

Министерство образования и науки Пермского края  
ГБПОУ «Пермский Политехнический Колледж им. Н.Г. Славянова»

## Отчёт

по итогам практики по профилю специальности 22.02.06  
«Сварочное производство» при освоении профессиональных модулей:

ПМ.01 Подготовка и осуществление технологических процессов  
изготовления сварных конструкции

ПМ.02 Разработка технологических процессов и проектирование изделий

ПМ.03 Контроль качества сварочных работ.

ПМ.04 Основы организации и планирования сварочного производства

ФИО студента \_\_\_\_\_ Быков Никита Вячеславович \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

группа \_\_\_\_\_ Т19/1 \_\_\_\_\_ курс \_\_\_\_\_ 4 \_\_\_\_\_

Руководитель:

Преподаватель \_\_\_\_\_

Пермь, 2023г.

СОДЕРЖАНИЕ:

**1. Характеристика технической документации в сварочном  
производстве.....4**

1.1 Конструкторская документация, ее виды, обозначение швов сварных соединений по ГОСТу и ГОСТ Р ИСО (евростандарту).....	4
1.2 Технологическая документация (технологический процесс, технологическая карта, операционная карта).....	5
1.3 Расчёт конструкции на прочность и проектировочный расчёт.....	5
<b>2. Организация и планирования сварочного производства на предприятии.....</b>	<b>8</b>
2.1 Система планово-предупредительных ремонтов сварочного и технологического оборудования.....	8
• Расчёт расходов сварочных материалов.....	9
• Типовая планировка сварочного цеха, участка, отделения, поста.....	9
<b>3. Основные и сварочные материалы.....</b>	<b>11</b>
3.1 Характеристика основного металла, марка металла и её расшифровка, применение для различных конструкций.....	11
3.2 Характеристика сварочных материалов.....	15
<b>4. Подбор сварочного и технологического оборудования.....</b>	<b>21</b>
4.1 Подбор и подготовка основных материалов и сварочных материалов к выполнению сварочных работ.....	21
4.2 Подбор сварочного оборудования для выполнения сварочных работ.....	22
4.3 Подбор вспомогательного (технологического) оборудования.....	23
4.4 Паспортные данные и технические характеристик сварочного оборудования.....	24
<b>5. Определение режимов сварки.....</b>	<b>27</b>
5.1 Выбор режимов полуавтоматической сварки в зависимости от сварочной конструкции.....	27
<b>6. Необходимость проведения термической обработки сварных конструкций.....</b>	<b>28</b>
6.1 Группы свариваемости сталей в зависимости от содержания углерода и легирующих элементов (эквивалент углерода).....	28
6.2 Виды термической обработки сварных соединений и их	

<i>назначение</i> .....	29
<i>6.3 Необходимость сопутствующего или предварительного Подогрева</i> .....	30
<b>7. Неразрушающий метод контроля</b> .....	31
<i>7.1 Контроль ВИК, работа с шаблоном сварщика</i> .....	31
<i>7.2 Рентгеновский контроль, ультразвуковой контроль. Назначение и сущность гидроиспытаний закрытых ёмкостей</i> .....	31
<i>7.3 Дефекты сварных швов, причины и способы устранения</i> .....	32
<i>7.4 Организация службы контроля качества на предприятиях</i> .....	36

## **1. Характеристика технической документации в сварочном производстве**

### **1.1 Конструкторская документация, ее виды, обозначение швов сварных соединений по ГОСТу и ГОСТ Р ИСО (евростандарту)**

В перечень конструкторской документации входят следующие документы:

- Чертеж детали
- Сборочный чертеж (СБ)

- Чертеж общего вида (ВО)
- Теоретический чертеж (ТЧ)
- Габаритный чертеж (ГЧ)
- Электромонтажный чертеж (МЭ)
- Монтажный чертеж (МЧ)
- Упаковочный чертеж (УЧ)
- Схема (по ГОСТ 2.701)
- Электронная модель детали
- Электронная модель сборочной единицы (ЭСБ)
- Электронная структура изделия

Чертеж общего вида служит для понимания конечного результата проектирования сварной конструкции, габаритный – для общего понимания, как сваривать конструкцию.

Обозначение сварных швов по ГОСТу производится по ГОСТ 2.312, а по ориентированному на международные стандарты ГОСТ Р ИСО – по ГОСТ Р ИСО 2553-2017.

## **1.2 Технологическая документация (технологический процесс, технологическая карта, операционная карта)**

В перечень технологической документации входят следующие документы:

- Маршрутная карта
- Карта эскизов
- Операционная карта.
- Ведомость оснастки.
- Ведомость материалов.
- Ведомость технологических документов.

Маршрутная карта - это документ, предназначенный для маршрутного или маршрутно-операционного описания технологического процесса или указания полного состава технологических операций.

Операционная карта – документ, содержащий правила выполнения конкретных работ.

Технологическая карта – документ определяющий последовательность производства какой-либо конструкции, вкл. конкретные технологические операции, применяемое технологическое оборудование, критерии приемки и режимы сварки.

### 1.3 Расчёт конструкции на прочность и проектировочный расчёт

Расчет сварных конструкций производится по двум методам:

- По допускаемым напряжениям
- По предельным состояниям

#### Проектировочный расчет

Расчет производим на примере стационарного резервуара для сырой нефти, объемом 10 000 м<sup>3</sup>.



Рис. 1 – Эскиз резервуара

Расчёт днища резервуара сводится к поиску влияния действия в зоне сопряжения стенки момента краевого эффекта, стремящегося вырвать стенку от окрайки резервуара.

#### Расчетная часть

Конструктивно минимальная толщина стенки – 9 мм.

$$t_{\min} = t_k + b + c = 9 + 0,6 + 0,1 = 9,7 = 10 \text{ мм}$$

$$t_{p\min} = 10 - 0,6 - 0,1 = 9,3 \text{ мм}$$

$$P_1 = g_{kp}^* + g_{сн} + Y * (P_{\text{вак}} - P_{\text{от } w})$$

$$g_{кр}^* = g_{кр} * H * g * 10^{-3} = 5 * 11,94 * 9,81 * 10^{-3} = 0,59 \text{ кН/м}^2 = 0,59 * 10^{-4} \text{ кН/см}^2$$

$$P_{сн} = Sg * H = 2 * 1 = 2 \text{ кПа} = 2 * 10^{-4} \text{ кН/см}^2$$

$$P_{вак} = Yf * P_{нвак} = 1,2 * 0,25 = 0,3 \text{ кПа} = 0,3 * 10^{-4} \text{ кН/см}^2$$

$$P_{от_w} = Yf_w * w_0 * c_{e2} = 1,4 * 0,23 * 1,4 = 0,45 \text{ кПа} = 0,45 * 10^{-4} \text{ кН/см}^2$$

$P_1 = 2,45 * 10^{-4} \text{ кН/см}^2$  – без учета собственного веса верхней части стенки.

$$P_2 = Y * (P_w + P_{вак}) = 0,63 * 10^{-4} \text{ кН/см}^2$$

$$P_w = Yf_w * w_0 * c_{e1} * k_0 = 1,4 * 0,23 * (-1,3) * 0,85 = 0,4 * 10^{-4} \text{ кН/см}^2$$

### Определение оптимальных габаритов

$$H = 11,94 \text{ м}$$

$$\text{Развертка: } L = 2\Pi * (V/\Pi * H_1)^{1/2} = 103,87 \text{ м}$$

$$H_1 = H - 0,3 = 11,64 \text{ м}$$

Листы после строжки: 1990x7880 мм.

$$N_{л} = L/L_{л} = 103,87/7,88 = 13 \text{ шт}$$

$$L_{\phi} = 13 * 7,88 = 102,44 \text{ м}$$

Радиус оболочки корпуса:

$$r = L_{\phi}/2\Pi = 16,55 \text{ м} = 16,6 \text{ м}$$

$$V_{\phi} = \Pi * r^2 * H_1 = 10077 \text{ м}^3$$

## **2. Организация и планирования сварочного производства на предприятия**

### **2.1 Система планово-предупредительных ремонтов сварочного и технологического оборудования**

Под системой планово-предупредительного ремонта (ППР) следует понимать восстановление работоспособности машин путем рационального технического ухода, замены и ремонта изношенных деталей и узлов по заранее составленному плану.

При составлении планов ремонта оборудования промышленных предприятий руководствуются положениями «Единой системы планово-предупредительного ремонта и эксплуатации технологического оборудования машиностроительных предприятий».

Система планово-предупредительного ремонта представляет собой совокупность мероприятий по техническому уходу и ремонту оборудования с целью обеспечения его безотказной эксплуатации.

Система планово-предупредительного ремонта оборудования охватывает следующие виды ухода, обслуживания и надзора за эксплуатацией оборудования и ремонта:

- Текущее профилактическое обслуживание и надзор за оборудованием;
- Плановые осмотры и проверки;
- Плановый малый и средний ремонты;
- Плановый капитальный ремонт.

- **Расчет расходов сварочных материалов**

Расчёт количества наплавленного металла производится по формуле:

$$G_H = F * L_{ш} * \rho,$$

где  $\rho$  – плотность наплавленного металла,  $см^3$  (для стали =  $7,8 г/см^3$ ).

$F$  – площадь поперечного сечения сварного шва,  $см^2$ .

$L_{ш}$  – длина сварного шва,  $см$ .

Расход сварочной проволоки:

$$N = G_H * K,$$

Где  $K$  - коэффициент, учитывающий повышенный расхода материала для создания имеющейся наплавки.

### 2.3 Типовая планировка сварочного цеха, участка, отделения, поста



Рис. 2 - Типовая планировка поста полуавтоматической сварки

Данная планировка поста полуавтоматической сварки включает в себя:

- 1 - сварочный стол;
- 2 - панель всасывания;
- 3, 4 - передвижной столик для тары с готовыми узлами;
- 5 - сварочный выпрямитель;
- 6 - диэлектрический мат;
- 7 - стул;
- 8 - тумбочка;
- 9 - стойка с цветной сигнальной лампочкой для вызова внутрицехового транспорта;
- 10 - механизм подачи проволоки сварочного полуавтомата;
- 11 - поддон для готовых узлов;
- 12 - поддон для тары с деталями;
- 13, 19 - передвижной столик для тары с деталями;
- 14 - манипулятор;
- 15 - стремянка для заправки сварочной проволоки;
- 16 - консольный кран;
- 17, 18 - столик для шкафа управления и складирования сварочной проволоки.



### 3. Основные и сварочные материалы

#### 3.1 Характеристика основного металла, марка металла и её расшифровка, применение для различных конструкций

Сталь СтЗсп - конструкционная углеродистая обыкновенного качества.

Таблица 1 - Химический состав по ГОСТ 380-71

в процентах								
С	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	As
			не более					
0,14 - 0,22	0,4 - 0,65	0,15 - 0,3	до 0,040	до 0,050	До 0,3	до 0,3	до 0,3	до 0,08

Таблица 2 - Механические свойства по ГОСТ 380-71

ГОСТ	Состояние поставки	Сечение, мм			В %
			Мпа		
			не менее		

380-71	Прокат горячекатаный	До 2,0	245	370-480	26
16523-	Листы холоднокатаные	До 2,0 вкл	-	370-480	(20)

Сталь СтЗсп, относится к группе хорошо свариваемым сталям, так как  $C=0,14-0,22\%$ .

**Сталь 20** - Сталь конструкционная углеродистая низколегированная.

Применения в производстве зависит от обработки: после улучшения — заклепки ответственного назначения; после цементации или цианирования — поршневые пальцы, фрикционные диски, пальцы рессор, кулачковые валики, болты, гайки, шестерни, червяки и другие детали с высокой твердостью и износостойкостью поверхности. Без термообработки — сварные подмоторные рамы, башмаки, косынки.

Химический состав:

Таблица 3 - Массовая доля элементов в стали 20Г не более, %:

Si	Mn	Cu	Ni	S	C	P	Cr
0,17–0,37	0,7–1	0,3	0,3	0,035	0,17–0,24	0,035	0,3

Таблица 4 – Механические свойства стали 20Г:

Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\delta_4$ , %	$\psi$ , %	KCU (кДж/м <sup>2</sup> ) НВ
20	390	450	8	67	103
40	300	360	12	74	108
60	210	270	16	78	122

**Сталь 09Г2С** - Сталь конструкционная низколегированная

Применение:

Различные детали и элементы сварных металлоконструкций, работающих при температуре от -70 до 425 °С под давлением.

Таблица 5 – Химический состав стали 09Г2С:

Химический элемент	%
Углерод (С), не более	0,12
Кремний (Si)	0,5-0,8
Медь (Cu), не более	0,30
Мышьяк (As), не более	0,08
Марганец (Mn)	1,3-1,7
Никель (Ni), не более	0,30
Фосфор (P), не более	0,035
Хром (Cr), не более	0,30
Азот (N), не более	0,008
Сера (S), не более	0,040

**12Х18Н10Т** – сталь нержавеющая с особыми химическими свойствами (криогенная). Полное определение - высокоуглеродистая стойкая к коррозии (нержавеющая), немагнитная, класса аустенитов, титансодержащая.

Применение:

Детали, работающие до 600 °С. Сварные аппараты и сосуды, работающие в разбавленных растворах азотной, уксусной, фосфорной кислот, растворах щелочей и солей и другие детали, работающие под давлением при температуре от —196 до +600 °С, а при наличии агрессивных сред до +350 °С.; сталь аустенитного класса.

Таблица 7 – Химический состав стали 12Х18Н10Т:

Элемент	Массовая доля, %
С	до 0,12
Si	до 0,8
Mn	до 2
Ni	9 - 11
S	до 0,02
P	до 0,035
Cr	17 - 19
Cu	до 0,3
Ti	0,4-1
Fe	~67

### 3.2 Характеристика сварочных материалов

Выбор сварочных материалов:

Для сварки плавящимся электродом в двуокиси углерода применяем следующие сварочные материалы: газ двуокись углерода и сварочная проволока Св-08Г2С

Проволока сварочная Св08Г2С изготавливается по ГОСТ 2246-70.

Таблица 8 – Химический состав проволоки СВ-08Г2С по ГОСТ 2246-70.

в процентах						
С	Si	Mn	Cr	Ni	S	P
0,05- 0,11	0,7- 0,95	1,8-2,1	0,2	0,25	>0,025	до 0.03

Применение данной сварочной проволоки способствует раскислению расплавленного металла в сварочной ванне. Окисление расплавленного металла происходит из-за применения в качестве защитного газа двуокиси углерода. сварочная проволока содержит Si и Mn, которые являются хорошими раскислителями.

В качестве защитной газовой смеси применяем смесь аргона и двуокиси углерода так как он удовлетворяет требованиям. Применяем смесь аргона и двуокиси углерода. Он защищает сварную ванну от окружающей атмосферы. Перевозка, хранение и использование на производстве осуществляется в баллонах черного цвета с желтой надписью.

При использовании смеси аргона и двуокиси углерода устраняется пористость в сварных швах, снижается разбрызгивание электродного металла, снижается потребление сварочного материала, повышается стабильность горения дуги и улучшается формирование шва.

## Технические характеристики сварочных электродов «УОНИ-13/55»

### ГОСТ 9466-75

#### *Общая характеристика электродов «УОНИ 13/55»*

Общая характеристика электродов включает в себя следующие параметры:

- покрытие сварочных электродов: основное;
- коэффициент наплавки, г/А•ч: 9,5;
- производительность наплавки электродов (для диаметра 4,0 мм), кг/ч: 1,4;
- расход электродов на 1 кг наплавленного металла, кг: 1,7.
- Механические свойства металла сварочного шва
- Сварочный шов, созданный электродами «УОНИ-13/55», имеет следующие механические характеристики:
  - предел текучести, МПа – 420;
  - предел прочности, МПа – 540;
  - относительное удлинение, % — 22;
  - ударная вязкость (KCV), Дж/кв. см:

при  $T = +20^{\circ}\text{C}$  – 130;

при  $T = -40^{\circ}\text{C}$  – 80;

при  $T = -60^{\circ}\text{C}$  – 50.

#### *Химический состав металла сварочного шва:*

В химическом составе сварных швов имеются следующие элементы:

- углерод (C):  $\geq 0,07\%$ ;
- кремний (Si):  $\geq 0,5\%$ ;
- марганец (Mn):  $\geq 1,35\%$ ;

- фосфор (P):  $\geq 0,025$ ;
- сера (S):  $\geq 0,025$ .

## **Электроды ОК-46.00**

### **ГОСТ 9467-75**

Электроды сварочные ОК-46.00 являются универсальными и предназначены для сварки металлоконструкций из низколегированных и низкоуглеродистых сталей. Предел текучести свариваемого материала до 380 МПа. Производятся на известном предприятии ESAB (Швеция), имеющем опыт изготовления материалов для сварки более 100 лет.

Одной из отличительных особенностей электродов ОК-46 является небольшая чувствительность к загрязнениям поверхности металла. Ими можно варить изделия с гальваническим покрытием поверхности (оцинкованная поверхность и др.) и с наличием краски или грунтовки. А также при ржавчине, повышенной влажности и т.д. Это в сравнении с другими марками снижает требования к подготовке материала на предварительном этапе.

### **Маркировка и технические характеристики:**

Аббревиатура ОК-46.00 обозначает следующее: ОК – это инициалы основателя предприятия-изготовителя, Оскара Къелберга. А цифра 46 означает максимально допустимую нагрузку на шов, образованный с помощью данных электродов, в кг/мм<sup>2</sup>.

ESAB ОК-46 обладают следующими характеристиками:

- Тип покрытия – рутилово-целлюлозное.
- Тип стержней – проволока сварочная Св08(А).
- Сплав – Carbon Manganese.
- Производительность для d4 - 1,4 кг/ч.
- Коэф. наплавки - 8,5 г/Ач.
- Расход стержней - 1,7 кг на 1 кг металла.

- Напряжение х/х - 50 В.
- Количество наплавленного металла на выходе - 96%.

Мех. свойства при растяжении.

- Временное сопр. электродов - 515 Мпа.
- Ударная вязкость сварного шва - 140 Дж/кв.см.
- Мах значение текучести - 400 МПа.
- Относ. удлинение - 28%.

**Защитный газ Аргон.**

**ГОСТ 10157-2016.**

Аргон — инертный одноатомный газ без цвета, вкуса и запаха. Третий по распространённости элемент в земной атмосфере (после азота и кислорода) — 0,93 % по объёму и 1,29 % по массе.

*Физические свойства:*

Аргон — одноатомный газ с температурой кипения (при нормальном давлении) -185,9 °С (немного ниже, чем у кислорода, но немного выше, чем у азота). Температура плавления -189,4°С. В 100 мл воды при 20 °С растворяется 3,3 мл аргона, в некоторых органических растворителях аргон растворяется значительно лучше, чем в воде.

*Химические свойства:*

Название «аргон» (от греч. аргон — ленивый, медленный, неактивный) - подчеркивает важнейшее свойство элемента — его химическую неактивность.

Пока известны только 2 химических соединения аргона — гидрофторид аргона и  $\text{Cu}(\text{Ar})\text{O}$ , которые существуют при очень низких температурах. Кроме того, аргон образует эксимерные молекулы, то

есть молекулы, у которых устойчивы возбужденные электронные состояния и неустойчиво основное состояние. Также со многими веществами, между молекулами которых действуют водородные связи (водой, фенолом, гидрохиноном и другими), образует соединения включения (клатраты), где атом аргона, как своего рода «гость», находится в полости, образованной в кристаллической решётке молекулами вещества-хозяина.

## **Газ CO<sub>2</sub>.**

### **ГОСТ 14175-2010**

Углекислый газ является химически активным газом, поэтому для сварки применяют проволоку марок Св-08Г2С или Св-08ГС, содержащих в своем составе раскислители - кремний и марганец.

Основные достоинства сварки в среде CO<sub>2</sub>:

- Обеспечивает получение высококачественных сварных соединений из различных металлов при высокой производительности по сравнению с ручной дуговой сваркой благодаря применению высокой плотности тока (100...200 А/мм<sup>2</sup>);
- Высокое качество сварного шва;
- Лучшие условия труда;
- В отличие от сварки под слоем флюса возможно визуальное наблюдение за процессом горения дуги и образования шва, что особенно важно при механизированной сварке;
- В отличие от сварки под слоем флюса не требует приспособлений для удержания флюса, поэтому возможна сварка как нижних, так и вертикальных и горизонтальных швов.

К недостаткам следует отнести возможность сдувания струи газа ветром или сквозняком, что ухудшает защитное действие газа и качество шва; необходимость защищать рабочих от излучения дуги и от опасности отравления при сварке в замкнутом пространстве. Кроме того, сварка в углекислом газе возможна только при постоянном токе и дает менее гладкую поверхность шва, чем сварка под



флюсом.

#### **4. Описание основного и технологического оборудования**

##### **4.1 Подбор и подготовка основных материалов и сварочных материалов к выполнению сварочных работ**

Подбор основных материалов производится по назначению сварной конструкции с учетом экономических и технологических аспектов, а сварочные материалы подбираются по технологическим соображениям.

Подготовка основных материалов к выполнению сварочных работ:

- Проверка сертификата на основной материал
- Сушка
- Очистка
- Термообработка (при необходимости)

Подготовка сварочных материалов к выполнению сварочных работ:

- Проверка сертификата на сварочный материал
- Сушка
- Подогрев (электроды, флюс)
- Очистка (сварочная проволока)

#### **4.2 Подбор сварочного оборудования для выполнения сварочных работ**

Установки, предназначенные для использования с порошковыми проволоками, преимущественно в диапазоне диаметров 1,0-1,2 для сварки в смеси газов. Используются различные виды импульсов или комбинации импульсов напряжения на дуге, обеспечивающие срыв капли или группы капель электродного металла в сварочную ванну. В некоторых случаях используется режим двойного пульса, т.е. наложение двух типов пульсаций с различной частотой. Использование импульсных источников несколько повышает ее технологические свойства.

Установки, предназначенные для использования с проволоками сплошного сечения или металлпорошковые с диаметром 1,0-2,0 мм, применяются во всех типах защитных газов. Пульсация тока дуги обеспечивается за счет наложения модуляции напряжения на дуге на базовое значение или пульсации скорости подачи проволоки с указанными частотами (2-5 Гц). Использование других типов порошковых проволок проблематично, ввиду возможных шлаковых включений из-за большой глубины провара. При модуляции скорости подачи сварочной проволоки могут применяться сварочные выпрямители типов ВДУ-511 ВД-506ДК, обладающие высокими динамическими свойствами со специализированными механизмами подачи.

Установки, предназначенные для использования с проволоками сплошного сечения диаметров 1,0-1,4 мм и 1,0-1,6 мм, а также металлопорошковые проволоки, применяются со всеми типами защитных газов. Ограничение диаметра вызвано особенностями каплепереноса при сварке с короткими замыканиями. Использование порошковых проволок рутилового и основного типов возможно только при напряжениях на дуге более 24 В, ввиду того что при низких напряжениях на дуге отделение шлака происходит плохо и возможны шлаковые включения. Использование этих источников обеспечивает повышение производительности и более легкое управление сварочной ванной. Это обусловлено тем, что при приближении к короткому замыканию к дуговому промежутку добавляется напряжение дополнительного источника, который стабилизирует сварочный процесс. Характерными установками являются источники типа КЕМPOWELD со ступенчатым регулированием. Серия ESAB MIG применяется в основном для сварки в смеси газов.

Установки, предназначенные для использования с проволоками сплошного сечения диаметром до 1,2 мм применяются в основном для сварки в углекислом газе корневого слоя с обратным формированием. Установки имеют сложную осциллограмму напряжения и тока дуги. Использование металлопорошковых проволок требует проведения серьезных технологических исследований. Наиболее известным представителем является инверторный источник INVERTEC STT2 фирмы LINCOLN ELECTRIC.

### **4.3 Подбор вспомогательного (технологического) оборудования**

Подбор технологического оборудования производится с учетом требований по технологичности сварной конструкции и их габаритных размеров. Так, для установки сварных цилиндрических конструкций (по типу труб и пр.) применяются: ложементы, роликоопоры, роликовые вращатели, кантователи и сварочные горизонтальные/с наклонной планшайбой вращатели.

Для балочных и рамных конструкций подходит такое технологическое оборудование – кантователь, который позволяет поворачивать изделие в процессе сварки.

Для малогабаритных конструкций разного типа применяют сборочные столы с сопутствующим оборудованием: струбцины, пальцы, упоры и т.д.

#### 4.4 Паспортные данные и технические характеристик сварочного оборудования

Полуавтомат ESAB C340 PRO



Рис. 3 - Полуавтомат ESAB C340 PRO

Используем его для сборки и прихватки изделия

Применяют для сварки низкоуглеродистых и низколегированных сталей плавящимся электродом в среде углекислого газа.

Комплектуют подающим устройством на тележке, сварочной горелкой, шкафом управления.

Технические характеристики сварочного полуавтомата ESAB C340 PRO, приведены в таблице 5.

Таблица 9 - Технические данные полуавтомата ESAB C340 PRO

Номинальный сварочный ток, А	340
Продолжительность работы	30%
Пределы регулирования сварочного тока, А	40-340
Пределы регулирования рабочего напряжения, В	16-40
Диаметр электродной проволоки, мм	0,6-1,2
Скорость подачи электродной проволоки, м/ч	1,9-20
Длина гибкого шланга, м	5
Масса, кг	120
Тип охлаждения сварочной горелки	самоохлаждаемая
Расход охлаждающей воды, л/ч	-
Расход защитного газа (углекислый газ), л/ч	-

Сварочный аппарат MIG 200 PRO (N220).



Рис. 4 - Сварочный аппарат MIG 200 PRO

Заводские данные о товаре

Бренд

Модель	Сварог
Артикул производителя	MIG 200 PRO (N220)
Код товара	92563
	100023199299
<b>Основные характеристики</b>	
Мах ток, А	200
Min ток, А	10
ММА сварка	Да
Мах мощность, кВт	9.1
Режим сварки	с газом
Min диаметр проволоки, мм	0.6
Мах диаметр проволоки, мм	1
ПВ на максимальном токе, %	60
<b>Комплектность</b>	
Комплект поставки	горелка
Кейс	Нет
<b>Дополнительные характеристики</b>	
Напряжение, В	380
Функции	сварка порошковой проволокой
Степень защиты, IP	ip21s
Наличие сетевой вилки	Нет
Количество подающих роликов	4
Разъем горелки	EURO

Тип горелки	съемная
<b>Габариты</b>	
Высота, мм	315
Длина, мм	470
Ширина, мм	190
Вес, кг	13.3

## 5. Определение режимов сварки

### 5.1 Выбор режимов полуавтоматической сварки в зависимости от сварочной конструкции

Режимы сварки при полуавтоматической и ручной дуговой сварке выбираются по толщине свариваемого металла на основании специально разработанных расчетных формул, либо из справочных данных, либо «на звук» (для п/а), «по характеру горения дуги» (для РДС).

Расчётные формулы для выбора режимов сварки:

Допустим, нужно сварить 2 листа марки СтЗсп, толщиной 8 мм, в нижнем положении:

- При полуавтоматической сварке:

Выбираю проволоку диаметром 1,6 мм для двух проходов:

$$I_{св} = = \approx 241 \text{ А}$$

$$U_{д} = = = 29 \text{ В}$$

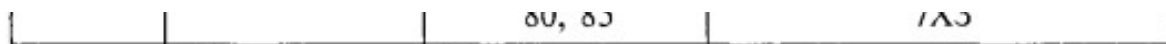
$v_{CB} = \approx 17 \text{ м/ч}$

$v_{ПП} = \approx 209 \text{ м/ч}$

$Q_p = 18-20 \text{ л/мин}$  (справочная информация).

## **6. Необходимость проведения термической обработки сварных конструкций.**

### **6.1 Группы свариваемости сталей в зависимости от содержания углерода и легирующих элементов (эквивалент углерода)**



### **6.2 Виды термической обработки сварных соединений и их назначение**

- После термического отжига уменьшается остаточное напряжение и количество водорода внутри шва. Процесс проводят при температуре до 300°C с выдержкой в течение 1,5 — 2 часов. Этим способом

обрабатывают сварные соединения на толстостенных конструкциях, когда нет возможности применить другие виды.

- Отпуском за счет разрушения закалочных структур добиваются уменьшения напряжения на 90%, увеличения пластичности и стойкости к ударным нагрузкам. Нагрев до 600 — 700°C, выдержка до 3 часов. Метод применяют на перлитных сталях.
- Нормализацию выполняют при 800°C с выдержкой 20 — 40 минут на тонкостенных деталях. После завершения процесса структура становится мелкозернистой и однородной.
- Аустенизацию проводят на высоколегированных видах стали для снятия напряжений и восстановления пластичности. Нагрев до 1100°C, двухчасовая выдержка с последующим естественным охлаждением.
- Для отжига после сварки термообработку выполняют при 970°C с выдержкой в течение 3 часов и остыванием в естественных условиях. Используют при работе с высоколегированными сталями для улучшения стойкости к коррозии.

### **6.3 Необходимость сопутствующего или предварительного подогрева**

#### **Предварительный и сопутствующий подогрев**

Сопутствующее принудительное охлаждение являются технологическими способами регулирования параметров термического цикла, а, следовательно, структуры, механических характеристик и коррозионной стойкости сварных соединений. Процесс термической обработки связан с изменением структурного и напряженного состояния металла, что способствует стабилизации и восстановлению свойств металла,



повышению работоспособности конструктивных элементов.

**Предварительный и сопутствующий подогрев**, дающий положительные результаты при сварке сталей перлитного класса, применительно к аустенитным сталям в ряде случаев не дает (с точки зрения снижения склонности к образованию горячих трещин) заметного эффекта, а скорее сказывается отрицательно вследствие расширения зоны пластического деформирования основного материала или нижележащих валиков металла шва и, как следствие, усиливает действие этого фактора.

## **7. Неразрушающий метод контроля**

### **7.1 Контроль ВИК, работа с шаблоном сварщика (УШС-3)**

Стандартизированный инструмент входит в набор контроллеров для визуального метода исследования сварных соединений. Универсальным шаблоном сварщика 3 проверяют до 11 параметров, контролируют положение заготовок (определяют зазор, сдвиг деталей относительно линии горизонта), подготовку к сварке (измеряют скос кромок).

У сварного шва контролируют:

- размер дефектов (глубину) и стыкового усиления;
- основные параметры шовного валика (выпуклость и вогнутость), притупление;

- подрез основания шва (несовпадение катета запланированному положению).

Диапазон измерений – по углам до  $45^\circ$ , по ширине и глубине до 50 мм.

## **7.2 Рентгеновский контроль, ультразвуковой контроль. Назначение и сущность гидроиспытаний закрытых ёмкостей**

Ультразвуковая диагностика основывается на том, что колебания с высокой частотой (примерно 20 тысяч Гц) способны проникать в металл и отражаться от дефектов. Узконаправленная волна, создаваемая дефектоскопом, проходит сквозь проверяемое изделие. При наличии дефекта она распространяется с отклонениями, которые можно зафиксировать на экране прибора. Показания, полученные в ходе УЗК, позволяют узнать информацию о характере выявленного дефекта. Например: по времени прохождения ультразвукового сигнала – измеряется расстояние до неровности; по амплитуде колебания отражённой волны – примерные размеры дефекта.

Рентгенографический контроль основан на поглощении рентгеновских лучей, которое зависит от плотности среды и атомного номера элементов, образующих материал среды. Наличие дефектов приводит к тому, что проходящие через материал лучи ослабляются в различной степени. Регистрируя распределение интенсивности проходящих лучей, можно определить наличие и расположение различных неоднородностей материала.

### **Гидроиспытание закрытых ёмкостей**

В процессе проверки изделие полностью заполняется водой, важно обеспечить отток воздуха из заполняемых водой полостей (при наличии воздуха в процессе дальнейших испытаний избыточным давлением изделие может попросту лопнуть, и не обязательно по сварочному шву). Заполнение жидкостью производится при помощи насосов, которые могут плавно увеличивать давление в системе. Желательно наличие у этого оборудования реверсивных возможностей для быстрого удаления воды из изделий при необходимости. Когда система полностью заполнена, производится дополнительная накачка воды с целью создания избыточного давления

(обычно не более 2.2 раза от типичных рабочих параметров эксплуатации). В качестве дополнительных проверок запаса прочности часто применяется метод аккуратного постукивания молотком по зоне сварного шва

### **7.3 Дефекты сварных швов, причины и способы устранения**

- Подрезы:

Подрезы часто образуются при сваривании горизонтальных швов на вертикальной плоскости. При ручной дуговой сварке угловых соединений причиной возникновения подрезов часто является неправильная техника выполнения швов, в частности неправильное положение электрода по отношению к оси шва, особенно при работе в стесненных условиях. Иногда подрезы образуются на внутренних валиках швов, выполненных аргонодуговой сваркой. Причиной их образования могут быть плохая сборка (смещение кромок), неточное ведение электрода по разделке.

Этот дефект обнаруживается визуально и при отклонениях выше установленной нормы подлежит заварке тонким (ниточным) швом электродами малого диаметра.

- Поры:

Поры, обнаруживаемые в швах при сварке длинной дугой электродами с карбонатно-флюоритным покрытием, вызваны выделением азота. Плохое смачивание капель электродного металла и ванны шлаками электродов этого вида создает условия для непосредственного контакта металла с газовой фазой и повышенной абсорбции азота.

- Непровар:

Самой частой причиной непровара является неправильный режим сварки. Это может быть либо недостаточный сварочный ток, либо повышенная скорость сварки. Такие условия чаще всего ведут к неполному проплавлению корня шва.

В случаях, когда электрод смещается с центральной оси шва,

возникает недостаточное сплавление одной из кромок. Шов доходит до корня, но одна из кромок не касается его. Случаи непровара между слоями имеют место при плохой очистке каждого слоя. Непровару может способствовать неправильная разделка кромок деталей (малый угол скоса кромок, большое притупление и узкий зазор).

- **Трещины:**

Образованию трещин способствует повышенное содержание углерода в расплавленном металле, а также кремния, никеля и особенно вредных примесей серы, фосфора и водорода.

Образованию трещин способствует повышенное содержание углерода в расплавленном металле, а также кремния, никеля и особенно вредных серы и фосфора.

Причинами образования трещин чаще всего является несоблюдение технологии и режимов сварки. Это может проявляться например в неправильном расположении сварных швов в конструкции, что приводит к высокой концентрации напряжений. Большие напряжения в сварных конструкциях также могут возникать при несоблюдении порядка наложения сварных швов.

Отклонения размеров шва по ширине и по высоте:

- Неудобное пространственное положение для формирования шва;
- Низкая квалификация сварщика;
- Высокая жидкотекучесть металла сварочной ванны;
- Нарушение технологии изготовления конструкции.
- различная теплопроводность металла свариваемых деталей.

### **Способы устранения недопустимых дефектов**

- **Подрез:**
- Зачистка механическим способом до полного удаления дефекта.

- Визуальный контроль места зачистки. Если деталь является ответственной – необходимо проведение капиллярного контроля данного места, чтобы удостовериться в полноте удаления дефекта.

- Повторная сварка данного участка сварного соединения. Желательно, при исправлении, применять сварку аргоном т.к. она позволяет более ювелирно произвести процесс наложения сварного шва.

- Визуальный и измерительный контроль места где производился ремонт подреза сварного шва. Необходимо еще раз проверить ширину и высоту сварного шва, чтобы они соответствовали требованиям чертежа и нормативных документов.

- Поры:

Способ выявления и устранения: внешний осмотр, осмотр излома шва; рентгено- и гаммаконтроль, контроль ультразвуком, магнитографический метод контроля и др. Выстрогать скопление пор, зачистить, подварить. Уплотнить проковкой в процессе сварки при температуре светло-красного цвета шва.

- Непровар:

Устраняя сварочный дефект в виде непровара, очищают корень в месте изъяна и проводят сварку ещё раз. Во время установок важных конструкций дефектный участок срубают или вырезают, а затем сваривают заново.

- Трещины:

Поверхностные трещины в сварных конструкциях устраняются в следующем порядке: сначала засверливают концы трещины, чтобы она не распространялась дальше по шву, затем трещину удаляют механическим путем или строжкой, после чего место удаления дефекта зачищают и заваривают.

- Внутренние трещины (как впрочем, и остальные внутренние дефекты) удаляют механическим способом или

строжкой с последующей заваркой данного участка.

- Отклонение размеров шва по ширине и по высоте:

Зачищают дефектный участок до меньшей ширины или высоты шва и производится подварка сварного шва.

#### **7.4 Организация службы контроля качества на предприятия**

Основные задачи технического контроля состоят в обеспечении выпуска качественной продукции, в соответствии со стандартами и ТУ; выявлении и предупреждении брака; проведении мер по дальнейшему улучшению качества изделий.

Организация технического контроля состоит:

- в проектировании и осуществлении процесса контроля качества;
- в определении организационных форм контроля;
- в выборе и технико-экономическом обосновании средств и методов контроля;
- в обеспечении взаимодействия всех элементов системы контроля качества продукции;
- в разработке методов и систематическом проведении анализа брака и дефектов.