

Министерство науки и высшего образования 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
«____» _____ 201__ г.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ И СВАРКИ ПАНЕЛИ ТОПКИ КОТЛА

Пояснительная записка ВКР
направления подготовки 44.03.04.017 Профессиональное обучение
(по отраслям)
профиля Машиностроение и материалобработка
профилизации Технологии и технологический менеджмент в сварочном
производстве

Идентификационный код ВКР: 017

Исполнитель:
студент группы ЗСМ-405С

Э.В.Лаубах

Руководитель:
доц., канд. техн. наук

Н.И.Ульяшин

Екатеринбург 2019

ДП 44.03.04.118 ПЗ

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата				
Разраб.	Акулов				Разработка технологии сборки и сварки корпуса барабана мостового крана	Литера	Лист	Листов
Провер	Плаксина							
Рук.								
Н.	Билалов							
Утв.	Гузанов							
						ФГАОУ ВО РГГПУ, ИИПО каф ИММ 3СМ-405С		

Инв. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	N документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.017 ПЗ

АННОТАЦІЯ

Инв. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	N документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.017 ПЗ

Лист

2

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
1 Технологическая часть.....	6
1 Назначение, определение и характеристика изделия.....	6
1.1 Назначение и описание изделия.....	6
1.2 Характеристика основного материала.....	8
1.2.1 Химический состав.....	9
1.2.2 Оценка свариваемости основного металла.....	9
1.2.3 Вывод.....	13
1.2.4 Выбор способа сварки.....	13
1.3 Выбор сварочных материалов.....	17
1.3.1 Выбор сварочной проволоки.....	17
1.3.2 Выбор защитного газа.....	18
1.4 Выбор сварного соединения.....	18
1.5 Параметры режима .сварки.....	19
1.6. Расчёт склонности металла шва к трещинообразованию.....	19
1.6.1 Расчёт химического состава металла шва по смешению.....	20
1.6.2 Оценка склонности металла шва к горячим трещинам и металла околошовной зоны к холодным трещинам.....	21
1.7 Расчёт механических свойств металла шва.....	23
1.7Режим сварки.....	25
1.7.1 Расчет режимов дуговой сварки шва С7.....	29
1.8 Технология изготовления.....	33
1.8.1 Слесарная.....	34
1.8.2 Резка.....	34
1.8.3 Сборочная.....	34
1.8.4 Транспортировочная.....	36
1.8.5 Кантовочная.....	36
1.8.6 Установочная.....	37

Изм.					
Лист					
N документа					
Подпись					
Дата					

ДП 44.03.04.017 ПЗ

1.8.7 Сварка.....	37
1.8.8 Контрольная.....	38
1.8.9 Термообработка.....	40
1.8.10 Контроль твёрдости.....	40
1.9.Оборудование.....	41
1.9.1 Выбор сварочного аппарата	45
2 Методическая часть.....	47
2.1 Сравнительный анализ Профессиональных стандартов.....	48
2.2 Разработка учебного плана переподготовки по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением».....	55
2.3 Разработка учебной программы предмета «Спецтехнология».....	56
2.4 Разработка плана - конспекта урока	57
2.5 Заключение.....	64
Список использованных источников	65

Инв. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подпись и дата	ДП 44.03.04.017 ПЗ					Лист
										4
Изм.	Лист	N документа	Подпись	Дата						

ВВЕДЕНИЕ

Основной проблемой при изготовлении панелей из плавниковых труб является сварка продольных сварных соединений. Большое количество и продолжительность сварных швов при механизированном способе сварки негативно влияет на вероятность получения дефектной продукции, так как влияние человеческого фактора отрицательно сказывается при большом объеме сварочных работ. В результате, 60% производимых изделий подлежат исправлению сварных дефектов, что приводит к дополнительным временным и экономическим затратам, снижая производительность и повышая себестоимость продукции.

С целью повышения качества, производительности и культуры производства, необходимо автоматизировать технологию сварки блока плавниковых труб.

В настоящее время в условиях рыночной экономики, очевидно, что профессиональное образование должно ориентироваться на эффективную подготовку рабочих, обладающих высоким уровнем профессионализма и компетентности. Речь идет о формировании рабочих-профессионалов, способных возродить экономику, и главное в этом процессе – не объем получаемой информации, а умение творчески находить, усваивать и пользоваться ею. Это еще раз ставит перед профессиональными учебными заведениями задачи по коренному улучшению постановки теоретического и производственного обучения учащихся, повышения эффективности методов его осуществления. Сейчас трудно назвать отрасль народного хозяйства, где бы ни применялся тот или иной способ сварки. Выполнение качественной работы по сварке конструкций невозможно без знаний теории и технологии различных видов сварки, о применяемом оборудовании, сварочных материалах и пр. Таким образом, актуальным становится разработка методического обеспечения для использования активных методов обучения, которые способствуют стимулированию интереса к будущей профессии, развивают мышление, активность, самостоятельность и инициативу

Изн. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Изн. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	N документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.017 ПЗ

Лист

5

1 Назначение, определение и характеристика изделия

1.1 Назначение и описание изделия

В топочных камерах современных котлов одновременно с процессом горения происходит передача теплоты от образующихся высокотемпературных продуктов сгорания трубам, покрывающим стены топки и получившим название топочных экранов или панелей. Газоплотность котлов обеспечивается надёжной сваркой в единую камеру всех блоков газоплотной панели.

Панели бывают гладкотрубными (рисунок 1.1,а), плавниковыми (рисунок 1.1,б) или трубами с вваренными проставками (рисунок 1.1,в).

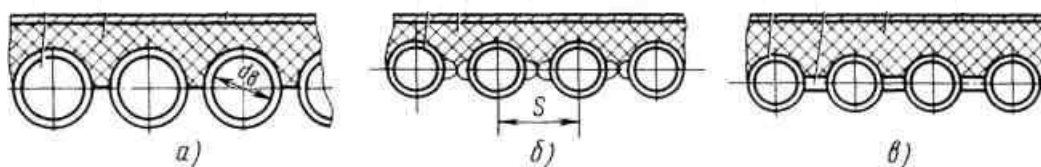


Рисунок 1.1 – Разновидности панелей

При последних двух экранных системах топка представляет жёсткую раму из цельносварных, газоплотных панелей с уменьшенной общей массой. Плавники труб и вваренные проставки обеспечивают более эффективный теплоперенос, что увеличивает КПД котла.

При использовании панели из плавниковых труб, значительно снижается трудоёмкость изготовления, ввиду уменьшения длины сварных швов в 2 раза по сравнению с вариантами сварки проставок, что влияет на качество изготовления изделия.

Инов. N подл.	Подпись и дата
Взам. инв. N	Инов. N дубл.
Подпись и дата	Инов. N дубл.
Инов. N подл.	Инов. N дубл.

Изм.	Лист	N документа	Подпись	Дата
------	------	-------------	---------	------

ДП 44.03.04.017 ПЗ

Из проведённого анализа можно сделать вывод, что изготовление панели состоящей из плавниковых труб наиболее актуально на сегодняшний день. При изготовлении, ремонте, реконструкции котлов и котельного оборудования станции будут отдавать предпочтение именно данной конструкции экранной системы, следовательно на заводах занимающихся данной отраслью, появляется необходимость автоматизация процесса по изготовлению данного изделия.

Изготовление панели осуществляется блоками, так как это наиболее удобно для транспортировки и монтажа.

Блок плавниковых труб является частью газоплотной панели топки котла и состоит из сорока сваренных между собой плавниковых труб.

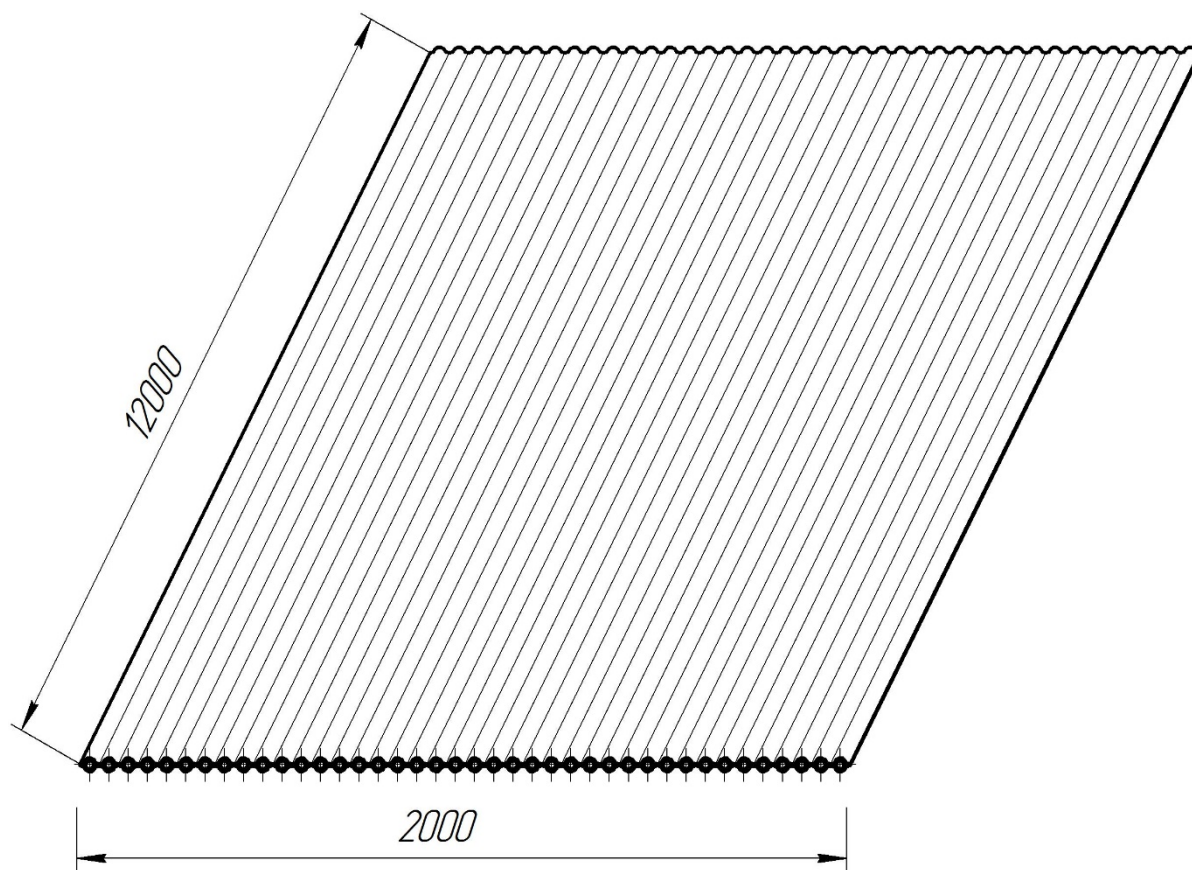


Рисунок 1.2 – Эскиз изделия

В качестве заготовки служит плавниковая труба, поставляемая по

Инов. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Инов. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	N документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.017 ПЗ

ТУ 14-3-341-75. Ниже приведены геометрические параметры трубы.

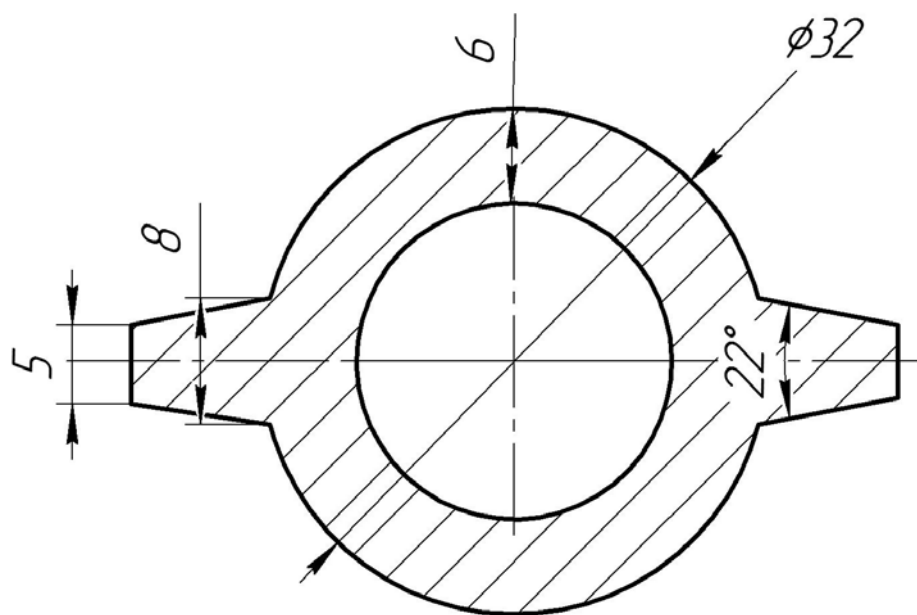


Рисунок 1.3 – Эскиз плавниковой трубы

Технические требования к изготовлению:

500мм с каждой стороны панели должны оставаться несваренными;

Максимальная расчётная температура среды 570 °С;

Рабочее давление 25,5 МПа;

Пробное давление при гидроиспытании 45 МПа;

Требования к сварке принять в соответствии с РД 2730.940.102-92 и РД 153-34.1-003-01

Требования к контролю сварных соединений принять в соответствии с РД 2730.940.103-92

1.2 Характеристика основного материала

Инв. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подпись и дата
Изм.	Лист	N документа	Подпись	Дата
ДП 44.03.04.017 ПЗ				Лист
				8

Так как изделие работает при повышенных температурах, проектом предусмотрена теплоустойчивая сталь перлитного класса 12Х1МФ, работающая при температурах до 580 °С.

1.2.1 Химический состав и механические свойства основного материала

Химический состав по ТУ 14-3-341-75 (Таблица 1):

Таблица-1 Химический состав [9]

- Углерод	(C) – от 0,1 до 0,15 %
- Кремний	(Si) – от 0,17 до 0,37 %
- Марганец	(Mn) – от 0,4 до 0,7 %
- Хром	(Cr) – от 0,9 до 1,2 %
- Сера	(S) – до 0,025 %
- Фосфор	(P) – до 0,025 %
- Молибден	(Mo) – от 0,25 до 0,35%
- Никель	(Ni) – до 0,025 %
- Ванадий	(V) – от 0,15 до 0,3%
- Медь	(Cu) – до 0,2%

Таблица-2 Механические свойства [9]

- Временное сопротивление разрыву (σ_b) – не менее 441 МПа	- Предел текучести (σ_t) – 255 МПа
- Относительное удлинение (δ_s) – 19 %	- Относительно сужение (ψ) – 50 %
- Предел текучести (σ_t) – 255 МПа	- Ударная вязкость (КСУ) – 88 Дж/см ²

1.2.2 Оценка свариваемости основного материала

Свариваемость рассматривается как свойство материалов характеризующее их реакцию на сварочный термомеханический цикл.

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.017 ПЗ

Лист

9

Невозможно полностью оценить свариваемость, так как не существует методики, по которой полностью возможно ответить на данный вопрос. Несмотря на данный факт, применяются методики, оценивающие вероятность появления отдельных дефектов, в зависимости от конкретных условий.

С целью предупреждения трещинообразования производится расчёт оценки появления горячих и холодных трещин.

Для расчёта основного материала на склонность к горячим трещинам используется расчёт показателя Уилкинсона [10]:

$$HCS = \frac{C \cdot (S + P + Si/25 + Ni/100) \cdot 10^3}{3Mn + Cr + Mo + V} \quad (1.1)$$

Для различных сталей условие появления горячих трещин меняется:

- для сталей с временным сопротивлением разрыву (σ_b) менее 600 МПа вероятность возникновения трещин велика при $HCS > 4$;
- для сталей с временным сопротивлением разрыву (σ_b) более 600 МПа вероятность возникновения трещин велика при $HCS > 2$;

$$HCS = \frac{0,15 \cdot \left(0,025 + 0,025 + \frac{0,37}{25} + \frac{0,025}{100} \right) \cdot 1000}{3 \cdot 0,4 + 0,9 + 0,25 + 0,15} = 3,9$$

Расчёт производился при неблагоприятном сочетании концентраций элементов в металле и показатель трещинообразования HCS не превысил критического значения для данной марки стали. Исходя из результата оценки на склонность к горячим трещинам можно сделать вывод, что вероятность к горячим трещинам не велика.

Инов. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Инов. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	N документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.017 ПЗ

Для оценки склонности основного металла к образованию холодных трещин выполнен расчёт коэффициента трещинообразования по параметрическому уравнению Ито-Бессю [10]:

$$P_{\omega} = P_{см} + \frac{H_{2л}}{60} + \frac{K}{40 \cdot 10^4} \quad (1.2)$$

где $H_{гд}$ - количество диффузионного водорода в металле, установленное глицериновым методом, мл/100г;

K – коэффициент интенсивности жесткости, Н/(мм) ;

$P_{см}$ – эквивалентное содержание углерода, % .

Расчёт эквивалентного содержания углерода производится по формуле:

$$P_{см} = C + \frac{Si}{30} + \frac{Mn}{20} + \frac{Cr}{20} + \frac{Cu}{20} + \frac{Ni}{60} + \frac{Mo}{15} + \frac{V}{15} + 5 \cdot B, \% \quad (1.3)$$

$$P_{см} = 0,15 + \frac{0,37}{30} + \frac{0,70}{20} + \frac{1,2}{20} + \frac{0,2}{20} + \frac{0,025}{60} + \frac{0,35}{15} + \frac{0,3}{15} = 0,27 \%$$

Для определения количества диффузионного водорода используются следующая зависимость:

$$H_{2л} = 0,64 \cdot H_{мис} - 0,93, \text{ мл/100г} \quad (1.4)$$

где $H_{мис}$ - количество диффузионного водорода в металле, установленное международном институтом сварки, мл/100г;

При разных способах сварки данный критерий различен:

- а) для сварки под флюсом $H_{мис} = 5$ мл/100 г металла;
- б) для сварки в газах $H_{мис} = 8$ мл/100 г металла;
- в) для ручной дуговой сварки $H_{мис} = 7$ мл/100 г металла.

$$H_{2л} = 0,64 \cdot 5 - 0,93 = 4,83 \text{ мл/100г} - \text{ для сварки под флюсом};$$

Инов. N подл.	Подпись и дата
Взам. инв. N	Инов. N дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	N документа	Подпись	Дата
------	------	-------------	---------	------

$$H_{2л} = 0,64 \cdot 8 - 0,93 = 4,83 \text{ мл/100г} - \text{ для сварки в газах;}$$

$$H_{2л} = 0,64 \cdot 7 - 0,93 = 4,83 \text{ мл/100г} - \text{ для ручной дуговой сварки.}$$

Расчёт коэффициента интенсивности жёсткости производится по формуле:

$$K = K_0 \cdot \delta, \text{ Н/(мм} \cdot \text{мм)} \quad (1.5)$$

где K_0 – постоянная, равная для стали $K_0=685$;

δ – толщина стали, мм;

$$K = 685 \cdot 7 = 4795 \text{ Н/(мм} \cdot \text{мм)}$$

Оценка коэффициента трещинообразования для различных способов сварки:

$$P_{\omega} = 0,27 + \frac{2,27}{60} + \frac{4795}{40 \cdot 10^4} = 0,22\% - \text{ для сварки под флюсом;}$$

$$P_{\omega} = 0,27 + \frac{4,1}{60} + \frac{4795}{40 \cdot 10^4} = 0,35\% - \text{ для сварки в газах;}$$

$$P_{\omega} = 0,27 + \frac{3,55}{60} + \frac{4795}{40 \cdot 10^4} = 0,32\% - \text{ для ручной дуговой сварки;}$$

При $P_{\omega} > 0,286$ – металл склонен к образованию холодных трещин [5]. Таким образом при ручной дуговой сварки и сварки в газах сталь 12Х1МФ имеет вероятность появления холодных трещин.

С учётом химического состава металла рассчитана температура предварительного подогрева:

$$T_n = 1440 \cdot P_{\omega} - 392, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (1.6)$$

Инв. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подпись и дата	Изм.	Лист	N документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.017 ПЗ	Лист
											12

Температура подогрева для сварки в газах:

$$T_n = 1440 \cdot 0,32 - 392 = 110 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Температура подогрева для ручной дуговой сварки:

$$T_n = 1440 \cdot 0,35 - 392 = 120 \text{ } ^\circ\text{C}$$

1.2.3 Вывод

Подогрев до 110 °С нам необходим чтобы было меньше первоначальное вложение тепла в изделие, что позволит меньше коробить изделие.

Процесс пульсации дуги обеспечивает необходимое проплавление благодаря току импульса и меньший ввод теплоты благодаря току паузы. Благодаря своеобразному импульсному режиму уменьшается зона прогрева металла при достаточном его проплавлении. В последствии уменьшается околошовная зона металла шва. Так как большая вероятность появления холодных трещин именно в околошовной зоне, применение импульсного режима снижает вероятность появления данного дефекта. Кроме того, по причине малых тепловложений, снижена склонность конструкции к возникновению деформаций.

1.2.4 Выбор способа сварки

При сварке данной конструкции существует вероятность возникновения двух проблем:

- вероятность образование холодных трещин;

Изн. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Изн. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	N документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.017 ПЗ

- остаточные, послесварочные деформации, ввиду большой продолжительности шва;

Выбор способа сварки производится по следующим критериям:

- качество;
- конструктивные особенности;
- производительность;
- экономическая эффективность.

С учётом названных критериев выполнено сравнение следующих способов сварки:

- 1) автоматическая сварка под флюсом;
- 2) автоматическая сварка в CO_2 ;
- 3) ручная дуговая сварка;
- 4) автоматическая сварка в смеси пульсирующей дугой;

Автоматизированная сварка под флюсом.

Произведён расчёт п 1.2.2, из которого можно сделать вывод, что сварка под флюсом отчасти решает проблему трещинообразования. В то же время большое количество вводимого тепла при сварке способствует образованию послесварочных деформаций, а также возможны неметаллические включения, что является недопустимым дефектом.

Конструктивные особенности, а именно нижнее расположение при сварке и прямолинейность шва не ограничивают применение данного способа.

С точки зрения производительности - один из самых производительных способов сварки. Однако в отличие от сварки в газах, требует дополнительных временных затрат на очистку шва от шлака.

Минусом с точки зрения экономической эффективности являются лишние затраты на флюсовое хозяйство.

Инов. N подл.	Подпись и дата
Взам. инв. N	Инов. N дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	N документа	Подпись	Дата
------	------	-------------	---------	------

ДП 44.03.04.017 ПЗ

Автоматизированная сварка в CO₂

При использовании данного способа сварки, для исключения вероятности возникновения холодных трещин необходимо вводить предварительный подогрев. Предварительный подогрев может быть локальным и общим.

Локальный подогрев – это нагрев локального участка конструкции, например с помощью горелок. Использование локального нагрева может привести к дополнительным напряжениям, а в последствии к сложным деформациям по причине неравномерности прогрева конструкции.

Объёмный подогрев – это нагрев по всему объёму конструкции, например с помощью термпечи или термоматов. В первом случае подогрев нецелесообразен по причине неэффективного и нецелевого использования печи, а во втором случае по причине дороговизны оборудования.

Ещё одним минусом сварки в CO₂ является повышенное разбрызгивание.

Конструктивные особенности не ограничивают применение данного способа сварки.

Недостаток производительности заключается во времени необходимом для удаление многочисленных брызг.

Повышенные затраты на сварочные материалы, вызванные большим расходом на разбрызгивание, снижают экономическую эффективность.

Ручная дуговая сварка

При ручной дуговой сварки возможно обеспечение благоприятного термомеханического цикла благодаря использования определённой техники выполнения сварного соединения. Сварка должны выполняться обратно-

Инв. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	N документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.017 ПЗ

ступенчатым способом участками. Что позволит сварить конструкцию с минимальными сварочными деформациями.

Ручной дуговой сваркой можно сваривать во всех пространственных положениях, тем более в нижнем.

По производительности ручная сварка уступает обоим выше перечисленным. Использование ручной дуговой сварки экономически не эффективно. Большие затраты на ручной труд, сварочные материалы, удаление брызг, подготовку и хранение сварочных материалов.

Автоматизированная сварка в смеси газов пульсирующей дугой. Процесс пульсации дуги обеспечивает необходимое проплавление благодаря току импульса и меньший ввод теплоты благодаря току паузы. Благодаря своеобразному импульсному режиму уменьшается зона прогрева металла при достаточном его проплавлении. В последствии уменьшается околошовная зона металла шва. Так как большая вероятность появления холодных трещин именно в околошовной зоне, применение импульсного режима снижает вероятность появления данного дефекта. Кроме того, по причине малых тепловложений, снижена склонность конструкции к возникновению деформаций.

Конструктивные особенности изделия позволяют сваривать данным способом сварки.

Автоматизированная сварка в смеси газов пульсирующей дугой мало уступает по производительности автоматизированной сварке непрерывной дугой. Кроме того обеспечивается минимальное разбрызгивание, что значительно сокращает время на удаление брызг.

С точки зрения экономической эффективности имеет ряд преимуществ перед выше перечисленными способами сварки:

- отсутствие флюсового хозяйства;
- управление металлопереносом, то есть минимальные затраты на разбрызгивание;

Изн. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Изн. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	N документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.017 ПЗ

- экономия энергии при использовании импульсного режима;

Вывод

В качестве способа сварки выбираем автоматизированную сварку в смеси газов пульсирующей дугой, так как данный способ сварки отличается наибольшей рациональностью применения и экономически более выгоден, чем остальные перечисленные способы сварки.

1.3 Выбор сварочных материалов

1.3.1 Выбор сварочной проволоки

Выбор сварочных материалов произведён по рекомендованным справочным [8] и нормативным данным с дальнейшей возможностью корректировки для получения в конечном результате равнопрочного сварного соединения.

Рекомендованные сварочные проволоки для сварки данной стали: Св-08ХМ, Св-08ХМФА.

Проволока Св-08ХМ предназначена для сварки изделий работающих при температуре до 500 °С, а проволока Св-08ХМФА для сварки изделий работающих до 580 °С. Так как блок плавниковых труб панели работает при температуре 570°С, предпочтение следует отдать проволоке Св-08ХМФА.

Таблица-3 Химический состав проволоки Св-08ХМФ по ГОСТ 2246, %

Углерод (С)	от 0,06 до 0,09 %
Кремний (Si)	от 0,12 до 0,2 %
Марганец (Mn)	от 0,35 до 0,6 %
Хром (Cr)	от 0,9 до 1,2 %
Сера (S)	до 0,02 %

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата
------	------	-------------	---------	------	------	------	-------------	---------	------	------	------	-------------	---------	------

ДП 44.03.04.017 ПЗ

Лист

17

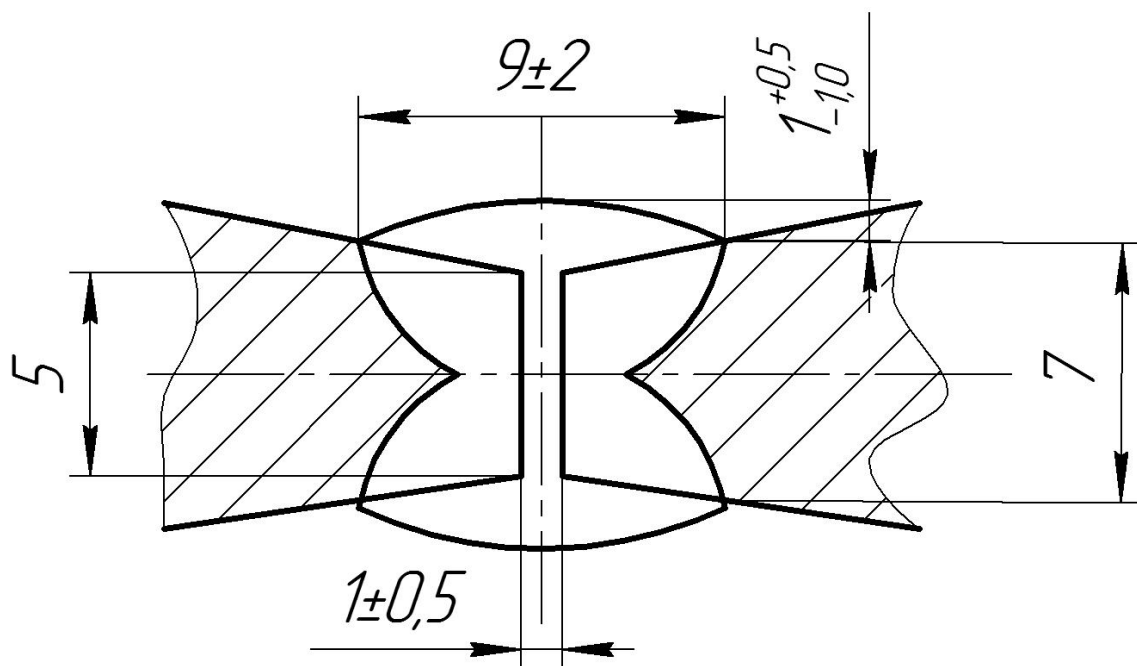
Фосфор (P)	до 0,02 %
Молибден (Mo)	от 0,5 до 0,7 %
Ванадий (V)	от 0,15 до 0,3%

1.3.2 Выбор защитного газа

В качестве защитного газа выбрана смесь Ar 82% + CO₂ 18%, универсальная смесь для сварки конструкционных сталей. Высокое содержание аргона предназначено для наилучшей защиты сварочной ванны от влияния окружающей среды. CO₂ позволяет обеспечить шов с более глубоким и широким профилем проплавления.

1.4 Выбор сварного соединения

С целью избегания дополнительных угловых деформаций следует выбрать сварное соединение С7 ГОСТ 14 771-76-С7-ИП без разделки кромок, но с небольшим зазором, для обеспечения гарантированного проплавления.



Инов. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Инов. N дубл.	Подпись и дата
Изм.	Лист	N документа	Подпись	Дата
ДП 44.03.04.017 ПЗ				Лист
				18

Рисунок 1.4 – Эскиз сварного соединения

1.5 Параметры режима сварки

Параметры режима сварки были приняты из базовой технологии, полученные экспериментальным путём на ООО «Уральские локомотивы», так как отсутствует универсальная методика расчёта, применимая к сварке пульсирующей дугой.

С расчетов механизированной сварки корректируем режимы в 1.5 раза, так-как в автоматизированной сварки мы можем увеличить скорость сварки, подачу проволоки и продолжительность наложения шва .

Что способствует автоматизации процесса, и увеличения выпуска продукции в 6 раз

1.6 Расчёт склонности металла шва к трещинообразованию

Оценка вероятности трещинообразования необходима для проверки пригодности заданных режимов сварки. С этой целью на предприятие были получены экспериментальные данные, позволяющие приблизительно рассчитать долю участия основного и присадочного металла в сварном соединении.

Инв. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подпись и дата	<i>ДП 44.03.04.017 ПЗ</i>					Лист
										19
Изм.	Лист	N документа	Подпись	Дата						

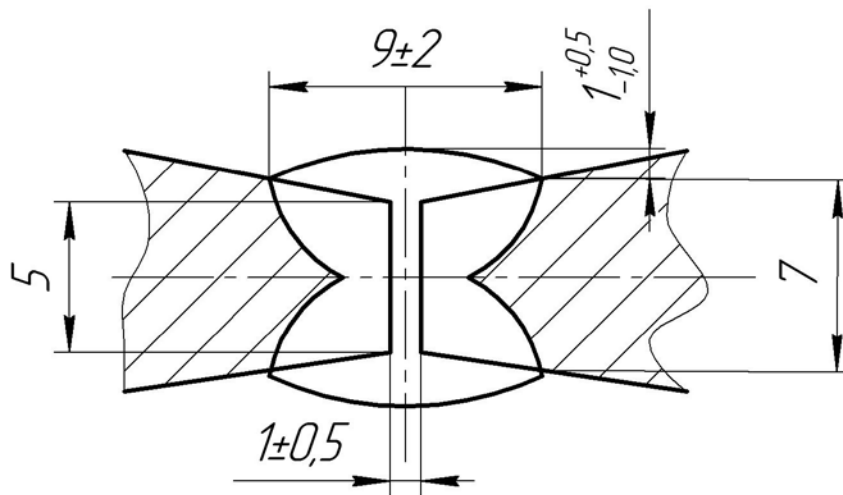


Рисунок 1.5– Экспериментальный данные сварного шва

1.6.1 Расчёт химического состава металла шва по смешению

Содержание элементов в металле шва с учетом коэффициентов перехода рассчитаны по формуле:

$$[\text{Э}_i] = (\gamma_0 \cdot [\text{Э}_i]_0 + (1 - \gamma_0) \cdot [\text{Э}_i]_{\text{ПМ}}) \cdot \eta_i, \text{ мас.}\%, \quad (1.9)$$

где: $[\text{Э}_i]$, $[\text{Э}_i]_0$, $[\text{Э}_i]_{\text{ПМ}}$ - содержание i -го элемента соответственно в сварном шве, основном металле и присадочном металле, мас.%;

γ_0 – доля участия основного металла в металле шва;

η_i - коэффициент усвоения элемента (коэффициент перехода);

По справочным данным, $\eta_c=0,8$ $\eta_{\text{Si}}=0,78$; $\eta_{\text{Mn}}=0,8$, $\eta_{\text{Cr}}=0,94$, $\eta_{\text{Ni}}=0,96$;[8]

Получен следующий состав металла шва:

$$[\text{C}] = (0,52 \cdot 0,15 + 0,48 \cdot 0,1) \cdot 0,75 = 0,089 \text{ мас.}\%;$$

$$[\text{Si}] = (0,52 \cdot 0,3 + 0,48 \cdot 0,2) \cdot 0,78 = 0,19 \text{ мас.}\%;$$

$$[\text{Mn}] = (0,52 \cdot 0,4 + 0,48 \cdot 0,35) \cdot 0,8 = 0,299 \text{ мас.}\%;$$

$$[\text{Cr}] = (0,52 \cdot 0,9 + 0,48 \cdot 0,9) \cdot 0,9 = 0,846 \text{ мас.}\%;$$

$$[\text{Ni}] = 0,52 \cdot 0,025 \cdot 0,96 = 0,01152 \text{ мас.}\%;$$

Инов. N подл.	Подпись и дата	Инов. N дубл.	Подпись и дата
Взам. инв. N			
Изм.	Лист	N документа	Подпись Дата

$$[Cu] = 0,52 \cdot 0,2 = 0,096 \text{ мас. \%};$$

$$[S] = 0,52 \cdot 0,025 + 0,48 \cdot 0,02 = 0,0224 \text{ мас. \%};$$

$$[P] = 0,52 \cdot 0,025 + 0,48 \cdot 0,02 = 0,0224 \text{ мас. \%};$$

$$[V] = 0,52 \cdot 0,3 + 0,48 \cdot 0,3 = 0,3 \text{ мас. \%};$$

$$[Mo] = 0,52 \cdot 0,35 + 0,48 \cdot 0,7 = 0,532 \text{ мас. \%};$$

1.6.2 Оценка склонности металла шва к горячим трещинам и металла околошовной зоны к холодным трещинам

Исходя из раннего расчета на склонность к горячим трещинам можно сделать вывод, что вероятность к горячим трещинам не велика.

$$\sigma_b = (4,8 + 50 \cdot C + 25,2 \cdot Mn + 17,5 \cdot Si + 23,9 \cdot Cr + 7,7 \cdot Ni + 8 \cdot W + 70 \cdot Ti + 17,6 \cdot Cu + 29 \cdot Al + 16,8 \cdot Mo) \cdot 9,8, \text{ МПа} \quad (1.10)$$

$$\sigma_b = (4,8 + 50 \cdot 0,089 + 25,2 \cdot 0,299 + 17,5 \cdot 0,193 + 23,9 \cdot 0,85 + 7,7 \cdot 0,012 + 17,6 \cdot 0,096 + 16,8 \cdot 0,532) \cdot 9,8 = 500 \text{ МПа}$$

Скорость охлаждения ω_0 рассчитана по формуле:

$$\omega_0 = 2 \cdot 10^{-10} \cdot \pi \cdot \lambda \cdot c \cdot \gamma \frac{(T_{\min} - T_0)^3}{(q_{\Pi} / \delta)^2}, \text{ град/с}, \quad (1.11)$$

где: λ - коэффициент теплопроводности данной марки стали,

$$\lambda = 37,8 \text{ Вт/(м} \cdot \text{град)};$$

Изм.	Лист	N документа	Подпись	Дата
Изм.	Лист	N документа	Подпись	Дата

$c\gamma$ - объёмная теплоёмкость, $c\gamma=5,25 \cdot 10^6$ Дж/м³·град;

δ - толщина свариваемого металла, $\delta=7$ мм;

T_{\min} - температура наименьшей устойчивости аустенита,

$T_{\min}=550-600$ °С;

T_0 - начальная температура изделия, $T_0=20$ °С.

$$\omega_0 = 2 \cdot 10^{-10} \cdot 3,14 \cdot 37,8 \cdot 5,25 \cdot 10^6 \cdot \frac{(550-20)^3}{(5740/7)^2} = 27,59 \text{ град/с}$$

Оптимальная скорость охлаждения ω_0 лежит в интервале 1...55 град/с.

Склонность металла околосшовной зоны к образованию холодных трещин оценивается по критерию Бокэ (P_S):

$$P_S = \lg \frac{\omega_{300}}{\omega_k} + \frac{H}{10} + \frac{66 \cdot \delta}{5000}, \quad (1.12)$$

Где ω_{300} - скорость охлаждения при нагреве до 300 °С ;

ω_k - критическая скорость охлаждения (скорость, при которой образуется 100 % мартенсита), град/с;

H – концентрация водорода в металле, мл/100 г;

δ - толщина металла, мм.

$P_S < 0,5$, то такая сталь к образованию холодных трещин не склонна;

Скорость охлаждения при нагреве до 300 °С рассчитана по формуле:

$$\omega_{300} = 2 \cdot 10^{-10} \cdot \pi \cdot \lambda \cdot c \cdot \gamma^2 \frac{(T_{\min} - T_{300})^3}{(q_{\Pi}/\delta)^2}, \text{ где } T_{300}=300; \quad (1.13)$$

Изн. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Изн. N дубл.	Подпись и дата
Изм.	Лист	N документа	Подпись	Дата
ДП 44.03.04.017 ПЗ				Лист
				22

$$\omega_{300} = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,35 \cdot 5,25 \cdot 0,7^2 \frac{(550 - 300)^3}{5740^2} = 0,01 \text{ град/с};$$

Критическая скорость охлаждения рассчитана по формуле:

$$\lg \omega_k = 3,0 - (4,62 \cdot C + 1,05 \cdot Mn + 0,54 \cdot Ni + 0,5 \cdot Cr + 0,66 \cdot Mo) \quad (1.14)$$

$$\lg \omega_k = 3,0 - (4,62 \cdot 0,089 + 1,05 \cdot 0,299 + 0,54 \cdot 0,012 + 0,5 \cdot 0,846 + 0,66 \cdot 0,532) = 1,4;$$

$$\omega_k = 25 \text{ град/с};$$

Концентрация диффузионного водорода определена по соотношению:

$$H = 0,64 \cdot H_{\text{МИС}} - 0,93; \quad (1.15)$$

при сварке в газах $H_{\text{МИС}} = 8 \text{ мл/100 г}$,

$$H = 0,64 \cdot 8 - 0,93 = 4,19;$$

$$P_s = \lg \frac{0,01}{25} + \frac{4,2}{10} + \frac{66 \cdot 7}{5000} = -2,88.$$

Таким образом, вероятность появления холодных трещин в околошовной зоне минимальная.

1.7 Расчёт механических свойств металла шва

Для расчёта механических свойств металла шва использованы формулы Лебедева. Эти формулы применимы при расчётной скорости охлаждения меньше 2 градусов в секунду. При большей скорости охлаждения следует учитывать эффект закалки. Для этого определены поправочные

Изн. N подл.	Подпись и дата	Изн. N дубл.	Подпись и дата
Взам. инв. N			
Подпись и дата			
Изн. N подл.			

Изм.	Лист	N документа	Подпись	Дата
------	------	-------------	---------	------

ДП 44.03.04.017 ПЗ

Лист

23

коэффициенты, которые зависят от скорости охлаждения и эквивалентного содержания углерода.

С этой целью произведён расчёт эквивалентного содержания углерода:

$$C_{\text{э}} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr}{5} + \frac{V}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{Ni}{15}, \% \quad (1.16)$$

$$C_{\text{э}} = 0,089 + \frac{0,299}{6} + \frac{0,846}{5} + \frac{0,3}{5} + \frac{0,532}{4} + \frac{0,012}{15} = 0,50\%$$

K_{σ} – поправочный коэффициент для расчёта временного сопротивления разрыву, $K_{\sigma} = 1,7$

K_{δ} - поправочный коэффициент для расчёта относительного удлинения, $K_{\delta} = 0,28$

K_{kcu} - поправочный коэффициент для расчёта ударной вязкости,

$$K_{kcu} = 0,12$$

С учётом поправочных коэффициентов рассчитаны показатели механических свойств металла шва:

Временное сопротивление разрыву определено по формуле:

$$\begin{aligned} \sigma_B = & (4,8 + 50 \cdot C + 25,2 \cdot Mn + 17,5 \cdot Si + 23,9 \cdot Cr + 7,7 \cdot Ni + 8 \cdot W + \\ & + 70 \cdot Ti + 17,6 \cdot Cu + 29 \cdot Al + \\ & + 16,8 \cdot Mo) \cdot 9,8 \cdot K_{\sigma}, \text{ МПа} \end{aligned} \quad (1.17)$$

$$\begin{aligned} \sigma_B = & (4,8 + 50 \cdot 0,089 + 25,2 \cdot 0,299 + 17,5 \cdot 0,193 + 23,9 \cdot 0,85 + 7,7 \cdot 0,012 + \\ & + 17,6 \cdot 0,096 + 16,8 \cdot 0,532) \cdot 9,8 \cdot 1,7 = 637 \text{ МПа} \end{aligned}$$

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

Предел текучести рассчитан по формуле:

$$\sigma_m = 0,73 \cdot \sigma_v, \text{ МПа} \quad (1.18)$$

$$\sigma_m = 0,73 \cdot 637 = 465 \text{ МПа}$$

Относительное удлинение рассчитано по формуле:

$$\delta = (50,4 - [21,8 \cdot C + 15 \cdot Mn + 4,9 \cdot Si + 2,4 \cdot Ni + 5,8 \cdot Cr + 6,2 \cdot Cu + 2,2 \cdot W + 6,6 \cdot Ti] + 17,1 \cdot Al + 2,7 \cdot Mo) \cdot K_\delta, \% \quad (1.19)$$

$$\delta = (50,4 - [21,8 \cdot 0,089 + 15 \cdot 0,299 + 4,9 \cdot 0,19 + 2,4 \cdot 0,012 + 5,8 \cdot 0,846 + 6,2 \cdot 0,096] + 2,7 \cdot 0,532) \cdot 0,38 = 17\%$$

Относительное поперечное сужение рассчитано по формуле:

$$\psi = 2,32 \cdot \delta, \% \quad (1.20)$$

$$\psi = 2,32 \cdot 17 = 34\%$$

Ударная вязкость рассчитана по формуле:

$$K_{CU} = (23,3 - (25,7 \cdot C + 6,4 \cdot Mn + 8,4 \cdot Si + 2,4 \cdot Cr + 1,6 \cdot Ni + 0,5 \cdot Cu + 0,5 \cdot W + 1,4 \cdot Mo + 15,4 \cdot Ti) + 18 \cdot Al) \cdot 9,8 \cdot K_{KCU}, \text{ Дж/см}^2 \quad (1.21)$$

$$K_{CU} = (23,3 - (25,7 \cdot 0,089 + 6,4 \cdot 0,299 + 8,4 \cdot 0,19 + 2,4 \cdot 0,846 + 1,6 \cdot 0,012 + 0,5 \cdot 0,096 + 1,4 \cdot 0,532)) \cdot 9,8 \cdot 0,22 = 30 \text{ Дж/см}^2$$

Из выполненных расчётов можно сделать вывод, что прочностные характеристики металла шва не уступают основному металлу, но имеют пониженные показатели пластичности. Для обеспечения пластичности, следует провести термообработку изделия.

Инов. N подл.	Подпись и дата	Инов. N дубл.	Подпись и дата
Взам. инв. N			

Изм.	Лист	N документа	Подпись	Дата
------	------	-------------	---------	------

ДП 44.03.04.017 ПЗ

Лист

25

1.7 Режим сварки

Режимом сварки называют совокупность основных характеристик сварочного процесса, обеспечивающего получение сварных швов, заданных размеров, формы и качества.

При автоматической дуговой сварке плавящимся электродом в среде защитных газов такими характеристиками являются: сварочный ток, напряжение на дуге, диаметр электрода, скорость сварки, скорость подачи проволоки, вылет электрода, расход газа.

Первым условием при выборе режима сварки является получение швов с оптимальными размерами и формой, обеспечивающими как высокую технологическую прочность, так и хорошее формирование шва. Вторым условием выбора рационального режима сварки является обеспечение такого термического цикла, который обеспечивал бы оптимальные свойства зоны термического влияния и металла шва.

Расчет режима сварки по размерам шва (ширине e и глубине проплавления h) производится для однопроходных, или двупроходных двусторонних швов, для корневого или подварочного проходов многопроходного шва.

Сначала определяем основные параметры режимы $d_{э.п}$, V_c , и I_c непосредственно зависящие от размеров шва e и h , затем - дополнительные параметры: $v_{св}$, I_b , $V_{э.п}$, $q_{з.г}$ являющиеся производными основ.

Диаметр электродной проволоки $d_{э.п}$ зависит от толщины металла S и глубины проплавления q . Однако глубина проплавления зависит от величины зазора в между кромками, формы подготовки кромок.

Выполняем расчет соединения C_2 по ГОСТ 14771-76

Прихватки выполним соединением C_2

Изн. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Изн. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	N документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.017 ПЗ

Лист

26

S- толщина может быть по ГОСТ документу 0.8-0.6мм

e- ширина

h- глубина проплавления

Шов однопроходный.

S – толщина может быть по ГОСТ документу 0,8 – 6,0 мм.

v=2мм; e=12мм; q =1.5мм; S=6мм

h_p -глубина плавления

$$h_p = S - 0.5v = 6 - 0,5 * 2 = 5\text{мм} \quad (1.22)$$

Толщину металла приняли с допуском уширения.

Для расчета диаметра проволоки, мм:

$$d_{\text{эп}} = \sqrt[4]{h_p} \mp 0.05 h_p \quad (1.23)$$

$$d_{\text{эп}} = \sqrt[4]{5} \mp 0.05 * 5 = 1.49 + 0.05 * 5 = 1.49 + 0.25 = 1.7\text{мм}$$

Можно вычесть.

$$1,49 - 0,25 = 1,24\text{мм}$$

По стандарту принимаем 1,2 мм.

Скорость сварки V_c рассчитываем по зависимости мм/с:

$$V_c = K_V \frac{h_p^{1.61}}{e^{3.36}} \quad (1.24)$$

K_V -коэффициент зависит от диаметра проволоки, значение его значения, полученные экспериментальным путем, приведены в таблице 4

Таблица-4 Значение коэффициента K_V

d _{эп} ММ	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	2,0
K_V	1030	1065	1060	1100	1120	1150

Инов. N подл.	Подпись и дата
Взам. инв. N	Инов. N дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	N документа	Подпись	Дата
------	------	-------------	---------	------

ДП 44.03.04.017 ПЗ

Лист

27

При $d=1,2$, $K_V=1060$.

Продольные значения для механизированной сварки $V_c=4...10$ мм/с; для автоматической 4...20мм/с.

$$V_c = 1060 * \frac{5^{1.61}}{12^{3.36}} = \frac{13.3}{4227} * 1060 = 0.003 * 1060 = 3.33 \text{ мм/с. (1.25)}$$

Сварочный ток I_C определяем в зависимости от размеров шва: A .

$$I_C = K_I * \frac{h_p^{1.32}}{e^{1.07}} \quad (1.26)$$

Значения коэффициента K_I полученного экспериментальным путем и зависящего от диаметра электродной проволоки, приведены в таблице-5

Таблица-5 Значение коэффициента K_I

дэп ММ	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	2,0
K_I	335	335	430	440	460	480

При $d = 1,2$, $K_I = 430$.

$$I_C = 430 * \frac{5^{1.32}}{12^{1.07}} = 430 * \frac{8.36}{14.27} = 430 * 0.58 = 250.7 \text{ А} = 250 \text{ А}$$

Приведенное значение сварочного тока ограничивается диаметром электродной проволоки, положением шва и уровнем автоматизации процесса.

Для расчетной формулы

$$I_C^{HA} \leq 180 * d_{эп}^{1.5} \quad (1.27)$$

$$I_C \leq 180 * 1.2^{1.5} = 180 * 1.3 = 234 \text{ А}$$

Для механизированной сварки по условию 60...510;

Для автоматизированной сварки 60...1440.

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата
Инд. N подл.	Инд. N дубл.	Взам. инв. N	Подпись и дата	

Принимаем полученное расчетное значение 250А.

Напряжение на сварочной дуге:

$$U_c = 14 + 0.05 I_c \quad (1.28)$$

$$U_c = 14 + 0.05 * 250 = 14 + 12.5 = 26.5 \text{ В} = 27\text{В}$$

Вылет электрода:

$$l_B = 10d_{\text{эп}} \pm 2d_{\text{эп}} = 10 * 1,2 + 2 * 1,2 = 12 + 2,4 = 14,4\text{мм} \quad (1.29)$$

Скорость подачи электродной проволоки:

$$\begin{aligned} V_{\text{эп}} &= 0,53 * \frac{I_c}{d_{\text{эп}}} + 6,94 * 10^{-4} * \frac{I_c^2}{d_{\text{эп}}} = 0,53 * \frac{250}{1,2} + 6,94 * 10^{-4} * \frac{250^2}{1,2^3} = \\ &= 0,53 * 173,6 + 0,000664 * 36168,9 = 0,53 * 173,5 + 24,01 = \\ &= 91,9 + 24,01 = 115,9\text{мм/с} \end{aligned} \quad (1.30)$$

Расход газа.

Расход защитного газа CO_2 зависит от толщины металла и соответственно сварочного тока. Поэтому для расчета $q_{\text{зг}}$ предлагается эмпирическая зависимость:

$$\begin{aligned} q_{\text{зг}} &= 0,2 * \frac{I^{0,75}_{\text{л}}}{\text{мин}} = 0,2 * 250^{0,75} = \\ &= 0,2 * 62,8 = 12,5 \text{ л/мин} \end{aligned} \quad (1.31)$$

1.7.1 Расчет режима дуговой сварки в углекислом газе CO_2 по размерам шва С7 ГОСТ 14 771-76-С7-ИП

е- ширина

Инов. N подл.	Подпись и дата
Взам. инв. N	Инов. N дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	N документа	Подпись	Дата
------	------	-------------	---------	------

ДП 44.03.04.017 ПЗ

h- глубина проплавления

Соединение С2 по ГОСТ 14771-76.

S – толщина может быть по ГОСТ документу 0,8 – 6,0 мм.

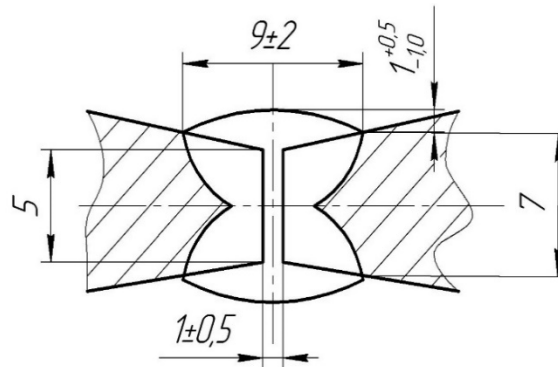


Рисунок 1.6– Экспериментальный данные сварного шва

$v=2\text{мм}$; $e=10\text{мм}$; $q = 1.5\text{мм}$; $S=4\text{мм}$

h_p -глубина плавления

$$h_p = S - 0.5v = 4 - 0,5 * 2 = 3\text{мм} \quad (1.32)$$

Толщину металла приняли с допуском уширения

Для расчета диаметра проволоки мм, при базовой технологии расчёт приведен ниже.

$$d_{\text{эп}} = \sqrt[4]{h_p} \mp 0.05 h_p \quad (1.33)$$

$$d_{\text{эп}} = \sqrt[4]{3} \mp 0.05 * 3 = 1,46\text{мм}$$

Можно вычесть.

$$1,46 - 0,25 = 1,21\text{мм}$$

По стандарту принимаем 1,2 мм.

При автоматической сварке при необходимости корректируя режим

в

полтора раза.

Инов. N подл.	Подпись и дата
Взам. инв. N	Инов. N дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата
Изм.	Лист
N документа	Подпись
Дата	Дата

Скорость сварки V_c рассчитываем по зависимости мм/с:

$$V_c = K_V \frac{h_p^{1.61}}{e^{3.36}} \quad (1.34)$$

K_V -коэффициент зависит от диаметра проволоки, значение его значения, полученные экспериментальным путем, приведены в таблице -4

При $d=1,2$, $K_V=1060$.

Продольные значения для механизированной сварки $V_c=4...10$ мм/с; для автоматической $4...20$ мм/с.

$$\begin{aligned} V_c &= 1060 * \frac{3^{1.61}}{10^{3.36}} = \frac{5,8}{2290,8} * 1060 = \\ &= 0.002 * 1060 = 2.12 \text{ м/ч.} \end{aligned} \quad (1.35)$$

Сварочный ток I_C определяем в зависимости от размеров шва:А.

$$I_C = K_I * \frac{h_p^{1.32}}{e^{1.07}} \quad (1.36)$$

Значения коэффициента K_I полученного экспериментальным путем и зависящего от диаметра электродной проволоки, приведены в таблице-5

При $d = 1,2$, $K_I = 430$.

$$I_C = 430 * \frac{3^{1.32}}{10^{1.07}} = 430 * \frac{4.8}{11.74} = 430 * 0.40 = 172. \text{ А} = 170 \text{ А}$$

Приведенное значение сварочного тока ограничивается диаметром электродной проволоки, положением шва и уровнем автоматизации процесса.

Изн. N подл.	Подпись и дата
Взам. инв. N	Изн. N дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	N документа	Подпись	Дата
------	------	-------------	---------	------

Для расчетной формулы

$$I_C^{HA} \leq 180 * d_{\text{эп}}^{1.5} \quad (1.37)$$

$$I_C \leq 180 * 1.2^{1.5} = 180 * 1.3 = 234A$$

Для механизированной сварки по условию 60...510;

Для автоматизированной сварки 60...1440.

Принимаем полученное расчетное значение 170А на механизированную сварку. При принятии расчётов из базовой технологии, используя для автоматизированной сварки, корректируем режимы в 1.5 раз

Сварочный ток I_C составит 260А

Напряжение на сварочной дуге

$$U_C = 14 + 0.05 I_C \quad (1.38)$$

$$U_C = 14 + 0.05 * 170 = 14 + 8.5 = 22.5 \text{ В} = 22\text{В}$$

Напряжение на сварочной дуге при перехоже с механических режимов на автоматизированные увеличиваем в полтора раза 33 В

Вылет электрода:

$$\begin{aligned} l_B &= 10d_{\text{эп}} \pm 2d_{\text{эп}} = 10 * 1,2 + 2 * 1,2 \\ &= 12 + 2,4 = 14,4\text{мм} \end{aligned} \quad (1.29)$$

Скорость подачи электродной проволоки:

$$V_{\text{эп}} = 0,53 * \frac{I_C}{d_{\text{эп}}} + 6,94 * 10^{-4} * \frac{I_C^2}{d_{\text{эп}}} = 0,53 * \frac{170}{1,2} + 6,94 * 10^{-4} * \frac{170^2}{1,2^3} =$$

Инв. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подпись и дата	ДП 44.03.04.017 ПЗ					Лист
										32
Изм.	Лист	N документа	Подпись	Дата						

$$= 81,9 + 24,01 = 105,96 \text{ мм/с} \quad (1.30)$$

Расход газа.

Расход защитного газа CO_2 зависит от толщины металла и соответственно сварочного тока. Поэтому для расчета $q_{зг}$ предлагается эмпирическая зависимость:

$$q_{зг} = 0,2 * \frac{I^{0,75} \text{ л}}{\text{мин}} = 0,2 * 170^{0,75} =$$

$$= 0,2 * 47,0 = 9,4 \text{ л/мин} \quad (1.31)$$

1.8 Технология изготовления

Таблица - 4 Технологическая последовательность изготовления панели котла

№ п/п	Наименование операции	Содержание операции	Используемое оборудование и режимы
1	2	3	4
1	Очистка	Очистку применяют для удаления с поверхности металла средств консервации, загрязнений, смазочно-охлаждающих жидкостей, ржавчины, окалины, заусенцев, грата и шлака.	Ручных пневматических и электрических машин.
2	Резка	Режим с помощью ленточной пилы Ленточнопильный горизонтальный станок Н300М.	Резка под углом 90 град, квадр. сеч.,мм Скорость ленты пилы, м/мин 17-106 Размеры ленты пилы, мм 4140x27x0,9 Главный двигатель, кВт 1,5
3	Сборочная	Сборку блока плавниковых труб выполнить на рольганге, с помощью прихваток.	Рольганг с валом ложемент Сварочный полуавтомат Phoenix 351 Puls DW $I_{св} = 170\text{А}$

Инь. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Инь. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	N документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.017 ПЗ

Лист

33

			$U_{св} = 27 В$ 25/250
4	Транспортная	Перемещать изделие до кантователя с помощью рольганга, на котором производилась сборка.	С помощью валов ложементов
5	Кантовочная	После сборки изделие необходимо перевернуть на сторону обратную прихваткам	Кантователь
6	Сварка	Автоматизированной дуговой сваркой в смеси газов пульсирующей дугой. Изделие сваривается одновременно четырьмя сварочными горелками. Последовательность сварки – от середины к краям через 3 сварных соединения.	Автоматическая установка портального типа, для сварки поперечных и продольных швов GWU BUILDER, габаритными размерами до 12000мм.

Окончание таблицы 4

1	2	3	4
			Источник питания EWM Phoenix 351 Puls комплектуется сварочной головкой $I=260A$ $U=33 В$ $d_{эп}=1.2$ $I_B = 14.4$
7	Контрольная	Контроль выполнить в соответствии с требованиями РД 2730.940.102-92. Порядок контроля соответствует порядку перечисления методов контроля и требований к ним.	Визуальный контроль производится невооруженным глазом или с помощью лупы 4-7-кратного увеличения для участков, требующих уточнения характеристик обнаруженных дефектов, с применением, при необходимости, переносного источника света
8	Термообработка	Термообработка в данном случае необходима главным образом для снятия остаточных послесварочных напряжений, а также для повышения пластичности свариваемого изделия.	Индукционная печь.

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.017 ПЗ

Лист

34

1.8.1. Слесарная

Выполнить зачистку заготовки с помощью механических щёток на всю ширину плавника, с обеих сторон, до металлического блеска.

1.8.2. Резка

Ленточнопильный горизонтальный станок Н300М

1.8.3 Сборочная

Сборку блока плавниковых труб выполнить на рольганге, с помощью прихваток.

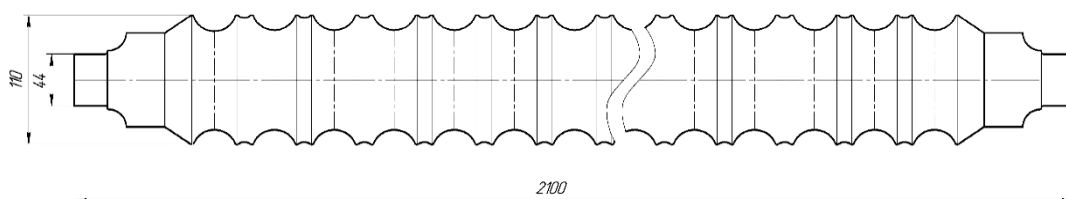


Рисунок 1.7-Вал типа ложемент в рольганге

Вал типа ложемент в рольганге (рисунок 7.1) имеет канавки, для четкого размещения плавниковой трубы. Что позволит обеспечить геометрию конструкции при сборки.

Способ сварки: механизированной дуговой сваркой в смеси $Ar82\%+CO_218\%$.

Сварочная проволока: Св-08ХМФА

Требования к прихваткам:

- 1) Выполняются прихватки ниточным швом без поперечных колебаний;
- 2) Длина прихватки 20-25 мм;
- 3) Расстояние между прихватками 200-250 мм;
- 4) Прихватки проставлять со стороны обратной свариваемой;
- 5) Перед сваркой их необходимо удалить;

Инов. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Инов. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	N документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.017 ПЗ

б) Прихватки проставляются от центра панели к краям вдоль и поперек изделия;

Параметры режима для простановки прихваток:

Диаметр (dэп).....1,2 мм;

Сила тока (Iсв).....170 А;

Напряжение (Uд).....27 В;

Расход газа (СО2).....12.5 л/мин;

1.8.4 Транспортная

Перемещать изделие до кантователя с помощью крана.

1.8.5 Кантовочная

После сборки изделие необходимо перевернуть на сторону обратную прихваткам. Для этого необходимо выполнить следующие операции:

- 1) Сперва осуществляется подъём приёмного стола;
- 2) Затем поднимается подающий стол, на котором располагается изделие;
- 3) С помощью нижних упоров, приёмный стол перехватывает и увлекает за собой блок плавниковых труб. Таким образом, изделие занимает необходимое для дальнейшей сварки положение;
- 4) Подающий стол возвращается в исходное положение;

Примечания:

- Движение подающего и приёмного столов осуществляется с помощью гидроцилиндров.

Инд. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	N документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.017 ПЗ

Лист

36

- Упоры, с помощью которых происходит захват изделия, расположены таким образом, чтобы не мешать друг другу.

- Приёмный стол поднимается раньше подающего, так как в противном случае, подъёму приёмного стола мешает пересечение упоров с изделием.

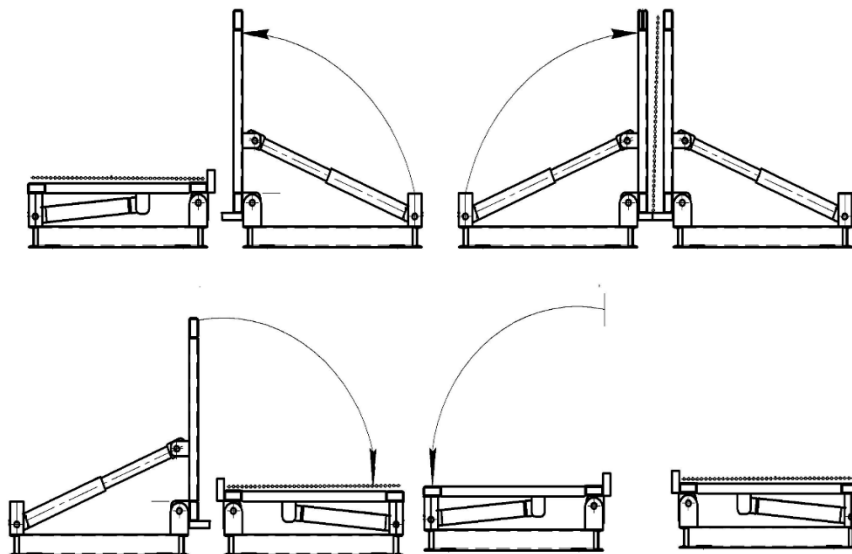


Рисунок 1.8 – Схема работы кантователя полотнищ

1.8.6 Установочная

Перед сваркой необходимо точно позиционировать сварочные горелки по стыку. Для этого переместить сварочную горелку ручной, легко передвижной кареткой. Фиксацию горелки в необходимом для сварки положении выполнить с помощью эксцентрикового прижима.

1.8.7 Сварка

Способ сварки: Автоматизированной дуговой сваркой в смеси газов пульсирующей дугой.

Инов. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Инов. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	N документа	Подпись	Дата

Сварочная проволока: Св-08ХМФА

Смесь газов: Ar82%+CO₂18%

Параметры режима сварки:

Ток импульса (I им).....260 А;

Ток паузы (I п).....80 А;

Частота пульсации (f).....4 Гц;

Напряжение (U).....33, В;

Скорость сварки (V_{св}).....90 мм/с;

Расход смеси.....10 л/мин;

Изделие сваривается одновременно четырьмя сварочными горелками. Последовательность сварки – от середины к краям через 3 сварных соединения.

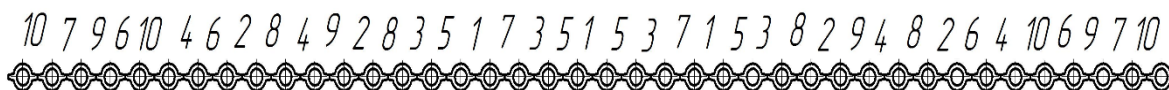


Рисунок 1.9 – Последовательность наложения швов

Последовательность наложения сварных соединений с обратной стороны аналогична.

1.8.8 Контрольная

Контроль выполнить в соответствии с требованиями РД 2730.940.102-92. Порядок контроля соответствует порядку перечисления методов контроля и требований к ним.

1) Визуальный контроль:

Визуальный и измерительный контроль выполнить в 100% объеме.

Перед визуальным контролем сварные швы и прилегающая к ним поверхность основного металла на всю ширину плавника (по обе стороны

Инд. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Инд. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	N документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.017 ПЗ

шва) должны быть очищены от брызг расплавленного металла, окалины и других загрязнений.

Визуальный контроль производится невооруженным глазом или с помощью лупы 4-7-кратного увеличения для участков, требующих уточнения характеристик обнаруженных дефектов, с применением, при необходимости, переносного источника света

Недопустимыми дефектами, выявленными при визуальном контроле сварных соединений, являются: трещины всех видов и направлений; непровары (несплавления) между основным металлом и швом, а также между валиками шва; наплывы (натёки) и брызги металла; незаваренные кратеры; свищи; прожоги; скопления включений.

При обнаружении недопустимых дефектов необходима дополнительная операция исправления и последующий повторный контроль.

2) Измерительный контроль сварных соединений :

Следует выполнять в местах, где допустимость этих показателей вызывает сомнения при визуальном контроле, если в ПТД нет других указаний.

Размеры и форма шва проверяются с помощью шаблонов, размеры дефекта - с помощью мерительных инструментов.

При обнаружении недопустимых дефектов необходима дополнительная операция исправления и последующий повторный контроль.

3) Капиллярный контроль:

Капиллярный контроль выполняется в объёме 20% от длины каждого продольного шва. Капиллярный контроль сварных соединений проводится с целью определения поверхностных дефектов при ремонте сварных соединений для уточнения результатов визуального и других методов контроля.

Капиллярный контроль должен проводиться в соответствии с ГОСТ 18442.

Порядок проведения контроля:

Инд. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Инд. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	N документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.017 ПЗ

- Контролируемая поверхность тщательно очищается с помощью очистителя (ОП-10 – очиститель поверхности, моющие порошки, спирты) и высушивается с помощью материала без ворса или теплого воздуха;

- Далее наносится пенетрант DP-51 фирмы Shervin для цветной дефектоскопии;

- Удаление избытка пенетранта производится протирочной салфеткой или очистителем ОП-10, после чего поверхность высушивается материалом без ворса или тёплым воздухом;

- После просушки наносится проявитель (белого цвета) тонким равномерным слоем. Время выдержки 50 минут;

- Результаты контроля заносятся в карту контроля;

При обнаружении недопустимых дефектов необходима дополнительная операция исправления и последующий повторный контроль.

1.8.9 Термообработка

Термообработка в данном случае необходима главным образом для снятия остаточных послесварочных напряжений, а также для повышения пластичности свариваемого изделия. С этой целью в качестве термообработки следует произвести высокий отпуск. Цель данного вида термообработки достичь структуры сорбит отпуска.

Режим термообработки:

Температура отпуска.....710-740 °С;

Время выдержки.....1 час;

Скорость нагрева не более 200 °С/ч;

Охлаждение возможно на спокойном воздухе.

1.8.10 Контроль твердости

Изн. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Изн. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	N документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.017 ПЗ

В соответствии с требованиями РД 2730.940.103-92 измерение твердости металла шва производится с целью проверки качества термообработки сварных соединений и должно быть в диапазоне 150-250 НВ.

Твердость металла шва следует измерять переносными твердомерами.

на зачищенных до металлического блеска участках его поверхности. На каждом сварном шве должно быть подготовлено не менее трех участков в разных местах.

Твердость металла шва определяется как среднее арифметическое результатов измерений твердости на трех участках.

Твердость каждого участка в свою очередь определяется как среднее арифметическое результатов трех измерений, при этом отклонение значения твердости, полученного при любом измерении должно быть не более 7%.

Если твердость металла шва оказалась выше норм, сварное соединение подлежит повторной термообработке, но не более 3 раз.

1.9 Оборудование

В процессе выполнения данной работы была спроектировано 4 зоны производства блока плавниковых труб панели топки котла;

Зона сборки (в рольганге).

Зона кантовки (в кантователе).

Зона сварке (в стенде).

Зона контроля изделия.

Выбранная установка кантователь для полотнищ позволит улучшить качество и увеличить производительность изготовления продукции.

- Сварочный стенд в комплекте с четырьмя головками для сварки.

-Кантователь состоящий из приёмного и подающего столов;

Инов. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Инов. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	N документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.017 ПЗ

Минусы при базовом варианте изготовления заключаются в следующем :

1) Возможность автоматизированной сварки блока из 10 труб, тогда как изделие состоит из 40 труб. Заключительные 3 сварных соединения свариваются механизированной или ручной дуговой сваркой. Данный факт существенно может ухудшить качество и повлечь к последующему исправлению дефектов. С точки зрения производительности, механизированная и ручная дуговая сварка значительно уступают автоматизированной дуговой сварке.

2) По причине отсутствия специализированного кантователя, панель кантуется с помощью мостового крана, который не всегда бывает свободен. В результате возникают непредвиденные перерывы в работе, которые снижают производительность. Ещё одним минусом использования мостового крана является возможность небрежного поворота панели, вследствие чего, изделие может подвергаться ударам, которые приведут в дальнейшем к браку.

С целью устранения существующих минусов были приняты следующие решения :

1) Изменение геометрии валков;

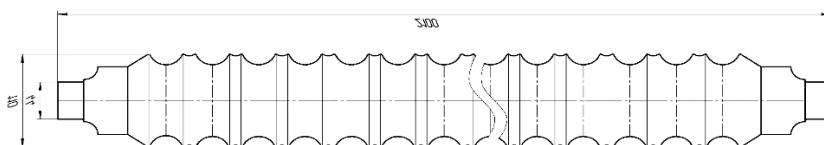


Рисунок 1.10 – Вал типа ложемент

С целью возможности изготовления блока панели из 40 труб была увеличена длина валков с 700 мм до 2100 мм, что повлекло за собой уве-

Инов. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Инов. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	N документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.017 ПЗ

личение диаметра валков в 1,6 раза для обеспечения требуемой жесткости конструкции.

Увеличение количества сварочных горелок.

С целью увеличения производительности процесса сварки было принято решение увеличить количество горелок с двух до четырёх. По причине необходимости в небольшом межосевом расстоянии между горелками (см. рисунок 1.11)

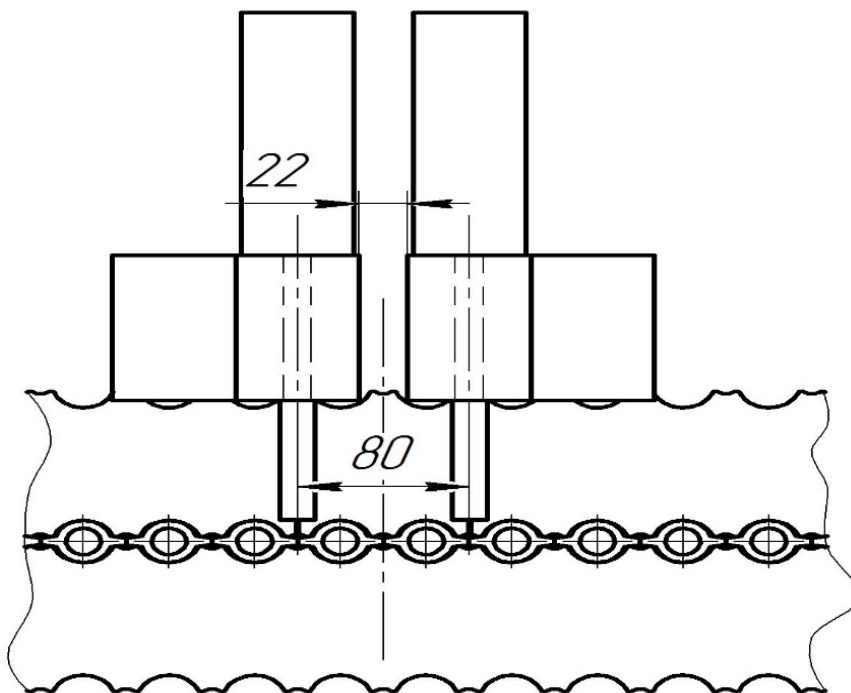


Рисунок 1.11 – Положение сварочных горелок

. Сварочный аппарат EWM Phoenix 351 Puls который оснащен головкой TPRMS-22\44 для автоматизированной сварки

Выбран кантовать для полотнищ

С целью предотвращения возможного смятия изделия при кантовке, а также увеличения производительности изготовления блока плавниковых труб

Инов. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Инов. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	N документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.017 ПЗ

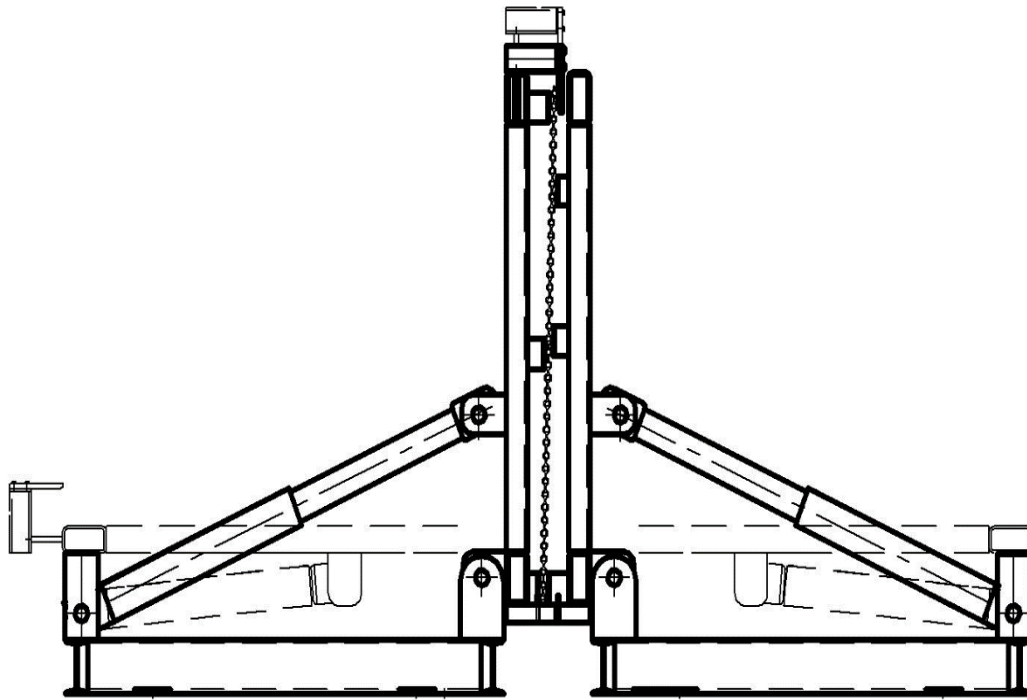


Рисунок 1.12 – Кантователь для полотнищ

В состав кантователя входят:

- 2 рамы, которые служат основаниями;
- подающий стол;
- приёмный стол;
- 12 гидроцилиндров, которые поднимают подающий и приёмный стол;
- 6 гидроцилиндров, которые прижимают панель к подающему столу;
- 12 упоров, которые служат опорой для изделия, а также захватом при повороте в исходное положение приёмного стола.

Инов. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Инов. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	N документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.017 ПЗ

1.9.1 Выбор сварочного аппарата

В качестве сварочного аппараты был выбран инверторный источник питания Phoenix 351 Puls DW в комплекте с подающим механизмом Phoenix Concept Drive 4L WE.и сварочными головками TPRMS-22\44

которые фиксируются в портальной установки

Краткая характеристика источника питания Phoenix 351 Puls DW:

- Инверторный аппарат для импульсной сварки постоянным током, с водяным охлаждением.

Таблица 5 - Технические характеристики Phoenix 351 Puls DW:

Номинальный сварочный ток	350А
ПВ	100% при 350А
Напряжение холостого хода	69 В
Частота	50/60 Гц
Напряжение сети	380 В
Максимальная потребляемая энергия	13,9 кВА
Вес аппарата	125 кг
Габариты аппарата	1100x450x1000
Cosφ	0,99
Цена	250210 руб

Краткая характеристика подающего механизма Phoenix Concept Drive 4L WE:

Постоянная скорость подачи проволоки без ее деформации с помощью точных подающих роликов, тонкой настройки давления прижима и точной геометрии подачи проволоки с оптимальным расположением проволоки без перекоса.

Инов. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Инов. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	N документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.017 ПЗ

Регуляторы панели: Плавная регулировка скорости подачи сварочной проволоки. Корректировка длины дуги.

Таблица 6 - Технические характеристики Phoenix Concept Drive 4L WE

Диаметр присадочной проволоки	1,2 – 1,6
Максимальная нагрузка,	450А
Количество роликов	4
Скорость подачи проволоки	0,5 - 24м/мин
ПВ на макс. токе	60%
Габариты: Д x Ш x В	690мм - 300мм - 410мм
Масса	18кг
Цена	55500 руб

Общая стоимость сварочного аппарата составляет 305710 руб.

Стоимость четырёх сварочных аппаратов составит 1222840 руб.

Инв. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подпись и дата	ДП 44.03.04.017 ПЗ					Лист
										46
Изм.	Лист	N документа	Подпись	Дата						

2 Методическая часть

В технологической части разработанного дипломного проекта разработана технология сборки и сварки блока плавниковых труб.

В процессе разработки предложена замена полуавтоматической электродуговой сварки блока плавниковых труб, на автоматическую.

Необходимо автоматизировать технологию сварки блока плавниковых труб.

Для осуществления данного технологического процесса разработана технология, предложена замена сборочного и сварочного оборудования на более современное, что позволяет использование сварочных роботов для производства процесса сварки. И также применять вспомогательное оборудование, что способствует оптимизировать процесс сборки-сварки конструкции.

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 уровня), 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

Инов. N подл.	Подпись и дата
Взам. инв. N	Инов. N дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	N документа	Подпись	Дата
------	------	-------------	---------	------

ДП 44.03.04.017 ПЗ

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 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.

2.1 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 уровня), так как в базовой технологии сварочные работы осуществляются с применением полуавтоматической сварки в среде защитных газов.

Инов. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Инов. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	N документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.017 ПЗ

В таблице 7 приведены выписки из Профессиональных стандартов, характеризующие трудовые функции рабочих профессий: «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го уровня) и «Оператор автоматической сварки плавлением».

Таблица 7 - Функциональные характеристики рабочих профессий «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го уровня) и «Оператор автоматической сварки плавлением»

<i>Характеристики</i>	Сварщик частично механизированной сварки плавлением	Оператор автоматической сварки плавлением
1	2	3
<i>Трудовая функция</i>	<p>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.</p> <p>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).</p>	<p>Изучает производственное задание, конструкторскую и производственно-технологическую документацию. Готовит рабочее место и средства индивидуальной защиты. Проверяет работоспособность и исправность сварочного оборудования. Полностью механизированная и автоматическая сварка плавлением металлических материалов. Собирает конструкцию под сварку с применением сборочных приспособлений и технологической оснастки.</p>

Инов. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Инов. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	N документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.017 ПЗ

Продолжение таблицы 7

1	2	3
Трудовые действия	Выполнение частично механизированной сварки (наплавки) плавлением сложных.	Настраивать, проверять и работоспособность и исправность сварочного оборудования, автоматической сварки в смеси пульсирующей дугой
<i>Необходимые умения:</i>	Проверять работоспособность, исправность и настраивать сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением с учетом его специализированных функций (возможностей). Пользоваться конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения данной трудовой функции. Исправлять дефекты частично механизированной сваркой (наплавкой). Владеть техникой частично механизированной сварки (наплавки) плавлением конструкций любой сложности.	Определять работоспособность, исправность сварочного оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением и осуществлять его подготовку. Применять сборочные приспособления для сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку. Владеть техникой полностью механизированной и автоматической сварки плавлением металлических материалов. Контролировать процесс полностью механизированной и автоматической сварки плавлением и работу сварочного оборудования для своевременной корректировки режимов в случае отклонений параметров процесса сварки,

Инов. N подл.	
Подпись и дата	
Взам. инв. N	
Инв. N дубл.	
Подпись и дата	

Изм.	Лист	N документа	Подпись	Дата
------	------	-------------	---------	------

ДП 44.03.04.017 ПЗ

Продолжение таблицы 7

1	2	3
	<p>Участвовать (на основе знаний и практического опыта) в выполнении уникальных и в исследовательских работах по частично механизированной сварке (наплавки) плавлением</p>	<p>отклонений в работе оборудования или при неудовлетворительном качестве сварного соединения. Применять измерительный инструмент для контроля собранных и сваренных конструкций (изделий, узлов, деталей) на соответствие требованиям конструкторской и производственно-технологической документации. Исправлять выявленные дефекты сварных соединений.</p>
<p>Необходимые знания</p>	<p>Специализированные функции (возможности) сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением. Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений сложных и ответственных конструкций, выполняемых частично механизированной сваркой (наплавкой) плавлением. Основные группы и марки материалов сложных и ответственных конструкций, свариваемых частично механизированной сварки (наплавки) плавлением. Сварочные (наплавочные) материалы для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением сложных и ответственных конструкций.</p>	<p>Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых полностью механизированной и автоматической сваркой плавлением и обозначение их на чертежах. Устройство сварочного и вспомогательного оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов. Виды и назначение сборочных, технологических приспособлений и оснастки, используемых для сборки конструкции под полностью механизированную и автоматическую сварку плавлением.</p>

Изн. N подл.	
Подпись и дата	
Взам. инв. N	
Изн. N дубл.	
Подпись и дата	

Изм.	Лист	N документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.017 ПЗ

Продолжение таблицы 7

1	2	3
	<p>Техника и технология частично механизированной сварки (наплавки) плавлением сложных и ответственных конструкций во всех пространственных положениях сварного шва. Методы контроля и испытаний ответственных сварных конструкций. Порядок исправления дефектов сварных швов.</p>	<p>Основные группы и марки материалов, свариваемых полностью механизированной и автоматической сваркой плавлением. Сварочные материалы для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением. Требования к сборке конструкции под сварку. Технология полностью механизированной и автоматической сварки плавлением. Виды и методы контроля. Виды дефектов, причины их образования, методы предупреждения и способы устранения. Правила технической эксплуатации электроустановок. Нормы и правила пожарной безопасности. Правила по охране труда, в том числе на рабочем месте</p>
<p><i>Другие характеристики:</i></p>	<p>Область распространения частично механизированной сварки (наплавки) плавлением в соответствии с данной трудовой функцией: сварочные процессы, выполняемые сварщиком вручную и с механизированной подачей проволоки: сварка дуговая порошковой самозащитной проволокой; сварка дуговая под флюсом сплошной проволокой; сварка дуговая сплошной проволокой в инертном газе;</p>	<p>Область распространения в соответствии с данной трудовой функцией: сварка дуговая под флюсом сплошной проволокой; сварка дуговая под флюсом ленточным электродом; сварка дуговая под флюсом с добавлением металлического порошка; сварка дуговая под флюсом порошковой проволокой; сварка дуговая под флюсом порошковым ленточным электродом; сварка дуговая сплошной проволокой в инертном газе (MIG-сварка);</p>

Изн. N подл.	Изн. N дубл.	Взам. инв. N	Подпись и дата	Подпись и дата
--------------	--------------	--------------	----------------	----------------

Изм.	Лист	N документа	Подпись	Дата
------	------	-------------	---------	------

ДП 44.03.04.017 ПЗ

Окончание таблицы 7

1	2	3
	<p>сварка дуговая порошковой проволокой с флюсовым наполнителем в инертном газе; сварка дуговая порошковой проволокой с металлическим наполнителем в инертном газе; сварка дуговая сплошной проволокой в активном газе; сварка дуговая порошковой проволокой с флюсовым наполнителем в активном газе; сварка дуговая порошковой проволокой с металлическим наполнителем в активном газе; сварка плазменная плавящимся электродом в инертном газе.</p>	<p>сварка дуговая сплошной проволокой в активном газе (MAG-сварка); сварка дуговая вольфрамовым электродом в инертном газе с присадочным сплошным материалом (проволокой или стержнем) (TIGсварка); сварка дуговая вольфрамовым электродом в инертном газе без присадочного материала (TIG-сварка); сварка дуговая неплавящимся вольфрамовым электродом в активном газе (TAG-сварка), сварка плазменная плавящимся электродом в инертном газе (PlasmaMIG сварка).</p>
<p><i>Характеристики выполняемых работ:</i></p>	<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</p>	<p>Освоение, применение одну из разновидностей сварочного автомата. инверторный источник питания Phoenix 351 Puls DW в комплекте с подающим механизмом Phoenix Concept Drive4LWE.</p>

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

Необходимые знания:

сновные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых полностью механизированной и автоматической сваркой плавлением и обозначение их на чертежах.

Изн. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Изн. N дубл.	Подпись и дата

Изн.	Лист	N документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.017 ПЗ

Устройство сварочного и вспомогательного оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов.

Виды и назначение сборочных, технологических приспособлений и оснастки, используемых для сборки конструкции под полностью механизированную и автоматическую сварку плавлением.

Основные группы и марки материалов, свариваемых полностью механизированной и автоматической сваркой плавлением.

Сварочные материалы для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением.

Требования к сборке конструкции под сварку.

Технология полностью механизированной и автоматической сварки плавлением.

Требования к качеству сварных соединений.

Виды и методы контроля.

Виды дефектов, причины их образования, методы предупреждения и способы устранения.

Правила технической эксплуатации электроустановок. Нормы и правила пожарной безопасности при проведении сварочных работ. Правила эксплуатации газовых баллонов.

Правила по охране труда, в том числе на рабочем месте.

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.

Необходимые умения:

Проверка работоспособности и исправности сварочного оборудования.

Изн. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Изн. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	N документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.017 ПЗ

Определять работоспособность, исправность сварочного оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением и осуществлять его подготовку.

2.2 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 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 квалификационных характеристик и рекомендаций Института развития профессионального образования, разработан учебный план переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением», который представлен в таблице 8

Иув. N подл.	Подпись и дата
Взам. инв. N	Иув. N дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	N документа	Подпись	Дата
------	------	-------------	---------	------

ДП 44.03.04.017 ПЗ

Таблица 8 - Учебный план переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением» 4-го квалификационного уровня»

Номер раздела	Наименование разделов тем	Количество часов всего
1. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБУЧЕНИЕ		
1.1	Основы экономики отрасли	2
1.2	Материаловедение	3
1.3	Основы электротехника	3
1.4	Чтение чертежей	3
1.5	Спецтехнология	33
2. ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБУЧЕНИЕ		
2.1	Упражнения по автоматической сварке и наплавке несложных деталей на учебно-производственном участке	34
2.2	Работа на предприятии	62
	Консультации	4
	Квалификационный экзамен	8
	ИТОГО	152

Реализация разработанного учебного плана осуществляется отделом технического обучения предприятия.

2.3 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 квалификационной характеристики (таблица 9), учебного план переподготовки и учета требований работодателей.

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.017 ПЗ

Лист

56

Таблица 9 – Тематический план предмета «Спецтехнология»

№ п/п	Наименование темы	Кол-во часов
1	Источники питания для автоматической сварки плавлением	2
2	Стандартное механическое оборудование	2
3	Оборудование для автоматической сварки плавлением	6
3.1	Устройство и основные узлы автоматизированного сварочного автомата	3
3.2	Типовые конструкции сварочной головки	3
4	Технология автоматической сварки	18
4.1	Сварочные материалов	4
4.2	Особенности автоматической сварки	8
4.3	Режим автоматической сварки	4
5	Контроль качества сварных швов	3
6	Техника безопасности при работе на автоматических сварочных установках	6
	Итого:	33

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

2.4 Разработка плана - конспекта урока

Тема урока «Устройство и основные узлы автоматизированного сварочного портала»

Обучающая:

Формирование знаний устройства полуавтомата EWM Phoenix 351 Puls и кантователя для полотниц.

Развивающая: развивать техническое и логическое мышление, память, внимание.

Воспитательная: воспитывать сознательную дисциплину на занятии, ответственность и бережное отношение к оборудованию учебного кабинета

Тип урока: Урок новых знаний.

Инов. N подл.	Подпись и дата
Взам. инв. N	Инов. N дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	N документа	Подпись	Дата
------	------	-------------	---------	------

ДП 44.03.04.017 ПЗ

Лист

57

Методы обучения:

Словесный, наглядный, объяснительно-иллюстративный.

Тип урока: Урок новых знаний.

Дидактическое обеспечение занятия:

– плакат «Оборудование для автоматизированной сварки.

1 Учебники: Сварка и свариваемые материалы. Справочник в 3-х т. Т. 1. Свариваемость материалов / В.Н. Волченко, Э.Л. Макаров, В.В. Шип и др.; Под общ. ред. В.Н. Волченко. – Москва: Металлургия, 1991 - 527 с.

2. В.С. Виноградов «Оборудование и технология дуговой автоматизированной и механизированной сварки», 1997. -319 с.

– Каталог оборудования «Автоматическая сварка» [Электронный ресурс].

– Режим доступа: <https://a-svarka>.

Таблица 10 - План - конспект урока

Планы занятия, затраты времени	Содержание учебного материала	Методическая деятельность
1	2	3
Организационный момент 5 минут	Здравствуйте, прошу вас садиться, приготовьте тетради и авторучки.	Приветствую обучающихся, проверяю явку и готовность к занятию.
Подготовка обучающихся к изучению нового материала 5 минут	Тема раздела сегодняшнего занятия «Автоматизированная сварка в смеси газов пульсирующей дугой» «Устройство и основные узлы роботизированного сварочного комплекса». Цель нашего занятия: «Формирование знаний об устройстве и основных узлах роботизированного сварочного комплекса, Установка представляет собой комплекс который состоит из следующих сборочных единиц: - Сварочный стенд в комплекте с четырьмя сварочными аппаратами - Кантователь для полотниц состоящий из приёмного и подающего стола 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	Расскажу о необходимости знать современное оборудование и его применение. Автоматическая сварка широко применяется на конвейерных линиях в машиностроении при	Мотивирую студентов на освоение новых знаний

Инь. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Инь. N дубл.	Подпись и дата
Изм.	Лист	N документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.017 ПЗ

Лист

58

Продолжение таблицы 10

1	2	3
	сварке корпусов всех видов транспортных средств и строительно-монтажных конструкций при предварительной сборке и сварке и т. д.	
Актуализация опорных знаний 10 минут	Для того что бы приступить к изучению нового материала повторим ранее пройденный материал по вопросам: 1 Чем отличается аппарат для механизированной сварки от аппарата для автоматической сварки? 2 Расскажите особенности автоматической сварки?	Предлагаю ответить на вопросы по желанию, если нет желающих, опрашиваю выборочно.
Изложение нового материала 30 минут	<p>Сварочный портал в классическом виде – это мостовая двух опорная конструкция, которая движется по рельсовому пути со сварочной скоростью. На балке – поперечине портала крепятся суппорта и сварочные горелки или головки. Как правило, сварочные порталы оснащаются системами слежения и несут на себе часть или даже все сварочное оборудование. Сварочные порталы может быть использован не только для сварки швов в направлении его движения (рельсового пути) но и серии швов в поперечном направлении.</p>   <p>Рисунок 1-Сварочный стенд portalного типа</p>	<p>Прошу учащихся записать определение, что такое сварочный автомат и его назначение.</p> <p>Записываем основные моменты.</p> <p>Обращаю внимание обучаемых на плакат. Обучаемые внимательно рассматриваем автомат. И знакомимся с характеристиками автомата. Рассказываю и показываю, при этом использую плакат.</p>

Инь. N подл.	Взам. инв. N	Инь. N дубл.	Подпись и дата
--------------	--------------	--------------	----------------

Изм.	Лист	N документа	Подпись	Дата
------	------	-------------	---------	------

Инв. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подпись и дата

--	--	--

Продолжение таблицы 10

1	2	3
---	---	---

Изм.	Лист	N документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.017 ПЗ

Автоматическая установка портального типа, для сварки поперечных и продольных швов GWU BUILDER , габаритными размерами до 12000мм.

Конструкция портала из стали/ алюминия, обработана краской, анодированным покрытием. Синхронный привод в перемещении сварочного портала по рельсам.

Вертикально подвижный механизм, с синхронизацией двигателей подъема сварочных головок. С числовым программным управлением привода головок вдоль оси X с автоматическим выбором типа сварки. Возможность работы с двумя отдельно функционирующими головками горелок. Место оператора с защитной рамой и интегрированным на платформе сварочным оборудованием. Система управления на базе компьютера с сенсорным экраном "19 ", пропорциональное управление. Автоматический или ручной режим работы. Система управления с максимальными функциональными возможностями, с логическими функциональными блоками, сварочная машина, передвижная с использованием логического переключения ВВЕРХ / ВНИЗ, метод сварки SAW / MAG / TIG / PLASMA, система видеокамера, с джойстиковым управлением, синхронизация программ и сварочных автоматов, поддерживающая автоматический сварочный запуск и авто-заполнение сварочной ванны, полное хранение настроек программы в памяти, компиляция программ для рабочих циклов

На стенд портального типа устанавливается оборудование Phoenix 351 к комплекте с головками TPRMS-22\44.

- Ток импульса (I им).....260А;
- Ток паузы (I п).....80А;
- Частота пульсации (f).....4Гц;
- Напряжение (U).....33В;
- Скорость сварки (Vсв).....105мм/с
- Расход смеси.....10л/мин

По ходу объяснения прошу записать составляющие. Диктую объяснение составных частей. Обращаю внимание на скорость конспектирования. Прерываю свою речь, потом повторяю.

Продолжение таблицы 10

Инов. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Инов. N дубл.	Подпись и дата

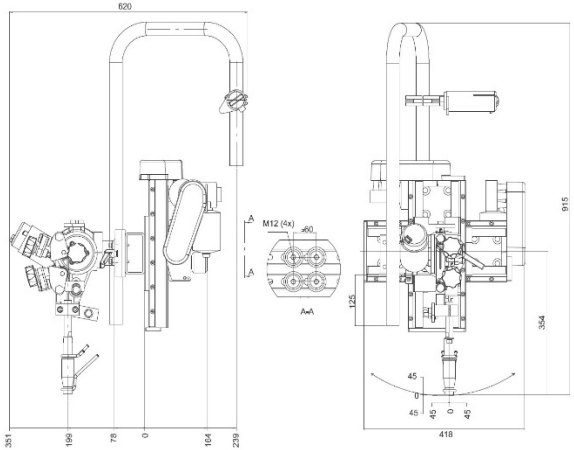
Изм.	Лист	N документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.017 ПЗ

Инв. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подпись и дата

1

2



3

По ходу объяснения прошу записать составляющие. Диктую объяснение и показываю на плакаты

Схема сварочная головка TPRMS-22\44

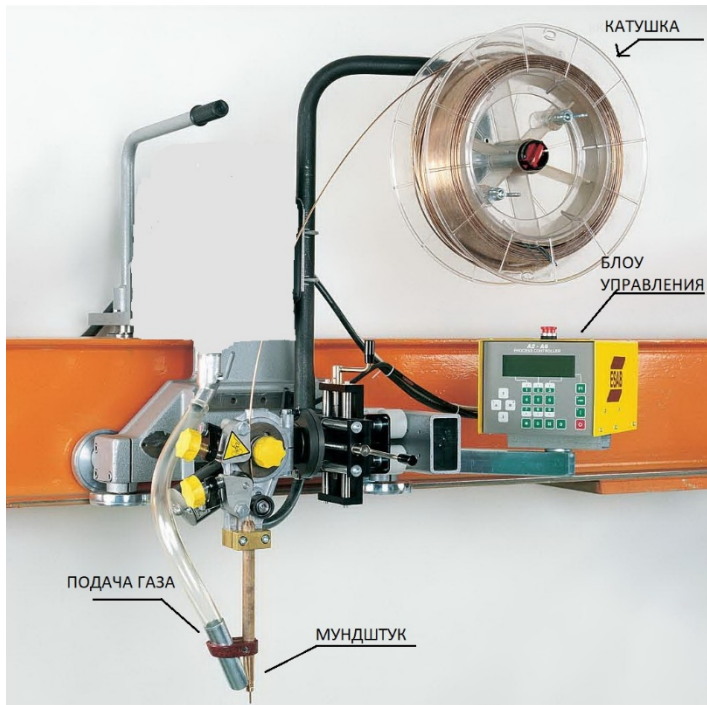


Рисунок 2 Сварочная головка TPRMS-22\44

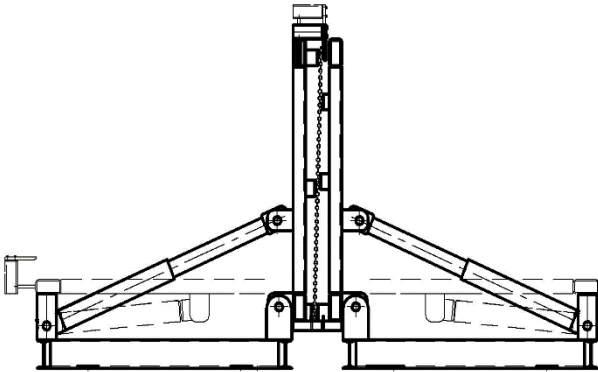
Изделие сваривается одновременно четырьмя сварочными горелками. Последовательность сварки – от середины к краям через 3 сварных соединения.

С целью предотвращения возможного смятия изделия при кантовке, а также увеличения производительности изготовления блока плавниковых труб был принят специализированный кантователь для полотнищ

Продолжение таблицы 10

Изм.	Лист	N документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.017 ПЗ

1	2	3
	 <p data-bbox="459 607 983 640">Рисунок 3-Кантователь для полотнищ</p> <p data-bbox="427 719 1166 824">После сборки изделие необходимо перевернуть на сторону обратную прихваткам. Для этого необходимо выполнить следующие операции:</p> <ol data-bbox="427 831 1166 1084" style="list-style-type: none"> 5) Сперва осуществляется подъём приёмного стола; 6) Затем поднимается подающий стол, на котором располагается изделие; 7) С помощью нижних упоров, приёмный стол перехватывает и увлекает за собой 8) блок плавниковых труб. <p data-bbox="427 1088 767 1122">Таким образом, изделие</p> <ol data-bbox="467 1126 1166 1267" style="list-style-type: none"> 9) занимает необходимое для дальнейшей сварки положение; 10) Подающий стол возвращается в исходное положение; 	<p data-bbox="1190 651 1485 904">Обращаю внимание обучаемых на плакат. Обучаемые внимательно рассматриваем кантователь для полотнищ.</p>

Окончание таблицы 10

Инов. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Инов. N дубл.	Подпись и дата
---------------	----------------	--------------	---------------	----------------

Изм.	Лист	N документа	Подпись	Дата
------	------	-------------	---------	------

ДП 44.03.04.017 ПЗ

1	2	3
	<p>Примечания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Движение подающего и приёмного столов осуществляется с помощью гидроцилиндров. - Упоры, с помощью которых происходит захват изделия, расположены таким образом, чтобы не помешать друг другу. - Приёмный стол поднимается раньше подающего, так как в противном случае, подъёму приёмного стола помешает пересечение упоров с изделием  <p>Рисунок 4-Принцип работы кантователя для полотниц</p>	<p>И знакомимся с принципом его работы. Рассказываю и показываю, при этом использую плакат, где изображены поворотные столы кантователя. Прошу конспектировать материал .</p>
Первичное закрепление материала 10 минут	Теперь запишем домашнее задание, повторить §11.4. Автоматы для сварки в среде защитного газа, по учебнику В.С. Виноградов- «Оборудование и технология дуговой автоматической и механизированной сварки»	Разбираем домашнее задание, что нужно повторить к следующей теме

Инов. N подл.	
Подпись и дата	
Взам. инв. N	
Инов. N дубл.	

2.5 Заключение

Изм.	Лист	N документа	Подпись	Дата
------	------	-------------	---------	------

ДП 44.03.04.017 ПЗ

Лист

64

В ходе выполнения данной работы была решена поставленная задача по снижению процента дефектной продукции и увеличена производительность изготовления изделия за счет автоматической сварки.

В данной работе выбрано новое оборудование, а также, с учетом опыта предыдущей эксплуатации, модернизировано имеющееся заводское оборудование, применен кантователь.

Итогом данной работы стало сокращение временных затрат на производство была разработана целая линия сборки и сварки плавниковых труб автоматизированным процессом, повышение производительности и снижение себестоимости готовой продукции без потери качества сварных соединений.

Разработана методика переобучения «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го уровня) и «Оператор автоматической сварки плавлением». Подставлено пособие по переобучению.

Разработка учебного плана переподготовки по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением» тематический план предмета «Спецтехнология»

Разработан урок который отвечает всем стандартам образования.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Инов. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Инов. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	N документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.017 ПЗ

1. Акулов, АИ Технология и оборудование сварки плавлением / А.И. Акулов, Г.А.Бельчук, В.П.Демянцевич.- М.: Машиностроение,1977. – 342с
2. Красовский, А.И. Основы проектирования сварочных цехов / А.И. Красовский. - М.: Машиностроение, 1980. - 230 с.
3. Нормативы времени и режимы сварки по флюсом и в защитных газах. - Екатеринбург: Уралмашзавод, 2004. - 50 с.
4. Куркин, С.А. Сварные конструкции / С.А. Куркин, Г.А. Николаев. - М.: Высш. Шк,1991. - 345 с.
5. Четвертко, А.И. Оборудование для механизированной дуговой сварки и наплавки / А.И. Четвертко, В.Е. Патон, В.А. Тимченко. - М.: Машиностроение, 1981. - 546 с.
6. Гуревич, С.М. Справочник по сварке металлов / С.М. Гуревич. - Наукова думка, 1981. – 608 с.
7. Милютин, В.С. Источники питания для сварки / В.С. Милютин, В.А. Коротков. - Челябинск: Metallургия Урала, 1999. - 242 с.
8. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т. Т3. / В.И. Анурьев. - 5-е изд., перераб. и доп. – М.:Машиностроение, 1980. - 557с.
9. Марочник сталей и сплавов / Под ред. В.Г. Сорокина М.: Машиностроение, 1989 – 640 с .
10. Расчет основных параметров режима механизированной дуговой сварки плавящимся электродом: методические указания к курсовому и дипломному проектированию / Под ред. Катаева Р.Ф. Екатеринбург : УГТУ-УПИ, 2009. 37 с.
11. Сварка в среде защитных газов / В.Г. Наумов. – М.: Госстройиздат, 1961 – 224 с.
12. Сварка и свариваемые материалы. Справочник в 3-х т. Т. 1. Свариваемость материалов / В.Н. Волченко, Э.Л. Макаров, В.В. Шип и др.; под общ. ред. В.Н. Волченко. – М.: Metallургия, 1991 - 527 с., ил.;

Инов. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	N документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.017 ПЗ

13. Сварочные материалы для дуговой сварки: Справочное пособие: в 2-х т. Т. 1. Защитные газы и сварочные флюсы / Б.П. Конищев, С.А. Курланов, Н.Н. Потапов и др.; Под общ. ред. Н.Н. Потапова. – М.: Машиностроение, 1989 – 544 ., ил.;

14. Справочник по сварке: В 4-х т. Т. 4. / Под ред. А.И. Акулова. – М.: Машиностроение, 1971. – 416 с., ил.

15. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением/ Под ред. Б.Е. Патона. – М.: Машиностроение, 1974. – 770 с .

16. ТУ 14-3-341-75, ГОСТ 550-75 Трубы плавниковые холоднокатаные. Технические условия. п.р. 1.1

17.РД 2730.940.102-92, ГОСТ 550—75. Котлы паровые и водогрейные, трубопроводы пара и горячей воды, сварные соединения. Общие требования п.р. 1.1, п.р8.12

18. РД 2730.940.103-92, ГОСТ 550—75. Котлы паровые и водогрейные, трубопроводы пара и горячей воды. Сварные соединения. Контроль качества, п.р.1.1,п.р. 8.14

19.РД 153-34.1-003-01, ГОСТ 12766.1-90. Сварка, термообработка и контроль трубных систем котлов и трубопроводов при монтаже и ремонте энергетического оборудования п.р.1.1

20.ГОСТ 18442. Контроль неразрушающий. Капиллярные методы. Общие требования п. 8.12

21.ГОСТ 2246-70. Проволока стальная сварочная. Технические условия п.р. 3.1

22. Галушкина В.Н. Технология производства сварных конструкций: учебник для нач. проф. образования – М.: Издательский центр «Академия», 2012.

23.Кукушин, В. С. Теория и методика обучения / В. С. Кукушин. - Ростов н/Д. : Феникс, 2005. - 474 с.

Инов. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Инов. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	N документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.017 ПЗ

