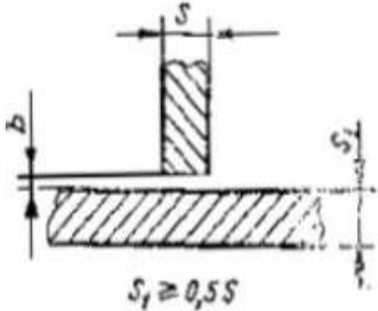
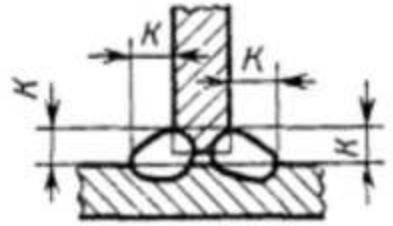
Рисунок 2.23 – Присоединение верхних уголков

Лст	№ докум.	Подпись	Дата	





Продолжение таблицы 2.16

Конструкция соединения	Конструктивные элементы шва
	

Выбор катета представлен в таблице 2.17

Таблица 2.17 – Выбор катета по толщине стенки

Толщина стенки S мм	К-катет шва мм
от 6 до 10	$4 < K \leq 1,2S$

Параметры режимы сварки представлена в таблице 2.18

Таблица 2.18 – Параметры режима сварки

Диаметр проволоки, мм	Вылет электрода, мм	Род тока, полярность	Сварочный ток, А	Напряжение дуги, В	Скорость подачи проволоки, см/с	Расход защитного газа, л/мин
1,2	12- 15	Постоянный, обратная	240- 260	25-27	0,6 – 0,8	12- 16

Сварка стыков происходит следующим образом:

1. Сначала требуется выполнить корневой слой шва. Поставленные прихватки процессе сборки должны быть полностью переплавлены.
2. Поверхность шва зачистить металлической щеткой от окислов, брызг металла. Выполнить последующие слои до получения катета заданной величины.
3. По окончании сварки, шов и прилегающие к нему поверхности на расстоянии не менее 20 мм (по обе стороны шва) должны быть очищены от брызг расплавленного металла, окалины и других загрязнений.

Оборудование которое используется в данном процессе сварки балки:

- Сварочное оборудование
- Шлифмашинка
- Металлическая щетка

После полной сварки балки она подвергается маркировке. Выполняется маркировку стыка ударным способом  $h=6-10$ мм. Ответственность за маркировку стыка возлагается на сварщика. Оборудование: клеймо, молоток.

После окончания полного процесса сварки балки, приходят контролеры из отдела технического контроля и проводят проверку сварных швов и качество собранной детали.

Контроль качества сварного шва проводится следующими способами:

- Визуальный и измерительный контроль по РД 03-606-03 в объеме 100% шва.
- УЗК

Оборудование, которое требуется для проведения контроля : шаблон УШС – 3, металлическая линейка, лупа, дефектоскоп,

Не оговоренные в данной технологической карте операции должны выполняться в соответствии с СП 53-101-98 «Изготовление и контроль качества стальных строительных конструкций», ГОСТ 14771-76 « Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы

					15.03.01.2020.139.00 ПЗ	Лист
						44
	Лст	№ докум.	Подпись	Дата		



## 2.2 Проектируемый вариант технологического процесса.

В базовом процессе при использовании данных материалов, оборудования и технологического процесса получается деталь высокого качества, с нужным и требуемым критериями, которые требуется по техническому заданию. При анализе данного производства выявлено несколько недостатков, таких как производительность процесса, качество сварного соединения и скорость сварки детали.

В своём дипломном проекте предлагаю модернизировать данный процесс производства путем установки сварочного робота, который поможет автоматизировать процесс сварки и увеличит скорость и качество сварки. Важным моментом является исключение человеческого фактора в процессе сварки, так как работа сварщика тяжелая и монотонная, у него накапливается усталость и поэтому качество сварного шва может ухудшиться. Сварочный робот превосходит результаты человека. В тоже время это повысит безопасность производства для человека

## 2.3 Выбор способа сварки

Чтобы улучшить процесс производства балок, я предлагаю заменить механизированную сварку на роботизированную. На примере установки сварочного робота для дуговой сварки ARC Mate 120Ic/12L. (рисунок 2.24)



Рисунок 2.24 – Робот для дуговой сварки ARC MATE 120iC/12L

Характеристика сварочного робота ARC MATE 120iC/12L представлена в таблице 2.20

Таблица 2.20 – Характеристика робота ARC MATE 120iC/12L

Количество осей	6
Грузоподъемность	12 кг
Радиус действия	2009 мм
Повторяемость	0,03 мм
Потребляемая мощность	1 кВт
Подключение 50 / 60 Гц. Трёхфазный	350-575 В
Монтажное положение	На полу, на потолке, на стене (343 * 343* мм)

Лст	№ докум.	Подпись	Дата	

15.03.01.2020.139.00 ПЗ

Лист

47

Продолжение таблицы 2.20

Вес	250 кг
Система управления	R30Ib
Тип защиты	Корпус стандартно / опционно IP54 / IP55, запястье и рука J3 IP54
Момент	Ось 4 – 7.7/0,24, ось 5 – 7.7/0,24, ось 6 – 0.22/0,0027 (Нм/кгм кв)
Диапазон перемещения	Ось 1 – 370, ось 2 – 260, ось 3 – 460, ось 4 – 400, ось 5 – 280 (360), ось 6 – 540 (900) (град)
Максимальная скорость	Ось 1 – 200, ось 2 – 175, ось 3 – 190, ось 4 – 430, ось 5 – 430, ось 6 – 630 (град / сек)

В наше время сварочных роботов часто применяют в своих производствах различные предприятия для работ с электрической дугой в среде защитных газов.

Главные преимущества робот в отношении механизированной сварки в среде защитных газов:

1. Первое достоинство – это высокая эффективность. Машины, созданные по современным технологиям помогают заместить работу человека – сварщика, с потрясающими показателями точности и качества, которые не наблюдаются у человека.
2. Второе достоинство – это широкий выбор настроек. У каждого сварочного робота имеется специализированное программное обеспечение, которое позволяет настраивать работу робота специально для выбранного изделия. Такими параметрами являются выбор толщины детали, типа шва сварного соединения и расположение его в пространстве.
3. Третье достоинство – это обеспечение высокого уровня безопасности. При использовании таких технологий на производстве, исключается шанс травм

рабочих. Это достигается тем, что участие рабочего в процессе сварки не требуется, так как управление техническим приспособлением осуществляется на определенном расстоянии.

4. Четвертым достоинством – такие роботы имеют большую универсальность. Они обладают способностью быстро переключаться с выполнения одной задачи на другую.
5. Пятое достоинство – сварочные роботы способны за короткий промежуток времени изготовить большое количество деталей, которые будут выполнены без дефектов и нарушений.

В основании оборудования находятся:

- Источник тока
- Преобразователь
- Подающий механизм
- Табло и пульт для программирования
- Баллон с газом
- Манипулятор

#### 2.4 Выбор сварочных материалов

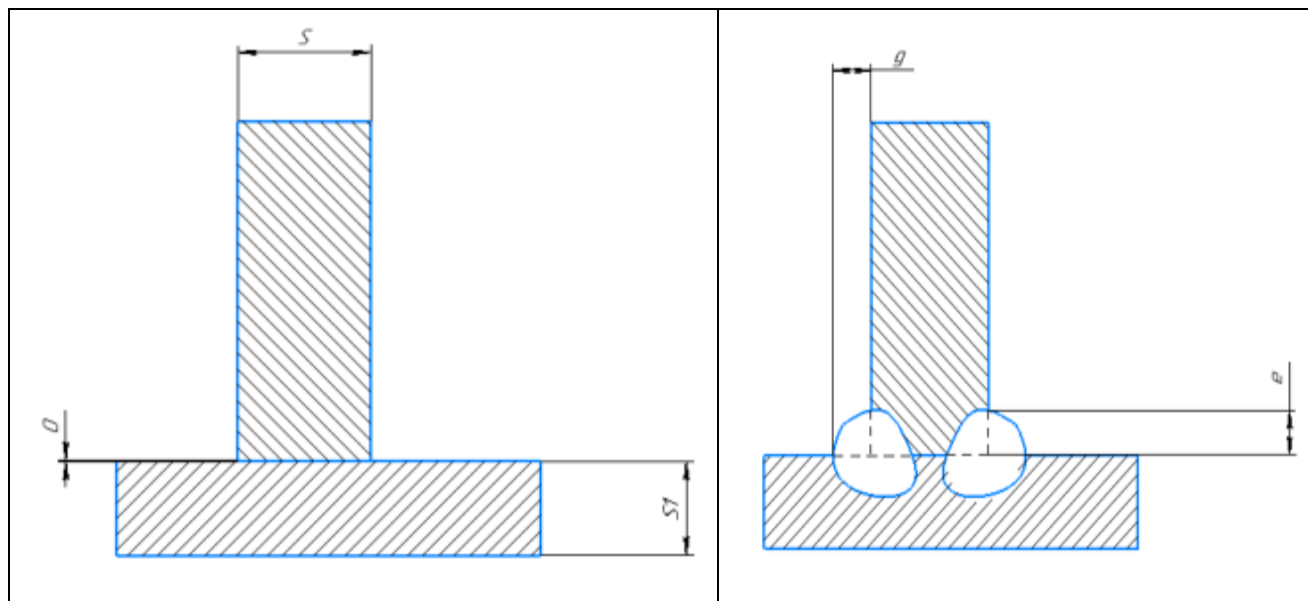
Для роботизированной сварки в среде защитных газов, разумно оставить сварочные материалы которые уже используются на заводе. Это защитный газ К18 (18 % CO<sub>2</sub> и 72 % Ar) и сварочную проволоку Св-08Г2С, так как они отвечают всем требованиям для образование качественного сварного соединения.

#### 2.5 Расчёт режимов сварки

Соединение ТЗ ГОСТ 14771 – 16 в среде защитных газов (таблица 2.21)

										Лист
										49
	Лст	№ докум.	Подпись	Дата						

Таблица 2.21 – Тип сварного соединения



Последовательность расчёта (выбора) параметров режима сварки двусторонних швов соединений без разделки кромок следующая:

Примем сварочный ток  $I_{св} = 320$  А. Для этого тока в случае сварки пластин, собранных встык без разделки кромок и зазора, получим:

1. Назначают напряжение дуги по формуле 2:

$$U = 20 + \frac{0,05 I_{св}}{d_э^{0,5}} \pm 1, В \quad (2)$$

Получаем:

$$U = 20 + \frac{0,05 \cdot 320}{2^{0,5}} = 31 \pm 1, В$$

2. По допустимой плотности сварочного тока из таблицы 2.22 выбирают диаметр электродной проволоки:

Диаметр электрода = 2 мм

Плотность тока = 101,9 А/мм<sup>2</sup>

Таблица 2.22 – Выбор диаметра электрода

Диаметр электрода, мм	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
Плотность тока, А/мм <sup>2</sup>	65-210	50-100	40-70	35-60	30-50



3. Назначают скорость сварки:

Задаём  $v_{св} = 1,5$  см/с

Скорость сварки следует выбирать таким образом, чтобы высота (усиление) шва  $C \leq 3$  мм.

4. Рассчитывают значение погонной энергии дуги по формуле 3:

$$q_n = 20 + \frac{0,24 I_{св} U_d \eta_i}{V_{св}} \quad (3)$$

Получаем:

$$q_n = 20 + \frac{0,24 * 320 * 31 * 1}{1,5} = 1587,2$$

Для сварки под постоянным током обратной полярности принимают значение коэффициента  $\eta_i = 1$ , постоянным током прямой полярности –  $\eta_i = 0,8$ .

5. Определяют значение коэффициента формы шва по формуле 4:

$$\Psi_{пр} = k'(19 - 0,01 \cdot I_{св}) + \frac{d_{э} U_d}{I_{св}} \quad (4)$$

Получаем:

$$\Psi_{пр} = 0,9(19 - 0,01 \cdot 320) + \frac{2 * 31}{320} = 2,7$$

6. Находят глубину провара по формуле 5:

$$H_{пр} = A \sqrt{\frac{q_n}{\Psi_{пр}}} \quad (5)$$

					15.03.01.2020.139.00 ПЗ	Лист
						51
	Лст	№ докум.	Подпись	Дата		

Получаем:

$$A \sqrt{\frac{q_{\text{п}}}{\Psi_{\text{пр}}}} = 0,0165 \sqrt{\frac{1587,2}{2,7}} = 4 \text{ мм}$$

7. Находят ширину шва по формуле 6:

$$B = H_{\text{пр}} \cdot \Psi_{\text{пр}} \quad (6)$$

Получаем:

$$B = 4 \cdot 2,7 = 10,8 \text{ мм}$$

8. Назначают вылет электрода по формуле 7:

$$l_3 \approx 10d_3 \quad (7)$$

Получаем:

$$l_3 \approx 10 \cdot 2 = 20 \text{ мм}$$

9. Определяют значение коэффициента  $\alpha_p$  по формуле 8:

При сварке постоянным током обратной полярности составляющая коэффициента расплавления:

$$\alpha_p' = \frac{6,3 + 0,0702 I_{\text{св}}}{d_3^{1,035}} \quad (8)$$

Получаем

$$\alpha_p' = \frac{6,3 + 0,0702 \cdot 320}{2^{1,035}} = 14,58, \text{ г/Ач}$$



По формуле 9 получаем:

$$\Delta\alpha_p = \frac{3600 * 40,98}{325 * 320} = 1,42 \text{ г/Ач}$$

Таким образом  $\alpha_p = \alpha'_p + \Delta\alpha_p = 14,58 + 1,42 = 16 \text{ г/Ач}$

10. Определяют значение коэффициента потерь на разбрызгивание и угар по формуле 11

$$\Psi_{\Pi} = -4,72 + 0,176j - 0,000448j^2. \quad (11)$$

Получаем

$$\Psi_{\Pi} = -4,72 + 0,176 * 101,9 - 0,000448 * 101,9^2 = 8,5 = 0,085$$

11. Определяют площадь наплавленного металла по формуле 12:

$$F_{\text{н}} = \frac{\alpha_p I_{\text{св}} (1 - \Psi_{\Pi})}{3600 \gamma v_{\text{св}}} \quad (12)$$

Получаем:

$$F_{\text{н}} = \frac{14,58 * 320 (1 - 0,085)}{3600 * 7,8 * 1,5} = 0,101 \text{ см}^2 = 10 \text{ мм}^2$$

12. Определяют значение высоты усиления валика С по формуле 13:

$$C = \frac{F_{\text{н}}}{0,73B} \quad (13)$$

Получаем:

$$C = \frac{10,2}{0,73 \cdot 10,8} = 1,2 \text{ мм}$$

В Итоге получается:

- напряжение дуги  $U_M = 31 \text{ В}$ ;
- скорость сварки  $v_{св} = 1,5 \text{ см/с}$ ;
- $q_n = 1587,2 \text{ кал/см}$ ;
- $\Psi_{пр} = 2,7$ ;
- глубину провара  $H = 4 \text{ мм}$ ;
- усиление шва  $C = 1,2 \text{ мм}$ ;
- общую высоту шва  $D = H + C = 5,2 \text{ мм}$ ;
- $F_H = 10 \text{ мм}^2 = 0,10 \text{ см}^2$ .

В результате пересчёта для углового шва таврового соединения получим:

- размер катета шва по формуле 14:

$$K = \sqrt{2F_H} \quad (14)$$

Получаем:

$$K = \sqrt{2 \cdot 10} = 4,4 \text{ мм};$$

- значение усиления шва по формуле 15:

$$C_4 = \frac{K}{\sqrt{2}} \quad (15)$$

Получаем:

$$C_4 = \frac{4,4}{\sqrt{2}} = 3,1 \text{ мм};$$

- глубину провара по формуле 16:

$$H_{\text{пр4}} = D - C_4 \quad (16)$$

Получаем

$$H_{\text{пр4}} = 5,2 - 3,1 = 2,1 \text{ мм};$$

- ширину шва В по формуле 17:

$$B = \sqrt{2} K \quad (17)$$

Получаем:

$$B = \sqrt{2} \cdot 4,4 = 5,6 \text{ мм};$$

- значение коэффициента формы шва по формуле 18:

$$\Psi_{\text{пр4}} = \frac{B}{D} \quad (18)$$

Получаем:

$$\Psi_{\text{пр4}} = \frac{5,6}{5,2} = 1,07;$$

- глубину провара вертикальной стенки по формуле 19:

$$h_{\text{ст}} = 0,9 H_{\text{пр4}} \quad (19)$$

Получаем:

					15.03.01.2020.139.00 ПЗ	Лист
						56
	Лст	№ докум.	Подпись	Дата		

$$h_{ст} = 0,9 \cdot 2,1 = 2 \text{ мм.}$$

В принципе, все требования к размерам шва удовлетворены и на этом расчёт может быть закончен.

## 2.6 Выбор сборочного оборудования

Для модернизации производства балок на предприятии «ОЗМК» требуется добавить к уже имеющейся сборочной установке робота манипулятора, который заменит слесаря по сборке металлоконструкций.

Он будет подавать детали под сварку сварочному роботу и позиционировать их для прихватки и сварки.

Для этой задачи я выбрал робота FANUC R – 2000iC / 210F (рисунок 2.24)



Рисунок 2.24 – Робот – манипулятор FANUC R – 2000iC / 210F

					15.03.01.2020.139.00 ПЗ	Лист
						57
	Лст	№ докум.	Подпись	Дата		

Данный универсальный робот помогает обеспечить быстрое ускорение процесса сборки и сварки деталей.

Технические характеристики представлены в таблице 2.23 .

Таблица 2.23 – Описание характеристик робота – манипулятора FANUC R – 2000iC / 210F

Характеристика	Описание
Количество осей	6
Дотягаемость	2655 мм
Грузоподъёмность	210 кг

Высокая механическая жесткость манипулятора позволяет использовать его для выполнений различных операций, где требуется приложение силы. Пневматические и электрические соединения выведены на локоть робота – манипулятора, чтобы облегчить подключение ряда инструментов. Это позволяет в определённой мере упростить монтаж роботизированного комплекса, сводится к минимуму возможность столкновения кабелей и шлангов с рукой манипулятора или окружением робота, а также это увеличивает срок службы манипулятора.

Для закрепления детали в неподвижном состоянии и поворота её вокруг своей оси, поставим двухстоечный кантователь.

Кантователь серии М (рисунок 2.25) предназначен для синхронного подъема и кантования на любой угол крупногабаритных тел различной грузоподъемности. Применяется в сборочно – сварочных работах, обеспечивает безопасность работ, повышает производительность, освобождает грузоподъемные механизмы.





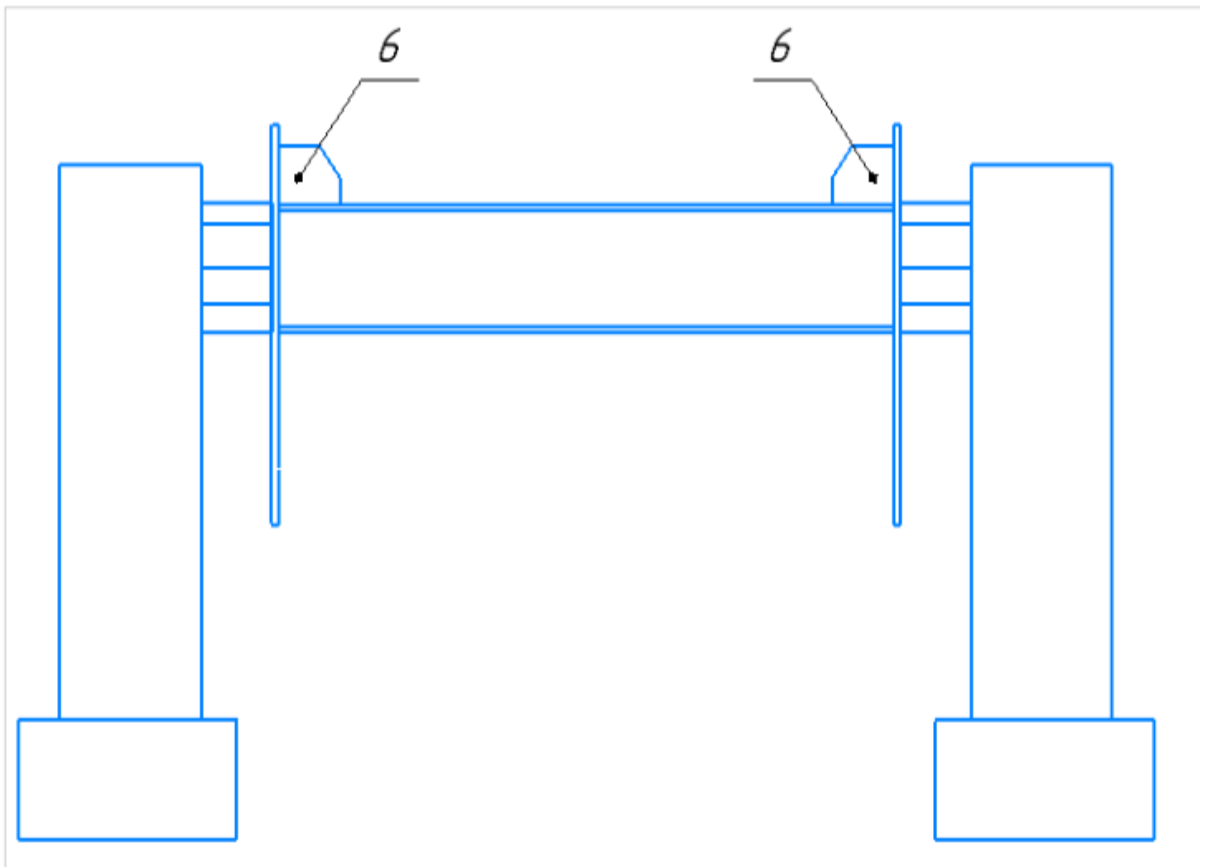


Рисунок 2.26 – Приваривание детали 6

- Затем кантователь поворачивает балку на 90 градусов в сторону сварочного робота (рисунок 2.27). Балка находится в боковом положении. Робот-манипулятор выставляет по размерам 2 ребра жесткости (деталь 4). Сварочный робот проваривает фланцы (деталь 2 и 3) и доваривает деталь 6, и приваривает 2 ребра жесткости.

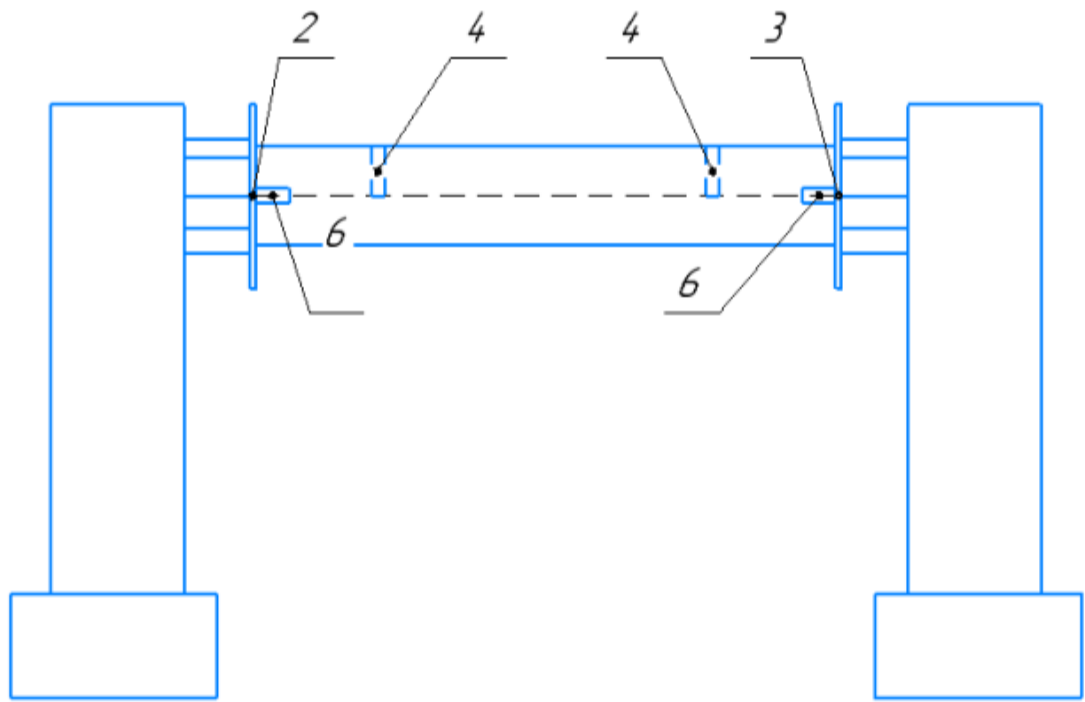


Рисунок 2.27 – Приваривание деталей 2,3,4,6

- Затем кантователь поворачивает балку на 90 градусов в сторону сварочного робота (рисунок 2.28 ) Балка находится как на главном виде, только теперь детали 6 находятся в нижнем положении. Робот-манипулятор выставляет деталь 5 на балку по заданным размерам. Сварочный робот п. 1 проваривает деталь 5 со своей стороны.

	Лст	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.01.2020.139.00 ПЗ

Лист

61





Набор для проверки представлен на рисунке 3.1.



Рисунок 3.1 – Приспособления для ВИК

Данный метод осуществляется с минимальным количеством инструментов, основывается на квалификации специалиста из отдела технического контроля.

Этапы проведения контроля:

1. Измерение ширины, толщины и катета шва
2. Уточнение параметров видимых дефектов: размер и искажение сварных швов (процентное отклонение от допустимой нормы)

Процесс измерений представлен на рисунке 3.2



Рисунок 3.2 – Измерительный контроль с помощью шаблона УШС -3

	Лст	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.01.2020.139.00 ПЗ

Лист

64

Преимущества данного способа контроля:

- Простой метод
- Возможность получения до 50% информации о качестве
- Не требует дорогостоящего оборудования
- Легко подвергается повторному проведению

Недостатки способа:

- Человеческий фактор
- Используется для нахождения крупных дефектов
- Ограниченность исследований
- Важна квалификация специалиста

Данным способом мы ищем следующие дефекты:

- Наплывы, прожоги и подрезы
- Чешуйчатость
- Несоответствие высоты и ширины

После проведения визуально – измерительного контроля требуется провести детальное исследование сварного соединения. Для этого нужно использовать более точные методики.

На предприятии применяют ультразвуковой контроль – это неразрушающий целостности сварочных соединений метод контроля и поиска скрытых и внутренних дефектов не допустимых величин. Сущность этого процесса является способность высокочастотных колебаний (примерно 20000 Гц) проникать в металл и отражаться от поверхности пустот и других неровностей. Искусственная волна проникает внутрь соединения и в случае обнаружения дефекта отклоняется от нормального распространения. Оператор замечает данное отклонение на экране прибора и по определенным показаниям даёт характеристику выявленному дефекту.

Процедура проведения дефектоскопии:

1. Удаляется краска и ржавчина со сварочных швов и на расстоянии 50 – 70 мм с двух сторон.

					15.03.01.2020.139.00 ПЗ	Лист
	Лст	№ докум.	Подпись	Дата		65

2. Для получения более точного результата УЗД требуется хорошее прохождение ультразвуковых колебаний. Поэтому поверхность металла около шва и сам шов обрабатываются трансформаторным, турбинным, машинным маслом или солидолом, глицерином.
3. Прибор предварительно настраивается по определенному стандарту, который рассчитан на решения конкретной задачи УЗД.
4. Контроль: толщины до 20 мм – стандартные настройки (зарубки); свыше 20 мм – настраиваются АРД-диаграммы; качества соединения – настраиваются AVG или DGS-диаграммы.
5. Искатель перемещают зигзагообразно вдоль шва и при этом стараются повернуть вокруг оси на 10-150. При появлении устойчивого сигнала на экране прибора в зоне проведения УЗК, искатель максимально разворачивают. Необходимо проводить поиск до появления на экране сигнала с максимальной амплитудой.
6. Контроль сварных швов проводится за один или два прохода.
7. Тавровые швы (швы под 90°) проверяются эхо-методом.
8. Все результаты проверки дефектоскопист заносит в таблицу данных, по которой можно будет легко повторно обнаружить дефект и устранить его. Процесс проверки представлен на рисунке 3.3





Рисунок 3.3 – Процесс ультразвукового контроля

С помощью данной технологии можно выявить следующие дефекты: трещины, поры, непровары, несплошности и так далее.

Преимущества данного способа проверки:

- Высокая точность и скорость исследований;
- Безопасность для человека;
- Возможность проведения выездной диагностики.

Недостатки:

- Ограниченность полученной информации о дефекте;
- Некоторые проблемы при работе с металлами с крупнозернистой структурой, которые возникают из-за сильного рассеяния и затухания волн.

## 4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

### 4.1 Анализ основных вредных и производственных факторов

Вредным производственным фактором называется - фактор среды и трудового процесса, который вызывает профессиональную патологию, временное или

стойкое снижение работоспособности, повышает частоту соматических и инфекционных заболеваний.

К основным опасным производственным факторам относятся:

- Подвижные части оборудования
- Движущиеся машины и механизмы
- Повышенный уровень статического электричества
- Повышенный уровень электромагнитных излучений
- Повышенная напряженность электрического магнитного поля
- Недостаточное освещение рабочей зоны
- Острые кромки, шероховатости и заусенцы на поверхностях заготовок и оборудования

К химическим опасным и вредным производственным факторам на СТО относятся:

1. По характеру воздействия на организм человека:

- токсические;
- раздражающие;
- сенсibiliзирующие;
- канцерогенные;
- мутагенные.

2. По способу проникновения в организм человека:

- органы дыхания;
- желудочно-кишечный тракт;
- кожные покровы и слизистые оболочки.

К психофизиологическим опасным и вредным производственным факторам на СТО относятся:

- физические перегрузки, характеризующие тяжесть труда (статические: рабочая поза, наклоны корпуса, перемещение в пространстве, и динамические: масса поднимаемого и перемещаемого груза, стереотипные рабочие движения);

					15.03.01.2020.139.00 ПЗ	Лист
						68
	Лст	№ докум.	Подпись	Дата		



(алюминия, сплавов на основе титана, нержавеющей стали), для защиты электросварщиков и работающих рядом от отраженного оптического излучения следует экранировать сварочную дугу встроенными или переносными экранами и экранировать поверхности свариваемых изделий.

5. При выполнении сварки на разных уровнях по вертикали предусматривается защита персонала, работающего на ниже расположенных уровнях, от случайного падения предметов, огарков электродов, брызг металла и др.
6. Пространственная планировка рабочего места сварщика по группировке и расположению органов ручного управления (рычаги, переключатели и др.) и средств отображения информации должна удовлетворять эргономическим требованиям.
7. При проведении электросварочных работ в условиях низких температур (ниже - 20°C) обеспечиваются условия, соответствующие требованиям действующей нормативной документации.
8. Газопламенное напыление покрытий и наплавка порошковых материалов в помещениях допускаются в установленном порядке.
9. На каждое стационарное рабочее место для газопламенной обработки металлов отводится не менее 4 м<sup>2</sup>, помимо площади, занимаемой оборудованием и проходами, а при работе в кабине - не менее 3 м<sup>2</sup>. Проходы должны иметь ширину не менее 1 м. Площадь рабочего места оператора газопламенного напыления должна быть не менее 10 м<sup>2</sup>.
10. Если газопламенное напыление покрытий и наплавку их порошковых материалов на крупногабаритные изделия проводят в помещениях вручную, следует применять портативные ручные отсосы, обеспечивающие концентрации вредных веществ в воздухе не выше предельно допустимых.
11. Операции по засыпке и уборке порошков в бункеры установок для газопламенного напыления покрытий и наплавки порошков следует

					15.03.01.2020.139.00 ПЗ	Лист
						70
	Лст	№ докум.	Подпись	Дата		



Электробезопасность — система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Электротравма— травма, вызванная воздействием электрического тока или электрической дуги.

Электротравматизм — явление, характеризующееся совокупностью электротравм.

Электрическое замыкание на корпус — случайное электрическое соединение токоведущей части с металлическими нетокведущими частями электроустановки.

Электрическое замыкание на землю — случайное электрическое соединение токоведущей части непосредственно с землей или нетокведущими проводящими конструкциями или предметами, не изолированными от земли.

Основными причинами поражения электрическим током являются воздействие электрического тока, проходящего в сварочной цепи, соприкосновение с открытыми токоведущими частями и проводами (случайное, не вызванное производственной необходимостью, или вследствие ошибочной подачи напряжения во время ремонтов и осмотров); прикосновение к токоведущим частям, изоляция которых повреждена, касание токоведущих частей через предметы с низким сопротивлением изоляции, прикосновение к металлическим частям оборудования, случайно оказавшимся под напряжением (в результате отсутствия или повреждения защитных устройств), соприкосновение со строительными деталями конструкций, случайно оказавшимся под напряжением, и др. Опасность поражения электрическим током создают источники сварочного тока, электрический привод (включая пускорегулирующую аппаратуру), электрооборудование подъемно-транспортных устройств, электрифицированный транспорт, высокочастотные и осветительные установки, электрические ручные машины и т.д.

Виды электротравм:

										Лист
										72
	Лст	№ докум.	Подпись	Дата						

15.03.01.2020.139.00 ПЗ

Действие электрического тока на организм человека может вызвать различные электрические травмы (электрический ожог, металлизацию кожи, электрический знак) и электрический удар.

Электрический ожог может причинить электрическая дуга (дуговой ожог) или контакт с токоведущей частью (токовый ожог) за счет преобразования энергии электрического тока в тепловую.

Металлизация кожи происходит в результате механического и химического воздействия тока, когда парообразные или расплавленные металлические частицы проникают вглубь кожи и пораженный участок приобретает жесткую поверхность.

Электрический знак — следствие теплового воздействия при протекании тока относительно большой величины через малую поверхность с относительно большим сопротивлением при температуре 50-115°C и хорошем контакте, в результате чего возникают запекшиеся или обуглившиеся участки кожи либо припухлость ее, а также отпечаток от прикосновения токоведущей части.

Электрический удар приводит к возбуждению живых тканей организма и сопровождается произвольными судорожными сокращениями мышц при прохождении через тело человека электрического тока.

Электроофтальмия приводит к воспалению наружных оболочек глаз, возникающему в результате воздействия мощного потока ультрафиолетовых лучей электрической дуги.

Электрический ток воздействует на нервную систему. Такое воздействие выражается очень резко, так как при прохождении через организм электрический ток поражает огромное количество чувствительных нервов. Существенное влияние оказывает действие электрического тока на скелетную мускулатуру, вызывая судорогу, и особенно на сердце, вызывая фибрилляцию его (отдельные некоординированные «подергивания» волокон сердечной мышцы). При этом насосная функция сердца прекращается и может наступить смерть.

Причиной смерти, кроме фибрилляции, может быть остановка дыхания или ожог.

					15.03.01.2020.139.00 ПЗ	Лист
						73
	Лст	№ докум.	Подпись	Дата		

Степень тяжести поражения человека электрическим током зависит от следующих факторов, сопротивления тела, величины, длительности действия, рода и частоты тока; пути тока в организме, состояния организма и условий внешней среды.

Технические средства защиты:

В процессе эксплуатации электросварочных установок требуется применение специальных средств защиты, которые делятся на изолирующие, ограждающие и вспомогательные.

Изолирующие средства защиты делятся на основные и дополнительные.

Основные изолирующие средства способны длительное время выдерживать рабочее напряжение электроустановки, поэтому ими разрешается касаться токоведущих частей, находящихся под напряжением К таким средствам относятся: диэлектрические резиновые перчатки, инструмент с изолированными рукоятками и токоискателями.

Дополнительные изолирующие средства обладают недостаточной электрической прочностью и поэтому не могут самостоятельно защитить человека от напряжения током. К таким средствам относятся: резиновая обувь, коврики и изолирующие подставки.

Резиновую обувь и коврики как дополнительные средства защиты применяют при операциях, выполняемых с помощью основных защитных средств.

Ограждающие средства защиты предназначены: для временного ограждения токоведущих частей (временные переносные ограждения-щиты, ограждения-клетки, изолирующие накладки, изолирующие колпаки); для предупреждения ошибочных операций (предупредительные плакаты); для временного заземления отключенных токоведущих частей с целью устранения опасности поражения работающих током при случайном появлении напряжения (временные защитные заземления).

Вспомогательные средства защиты предназначены для индивидуальной защиты работающего от световых, тепловых и механических воздействий (защитные очки, специальные рукавицы и т. п.).

										Лист
										74
	Лст	№ докум.	Подпись	Дата						

15.03.01.2020.139.00 ПЗ



Защитное заземление, зануление и отключение электросварочных установок и постов. Защитное заземление — преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением.

Назначение защитного заземления - устранение опасности поражения электрическим током при появлении напряжения на конструктивных частях электрооборудования, т. е. при замыкании на корпус.

Область применения защитного заземления - трехфазные трехпроводные сети напряжением до 1000 В с изолированной нейтралью. Различают заземлители искусственные, предназначенные исключительно для целей заземления, и естественные - находящиеся в земле металлические предметы.

В качестве искусственных заземлителей применяют обычно вертикальные и горизонтальные электроды. В качестве вертикальных электродов используют стальные трубы диаметром 3-5 см и угловую сталь размером 40x40 до 60x60 мм длиной 2,5-3 м, стальные прутки диаметром 10-12 мм. Для связи вертикальных электродов и в качестве самостоятельного горизонтального электрода используют полосовую сталь сечением не менее 4x12 мм или сталь круглого сечения диаметром не менее 6 мм.

В качестве естественных заземлителей применяют проложенные в земле металлические трубы, за исключением трубопроводов горючих жидкостей, горючих или взрывоопасных газов, а также трубопроводов, покрытых изоляцией для защиты от коррозии.

Зануление — преднамеренное электрическое соединение с нулевым защитным проводником металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением.

Назначение зануления — аналогично с назначением защитного заземления.

Область применения зануления — трехфазные четырехпроводные сети с напряжением до 1000 В с глухозаземленной нейтралью.

Принцип действия зануления — превращение пробоя на корпус в однофазное замыкание (т. е. замыкание между фазным и нулевым проводами) с целью

					15.03.01.2020.139.00 ПЗ	Лист
						75
	Лст	№ докум.	Подпись	Дата		





трубы санитарно-технических устройств, металлоконструкции законченных зданий и технологического оборудования.

6. При прокладке сварочных проводов и при каждом их перемещении не допускать: повреждения изоляции; соприкосновения проводов с водой, маслом, стальными канатами, рукавами (шлангами) и трубопроводами с горючими газами и кислородом, а также с горячими трубопроводами.

7. Гибкие провода электроуправления сварочной установки при значительной их протяженности должны находиться в резиновых или брезентовых рукавах. Следует защищать сварочные провода от повреждений и при необходимости дополнительно обматывать их брезентовой лентой.

8. Необходимо надежно заземлять металлический корпус осциллятора, конструкция которого должна обеспечивать автоматическое выключение тока при открывании его дверцы.

9. Нельзя ремонтировать сварочное оборудование и установки, находящиеся под напряжением.

10. При сварке в особо опасных условиях (внутри металлических емкостей, трубопроводов, в тоннелях, на понтонах) необходимо:

- оснащать электросварочные установки устройством автоматического отключения напряжения холостого хода или ограничения его до напряжения 12 В с выдержкой не более 0,5 с;

- выделять подсобного рабочего, который должен находиться вне замкнутого пространства для наблюдения за безопасностью работы сварщика, Сварщик должен быть снабжен поясом с веревкой, конец которой длиной не менее 2 м должен быть в руках подсобного рабочего;

- сварщикам (резчикам) использовать диэлектрические перчатки, коврики, галоши.

11. При сварке или резке с использованием электрического тока не допускается работать в мокрых рукавицах, обуви и спецодежде.

12. Шкафы, пульты и станины контактных сварочных машин, внутри которых расположена аппаратура с открытыми токоведущими частями,

					15.03.01.2020.139.00 ПЗ	Лист
						78
	Лст	№ докум.	Подпись	Дата		

находящимися под напряжением, должны иметь блокировку, обеспечивающую снятие напряжения при их открывании.

13. Педальные пусковые кнопки контактных машин необходимо заземлять и контролировать надежность верхнего ограждения, предупреждающего произвольные включения.

14. При поражении электрическим током необходимо:

- срочно отключить ток ближайшим выключателем или отделять пострадавшего от токоведущих частей, используя сухие подручные материалы (шест, доску и др.), после чего положить его на теплую подстилку и по возможности согреть;

- немедленно вызвать медицинскую помощь, учитывая, что промедление свыше 5—6 мин может привести к непоправимым последствиям;

- при бессознательном состоянии пострадавшего следует освободить от стесняющей одежды, очистить рот от посторонних предметов (включая съемные зубные протезы), принять меры против западания языка и немедленно приступить к искусственному дыханию, продолжая его до прибытия врача или восстановления нормального дыхания.

#### *4.2.2 Обеспечение пожарной безопасности*

Сварочные работы относятся к одним наиболее опасных процедур, выполняемых на промышленном или бытовом объекте, с точки зрения пожарной безопасности. В процессе их проведения постоянно присутствует вероятность возникновения возгорания, которое может произойти от раскаленной электрической дуги, пламени газового резака или разгоряченных частиц металла, образующихся в процессе сварки. Кроме того, что сварочные работы могут спровоцировать пожар, они отличаются еще и высоким уровнем травматизма, который может получить сварщик, выполняя свою работу. Учитывая перечисленные факторы, пожарная безопасность при сварочных работах является важным аспектом, который следует учитывать, перед тем как приступить к сварке.

					15.03.01.2020.139.00 ПЗ	Лист
						79
	Лст	№ докум.	Подпись	Дата		

## Пожарная безопасность при проведении сварочных работ

Требуемый уровень пожарной безопасности при проведении сварочных работ может обеспечиваться за счет реализации определенных мероприятий, общая цель которых направлена на то, чтобы:

- предупредить возникновение возгорания;
- исключить распространение огня на большую площадь;
- создать условия для быстрой ликвидации пожара, если он все-таки возникнул;
- обеспечить защиту сварщиков от ожогов и травм при выполнении сварочных процедур.

Согласно своду правил, описывающих пожарную безопасность при выполнении сварки, на объекте, где они выполняются, должны быть созданы такие условия, которые минимизируют риск возгорания и позволяют максимально быстро ликвидировать огонь, если произошло возгорание. Комплекс требуемых мероприятий включает в себя следующие:

- организационные;
- технические;
- эксплуатационные;
- режимные.

1. Организационные мероприятия предусматривают проведение обучений сварщиков правилам пожарной безопасности на объекте, разработку правил действия рабочего персонала в случае возникновения возгорания, проведение инструктажей о подготовке рабочего места, чтобы избежать возгораний во время сварочных процедур и. пр. Благодаря эффективному проведению такого рода мероприятий пожарная безопасность сварщика и объекта может обеспечиваться на очень высоком уровне.

2. Технические мероприятия предусматривают соблюдение всех правил и норм по использованию сварочной техники, подготовке систем питания сварочных аппаратов, вентиляционных систем, защитного заземления и пр.

3. Эксплуатационными мероприятиями предусматривается правильное

					15.03.01.2020.139.00 ПЗ	Лист
						80
	Лст	№ докум.	Подпись	Дата		

использование оборудования, корректный выбор рабочих режимов, периодические технические работы и обслуживание используемой техники.

4. Режимные меры по обеспечению пожаробезопасности предусматривают установку соответствующих правил на объектах, которые должны беспрекословно выполняться всем персоналом.

Высота точки сварки над уровнем пола

Правила пожарной безопасности при проведении сварочных работ предусматривают обязательную подготовку места, где будет производиться сварка. Нужно очистить определенный участок рабочей поверхности от воспламеняющихся веществ и материалов, которые могут загореться, когда на них попадает раскаленный металл. Ниже, в таблице приведен радиус площади рабочего места, которое очищается, в зависимости от того, на какой высоте располагается точка сварки (таблица 4)

Таблица 4 – Радиус площади очистки

Высота расположения точки сварки, см	<200	200	300	400	600	800	1000	>1000
Радиус очистки, см	500	800	900	1000	1100	1200	1300	1400

Подготовка оборудования перед сваркой

Оборудование, с помощью которого и на котором будут производиться сварочные работы, должно быть определенным образом подготовлено.

Установки, которые будут использованы для электросварочных работ, должны быть оснащены контактором или рубильником, прибором для измерения рабочего тока, а также предохранителем в первичной цепи. Все электрические

подключения должны осуществляться помощью болтовых соединений, используя медные кабельные наконечники.

Оборудование, которое предназначено для сварки с помощью газовых генераторов, может применяться на открытых площадках или в хорошо проветриваемых помещениях. Баллоны с используемым газом должны быть герметизированы, а давление внутри не должно превышать норму. Для максимальной безопасности их следует ограждать от места сварки и располагать не ближе 10 м к нему.

#### Защита от ожогов при проведении сварочных работ

Безопасность при проведении сварочных работ предусматривает обязательную защиту для сварщика, которая позволит избежать травматизма связанного с получением различных ожогов. Для защиты применяются:

- очки, шлемы и щитки для защиты глаз и лица;
- туфли с прорезиненной подошвой и резиновые сапоги для защиты ног;
- каски для защиты головы;
- защитная форма, исключаящая ожоги частей тела;
- респираторы и маски для защиты органов дыхания.

#### Взрывобезопасность сварщика

Пожарная безопасность сварщика предусматривает также его эффективную взрывозащиту. Взрывы при сварке возможны в следующих случаях:

- если неправильно эксплуатируются, сохраняются или перевозятся баллоны с сжатым газом;
- при обратном ударе пламени в ацетиленовом генераторе, если не сработал защитный водяной затвор;
- если на штуцере кислородного баллона или редукторе появится масло;
- в случае попадания на баллоны с газом прямых солнечных лучей или воздействия высоких температур;
- если давление в баллоне будет выше допустимой нормы.

Важно!

Чтобы избежать травматизма сварщика от взрыва перед началом работы

					15.03.01.2020.139.00 ПЗ	Лист
						82
	Лст	№ докум.	Подпись	Дата		



следует убедиться в том, что исключается возникновение одной из перечисленных ситуаций.

#### 4.3 Безопасность при работе с подъемными устройствами

1. К управлению грузоподъемными машинами, управляемыми с пола, а также к подвешиванию грузов на крюк машин могут допускаться лица не моложе 18 лет из числа рабочих, пользующихся этими машинами, после прохождения инструктажа и последующей проверки навыков по управлению машиной и строповке (обвязке) грузов в соответствии с установленными нормами и правилами.

2. Инструктаж лиц по управлению грузоподъемной машиной и безопасным способам строповки грузов производится мастером смены, а проверка усвоения инструктажа и допуск к работе - начальником участка; мастер и начальник участка должны быть аттестованы организацией на знание соответствующих разделов правил Госгортехнадзора как лица, ответственные за безопасное производство работ по перемещению грузов грузоподъемными машинами.

3. Инструктаж по управлению грузоподъемной машиной, управляемой с пола, способам строповки грузов и их подвешиванию на крюк должен производиться в сроки, предусмотренные для прохождения инструктажа по основной профессии рабочего, а также в случае нарушения данной Инструкции.

4. Настоящая Инструкция выдается всем лицам, работающим с грузоподъемными машинами, управляемыми с пола, под расписку, указания в ней обязательны для выполнения. Лица, не выполняющие Инструкцию, привлекаются к ответственности согласно правилам внутреннего трудового распорядка организации.

Специальные требования безопасности

Перед началом работы.

										Лист
										83
	Лст	№ докум.	Подпись	Дата						



10. Во время работы пользоваться только теми грузоподъемными машинами, на которых разрешено работать после получения соответствующего инструктажа.

11. Быть внимательным, не отвлекаться на посторонние дела и разговоры и не отвлекать других.

12. Обвязку и зацепку грузов производить только в соответствии с графическим изображением способов строповки грузов, которые должны быть вывешены на видных местах производства работ.

13. Для обвязки поднимаемого груза применять стропы, соответствующие массе поднимаемого груза, с учетом числа ветвей каната или цепи и угла их наклона.

14. Канаты и цепи подбирать такой длины, чтобы угол между их ветвями не превышал  $90^\circ$ .

15. Не поднимать груз, масса которого превышает грузоподъемность машины, указанную в паспорте. В сомнительных случаях надо узнать у мастера массу данного груза.

16. Не допускать подъема крюка грузоподъемной машины до ограничителя высоты подъема. Ограничитель высоты подъема крюка предназначен для аварийных целей.

17. При обвязке груза с острыми ребрами (углами) применять прокладки для предохранения строп от повреждения. Обвязывать надо так, чтобы исключалась возможность выпадения отдельных частей груза и обеспечивалось его устойчивое положение при перемещении.

18. Мелкоштучные грузы перемещать в специально предназначенной таре при загрузке ее не выше бортов. Тара должна быть исправной и иметь маркировку (номер, грузоподъемность, собственная масса и назначение).

19. При подъеме или опускании груза, установленного вблизи колонны, стены, штабеля, железнодорожного вагона, станка и другого оборудования, следить за тем, чтобы между грузом и указанными частями здания и оборудования не было людей и не находиться там самим.

					15.03.01.2020.139.00 ПЗ	Лист
	Лст	№ докум.	Подпись	Дата		85

20. Не поднимать груз, засыпанный землей или примерзший к земле, заложенный или залитый бетоном.

21. Механизмы подъема груза грузоподъемных машин, транспортирующие ядовитые вещества, сосуды под давлением воздуха или газа, должны иметь два тормоза.

22. При подъеме груза, близкого по массе к разрешенной грузоподъемности, следует его предварительно поднять на высоту 200...300 мм и проверить надежность действия тормоза. Во всех случаях перед подъемом груза надо убедиться, что груз надежно закреплен и не может выпасть или рассыпаться во время транспортировки.

23. При обнаружении неисправностей и ненадежной обвязке или зацепке груза опустить его и произвести строповку вновь. Помнить, что удерживать стропы, соскальзывающие с груза при его подъеме или транспортировке, а также поправлять их ударами молотка или лома запрещается.

24. При перемещении груза в горизонтальном направлении он должен быть поднят не менее чем на 0,5 м выше лежащих на пути предметов. Груз следует поднимать и перемещать плавно, без рывков и раскачивания.

25. Не переключать движение механизма грузоподъемной машины с прямого хода на обратный до полной его остановки.

26. Не перемещать груз над людьми. Во время перемещения груза в горизонтальном направлении находиться от него на безопасном расстоянии; не проходить в стесненных местах и по загроможденным проходам.

27. При перекосе не выравнять поднимаемый или перемещаемый груз массой своего тела.

28. Для разворота, а также для предотвращения самопроизвольного разворота длинномерных и громоздких грузов во время их подъема или перемещения применять специальные оттяжки (канаты, крючья) необходимой длины.

29. Не подтаскивать груз по земле, полу или по рельсам при косом натяжении грузового каната грузоподъемной машины. Для этой цели пробовать установки

					15.03.01.2020.139.00 ПЗ	Лист
						86
	Лст	№ докум.	Подпись	Дата		

специальных блоков, обеспечивающих вертикальное положение грузового каната.

30. На месте укладки груза предварительно уложить подкладки, чтобы стропы можно было легко и без повреждений извлечь из-под груза. Помнить, что освобождать грузоподъемной машиной заземленные стропы запрещается.

31. Перед опусканием груза осмотреть место, на которое груз должен быть опущен, и убедиться в невозможности падения, опрокидывания или сползания устанавливаемого груза.

32. При перерывах в работе и по окончании ее не оставлять груз в подвешенном состоянии.

По окончании работ

33. Поднять крюк грузоподъемной машины и выключить рубильник.

34. Убрать съемные грузозахватные приспособления в отведенное для их хранения место. О всех неполадках, замеченных во время работы, сообщить мастеру и сменщику.

#### 4.4 Планировка оборудования и рабочих мест цеха (участка)

Чтобы организовать производство балок нужно предусмотреть специализацию и высокую организацию рабочих мест. Так же надо обеспечить благоприятные условия труда, хорошее обслуживание рабочих мест и эффективную организацию трудового процесса. На участке производства балок нужно разместить следующие оборудование:

1. Склад металла – где размещаются металлические заготовки
2. Рабочие места для сварки
3. Сварочное оборудование
4. Отдел технического контроля
5. Кабинет мастеров и начальника участка
6. Противопожарные средства
7. Баллоны с газом

					15.03.01.2020.139.00 ПЗ	Лист
	Лст	№ докум.	Подпись	Дата		87



## Заключение

В данном дипломном проекте был рассмотрен технологический процесс производства несущей балки для производства канализационных насосных станций на примере предприятия ООО «ОЗМК». В ходе анализа работы завода был предложен вариант модернизации этого процесса.

### Пройдѐнные этапы:

1. Описание базового процесса производства
2. Предложение усовершенствования процесса
3. Описана техника безопасности на производстве
4. Представлен план цеха

					15.03.01.2020.139.00 ПЗ	Лист
						89
	Лст	№ докум.	Подпись	Дата		

## Библиографический список

1. Красовский, А.И. Основы проектирования сварочных цехов: учебник / А.И. Красовский. – М.: Машиностроение, 1980. – 387 с.
2. Технология электрической сварки плавлением: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / Г.Г. Чернышов. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 448 с.
3. Долинин Л.А. Справочник по технике безопасности. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 211 с
4. Шахматов, М.В. Технология изготовления и расчет сварных оболочек: учебник / М.В. Шахматов, В.В. Ерофеев, В.В. Коваленко. – Уфа: Уфимский полиграфкомбинат, 1999. – 272 с.
5. Сорокин, В.Г. Стали и сплавы. Марочник: справочное издание / В.Г. Сорокин. – М.: «Интернет Инжиниринг», 2001. – 608 с.
6. Общемашиностроительные укрупненные нормативы времени на дуговую сварку в среде защитных газов. /– Экономика, 1989. – 182 с.
7. Словарь-справочник по сварке / Под ред. академика АН УССР Хренова К. К. Киев, Наукова думка. 1974.
8. Чвертко А. И., Патон В. Е., Тимченко В. А. Оборудование для механизированной дуговой сварки и наплавки. М., Машиностроение, 1981. 264 с.
9. Васильев А. А. Металлические конструкции. Изд. 3-е. М., Стройиздат, 1979.
10. Китаев А. М., Китаев Я. А. Справочная книга сварщика. М., Машиностроение, 1985
11. Пешковский О. И., Якубовский В. Б. Сварка металлоконструкций. М., Высш. школа, 1978.
12. Стеклов О. И. Основы сварочного производства. М. Высш. школа, 1981. 160 с.

					15.03.01.2020.139.00 ПЗ	Лист
						90
	Лст	№ докум.	Подпись	Дата		