

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	2
1. ОБЩАЯ ЧАСТЬ.....	3
1.1 Характеристика конструкции изделия.....	4
1.1.1 Назначение и условия работы изделия.....	4
1.2 Требования нормативной документации.....	6
1.2.1 Общие требования на изготовление изделия.....	6
1.2.2 Технические требования к основному материалу.....	6
1.2.3 Технические требования к сварочным материалам.....	6
1.2.4 Технические требования к поставляемому прокату.....	7
1.3 Оценка технологичности материала изделия.....	8
1.3.1 Характеристика структуры свойств основного материала.....	8
1.3.2 Оценка свариваемости.....	8
1.4 Заготовительное производство.....	9
1.4.1 Выбор проката.....	9
1.4.2 Выбор способа раскроя проката.....	10
1.4.3 Выбор оборудования для раскроя проката.....	11
1.4.4 Составление схем раскроя проката.....	13
2. РАСЧЕТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	14
2.1 Расчленение конструкции на сборочные детали, сборочные узлы и единицы.....	14
2.2 Последовательность сборочных операций и требования к ним.....	14
2.3 Выбор способа сварки.....	16
2.4 Выбор сварочных материалов.....	17
2.5 Выбор типов сварных соединений.....	18
2.6 Расчет режимов сварки.....	20
3 КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ИЗДЕЛИЯ.....	22
3.1 Общие требования к качеству сварных швов.....	22
3.2 Пооперационный контроль при изготовлении изделия.....	22
3.3 Приемочный контроль.....	23
4. ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	24

<i>Из</i>	<i>Лис</i>	<i>№</i>	<i>Подп</i>	<i>Дат</i>		<i>Лит</i>	<i>Лис</i>	<i>Листо</i>
<i>Разраб.</i>						<i>ЛП</i>	<i>1</i>	<i>17</i>
<i>Провер.</i>								
<i>Т.конт</i>								
<i>Н.конт</i>								
<i>Утв.</i>								

ВВЕДЕНИЕ

Повышение технического уровня сварочных работ связано с внедрением автоматизированных способов сварки, передовых методов организации работ и эффективных средств контроля.

В повышении технического уровня сборочно-сварочных работ большая роль отводится сборочно-сварочным приспособлениям, различным средствам механизации и автоматизации.

Технологические процессы заготовительного и сборочно-сварочного производства оснащаются различными средствами термической и механизированной резки, обработок кромок под сварку, сборки изделия и контроля, в которых широко используются приспособления. Эти средства позволяют существенно сократить трудоемкость работ, обеспечивают стабильное качество изделий, облегчают и улучшают условия труда.

Совершенствование производства сварочных конструкций требует не только наличия механизмов способных осуществить все необходимые операции, но и рациональной их компоновки.

Автоматизация производства снижает трудоемкость изготовления продукции, улучшает условия труда рабочих, создает экономию металла и времени.

Устаревшие методы по изготовлению водонапорных башен типа ВБР требуют внедрения автоматических способов сварки и совершенствования производства.

						Лист
						т
Изм.	Лист	№	Подп.	Дата		3
	т	документ		а		
		а				

1. ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1 Характеристика конструкции изделия

1.1.1 Назначение и условия работы изделия

Тема данного дипломного проекта: «Разработка технологического процесса изготовления водонапорной башни ВБР-25». ВБР-25 – это водонапорная башня Рожновского.

Водонапорные башни системы Рожновского широко применяются в системах водоснабжения и водопотребления на различных предприятиях сельского хозяйства, в жилищно-коммунальной сфере, на различных предприятиях. Башни предназначены для регулирования водообеспечения потребителей в случае перебоев с поставками воды.

К эксплуатации водонапорных башен предъявляются определенные требования:

- минимальная температура эксплуатации -30°C ;
- снеговая нагрузка — до 100 кгс/м^2 ;
- ветровая нагрузка — до 45 кгс/м^2 ;
- грунт должен быть однородным, непросадочным, непучинистым;
- отсутствие грунтовых вод;
- температура поступающей воды — до 6°C ;
- сейсмичность района эксплуатации — не более 6 баллов;

Конструкция бака водонапорной башни представляет собой листовую сварную стальную конструкцию в виде цилиндрической обечайки, крыши в виде конуса, днища и цилиндрической обечайки. Бак опирается на опорную

						Лис т
Изм.	Лис т	№ документ а	Подп.	Дат а		4

конструкцию в виде ствола. Установка башни осуществляется на монолитный фундамент из железобетона путем приварки днища опорной конструкции к соединительным закладным деталям.

Основными составными частями водонапорной башни являются:

- конусообразная (купольная) цилиндрическая емкость
- цилиндрическая опора
- наружная лестница
- внутренняя лестница
- растяжки из тросов
- смотровой люк
- трубопроводная обвязка и арматура

<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		<i>Лист</i>
	<i>т</i>	<i>документ</i>		<i>а</i>		<i>т</i>
		<i>а</i>				5

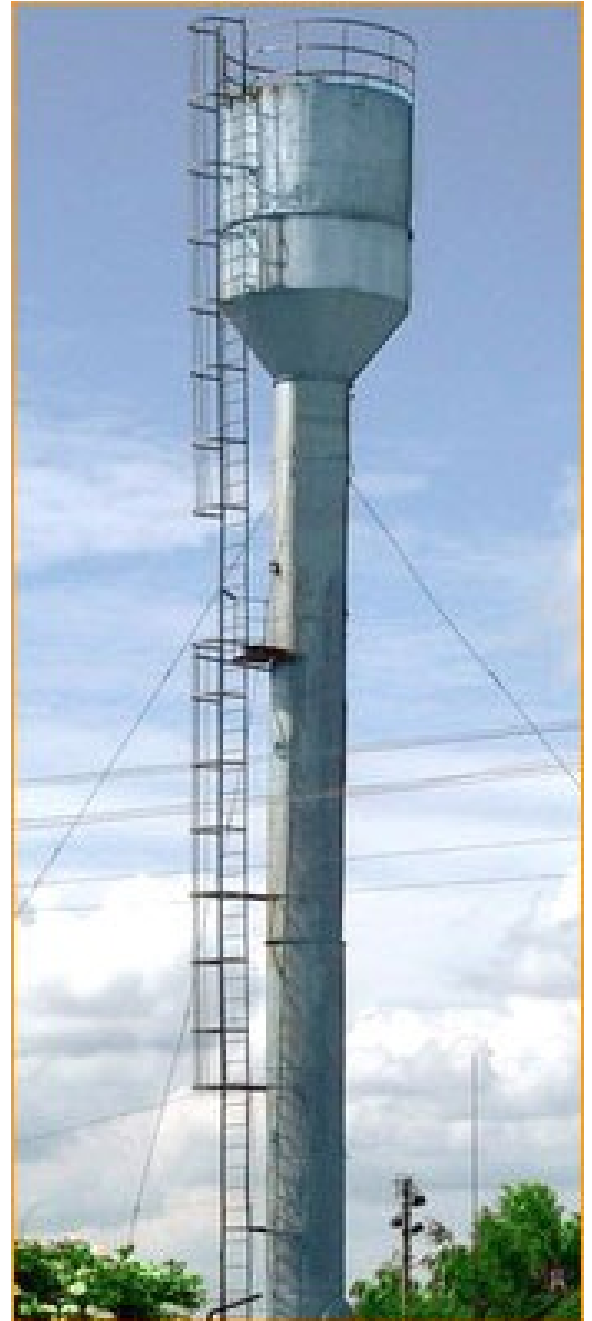
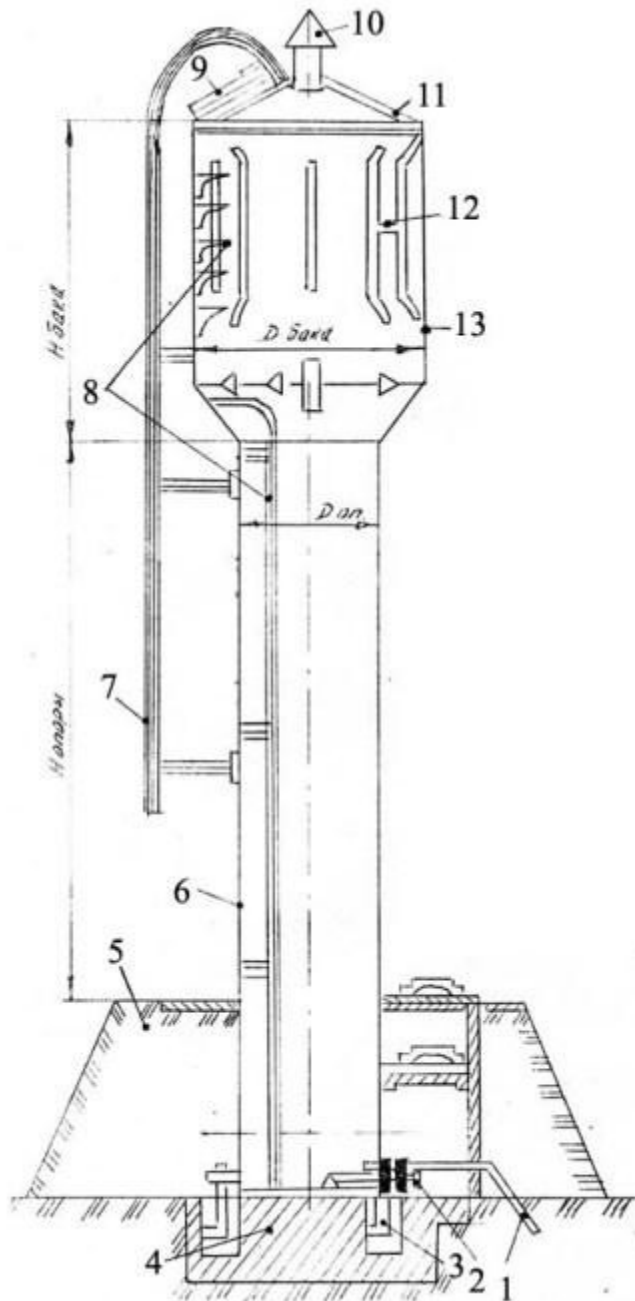


Рис. 1.1 Водонапорная башня и ее составные части (1 - грязевая труба 2 - труба наполнения башни 3 - закладные детали 4 – фундамент 5 - земляная насыпь 6 – ствол 7- наружная лестница 8 - внутренняя лестница 9 - световой люк 10 – сапун 11 - крыша бака 12 – льдоудержатели 13 – бак)

1.2 Требования нормативной документации

						Лист
						т
Изм.	Лист	№	Подп.	Дат		6
	т	документ		а		
		а				

1.2.1 Общие требования на изготовление изделия

Требования СП 43.13330.2012 «Сооружение промышленных предприятий» следует соблюдать при проектировании водонапорных башен, предназначенных для использования в системах хозяйственно-питьевого, производственного и противопожарного водоснабжения промышленных предприятий, животноводческих ферм и комбинатов, сельскохозяйственных комплексов и населенных пунктов.

Габаритные схемы водонапорных башен определяются двумя параметрами - емкостью бака и высотой до низа бака от земли.

Водонапорные башни проектируют с баками вместимостью 15, 25, 50, 100, 150, 200, 300, 500 и 800 м³. Высоту опор (от уровня земли до верха опоры бака) для башен с баками вместимостью от 15 до 50 м³ следует назначать кратной 3 м.

1.2.2 Технические требования к основному материалу

Водонапорные башни могут изготавливаться из сталей различных марок. Для питьевого водоснабжения башни изготавливаются из пищевых нержавеющей сталей, для технического водоснабжения из низкоуглеродистых черных сталей типа Ст3, Ст5, сталь 10, 09Г2С и др. с последующей антикоррозийной обработкой. В данном случае, корпус водонапорной башни ВБР-25 и его составные элементы изготавливаются из стали марки 09Г2С. Данная сталь рассчитана на работу при температурах от -70 до +450 °С, что полностью гарантирует работоспособность водонапорной башни в условиях сурового климата Западной Сибири.

Площадки обслуживания, стремянки и др. доборные элементы водонапорной башни изготавливаются из стали марки Ст3. Все ограждающие конструкции являются готовыми изделиями, они изготавливаются по Сериям и Типовым проектам.

1.2.3 Технические требования к сварочным материалам

						Лист 7
Изм.	Лист т	№ документ а	Подп.	Дат а		7

Выбор сварочных материалов ведется с учетом необходимости обеспечить равнопрочность и однородность химического состава сварного соединения. В виду того, что башня ВБР изготавливается из низкоуглеродистой стали марки 09Г2С следует использовать сварочные материалы аналогичного класса прочности. Для ручной дуговой сварки это электроды с основным типом покрытия Э50 по ГОСТ 9467-75. Для автоматической сварки предлагается использовать самозащитную порошковую проволоку E71T-GS (классификация: AWS A5.20: E71T-GS).

Все сварочные материалы должны проходить входной контроль, включающий:

- проверку наличия сертификатов качества или сертификатов соответствия фирмы (завода-изготовителя);
- проверку сохранности упаковки;
- замер диаметра электродов и проволок и проверку его соответствия данным сертификата;
- проверку внешнего вида покрытия электродов и проволок - прочности (адгезии) покрытия электродов, отсутствия поверхностных дефектов электродных покрытий и проволок, следов ржавчины на поверхности проволок и электродных стержнях, разнотолщинности электродного покрытия;

Все сварочные материалы должны соответствовать требованиям стандартов и технических условий, иметь сертификаты предприятия-изготовителя и храниться в оттапливаемом помещении при температуре не ниже +15 °С, рассортированными по маркам [14].

1.2.4 Технические требования к поставляемому прокату

Водонапорная башня ВБР-25 изготавливается из листового горячекатаного проката толщиной 6 мм и 8 мм, изготовленного из стали 09Г2С, к которому

						Лист
						т
Изм.	Лист	№	Подп.	Дат		8
	т	документ		а		
		а				

предъявляются, изложенные ниже, требования в соответствии с ГОСТ 19903-74.

Используется листовой прокат:

- по точности прокатки: нормальной точности (класс Б);
- по плоскостности: нормальной плоскостности (класс ПН);
- по характеру кромки: с обрезной кромкой (категория О);
- по размерам: с указанием размеров (форма 1).

Предельные отклонения по ширине проката с обрезной кромкой, изготовляемого в листах, не должны превышать +10 мм.

Предельные отклонения по длине проката, прокатанного на непрерывных станах и порезанного на листы, не должны превышать +20 мм.

Отклонения от плоскостности на 1 м длины проката, изготовляемого в листах, не должны превышать 12 мм.

Серповидность проката, изготовляемого в листах, не должна превышать 2 мм на 1 м длины.

1.3 Оценка технологичности материала изделия

1.3.1 Характеристика структуры свойств основного материала

Листовой прокат изготовлен из стали 09Г2С. Исходная структура стали ферритно-перлитная. Механические свойства и химический состав стали 09Г2С представлены в таблицах 1.1 - 1.2.

Таблица 1.1

Химический состав стали 09Г2С

Химический элемент	C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	P	S
Процент содержания	0,12	0,54-0,8	1,3-1,7	<0,3	<0,3	0,15 4-0,35	<0,04	<0,035

Таблица 1.2

Механические свойства стали 09Г2С

									Лист т
Изм.	Лист т	№ документ а	Подп.	Дат а					9

Предел текучести, МПа	Временное сопротивление, МПа	Относительное сужение, %	Относительное удлинение, %	Ударная вязкость КСУ, Дж/см ² при температуре, °С	
				+ 20	-70
270-350	440-550	50	21	59	29

1.3.2 Оценка свариваемости

Под технологической свариваемостью понимают способность металлов образовывать прочное соединение без существенного ухудшения их технических свойств в самом соединении и прилегающей к нему околошовной зоне.

Низколегированные стали - это стали с суммарным содержанием легирующих элементов до 2,5 %.

С увеличением содержания углерода и легирующих элементов растёт удельное электросопротивление, сопротивления деформации, расширяется температурный интервал хрупкости и возрастает склонность к образованию кристаллизационных трещин, усиливается склонность к закалке.

Параметры режимов сварки выбирают в зависимости от марки и толщины сталей.

Свариваемость трубных сталей оценивают по эквивалентному содержанию углерода. При этом его величина не должна превышать 0,46 %:

$$C_{эkv} = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V + Ti + Nb)/5 + (Cu + Ni)/15 + 15B \quad (1.1)$$

Определим свариваемость стали 09Г2С:

$$C_{эkv} = 0,12 + 1,5/6 + 0,3/5 = 0,43 \%$$

Таким образом, данная сталь не склонна к образованию холодных трещин. Низкоуглеродистые стали, хорошо свариваются всеми способами сварки плавлением.

1.4 Заготовительное производство

						Лис т
Изм.	Лис т	№ документ а	Подп.	Дат а		10

1.4.1 Выбор проката

Для изготовления корпуса водонапорной башни ВБР-25 применяется прокат из низкоуглеродистой стали марки 09Г2С по ГОСТ 19281-89:

1. Лист $\frac{Б-ПН-О\ 8 \times 2000 \times 8000\ ГОСТ\ 19903-74}{09Г2С\ ГОСТ\ 19281-89}$
2. Лист $\frac{Б-ПН-О\ 6 \times 1600 \times 10000\ ГОСТ\ 19903-74}{09Г2С\ ГОСТ\ 19281-89}$
3. Лист $\frac{Б-ПН-О\ 6 \times 1600 \times 3200\ ГОСТ\ 19903-74}{09Г2С\ ГОСТ\ 19281-89}$

1.4.2 Выбор способа раскроя проката

Для получения заготовок из листового проката необходимой величины используется механическая резка на гильотине. Данный способ заготовки проката обеспечивает высокую точность и скорость работы. Кроме того, на кромки металла, подлежащие сварки не оказывается термического влияния, так же нет необходимости дополнительно обрабатывать кромки металла после резки. Гильотинная резка металла - это наиболее дешевый и популярный метод резки.

Схема работы воздушно-плазменной резки приведена на рис. 1.2.

Плазменная резка металла производится при помощи оборудования, состоящего из источника тока, блока аппаратуры, ручного или механизированного плазмотрона, устройства механизации перемещения. Если отсутствует воздушная магистраль стационарного типа, в комплектацию входит компрессор, а при отсутствии системы водоснабжения – блок автономного охлаждения (в плазмотронах с водяным охлаждением).

						Лист т
Изм.	Лист т	№ документ а	Подп.	Дат а		11

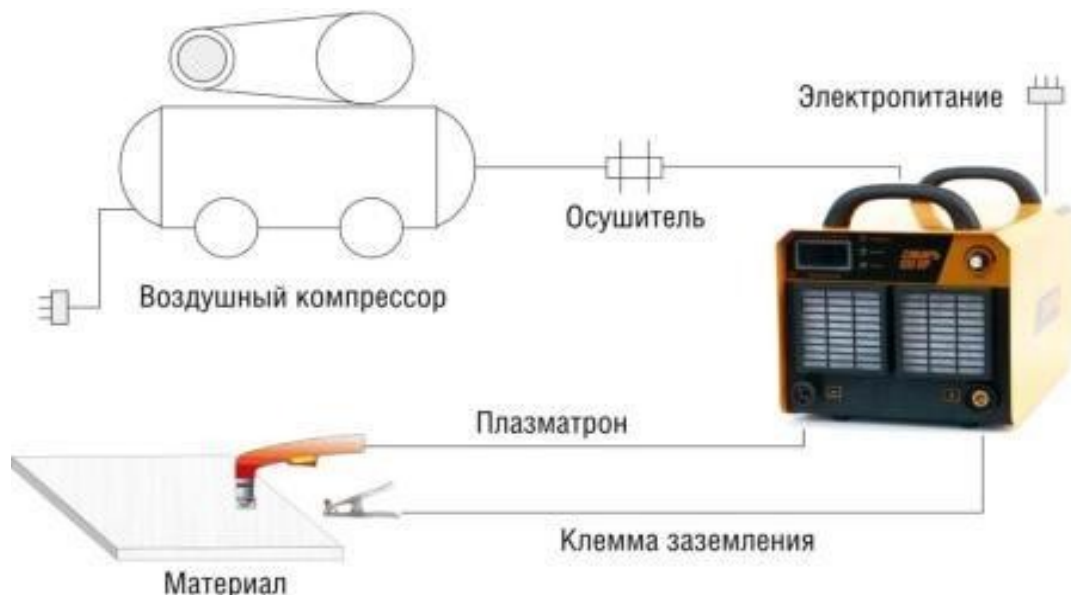


Рис. 1.2 Схема работы воздушно-плазменной резки

Для обработки заготовок после воздушно-плазменной резки применяется ручной абразивный электрический инструмент.

1.4.3 Выбор оборудования для раскроя проката

Оборудование для механической обработки металла:

1. Гильотинные гидравлические ножницы MetalMaster HCJ 32120.

Ножницы MetalMaster HCJ 32120 (рис. 1.3.) предназначены для резки листового металла. Гидравлический привод ножниц и закаленные режущие ножи обеспечивают стабильный качественный рез. Современный дизайн оборудования, удобство в работе, пониженная шумность позволяют использовать ножницы во многих современных автоматизированных производствах с высокими требованиями к надежности оборудования.

						Лист
						т
Изм.	Лист	№	Подп.	Дат		12
	т	документ		а		
		а				



Рис. 1.3 Ножницы MetalMaster HCJ 32120

Технические характеристики гильотины MetalMaster HCJ 32120:

- Максимальная толщина листа - 4-12 мм;
- Рабочая длина – от 1 до 10 м;
- Моторизованный упор.

2. Машина углошлифовальная (УШМ) MILWAUKEE AGV 21-230 GEX/DMS (рис.1.4):

Технические характеристики УШМ MILWAUKEE AGV 21-230 GEX/DMS:

- Мощность – 2100 Вт;
- Обороты – 6600 об\мин;
- Круг – 230 мм;
- Быстрозажимная гайка – «+»;
- Вес брутто – 8 кг.



Рис. 1.4 Углошлифовальная машина MILWAUKEE AGV 21-230 GEX/DMS

						Лис т
Изм.	Лис т	№ документ а	Подп.	Дат а		13

В качестве оборудования для термической обработки металла используется портативная установка воздушно-плазменной резки металла СИБИРЬ 120ПР.

Установка воздушно-плазменной резки металла СИБИРЬ 120ПР с бесконтактным поджигом предназначена для ручной и автоматизированной резки углеродистых, легированных сталей и сплавов цветных металлов толщиной до 40 мм. "СИБИРЬ 120ПР" обеспечивает высокую скорость реза, а так же низкую себестоимость за счет исключения использования баллонов с кислородом и горючими газами. Аппарат может использоваться для работы в полевых условиях при температуре до -40 С. Технические характеристики установки приведены в таблице 1.4.

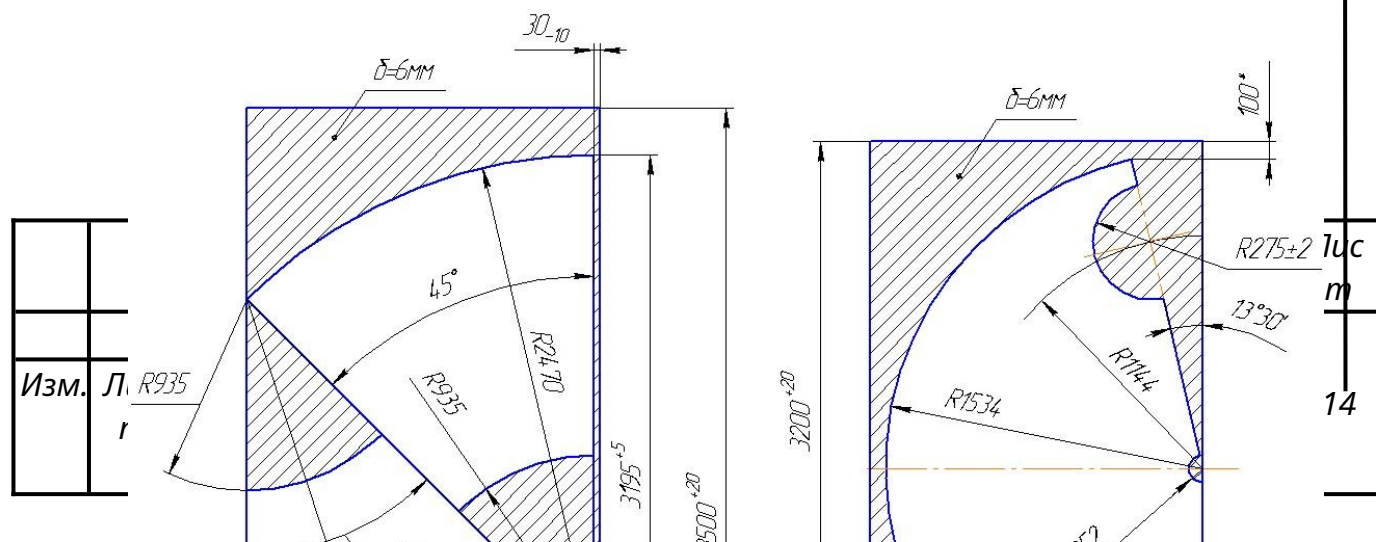
Таблица 1.4

Технические характеристики установки СИБИРЬ 120ПР

Наименование	Значение
Номинальное питающее напряжение, В	380 (+10%,-15%)
Диапазон регулировки тока, А	35-120
Макс. толщина разрезаемого металла	40
Номинальная потребляемая мощность, кВт	24
Напряжение холостого хода, В	280
Рабочее напряжение, В	145
Частота питающей сети, Гц	50
Продолжительность нагрузки, % (с фильтром, %)	60 (40)
Степень защиты	IP23
Рабочая температура окружающей среды, град. С	-40...+40
Габаритные размеры, мм	400 x 250 x 270
Рабочее давление компрессора, атм	4,5-5
Расход воздуха, л/мин	230
Масса аппарата, кг	22

1.4.4 Составление схем раскроя проката

Схемы раскроя проката приведены на рис.1.5.



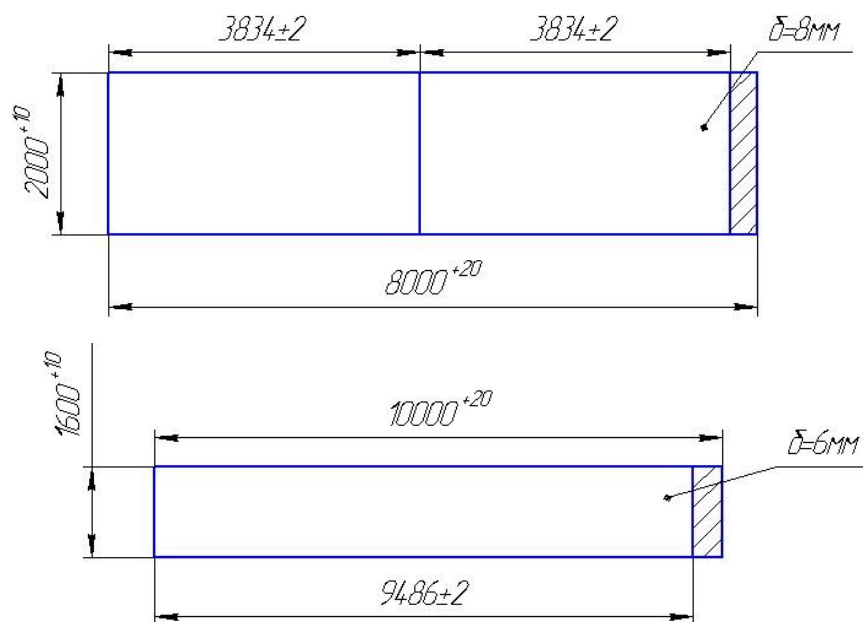


Рис. 1.5 Схемы раскроя проката (*размер для справок)

2. РАСЧЕТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Расчленение конструкции на сборочные детали, сборочные узлы и единицы

						Лис т
Изм.	Лис т	№ документ а	Подп.	Дат а		15

В данном пункте дипломного проекта приводится обозначение и наименование сборочных единиц (табл. 2.4) и деталей (табл. 2.5) водонапорной башни ВБР-25.

Таблица 2.4

Сборочные единицы водонапорной башни ВБР-25

Шифр	Наименование сборочной единицы
ВБР-25.00.00.000	Водонапорная башня ВБР-25
ВБР-25.00.00.001	Опора водонапорной башни
ВБР-25.00.00.002	Бак водонапорной башни
ВБР-25.00.00.003	Крышка бака водонапорной башни
ВБР-25.00.00.004	Люк-лаз
ВБР-25.00.00.005	Ограждающие конструкции (стремянка, площадка)
ВБР-25.00.00.006	Труба переливная
ВБР-25.00.00.007	Воздушная трубка
ВБР-25.00.00.008	Воздушный колпак
ВБР-25.00.00.009	Конус бака

Таблица 2.5

Сборочные детали водонапорной башни ВБР-25

№ детали	Наименование	Кол-во, шт
1	Обечайка опоры ВБР-25 Ø1220x2000x8 мм	9
2	Обечайка бака ВБР-25 Ø3020x1600x6 мм	2
3	Сегмент конуса бака ВБР-25	5
4	Сегмент крышки ВБР-25	2

2.2 Последовательность сборочных операций и требования к ним

Сборка имеет своей целью установку свариваемых деталей в заданных условиях с заданными зазорами между ним. К выполнению сборочных операций допускаются сварщики, прошедшие специальный курс теоретической и практической подготовки и сдавшие испытания на право производства этих работ.

Последовательность сборочных операций:

1. Установка изделия (заготовки, детали) в сборочно-сварочном приспособлении с выверкой зазоров и соосности сопрягаемых

						Лист
						т
Изм.	Лист	№	Подп.	Дат		16
	т	документ		а		
		а				

деталей;

2. Постановка прихваток;
3. Сварка сварного шва.

Сборка обечаек Ø1220 мм производится на звенном центраторе. Сборка обечаек Ø3020 мм производится при помощи специальных сборочно-сварочных приспособлений.

Постановка прихваток выполняется электродами типа Э50А диаметром не более 3 мм. Прихватки выполнять длиной 10 - 15 мм с шагом 150 - 200 мм. Для предотвращения смещения свариваемых кромок применяются сборочно-сварочные приспособления.

Процесс сборки под сварку предусматривает технологическую операцию - центровку, в результате которой две сопрягаемые обечайки становятся соосными.

Прихватку стыков выполняют с полным проплавлением корня шва теми же сварочными материалами, что и при сварке корневого слоя.

Смещение наружных кромок не должно превышать 20% от нормативной толщины стенки, но составлять не более 3,0 мм.

Производить сборку и сварку элементов при наличии влаги на поверхности кромок и участков, прилегающих к стыку, запрещается.

Сборочная операция имеет цель обеспечить правильное взаимное расположение и закрепление деталей собираемого сварного изделия. Собранный узел должен обладать жесткостью и прочностью, необходимой для уменьшения деформации при сварке.

						Лис т
Изм.	Лис т	№ документ а	Подп.	Дат а		17

2.3 Выбор способа сварки

Для изготовления водонапорной башни ВБР-25 можно использовать следующие способы сварки:

- ручную дуговую покрытыми электродами;
- механизированную сварку;
- автоматическую сварку;

Большой объем сварочных работ и протяженные швы дают возможность эффективно использовать все преимущества автоматической сварки. Применение механизированных способов менее эффективно, в следствие чего в проекте они не будут применены.

Ручная дуговая сварка по своему определению не предусматривает механизации производственного процесса, что вследствие поставленных целей проекта исключает возможность ее применения.

Наибольший интерес вызывает применение автоматической сварки самозащитной порошковой проволокой.

При сварке самозащитной порошковой проволокой защита сварочной ванны и застывающего металла шва происходит за счет газа и шлака, образующегося приплавлении наполнителя, содержащегося в сердечнике проволоки.

Самозащитная проволока имеет ряд преимуществ:

- Наличие дуги открытого типа. Сварщик во время работ может без затруднений наблюдать за сварочной ванной;
- Точный химический состав проволоки;
- Проволока позволяет сваривать детали в разных положениях;
- При сварке самозащитной проволокой полностью отпадает необходимость использования какого-либо еще оборудования, а именно:

						Лис т
Изм.	Лис т	№ документ а	Подп.	Дат а		18

устройства для подачи флюса, газовых горелок и баллонов. Это значительно повышает компактность такого сварочного аппарата;

Использование порошковой проволоки – это универсальное решение для сварочных работ. С помощью этих проволок можно значительно сократить время работы, при этом получить отличное качество шва без лишних затрат и усилий. А наличие разных видов проволоки позволяет облегчить сварку абсолютно любых изделий из разных материалов.

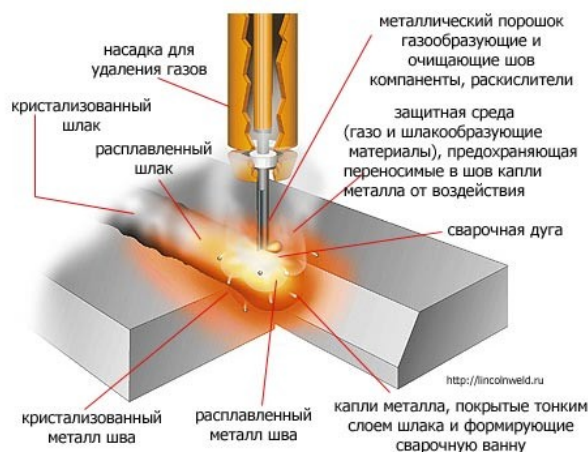


Рис. 2.1 Схема автоматической сварки порошковой самозащитной проволокой

Таким образом, на проектируемом типе производства для сварки кольцевых и продольных швов обечаек используется автоматическая сварка самозащитной порошковой проволокой. Для сварки всех остальных швов предлагается использовать базовый способ сварки – РДС.

2.4 Выбор сварочных материалов

Выбор марки и диаметра порошковой проволоки определяется маркой свариваемой стали, требованиями к металлу сварного шва и сварного соединения, толщиной металла и условиями выполнения сварки. При этом учитываются технологические особенности применения проволоки и возможные пределы изменения режимов сварки, производительность и экономическая целесообразность использования. Выбранная проволока подлежит обязательной проверке.

						Лист
						19
Изм.	Лист	№	Подп.	Дат		
	т	документ		а		
		а				

Основным условием при выборе сварочных материалов является обеспечение равнопрочности основного металла и сварного шва.

При автоматической сварки самозащитной порошковой проволокой предлагается использовать самозащитную порошковую проволоку E71T-GS Ø 3мм (классификация: AWS A5.20: E71T-GS).

Химический состав проволоки E71T-GS представлен в таблице 2.6, механические свойства металла, наплавленного проволокой E71T-GS представлены в таблице 2.7.

Таблица 2.6

Химический состав сварочной проволоки E71T-GS

Химический элемент	C	Mn	Si	Al	S	P
Процентное содержание	0,26	0,91	0,5	2,05	0,014	0,016

Таблица 2.7

Механические свойства металла наплавленного проволокой E71T-GS

Показатель	Временное сопротивление, МПа	Относительное удлинение, %	Ударная вязкость, Дж/см ² , при температуре, С	
			20 °С	-20 °С
Значение	510	29	120	50

Все сварочные материалы должны проходить входной контроль, включающий:

- проверку наличия сертификатов качества или сертификатов соответствия фирмы (завода-изготовителя);
- проверку сохранности упаковки;
- замер диаметра электродов и проволок и проверку его соответствия данным сертификата;
- проверку внешнего вида покрытия электродов и проволок - прочности (адгезии) покрытия электродов, отсутствия поверхностных дефектов электродных покрытий и проволок, следов ржавчины на

						Лист т
Изм.	Лист т	№ документ а	Подп.	Дат а		20

поверхности проволок и электродных стержнях, разнотолщинности электродного покрытия;

Все сварочные материалы должны соответствовать требованиям стандартов и технических условий, иметь сертификаты предприятия-изготовителя и храниться в оттапливаемом помещении при температуре не ниже $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$, рассортированными по маркам.

2.5 Выбор типов сварных соединений

Сварные соединения выбираются по ГОСТ 8713-79. В данном дипломном проекте рассматривается замена базовой технологии сварки на операции по сварке кольцевых и продольных швов водонапорной башни ВБР-25, поэтому приводится тип соединения именно для этих операций. Данное соединение имеет обозначение ГОСТ 8713-79-С4. Сварные соединения представлены на рис. 2.5-2.7.

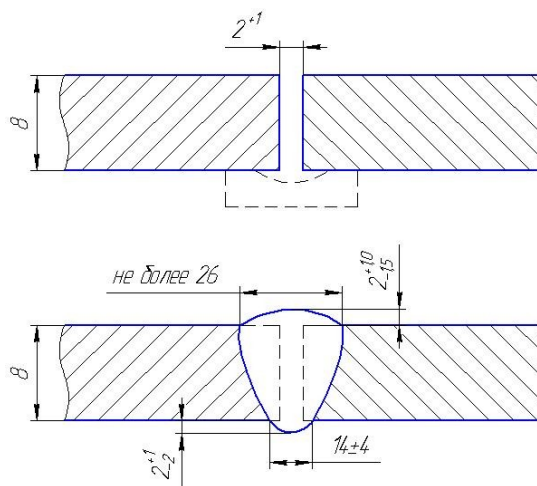


Рис. 2.2 Сварное соединение для элементов опоры ВБР-25

						Лис т
Изм.	Лис т	№ документ а	Подп.	Дат а		21

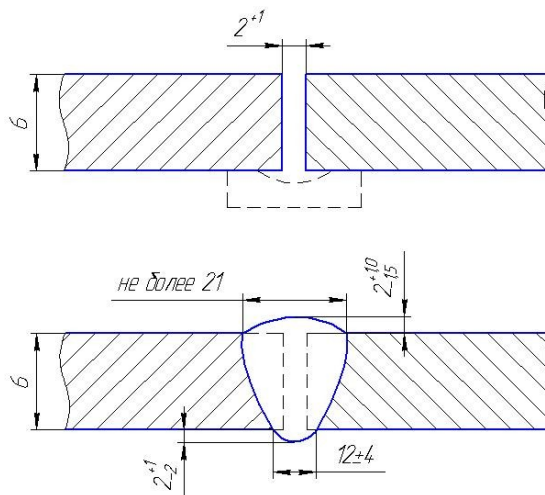


Рис. 2.3 Сварное соединение для элементов бака ВБР-25

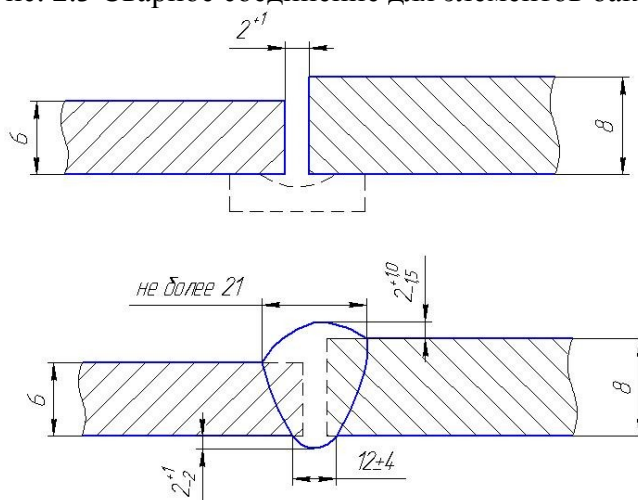


Рис. 2.4 Сварное соединение приварки бака к опоре ВБР-25

2.6 Расчет режимов сварки

Расчет режимов сварки для односторонней автоматической сварки самозащитной порошковой проволокой.

1. Задаём требуемую глубину провара:

$$h_1 = S \text{ (мм)}$$

$$h_1 = 9 \text{ (мм)}$$

$$I_{св} = \frac{h_1}{k_h} \cdot 100 \text{ (А)}$$

2. Сила сварочного тока: _____, где

k_h - коэффициент пропорциональности, зависящий от рода тока и его полярности, от диаметра электродной проволоки и от способа защиты дуги
 $k_h = 1,45$

						Лис т
Изм.	Лис т	№ документ а	Подп.	Дат а		22

$$I_{св} = \frac{h_1}{k_h} \cdot 100 = \frac{9}{1,45} \cdot 100 = 621 (A) \quad (2.1)$$

3. Диаметр электродной проволоки: $d_{эл} = 2 \cdot \sqrt{\frac{I_{св}}{\pi \cdot j}}$ (мм), где j - плотность тока (А/мм²)

Диаметр электродной проволоки можно просто задать в зависимости от допустимой плотности тока.

Таблица 2.9

Допустимые плотности тока					
$d_{эл}, \text{мм}$	2	3	4	5	6
$j, \text{А/мм}^2$	65-200	45-90	35-60	30-50	25-45

Выбираем электродную проволоку диаметром 3 мм.

4. Скорость сварки: $v_{св} = \frac{A}{36 \cdot I_{св}}$ (см/с), где A – коэффициент, зависящий от диаметра электродной проволоки

Таблица 2.10

$d_{эл}, \text{мм}$	1	2	3	4	5	6
$A \cdot 10^{-3}$, $A \cdot \text{м/ч}$	5-8	8-12	12-16	16-20	20-25	25-30

$$v_{св} = \frac{A}{36 \cdot I_{св}} = \frac{14000}{36 \cdot 621} = 0,62 (см/с) \quad (2.2)$$

5. Напряжение на дуге:

$$U_{д} = 20 + \left(\frac{0,05}{d_{эл}^{0,5}} \right) \cdot I_{св} \pm 1 = 20 + \left(\frac{0,05}{3^{0,5}} \right) \cdot 621 = 38 \pm 1 (В) \quad (2.3)$$

6. Погонная энергия:

$$q_n^к = \frac{I_{св} \cdot U_{д} \cdot \eta}{v_{св}} = \frac{621 \cdot 38 \cdot 0,8}{0,62} = 30449 (Дж/см) \quad (2.4)$$

7. Коэффициент формы провара: $\psi_{пр} = k' \cdot (19 - 0,01 \cdot I_{св}) \cdot \frac{d_{эл} \cdot U_{д}}{I_{св}}$, где k' - коэффициент:

- для $j < 120 \text{ А/мм}^2$ постоянный ток обратной полярности:
 $k' = 0,367 \cdot j^{0,1925}$;

						Лис т
Изм.	Лис т	№ документ а	Подп.	Дат а		23

$$\psi_{np} = k' \cdot (19 - 0,01 \cdot I_{св}) \cdot \frac{d_{эл} \cdot U_{д}}{I_{св}} = 0,83 \cdot (19 - 0,01 \cdot 621) \cdot \frac{3 \cdot 38}{621} = 1,95 \quad (2.5)$$

8. Расчётная глубина провара:

$$h_1 = 0,0076 \cdot \sqrt{\frac{q_n^k}{\psi_{np}}} = 0,0076 \cdot \sqrt{\frac{30449}{1,95}} = 9,5 \text{ (мм)} \quad (2.6)$$

Полученное значение глубины провара подходит под заданное.

9. Ширина шва:

$$b = \psi_{np} \cdot h_1 = 1,95 \cdot 9,5 = 18,53 \text{ (см)} \quad (2.7)$$

10. Высота наплавки:

$$g_1 = (1,35 \dots 1,4) \cdot \frac{F_n}{b}, \quad \text{где}$$

$$F_n = \frac{\alpha_p \cdot I_{св}}{100 \cdot \gamma \cdot v_{св}} \text{ (см}^2\text{)}, \quad \text{где } \alpha_p \text{ - коэффициент расплавления:}$$

- при постоянном токе обратной полярности: $\alpha_p = 11,6 \pm 0,4 \text{ (г/А}\cdot\text{ч)}$;

$$F_n = \frac{\alpha_p \cdot I_{св}}{100 \cdot \gamma \cdot v_{св}} = \frac{12 \cdot 621}{100 \cdot 7,8 \cdot 0,62} = 15,4 \text{ (см}^2\text{)} \quad (2.8)$$

$$g_1 = (1,3 \dots 1,4) \cdot \frac{F_n}{b} = 1,3 \cdot \frac{15,4}{2} = 10,0 \text{ (мм)} \quad (2.9)$$

Вылет проволоки устанавливается равным 15—20 мм. При большем вылете проволока перегревается, ухудшаются механические свойства металла шва, в нем появляются поры; сварка с укороченным вылетом может привести к привариванию проволоки к мундштуку и вызвать загрязнение наконечника мундштука брызгами.

3 КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ИЗДЕЛИЯ

3.1 Общие требования к качеству сварных швов

Допускаемые отклонения размеров сечения швов сварных соединений

						Лис т
Изм.	Лис т	№ документ а	Подп.	Дат а		24

от проектных не должны превышать величин, указанных в ГОСТ 8713-79.

Для удаления поверхностных дефектов с торца шва механической обработкой разрешается углубляться с уклоном не более 1:20 на свободной кромке, но не более чем на 8 мм с каждой стороны, без подварки; после обработки торцов швов необходимо закруглять острые грани.

Швы сварных соединений конструкции должны быть очищены от шлака, брызг и натеков металла. Приваренные сборочные приспособления надлежит удалять без применения ударных воздействий и повреждения основного металла, а место их приварки зачищать до основного металла с удалением всех дефектов.

3.2 Пооперационный контроль при изготовлении изделия

Пооперационный контроль начинается с проверки соответствия материала свариваемых элементов проекту. Затем контролируют качество подготовки деталей под сварку.

Поверхность свариваемых деталей перед сваркой должна быть очищена от грязи, масла, ржавчины. Прокатная окалина на поверхности стали оказывает незначительное влияние на качество сварки.

Пооперационный контроль должен проводиться инженерно-техническим работником, ответственным за сварку, или под его наблюдением. Пооперационный контроль производитель работ выполняет непосредственно и непрерывно в процессе проведения операций по сборке и сварке. При пооперационном контроле проверяют соответствие выполняемых работ проекту, государственных стандартов, технологических инструкций и карт.

3.3 Приемочный контроль

						<i>Лист</i>
						<i>т</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дат</i>		25
	<i>т</i>	<i>документ</i>		<i>а</i>		
		<i>а</i>				



Рис. 4.1 Автоматическая сварочная система NA-3 (Lincoln Electric)

Таблица 4.1

Технические характеристики сварочной системы NA-3

Наименование	Модель	Ø проволоки, мм	Максимальный сварочный ток, А	Скорость подачи проволоки, м/мин	Вес, кг
Значение	NA-3	0,6 ÷ 5,6	До 1500	5,2 ÷ 19,7	56,0

В качестве источника питания для автоматической сварки используется источник питания IdealArc DC-1000 Lincoln Electric (рис. 3.2).

Применение: полуавтоматическая и автоматическая сварка, электродуговая сварка покрытым электродом, электро-дуговая строжка.

Таблица 4.2

Технические характеристики источника питания IdealArc DC-1000

Наименование	Модель	Сеть питания, В	Цикл сварки, ПВ, 100%	Диапазон тока, А	Габариты, мм	Вес, кг
Значение	DC-1000	220/400	1000А/44В	150-1300	781x572x991	372

						Лист
						т
Изм.	Лист	№ документ	Подп.	Дата		28

Оснащение: Источник сварочного тока, трансформаторного типа с тиристорным управлением. Универсальная модель, с жесткой и подающей внешней характеристикой. Дополнительно оснащается цифровым вольтметром и амперметром. Схема стабилизации напряжения при колебаниях напряжения в сети в пределах 10%. Разъем ПДУ. Внешняя цепь переменного напряжения для питания вспомогательных и основных устройств 42,115,220в. Может использоваться со сварочным трактором LT-7 и автоматическими головками NA-3 и NA-5 Lincoln Electric.

Регулировки: потенциометр плавной регулировки выходной мощности, режима работы для выбора внешних характеристик CV - CC.



Рис. 4.2 Источник питания IdealArc DC-1000

4.2 Выбор вспомогательного сварочного оборудования и оснастки

Все ремонтные сварные швы подвергают визуально-измерительному контролю (ГОСТ 3242-79).

Визуально-измерительный контроль служит для определения наружных дефектов в сварных швах. В качестве измерительного инструмента используется: шаблон сварщика УШС 3, техническая характеристика которого представлена в табл. 4.3.

						Лист
						т
Изм.	Лист	№	Подп.	Дат		29
	т	документ		а		
		а				

4.3 Выбор подъемно-транспортного оборудования

Выбор подъемно-транспортного оборудования рекомендуется производить так, чтобы тип машин соответствовал:

- технологии обработки грузов с учетом их ассортимента и габаритов;
- объему погрузочно-разгрузочных и складских работ;
- характеру и типу выполняемых на складе операций по приему, складированию и выдаче грузов с учетом общей технологии складских работ;
- условиям проводимых работ (на открытых складских площадках или в закрытых складских помещениях);
- режиму работ складов;
- правилам техники безопасности;

В качестве подъемно-транспортного оборудования используется опорная кран-балка, с тельфером грузоподъемностью до 10 т (рис.3.5).

Кран-балка принадлежит к типичному оборудованию на производстве, закрытых и открытых складов, цехов.

Кран-балки электрические однобалочные являются разновидностями мостовых кранов, функционирование которого осуществляется посредством электрического привода.

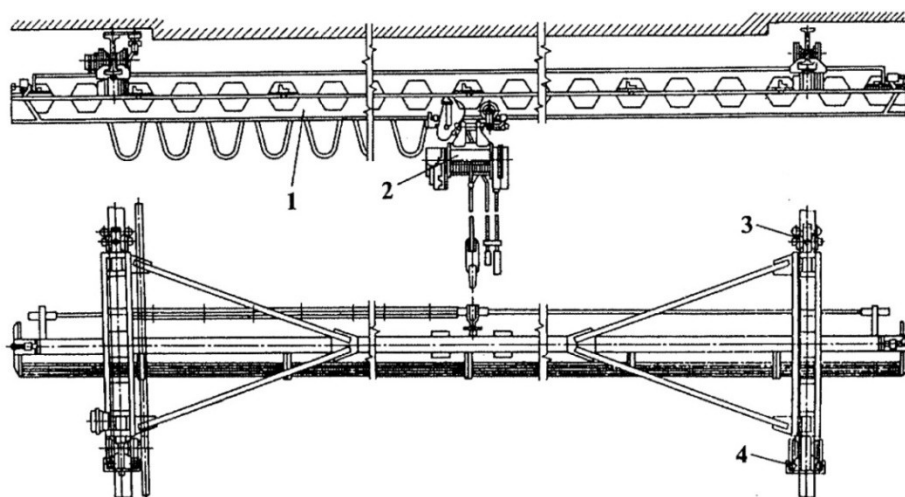


Рис. 4.5 Кран-балка, грузоподъемностью 10т
(1-Мост, 2-Механизм подъема груза 3-Тележка неприводная, 4-Тележка приводная)

					Лис т
Изм.	Лис т	№ документ а	Подп. а	Дат а	31

Кран-балка состоит из пролетной балки и концевых тележек. Управление кран-балкой производится с пола. Кран-балка опорная изготавливается в соответствии с ГОСТ 19811, «Правилами устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов» ПБ 10-382-00, «Правилами устройства электроустановок».

4.4 Нормирование сборочно-сварочных работ

Расчет норм времени проведем на примере операции по сборке и сварке кольцевого шва корпуса опоры Ø1220x8.

Нормирование штучного времени на сборочно-сварочные операции по сварке кольцевого шва корпуса опоры Ø1220x8 за один проход.

$$T_{шт.общ.} = T_{шт.сб.} + T_{шт.св.} = 21,42 + 12,01 = 33,43 \text{ мин} \quad (4.1)$$

где $T_{шт.общ.}$ - общее штучное время на сборку и сварку конструкции;

$T_{шт.сб.}$ - штучное время на сборку конструкции;

$T_{шт.св.}$ - штучное время на сварку конструкции.

Нормирование сборки металлоконструкции под сварку.

Расчет времени на сборку металлоконструкции под сварку:

$$T_{шт.сб.} = T_{п.з.} + \sum T_{уст.i} + \sum T_{кр.i} + \sum T_{прив.i} + \sum T_{пов.i} = 10 + 7,8 + 0,5 + 0,72 + 2,4 = 21,42 \text{ мин} \quad (4.2)$$

где $T_{п.з.} = 10 \text{ мин}$ - подготовительно-заключительное время на сборку металлоконструкций под сварку;

$\sum T_{уст.i} = 2,5 + 5,3 = 7,8 \text{ мин}$ - сумма затрат времени на установку деталей конструкции при сборке в приспособлении;

						Лис т
Изм.	Лис т	№ документ а	Подп.	Дат а		32

$\Sigma T_{кр.i} = 0,5 \text{ мин}$ - сумма затрат времени на крепление и открепление деталей конструкции при сборке в приспособлении;

$\Sigma T_{прихв.i} = 0,18 \cdot 4 = 0,72 \text{ мин}$ - сумма затрат времени на прихватку деталей конструкции при сборке в приспособлении;

$\Sigma T_{пов.i} = 2,4 \text{ мин}$ - сумма затрат времени на поворот и кантовку узлов (сборочных единиц) конструкции при сборке в приспособлении.

Расчет штучного времени автоматической сварки:

$$T_{шт.св.} = [(T_o + T_{в.ш.}) \cdot L_{общ.} + T_{в.ш.}] \cdot K_2 \quad (4.3)$$

$$T_{шт.св.} = [(0,75 + 0,95) \cdot 3,83 + 6,3] \cdot 1,21 = 12,01 \text{ мин}$$

где T_o - основное время сварки одного погонного метра шва, мин;

$T_{в.ш.} = 0,95 \text{ мин}$ - вспомогательное время, зависящее от длины шва в мин. на 1 пог. метр шва;

$L_{общ.} = 3,83 \text{ м}$ - длина сварного шва;

$T_{в.ш.} = 6,3 \text{ мин}$ - вспомогательное время, связанное с изделием и работой оборудования;

$K_2 = 1,21$ - коэффициент к оперативному времени, учитывающие время на обслуживание рабочего места, отдых и естественные надобности, а также подготовительно-заключительное время для единичного или крупносерийного производства соответственно.

Основное время сварки T_o одного погонного метра шва:

$$T_o = \frac{G_n}{\alpha_n \cdot I_{св}} = \frac{60 \cdot F_n \cdot \gamma}{\alpha_n \cdot I_{св}} = \frac{60 \cdot 15,4 \cdot 7,8}{15,5 \cdot 621} = 0,75 \text{ мин} \quad (3.4)$$

Масса наплавленного металла сварного шва:

$$G_n = G_{н.прихв.} + G_{н.св.} = (0,1 \div 0,2) \cdot F_n \cdot \gamma \cdot L_{общ.} + F_n \cdot \gamma \cdot L_{общ.} = 0,1 \cdot 15,4 \cdot 7,8 \cdot 3,83 + 15,4 \cdot 7,8 \cdot 3,83 = 506 \text{ гр} \quad (3.5)$$

где G_n - масса наплавленного металла на единицу продукции, гр.;

						Лис т
Изм.	Лис т	№ документ а	Подп.	Дат а		33

$G_{н.прихв.}$ - масса наплавленного металла прихваток, гр.;

$G_{н.св.}$ - масса наплавленного металла сварных швов, гр.;

$(0,1 \div 0,2)$ - коэффициент, учитывающий долю наплавленного металла;

F_n - площадь поперечного сечения шва в $мм^2$;

γ - плотность металла, для стали $\gamma = 7,8 г/см^3$;

$L_{общ.}$ - общая длина свариваемого шва, м.

Затраты на сварочные материалы рассчитывают на основе величины массы наплавленного металла при сварке.

Расход сварочной проволоки на сварочный шов:

$$B_{пров.} = K_{пров.} \cdot G_n = 0,5 \cdot 1,05 = 0,525 \quad (3.6)$$

$$B_{пров.} = K_{пров.} \cdot G_n = 0,5 \cdot 1,05 = 0,525 \text{ (кг)}$$

5 РАЗРАБОТКА ПЛАНА ЦЕХА (УЧАСТКА)

Рациональное размещение в пространстве запроектированного производственного процесса и всех основных элементов производства, необходимых для осуществления этого процесса, требует разработки чертежей плана и разрезов проектируемого производства.

Независимо от принадлежности к какой либо разновидности сварочного производства сборочно-сварочные цехи при полном их составе могут включать следующие отделения и помещения:

- заготовительные отделения – участки правки и наметки проката, термической обработки (резки), слесарно – механический и участок очистки металла;
- сборочно – сварочное отделение;
- вспомогательные отделения – цеховой склад металла с разгрузочно – сортировочной площадкой и участок подготовки металла, промежуточный склад

						Лис т
Изм.	Лис т	№ документ а	Подп.	Дат а		34

- поражение электрическим током при выполнении сварочных работ;
- ожоги кожного покрова и органов зрения излучающей энергией электрической дуги и брызгами расплавленного металла;
- отрицательное воздействие на организм человека газов, паров и пыли, выделяющихся в процессе сварочных работ;
- механический травматизм в процессе сборочных работ и подготовки деталей к сварке;
- взрывоопасность баллонов с горючим газом и ацетиленовых генераторов;
- пожарная опасность при всех видах огневых работ;
- радиационное поражение при радиационном методе контроля сварных соединений; повышенный уровень инфразвука;
- неблагоприятные условия микроклимата;
- повышенная напряженность электрического или магнитного поля;
- недостаточная освещенность рабочей зоны;
- повышенный уровень ультрафиолетовой или инфракрасной радиации;

На основе приведенных выше вредных производственных факторов проанализируем условия труда рабочих.

6.2 Средства индивидуальной защиты

Для защиты работающих предусмотрены индивидуальные средства защиты по ГОСТ 12.4.011-87 .

Специальная одежда. Электросварщику выдают брезентовый и хлопчатобумажный костюм с огнестойкой пропиткой на один год и брезентовые рукавицы на один месяц.

Специальная обувь. Электросварщикам и другим рабочим, связанным со сварочным производством, выдают на один год кожаные ботинки.

						<i>Лист</i>
						<i>т</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дат</i>		<i>а</i>
	<i>т</i>	<i>документ</i>		<i>а</i>		36
		<i>а</i>				

Теплую специальную одежду и обувь на зимнее время (ватная куртка, ватные брюки и валенки) выдают электросварщикам и их подручным. Сроки носки теплой одежды и обуви устанавливают в зависимости от климатического пояса.



Рис.6.1 Средства индивидуальной защиты

Средства защиты глаз. Для защиты глаз от лучистой энергии сварочной дуги рабочих сварочного производства обеспечивают защитными щитками, масками или очками. Электросварщикам на дуговой сварке выдают защитные щитки или маски, изготовленные из материала, не пропускающего ультрафиолетовых лучей, малотеплопроводного и не воспламеняющегося от искр. Материалом может быть листовая фибра. В лицевой части щитка или маски делают прямоугольный вырез, в который вставляют защитное стекло-светофильтр. Они совершенно не пропускают ультрафиолетовых лучей, а инфракрасные лишь в пределах от 0,1 до 4% общего их количества. Для электросварщиков на дуговой сварке выпускают светофильтры серии от Э-1 до Э-4.

6.3 Электробезопасность

Сварочное оборудование должно удовлетворять действующим «Правилам устройства электроустановок», а эксплуатацию их необходимо вести в

						Лис т
Изм.	Лис т	№ документ а	Подп.	Дат а		37

соответствии с требованиями «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» и местных инструкций, разрабатываемых администрацией.

В конструкции установки и в схеме электропитания должны быть предусмотрены все меры защиты, блокировки и сигнализации, исключающие возможность доступа к частям установки, находящимся под напряжением, и поражения персонала электрическим током.

Состояние изоляции проводов должно соответствовать Правилам устройства электроустановок (ПУЭ). Сопротивление изоляции проверяется не реже одного раза в месяц, а состояние подвижных контактов и клемм – не реже 1 раза в три дня.

Напряжение холостого хода на зажимах ИП не должно превышать 110 В для машин постоянного тока, и 70 В для машин переменного тока. Установку и ремонт сварочных машин должны производить только электромонтеры.

Все установки, предназначенные для сборки в особо опасных условиях (внутри металлических емкостей, при наружных работах), должны быть снабжены устройствами автоматического отключения напряжения холостого хода или ограничения его до напряжения 12 В с выдержкой времени не более 0,5 с.

6.4 Противопожарные требования и средства пожаротушения

Приказом (инструкцией) должен быть установлен соответствующий их пожарной опасности противопожарный режим, в том числе:

- 1) Определены и оборудованы места для курения.
- 2) Определены места и допустимое количество одновременно находящихся в помещениях сырья, полуфабрикатов и готовой продукции.
- 3) Установлен порядок уборки горючих отходов и пыли, хранение промасленной спецодежды.

						Лист
						т
Изм.	Лист	№	Подп.	Дат		38
	т	документ		а		
		а				

4) Определен порядок обесточивания электрооборудования в случае пожара и по окончании рабочего дня.

5) Регламентированы:

а) порядок проведения временных огневых и других пожароопасных работ.

б) порядок осмотра и закрытия помещений после окончания работы.

в) действия работников при обнаружении пожара.

б) Определен порядок и сроки прохождения противопожарного инструктажа и занятий по пожарно-техническому минимуму, а также назначены ответственные за их проведение.

В зданиях и сооружениях при одновременном нахождении на этаже более 10 чел. должны быть разработаны и на видных местах вывешены планы (схемы) эвакуации людей в случае пожара, а также предусмотрена система (установка) оповещения людей о пожаре.

Двери на путях эвакуации должны открываться свободно и по направлению выхода из здания.

При эксплуатации эвакуационных дверей и выходов запрещается:

- Загромождать эвакуационные пути и выходы.
- Электроустановки и бытовые электроприборы в помещениях, в которых по окончании рабочего времени отсутствует дежурный персонал, должны быть обесточены.

Причиной пожаров при сварке бывает воспламенение близко лежащих горючих материалов от разлетающихся искр и капель расплавленного металла и шлака, а также небрежное обращение с огарками электродов.

По ФЗ-123 цех относится к категории пожарной опасности здания – Г. Степень огнестойкости здания II

Средства обеспечения безопасности.

						Лист
						т
Изм.	Лист	№	Подп.	Дат		39
	т	документ		а		
		а				

Для обеспечения пожарной безопасности проектом предусмотрены следующие средства пожаротушения:

- пожарный щит, укомплектованный огнетушителем ОХП-10, ведром, багром, ломом, совковой лопатой, топором и ящиком с песком объемом 0,1 м³;
- пожарные краны, укомплектованные двумя рукавами и двумя стволами;
- передвижной огнетушитель ОВП-100;
- два ящика с песком, укомплектованные совковой лопатой;
- для тушения электроустановок и электрооборудования проектом предусматривается использование углекислотных огнетушителей марок ОУ-2, ОУ-5.



Рис.6.2 Огнетушитель

Для обеспечения своевременной эвакуации людей проектом предусмотрены следующие пути эвакуации в соответствии со СНиП 2.01.02-85: Ширина эвакуационных путей: проходы к одиночным местам – 0,7 м; остальные случаи – 1,0 м; общие проходы – 1,2 м; максимальное расстояние от наиболее удаленного выхода – 60м; высота путей эвакуации – 2,0 м.

						Лис т
Изм.	Лис т	№ документ а	Подп.	Дат а		40

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения курсовой были решены следующие задачи:

- развит критический подход к выбору технологии изготовления;
- найдены пути совершенствования производства сварочных работ;
- произведен подбор сварочных материалов предлагаемых взамен базового варианта;
- приведено технико-экономическое обоснование внедрения описанных в работе способов сварки в производство;
- доказана экологичность проектируемого варианта проведения сварочных работ, с учетом норм и требований соответствующих стандартов.

Выполнение курсовой позволяет получить дополнительные теоретические знания по специальности и смежным отраслям. Совершенствование навыков разработки технологической документации на изготовление изделия, работа с нормативной документацией, технической литературой, знание требований ЕСТД, ЕСКД дает возможность успешно выполнять работу на будущей должности, отвечая всем высоким требованиям к званию инженера. База теоретических знаний и практических умений, полученная в процессе обучения, позволяет выпускнику университета на профессиональном уровне решать любые производственные задачи.

						Лист т
Изм.	Лист т	№ документ а	Подп.	Дат а		41

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Куликов, Валерий Петрович. Технология и оборудование сварки плавлением и термической резки: учебное пособие для студентов вузов / В.П. Куликов. - Минск : Экоперспектива, 2003. - 416 с.

2. Технология и оборудование сварки плавлением и термической резки: учебник для студентов вузов / А.И. Акулов, В.П. Алехин, С.И. Ермаков и др.; ред. А.И. Акулов. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Машиностроение, 2003. - 560 с.

3. Хромченко, Феликс Афанасьевич. Справочное пособие электросварщика: справочное издание / Ф.А. Хромченко. - М. : Машиностроение, 2003. - 416 с.

4. Сварка и резка материалов: учебное пособие / М.Д. Банов, Ю.В. Казаков, М.Г. Козулин; ред. Ю.В. Казаков. - 3-е изд., стереотип. - М. : Академия, 2003. - 400 с.

5. Кошкарёв, Б. Т. Теория сварочных процессов: учебное пособие для студентов вузов / Б. Т. Кошкарёв ; Донской государственный технический университет, НГГТИ. - Невинномысск : НГГТИ, 2003. - 217 с.

6. Левадный, В. С. Сварочные работы: учебное пособие / В.С. Левадный, А.П. Бурлака. - М. : Аделант, 2010. - 448 с.

7. Хромченко, Феликс Афанасьевич. Справочное пособие электросварщика: справочное издание / Ф.А. Хромченко. - М. : Машиностроение, 2009. - 416 с.

8. Аттестация сварщиков и специалистов сварочного производства: сборник документов / Госгортехнадзор России ; сост. В. С. Котельников, сост. Н. А.

						Лист т
Изм.	Лист т	№ документ а	Подп.	Дат а		42

Хапонен, сост. А. А. Шельпяков. - М. : Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России, 2010. - 140 с.

9. Сварка. Резка. Контроль: справочник. В 2-х т. / Н.П. Алешин, Г.Г. Чернышев, Э.А. Гладков; Ред. Н.П. Алешин, Ред. Г.Г. Чернышев. - М. : Машиностроение. Т. 2. - 2004. - 479 с.

10. Сварка: введение в специальность: учебное пособие для подготовки дипломированных специалистов / В. А. Фролов [и др.] ; ред. В. А. Фролов. - М. : Интермет Инжиниринг, 2004. - 295 с.

11. Аттестация сварщиков и специалистов сварочного производства: сборник документов / Госгортехнадзор России ; сост. В. С. Котельников, сост. Н. А. Хапонен, сост. А. А. Шельпяков. - М. : Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России, 2004. - 140 с.

12. Материаловедение и технология металлов: учебник для студентов вузов / Г.П. Фетисов, М.Г. Карпман, В.М. Матюнин; ред. Г.П. Фетисов. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Высшая школа, 2005. - 862 с.

13. Левадный, В. С. Сварочные работы: учебное пособие / В.С. Левадный, А.П. Бурлака. - М. : Аделант, 2005. - 448 с.

14. ПОТ Р М-020-2001 Межотраслевые правила по охране труда при электро- и газосварочных работах: нормативный документ. - СПб. : ДЕАН, 2005. - 80 с.

15. Гладков, Эдуард Александрович. Управление процессами и оборудованием при сварке: учебное пособие для студентов вузов / Э. А. Гладков. - М. : ИЦ "Академия", 2006. - 431 с.

16. Люшинский, Анатолий Владимирович. Диффузионная сварка разнородных материалов: учебное пособие для студентов вузов / А. В. Люшинский. - М. : Академия, 2006. - 204 с.

17. Акулов, Александр Иванович. Сущность и техника различных способов сварки плавлением: учебное пособие / А. И. Акулов ; МГИУ. - 2-е изд., стер. - М.

						Лис т
Изм.	Лис т	№ документ а	Подп.	Дат а		43

: МГИУ, 2006. - 104 с.

18. Справочник мастера строительного-монтажных работ. Сооружение и ремонт нефтегазовых объектов: учебно-практическое пособие / В. А. Иванов [и др.] ; ред. В. А. Иванов. - М. : Инфра-Инженерия, 2007. - 831 с.

19. Николаева Н.А. Методические указания к выполнению организационно экономического раздела дипломного проекта для студентов специальности 150202.65 «Оборудование и технология сварочного производства» всех форм обучения, -Тюмень; ТюмГНГУ, 2011. – 28 с.

						Лис т
Изм.	Лис т	№ документ а	Подп.	Дат а		44