

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный профессионально–педагогический  
университет»  
Институт инженерно-педагогического образования  
Кафедра инжиниринга и профессионального обучения в машиностроении и  
металлургии

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:  
Заведующий кафедрой ИММ  
\_\_\_\_\_ Б.Н.Гузанов  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

## **ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

### **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОПОРНОЙ СТОЙКИ**

Исполнитель:  
студент группы ЗСМ-503 \_\_\_\_\_ Е.А.Харламов

Руководитель:  
ст.преподаватель \_\_\_\_\_ Е.В.Радченко

Нормоконтролер:  
к.т.н., доцент \_\_\_\_\_ Д.Х.Билалов

Екатеринбург 2018

## СОДЕРЖАНИЕ

	Введение.....	3
1	Характеристики конструкции .....	5
1.1	Условия эксплуатации.....	5
1.2	Материал конструкции.....	7
1.3	Определение свариваемости стали 10ХСНД.....	8
1.4	Технологическая часть.....	9
1.4.1	Базовый вариант производства опорная стойка.....	9
1.4.2	Технологический процесс изготовления опорной стойки.....	11
1.5	Выбор и обоснование способа сварки.....	13
1.6	Сварочные материалы.....	14
1.7	Расчет технологических параметров.....	18
1.7.1	Расчет режимов полуавтоматической сварки в среде углекислого газа...	18
1.7.2	Расчет автоматической сварки под слоем флюса .....	25
1.8	Технологическая схема изготовления опорной стойки.....	29
1.9	Контроль качества сварки.....	29
1.10	Выбор оборудования.....	31
1.11	Установка для сварки опорной стойки.....	32
1.12	Полуавтомат ПДГ-508 УЗ.....	34
1.13	Сварочный автомат А-1416.....	35
1.14	Сварочный выпрямитель ВДУ-511.....	36
1.15	Сварочный выпрямитель ВДУ-1201.....	37
1.16	Кантователь двустоечный с подъемным центром КДП-8.....	38
2	Экономичность проекта.....	40
2.1	Определение технических норм времени на сборку и сварку.....	41
2.2	Расчёт количества оборудования и его загрузки.....	44
2.3	Расчет количества работающих.....	47
2.4	Расчет материальных затрат.....	49

					<i>ДП 44.03.04.602 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		2

2.5	Расчет затрат на электродную проволоку Св-08А.....	50
2.6	Расчет затрат на газ (базовый вариант).....	51
2.7	Расчет затрат на флюс.....	51
2.8	Расчет заработной платы производственных рабочих.....	52
2.9	Затраты на амортизацию оборудования.....	55
2.10	Затраты на ремонт и техническое обслуживание оборудования.....	56
2.11	Расчет полной себестоимости изделия.....	56
2.12	Расчет экономического эффекта.....	61
3	Методический раздел.....	64
3.1	Сравнительный анализ Профессиональных стандартов.....	65
3.2	Разработка учебного плана переподготовки по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением».....	69
3.3	Разработка учебной программы предмета «Спецтехнология».....	69
	Заключение.....	76
	Список использованных источников.....	77
	Приложение А – Спецификация.....	79

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время особое значение приобрела проблема рационального использования всех имеющихся ресурсов сырья, материалов и электроэнергии. Повышение эффективности использования материальных ресурсов имеет большое значение, как для экономики отдельного предприятия, так и для государства в целом. От того насколько рационально и грамотно используются ресурсы зависит как развитие экономики в целом, так и ее отдельных секторов. Результативность использования материальных ресурсов обеспечивает увеличение объемов производимой продукции при тех же размерах материальных затрат, и даже меньших.

Одним из основных направлений в решении этой проблемы является применение автоматической сварки.

В данном дипломном проекте рассматривается вопрос сборки и сварки опорной стойки.

В связи с этим была поставлена задача – разработать технологию сварки сборки и сварки опорной стойки и выбор оборудования для реализаций предлагаемой технологий с последующим применением его на предприятии.

Объектом разработки является технология изготовления металлоконструкции опорной стойки.

Предметом разработки является процесс сборки и сварки опорной стойки.

Целью дипломного проекта является разработка технологического процесса сварки опорной стойки с использованием автоматической сварки под слоем флюса.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать базовый вариант;
- проработать и обосновать проектируемый способ сварки опорной стойки ;
- провести необходимые расчеты автоматической сварки под слоем флюса;

					<i>ДП 44.03.04.602 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		4

- выбрать и обосновать сборочное и сварочное оборудование;
- разработать технологию сварки опорной стойки ;
- разработать программу подготовки электросварщиков для данного

вида сварки;

В процессе разработки дипломного проекта использованы следующие *методы*:

- теоретические методы, включающие анализ специальной научной и технической литературы, а также обобщение, сравнение, конкретизацию данных, расчеты;

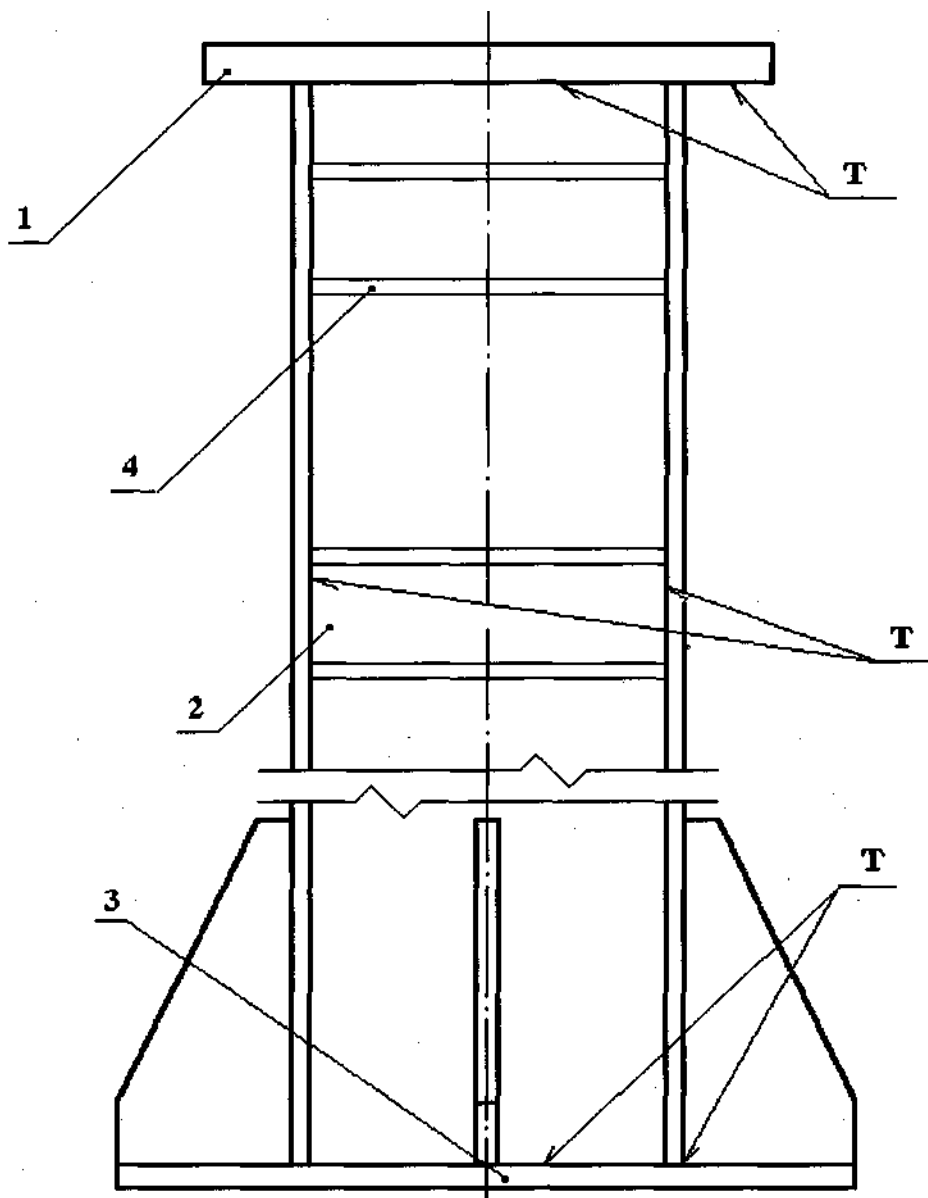
- эмпирические методы, включающие изучение практического опыта и наблюдение.

					<i>ДП 44.03.04.602 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						5
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

# 1 Характеристики конструкции

## 1.1 Условия эксплуатации

Опорная стойка предназначена для передачи нагрузки от вышележащих конструкций на фундаменты



1 - оголовок , 2 - стойка, 3 - база (башмак), 4 - ребра жесткости

Рисунок 1 – Опорная стойка

					ДП 44.03.04.602 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		6

Поперечное сечение стойки имеет Н - образное сечение, которое наиболее рационально и работает при продольных усилиях до нескольких сотен килоньютон.

Опорная стойка работает при центральном сжатии.

Для увеличения устойчивости стойки Н - образного сечения приваривают ребра жесткости (4).

Оголовок - верхняя часть опорной стойки, на которую опираются вышележащие конструкции. Он оформлен в виде верхней плиты.

База (башмак) - нижележащая часть колонны, передающая нагрузку от стойки на фундамент.

База сконструирована в форме плиты, к которой стойка приваривается тавровым соединением.

Плита опирается на фундамент.

Для равномерного распределения давления под плитой ее делают жесткой.

Для этого использованы ребра жесткости, установленные в плоскостях стенки и поясов стойки.

Вертикальные поясные швы (5) стойки нагружены слабо. Они воспринимают лишь фиктивную поперечную силу, которая, как правило, мала.

Нижние швы (6) в тавровом соединении передают часть нагрузки со стойки на плиту, в то время как другая часть нагрузки передается через плоскость соприкосновения стойки с плитой.

Вследствие изгиба плиты все швы, лежащие на горизонтальной плоскости, испытывают напряжения от поперечной силы.

Верхние швы (7) в тавровом соединении передают нагрузку с плиты на стойку аналогично швам (6).

					ДП 44.03.04.602 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		7

## 1.2 Материал конструкции

Опорная стойка изготавливается из низколегированной низкоуглеродистой конструкционной стали перлитного класса 10ХСНД.

Низколегированные стали выпускают по ГОСТ 19282-73, ГОСТ 19282-73.

Легирование низколегированных сталей легирующими элементами повышает прочность и предел текучести этих сталей с сохранением достаточной пластичности, ударной вязкости, технологической обрабатываемости, свариваемости.

Присутствие кремния (Si) хорошо раскисляет сталь.

Марганец (Mn) устраняет вредное влияние серы (S), однако при содержании более 1,5% снижает пластические свойства.

Полезно легирование сталей молибденом, хромом, бором.

Добавление никеля (Ni) позволяет повысить хладостойкость стали, но экономически невыгодно.

Применение низколегированных сталей в конструкциях непрерывно расширяется.

Важным положительным свойством большинства низколегированных сталей является возможность получения сварных соединений со свойствами, близкими к основному металлу.

Как правило, наиболее удовлетворительно свариваются стали, содержащие не более 0,25% углерода.

Таблица 1 - Химический состав стали 10ХСНД, %

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N	Cu	As	Fe
до 0,12	0,8 - 1,1	0,5 - 0,8	0,5 - 0,8	до 0,04	до 0,035	0,6 - 0,9	до 0,008	0,4 - 0,6	до 0,08	~96

					ДП 44.03.04.602 ПЗ					Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата						8



Таблица 2 - Механические свойства стали 10ХСНД

ГОСТ	Состояние поставки, режим термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$ (МПа)	$\sigma_b$ (МПа)	$\delta_5$ (%)
19281-73	Сортовой и фасонный прокат	До 15 вкл.	390	530	19
18282-73	Листы и полосы в состоянии поставки (образцы поперечные)	Св. 15 до 32 вкл.	390	530	19
		Св. 32 до 40 вкл.	390	530	19
17066-80	Листы горячекатаные	От 2 до 3,9 вкл.	-	530	15

### 1.3 Определение свариваемости стали 10ХСНД

Свариваемость стали характеризуется эквивалентным содержанием углерода и определяется по формуле:

$$C_{\text{Э}} = C + \frac{Mn+Cr}{9} + \frac{N}{18} \quad (1)$$

$$C_{\text{Э}} = 0,12 + \frac{0,8+0,9}{9} + \frac{0,008}{18} = 0,31$$

Поправка к эквиваленту углерода в зависимости от толщины металла

$$N = 0,005 \times S \times C_{\text{Э}}, \quad (2)$$

где S - толщина металла (=30 мм)

$$N = 0,005 \times 30 \times 0,31 = 0,04$$

Полный эквивалент углерода

$$C'_{\text{Э}} = C_{\text{Э}} + N, \quad (3)$$

$$C'_{\text{Э}} = 0,31 + 0,04 = 0,35\%$$

					ДП 44.03.04.602 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		9

$C'_{\varepsilon} < 0,35$

При  $C'_{\varepsilon} < 0,45$  сталь не склонна к образованию холодных трещин.

## **1.4 Технологическая часть**

### **1.4.1 Базовый вариант производства опорной стойки**

На производстве опорной стойки собирается вручную по разметке.

Сборка подразделяется на две операции:

I - ая заключается в сборке двутаврового стержня. Затем производится его сварка.

II - ая заключается в окончательном оформлении H -образного стержня ребрами жесткости и торцевыми плитами.

Сборка двутавровых элементов производится на плите с помощью мостового крана по разметке.

На сборочную плиту мостовым краном укладывается полка.

При помощи шнура и мела отбивается разметочная линия на полке.

Мостовым краном на край полки по разметочной линии устанавливается стенка, которая прихватывается в начале полки и устанавливается технологический уголок.

Затем, при помощи мостового крана производится сборка прихватками стенки с полкой по всей длине и с установкой технологических уголков.

После укладывают на сборочную плиту вторую полку, при помощи мела и шнуровки отбивают разметочную линию и при помощи мостового электрического крана производят сборку собранного ранее тавра с полкой, получая двутавровый стержень, который отправляют на сварку.

Распорки приваривают для жесткости при сборке. Прихватки производятся длиной 100 мм через 1000 мм.

После сборки распорки срезаются кислородной резкой.

					<i>ДП 44.03.04.602 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		10

После сборки двутавровый стержень подвергается техническому контролю. Проверяются размеры по чертежу, замером метром или рулеткой, и взаимная перпендикулярность между стенкой и полками.

Сварку производят на сварочных козелках в положении в "лодочку" полуавтоматической сваркой в среде  $CO_2$  проволокой Св-08Г2С по ГОСТ 9467-80.

Поясные швы проверяют двумя методами контроля:

- внешним осмотром;
- ультразвуком.

Внешним осмотром выявляют несоответствие шва с геометрическими размерами и выявляют наружные дефекты (наплывы, подрезы и др.).

Контроль производится невооруженным глазом или с использованием лупы 5-таили 10-ти кратного увеличения.

Перед осмотром очищают от шлака, брызг и окалины. Размеры сварного шва и дефектного участка измеряют измерительными инструментами и специальными шаблонами.

Ультразвуковой контроль опорной стойки применяют при контроле швов с полным проваром.

При помощи ультразвука можно обнаружить трещины, раковины, расслоения металла, непровары, шлаковые включения.

Вторая сборка производится на козелках с использованием мостового крана при сборке плит.

После сборки производится контроль с использованием метра, угольника, рулетки.

После контроля окончательная полуавтоматическая сварка в среде  $CO_2$  с последующим контролем внешним осмотром.

					<i>ДП 44.03.04.602 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		11

## 1.4.2 Технологический процесс изготовления опорной стойки

Низколегированные низкоуглеродистые конструкционные стали, как правило, используют для изготовления ответственных сварных конструкций.

При повышенных скоростях охлаждения в швах этих сталей кроме феррита и перлита присутствуют также мартенсит, бейнит и остаточный аустенит.

Обнаруживаемый в таких швах мартенсит - бесструктурный, а бейнит представляет собой ферритно-карбидную смесь высокой дисперсности. Количество указанных структурных составляющих изменяется в зависимости от температурного цикла сварки.

Обеспечение равнопрочности металла шва с основным металлом достигается в основном за счет легирования его элементами, переходящими из основного металла.

Иногда для повышения прочности и стойкости против хрупкого разрушения металла шва дополнительно легируют через сварочную проволоку.

Стойкость металла шва против кристаллизационных трещин при сварке низколегированных сталей несколько ниже, чем низкоуглеродистых, в связи с усилением отрицательного влияния углерода некоторыми легирующими элементами, например, кремнием.

Повышение стойкости против образования трещин достигается снижением содержания в шве углерода, серы и некоторых других элементов за счет применения сварочной проволоки с пониженным содержанием указанных элементов, а также выбором соответствующей технологии сварки (последовательность выполнения швов, обеспечение благоприятной формы провара) и рациональной конструкции изделия.

При сварке под флюсом применяют плавяные флюсы АН-348А, ОСЦ-45 (однодуговая сварка), а также сварочные проволоки Св-08А. Металл швов, сваренных под флюсом, благодаря значительной доле участия основного металла и достаточному содержанию легирующих элементов обладает более высокой стой-

					ДП 44.03.04.602 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		12

костью против коррозии в морской воде, чем металл швов, сваренных покрытыми электродами обычного состава.

Последовательность сварки поясных швов согласно рисунок 2.

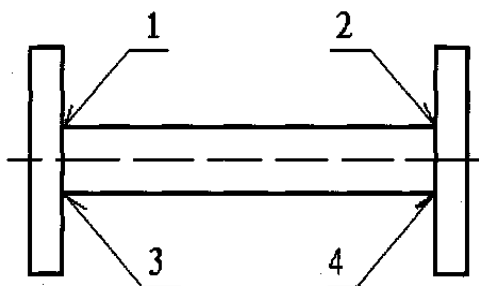


Рисунок 2 - Последовательность сварки поясных швов

Первый поясной шов сваривается со стороны, обратной прихватке.

Все поясные швы свариваются в одном направлении.

При сварке низколегированных сталей в среде защитного газа применяют сварочную проволоку 08Г2С, легированную кремнием и марганцем.

Серьезное влияние на свойства металла шва оказывает качество углекислого газа. Повышенное содержание в нем водяных паров и воды способствует образованию пор даже при хорошей защите дуги от воздуха и надлежащем количестве кремния и марганца в сварочной ванне.

Устойчивое горение дуги при сварке плавящимся электродом в углекислом газе достигается при плотности тока свыше 85-120 А/мм<sup>2</sup>.

Сварка производится на постоянном токе обратной полярности, так как на переменном токе дуга горит нестабильно и дает лучшие результаты по сравнению со сваркой на постоянном токе прямой полярности, при которой ухудшается формирование шва, увеличивается разбрызгивание электродного металла.

При сварке на постоянном токе обратной полярности глубина проплавления на 40-50% больше, чем при сварке на постоянном токе прямой полярности.

					ДП 44.03.04.602 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		13

## 1.5 Выбор и обоснование способа сварки

Сварка под флюсом используется как автоматический процесс.

Интенсивное развитие автоматической сварки под флюсом обусловлено высокой производительностью этого способа, стабильным качеством сварки, малым расходом электродного металла и электроэнергии и хорошими условиями труда.

При сварке двутавровых балок, производительность повышается в 15-20 раз.

За счет повышения коэффициента использования сварочной установки можно добиться значительного дальнейшего роста производительности сварки под флюсом.

Повышение тока и плотности тока в электроде без увеличения потерь на угар и разбрызгивание и без ухудшения формирования шва возможно благодаря наличию плотного слоя флюса вокруг зоны сварки, это предотвращает выдувание жидкого металла шва из сварочной ванны и сводит потери на угар и разбрызгивание до 1-3%.

Отсутствие брызг - серьезное преимущество сварки под флюсом, т.к. отпадает надобность в трудоемкой операции очистки от них поверхности свариваемых деталей.

При сварке под флюсом обеспечивается высокое и стабильное качество сварки.

Это достигается за счет надежной защиты металла шва от воздействия кислорода и азота воздуха, однородности металла шва по химическому составу, улучшения формы шва и сохранения постоянства его размеров.

В результате обеспечивается меньшая вероятность образования непроваров, подрезов и других дефектов формирования шва.

Автоматическую и полуавтоматическую сварку под флюсом применяют в заводских и монтажных условиях для выполнения швов обычно при толщине металла 2-100 мм.

					<i>ДП 44.03.04.602 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		14

## 1.6 Сварочные материалы

При выборе сварочных материалов исходим из следующих основных требований:

- получение шва со свойствами, близкими к уровню свойств основного металла.
- получение наплавленного металла с минимальным содержанием водорода с целью повышения стойкости против образования холодных трещин.

При автоматической сварке под слоем флюса наилучшее сочетание механических свойств металла шва обеспечивается применением сварочной проволоки Св-08АА, которая поставляется по ГОСТ 2247-70.

В качестве флюса применяется флюс марки АН-348А.

Для полуавтоматической сварки в среде  $CO_2$  применить сварочную проволоку марки Св-08Г2С, которая удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к сварному шву по механическим свойствам и химическому составу.

Таблица 3 - Химический состав проволоки, %

Марка проволоки	Химический элемент						
	C	Si	Mn	Cr	Ni	S	P
Св-08ГА	$\leq 0,1$	$\leq 0,03$	$0,8 \div 1,1$	$\leq 0,1$	$\leq 0,25$	$\leq 0,025$	$\leq 0,03$
Св-08АА	$0,05 \div 0,11$	$0,7 \div 0,95$	$1,8 \div 2,1$	$\leq 0,2$	$\leq 0,25$	$\leq 0,025$	$\leq 0,03$

Перед сваркой сварочную проволоку хранить в сухих отапливаемых помещениях при температуре не ниже  $18^{\circ}C$  и относительной влажности воздуха не более 60%.

Флюс марки АН-348А изготавливают по ГОСТ 9087-81, предназначенный для механизированной сварки и наплавки изделий широкой номенклатуры из углеродистых и низколегированных сталей. Сварочно-технические свойства флюса следующие.

Устойчивость горения дуги хорошая, разрывная длина дуги до 13 мм, формирование шва вполне удовлетворительное, склонность металла шва к обра-

					<i>ДП 44.03.04.602 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		15

зованию пор и трещин низкая, отделимость шлаковой корки вполне удовлетворительная, затрудненная при сварке корневых валиков.

Таблица 4 - Состав флюса, %

SiO <sub>2</sub>	MnO	MgO	CaF <sub>2</sub>	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	S	P
41 ÷ 44	34 ÷ 38	5 ÷ 7,5	4 ÷ 5,5	<6,5	<4,5	<2	<0,15	<0,12

Цвет зерен - коричневый с оттенками, размер зерен 0,35 ÷ 3,0 мм; строение зерен - стекловидное; объемная масса 1,3 ÷ 1,8 кг/дм<sup>3</sup>.

Относится к группе высококремнистых высокомарганцовистых оксидных флюсов с химической активностью  $A_f = 0,7 \div 0,75$ . При сварке под флюсом интенсивно протекают кремне- и марганцевосстановительные процессы. Содержание кислорода в металле шва в виде оксидных мелкодисперсных включений составляет 0,06% для однопроходных швов. Концентрация серы и фосфора в металле швов в среднем составляет 0,04% каждого. Ударная вязкость металла швов при 20°C обычно не превышает 120 Дж/м.

Данные для применения:

род и значение максимального тока	1100А;
максимально допустимая скорость сварки	120 м/час (2 электрода)
сушка при температуре 400°C	2 часа
рекомендуемые проволоки	Св-08, Св-08А,

Технические условия на изготовление конструкции

Опорная стойка должна изготавливаться в соответствии с требованиями СНиП Ш-1875.

Сварные соединения элементов опорной стойки должны быть выполнены автоматической и полуавтоматической сваркой по ГОСТ 8713-79 и ГОСТ 14771-76.

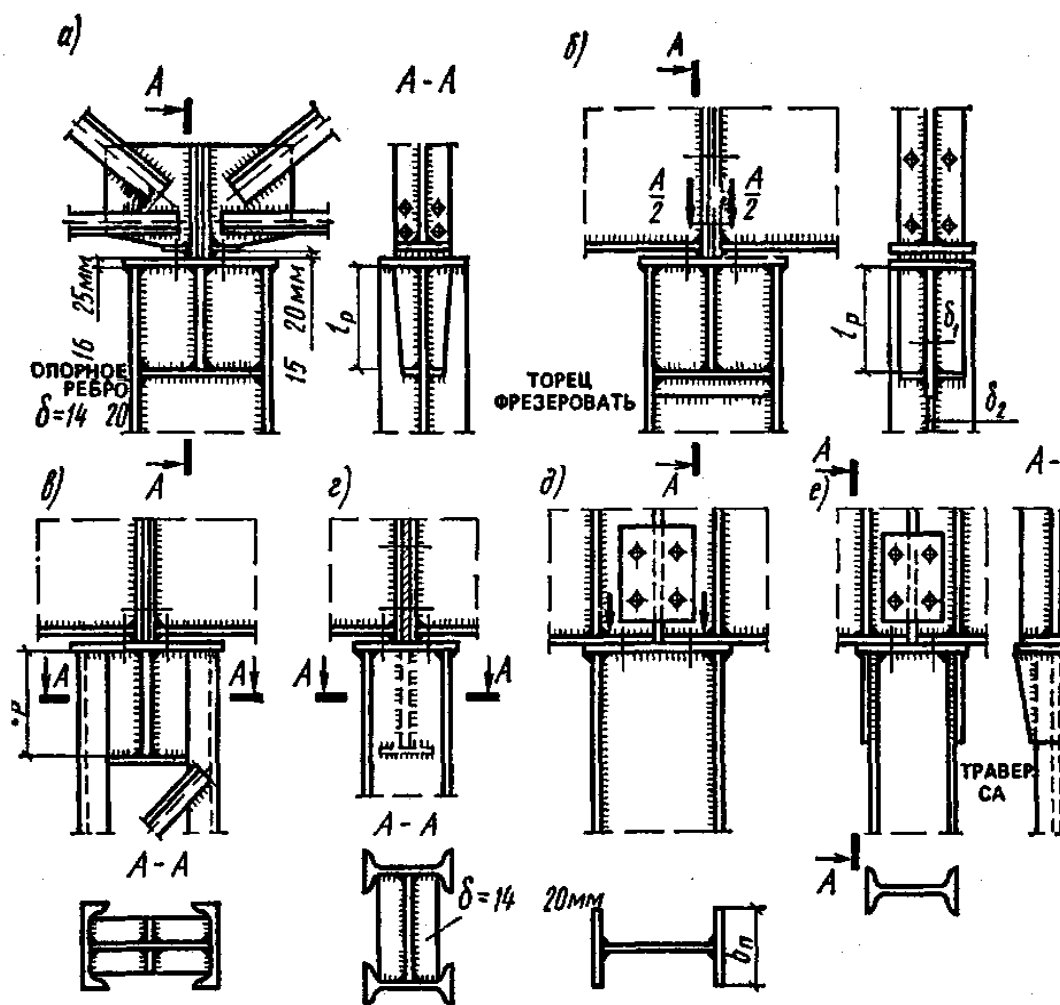
					<i>ДП 44.03.04.602 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		16



Опорная стойка должна быть грунтована и окрашена.

Грунтовка и окраска должна соответствовать 5-ому классу покрытий по ГОСТ 9032-74

Опорная плита оголовка служит для передачи давления с торцов балки на опорные ребра оголовка, поэтому ее толщину определяют не расчетом, а конструктивными соображениями (неточность совпадения ребер балки и стойки, деформации опорной плиты от сварки и т. д.), принимают обычно 16...25 мм. С опорной плиты давление передается на опорные ребра оголовка через горизонтальные сварные швы, прикрепляющие торцы ребер к плите.



а — передачи усилия через опорное ребро; б — через опорную плиту, в, г — комбинированная передача усилия, д, е — через внутреннее ребро

Рисунок 3 - Оголовки стойки при опирании на них конструкций сверху

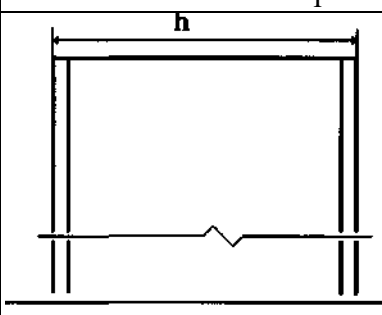
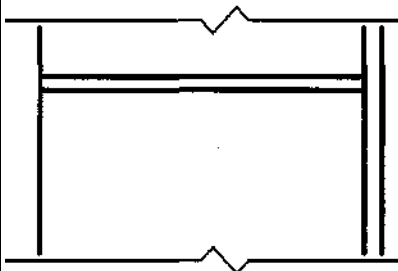
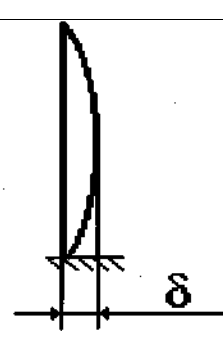
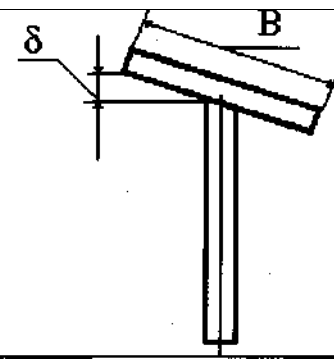
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.602 ПЗ

Лист

17

Таблица 5 - Предельные отклонения линейных размеров и их элементов от Номинальных

Наименование размеров	Пред. отклон.	Эскиз
Длина всей колонны	$\pm 12$	См. чертеж
Высота сварного сечения подкрановой части колонны, h	$\pm 3$	
Расстояние между ребром, расположенным на уровне верха подкрановой балки, и нижним торцом подкрановой части опорной стойки	$\pm 2$	
Непрямолинейность всей опорной стойки по длине свыше 8000 мм	13	
Неперпендикулярность поверхности пояса и стенки сварного двутаврового сечения при ширине пояса до 250 мм от 250 до 500 мм	2 мм 3 мм	

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.602 ПЗ

Лист

18

## 1.7 Расчет технологических параметров

### 1.7.1 Расчет режимов механизированной сварки в среде углекислого газа

Зная катет шва (указывается в чертеже), определяем площадь поперечного сечения шва без выпуклости (рисунок 1).

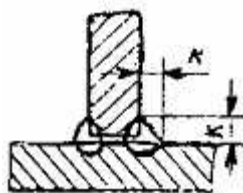


Рисунок 4 – Угловой шов

$$F_H = \frac{K^2}{2} \quad (4)$$

где  $K$  - катет шва в мм

площадь наплавленного металла корневого шва

$$F_H = \frac{10^2}{2} = 50 \text{ мм}^2$$

площадь наплавленного металла заполняющего шва

$$F_H = \frac{12^2}{2} = 72 \text{ мм}^2$$

Для определения числа слоев используем формулу:

$$n = k_y \cdot \frac{F_H}{F_0} \quad (5)$$

где  $k_y$  - коэффициент усиления  $k_y = 1,3$

					ДП 44.03.04.602 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		19

$F_0$  - площадь поперечного сечения одного шва  $F_0 = 40 \text{ мм}^2$

$$n_1 = 1,3 \cdot \frac{50}{40} = 1,6$$

Принимаем число слоев = 2.

$$n_1 = 1,3 \cdot \frac{72}{40} = 2,34$$

Принимаем число слоев = 3.

Выбираем диаметр электродной проволоки  $d = 1,6 \text{ мм}$

Сила сварочного тока:

$$I_{\text{СВ}} = \frac{\pi d^2}{4} i \quad (6)$$

где  $i$  - плотность тока,  $120 \text{ /мм}^2$

$$I_{\text{СВ}} = \frac{3,14 \cdot 4}{4} 120 = 241 \approx 245 \text{ А}$$

Напряжение на дуге

$$U_{\text{д}} = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{d^{0,5}} I_{\text{СВ}} \pm 1 \quad (7)$$

$$U_{\text{д}} = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{2^{0,5}} 245 \pm 1 = 31 \text{ В}$$

Для сварки в среде углекислого газа коэффициенты расплавления  $\alpha_p$  и наплавки  $\alpha_n$  необходимо рассчитывать по следующим формулам:

					<i>ДП 44.03.04.602 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		20

$$\alpha_p = 1,21 \cdot I_{c6}^{(0,32)} \cdot L_9^{(0,38)} \cdot d^{(-0,64)}, \quad (8)$$

$$\alpha_p = 1,21 \cdot 245^{(0,32)} \cdot 16^{(0,38)} \cdot 1,6^{(-0,64)} = 14,5 \text{ г/А*ч}$$

где  $L_9$  - вылет электрода

$$L_9 = 10 \cdot d, \quad (9)$$

$$L_9 = 10 \cdot 1,6 = 16 \text{ мм}$$

Плотность тока рассчитывается по формуле:

$$j = \frac{I_{c6}}{F_{эл}} = \frac{4 \cdot I_{c6}}{\pi \cdot d^2}, \quad (10)$$

$$j = \frac{4 \cdot 245}{3,14 \cdot 1,6^2} = 119 \text{ А/мм}^2$$

где  $F_{эл}$  - площадь поперечного сечения электрода

Процент потерь:

$$\Psi_n = 16 \cdot \exp[-7.48 \cdot 10^{(-5)} \cdot (200 - j)^2] \quad (11)$$

$$\Psi_n = 16 \cdot \exp[-7.48 \cdot 10^{(-5)} \cdot (200 - 122)^2] = 16 \exp 0,45 = 8 \%$$

Коэффициент наплавки

$$\alpha_n = \alpha_p \cdot \frac{(100 - \Psi_n)}{100} \quad (12)$$

$$\alpha_n = 14,5 \cdot \frac{(100 - 8)}{100} = 13,34 \text{ г/А*ч}$$

					ДП 44.03.04.602 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		21

Известно, что потери  $\Psi_{\pi} = 6 - 10 \%$  при плотности тока

$j = 85 - 120 \text{ А/мм}^2$ , также потери  $\Psi_{\pi} = 6 - 10 \%$  и в области

$j = 280 - 350 \text{ А/мм}^2$ , но потери  $\Psi_{\pi} > 10$  при значениях плотностей тока

$j = 120 - 280 \text{ А/мм}^2$ .

Скорость перемещения дуги

$$V_{\text{ПД}} = \frac{\alpha_{\text{H}} \cdot I_{\text{CB}}}{\rho \cdot F_{\text{H}} \cdot 100} \quad (13)$$

где  $j$  - плотность наплавленного металла  $\rho = 7,8 \text{ г/см}^3$

$$V_{\text{ПД}} = \frac{12,44 \cdot 245}{7,8 \cdot 0,50 \cdot 100} = \frac{3048}{390} = 0,22 \text{ см/с}$$

$$V_{\text{ПД}} = \frac{12,44 \cdot 245}{7,8 \cdot 0,72 \cdot 100} = \frac{3048}{561,6} = 0,17 \text{ см/с}$$

Коэффициент формы провара

$$\varphi_{\text{ПР}} = K' (19 - 0,01 \cdot I_{\text{CB}}) \frac{d_{\text{э}} \cdot U_{\text{Д}}}{I_{\text{CB}}} \quad (14)$$

где  $K'$  - коэффициент зависимости от рода тока и полярности, при постоянном токе обратной полярности

$$K' = 0,367 \cdot i^{0,1925} \quad (15)$$

$$K' = 0,367 \cdot 120^{0,1925} = 0,95$$

$$\varphi_{\text{ПР}} = K' 0,93 (19 - 0,01 \cdot 245) \frac{1,6 \cdot 31}{245} \approx 1,4$$

					ДП 44.03.04.602 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		22

Эффективная тепловая мощность

$$Q_{\text{ЭФ}} = I_{\text{СВ}} U_{\text{Д}} \eta \quad (16)$$

где  $\eta$  - эффективный КПД нагрева изделия  $\eta = 0,65$

$$Q_{\text{ЭФ}} = 245 \times 31 \times 0,65 = 4936,75 \text{ Вт}$$

Глубина проплавления

$$h = 0,081 \sqrt{\frac{Q_{\text{ЭФ}}}{V \cdot \varphi_{\text{ПР}}}} \quad (17)$$

$$h_1 = 0,081 \sqrt{\frac{4936,75}{0,22 \cdot 2,4}} = 7,34 \text{ мм}$$

$$h_2 = 0,081 \sqrt{\frac{4936,75}{0,17 \cdot 2,4}} = 8,36 \text{ мм}$$

Ширина шва

$$l = \varphi_{\text{ПР}} \cdot h \quad (18)$$

$$l = 1,4 \cdot 7,34 = 10,3 \text{ мм}$$

$$l = 1,4 \cdot 8,36 = 11,7 \text{ мм}$$

Высота выпуклости

$$g = (1,35) \cdot \frac{F_{\text{Н}}}{l} \quad (19)$$

$$g = (1,35) \cdot \frac{50}{16,8} = 4 \text{ мм}$$

					ДП 44.03.04.602 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		23

$$g = (1,35) \cdot \frac{50}{19,6} = 3,4 \text{ мм}$$

Общая высота шва

$$H = h + g \quad (20)$$

$$H_1 = h_1 + g_1 = 13 + 4 = 17 \text{ мм}$$

$$H_2 = h_2 + g_2 = 15 + 3,4 = 18,4 \text{ мм}$$

Высота наплавленного металла в разделку ( $\alpha = 90^\circ$ )

$$h_H = \sqrt{F_H} \quad (21)$$

$$h_{H1} = \sqrt{F_{H1}} = \sqrt{50} = 7,1 \text{ мм}$$

$$h_{H2} = \sqrt{F_{H2}} = \sqrt{72} = 8,5 \text{ мм}$$

Глубина проплавления основного металла

$$h_0 = H - h_H \quad (22)$$

$$h_{01} = H_1 - h_{H1} = 17 - 7,1 = 9,9 \text{ мм}$$

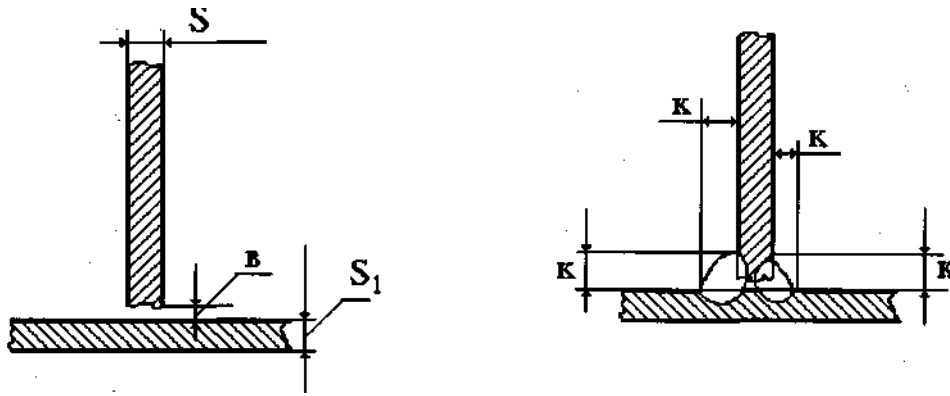
$$h_{02} = H_2 - h_{H2} = 18,4 - 8,5 = 9,9 \text{ мм}$$

Режимы сварки полуавтоматической в среде  $\text{CO}_2$ , определенные экспериментальным путем, представлены таблицей.

Конструктивные элементы подготовки кромок и сварного шва для сварки в среде углекислого газа регламентируются ГОСТ 14771-76.

					ДП 44.03.04.602 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		24

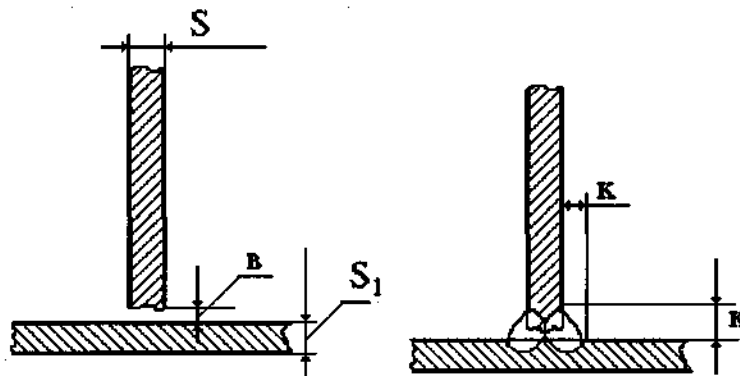




$S = 30 \text{ мм}; S_1 \geq 0,8; S = 22,0 - 40,0; \text{ в (номинальное)} = 0; \text{ в (предельное)} = + 2,0$

Рисунок 4 - Конструктивные элементы подготовки кромок и сварного шва соединения Т-3

Конструктивные элементы подготовки кромок и сварного шва для сварки под флюсом.



$S = 30 \text{ мм}; S_1 > 0,55; \text{ в (номинальное)} = 0; \text{ в (предельное)} = + 1,5$

Рисунок 5 - Конструктивные элементы подготовки кромок и сварного соединения Т-3

Таблица 6 - Режимы автоматической сварки в  $\text{CO}_2$

Толщина металла, мм	Зазор	Минимальный катет, мм	Диаметр электрода, мм	Кол-во слоев	Сила тока,	Напряжение на дуге, В	Скорость подачи проволоки, м/ч
24	0-2	10	2	1-2	245	30-32	310-350
30	0-2	12	2	1-2	245	3-32	310-350

Таблица 7 - Расчетные режимы полуавтоматической сварки в среде CO<sub>2</sub> угловых швов

Катет шва, мм	F <sub>H</sub> , мм <sup>2</sup>	N <sub>сп</sub>	I <sub>св</sub> , А	U <sub>д</sub> , В	V <sub>пд</sub> , м/ч	α <sub>H</sub> г/А ч
10	50	1	240	30	8	12,44
12	72	2	240	30	6	12,44

### 1.7.2 Расчет автоматической сварки под слоем флюса

Площадь поперечного сечения шва

$$F_H = \frac{K^2}{2} K_y \quad (23)$$

где K - катет шва, 12 мм

K<sub>y</sub> - коэффициент усиления

K<sub>y</sub>=1,19

$$F_H = \frac{12^2}{2} 1,19 = 72 \cdot 1,19 = 85,68 \text{ мм}^2;$$

Сила сварочного тока

$$I_{CB} = \frac{\pi d^2}{4} i \quad (24)$$

где i - плотность тока, 50-90 А/мм<sup>2</sup>

d - диаметр сварочной проволоки, 3 мм

$$I_{CB} = \frac{3,14 \cdot 3^2}{4} 65 = 459 \text{ А}$$

Напряжение на дуге

$$U_d = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{d^{0.5}} I_{CB} \pm 1$$
$$U_d = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{3^{0.5}} 459 \pm 1 = 34 \text{ В}$$

Действительный коэффициент наплавки

$$\alpha_{нд} = \alpha_H + \Delta \alpha_H \quad (25)$$

где  $\alpha_{нд}$  - коэффициент наплавки для постоянного тока обратной полярности, г/Ач;

$\Delta \alpha_H$  - увеличение коэффициента наплавки за счет предварительного нагрева вылета электрода, г/А ч

$$\Delta \alpha_H = 12,3 \text{ г/А ч}$$

$$\Delta \alpha_H = 12 + 12,3 = 24,3 \text{ г/А ч}$$

Скорость сварки, см/с

$$V_{CB} = \frac{\alpha_{нд} \cdot I_{CB}}{3600 \cdot F_H \cdot \rho} \quad (26)$$

$$V_{CB} = \frac{24,3 \cdot 459}{3600 \cdot 85,65 \cdot 7,85} = 0,46 \text{ см/с}$$

Скорость подачи проволоки м/ч

$$V_{ППР} = \frac{4V_{CB} \cdot F_H}{\pi d^2} \quad (27)$$

$$V_{ППР} = \frac{4 \cdot 0,46 \cdot 0,85}{3,14 \cdot 3^2} = 192 \text{ м/ч}$$

					ДП 44.03.04.602 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		27

Эффективная тепловая мощность, Вт

$$Q_{\text{ЭФ}} = I_{\text{СВ}} U_{\text{Д}} \eta \quad (28)$$

$$Q_{\text{ЭФ}} = 459 \times 34 \times 0,85 = 13265,1 \text{ Вт}$$

где  $\eta$ - эффективный КПД нагрева изделия, для сварки под флюсом  $\eta = 0,8 \times 0,95$

Глубина провара

$$h = 0,076 \sqrt{\frac{Q_{\text{ЭФ}}}{V_{\text{СВ}} \cdot \varphi_{\text{ПР}}}} \quad (29)$$

$$h = 0,076 \sqrt{\frac{13265,1}{0,46 \cdot 1}} = 12,9 \text{ мм} = 13 \text{ мм}$$

Ширина шва

$$l = \varphi_{\text{ПР}} \cdot h \quad (30)$$

$$l = 1 \cdot 13 = 13 \text{ мм}$$

Высота выпуклости

$$g = (1,35) \cdot \frac{F_{\text{H}}}{l} \quad (31)$$

$$g = (1,35) \cdot \frac{85,68}{13} = 6,5 \text{ мм}$$

Определяем высоту наплавленного металла в разделку  $\alpha = 90^\circ$

$$h_{\text{H}} = \sqrt{F_{\text{H}}} \quad (32)$$

$$h_{\text{H}} = \sqrt{85,68} = 9,3 \text{ мм}$$

					ДП 44.03.04.602 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		28

Высота шва

$$H = h + g \quad (33)$$

$$H = 21 + 6,5 = 27,5 \text{ мм}$$

Глубина проплавления

$$h_0 = H - h_H \quad (34)$$

$$h_0 = 27,5 - 9,3 = 18,2 \text{ мм}$$

Таблица 8 - Режимы автоматической сварки под флюсом

Диаметр электродной проволоки, мм	Сила тока $I_{св}, A$	Напряжение на дуге, В	Скорость подачи проволоки, м/ч
3	460	34	192

## 1.8 Технологическая схема изготовления опорной стойки

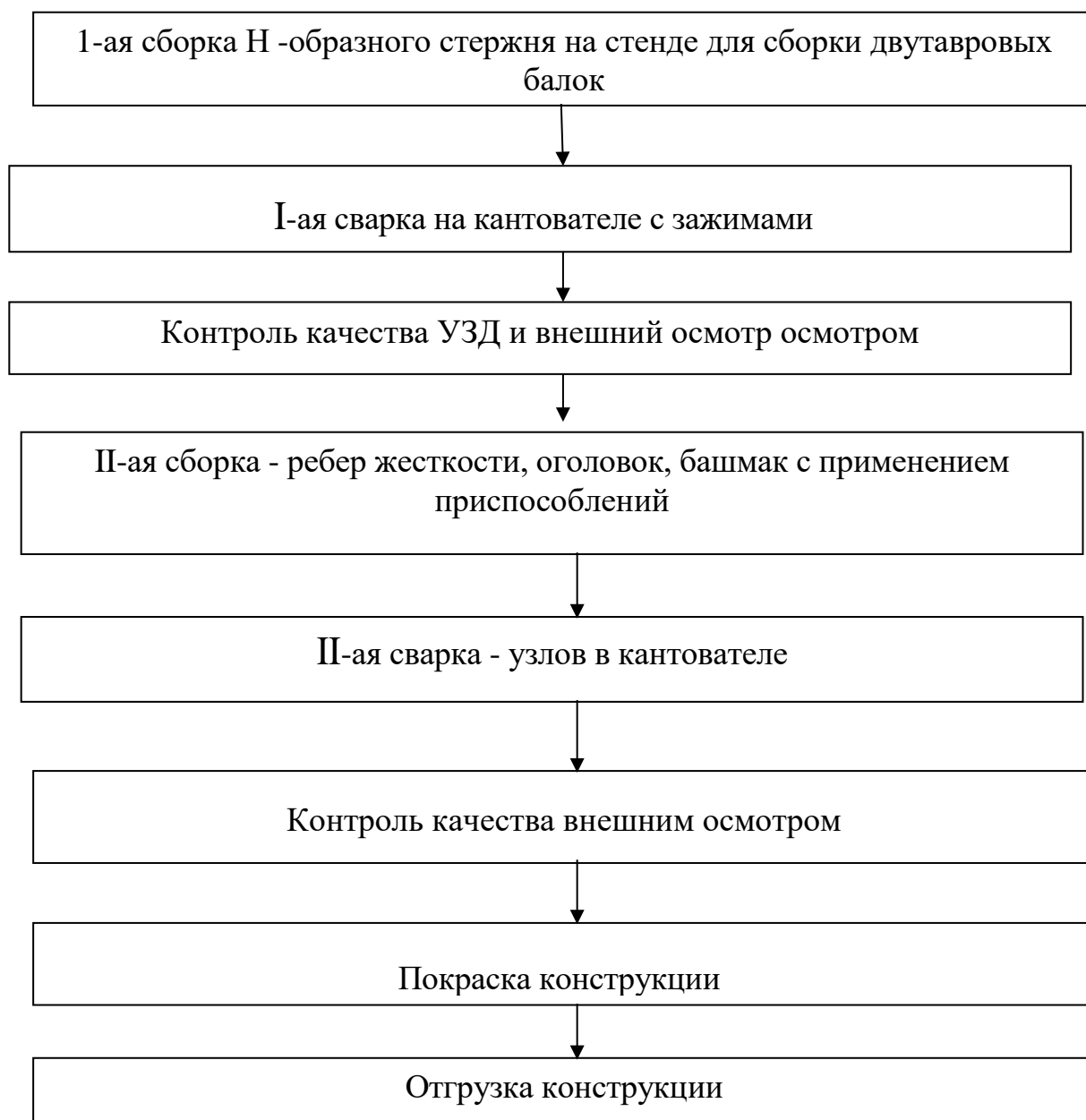


Рисунок 6 - Схема изготовления опорной стойки

## 1.9 Контроль качества сварки

Опорная стойка после сварки подвергается контролю внешним осмотром и неразрушающим методом контроля при помощи ультразвуковых дефектоскопов.

					<i>ДП 44.03.04.602 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		30

При внешнем осмотре сварные швы осматриваются по всей их протяженности.

Сварные швы должны иметь плавные переходы к основному металлу и мелкочешуйчатую поверхность без наплывов или перерывов.

Недопустимы швы, имеющие трещины, независимо от вида, направления и размеров, незаваренные кратеры, сквозные прожоги, поры диаметром более 2 мм. На один метр длины допускается не более 4-х пор при расстоянии между ними 10 мм, если диаметр пор не превышает 1 мм и при расстоянии 25 мм при диаметре пор до 2 мм.

Обнаруженные при внешнем осмотре наплывы швов удаляют, непровары и кратеры заваривают.

Участки швов с трещинами и порами с размерами и количеством выше допустимой величины выплавляют или вырубают с последующей заваркой.

Подрезы основного металла по глубине допускаются без исправления < 0,5 мм при толщине деталей больше 10 мм. Подрезы большей глубины заваривают.

Контроль проводится невооруженным глазом или с использованием лупы 5-ти или 10-ти кратного увеличения.

Размеры сварного шва контролируют обычными измерительными инструментами и специальными шаблонами.

Обмеры сварных швов позволяют судить о их качестве.

Недостаточное сечение шва уменьшает его прочность.

Чрезмерно большое сечение увеличивает внутренние напряжения и деформации.

Ультразвуковым дефектоскопом выявляются внутренние дефекты, которые нельзя выявить внешним осмотром, трещины, непровары, газовые поры и шлаковые включения. Применяются дефектоскопы типа УЗД-7Н.

					<i>ДП 44.03.04.602 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		31



Рисунок 6 - дефектоскопы типа УЗД-7Н

Таблица 9 - Технические данные УЗД-7Н

Параметры	Значения
Максимальная глубина прозвучивания, мм	2 600
Потребляемая мощность, Вт	200
Рабочие частоты, МГц	0,8; 2,8
Напряжение, В	127; 220
Габариты, мм	285x235x153
Вес, кг	8,5

Перед контролем производят зачистку сварного соединения на расстоянии 50-80 мм с каждой стороны шва, удаляя брызги металла, остатки шлака, окалину. Зачистку выполняют шлифмашинкой.



Зачищенную поверхность тщательно протирают и наносят слой контактной смазки. В качестве смазки применяется автол марок 6, 10, 18, компрессорное или трансформаторное масло.

В процессе контроля щуп - искатель плавно перемещают вдоль обеих сторон шва по зигзагообразной линии, систематически поворачивая его на 5-10° в обе стороны, для выявления различно расположенных дефектов. При обнаружении дефекта на экране дефектоскопа появляется импульс

### 1.10 Выбор оборудования

Сборочный стенд с передвижным порталом относится к специализированному оборудованию, т.к. позволяет собирать стержни Н -образного сечения с различными размерами полок и стенки.

Сборочный стенд состоит из сварной рамы, двух балок, служащих постелью для стенки собираемого двутавра, самоходного портала с двумя вертикальными пневматическими прижимами. Одну из опорных балок при помощи винтов через привод можно установить в соответствии с высотой собираемого двутавра. Один вертикальный и один горизонтальный прижимы могут перемещаться вдоль портала. Портал передвигается по рельсовому пути вдоль рамы. Установочными элементами для полок являются регулируемые винтовые упоры. Установка их по высоте зависит от ширины полок.

Таблица 10 - Технические данные стенда с передвижным порталом

Параметры	Значение
1	2
Размеры собираемых колонн:	
• длина, мм	до 15 000
• высота, мм	460-2000
• ширина полки, мм	до 600
• толщина полки, мм	до 50
Скорость передвижения портала, м/мин	36
Усилие, развиваемое прижимом, м/мин	
• вертикальным, кг	2500

Окончание таблицы 10

1	2
• горизонтальным, кг	5000
Габаритные размеры, мм	16450x4300x 1750
Вес, кг	1380

## МАШИНА ТЕРМИЧЕСКОЙ РЕЗКИ СЕРИИ ULTRATHERM MTRP

Машина термической резки металла серии ULTRATHERM MTRP представляет собой систему позиционирования портального типа, перемещающуюся по двум продольным рельсовым направляющим и суппортом с закрепленным на нем плазмотроном, либо с двумя суппортами под плазмотрон и газовый резак

Таблица 11 – Технические характеристики

Ширина обрабатываемого листа, мм	2100
Длина обрабатываемого листа, мм	18100
Вертикальный ход перемещения плазмотрона, мм	150
Длина рельсового пути (с учетом парковочной зоны), мм	18350
Скорость позиционирования, мм/мин	до 25000
Точность воспроизведения заданного контура, мм	± 0,05
Точность позиционирования резака, мм	1 класс точности
Стабилизация расстояния между плазмотроном и поверхностью заготовки	ТНС/авто
Автопоиск металла	есть
Встроенная библиотека	есть
Лазерное позиционирование резака	есть
Размер монитора, дюймы	10
Система питания	220В, 50 Гц
Потребляемая мощность, кВт	0,5
Масса портала без раскроечного стола, кг	130
Масса портала на раме, кг	4320
Масса портала с раскроечным столом, кг	9720
Условия эксплуатации	закрытое помещение цеха +5...+40°C

Лист

ДП 44.03.04.602 ПЗ

34

Изм. Лист № документа Подпись Дата



Рисунок 7- Машина термической резки металла ULTRATHERM MTRP

На рельсовых направляющих расположены зубчатые рейки, по которым перемещаются ведущие зубчатые колеса приводов продольного хода. Нижнее расположение зубьев на рейке обеспечивает защиту зубчатого зацепления от попадания пыли, что повышает ее долговечность. Система компенсации зазора в паре шестерня-рейка обеспечивает простую эксплуатацию оборудования без специального обслуживания данного узла.

### 1.11 Установка для сварки опорной стойки

Установка состоит из кантователя для поворота сварной стойки, велосипедной тележки ВТ-1 для автоматической сварки прямолинейных швов.

Основными элементами кантователя являются:

					ДП 44.03.04.602 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		35

- неподвижная стойка, на ней размещается привод, включающий в себя электродвигатель, два редуктора, соединения муфты и вал, оканчивающийся зажимом;

- передвижная стойка, на ней размещается ось, с одной стороны которой крепится зажим, а с другой штурвал.

Зажим имеет неподвижную часть, на которой размещается по два установочных пальца  $D=30$  мм и подвижная часть крепится на оси, которая поднимается на  $90^\circ$ . После того, как при помощи кантователя устанавливается удобное положение стержня, происходит сварка конструкции.

Таблица 12 - Технические данные кантователя

Параметры	Значение
Грузоподъемность, т	14
Допускаемый момент на оси, кгм	800
Высота центров, мм	600-2000
Скорость вращения штуцера, об/мин	1,6
Длина сварных узлов, мм	до. 13 000
Вес, кг	12 400

Велосипедная тележка ВТ-1 состоит из платформы, опорной стойки, гильзы, штанги и механизмов перемещения тележки, подъема штанги и горизонтального перемещения штанги.

Велотележка имеет маршевую и рабочие скорости. Управление приводами осуществляется с двух заблокированных между собой пультов, из которых один установлен на платформе тележки, а другой на сварочном аппарате.

Тип применяемого сварочного автомата А-1416.

Таблица 13 - Технические данные ВТ-1

Параметры	Значение
1	2
Вылет консольной балки от оси колонны до оси сварочного аппарата, мм	
- максимальный	2600

					<i>ДП 44.03.04.602 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		36

## Окончание таблицы 13

1	2
— минимальный	100
Высота подъема и опускания балки, мм	
— максимальная	2400
— минимальная	800
Пределы регулирования рабочей скорости перемещения тележки, м/ч	19-77
Маршевая скорость, м/мин	13
Скорость подъема и опускания каретки с консольной балкой, м/мин	2
Габаритные размеры велотележки, мм	
— длина	2520
— ширина	3500
— высота	4900
Вес, кг	2500

### 1.12 Полуавтомат ПДГ-508 УЗ

При полуавтоматической сварке механизирована только операция подачи электродной проволоки, а передвижение дуги вдоль свариваемого шва осуществляется вручную.

Сварочный полуавтомат ПДГ-508 УЗ предназначен для полуавтоматической дуговой сварки плавящимся электродом в среде углекислого газа CO<sub>2</sub>.

Таблица 14 - Техническая характеристика ПДГ-508 УЗ

Параметры	Значение
Номинальное напряжение сети, В	380
Частота питающей сети, Гц	50
Диаметр электродной проволоки, мм	1,6-2,0
Масса электродной проволоки, кг	12
Расход газа, л/мин	8-20
Номинальный сварочный ток, А	500
Скорость подачи электродной проволоки, м/ч	100-740

Комплектуется сварочным выпрямителем ВДУ-504. Полуавтомат предназначен для сварки низкоуглеродистых и низколегированных сталей. В комплект полуавтомата входит:

- механизм подачи для электродной проволоки толкающего типа;
- шкаф управления;

					ДП 44.03.04.602 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		37

—газовая аппаратура;

—сварочная горелка.

В комплект газовой аппаратуры входят

—баллоны;

—редукторы;

—осушители;

—расходомеры;

—газовые клапана.

Регулирование скорости подачи электродной проволоки плавное, скорость подачи стабилизирована. Шкаф управления служит для обеспечения питания электродвигателя, подогревателя газа, электромагнитного газового клапана с пониженным напряжением, а также автоматической подачи проволоки и газа. С помощью горелки возбуждается сварочная дуга и осуществляется формирование и направление струи защитного газа. В горелке закреплен токоподводящий наконечник для направления подачи электродной проволоки.

### 1.13 Сварочный автомат А-1416

Для автоматической сварки колонны использую автомат А-1416.

Таблица 15 - Техническая характеристика

Параметры	Значение
Диаметр электродной проволоки, мм	2-5
Скорость подачи электродной проволоки, м/ч	17-558
Регулирование скорости подачи проволоки	ступенчатое
Номинальный сварочный ток, А	1000
Режим работы (ПВ)	100
Число электродов	1
Скорость сварки, м/ч	12-120
Регулирование скорости сварки	ступенчатое
Масса, кг	365
Габаритные размеры, мм	
-высота	1820
-ширина	815
-длина	1030

					<i>ДП 44.03.04.602 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		38

Автомат предназначен для однодуговой сварки под флюсом и состоит из следующих основных узлов:

-собственно сварочной головки, содержащей механизм подачи проволоки с правильным устройством, токоподводящий мундштук и устройство для защиты зоны флюсом;

-подъемного механизма, позволяющего осуществить механизированное перемещение подвесной сварочной головки на вертикальной штанге;

-флюсоаппарата, снабженного флюсоотсасывающим устройством эжекторного типа, самоходной тележки велосипедного типа, на которой закреплены узлы автоматами служащей для перемещения его вдоль свариваемого изделия с рабочей и маршевой скоростями.

От автомата А1401 он отличается ступенчатым регулированием скоростей сварки и подачи электродной проволоки, что выполняется подбором сменных шестерен. Автомат выпускается в комплекте с источниками питания ВДУ-1201.

### **1.14 Сварочный выпрямитель ВДУ-511**

Выпрямитель сварочный универсальный используется как источник тока для полуавтоматической и автоматической сварки и ручной дуговой сварки сварочным электродом на постоянном токе в среде  $CO_2$ .

ВДУ-511 - это регулируемый тиристорным выпрямителем источник. Он имеет регулируемые падающую или комбинированную внешнюю вольт-амперную характеристику.

Данный выпрямитель предназначен для полуавтоматической сварки (MIG) с коротким замыканием в среде защитных газов сварочной проволокой. Основные особенности - это возможность выполнять стыковые и угловые сварные швы в любых пространственных положениях при токе более 250А. Основная область

					<i>ДП 44.03.04.602 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		39

применения универсального сварочного выпрямителя ВДУ-511- это машиностроение.

Выпрямитель ВДУ-511 с механизмом подачи сварочной проволоки ПДГО-510 отлично подходит при сварке (например в цеховых условиях) на токах до 450А (ПВ=100%).

#### **Технические особенности ВДУ-511:**

- Плавная регулировка сварочного тока
- Плавная регулировка сварочного напряжения
- Комбинированная внешняя вольт-амперная характеристика
- Встроенное питание 36В для установки подогревателя защитного газа
- Имеется защита от тепловой перегрузки
- Быстросъемные разъемы для подключения сварочного кабеля
- Класс изоляции Н (ГОСТ 8865-70)
- принудительное воздушное охлаждение

Таблица 16 - Техническая характеристика ВДУ-511

	ММА	ТИГ	MIG/MAG
Питание сети	380 В, 50 Гц, 3 фазы		
Номинальный сварочный ток, А (ПВ, ПН, %)	400(100), 500(60)		
Пределы регулирования сварочного тока, А	30-400	30-400	50-500
Напряжение холостого хода, В, не более	55		
Пределы регулирования рабочего напряжения, В	21-34	11...26	16,5-39
Потребляемая мощность при номинальном токе, кВА, не более	23	24	29
Масса, кг, не более	260		
Габаритные размеры, мм,			

#### **1.15 Сварочный выпрямитель ВДУ-1201**

Выпрямители типа ВДУ также являются универсальными. Они состоят из силового трехфазного трансформатора и выпрямительного блока, собранного из

					<i>ДП 44.03.04.602 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		40



тиристоров по шестифазной схеме с уравнительным реактором. Режим регулируется изменением угла открытия тиристорov выпрямительного блока. Скорость нарастания тока в сварочной цепи регулируется дросселем с отпайками.

Выпрямители изготавливаются в однокорпусном исполнении, имеют принудительную вентиляцию. Включение выпрямителей в сеть, защита от внутренних и внешних коротких замыканий производится сетевым автоматическим выключателем, защита от перегрузок - тепловыми реле магнитных пускателей. Выпрямитель ВДУ-1201 стационарный, имеет нишу для размещения блока управления сварочным автоматом и трансформатор для питания цепи их управления. Выпрямитель предназначен для сварки в среде защитных газов и под флюсом, сварки порошковой проволокой на автоматах с зависимой и независимой от напряжения дуги, скоростью подачи электродной проволоки. Сварочный выпрямитель собран по шестифазной кольцевой схеме выпрямления с использованием тиристорov Т-500.

Система фазового управления тиристорами построена аналогично схеме выпрямителя ВДУ-504-1, однако устройство формирования управляющих импульсов имеет дополнительно три разделительных импульсных трансформатора, а ограничение амплитуды и ширины импульса управления производится с помощью конденсаторов. Для сглаживания выпрямленного напряжения и улучшения сварочных качеств выпрямитель снабжен дросселем в сварочной цепи.

Таблица 17 - Техническая характеристика ВДУ-1201

Параметры	Значение
Первичное напряжение, В	380
Номинальная мощность, кВА	135
Номинальный сварочный ток, А	1250
Номинальный режим работы, ПВ%	100
Номинальное напряжение, В	66
Напряжение холостого хода, В	100
Предел регулирования сварочного тока, А	300-1250
Предел регулирования рабочего напряжения, В	24-66
КПД, % не менее	85
Габаритные размеры, мм	1400x850x1250
Масса, кг не более	820

## 1.16 Кантователь двустоечный с подъемным центром КДП-8

Кантователь предназначен для поворота балочных и решетчатых конструкций при сборке и сварке.

Таблица 18 - Технические характеристики двустоечного кантователя КДП-8

Параметры	Значение
1	2
Грузоподъемность, т	8
Допустимый момент на оси вращения, кгс*м	2000
Высота центров, мм	
• наименьшая	600
• наибольшая	2400
Скорость вращения, об/мин	1

Окончание таблицы 17

1	2
Скорость подъема центров, м/мин	1,3
Наибольшая длина свариваемых изделий, мм	14 000
Габаритные размеры, мм	21100x2400x4270
Масса, кг	13500

## 2 Экономический раздел

В дипломном проекте рассматривается сборка и сварка опорной стойки из стали марки 10ХСНД. В данном разделе рассчитывается себестоимость изготовления по внедрению автоматической сварки под флюсом, вместо механизированной сварки.

По базовому варианту работа выполнялась механизированной сваркой в среде CO<sub>2</sub>. По проектируемой технологии механизированная сварка заменяется на автоматическую сварку под слоем флюса. Это приведёт к снижению затрат на сварочные материалы, повысится качество сварных соединений, и значительно увеличится производительность за счет внедрения новой технологии и нового оборудования.

*Базовый вариант:*

- сварочный полуавтомат ПДГО-510 с источником питания ВДУ 511;
- сварочная проволока – Св-08Г2С, Ø 1,6 мм;

*Проектируемый вариант:*

- сварочный автомат А-1416;
- сварочная проволока – Св-08А Ø 1,6 мм;

*Стоимость основных и расходных материалов:*

1. сварочная проволока для полуавтомата и автомата Св-08Г2С; Св-08А; – 87 руб./кг;
2. флюс АН 348А – 45,2 руб./кг.;
3. электроэнергия – 3,16 руб./кВт.ч

*Стоимость оборудования:*

- Сварочный автомат А-1416 с источником питания ВДУ 511 – 305388 руб. (проектируемый вариант);
- Полуавтомат ПДГО-510 с ВДУ-506 - 82210 руб.(базовый);

*Материал:* сталь 10ХСНД;

					ДП 44.03.04.602 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		43

**Длина шва: 21,8 м;**

**Толщина: 30×30;**

Количество изделий в год– 2000 *шт*;

Работа – средней сложности;

Положение шва – нижнее;

Условия выполнения работы – стационарные;

Тип шва – тавровое (Т3; Т1)

## 2.1 Определение технических норм времени на сборку и сварку

Общее время на выполнение сварочной операции  $T_{шт}$ , час, состоит из нескольких компонентов и определяется по формуле:

$$T_{шт} = t_0 + t_{пз} + t_B + t_{обс} + t_{п}, \quad (35)$$

где  $T_{св}$  – общее время на выполнение сварочной операции, час;

$t_{пз}$  – подготовительно-заключительное время, час;

$t_0$  – основное время, час;

$t_B$  – вспомогательное время, час;

$t_{обс}$  – время на обслуживание рабочего места, час;

$t_{п}$  – время перерывов на отдых и личные надобности, час;

$$T_{шт} = 2,4 + 0,24 + 0,80 + 0,021 + 0,025 = 1,25 \text{ час.}$$

Основное время – это время на непосредственное выполнение сварочной операции. Оно определяется по формуле:

$$t_0 = \Sigma L_{шв} / V_{св} \quad (36)$$

					ДП 44.03.04.602 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		44

где  $t_0$  – основное время, час;

$L_{ШВ}$  – сумма длин всех швов, см.  $\Sigma L_{ШВ} = 21,8$  м;

$V_{СВ}$  – скорость сварки шва, см/час.  $V_{СВ} = 9,3$  м/ч.

$$t_0 = 21,8/9,3 = 2,4 \text{ час.}$$

Подготовительно-заключительное время включает в себя такие операции как получение производственного задания, инструктаж, получение и сдача инструмента, осмотр и подготовка оборудования к работе и т.д. При его определении общий норматив времени  $t_{П.З.}$  делится на количество деталей, выпущенных в смену. Примем:

$$t_{П.З.} = 10\% \text{ от } t_0.$$

$$t_{П.З.} = 0,24 \text{ час.}$$

Вспомогательное время включает в себя время на заправку кассеты с электродной проволоки  $t_{Э}$ , осмотр и очистку свариваемых кромок  $t_{КР}$ , очистку швов от шлака и брызг  $t_{БР}$ , клеймение швов  $t_{КЛ}$ , установку и поворот изделия, его закрепление  $t_{ИЗД}$ :

$$t_B = t_{Э} + t_{КР} + t_{БР} + t_{ИЗД} + t_{КЛ} \quad (37)$$

где  $t_B$  – вспомогательное время, мин;

$t_{Э}$  – время на заправку кассеты с электродной проволоки, мин;

$t_{КР}$  – время на осмотр и очистку свариваемых кромок, мин;

$t_{БР}$  – время на очистку швов от шлака и брызг, мин;

$t_{КЛ}$  – время на клеймение швов, мин;

$t_{ИЗД}$  – время на установку и поворот изделия, его закрепление, мин.

					ДП 44.03.04.602 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		45

$$t_B = 0,083 + 0,27 + 0,21 + 0,14 + 0,10 = 0,80 \text{ час.}$$

При автоматической сварке во вспомогательное время входит время на заправку кассеты с электродной проволоки. Это время можно принять равным

$$t_{\text{э}} = 5 \text{ мин} = 0,083$$

Время зачистки кромок или шва вычисляют по формуле:

$$t_{KP} = L_{ШВ} (0,6 + 1,2 \cdot (n_C - 1)) \quad (38)$$

где  $t_{KP}$  – время на осмотр и очистку свариваемых кромок, мин;

$n_C$  – количество слоёв при сварке за несколько проходов;

$L_{ШВ}$  – длина шва, м.  $L_{ШВ} = 9,1$  м.

$$t_{KP} = 9,2 \cdot (0,6 + 1,2) = 0,276 \text{ час.}$$

Время на установку клейма,  $t_{KL}$  принимают 0,03 мин на 1 знак,  $t_{KL} = 0,21$

Время на установку, поворот и снятие изделия,  $t_{ИЗД}$  зависит от его массы, данные указаны в таблице 18

Таблица 19 – Норма времени на установку, поворот и снятие изделия в зависимости от его массы

Элементы работ	Вес изделия, кг						
	5	10	15	25	до 40	до 50	до 100
	Время, мин						
	вручную				краном		
Установить, повернуть, снять сборочную единицу и отнести на место складирования	1,30	3,00	4,30	6,00	5,20	6,30	8,40

$$t_{ИЗД} = 0,14 \text{ час.}$$

					ДП 44.03.04.602 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		46

Время на обслуживание рабочего места включает в себя время на установку режима сварки, наладку автомата, уборку инструмента и т.д. принимаем равным:

$$t_{OBC} = (0,06 \dots 0,08) \cdot t_O \quad (39)$$

где  $t_{OBC}$  – время на обслуживание рабочего места, час;

$t_O$  – основное время, час.  $t_O = 0,36$  час.

$$t_{OBC} = 0,07 \cdot 0,36 = 0,0252 \text{ час.}$$

Время перерывов на отдых и личные надобности зависит от положения, в котором сварщик выполняет работы. При сварке в удобном положении

$$t_{\Pi} = 0,07 \cdot t_O \quad (40)$$

$$t_{\Pi} = 0,07 \cdot 0,36 = 0,0252 \text{ час.}$$

$T_{\text{шт}} = 3,2$  час. (базовый вариант);

$T_{\text{шт}} = 1,25$  час. (проектируемый вариант);

## 2.2 Расчёт количества оборудования и его загрузки

Требуемое количество оборудования рассчитывается по данным техпроцесса.[26]

Определяем действительный фонд времени работы оборудования на измененный тех. процесс  $\Phi_D$ , час., по формуле:

$$\Phi_D = (D_P \cdot t_{\Pi} - D_{\text{пр}} \cdot t_C) \cdot K_{\text{по}} \cdot K_C, \quad (41)$$

где  $\Phi_D$  – действительный фонд времени работы оборудования, ч;

					ДП 44.03.04.602 ПЗ	Лист
						47
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

$D_P = 253$  – число рабочих дней;

$D_{ПР} = 9$  – число предпраздничных дней;

$t_{П}$  – продолжительность смены, час.  $t_{П} = 8$  час.

$t_C = 1$  – число часов, на которое сокращен рабочий день перед праздниками ( $t_C = 1$  час);

$K_{ПО} = 0,95$  – коэффициент, учитывающий простои оборудования в ремонте;

$K_C$  – число смен.  $K_C = 1$ .

$$\Phi_D = (253 \cdot 8 - 9 \cdot 1) \cdot 0,95 \cdot 1 = 1914 \text{ час.}$$

Определяем общую трудоёмкость, программы  $T_O$  сварных конструкций по операциям техпроцесса:

$$T_O = T_{шт} \cdot N \quad (42)$$

где  $T_O$  – общая трудоёмкость, программы;

$T_{шт}$  – норма штучного времени сварной конструкции по операциям техпроцесса, мин;

$N$  – годовая программа, шт.  $N = 2000$  шт.

$$T_O = 3,2 \cdot 2000 = 6400 \text{ час. (базовый вариант);}$$

$$T_O = 1,25 \cdot 2000 = 2500 \text{ час. (проектируемый вариант);}$$

Рассчитываем количество оборудования  $C_P$  по операциям техпроцесса:

$$C_P = \frac{T}{\Phi_D \cdot K_H} \quad (43)$$

					ДП 44.03.04.602 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		48



где  $C_P$  – количество оборудования по операциям техпроцесса, *шт*;  
 $T$  – трудоёмкость программы по операциям, *час.*;  
 $\Phi_D$  – действительный фонд времени работы оборудования, *час.*  
 $\Phi_D = 1914$  *час.*;  
 $K_H$  – коэффициент выполнения норм ( $K_H = 1,1 \dots 1,2$ ).

$$C_P = \frac{2500}{1914 \cdot 1,1} = 1,15; \text{ примем } C_P = 1.$$

По базовой технологии используется 3 установки для сварки.

По новой измененной технологии достаточно 1 источника питания и 1 установки для автоматической сварки в среде защитного газа.

Принятое количество оборудования,  $C_{II}$ , определяем путём округления расчётного количества в сторону увеличения до ближайшего целого числа. Следует иметь в виду, что допускаемая перегрузка рабочих мест не должна превышать 5 – 6%.

Расчёт коэффициента загрузки оборудования

$$K_3 = \frac{C_P}{C_{II}} \quad (44)$$

где  $K_3$  – коэффициент загрузки оборудования;  
 $C_P$  – количество оборудования по операциям техпроцесса, *шт*;  
 $C_{II}$  – принятое количество оборудования, *шт*.

$$K_3 = \frac{1,5}{1} = 1,5$$

Коэффициент загрузки оборудования равен 1, так как оборудование и техоснастка не используется на других работах этого предприятия.

					ДП 44.03.04.602 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		49

Необходимо стремиться к тому, чтобы средний коэффициент загрузки оборудования был возможно ближе к единице.

### 2.3 Расчет количества работающих

Определяем численность производственных рабочих (сборщиков, сварщиков). Численность основных рабочих  $P_{OP}$ , определяется для каждой операции по формуле:

$$P_{OP} = \frac{T_{ГОД}}{\Phi_{ДР} \cdot K_B} \quad (45)$$

где  $P_{OP}$  – численность основных рабочих, ч;

$T_O$  – общая трудоёмкость, программы.  $T_O = 2500$  час.;

$\Phi_{ДР}$  – действительный годовой фонд рабочего времени одного рабочего, час.;

$K_B$  – коэффициент выполнения норм выработки (1,1... 1,3).

$$P_{OP} = \frac{2500}{1914 \cdot 1.1} = 1,5 \text{ примем } P_{OP} = 1.$$

$$\Phi_{ДР} = \frac{\Phi_D}{K_C} \quad (46)$$

где  $\Phi_{ДР}$  – действительный годовой фонд рабочего времени одного рабочего, час.;

$\Phi_D$  – действительный фонд времени работы оборудования;  $\Phi_D = 1914$  час.;

$K_C$  – число смен.

Число рабочих округляется до целого числа с учетом количества оборудования. По базовой технологии работает 3 сварщика. По новой измененной технологии достаточно 1 сварщика.

					ДП 44.03.04.602 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		50

При поточной организации производства число основных рабочих определяется по числу единиц оборудования с учетом его загрузки, возможного совмещения профессий и планируемых невыходов по уважительным причинам. Исходя из этого, определяем суммарное количество основных рабочих  $P_{OP}$

Расчёт капитальных вложений в оборудование для выполнения годового объёма работ

Сварочный автомат А - 1416с источником питания ВДУ 511 (проектируемый вариант);

Полуавтомат ПДГ-315 с ВС-350 - 86000 руб.(базовый);

Для внедрения новой технологии необходимо приобрести или изготовить новое оборудование и техоснастку, так как их не имеется в наличие на производстве. Затраты на приобретение оборудования будут являться дополнительными затратами на внедрение новой технологии.

Капитальные вложения в оборудование для выполнения годового объёма работ определяется по формуле:

$$K_{OB} = \Sigma K_{OБj} \cdot C_{II} \cdot K_3, \text{руб.} \quad (47)$$

где  $K_{OБj}$  – балансовая стоимость оборудования, руб;

$C_{II}$  – принятое количество оборудования, шт.  $C_{II} = 1 \text{ шт.}$

$K_3$  – коэффициент загрузки оборудования.  $K_0 = 1$

Балансовая стоимость оборудования определяется:

$$K_{OB} = C_{OB} \cdot (1 + K_{T3}), \text{руб.} \quad (48)$$

где  $C_{OB}$  – цена единицы оборудования, руб;

$K_{T3}$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, затраты на монтаж, наладку и устройство фундамента в зависимости от цены на оборудование.

					ДП 44.03.04.602 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		51

Базовый вариант:

$$K_{Об} = 86000 \cdot (1 + 0,12) = 96320 \text{ руб.}$$

Проектируемый вариант:

$$K_{Об} = 340000 \cdot (1 + 0,12) = 380800 \text{ руб.}$$

Определяем капитальные вложения:

$$K_{Об} = 96320 \cdot 3 \cdot 1 = 288960 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$K_{Об} = 380800 \cdot 1 \cdot 1 = 380800 \text{ руб. (проектируемый вариант);}$$

Рассчитанные данные для заносим в таблице 19

Таблица 20 – Цена и балансовая стоимость на оборудование, тыс. руб

	Базовый вариант	Проектируемый вариант
Цена единицы оборудования	86000	340000
Коэффициент загрузки	1	1
Количество штук	3	1
Балансовая стоимость	288960	3808000

## 2.4 Расчет материальных затрат

К материальным затратам относятся затраты на сырье, материалы, энергоресурсы на технологические цели.

Материальные затраты ( $MЗ$ , руб.) рассчитываются по формуле

$$MЗ = C_{О.М} + C_{В.М} + C_{ЭН} \quad (49)$$

где  $MЗ$  – материальные затраты, руб.;

					ДП 44.03.04.602 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		52

$C_{O.M}$  – стоимость основных материалов, руб.;

$C_{B.M}$  – стоимость вспомогательных материалов, руб.;

$C_{ЭН}$  – стоимость энергоресурсов, руб.;

$MЗ = 82479,4$  руб. (базовый вариант)

$MЗ = 81258,5$  руб. (проектируемый вариант)

К основным относятся материалы, из которых изготавливаются конструкции, а при процессах сварки также и сварочные материалы: электроды, проволока, присадочный материал. Стоимость основных материалов с учетом транспортно-заготовительных расходов ( $C_{O.M}$ , руб.) рассчитывается по формуле

### **Затрат на сырье, сталь 10ХСНД**

Затраты на сырье составляет 42000 руб., как для базового, так и проектируемого вариантов.

### **2.5 Расчет затрат на электродную проволоку Св-08А**

$$C_{ПР} = M_{НМ} \cdot \psi \cdot Ц \cdot K_{ТР}, \text{ руб} \quad (50)$$

где  $M_{НМ}$  – масса наплавленного металла, кг.  $M_{НМ} = 2,2$  кг;

$\psi$  = коэффициент расхода электродного металла;

$Ц = 84$  руб/кг – оптовая цена 1 кг сварочной проволоки;

$K_{ТР}$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, его можно принять в пределах 1,05...1,08.

$C_{ПР} = 2,2 \cdot 1,1 \cdot 84 \cdot 1,05 = 213,44$  руб.(базовый вариант)

$C_{ПР} = 2,2 \cdot 1,05 \cdot 84 \cdot 1,05 = 203,74$  руб.(проектируемый вариант)

## 2.6 Расчет затрат на газ (базовый вариант)

$$C_{BM(УГ)} = t \cdot q_{ЗГ} \cdot k_P \cdot Ц_{BM(УГ)} \cdot K_T \quad (51)$$

где  $t$  – время сварки, час.;

$q_{ЗГ}$  – скорость подачи защитного газа, л/мин.;  $q_{ЗГ} = 10$  л/мин.;

$k_P$  – коэффициент расхода газа;  $k_P = 1,1$ ;

$Ц_{BM(УГ)}$  – цена газа, руб.;  $Ц_{BM(УГ)} = 33,75$  руб./л.;

$K_{TP}$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, его можно принять в пределах 1,05...1,08.

$$C_{BM(УГ)} = 3,2 \cdot 10 \cdot 1,1 \cdot 33,75 \cdot 1,05 = 1247,4 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

## 2.7 Расчет затрат на флюс

$$C_{BM(\phi)} = 1,25 \cdot 10 \cdot 1,1 \cdot 45,20 \cdot 1,05 = 652,57 \text{ руб. (проектируемый вариант)}$$

Статья «Топливо и энергия на технологические цели» ( $C_{ЭН}$ , руб.) включает затраты на все виды топлива и энергии, которые расходуются в процессе производства данной продукции (силовая энергия) [27]

### Затраты на электроэнергию на операцию

$$C_{ЭН} = \alpha_{Э} \cdot W \cdot Ц_{Э}, \text{ руб.} \quad (52)$$

где  $\alpha_{Э}$  – удельный расход электроэнергии на 1 кг наплавленного металла, кВт·ч/кг.

$W$  – расход электроэнергии, кВт·ч;

$Ц_{Э}$  – цена за 1 кВт·ч;  $Ц_{Э} = 3,16$  кВт·ч.

					ДП 44.03.04.602 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		54

$$C_{ЭН} = 8 \cdot 83 \cdot 3,16 = 2098,2 \text{ руб (базовый вариант);}$$

$$C_{ЭН} = 8 \cdot 62 \cdot 3,16 = 1567,3 \text{ руб. (проектируемый вариант);}$$

## 2.8 Расчет заработной платы производственных рабочих, отчислений и налога от нее

Этот раздел предусматривает расчет основной и дополнительной зарплаты производственных рабочих, отчислений и налога от нее, которые включаются в себестоимость.

Расходы на оплату труда рассчитываются по формуле

$$ЗП = ЗП_О + ЗП_Д, \quad (53)$$

где  $ЗП$  – расходы на оплату труда, руб.;

$ЗП_О$  – основная заработная плата, руб.;

$ЗП_Д$  – дополнительная заработная плата, руб.

$$ЗП = 289,5 + 348,4 = 637,9 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$ЗП = 192,3 + 217,2 = 409,5 \text{ руб. (проектируемый вариант);}$$

Статья «основная заработная плата производственных рабочих» включает зарплату основных рабочих, занятых непосредственно изготовлением изделий, на основании трудоемкости работ.

Основная заработная плата определяется по формуле

$$ЗП_О = P_{СД} \cdot K_{ПР} \cdot K_{СС} + D_{ВР}, \quad (54)$$

где  $ЗП_О$  – основная заработная плата, руб.;

					ДП 44.03.04.602 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		55

$P_{CD}$  – суммарная сдельная расценка за единицу изделия, руб.;

$K_{IP}$  – коэффициент премирования, (данные предприятия)  $K_{IP} = 1,5$ ;

$D_{BP}$  – доплата за вредные условия труда, руб.

$K_{CC}$  – коэффициент учитывающий социальные нужды (социальный взнос 30%) на ЕСН.  $K_{CC} = 1,3$ .

$ЗПО = 153 \cdot 1,5 \cdot 1,3 + 0,33 = 289,5$  руб. (базовый вариант);

$ЗПО = 80 \cdot 1,5 \cdot 1,3 + 0,36 = 192,3$  руб. (проектируемый вариант);

Суммарная сдельная расценка на изготовление единицы изделия определяется

$$P_{CD} = \frac{T_{CT} \cdot T_{ШТ}}{60} \quad (55)$$

где  $P_{CD}$  – суммарная сдельная расценка за единицу изделия, руб.;

$T_{CT}$  – часовая тарифная ставка по разряду выполняемых работ с учетом повышающего коэффициента, руб.;

$T_{ШТ}$  – штучное время обработки изделия по операциям техпроцесса, мин.

Наименование операции по базовому техпроцесса «Электросварщик ручной сварки», 4-й разряд –  $T_{CT}$  четвертого разряда = 48 руб.

Норма штучного времени  $T_{ШТ} = 192$  мин

Наименование операции по проектируемому техпроцесса 5-го разряда –  $T_{CT}$  пятого разряда = 56 руб.

Норма штучного времени  $T_{ШТ} = 85,8$  мин.

$P_{CD} = 153$  руб. (базовый вариант);

$P_{CD} = \frac{56 \cdot 85,8}{60} = 80$  руб. (проектируемый вариант);

					ДП 44.03.04.602 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		56



Доплата за вредные условия труда рассчитываются по формуле

$$D_{BP} = \frac{T_{CT} \cdot T_{BP} \cdot (0.1 \dots 0.31)}{100 \cdot 60} \quad (56)$$

где  $D_{BP}$  – доплата за вредные условия труда, руб.

$T_{CT}$  – тарифная месячная ставка, руб.

$T_{BP}$  – время работы во вредных условиях труда, мин.

Коэффициент в пределах (0.10...0.31).

$D_{BP} = 0,33$  руб. (базовый вариант);

$D_{BP} = 0,36$  руб. (проектируемый вариант);

Статья «Дополнительная заработная плата производственных рабочих», отражает выплаты, предусмотренные законодательством за непроработанное в производстве время (оплата отпускных, компенсаций, оплата льготных часов подросткам, кормящим матерям). Размер выплат предусмотрен обычно в пределах 10% от основной зарплаты

$$ЗП_{Д} = K_{Д} \cdot ЗП_{О} \quad (57)$$

где  $ЗП_{Д}$  – выплаты, предусмотренные законодательством за непроработанное на производстве время, руб.;

$ЗП_{О}$  – основная заработная плата производственных рабочих, руб.;

$K_{Д}$  – коэффициент дополнительной заработной платы.  $K_{Д} = 1,13$ ;

$K_{СС}$  – коэффициент учитывающий отчисления социальные нужды 30 %  $K_{СС} = 1,3$ .

					ДП 44.03.04.602 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		57

$$ЗП_{Д} = 1,13 \cdot 289,5 = 327,1 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$ЗП_{Д} = 1,13 \cdot 192,3 = 217,2 \text{ руб. (проектируемый вариант);}$$

Отчисления на социальные нужды

$$O_{CH} = \frac{1,3 \cdot 637,9}{100} = 8,3 \text{ руб (базовый вариант);}$$

$$O_{CH} = \frac{1,3 \cdot 409,5}{100} = 5,3 \text{ руб (проектируемый вариант);}$$

## 2.9 Затраты на амортизацию оборудования

Затраты на амортизацию, приходящиеся на одно изделие рассчитаем по формуле

$$C_A = \cdot K_O, \text{ руб.} \quad (58)$$

где  $K_{OB}$  – балансовая стоимость единицы оборудования, руб;

$H_A$  – норма годовых амортизационных отчислений, %;

Механизированной и автоматической сварки  $H_A = 14,7$  %;

$\Phi_D$  – действительный эффективный годовой фонд времени работы оборудования, час.  $\Phi_D = 1914$  час.

$K_O$  – коэффициент загрузки оборудования.  $K_O = 0,9$

$n_O$  – количество оборудования;

$K_B$  – коэффициент, учитывающий выполнение норм времени.  $K_B = 1,1$ .

$$C_A = \frac{96320 \cdot 14,7 \cdot 3,2 \cdot 3}{100 \cdot 1914 \cdot 1,1} \cdot 1 = 636,9 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$C_A = \frac{380800 \cdot 14,7 \cdot 1,43 \cdot 1}{100 \cdot 1914 \cdot 1,1} \cdot 1 = 375,1 \text{ руб. (проектируемый вариант);}$$

					ДП 44.03.04.602 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		58

## 2.10 Затраты на ремонт и техническое обслуживание оборудования

$$C_P = \frac{K_{OB} \cdot n_O}{100}, \text{ руб.} \quad (59)$$

где  $K_{OB}$  – капитальные вложения в оборудование и техоснастку.

$n_O$  – количество оборудования.

$$C_P = \frac{96320 \cdot 3}{100} = 2889,6 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$C_P = \frac{380800}{100} = 3808 \text{ руб. (проектируемый вариант);}$$

## 2.11 Расчет полной себестоимости изделия

Перед расчетом полной себестоимости изготовления изделия рассчитывается производственная себестоимость.[28]

Производственная себестоимость ( $C_{ПР}$ , руб.) включает затраты на производство продукции и рассчитывается по формуле

$$C_{ПР} = MЗ + ЗП + O_{СС} + O_{ФЗ} + O_{ПФ} + O_{МС} + P_{ПР} + P_{ХОЗ} + C_A + C_P \quad (60)$$

где  $C_{ПР}$  – производственная себестоимость, руб.;

$MЗ$  – материальные затраты, руб.;

$ЗП$  – заработная плата, руб.;

$O_{СС}$  – отчисления на государственное социальное страхование, руб.;

$O_{ФЗ}$  – отчисления в государственный фонд содействия занятости, руб.;

$P_{ПР}$  – общепроизводственные расходы, руб.;

$P_{ХОЗ}$  – общехозяйственные расходы, руб.;

					ДП 44.03.04.602 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		59

$C_A$  – затраты на амортизацию, руб.;

$C_P$  – Затраты на ремонт и техническое обслуживание оборудования, руб.;

В статью «Общепроизводственные расходы» ( $P_{ПП}$ , руб.) включаются расходы на оплату труда управленческого и обслуживающего персонала цехов, вспомогательных рабочих; амортизация; расходы на ремонт основных средств; охрану труда работников; на содержание и эксплуатацию оборудования, сигнализацию, отопление, освещение, водоснабжение цехов и др. Эти расходы рассчитываются в процентах от основной заработной платы производственных рабочих по формуле.

$$P_{ПП} = \frac{\% P_{ПП} \cdot ЗП}{100} \quad (61)$$

где  $P_{ПП}$  – расходы на оплату труда управленческого и обслуживающего персонала цехов, вспомогательных рабочих; амортизация; расходы на ремонт основных средств; охрану труда работников; на содержание и эксплуатацию оборудования, сигнализацию, отопление, освещение, водоснабжение цехов и др., руб.;

$ЗП$  – основная заработная плата производственных рабочих, руб.;

$\%P_{ПП}$  – процент общепроизводственных расходов, %.

$$P_{ПП} = \frac{3 \cdot 637,9}{100} = 19,1 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{ПП} = \frac{3 \cdot 409,5}{100} = 12,2 \text{ руб. (проектируемый вариант);}$$

В статью «Общехозяйственные расходы» ( $P_{ХОЗ}$ , руб.) включаются: расходы на оплату труда, связанные с управлением предприятия в целом, командировочные; канцелярские, почтово-телеграфные и телефонные расходы; амортизация; расходы на ремонт и эксплуатацию основных средств, отопление, освещение, водоснабжение заводоуправления, на охрану, сигнализацию, содержание легкового автотранспорта, обязательное страхование работников от несчастных случаев на

					<i>ДП 44.03.04.602 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		60

производстве и профзаболеваний. Эти расходы рассчитываются в процентах от основной заработной платы производственных рабочих по формуле:

$$P_{ХОЗ} = \frac{\% P_{ХОЗ} \cdot ЗП}{100} \quad (62)$$

где  $P_{ХОЗ}$  – расходы на оплату труда, связанные с управлением предприятия в целом, командировочные; канцелярские, почтово-телеграфные и телефонные расходы; амортизация; расходы на ремонт и эксплуатацию основных средств, отопление, освещение, водоснабжение заводоуправления, на охрану, сигнализацию, содержание легкового автотранспорта, обязательное страхование работников от несчастных случаев на производстве и профзаболеваний, руб.;

$ЗП$  – основная заработная плата производственных рабочих, руб.;

$\%P_{ХОЗ}$  – процент общехозяйственных расходов, %.

$$P_{ХОЗ} = \frac{2,5 \cdot 637,9}{100} = 15,9 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{ХОЗ} = \frac{2,5 \cdot 409,5}{100} = 10,2 \text{ руб. (проектируемый вариант);}$$

Подставив значения формул найдем производственную себестоимость.

$$C_{ПР} = 45559,04 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$C_{ПР} = 44423,61 \text{ руб. (проектируемый вариант);}$$

Полная себестоимость ( $C_{ПОЛ}$ , руб.) включает затраты на производство и реализацию продукции и рассчитывается по формуле

$$C_{ПОЛ} = C_{ПР} + P_{ВН} + O_{ИН} \quad (63)$$

где  $C_{ПОЛ}$  – полная себестоимость, руб.;

					ДП 44.03.04.602 ПЗ	Лист
						61
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

$P_{ВН}$  – внепроизводственные расходы, руб.;

$O_{ИН.Ф}$  – отчисления в инновационный фонд, руб.

В статью «Внепроизводственные расходы» ( $P_{ВН}$ , руб.) включаются расходы на производство или приобретение тары, упаковку, погрузку продукции и доставку её к станции, рекламу, участие в выставках. Эти расходы рассчитываются по формуле

$$P_{ВН} = \frac{\% P_{ВН} \cdot C_{ПР}}{100} \quad (64)$$

где  $P_{ВН}$  – расходы на производство или приобретение тары, упаковку, погрузку продукции и доставку её к станции, рекламу, участие в выставках, руб.;

$C_{ПР}$  – производственная себестоимость, руб.;

$\%P_{ВН}$  – процент внепроизводственных расходов;  $\%P_{ВН} = 0,1-0,5\%$ .

$P_{ВН} = (0,1 \cdot 45559,04) / 100 = 45,55$  руб. (базовый вариант);

$P_{ВН} = (0,1 \cdot 44423,61) / 100 = 44,42$  руб. (проектируемый вариант);

Отчисления в инновационный фонд ( $O_{ИН.Ф}$ , руб.) рассчитываются по формуле

$$O_{ИН.Ф} = \frac{h_{ИН.Ф} \cdot (C_{ПР} + P_{ВН})}{100} \quad (65)$$

где  $O_{ИН.Ф}$  – отчисления в инновационный фонд, руб.;

$h_{ИН.Ф}$  – ставка отчислений в инновационный фонд, действующий на момент выполнения ДП, %;

$C_{ПР}$  – производственная себестоимость, руб.;

$P_{ВН}$  – расходы на производство или приобретение тары, упаковку, погрузку

					ДП 44.03.04.602 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		62

продукции и доставку её к станции, рекламу, участие в выставках, руб.

$$O_{ИН.Ф} = (0,25*45559,04+45,55)/100 = 114,01 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$O_{ИН.Ф} = (0,25*44423,61+44,42)/100 = 111,2 \text{ руб. (проектируемый вариант);}$$

Подставив значения формул и найдем значение полной себестоимости изготовления детали.

$$C_{ПОЛ} = 51050,44+45,55+114,01 = 51210 \text{ (базовый вариант);}$$

$$C_{ПОЛ} = 49025,91 + 44,42 + 111,2 = 49181,53 \text{ (проектируемый вариант);}$$

Результаты расчетов заносим в таблицу 20

Таблица 21 – Калькуляция себестоимости по сравниваемым вариантам

Наименование статей калькуляции	Сумма, руб.		Отклонения
	базов.	проект.	руб.
1	2	3	4
1. Материальные затраты:			
– затрат на сырье;	42000	42000	0
– затрат на присадочную проволоку;	213,44	203,74	9,97
– затрат на газ, флюс;	1247,4	652,57	594,83
– затраты на электроэнергию на операцию;	2098,2	1567,3	530,9
Итого	45559,04	44423,61	1135,7
2. Основная заработная плата производственных рабочих	868,5	192,3	676,2
3. Дополнительная заработная плата производственных рабочих	981,3	217,2	764,1
4. Отчисления на социальные нужды	8,3	5,3	3
5. Общепроизводственные расходы	59,1	12,2	46,9
6. Общехозяйственные расходы	47,7	10,2	37,5
7. Затраты на амортизацию	636,9	357,1	279,8
8. Затраты на ремонт и техническое обслуживание оборудования	2889,6	3808	-918,4
<b>Итого производственная себестоимость</b>	<b>51050,44</b>	<b>49025,91</b>	<b>2024,8</b>
10 Внепроизводственные расходы	88	85,8	2,2
11 Отчисления в инновационный фонд	220,4	214,8	5,6
<b>Всего полная себестоимость</b>	<b>51358,84</b>	<b>49326,51</b>	<b>2032,6</b>

Расчет материалоемкости

					ДП 44.03.04.602 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		63

Материалоемкость ( $M_E$ , руб/руб.) рассчитывается по формуле

$$M_E = \frac{MЗ}{C_{ПОЛ}} \quad (66)$$

где  $M_E$  – материалоемкость, руб/руб.;

$MЗ$  – материальные затраты, руб.;

$C_{ПОЛ}$  – полная себестоимость, руб.

$$M_E = \frac{45559,04}{51358,84} = 0,89 \text{ (базовый вариант);}$$

$$M_E = \frac{44423,61}{49326,51} = 0,9 \text{ (проектируемый вариант);}$$

## 2.12 Расчет экономического эффекта

Годовой экономический эффект от снижения себестоимости за счет уменьшения расхода (сырья, материалов, топлива, энергии, снижения трудоемкости на операции, сокращения брака и простоя оборудования) рассчитывается по формуле

$$\mathcal{E}_Г = (C_{ПОЛ(БАЗ)} - C_{ПОЛ(ПРОЕКТ.)}) \cdot N \quad (67)$$

где  $\mathcal{E}_Г$  – годовой экономический эффект от снижения себестоимости за счет уменьшения расхода;

$C_{ПОЛ(БАЗ.)}$ ;  $C_{ПОЛ(ПРОЕКТ.)}$  – полная себестоимость изготовления узла по базовой и проектируемой технологии, руб. указана в таблице;

$N$  – годовая программа, шт.

$$\mathcal{E}_Г = (51358,84 - 49326,51) \cdot 2000 = 4064660 \text{ руб.}$$

					ДП 44.03.04.602 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		64



По изготовлению детали можно рассчитать следующие технико-экономические показатели:

- трудоемкость изготовления детали;
- коэффициент использования основных материалов;
- материалоемкость;
- сдельная расценка;
- полная себестоимость изготовления детали;
- годовой экономический эффект.

В первый год экономический эффект при замене на автоматическую сварку под флюсом составит 4064660 рублей.

Таблица 22 – Техничко-экономические показатели проекта

Показатели	Единица измерения	Величина показателя		Изменения показателя по сравнению с базовым вариантом увеличение (+); уменьшение (-)
		Базовый вариант	Проектируемый вариант	
1	2	3	4	5
1. Годовой выпуск продукции	Шт.	2000	2000	
2. Численность рабочих	Чел.	3	1	-2
3. Количество оборудования	Шт.	3	1	-2
4. Трудоемкость годового объема продукции	Норм-ч	6400	2500	-3540
5. Материалоемкость годового объема продукции	Т.	0,89	0,9	0,01
6. Коэффициент загрузки оборудования	%	1	1	
7. Капитальные вложения в оборудование	Руб.	288960	3808000	918400
8. Полная себестоимость	Руб./шт	51358,84	493260,51	2032,6
9. Полная себестоимость производственной программы выпуска	Руб.	102717680	98659020	4064660

Окончание таблицы 22

1	2	3	4	5
10. Прибыль	Руб.	3046377,2	30484950	211780
11. Срок окупаемости	год		1,2	
12. Годовой экономический эффект	Руб.	2117,8		

Срок окупаемости

$$T_{ок} = K/П$$

$$T_{ок} = 3808000/3048495 = 1,2$$

Рентабельность рассчитывается по формуле:

$$P = П/С_{П} \quad (68)$$

$$P = 3048485/98653020 = 0,023$$

Чистый дисконтированный доход (ЧДД) рассчитывается по формуле:

$$ЧДД = \sum_{t=1}^n ПРt \cdot - K \quad (69)$$

где  $t$  – Шаг расчетного периода проекта,  $t = 0 \div n$ ;

$E$  – Норма дисконта;

$K$  – капиталовложения по проекту, руб.

Если ЧДД > 0, то проект целесообразен, если ЧДД < 0, то проект нерентабелен.

$$ЧДД = 3048495 \cdot 0,909 - 380800 = 2390281,9 \text{ руб.}$$

В первый год чистый дисконтированный доход при замене на автоматическую сварку под слоем флюса составит 2390281,9 рублей.

					ДП 44.03.04.602 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		66

### 3 Методическая часть

В технологической части разработанного дипломного проекта разработана технология сборки и сварки опорной стойки . В процессе разработки предложена замена полуавтоматической электродуговой сварки опорной стойки на автоматическую сварку под флюсом с использованием роботизированной сварочной установки. Для осуществления данного технологического процесса разработана технология, предложена замена сборочного и сварочного оборудования на более современное, что позволяет использовать сварочных роботов для производства процесса сварки. Реализация разработанной технологии предполагает подготовку рабочих, которые могут осуществлять эксплуатацию, наладку, обслуживание и ремонт предложенного оборудования.

К сварочным работам по проектируемой технологии допускаются рабочие по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением» уровень квалификации- 3. В базовой технологии работы выполнялись рабочими по профессии «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го разряда), в связи с этим целесообразно разработать программу переподготовки рабочих сварочной специализации и провести данную программу в рамках промышленного предприятия.

Для разработки программы переподготовки необходимо изучить и проанализировать такие нормативные документы как Профессиональные стандарты.

Профессиональный стандарт является новой формой определения квалификации работника по сравнению с единым тарифно-квалификационным справочником работ и профессий рабочих и единым квалификационным справочником должностей руководителей, специалистов и служащих.

Профессиональные стандарты применяются:

– работодателями при формировании кадровой политики и в управлении персоналом, при организации обучения и аттестации работников, разработке должностных инструкций, тарификации работ, присвоении тарифных разрядов

					<i>ДП 44.03.04.602 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		67

работникам и установлении систем оплаты труда с учетом особенностей организации производства, труда и управления;

- образовательными организациями профессионального образования при разработке профессиональных образовательных программ;
- при разработке в установленном порядке федеральных государственных образовательных стандартов профессионального образования.

### **3.1 Сравнительный анализ Профессиональных стандартов**

В данном случае рассмотрим следующие профессиональные стандарты:

1. Профессиональный стандарт «Сварщик» (код 40.002, рег. № 14, приказ Минтруда России № 701н от 28.11.2013 г., зарегистрирован Минюстом России 13.02.2014г., рег. № 31301)

2. Профессиональный стандарт «Сварщик-оператор полностью механизированной, автоматической и роботизированной сварки» (код 40.109, рег.№ 664, Приказ Минтруда России № 916н от 01.12.2015 г., зарегистрирован Минюстом России 31.12.2015 г., рег. № 40426).

На первом этапе рассмотрим функциональную карту видов трудовой деятельности по профессии «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го разряда), так как в базовой технологии сварочные работы осуществляются с применением полуавтоматической сварки в среде защитных газов.

В таблице 1 приведены выписки из Профессиональных стандартов, характеризующие трудовые функции рабочих профессий: «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го разряда) и «Оператор автоматической сварки плавлением».

					<i>ДП 44.03.04.602 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		68

Таблица 23 – Функциональные характеристики рабочих профессий «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го разряда) и «Оператор автоматической сварки плавлением»

Характеристики	Сварщик частично механизированной сварки плавлением	Оператор автоматической сварки плавлением
Трудовая функция	Частично механизированная сварка (наплавка) плавлением сложных и ответственных конструкций (оборудования, изделий, узлов, трубопроводов, деталей) из различных материалов (сталей, чугуна, цветных металлов и сплавов), предназначенных для работы под давлением, под статическими, динамическими и вибрационными нагрузками	Полностью механизированная и автоматическая сварка плавлением металлических материалов
Трудовые действия	Проверка работоспособности и исправности сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением, настройка сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением с учетом его специализированных функций (возможностей). Выполнение частично механизированной сварки (наплавки) плавлением сложных и ответственных конструкций	Изучает производственное задание, конструкторскую и производственно-технологическую документации. Готовит рабочее место и средства индивидуальной защиты. Проверяет работоспособность и исправность сварочного оборудования, для частично механизированной сварки (наплавки)
Необходимые умения:	Проверять работоспособность и исправность сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением, настраивать сварочное оборудование для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением и осуществлять его подготовку.	Определять работоспособность, исправность сварочного оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением и осуществлять его подготовку. Применять сборочные приспособления для частично механизированной сварки

Окончание таблицы 23

1	2	3
Необходимые знания	<p>Специализированные функции (возможности) сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением.</p> <p>Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений сложных и ответственных конструкций, выполняемых частично механизированной сваркой (наплавкой) плавлением.</p>	<p>Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых полностью механизированной и автоматической сваркой плавлением и обозначение их на чертежах.</p> <p>Устройство сварочного и вспомогательного оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов.</p>
Другие характеристики:	<p>Область распространения частично механизированной сварки (наплавки) плавлением в соответствии с данной трудовой функцией: сварка дуговая под флюсом</p>	<p>Область распространения в соответствии с данной трудовой функцией: сварка дуговая под флюсом</p>
Характеристики выполняемых работ:	<p>прихватка элементов конструкции частично механизированной сваркой плавлением во всех пространственных положениях сварного шва;</p> <p>частично механизированная сварка (наплавка) плавлением сложных и ответственных конструкций выполняемых частично механизированной сваркой.</p>	

Вывод: результатом сравнения функциональных карт рабочих по профессиям «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го разряда) и «Оператор автоматической сварки плавлением» является следующее:

Необходимые знания:

Устройство различных сварочных полуавтоматов, плазмотронов и источников питания; основы электротехники в пределах выполняемой работы; способы испытания сварных швов; марки и типы сварочных материалов; виды дефектов в свар-

ных швах и методы их предупреждения и устранения; влияние режимов сварки на геометрию сварного шва; механические свойства свариваемых металлов.

Необходимые умения:

- Чтение чертежей
- Владеть техникой полностью механизированной и автоматической сварки.
- Контролировать процесс полностью механизированной и автоматической сварки плавлением и работу сварочного оборудования.
- Электрические схемы и конструкции различных типов сварочных автоматов и источников питания; механические и технологические свойства свариваемых металлов, включая высоколегированные стали; механические свойства наплавленного металла; технологическую последовательность наложения швов и режим сварки; виды дефектов в сварных швах, причины их возникновения и методы устранения; способы контроля и испытания ответственных сварных швов.

На основании выявленного сравнения возможно разработать содержание краткосрочной подготовки по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением» и провести данную работу в рамках промышленного предприятия без отрыва от производства.

### **3.2 Разработка учебного плана переподготовки по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением»**

В соответствии с рекомендациями Института развития профессионального образования учебный план для переподготовки рабочих предусматривает наименование и последовательность изучения предметов, распределение времени на теоретическое и практическое обучение, консультации и квалификационный экзамен. Теоретическое обучение при переподготовке рабочих содержит экономический, общепромышленный и специальный курсы. Соотношение учебного времени

					<i>ДП 44.03.04.602 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		71

на теоретическое и практическое обучение при переподготовке определяется в зависимости от характера и сложности осваиваемой профессии, сроков и специфики профессионального обучения рабочих. Количество часов на консультации определяется на местах в зависимости от необходимости этой работы. Время на квалификационный экзамен предусматривается для проведения устного опроса и выделяется из расчета до 15 минут на одного обучаемого. Время на квалификационную пробную работу выделяется за счет практического обучения.

Исходя из сравнительного анализа Профессиональных стандартов и рекомендаций Института развития профессионального образования, разработан учебный план переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением», который представлен в таблиц 23 Продолжительность обучения одного месяц.

Таблица 24 - Учебный план переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением» 4-го уровня

Номер раздела	Наименование разделов тем	Количество часов всего
1.	ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБУЧЕНИЕ	48
1.1	Основы экономики отрасли	4
1.2	Материаловедение	4
1.3	Основы электротехника	2
1.4	Чтение чертежей	2
1.5	Спецтехнология	36
2.	ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБУЧЕНИЕ	128
2.1	Упражнения по автоматической сварке и наплавке несложных деталей на учебно-производственном участке	48
2.2	Работа на предприятии	66
	Консультации	6
	Квалификационный экзамен	8
	ИТОГО	176

Реализация разработанного учебного плана осуществляется отделом технического обучения предприятия.

					ДП 44.03.04.602 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		72



### 3.3 Разработка учебной программы предмета «Спецтехнология»

Основной задачей теоретического обучения является формирование у обучаемых системы знаний об основах современной техники и технологии производства, организации труда в объеме, необходимом для прочного овладения профессией и дальнейшего роста профессиональной квалификации рабочих, формировании ответственного отношения к труду и активной жизненной позиции. Программа предмета «Спецтехнология» разрабатывается на основе Профессионального стандарта, учебного план переподготовки и учета требований работодателей.

Таблица 25 – Тематический план предмета «Спецтехнология»

№ п/п	Наименование темы	Кол-во часов
1	Источники питания для автоматической сварки плавлением	6
2	Стандартное оборудование	6
3	Оборудование для автоматической сварки под флюсом	6
3.1	Устройство и основные узлы роботизированного сварочного автомата под флюсом	2
3.2	Типовые конструкции сварочной головки	2
4	Технология автоматической сварки под флюсом	6
4.1	Особенности автоматической сварки под флюсом	1
4.2	Особенности сварки углеродистых и низколегированных сталей	1
4.3	Режимы автоматической сварки под флюсом	2
4.4	Электрические схемы автоматов для сварки под флюсом	2
5	Контроль качества сварных швов	6
6	Техника безопасности при работе на автоматических сварочных установках	6
	Итого:	46

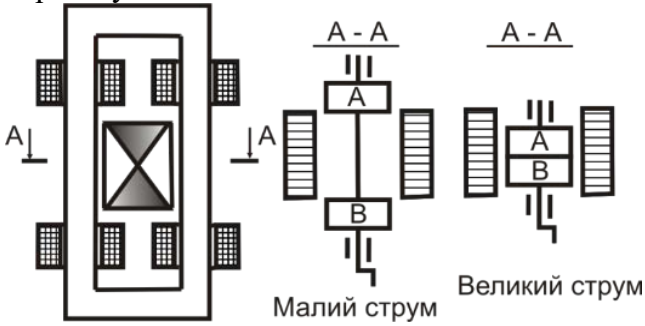
В данной программе предусматривается изучение технологии и техники автоматической сварки, устройство работы и эксплуатации оборудования различных типов, марок и модификаций.

					<i>ДП 44.03.04.602 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		73

Таблица 26- план-конспект урока

Планы занятия, затра-ты времени	Содержание учебного материала	Методическая деятельность
1	2	3
Организационный момент 5 минут	Здравствуйте, прошу вас садитесь, приготовьте тетради и авторучки.	Приветствую обучающихся, проверяю явку и готовность к занятию.
Подготовка обучающихся к изучению нового материала 5 минут	Тема раздела сегодняшнего занятия «Оборудование для автоматической сварки плавлением» Тема занятия: «Устройство и основные узлы механизированной сварочной установки». Цель нашего занятия: «Формирование знаний об устройстве и основных узлах роботизированного сварочного комплекса, его назначение и принцип работы».	Сообщаю тему раздела и занятия, объясняю значимость изучения темы. Мотивирую на продуктивность работы на занятии. Озвучиваю цель урока.
Мотивация 5 минут		
Актуализация опорных знаний 10 минут		Предлагаю ответить на вопросы по желанию, если нет желающих, опрашиваю выборочно.



1	2	3
	<p>3, 8;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- кассети 1 для электродной приволоки с тормозным механизмом против вращения кассеты поинерции;</li> <li>- механизм подъема для регулирования положения мундштука по высоте (привод механический с передачей винт-гайка, а также привод от асинхронного двигателя 4);</li> <li>- механизм подачи электродной проволоки (привод от асинхронного двигателя 7, скорость подачи регулируется ступенчато с помощью сменных шестерен);</li> <li>- правильно-прижимной механизм 6 для выпрямления электродной проволоки и прижима его к ролику механизма подачи;</li> <li>- мундштук 9, у которого имеется концентрическое отверстие для сыпки флюса 10 и поверхность с прижимным роликовым механизмом (ролик установлен на подпружиненном рычаге, через который подводится ток к электроду);</li> <li>- пульт управления 5, на передней панели которого расположены все органы управления и приборы.</li> </ul> <p>Источник питания – сварочный трансформатор СТ-500 с раздвижным магнитным шунтом. В режиме малых токов (части А и В соединены и находятся между первичными и вторичными обмотками) основная часть магнитного потока, который формируется сетевыми обмотками трансформатора, проходит через шунт.</p>  <p>Рисунок 9 – Схема сварочного трансформатора с раздвижным магнитным шунтом</p>	<p>Записываем основные моменты.</p> <p>Обращаю внимание обучаемых на плакат. Обучаемые внимательно рассматривают робот-манипулятор на плакате. Рассказываю и показываю устройство робота-манипулятора, при этом использую плакат.</p>

Продолжение таблицы 26

1	2	3
	<p>По мере раздвигания магнитного шунта и вывод его за границы магнитопровода трансформатора магнитный поток, который проходит сквозь него, будет уменьшаться, а связь между первичными и вторичными обмотками - увеличиваться, вследствие этого увеличится сварочный ток.</p> <p>Ток ориентировочно определяется по указателю на трансформаторе, точнее - по амперметру при сварке.</p> <p><b>Порядок работы на автомате</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Заполнить флюсо систему флюсом необходимой марки, подвергнуть испытанию подачу флюса в зону сварки.</li> <li>2. Заправить кассету бухтой сварочной проволоки, выставить ролики правильно-прижимного механизма и механизма подачи электродной проволоки.</li> <li>3. Установить изделие, которое будет свариваться. Проверить параллельность стыка и движения головки, для чего вручную передвинуть головку вперед - назад.</li> <li>4. Установить режим сварки: ток, скорость подачи электродной проволоки, скорость сварки.</li> <li>5. Подвести сварочную головку в начало шва. Установить высоту мундштука над изделием так, чтобы вылет электрода был соответствующим его диаметру (высота слоя флюса должна быть 40...60 мм). Кнопками "↑", "↓" упереть электродную проволоку в изделие. Включить автоматическое перемещение головки.</li> <li>6. Включить сварку нажатием кнопки "Пуск" и сразу ее отпустить.</li> <li>7. Проварив шов, прекратить сварку. Для этого при приближении головки к краю шва нажать сначала кнопку "Стоп 1", заварить кратер и через 1...2 с нажать кнопку "Стоп-2", не отпуская кнопки "Стоп-1".</li> <li>8. Отвести сварочную головку, ссыпать остатки флюса, после охлаждения удалить шлаковую корку.</li> </ol>	<p>По ходу объяснения прошу записать составляющие робот-манипулятора.</p> <p>Диктую объяснение составных частей. Обращаю внимание на скорость конспектирования. Прерываю свою речь, потом повторяю.</p>

Окончание таблицы 26

1	2	3
Первичное за-крепление матери-ала 10 минут	Теперь запишем домашнее зада-ние, повторить §11.4. Автоматы для сварки под флюсом, по учебнику В.С. Виноградов- «Оборудование и технология дуговой автоматической и механизированной сварки»	Разбираем домашние зада-ние, что нужно повторить к следующей теме.

Методическая часть дипломного проекта является самостоятельной творче-ской деятельностью педагога профессионального образования. Выполнив мето-дическую часть дипломного проекта:

- изучили и проанализировали профессиональный стандарт по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением»;
- составили учебный план для профессиональной переподготовки рабочих по профессии «Сварщик частично механизированной сварки плавлением»
- разработали тематический план предмета «Спецтехнология»;
- разработали план-конспект урока по предмету «Спецтехнология», в кото-ром максимально использовали результаты разработки технологического раздела дипломного проекта;
- разработали средства обучения для выбранного занятия.

Считаем, что данную разработку, возможно, использовать в процессе пере-подготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлени-ем», ее содержание способствует решению основной задачи профессионального образования – подготовки высококвалифицированных, конкурентоспособных кадров рабочих профессий.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дипломном проекте предложено усовершенствовать технологию сварки на автоматическую под флюсом. Проведена оценка планируемых результатов и сравнительный анализ с существующей на предприятии технологии.

Кроме того, предложена методическая разработка по обучению персонала для работы на установке для автоматической сварки опорной стойки.

Технические оценки, полученные в результате исследования, подтверждают актуальность проектной разработки, социальную и экономическую значимость для предприятия. Произведённые в работе экономические расчёты показали, что внедрение автоматической сварки является одним из перспективных направлений к повышению конкурентоспособности продукции за счёт снижения её себестоимости с одновременным повышением качества изготовления.

Таким образом, можно считать, что задачи дипломного проекта выполнены и цели достигнуты

					<i>ДП 44.03.04.602 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		79

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Фрумин, И.И. Автоматическая электродуговая наплавка / И.И.Фрумин. – Харьков: Metallurgizdat, 1961. – 422 с.
- 2 Винокурова, В.А. Справочник сварка в машиностроении: В 4-х т. / под ред. В.А. Винокурова. - М.: Машиностроение, 1979.  
Т.1. – 504с.  
Т.2.- 462с.  
Т.3. – 567с.
- 3 Зубченко, А. С. Марочник сталей и сплавов / под ред. А. С. Зубченко. М.: Машиностроение, 2003. – 784 с.
- 4 Верховенко Л.В. Справочник сварщика / Л.В. Верховенко, А.К. Туккин.: 2-е изд.. перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1990. – 480 с.
- 5 Чвертко, А.И. Оборудование для механизированной дуговой сварки и наплавки / А.И.Чвертко, В.Е. Патон, В.А. Тимченко. – М.: Машиностроение, 1981. –264 с.
- 6 Толстов, И.А. Повышение работоспособности инструмента горячего деформирования / И.А. Толстов, А.В. Пряхин, В.А. Николаев.– М. : Металлургия, 1990. – 143 с.
- 7 Крагельский, И.В. Трение и износ в машинах / И.В. Крагельский. – М: Машгиз, 1962. – 382 с.
- 8 Потапов, Н.Н. Основы выбора флюсов при сварке сталей/ Н.Н. Потапов.– М.: Машиностроение, 1979. – 168 с.
- 9 Акулов А.И. Технология и оборудование сварки плавлением для студентов вузов / А.И. Акулов, Г.А. Бельчук, В.П. Демянцевич. - М.: Машиностроение, 1977. – 432с.
- 10 Багрянский, К.В. Теория сварочных процессов / К.В Багрянский, З.А. Добротина, К.К. Хренов. - Киев.: Высшая школа, 1976. – 424 с.
- 11 Сварка в СССР / под ред. В.А. Винокурова: в 2 т. : - М.: Наука, 1981. - Т.2. – 540 с.

					<i>ДП 44.03.04.602 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		80



12 Меликов, В. В. Многоэлектродная наплавка / В. В Меликов. - М.: Машиностроение, 1988. – 144 с.

13 Справочное пособие по нормированию материалов и электроэнергии для сварочной техники / В.М. Рыбаков, Ю.В. Ширшов. - М.: Машиностроение, 1972. - 52 с.

14 Колганов Л.А. Сварочное производство/ Л.А. Колганов. - Ростов н/Д: Феникс, 2002. - 145с.

15 Компьютерное проектирование и подготовка производства сварных конструкций: Под редакцией С.А. Курика, В.М. Ховова.- М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002.-253с.

16 Куркин С.А. Сварные конструкции. Технология изготовления, механизация, автоматизация и контроль качества в сварочном производстве./С.А. Куркин, Г.А. Николаев. – М.: Высш. Шк., 1991.- 385с.

17 Куркин С.А. Технология, механизация и автоматизация производства сварных конструкций./ С. А. Куркин, В. М. Ховов, А.М.Рыбчук. – Атлас-М.: Машиностроение, 1989.- 385с.

18 Рыжков Н.И. Производство сварных конструкций в тяжелом машиностроении./ Н.И. Рыжков. – М.: Машиностроение, 1980.- 486с.

19 Багрянский, К.В. Теория сварочных процессов /К.В. Багрянский, З.А. Добротина, К.К. Хренов, –Киев: Высш. Шк., 1976. – 424 с.

20 Блинов А.Н. Организация и производство сварно-монтажных работ./ А.Н. Блинов, К.В. Лялин. – М.: Стройиздат, 1988.- 320с.

21 Блинов А.Н.Сварные конструкции./ А.Н. Блинов, К.В. Лялин. – М.: Стройиздат, 1990.- 213с.

22 Проектирование сварных конструкций в машиностроении./Под ред. Куркина С.А. – М.: Машиностроение, 1975.- 423с.

23 Верентик Л.Д. Технологичность сварных конструкций/Л.Д. Верентик. – Харьков: Прапор, 1970.- 234с.

24 Красовский, А.И. Основы проектирования сварочных цехов / А.И.

					<i>ДП 44.03.04.602 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		81

Красовский. - М.: Машиностроение, 1980. – 230 с.

25 Нормативы времени и режимы сварки по флюсом и в защитных газах. - Екатеринбург: Уралмашзавод, 2004. – 50 с.

26 Гуревич, С.М.Справочник по сварке металлов/ С.М.Гуревич.- Киев: Наукова думка, 1981. – 608 с.

27 Милютин, В.С. Источники питания для сварки / В.С. Милютин, В.А. Коротков. - Челябинск: Metallurgia Урала, 1999. – 242 с.

28 Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т.Т3. / В.И. Анурьев. -5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1980.-557с.

29 Бордовская, Н.В.Педагогика: учеб.для вузов./Н.В. Бордовская, А.А. Реан. – СПб.: Питер, 2003.-304с.

30 Патон, Е.О. Инструкция по нормированию расхода материалов при сварке и наплавке (типовая) ТИ143-86 - Киев: ИЭС им. Патона, 1986.- 44с.

					<i>ДП 44.03.04.602 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		82