

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный профессионально–педагогический  
университет»

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА  
ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОПОРЫ КРАНА**

Выпускная квалификационная работа  
Направление подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)  
Профиль Машиностроение и материалобработка  
Профилизация Технологии и технологический менеджмент в сварочном про-  
изводстве  
Идентификационный код ВКР: 667

Екатеринбург 2018

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

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

## **ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

### **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОПОРЫ КРАНА**

Исполнитель:  
студент группы ЗСМ-503 \_\_\_\_\_ М.В.Кудрявцев

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

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

Екатеринбург 2018

## АННОТАЦИЯ

Дипломный проект содержит 66 листов машинописного текста, 18 таблицы, 8 рисунков, 30 использованных источников литературы, 2 приложения, 42 формулы, графическую часть на 8 листах формата А1.

Ключевые слова: ОПОРА КРАНА, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, СВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, СВАРКА ПОД ФЛЮСОМ, ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ, ПЕРЕПОДГОТОВКА РАБОЧИХ.

В дипломном проекте разработана технология производства основания крана, предложено оборудование для сборки и сварки.

Произведены расчеты режима сварки, подобранно оборудование.

В экономической части дипломного проекта выполнен расчет экономического эффекта от внедрения новой технологии.

Разработана программа переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением» план-конспект урока теоретического обучения для переподготовки квалификации рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением» 3 уровня

|   |      |              |             |                           |          |                |         |  |      |        |
|---|------|--------------|-------------|---------------------------|----------|----------------|---------|--|------|--------|
| Подпись и дата  |      | Изн. № дубл. |             | Взамен. инв. №            |          | Подпись и дата |         |  |      |        |
| Изн. № подл.  | Изм. | Лист         | № документа | <b>ДП 44.03.04.667.ПЗ</b> |          |                |         | Лист   | Лист | Листов |
| Дээр  | Про  | Ц            | VTR         | Кудрявцев                 | Радченко | Билалов        | Гузанов | 2  | 67   | 67     |
| Разработка технологического процесса изготовления опоры крана |      |              |             |                           |          |                |         | ФГАУО ВО РГПТУ ИИПО<br>Каф.ИММ<br>гр 3СМ-503 |      |        |

## СОДЕРЖАНИЕ

|  |    |
|--|----|
| Введение.....  | 5  |
| 1 Инженерный раздел.....   | 8  |
| 1.1 Характеристика изделия.....  | 8  |
| 1.2 Выбор материала.....   | 9  |
| 1.3 Характеристика свариваемости материала.....  | 10 |
| 1.4 Выбор способа сварки.....  | 11 |
| 1.5 Выбор сварочных материалов.....  | 16 |
| 1.6 Расчет режимов сварки.....   | 17 |
| 1.7 Выбор оборудования для сварки.....   | 26 |
| 1.8 Контроль качества сварного шва.....  | 30 |
| 1.9 Описание технологии сварки.....  | 35 |
| 2 Техничко-экономическое обоснование проекта.....  | 37 |
| 2.1 Расчет трудоемкости.....   | 37 |
| 2.2 Определение числа рабочих.....   | 37 |
| 2.3 Выбор системы оплаты труда.....  | 38 |
| 2.4 Расчет капитальных вложений.....   | 40 |
| 2.5 Расчет технологической себестоимости.....  | 42 |
| 2.6 Расчет условно-годовой экономии.....   | 48 |
| 3 Методический раздел.....   | 50 |
| 3.1 Сравнительный анализ Профессиональных стандартов.....  | 50 |
| 3.2 Разработка учебного плана переподготовки по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением»..... | 56 |
| 3.3 Разработка учебной программы дисциплины «Спецтехнология».....  | 57 |
| 3.4 Разработка плана-конспекта урока.....  | 58 |
| Заключение.....  | 64 |
| Список использованных источников.....  | 65 |
| Приложение -Спецификация.....  | 68 |

|     |      |             |         |                |                |               |                |
|-----|------|-------------|---------|----------------|----------------|---------------|----------------|
| Изм | Лист | № документа | Подпись | Изнач. № подл. | Взамен. инв. № | Инов. № дубл. | Подпись и дата |
|-----|------|-------------|---------|----------------|----------------|---------------|----------------|

## ВВЕДЕНИЕ

Современный этап научно-технического прогресса предъявляет все более высокие эксплуатационные требования к агрегатам и узлам. При их производстве сварка занимает одно из ведущих мест в технологическом процессе. Повышение качества и производительности при изготовлении сварных конструкций можно достичь как путем совершенствования и разработки новых технологических процессов дуговой сварки, так и в результате роста уровня механизации и автоматизации сварочных работ. Важнейшая роль в этом принадлежит разработке и освоению в производстве оборудования, отвечающего современным требованиям.

Основываясь на сложной технической ситуации разработанный технологический процесс сварки должен не только обеспечить получение надежного сварочного соединения, отвечающего всем эксплуатационным требованиям, но и допускать максимальную степень комплексной механизации и автоматизации всего производственного процесса изготовления изделия, а также быть наиболее экономически выгодным по расходу энергии, сварочных материалов, затрат человеческого труда.

Большие перспективы в развитии сварочного производства открывает автоматизация и механизация процессов сборки сварки.

Прогресс сварочного производства возможен лишь в том случае, если будет решен весь комплекс задач по автоматизации основных заготовительных, транспортных, сварочных других операций.

При внедрении на сварочном участке автоматического и механического оборудования, удобных для рабочих приспособлений, увеличивается производительность труда, качество продукции, произойдет сокращение обслуживающего персонала.

Технико-экономическое обслуживание нового оборудования производится на основе качественного анализа сравнительной экономичности варианта. Для еще

|     |      |             |         |                |                |               |                |                |               |                |
|-----|------|-------------|---------|----------------|----------------|---------------|----------------|----------------|---------------|----------------|
| Изм | Лист | № документа | Подпись | Изнв. № подкл. | Подпись и дата | Изнв. № дубл. | Подпись и дата | Взамен. инв. № | Изнв. № дубл. | Подпись и дата |
|-----|------|-------------|---------|----------------|----------------|---------------|----------------|----------------|---------------|----------------|

ДП 44.03.04.667. ПЗ

Лист

5

более успешного развития сварочного производства необходимо ускорить создание современных систем автоматического управления сварочным оборудованием.

Современное машиностроение, особенно его специальные отрасли, предъявляют высокие требования к исследуемым материалам и сплавам. Наряду с высокой прочностью и пластичностью, коррозионной стойкостью в агрессивных средах сплавы должны обладать хорошей свариваемостью, т.к в каждой отрасли машиностроения сварка стала одним из ведущих технологических процессов.

Разрабатываемая в данном проекте новая технология для сварки и сборки опоры должны обеспечивать не только получение надежных сварных соединений, отвечающих всем требованиям, но и допускать максимальную степень механизации и автоматизации всего производственного процесса изготовления изделия.

Объектом разработки является технологический процесс изготовления изделия.

Предметом разработки является процесс сборки и сварки.

Целью работы является разработка технологического процесса сборки и сварки изделия «Опора крана».

Задачами проекта являются:

- выбор сварочного материала изделия,
- определение свариваемости материала,
- выбор сварочного оборудования и сварочных материалов,
- расчет режимов сварки,
- экономическое обоснование проекта,
- разработка программы подготовки «Оператора автоматической сварки плавлением»,

Таким образом, в дипломном проекте в технологической части на основе анализа базового варианта будет разработан проектируемый вариант технологического процесса изготовления опоры, включающий автоматическую сварку под флюсом; в экономической части - приведено технико-экономическое

|              |                |                |              |                |
|--------------|----------------|----------------|--------------|----------------|
| Изн. № подл. | Подпись и дата | Взамен. инв. № | Изн. № дубл. | Подпись и дата |
|              |                |                |              |                |

|              |                |                |              |                |                     |           |
|--------------|----------------|----------------|--------------|----------------|---------------------|-----------|
| Изн. № подл. | Подпись и дата | Взамен. инв. № | Изн. № дубл. | Подпись и дата | ДП 44.03.04.667. ПЗ | Лист<br>6 |
| Изн. № подл. | Подпись и дата | Взамен. инв. № | Изн. № дубл. | Подпись и дата |                     |           |

обоснование данной разработки; методическая часть - посвящена проектированию программы переподготовки сварщиков, которые могут осуществлять спроектированную технологию производства.

В процессе разработки дипломного проекта использованы следующие *методы*:

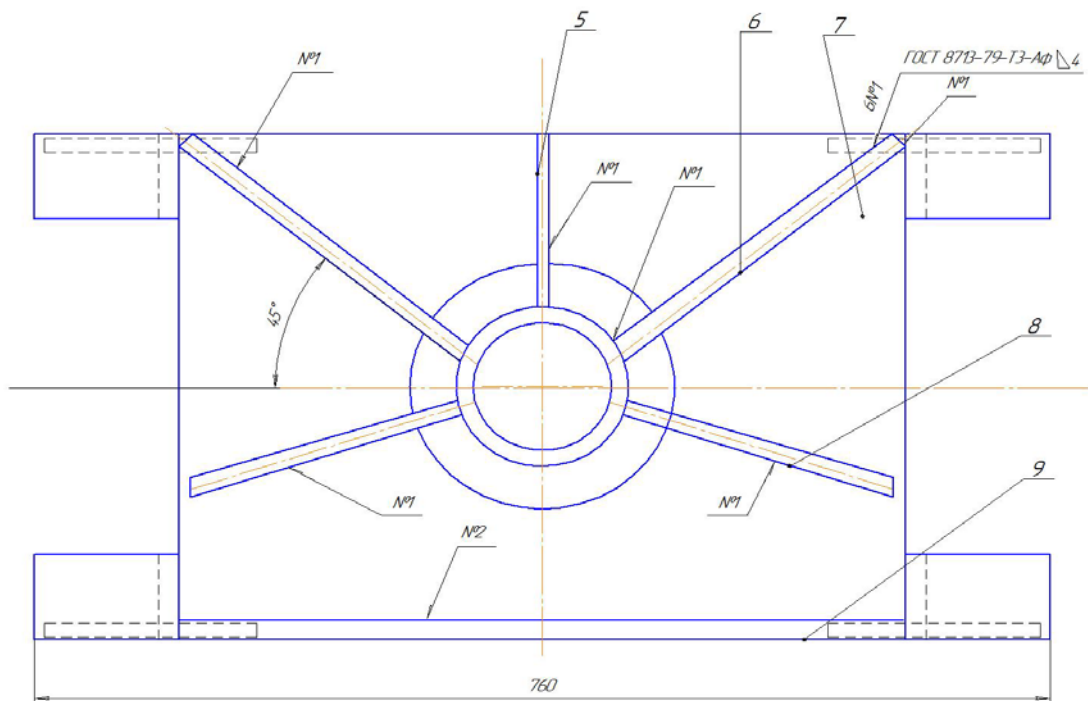
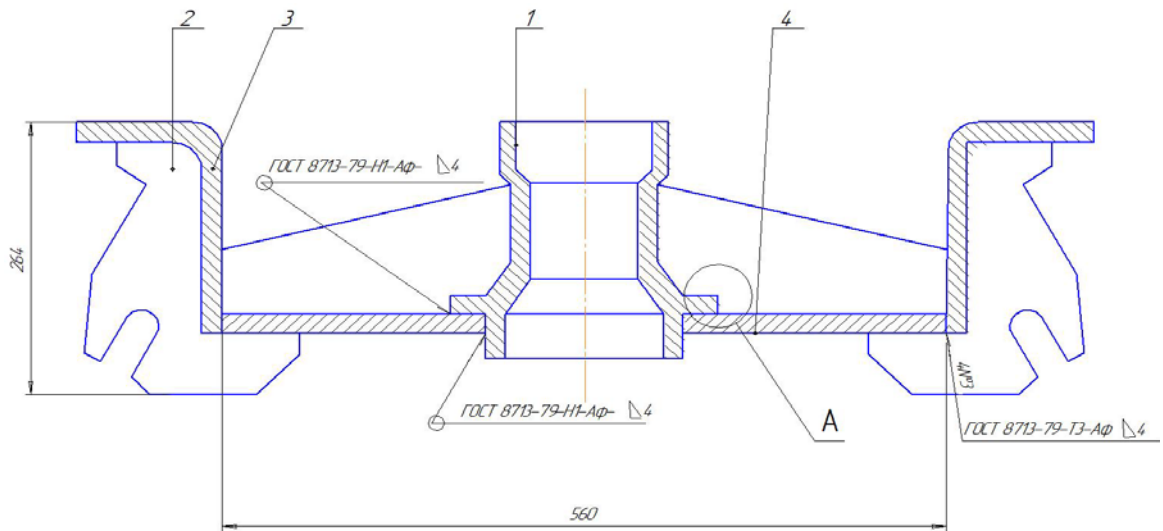
- теоретические методы, включающие анализ специальной научной и технической литературы, а также обобщение, сравнение, конкретизацию данных, расчеты;

- эмпирические методы, включающие изучение практического опыта и наблюдение.

|               |                |                |               |                     |                     |           |           |
|---------------|----------------|----------------|---------------|---------------------|---------------------|-----------|-----------|
| Инов. № подл. | Подпись и дата | Взамен. инв. № | Инов. № дубл. | Подпись и дата      | ДП 44.03.04.667. ПЗ | Лист<br>7 |           |
| Инов. № подл. | Подпись и дата | Взамен. инв. № | Инов. № дубл. | ДП 44.03.04.667. ПЗ |                     |           | Лист<br>7 |
| Инов. № подл. | Подпись и дата | Взамен. инв. № | Инов. № дубл. |                     |                     |           |           |
| Изм.          | Лист           | № документа    | Подпись       |                     |                     |           |           |

# 1 Инженерный раздел

## 1.1 Характеристика изделия



1-Корпус ; 2-Щека (4 шт); 3-Кронштейн (4 шт); 4-Плита; 5-Скоба; 6-Ребро;  
7-Ребро (2 шт); 8-Ребро (2шт); 9-Ребро (2 шт)

Рисунок 1- Опора крана

|                |                |
|----------------|----------------|
| Инов. № подл.  | Подпись и дата |
| Взамен. инв. № | Инов. № дубл.  |
| Подпись и дата | Подпись и дата |
| Инов. № подл.  | Подпись и дата |

|     |      |             |         |
|-----|------|-------------|---------|
| Изм | Лист | № документа | Подпись |
|-----|------|-------------|---------|

ДП 44.03.04.667. ПЗ



Опора крана предназначено для установки на нем поворотного крана служащего для поднятия изделий не большой массы.

Изделие «Опора крана», в дальнейшем - Опора, относится к первой группе конструкций, которые представляют собой сварные конструкции, либо их элементы, работающие в условиях давления на поверхности изделия или подвергающиеся непосредственному воздействию динамических, вибрационных или подвижных нагрузок (переменные площадки контактов) – регламентировано СНиП II-23-81 «Стальные конструкции: Нормы проектирования».

## 1.2 Выбор материала

В качестве основного металла для изготовления основания крана используем сталь марки 09Г2С. Это конструкционная низколегированная сталь для сварных конструкций. Химический состав приведен в таблице 1

Таблица 1 – Химический состав стали 09Г2С

| Элемент      | C       | Si      | Mn      | Ni     | S       | P        | Cr     | N        | Cu     | As      |
|--------------|---------|---------|---------|--------|---------|----------|--------|----------|--------|---------|
| Содержание,% | До 0,12 | 0,5-0,8 | 1,3-1,7 | До 0,3 | До 0,04 | До 0,035 | До 0,3 | До 0,008 | До 0,3 | До 0,08 |

Механические свойства стали представлены в таблице 2

Таблица 2 – Механические свойства стали 09Г2С

| Показатель | Предел прочности, МПа | Предел текучести, МПа | Макс относит удлинение, % | Свариваемость   | Склонность к отпускной хрупкости |
|------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------|----------------------------------|
| Значение   | 500                   | 350                   | 18                        | Без ограничений | Не склонна                       |

ДП 44.03.04.667. ПЗ

Лист

9

По сравнению с высокоуглеродистыми низколегированные стали обладают более высоким пределом текучести, пониженной склонностью к механическому старению, повышенной хладостойкостью, лучшей коррозионной стойкостью, низкой ударной вязкостью.

### 1.3 Характеристика свариваемости материала

Предварительную оценку свариваемости стали можно провести по углеродному эквиваленту:

$$C_s = 0.1 + \frac{0.035}{2} + \frac{0.25}{5} + \frac{1.5}{6} + \frac{0.25}{13} + \frac{0.25}{15} + 0.024 * 14 = 0.79$$

$$C_s = C + \frac{P}{2} + \frac{Mo}{4} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mn}{6} + \frac{Cu}{13} + \frac{Ni}{15} + 0.024 * S \quad (1.1)$$

Если  $C_s < 0,35$ , сварку можно выполнять без предварительного подогрева основного металла.

Основными параметрами режима сварки порошковыми проволоками являются: диаметр электродной проволоки –  $d_s$ ; сила сварочного тока –  $I_{св}$ ; напряжение на дуге –  $U_d$ ; скорость сварки –  $V_{св}$ ; скорость подачи сварочной проволоки –  $V_{пш}$ ; вылет электродной проволоки –  $L$ . Основные параметры режима сварки порошковой проволокой, за исключением скорости сварки, выбираются из справочных таблиц.

|                |                |
|----------------|----------------|
| Ив. № подл.    | Подпись и дата |
| Взамен. ив. №  | Ив. № дубл.    |
| Подпись и дата | Подпись и дата |

|     |      |             |         |                     |      |
|-----|------|-------------|---------|---------------------|------|
| Изм | Лист | № документа | Подпись | ДП 44.03.04.667. ПЗ | Лист |
|     |      |             |         |                     | 10   |

Рассматриваемая сталь обладает не ограниченной свариваемостью. Технология сварки должна обеспечивать определенный комплекс требований, основные из которых — обеспечение надежности и долговечности конструкций (особенно из термически упрочняемых сталей, обычно используемых при изготовлении ответственных конструкций). Важное требование при сварке рассматриваемой стали — обеспечение равнопрочности сварного соединения с основным металлом и отсутствие дефектов в сварном шве. Для этого механические свойства металла шва и околошовной зоны должны быть не ниже нижнего предела соответствующих свойств основного металла

В некоторых случаях конкретные условия работы конструкций допускают снижение отдельных показателей механических свойств сварного соединения. Однако во всех случаях, особенно при сварке ответственных конструкций, швы не должны иметь трещин, непроваров, пор, подрезов. Геометрические размеры и форма швов должны соответствовать требуемым. Сварное соединение должно быть стойким против перехода в хрупкое состояние. Иногда к сварному соединению предъявляют дополнительные требования (работоспособность при вибрационных и ударных нагрузках, пониженных температурах и т. д.). Технология должна обеспечивать максимальную производительность и экономичность процесса сварки при требуемой надежности конструкции.

#### 1.4 Выбор способа сварки

##### Ручная дуговая сварка

Один провод сварочной цепи присоединяется к электродержателю, в который зажат электрод, а второй – к сварочному основному металлу. При сварке плавящимся электродом сварочный шов образуется за счет расплавления электродов и кромок основного металла сварочной дугой. Дуговая сварка металлическим плавящимся электродом (способ Н. Г. Славянова) является наиболее распространенной.

|              |                |                |              |                |
|--------------|----------------|----------------|--------------|----------------|
| Изн. № подл. | Подпись и дата | Взамен. инв. № | Изн. № дубл. | Подпись и дата |
|              |                |                |              |                |
| Изм          | Лист           | № документа    | Подпись      |                |

При сварке электродом покрытым происходит плавление стержня и покрытия. Расплавляющиеся покрытия образуют шлак и газы. Шлак обволакивает капли металла, образующиеся при плавлении электродной проволоки. В ванне шлак всплывает на поверхность, образует шлаковый покров, предохраняющий металл от взаимодействия с кислородом и азотом воздуха. Кроме того, при всплывании на поверхность ванны шлак, взаимодействуя с расплавленным металлом, очищает его.

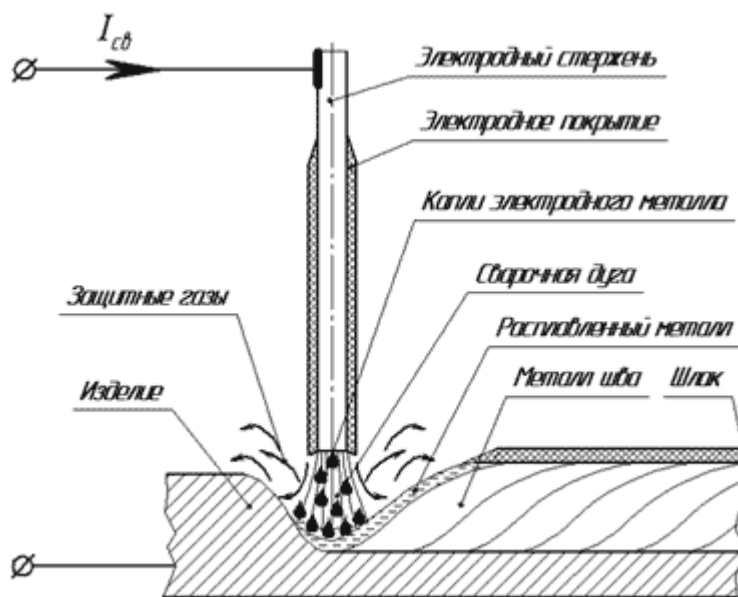


Рисунок 2- Схема сварки покрытым металлическим электродом

#### Сварка в среде защитных газов

При сварке углеродистых и низколегированных сталей для защиты расплавленного электродного металла и металла сварочной ванны широко используют углекислый газ. В последние годы в качестве защитных газов находят применение смеси углекислого газа с кислородом (до 5%).

Добавки кислорода, увеличивают окисляющее действие газовой среды на расплавленный металл, позволяют уменьшить концентрацию легирующих элементов в металле шва. Это иногда необходимо при сварке низколегированных сталей. Кроме того, несколько уменьшается разбрызгивание расплавленного

|                |                |
|----------------|----------------|
| Инв. № подл.   | Подпись и дата |
| Взамен. инв. № | Подпись и дата |
| Инв. № дубл.   | Подпись и дата |

металла, повышается его жидкотекучесть. Кислород уменьшает его влияние на образование пор.

На свойства металла шва значительное влияние оказывает качество углекислого газа. При повышенном содержании азота и водорода, а также влаги в швах могут образоваться поры. Сварка в углекислом газе менее чувствительна к отрицательному влиянию ржавчины. Увеличение напряжения дуги, повышая угар легирующих элементов, приводит к снижению механических свойств шва.

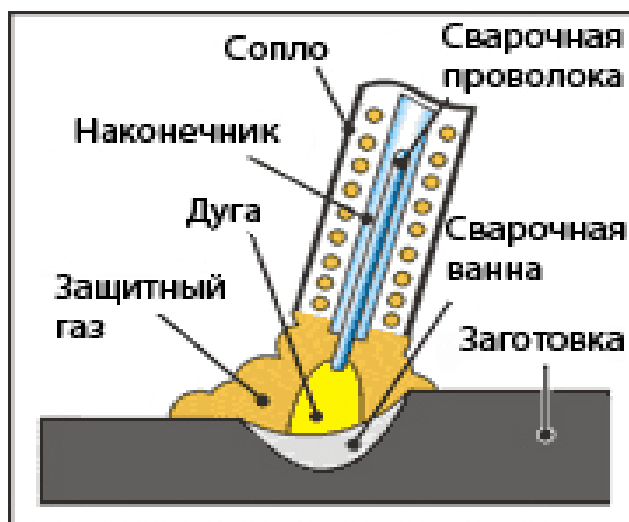


Рисунок 3-Сварка в среде защитных газов

Сущность процесса сварки под флюсом

При этом способе сварки (рисунок 3) электрическая дуга горит между концом электродной (сварочной) проволоки и свариваемым металлом под слоем гранулированного флюса. Ролики специального механизма подают электродную проволоку в дугу. Сварочный ток, переменный или постоянный прямой или обратной полярности от источника подводится скользящим контактом к электродной проволоке и постоянным контактом — к изделию. Сварочная дуга горит в газовом пузыре, образованном в результате плавления флюса и металла и заполненном парами металла, флюса и газами. По мере удаления дуги расплавленный флюс при остывании образует шлаковую корку, которая легко

|                |                |
|----------------|----------------|
| Изн. № подл.   | Подпись и дата |
| Взамен. инв. № | Изн. № дубл.   |
| Подпись и дата | Подпись и дата |

отделяется от поверхности шва. Флюс засыпается впереди дуги из бункера слоем толщиной 40—80 и шириной 40—100 мм (чем больше толщина свариваемого металла и ширина шва, тем больше толщина и ширина слоя флюса). Масса флюса, идущего на шлаковую корку, обычно равна массе расплавленной сварочной проволоки. Нерасплавившаяся часть флюса собирается специальным пневмоотсосом в бункер и повторно используется.

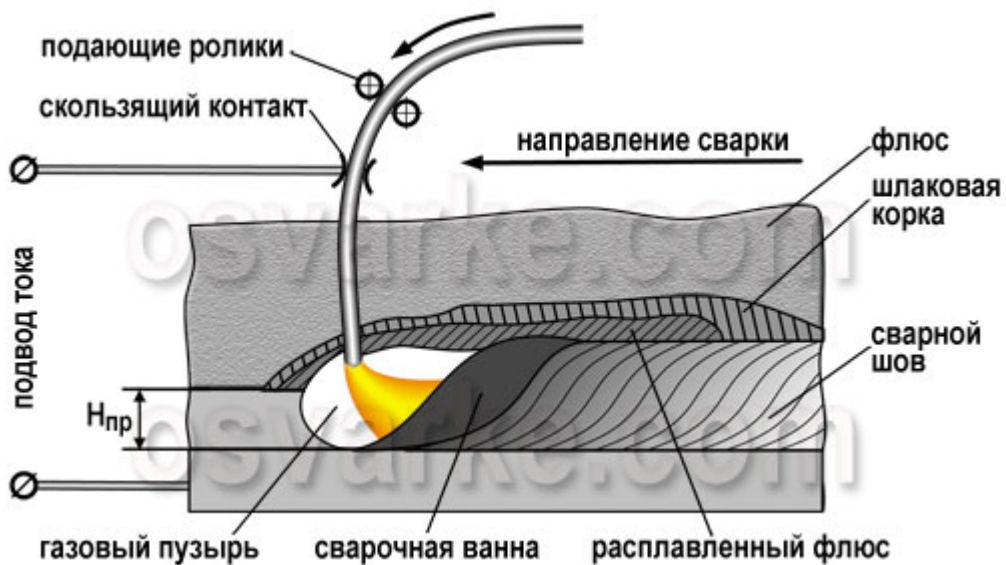


Рисунок 4 –Схема процесса сварки под флюсом

Расплавленные электродный и основной металлы в сварочной ванне перемешиваются и при кристаллизации образуют сварной шов. В промышленности преимущественное применение находит способ сварки проволочными электродами (сварочной проволокой). Производительность по сравнению с ручной сваркой увеличивается в 5—12 раз. При сварке под флюсом ток по электродной проволоке проходит только в ее вылете (место от токоподвода до дуги). Поэтому можно использовать повышенные (25—100 А/мм<sup>2</sup>) по сравнению с ручной дуговой сваркой (10—20 А/мм<sup>2</sup>) плотности сварочного тока без опасения значительного перегрева электрода в вылете и отслаивания обмазки, как в покрытом электроде. Использование больших сварочных токов резко

|                |                |
|----------------|----------------|
| Изн. № подл.   | Подпись и дата |
| Взамен. инв. № | Изн. № дубл.   |
| Подпись и дата | Подпись и дата |

повышает глубину проплавления основного металла И появляется возможность сварки металла повышенной толщины без разделки кромок. При сварке с разделкой кромок уменьшается угол разделки и увеличивается величина их притупления, т. е. уменьшается количество электродного металла, необходимого для заполнения разделки. Металл шва обычно состоит приблизительно на 2/3 из переплавленного основного металла (при ручной дуговой сварке соотношение обратное). В результате вышесказанного растут скорость и производительность сварки. Под флюсом сваривают металл толщиной 2— 60 мм при скорости однодуговой сварки до 0,07 км/ч. Применение многодуговой сварки позволяет повысить ее скорость до 0,3 км/ч. Высокое качество металлов шва и сварного соединения достигается за счет надежной защиты расплавленного металла от взаимодействия с воздухом, его металлургической обработки и легирования расплавленным шлаком. Наличие шлака на поверхности шва уменьшает скорость кристаллизации металла сварочной ванны и скорость охлаждения металла шва В результате металл шва не имеет пор, содержит пониженное количество неметаллических включений. Улучшение формы шва и стабильности его размеров, особенно глубины проплавления, обеспечивает постоянные химический состав и другие свойства на всей длине шва. Сварку под флюсом применяют для изготовления крупногабаритных резервуаров, строительных конструкций, труб и т.д. из сталей, никелевых сплавов, меди, алюминия, титана и их сплавов. Экономичность процесса определяется снижением расхода сварочных материалов за счет сокращения потерь металла на угар и разбрызгивание (не более 3 %, а при ручной сварке достигают 15%), отсутствием потерь на огарки. Лучшее использование тепла дуги при сварке под флюсом по сравнению с ручной сваркой уменьшает расход электроэнергии на 30-40 %, Повышению экономичности способствует и снижение трудоемкости работ по разделке кромок под сварку, зачистке шва от брызг и шлака. Сварка выполняется с применением специальных автоматов или полуавтоматов. Условия работы позволяют сварщику обходиться без щитков для защиты глаз и лица. Повышаются общий уровень и культура

|              |                |                |              |                |
|--------------|----------------|----------------|--------------|----------------|
| Изн. № подл. | Подпись и дата | Взамен. инв. № | Изн. № дубл. | Подпись и дата |
|              |                |                |              |                |

|              |                |                |              |                |                     |            |
|--------------|----------------|----------------|--------------|----------------|---------------------|------------|
| Изн. № подл. | Подпись и дата | Взамен. инв. № | Изн. № дубл. | Подпись и дата | ДП 44.03.04.667. ПЗ | Лист<br>15 |
| Изм          | Лист           | № документа    | Подпись      |                |                     |            |

производства. Недостатками способа является повышенная жидкотекучесть расплавленного металла и флюса. Поэтому сварка возможна только в нижнем положении при отклонении плоскости шва от горизонтали не более чем на 10—15°. В противном случае нарушится формирование шва, могут образоваться подрезы и другие дефекты. Это одна из причин, почему сварку под флюсом не применяют для соединения поворотных кольцевых стыков труб диаметром менее 150 мм. Кроме того, этот способ сварки требует и более тщательной сборки кромок под сварку и использования специальных приемов сварки. При увеличенном зазоре между кромками возможно вытекание в него расплавленного металла и флюса и образование в шве дефектов. Для нашей марки стали, условий работы изделия и с учетом конструкции принимаем автоматическую сварку под флюсом. Ручная дуговая сварка (РДС) не производительна, требует большой затраты времени. Сварка в среде аргона дорогостоящая по сравнению с (СО<sub>2</sub>) и применяется в основном при малых толщинах. Поэтому выбираем автоматическую сварку плавящимся электродом под флюсом. Для прихватки принимаем полуавтоматическую сварку в среде защитных газов..

### 1.5 Выбор сварочных материалов

Для сварки низкоуглеродистых и низколегированных сталей под флюсом выбираем сварочную проволоку Св-08ГА и флюс АН-348А.

Таблица 3-Химический состав сварочной проволоки Св-08ГА, % ГОСТ 2246-70

| Химический состав металла шва, % (номинальные значения) |           |       |      |      |     |      |
|---|-----------|-------|------|------|-----|------|
| С   | Mn        | Si    | P    | S    | Cr  | Ni   |
| ≤0,1  | 0,80-1,10 | ≤0,06 | 0,03 | 0,25 | 0,1 | 0,25 |

Назначение сварочного флюса АН-348А.

|     |      |             |         |
|-----|------|-------------|---------|
| Изм | Лист | № документа | Подпись |
|     |      |             |         |
|     |      |             |         |
|     |      |             |         |



Предназначен, для автоматической сварки и наплавки конструкций из низкоуглеродистых нелегированных и низколегированных сталей низколегированной проволокой марки Св-08ГА.

При сварке под флюсом АН-348А сварочная проволока и флюс АН-348А одновременно подаются в зону горения дуги, под воздействием теплоты которой плавятся кромки основного металла, электродная проволока и часть флюса АН-348А. Вокруг дуги образуется газовый пузырь, заполненный парами металла и материалов флюса. По мере перемещения дуги расплавленный флюс всплывает на поверхность сварочной ванны, образуя шлак. Расплавленный флюс АН 348А защищает зону горения дуги от воздействия атмосферных газов и значительно улучшает качество металла шва.

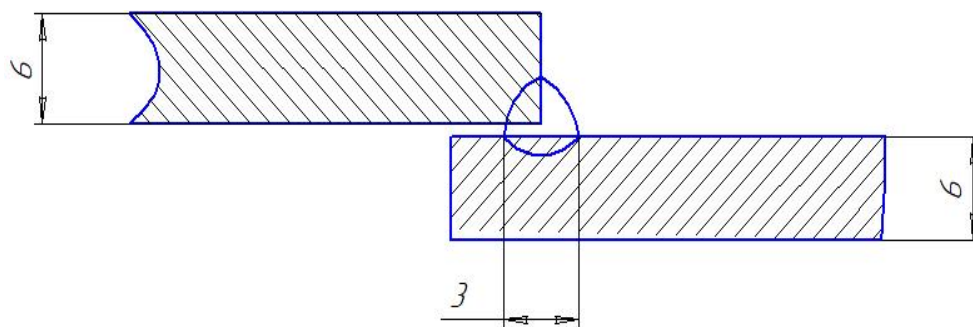
Таблица 4- Химический состав флюса АН-348А,% ГОСТ 9087-81

| SiO <sub>2</sub> | MnO       | CaO   | MgO  | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | S     | P     | CaF <sub>2</sub> |
|------------------|-----------|-------|------|--------------------------------|--------------------------------|-------|-------|------------------|
| 40,0-44,0        | 31,0-38,0 | <12,0 | <7,0 | <13,0                          | 0,5-2,2                        | <0,11 | <0,12 | 3,0-6,0          |

### 1.6 Расчет режимов сварки

Рассчитаем скорость сварки ( $V_{св}$ ) для каждой свариваемой детали. Скорость сварки зависит от поперечного сечения шва ( $S_{ш}$ ). Площадь сечения шва находится как сумма элементарных геометрических фигур, из которых он состоит.

#### Расчет параметров автоматической сварки



|     |      |             |         |               |                |               |                |
|-----|------|-------------|---------|---------------|----------------|---------------|----------------|
| Изм | Лист | № документа | Подпись | Инва. № подл. | Взамен. инв. № | Инва. № дубл. | Подпись и дата |
|-----|------|-------------|---------|---------------|----------------|---------------|----------------|

Рисунок 6- Схема шва по ГОСТ 8713-79-Н1Аф

Диаметр электродной проволоки рассчитываем по формуле, мм:

$$d_{э.п} = \sqrt[4]{h_p} \pm 0,05h_p \quad (1.1)$$

$$d_{э.п} = \sqrt[4]{13.2} \pm 0,05 \times 13.2 = 2.2 \text{ мм}$$

Принимаем  $d=2$  мм

Вылет электродной проволоки, мм:

$$l_B = 10d_{э.п}, \quad (1.2)$$

$$l_B = 10 \times 2 = 20 \text{ мм}$$

Скорость сварки определяем рассчитанного ранее  $d_{э.п}$  мм/с:

$$V_C = K_v \frac{h_p^{1,61}}{l^{3,36}} \quad (1.2)$$

где  $K_v$ -коэффициент  $K_v=1150$

По формуле определим скорость сварки:

$$V_C = 1150 \frac{5^{1,61}}{20^{3,36}} = 6.5 \text{ мм/с} = 23.4 \text{ м/ч}$$

Сварочный ток  $I_C$  определяем в зависимости от размеров шва, А:

$$I_C = \frac{85.4 \times h_p^5 \sqrt{d_{э} \times V_C}}{4 + 0.0285 \times h_p \sqrt{d_{э} \times V_C}} = \frac{85.4 \times 5^5 \sqrt{2 \times 23.4}}{4 + 0.0285 \times 5 \sqrt{2 \times 23.4}} = 318. \text{ А}$$

|                |                |
|----------------|----------------|
| Изн. № подл.   | Подпись и дата |
| Взамен. инв. № | Изн. № дубл.   |
| Подпись и дата | Подпись и дата |

Принимаем  $I=320\text{A}$

Напряжение на сварочной дуге  $U_C$  зависит в основном от сварочного тока, а также от диаметра и вылета электродной проволоки, положения шва и других факторов, В:

$$U_C = 14 + 0,05I_C = 14 + 0.05 \times 320 = 30 \text{ В}$$

Скорость подачи электродной проволоки  $V_{ЭЛ}$  однозначно определяются при известных  $F_{НЭ}$ ,  $d_{ЭЛ}$  и  $V_{СЭ}$ , мм/с:

$$V_{ЭЛ}^{(+)} = 0,53 \cdot \frac{I_C}{d_{ЭЛ}^2} + 6,94 \cdot 10^{-4} \frac{I_C^2}{d_{ЭЛ}^3}, \quad (1.5)$$

$$V_{ЭЛ}^{(+)} = 0,53 \cdot \frac{320}{2^2} + 6,94 \cdot 10^{-4} \frac{320^2}{4} = 138 \text{ м/ч}$$

Коэффициенты расплавления  $\alpha_p$  и наплавки  $\alpha_n$  необходимо рассчитывать по следующим формулам:

$$\alpha_p = 1,21 \cdot I_{св}^{(0,32)} \cdot L_{э}^{(0,38)} \cdot d^{(-0,64)}, \quad (1.6)$$

Рассчитаем  $\alpha_p$  по формуле :

$$\alpha = 1.21 \times 7.3 \times 3.3 \times 0.64 = 18.6 \text{ Г/А х ч}$$

где  $L_{э}$  - вылет электрода

Плотность тока рассчитывается по формуле:

$$j = \frac{I_{св}}{F_{эл}} = \frac{4 \cdot I_{св}}{\pi \cdot d^2}, \quad (1.7)$$

$$J = 4 \times 320 / 3.14 \times 4 = 123 \text{ А/мм}^2$$

|              |                |                |              |                |
|--------------|----------------|----------------|--------------|----------------|
| Изн. № подл. | Подпись и дата | Взамен. инв. № | Изн. № дубл. | Подпись и дата |
|              |                |                |              |                |
|              |                |                |              |                |
|              |                |                |              |                |

Принимаем  $j=120\text{А/мм}^2$

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

Коэффициент потерь

Коэффициент формы проплавления:

$$\varphi = K' \cdot (19 - 0,01 \cdot I_{\text{св}}) \cdot \frac{d_{\text{э}} \cdot U_{\text{г}}}{I_{\text{св}}}, \quad (1.8)$$

$$\psi = 0.075$$

Коэффициент наплавки

$$\alpha_{\text{н}} = \alpha_{\text{р}} \cdot \frac{(100 - \Psi_{\text{п}})}{100} \quad (1.9)$$

Известно, что потери  $\Psi_{\text{п}} = 10-12\%$  при плотности тока  $j = 85 - 120 \text{ А/мм}^2$ , также потери  $\Psi_{\text{п}} = 10-12\%$  и в области  $j = 280 - 350 \text{ А/мм}^2$ , но потери  $\Psi_{\text{п}} > 10$  при значениях плотностей тока  $j = 120 - 280 \text{ А/мм}^2$ .

$$\alpha_{\text{н}} = 18.6 \times (100 - 12) / 100 = 16.3 \text{ г/А х ч}$$

Рассчитаем фактическая глубину проплавления,  $H_{\text{факт}}$ :

$$H_{\text{факт}} = 2 \sqrt{\frac{g_{\text{п}}}{\pi \cdot e \cdot \gamma \cdot T_{\text{пл}} \cdot \psi_{\text{кр}}}}, \quad (1.10)$$

где  $\psi_{\text{кр}}$  - коэффициент формы провара

$$\psi_{\text{кр}} = K' (19 - 0,01 \cdot I_{\text{св}}) \frac{d_{\text{э}} \cdot U_{\text{д}}}{I_{\text{св}}}, \quad (1.12)$$

где  $K'$  - коэффициент, зависящий от рода тока и полярности

|                |                |
|----------------|----------------|
| Инов. № подл.  | Подпись и дата |
| Взамен. инв. № | Инов. № дубл.  |
| Подпись и дата | Подпись и дата |

|     |      |             |         |                     |      |
|-----|------|-------------|---------|---------------------|------|
| Изм | Лист | № документа | Подпись | ДП 44.03.04.667. ПЗ | Лист |
|     |      |             |         |                     | 20   |

$$\psi_{KP} = 1 \cdot (19 - 0,01 \cdot 320) \frac{2 \times 30}{320} = 2.5$$

погонная энергия,  $g_{II}$ :

$$g_{II} = \frac{I_{св} \cdot U_{д} \cdot \eta_U}{V_{св}} = \frac{320 \cdot 30 \cdot 0.6}{20.2} = 270 \text{ Дж/см}$$

Отсюда:  $H_{факт} = 2 \cdot \sqrt{\frac{270}{3,14 \cdot 4 \cdot 1550 \cdot 1.82 \cdot 2,8}} = 0,52 \text{ см}$

Таблица 5-Режимы автоматической сварки

| Способ сварки             | Диаметр проволоки, d мм | Сила тока, I <sub>д</sub> , А | Напряжение на дуге, U <sub>д</sub> , В | Скорость сварки, V <sub>св</sub> , м/ч | Скорость подачи V <sub>пп</sub> , м/ч | Гост шва, тип, вид, | Вспомогательные материалы                                   |
|---------------------------|-------------------------|-------------------------------|--|--|---------------------------------------|---------------------|---|
| автоматическая под флюсом | 2                       | 320                           | 30                                     | 23,4                                   | 138                                   | ГОСТ 8713-79,       | Проволока Св-08ГА, ГОСТ 2246-70; флюс АН-348А, ГОСТ 9087-81 |

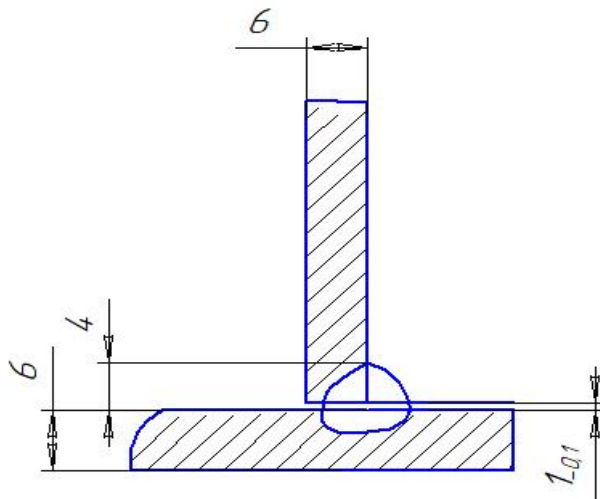


Рисунок 6-Схема шва, по ГОСТ 8713-79-Т1-Аф

Расчет параметров полуавтоматической сварки

|               |                |                |               |                |
|---------------|----------------|----------------|---------------|----------------|
| Инва. № подл. | Подпись и дата | Взамен. инв. № | Инва. № дубл. | Подпись и дата |
|               |                |                |               |                |

|     |      |             |         |                     |      |
|-----|------|-------------|---------|---------------------|------|
| Изм | Лист | № документа | Подпись | ДП 44.03.04.667. ПЗ | Лист |
|     |      |             |         |                     | 21   |

Диаметр электродной проволоки рассчитываем по известной площади наплавленного металла соответствующего прохода (корневого, заполняющего, подварочного и т.п.).мм:

$$S_1=S_2=6 \text{ мм}$$

$$v=1 \text{ мм}$$

$$k=4 \text{ мм}$$

$$d_{э.ни} = K_d \cdot F_{ни}^{0.625},$$

где  $K_d$  –коэффициент зависящий от глубины провара

$$d_{э.ни} = 0,160 \cdot 40_{ни}^{0.625} = 1,6 \text{ мм}$$

Коэффициент  $K_d$  выбираем в зависимости от положения шва и способа сварки по уровню автоматизации из таблицы 9.

Таблица 9-Значение коэффициента К

| Положение шва     | сварка         |                  |
|-------------------|----------------|------------------|
|                   | автоматическая | механизированная |
| «Лодочка», нижнее | 0,149...0,409  | 0,149...0,409    |
| Вертикальное      | 0,149...0,40   | 0.40...0.61      |
| горизонтальное    | 0,184...0,503  | 0.503....0.630   |
| потолочное        | 0,184...0,326  | 0.326....0.431   |

Расчетные значения  $d_{э.п}$  округляем до стандартных и ограничиваем в зависимости от положения шва и способа сварки

|                |                |
|----------------|----------------|
| Изн. № подл.   | Подпись и дата |
| Взамен. инв. № | Подпись и дата |
| Изн. № дубл.   | Подпись и дата |

Скорость подачи электродной проволоки  $V_{Э.Г}$  однозначно определяются при известных  $F_{Hi}$ ,  $d_{Э.Пi}$  и  $V_{Ci}$ , мм/с:

$$V_{Э.Пi} = \frac{F_{Hi} \cdot V_{Ci}}{F_{Э.Пi} (1 - \psi_p)} = \frac{4 \cdot F_{Hi} \cdot c_i}{\pi \cdot d_{Э.Пi}^2 (1 - \psi_p)},$$

$$V_{Э.Пi} = \frac{4 \cdot F_{Hi} \cdot c_i}{\pi \cdot d_{Э.Пi}^2 (1 - \psi_p)} = 33.2 \text{ мм/с} = 119.5 \text{ м/ч}$$

Сварочный ток определяют по формуле, полученной путем решения выражения для  $V_{Э.П}^{(+)}$  относительно  $I_C^{(+)}$ , А:

$$I_{cc} = d_{Э.Пi} (\sqrt{1450 \cdot d_{Э.Пi} \cdot V_{Э.Пi}^{(+)} + 145150} - 382),$$

$$I_{cc} = 1,6 (\sqrt{1450 \cdot 1,6 \cdot 33,2 + 145150} - 382) = 290 \text{ А}$$

Сварочный ток принимаем  $295 \pm 5 \text{ А}$ .

Полученное по расчету значение сварочного тока не должно выходить за пределы ограничений, обусловленных положением шва и уровнем автоматизации процесса .

Скорость сварки определяем по площади наплавленного металла и рассчитанного ранее  $d_{Э.П}$ . При сварке в «лодочку» и в нижнем положении, мм/с:

$$V_{ci}^{В.Г.П} \leq \frac{\alpha n \cdot I_{cc}}{F_{Hi} \cdot \gamma} = \frac{16.8 \cdot 300}{40 \cdot 7.8} = 21.6 \text{ м/ч},$$

Скорость сварки определяем 22 м/ч

Ограничения  $V_C$  в зависимости от уровня автоматизации процесса должны находиться в пределах 4...20 мм/с для автоматической сварки и 4...10 мм/с – для механизированной.

Напряжение на сварочной

|                |                |
|----------------|----------------|
| Изн. № подл.   | Подпись и дата |
| Взамен. инв. № | Изн. № дубл.   |
| Подпись и дата | Подпись и дата |

$$U_{Ci} = 14 + 0,05 \cdot I_{Ci},$$

$$U = 14 + 15 = 29 \text{ В}$$

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

$$\alpha = 1,21 \cdot 6,3 \cdot 2,86 \cdot 0,96 = 18,7 \text{ Г/(Ах ч)}$$

где  $L_3$  - вылет электрода

$$L_3 = 10 \cdot d = 10 \cdot 1,6 = 16 \text{ мм}$$

Плотность тока рассчитывается по формуле:

$$j = \frac{4 \cdot I_{св}}{\pi \cdot d},$$

$$j = 4 \cdot 300 / 3,14 \cdot 2,56 = 149 \text{ (А/мм}^2\text{)}$$

Принимаем  $j = 150 \text{ (А/мм}^2\text{)}$

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

Коэффициент потерь

$$\Psi_n = 16 \cdot \exp \left[ -7,48 \cdot 10^{(-5)} \cdot (200 - j)^2 \right],$$

$$\psi = 0,06$$

Коэффициент наплавки

|              |                |                |              |                |
|--------------|----------------|----------------|--------------|----------------|
| Изн. № подл. | Подпись и дата | Взамен. инв. № | Изн. № дубл. | Подпись и дата |
|              |                |                |              |                |

|     |      |             |         |                     |      |
|-----|------|-------------|---------|---------------------|------|
| Изм | Лист | № документа | Подпись | ДП 44.03.04.667. ПЗ | Лист |
|     |      |             |         |                     | 24   |



$$\alpha_H = \alpha_P \cdot \frac{(100 - \Psi_{\Pi})}{100}$$

$$\alpha_H = 18,7 \cdot 0,9 = 16,8 \text{ г/(Ах ч)}$$

Известно, что потери  $\Psi_{\Pi} = 6 - 10 \%$  при плотности тока  $j = 85 - 120 \text{ А/мм}^2$ , также потери  $\Psi_{\Pi} = 6 - 10 \%$  и в области  $j = 280 - 350 \text{ А/мм}^2$ , но потери  $\Psi_{\Pi} > 10$  при значениях плотностей тока  $j = 120 - 280 \text{ А/мм}^2$ .

Рассчитаем глубину проплавления,  $H_{\text{факт}}$ :

$$H_{\text{факт}} = 2 \sqrt{\frac{g_{\Pi}}{\pi \cdot e \cdot \gamma \cdot T_{\text{пл}} \cdot \psi_{\text{кр}}}}$$

где  $\psi_{\text{кр}}$  - коэффициент формы провара

$$\psi_{\text{кр}} = K' (19 - 0,01 \cdot I_{\text{св}}) \frac{d_{\text{э}} \cdot U_{\text{д}}}{I_{\text{св}}}$$

где  $K'$  - коэффициент, зависящий от рода тока и полярности

$$\psi_{\text{кр}} = 1 \cdot (19 - 0,01 \cdot 300) \frac{1,6 \times 29}{300} = 2,8$$

погонная энергия,  $g_{\Pi}$ :

$$g_{\Pi} = \frac{I_{\text{св}} \cdot U_{\text{д}} \cdot \eta_U}{V_{\text{св}}} = \frac{300 \cdot 29 \cdot 0,6}{22} = 270 \text{ Дж/см}$$

$$\text{Отсюда: } H_{\text{факт}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{270}{3,14 \cdot 4 \cdot 1550 \cdot 1,82 \cdot 2,8}} = 5,2 \text{ мм}$$

|                |                |
|----------------|----------------|
| Инд. № подл.   | Подпись и дата |
| Взамен. инв. № | Инд. № дубл.   |
| Подпись и дата | Подпись и дата |
| Изм            | Лист           |

Таблица 10-Режимы механизированной сварки

| d,мм | I <sub>св</sub> , А | U, В | V <sub>св</sub> , м/ч | V <sub>п.п</sub> ,м/ч |
|------|---------------------|------|-----------------------|-----------------------|
| 1.6  | 295                 | 29   | 22                    | 119.5                 |

### 1.7 Выбор оборудования

#### Автомат сварочный А-1406

Автомат подвесной предназначен для дуговой сварки и наплавки сплошной и порошковой проволокой низкоуглеродистых и легированных сталей. Автомат обеспечивает следующие способы наплавки: в среде защитного газа; открытой дугой порошковой проволокой и лентой; под слоем флюса сплошной проволокой; открытой дугой расщепленным электродом (по спецзаказу). Сварка производится на постоянном токе с независимыми от параметров дуги скоростями сварки и подачи электродной проволоки. Автомат, установленный на наплавочные станки типа У653, У654, обеспечивает наплавку наружных и внутренних цилиндрических и конических поверхностей, а также плоских горизонтальных поверхностей.

#### Автомат сварочный А-1406 со шкафом

А-1406 - автомат для сварки в среде защитного газа открытой дугой порошковой проволокой и порошковой лентой и сплошной проволокой под слоем флюса. Автомат устанавливается на наплавочные станки. Технические характеристики автомата А- 1406 приведены в таблице 8.



3.04.667. ПЗ

Лист

26

|              |                |              |              |                |
|--------------|----------------|--------------|--------------|----------------|
| Изн. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № | Изн. № дубл. | Подпись и дата |
|              |                |              |              |                |

|     |      |             |         |
|-----|------|-------------|---------|
| Изм | Лист | № документа | Подпись |
|     |      |             |         |

## Рисунок 7-Автомат А1406

Таблица 6- Технические характеристики сварочного автомата А-1406

| Показатель  | А 1406 (500А)       |
|---|---------------------|
| Номинальное напряжение питающей сети, В                             | 380                 |
| Частота тока питающей сети, Гц                                      | 50                  |
| Номинальный сварочный ток (при ПВ=100%), А                          | 1250                |
| Диапазон регулирования сварочного тока, А                           | 60 - 500            |
| Количество электродов, шт.  | 1                   |
| Диаметр проволоки сплошной  | 1,2-2               |
| порошковой  | -                   |
| Диапазоны регулирования скорости подачи электродной проволоки, м/ч: | fluent/плавное      |
| 1 диапазон  | 17-553              |
| привод  | Электромеханический |
| ход, мм   | 500                 |
| скорость, м/ч   | 29,4                |
| Поперечное перемещение сварочной головки: привод / ход, мм          | от руки / $\pm 70$  |
| Регулирование угла наклона электрода, град                          | $\pm 30$ / ручное   |

### ВДУ-506

Предназначен для комплектации сварочных автоматов и полуавтоматов при сварке в среде углекислого газа, под флюсом, а также сварке порошковой проволокой.

Может использоваться как источник тока для ручной дуговой сварки штучными электродами.

ВДУ-506С - регулируемый тиристорный выпрямитель с жесткой или падающей внешней характеристикой. Предназначен для комплектации полуавтоматов и автоматов, а так же для ручной дуговой сварки изделий из стали покрытыми электродами на постоянном токе в среде защитных газов. Оптимален

|                |                |
|----------------|----------------|
| Изн. № подл.   | Подпись и дата |
| Взамен. инв. № | Изн. № дубл.   |
| Подпись и дата | Подпись и дата |

|              |              |                |                |                |                     |            |
|--------------|--------------|----------------|----------------|----------------|---------------------|------------|
| Изн. № подл. | Изн. № дубл. | Взамен. инв. № | Подпись и дата | Подпись и дата | ДП 44.03.04.667. ПЗ | Лист<br>27 |
| Изн. № подл. | Изн. № дубл. | Взамен. инв. № | Подпись и дата | Подпись и дата |                     |            |

для цеховых условий при сварке на токах дуги до 450А (ПВ=100%) в комплекте с полуавтоматом ПДГО-510-5. Плавное регулирование тока в режиме ММА и напряжения в режиме MIG/MAG, розетка 36 В для питания подогревателя газа, защита от тепловой перегрузки, быстросъемные токовые разъемы, класс изоляции Н, принудительное охлаждение, свидетельство НАКС. Технические характеристики ВДУ-506 приведены в таблице 9.



Рисунок 8 - Выпрямитель ВДУ-506

Таблица 9 - Технические характеристики ВДУ-506

| Показатель                               | ВДУ-506      |
|--|--------------|
| 1  | 2            |
| Напряжение питающей сети, В              | 3x380        |
| Частота питающей сети, Гц                | 50           |
| Номинальный сварочный ток, А (ПВ, ПН, %) | 500(60)      |
| Пределы регулирования сварочного тока, А | 50-500       |
| Напряжение холостого хода, В, не более   | 85           |
| Рабочее напряжение на дуге, В            | 18-50        |
| Класс изоляции                           | Н            |
| Потребляемая мощность, кВА, не более     | 40           |
| Масса, кг, не более                      | 290          |
| Габаритные размеры, мм                   | 830x420x1080 |

Манипулятор сварочный У-191э

ДП 44.03.04.667. ПЗ

Лист

28

Манипулятор предназначен для вращения в горизонтальной или наклонной плоскости изделий при автоматической сварке или наплавке.

Краткое описание.

Манипулятор представляет собой станину с механическим приводом для наклона траверсы с планшайбой на угол, необходимый для сварки или наплавки изделия.

Планшайба прямоугольной формы не имеет устройств для зажатия свариваемого изделия, устройства должны дополнительно изготавливаться в каждом отдельном случае.

На траверсе установлен механический привод для вращения планшайбы со скоростью, необходимой для сварки.

Скорость сварки (вращения планшайбы) регулируется путем изменения числа оборотов электродвигателя постоянного тока.

Технические данные

Размеры наплавляемых и свариваемых изделий, *мм*, и вес их, *т*:

наружный диаметр 2000—4000

Длина до 3000

Вес до 16

Скорость наплавки и сварки, *м* 10—60

Скорость вращения планшайбы,  $\text{мин}^{-1}$  0,0265—0,262

Угол наклона планшайбы, *град*:

в одну сторону до 105

в другую сторону до 15

Момент относительно оси наклона, *Т-м* до 20

Момент относительно оси вращения, *Т-м* до 6,4

Габаритные размеры манипулятора, *мм*, и вес его, *т*:

Длина 300

Ширина 3150

Высота 2515

|              |                |                |              |                |
|--------------|----------------|----------------|--------------|----------------|
| Изн. № подл. | Подпись и дата | Взамен. инв. № | Изн. № дубл. | Подпись и дата |
|              |                |                |              |                |
|              |                |                |              |                |
|              |                |                |              |                |

ДП 44.03.04.667. ПЗ

Лист

29

### 1.8 Контроль качества сварных швов

Дефекты – несоответствие изделия нормативно-технической документации. Дефекты снижают механические и другие свойства сварных соединений, наплавленных и напылённых слоёв, ухудшают внешний (товарный) вид изделий.

В данной конструкции могут наблюдаться следующие дефекты: трещины, непровары, подрезы, поры, включения (металлические, оксидные), плохая форма сварного шва и наплавленного валика.

Трещины (рисунок 8) образуются в результате возникновения напряжений, превышающих временное сопротивление (предел прочности) металла в макро- и микрообъёмах.



Рисунок 9 – Трещины сварного шва

Это макро- и микротрещины. Они считаются наиболее опасным видом дефектов, так как повышают концентрацию напряжений. Такие трещины могут возникать в процессе сварки, непосредственно после сварки, а также во время эксплуатации сварной или наплавленной конструкции. Участки сварного шва и наплавленного слоя с трещинами удаляют механической обработкой или поверхностной термической резкой (строжкой) и заваривают повторно.

Непровары (рисунок 9) образуются вследствие несплавления наплавленного металла с основным или незаполнения расчётного сечения. Оба вида непроваров

|      |      |             |         |
|------|------|-------------|---------|
| Изм. | Лист | № документа | Подпись |
|      |      |             |         |
|      |      |             |         |
|      |      |             |         |
| Изм. | Лист | № документа | Подпись |

|                     |  |  |      |
|---------------------|--|--|------|
| ДП 44.03.04.667. ПЗ |  |  | Лист |
|                     |  |  | 30   |

являются концентраторами напряжений. Непровары возникают при нестабильном режиме сварки, при плохой обработке кромок деталей перед сваркой.

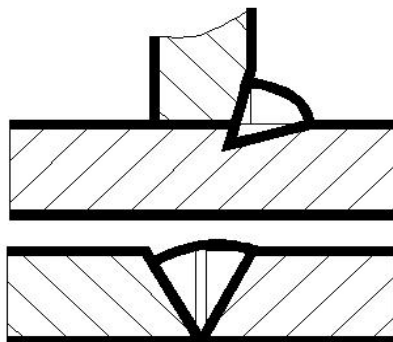


Рисунок 10– непровары сварного шва

Подрезы (рисунок 10) - углубления на поверхности основного металла, расположенные вдоль шва. Эти дефекты уменьшают рабочее сечение швов, служат концентраторами напряжений. Причиной их возникновения является сварка на повышенном токе при больших скоростях, а также на повышенном напряжении.

Поры – (рисунок 11) полости в шве, заполненные газами.

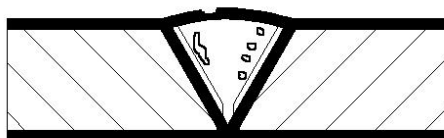


Рисунок 11 – Поры сварного шва

Эти дефекты возникают при перенасыщении сварочной ванны оксидом углерода, азотом, водородом, что возможно вследствие высокой скорости сварки, удлинения дуги при повышенном напряжении, наличии загрязнений на поверхности основного металла, увлажнения сварочных материалов, наличия примесей (CO, N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>) в защитных газах. Поры снижают герметичность и рабочее сечение сварных швов, поэтому дефектную часть шва удаляют механической

|                |                |
|----------------|----------------|
| Инов. № подл.  | Подпись и дата |
| Взамен. инв. № | Инов. № дубл.  |
| Подпись и дата | Подпись и дата |

обработкой или поверхностной термической резкой, а затем заваривают этот участок повторно.

К дефектам формы сварных швов и наплавленных валиков относятся следующие: неравномерная высота и ширина, бугры, седловины, неравномерная высота катетов в тавровых швах. Эти дефекты могут возникать из-за отступлений от технологии или неисправности оборудования при автоматической сварке и наплавке.

К дефектам относится несоответствие химического состава, макро- и микроструктуры, механических и других свойств требованиям нормативно-технической документации (техническим условиям, чертежам, стандартам).

Ультразвуковой дефектоскоп УД2301 используется для проведения неразрушающего контроля качества различных материалов, конструкций и изделий из металлов, композиционных материалов, стекла и пластика. Дефектоскоп позволяет обнаруживать различные внутренние дефекты, нарушения однородности изделий и конструкций, измерять толщины стенок с односторонним доступом к объектам контроля, проводить контроль качества сварных соединений.

Помимо контроля внутренних дефектов, прибор позволяет измерять с большой точностью толщину изделий, показать сигнал в виде В-сканов и проводить полный документальный контроль сохраняя результаты измерений в собственную память до 32 гигабайт. Корпус прибора небольшого размера позволяет проводить измерения в ограниченном пространстве либо в труднодоступных участках. Заметно расширяет удобство работы с дефектоскопом четкий цветной дисплей, обладающий высоким разрешением 320\*480 точек. Причем, нажатием одной кнопки можно изменить ориентацию дисплея на 90 градусов, получив 4 варианта ориентации на выбор для удобства настройки под себя и левше и правше.

Прибор производится в легком, прочном и эргономичном корпусе из ударопрочного пластика. Наружная поверхность корпуса защищена

|              |                |                |              |                |
|--------------|----------------|----------------|--------------|----------------|
| Изн. № подл. | Подпись и дата | Взамен. инв. № | Изн. № дубл. | Подпись и дата |
|              |                |                |              |                |

|     |      |             |         |                     |  |      |
|-----|------|-------------|---------|---------------------|--|------|
|     |      |             |         | ДП 44.03.04.667. ПЗ |  | Лист |
|     |      |             |         |                     |  | 32   |
| Изм | Лист | № документа | Подпись |                     |  |      |



специальными резиновыми бамперами - бросить прибором об стену мы, конечно, не советуем, но в повседневном использовании это сильно увеличивает ударостойкость и надежность дефектоскопа.

Дефектоскоп УД2301 работает от аккумуляторов или батареек стандартного размера АА, что позволяет пользоваться прибором без риска остаться с разряженными батарейками в самый ответственный момент - в крайнем случае их можно купить в любом магазине, либо заблаговременно запастись нужным количеством аккумуляторов.

Дефектоскоп оснащен всеми функциями, которые должны быть в современном цифровом ультразвуковом дефектоскопе общего назначения: от дефектоскопии крупногабаритного литья до толщинометрии тонких изделий. Представители нашей компании с удовольствием помогут Вам выбрать вариант комплектации и проконсультируют по любым иным вопросам связанным с прибором. Мы готовы обучить Вас работе с дефектоскопом. Изготовитель готов разработать методики контроля изделий Вашей компании с использованием дефектоскопа, изготовить специализированные образцы и преобразователи.



Рисунок 12-Дефектоскоп

Отличительными особенностями данного прибора среди других дефектоскопов являются:

|                |                |
|----------------|----------------|
| Изн. № подл.   | Подпись и дата |
| Взамен. инв. № | Изн. № дубл.   |
| Подпись и дата | Подпись и дата |

|              |                |              |                |                |                     |      |
|--------------|----------------|--------------|----------------|----------------|---------------------|------|
| Изн. № подл. | Подпись и дата | Изн. № дубл. | Взамен. инв. № | Подпись и дата | ДП 44.03.04.667. ПЗ | Лист |
|              |                |              |                |                |                     | 33   |

- миниатюрные размеры
- небольшой вес
- цветной большой дисплей с высоким разрешением
- наличие встроенной памяти большого объема, позволяющей сохранять практически неограниченно количество настроек и результатов
- возможность работы с любыми пьезопреобразователями
- частотный диапазон с плавной регулировкой от 1 до 10МГц
- отображение шкалы развертки как в микросекундах, так и в миллиметрах
- наличие всех необходимых режимов работы - АСД, ВРЧ, АРД
- два независимых строга с индивидуально настраиваемой логикой срабатывания
- автоматическое или ручное построение кривой ВРЧ (до 32 точек)
- наличие в приборе режима работы по ДАС кривым (построение по 32 точкам)
- наличие в дефектоскопе режима контроля с использованием АРД-диаграмм
- два вида представления сигналов: детектированный и радио для повышения надежности выявления различных дефектов и повышения точности при работе в режиме толщинометрии
- построение и обработка в дефектоскопе А, В разверток (А-скан, Б-Скан)
- режимы: огибающей, заморозки и отображения хода луча для удобства проведения дефектоскопии
- возможность гибкой настройки интерфейса прибора
- в дефектоскопе реализована уникальная система вывода информации, повышающая удобство работы с дефектоскопом и производительность контроля – можно настроить отображение необходимого количества параметров и их размер
- архив измерений, архив настроек, архив преобразователей – в приборе реализована возможность сохранения любых параметров на встроенную

|              |                |                |              |                |
|--------------|----------------|----------------|--------------|----------------|
| Изн. № подл. | Подпись и дата | Взамен. инв. № | Изн. № дубл. | Подпись и дата |
|              |                |                |              |                |

память с последующей передачей на ПК для формирования и печати протоколов контроля

- 4-ре варианта ориентации дисплея с возможностью поворота в любой момент
- мультиязычность (выбор языка интерфейса в меню прибора) и конечно же, немаловажным достоинством прибора является его цена.

### 1.9 Описание технологии сварки

Заготовительная операция

а) Заготовки привозят в готовом виде

б) Оборудование и инструмент:

— установка для термической (плазменной, газокислородной) разделительной резки металлопроката;

— чертилка, мел, кернер;

— комплект измерительных приборов:

рулетка с диапазоном измерений от нуля до 2000мм, ценой деления 1,0мм;

штангенциркуль;

угломер.

Контроль

а) Контролировать геометрические размеры заготовки и качество обработки поверхностей;

б) Инструмент - комплект измерительных приборов:

рулетка с диапазоном измерений от нуля до 2000мм, ценой деления 1,0 мм;

штангенциркуль;

угломер.

Зачистка

|              |                |                |              |                |
|--------------|----------------|----------------|--------------|----------------|
| Изн. № подл. | Подпись и дата | Взамен. инв. № | Изн. № дубл. | Подпись и дата |
|              |                |                |              |                |

|              |                |                |              |                |                     |      |
|--------------|----------------|----------------|--------------|----------------|---------------------|------|
| Изн. № подл. | Подпись и дата | Взамен. инв. № | Изн. № дубл. | Подпись и дата | ДП 44.03.04.667. ПЗ | Лист |
|              |                |                |              |                |                     | 35   |

а) Зачистить свариваемые кромки и прилегающие поверхности на расстоянии не менее 25мм с обеих сторон от различного типа. Торцы кромок зачистить до металлического блеска;

б) Оборудование и инструмент:

- машинка углошлифовальная;
- щётка металлическая дисковая.

Контроль

Контролировать качество зачистки кромок под сварку

Сборка

Провести сборку изделия в сборочном приспособлении

Произвести прихватку изделия

Контроль сборочной операции

Провести сварку изделия

Зачистка сварочного шва

Контроль качества

|               |                |                |               |                |
|---------------|----------------|----------------|---------------|----------------|
| Инов. № подл. | Подпись и дата | Взамен. инв. № | Инов. № дубл. | Подпись и дата |
|               |                |                |               |                |
|               |                |                |               |                |
|               |                |                |               |                |

## 2 Технико-экономическое обоснование проекта

В данном дипломном проекте технологический процесс состоит в производстве сварной конструкции «Опора крана» автоматической сваркой.

Базовый вариант – изготовление опоры крана ручной дуговой сваркой, таким образом изменилось количество оборудования, произошло совершенствование действующей технологии.

### 2.1 Расчет трудоемкости

Расчёт трудоёмкости на изготовление производим по нормативам, при этом учитывая время на вспомогательные операции:

1. Зачистка деталей
2. Сборка и прихватка
3. Сварка

При базовом варианте время сварки  $T_1 = 340$  мин

при проектируемом варианте время сварки  $T_2 = 70$  мин.

Годовая программа выпуска  $B = 1000$  шт.

### 2.2 Определение числа рабочих

Базовый вариант.

Основные рабочие:

|     |      |             |         |                |                |               |                |
|-----|------|-------------|---------|----------------|----------------|---------------|----------------|
| Изм | Лист | № документа | Подпись | Инва. № подкл. | Взамен. инв. № | Инва. № дубл. | Подпись и дата |
|-----|------|-------------|---------|----------------|----------------|---------------|----------------|

- сварщик IV разряда – 1 человек,
- сборщик III разряда – 1 человек.

Вспомогательные рабочие:

- стропальщик III разряда – 1 человек,
- наладчик III разряда – 1 человек
- контролёр сварочных работ III разряда – 1 человек.

Проектируемый вариант.

Основные рабочие:

- сварщик III разряда – 1 человек,
- сборщик III разряда – 1 человек.

Вспомогательные рабочие:

- стропальщик II разряда – 1 человек,
- наладчик III разряда – 1 человек,
- контролёр III разряда – 1 человек.

### 2.3 Выбор системы оплаты труда

Для оплаты труда основных рабочих применяется сдельно – премиальная система оплаты труда, а для вспомогательных рабочих повремено – премиальная.

Принятые тарифные ставки рабочих для предприятий машиностроения:

– электросварщик III разряд – 29 руб/час

IV разряд – 42 руб/час

– сборщик III разряд – 33 руб/час

– стропальщик II разряд – 20 руб/час

III разряд – 23 руб/час

– наладчик III разряд – 26 руб/час

– контролёр сварочных работ III разряд – 30 руб/час

Заработная плата рабочих – сдельщиков определяется по формуле

|              |                |
|--------------|----------------|
| Инд. № подл. | Подпись и дата |
| Изм.         | Лист           |
| № документа  | Подпись        |

$$Z_{сд} = t * B * C_2 * K_{пр} * K_{ур} * K_{доп} \quad (2.1)$$

где t – трудоёмкость изготовления единицы продукции, норма/час

B – годовая тарифная ставка рабочего соответствующего разряда, руб

K<sub>пр</sub> – коэффициент, учитывающий премии 20 %

K<sub>ур</sub> – коэффициент, учитывающий районную надбавку 15 %

K<sub>доп</sub> – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату 13 %

$$K_{пр} = 1,2$$

$$K_{ур} = 1,15$$

$$K_{доп} = 1,13$$

Подставим все данные в формулу и сосчитаем отдельно по базовому и проектируемому варианту.

Базовый вариант:

$$Z_{1св} = 4,6 * 720 * 42 * 1,2 * 1,15 * 1,13 = 216918,80 \text{ руб.}$$

$$Z_{1сб} = 0,3 * 720 * 33 * 1,2 * 1,15 * 1,13 = 11115,40 \text{ руб.}$$

Проектируемый вариант:

$$Z_{2св} = 1,16 * 720 * 29 * 1,2 * 1,15 * 1,13 = 37769,90 \text{ руб.}$$

$$Z_{2сб} = 0,3 * 720 * 33 * 1,2 * 1,15 * 1,13 = 11115,40 \text{ руб.}$$

Итого годовой фонд заработной платы основных рабочих составляет:

по базовому варианту – 228034,20 руб.

по проектируемому варианту – 48785,30 тыс. руб

Заработная плата рабочих повременщиков определяется по формуле:

$$Z_{пов} = F_{д} * C_{ч} * K_{пр} * K_{ур} * K_{доп} * K_{зан} * 12 \quad (2.2)$$

|              |                |                |                |
|--------------|----------------|----------------|----------------|
| Изм          | Лист           | № документа    | Подпись        |
| Инд. № подл. | Подпись и дата | Взамен. инв. № | Инд. № дубл.   |
| Инд. № подл. | Подпись и дата | Инд. № дубл.   | Подпись и дата |

где  $F_d$  – месячный фонд времени работы рабочего, ч

$C_ч$  – часовая тарифная ставка рабочего соответствующего разряда, руб

$K_{пр}$  – коэффициент, учитывающий премии 20 %

$K_{ур}$  – коэффициент, учитывающий районную надбавку 15 %

$K_{доп}$  – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату 13 %

$K_{зан}$  – коэффициент занятости на данном техпроцессе

Базовый вариант:

$$Z_{1стр} = 168 * 23 * 1,2 * 1,15 * 1,13 * 0,25 * 12 = 18076,56 \text{ руб.}$$

$$Z_{1нал} = 168 * 26 * 1,2 * 1,15 * 1,13 * 0,2 * 12 = 16347,50 \text{ руб.}$$

$$Z_{1конт} = 168 * 30 * 1,2 * 1,15 * 1,13 * 0,2 * 12 = 18862,50 \text{ руб.}$$

Таким образом годовой фонд заработной платы вспомогательных рабочих по базовому варианту составляет 53286,56 руб.

Проектируемый вариант:

1.  $Z_{2стр} = 168 * 20 * 1,2 * 1,15 * 1,13 * 0,2 * 12 = 12575,00 \text{ руб.}$

2.  $Z_{2нал} = 168 * 26 * 1,2 * 1,15 * 1,13 * 0,2 * 12 = 16347,50 \text{ руб.}$

3.  $Z_{2конт} = 168 * 30 * 1,2 * 1,15 * 1,13 * 0,2 * 12 = 18862,50 \text{ руб.}$

Годовой фонд заработной платы вспомогательных рабочих по проектируемому варианту составляет 47785 руб.

Итого годовой фонд заработной платы:

по базовому варианту – 281320,76 руб.

по проектируемому варианту – 96570,30 руб.

Отчисления на социальное страхование 36,5 % будут составлять

по базовому варианту  $281320,76 * 0,365 = 102682,08 \text{ руб.}$

по проектируемому варианту  $96570,30 * 0,365 = 35248,16 \text{ руб.}$

|                |                |
|----------------|----------------|
| Инд. № подл.   | Подпись и дата |
| Взамен. инв. № | Инд. № дубл.   |

|     |      |             |         |                     |      |
|-----|------|-------------|---------|---------------------|------|
| Изм | Лист | № документа | Подпись | ДП 44.03.04.667. ПЗ | Лист |
|     |      |             |         |                     | 40   |



## 2.4 Расчет капитальных вложений

К капитальным вложениям относятся:

1. Затраты на научно – исследовательские, технологические и проектные работы

2. Освоение оборудования, его приобретение

3. Увеличение площадей, непосредственно связанных с осуществлением мероприятий

Базовый вариант.

Балансовая стоимость основных фондов

1. Производственная площадь – 5 м<sup>2</sup> – 7500 руб.

2. Сварочное оборудование – 18500 руб.

3. Приспособления для сборки и сварки – 9000 руб.

Итого: 35000 руб.

Затраты на техническую подготовку и освоение производства – 12000 руб.

$$K_1 = 35000 + 12000 = 47000 \text{ руб.}$$

Таким образом, капиталовложения по базовому варианту равны 47000 руб.

Проектируемый вариант.

Балансовая стоимость основных фондов:

1. Производственная площадь – 22500 руб.

2. Сварочное оборудование – 125000 руб.

3. Приспособление для сборки и сварки – 12500 руб.

Итого: 160000 руб.

Затраты на техническую подготовку и освоение производства – 11500 руб.

Затраты на опытно – конструкторские работы – 11000 руб.

|                |                |
|----------------|----------------|
| Ив. № подл.    | Подпись и дата |
| Взамен. инв. № | Ив. № дубл.    |
| Подпись и дата | Подпись и дата |

|     |      |             |         |                     |      |
|-----|------|-------------|---------|---------------------|------|
| Изм | Лист | № документа | Подпись | ДП 44.03.04.667. ПЗ | Лист |
|     |      |             |         |                     | 41   |

$$K_2 = 160000 + 22500 = 182500 \text{ руб.}$$

Определяем дополнительные капитальные вложения:

$$K = K_2 - K_1 \quad (2.3)$$

$$\Delta K = 182500 - 47000 = 135500 \text{ руб.}$$

Таким образом, с приобретением и освоением нового оборудования, увеличением производственных площадей в проектируемом варианте происходит увеличение капиталовложений на 135500 руб.

## 2.5 Расчет технологической себестоимости

При изготовлении того или иного изделия или выполнении той или иной работы затрачиваются денежные средства: на материалы; комплектующие изделия; топливо и энергию; на оплату труда работников различных профессий; на возмещение стоимости; содержание и эксплуатацию оборудования; приспособлений и инструмента; на подготовку и освоение производства. Денежные затраты предприятия на производство и реализацию продукции или выполнение работ называют себестоимостью. Себестоимость сварных конструкций необходима: для выбора оптимального способа изготовления; при анализе различных вариантов на стадии организации нового производства или замены технологии и оборудования; для планирования организационных и технических мероприятий по снижению затрат на производство; для определения экономической эффективности внедрения новой техники.

Расчёт затрат на основные материалы

Потребность в прокате на производство сварных конструкций определяется по следующей формуле:

$$C_{\text{пр}} = K_{\text{п}} * M \quad (2.4)$$

|              |                |                |              |                |
|--------------|----------------|----------------|--------------|----------------|
| Изн. № подл. | Подпись и дата | Взамен. инв. № | Изн. № дубл. | Подпись и дата |
|--------------|----------------|----------------|--------------|----------------|

|                               |                |                |              |                |                     |
|-------------------------------|----------------|----------------|--------------|----------------|---------------------|
| Изн. № подл.                  | Подпись и дата | Взамен. инв. № | Изн. № дубл. | Подпись и дата | Лист                |
|                               |                |                |              |                | 42                  |
| Изн. Лист № документа Подпись |                |                |              |                | ДП 44.03.04.667. ПЗ |

где  $C_{пр}$  – требуемое количество проката на одну сварочную конструкцию, кг

$K_{п}$  – коэффициент пересчёта массы готовой конструкции в массу её до обработки

$M$  – масса одной детали, кг

$$C_{пр} = 1,14 * 1476 = 1682,6 \text{ кг}$$

Затраты на основные материалы определяются следующим образом:

$$C_{м} = C_{пр} * Ц_{м} \quad (2.5)$$

где  $Ц_{м}$  – цена 1 кг материала

Для стали  $Ц_{м} = 15$  руб/кг

$$C_{м} = 168,2 * 15 = 19477,5 \text{ руб.}$$

Итого:  $C_{м} = 19477,5$  руб.

Затраты на вспомогательные материалы

Затраты на сварочную проволоку определяются по следующей формуле:

$$C_{эп} = C_{эл} * Ц_{эп} \quad (2.6)$$

где  $C_{эп}$  – затраты на сварочную проволоку Св08ГА, руб

$C_{эл}$  – потребность в сварочной проволоке, кг

$Ц_{эп}$  – цена электродной проволоки, руб

$Ц_{эп} = 26$  руб/кг

$$C_{эл} = C_{нм} * K_{м} \quad (2.7)$$

|              |                |                |              |                |
|--------------|----------------|----------------|--------------|----------------|
| Изн. № подл. | Подпись и дата | Взамен. инв. № | Изн. № дубл. | Подпись и дата |
|              |                |                |              |                |
|              |                |                |              |                |
|              |                |                |              |                |

где  $C_{HM}$  – масса наплавленного металла

$K_M$  – коэффициент расхода электродных материалов

$$C_{HM} = F_M * l * \gamma(2.8)$$

где  $F_M$  – поперечное сечение шва,  $см^2$

$l$  – длина шва, см

$\gamma$  – плотность стали,  $г/см^2$

Базовый вариант:

$$C_{HM} = 43,6 \text{ кг на один шов}$$

а так как мы накладываем два сварных шва то  $C_{HM} = 87,2 \text{ кг}$

$$C_{HM} = 87,2 * 1,1 = 95,92 \text{ кг}$$

$$C_{ЭП} = 95,92 * 26 = 2493,92 \text{ руб.}$$

Затем умножим  $C_{ЭП}$  на годовую программу выпуска изделия

$$C_{ЭП} = 2493,92 * 720 = 1795622,4 \text{ руб.}$$

Проектируемый вариант:

$$C_{HM} = 1,06 * 7,8 * 5024 = 41,6 \text{ кг}$$

а на два сварных шва  $C_{HM} = 83,2 \text{ кг}$

$$C_{ЭП} = 83,2 * 1,1 = 91,52 \text{ кг}$$

$$C_{ЭП} = 91,52 * 26 * 720 = 1713254,40 \text{ руб.}$$

|                |                |
|----------------|----------------|
| Инов. № подл.  | Подпись и дата |
| Взамен. инв. № | Инов. № дубл.  |
| Подпись и дата | Подпись и дата |
| Инов. № подл.  | Подпись и дата |

|     |      |             |         |                     |      |
|-----|------|-------------|---------|---------------------|------|
| Изм | Лист | № документа | Подпись | ДП 44.03.04.667. ПЗ | Лист |
|     |      |             |         |                     | 44   |

Затраты на флюс определяются по формуле:

$$C_{\Phi} = 0,12 * T * G_{\Gamma} * C_{\text{co2}} \quad (2.9)$$

где T – основное время сварки

$G_{\Gamma}$  – расход флюса

$C_{\Phi}$  – цена флюса

$C = 20 \text{ руб/м}^3$

Базовый вариант

$$C_{\Phi} = 0,12 * 340 * 3,38 * 20 * 720 = 1985817,60 \text{ руб.}$$

Проектируемый вариант

$$C_{\Phi} = 0,12 * 70 * 13,2 * 720 * 20 = 1596672 \text{ руб.}$$

Затраты на электроэнергию технологического назначения находят по формуле:

$$C_{\text{э/э}} = N_{\text{ср.э}} * C_{\text{нм}} * C_{\text{э/э}} \quad (2.10)$$

где  $N_{\text{ср.э}}$  – средний расход электроэнергии, кВт\*ч/кг

$C_{\text{э/э}}$  – цена 1кВт\*ч

$C_{\text{э/э}} = 1,45 \text{ руб/кВт*ч}$

Базовый вариант

$$C_{\text{э/э}} = 4 * 95,92 * 1,45 * 720 = 400561,92 \text{ руб.}$$

Проектируемый вариант

|                |                |
|----------------|----------------|
| Инов. № подл.  | Подпись и дата |
| Взамен. инв. № | Инов. № дубл.  |
| Подпись и дата | Подпись и дата |

|     |      |             |         |                     |      |
|-----|------|-------------|---------|---------------------|------|
| Изм | Лист | № документа | Подпись | ДП 44.03.04.667. ПЗ | Лист |
|     |      |             |         |                     | 45   |

$$C_{э/э} = 4 * 91,52 * 1,45 * 720 = 382187,52 \text{ руб.}$$

Затраты на силовую электроэнергию находим по формуле:

$$C_{э/с} = T * Ц_{э/э} * N_y \quad (2.11)$$

где T – основное время сварки

$$Ц_{э/э} = 1,45 \text{ руб/кВт*ч}$$

$N_y$  – суммарная установленная мощность электродвигателей оборудования

Базовый вариант

$$C_{э/с} = 5,6 * 1,45 * 3,2 * 720 = 18708,48 \text{ руб.}$$

Проектируемый вариант

$$C_{э/с} = 1,16 * 1,45 * 95,6 * 720 = 115775,42 \text{ руб.}$$

Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования

Затраты на амортизацию оборудования находят по формуле:

$$C_A = \frac{a * \Phi_{бал}}{100} \quad (2.12)$$

где a – норма амортизации 27 %

$\Phi_{бал}$  – балансовая стоимость оборудования

Базовый вариант

$$C_A = \frac{27 * 18500}{100} = 4995 \text{ руб.}$$

Проектируемый вариант

|                |                |
|----------------|----------------|
| Инд. № подл.   | Подпись и дата |
| Взамен. инв. № | Инд. № дубл.   |
| Подпись и дата | Подпись и дата |
| Инд. № подл.   | Подпись и дата |

$$C_A = \frac{27 * 125000}{100} = 33750 \text{ руб.}$$

Текущий ремонт оборудования принять в размере 3 % от их балансовой стоимости.

Базовый вариант

$$C_p = \frac{3 * 18500}{100} = 555 \text{ руб.}$$

Проектируемый вариант

$$C_p = \frac{3 * 125000}{100} = 3750 \text{ руб.}$$

Для оценки экономической эффективности организационно – технических мероприятий рассчитывается себестоимость изделия по изменяющимся в результате внедрения нового оборудования и совершенствования действующей технологии статьям затрат, необходимо все расчётные данные свести в таблицу и сопоставить технологическую себестоимость продукции до и после внедрения организационно – технических мероприятий.

Таблица 10-Технологическая себестоимость

|    | Элементы затрат  | Ед. изм | Базовый вариант       | Проектируемый вариант | Изменение показателей (+,-) |
|----|--|---------|-----------------------|-----------------------|-----------------------------|
| 1  | 2  | 3       | 4                     | 5                     | 6                           |
| 1. | Зарботная плата основных рабочих вспомогательных рабочих | руб     | 228034,20<br>53286,56 | 48785,30<br>47785,00  | -179248.9<br>-5501.56       |
| 2. | Отчисления на социальное страхование                     | руб     | 102682,08             | 35248,16              | -67433.92                   |
| 3. | Капитальные затраты                                      | руб     | 470000.0              | 182500,00             | -287500                     |
| 4. | Затраты на сварочную проволоку                           | руб     | 1795622.4             | 1713254,4             | -82368                      |

ДП 44.03.04.667. ПЗ

Лист

47

|     |  |     |                       |                        |                       |
|-----|--|-----|-----------------------|------------------------|-----------------------|
| 5.  | Затраты на расход флюса                            | руб | -                     | 159667                 | +159667               |
| 6.  | Затраты на энергию технологическую силовую         | руб | 400561,92<br>18708,48 | 382187,52<br>115775,42 | -18374.4<br>+97066.94 |
| 7.1 | Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования: | руб | 4995,00               | 33750,00               | +28755                |
| 7.2 | Амортизация Текущий ремонт                         |     | 555,00                | 375,00                 | -180                  |
|     | Итого:   |     | 2603545.6             | 1006073.41597472.2     |                       |

## 2.6 Расчет условно-годовой экономии

Условно - годовая экономия определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{усл.г}} = C_{\text{T1}} - C_{\text{T2}} \quad (2.13)$$

где  $C_{\text{T1}}$  – технологическая себестоимость годового выпуска продукции по базовому варианту

$C_{\text{T2}}$  – по проектируемому варианту

$$\mathcal{E}_{\text{усл.г}} = 2603545.6 - 1006073.4 = 1597472.2 \text{руб.}$$

Прибыль, остающаяся в распоряжении предприятия, определяется по формуле:

$$\Delta\Pi = \mathcal{E}_{\text{усл.г}} - 0,24 * \mathcal{E}_{\text{усл.г}} + C_{\text{A2}} \quad (2.14)$$

где  $0,24 * \mathcal{E}_{\text{усл.г}}$  – отчисления от прибыли в бюджет 24 %

$C_{\text{A2}}$  – амортизация нового оборудования

$$\Delta\Pi = 1597472.2 + 33750 = 1631222.2 \text{руб.}$$

Расчёт срока окупаемости капиталовложений

|                |                |
|----------------|----------------|
| Ив. № подл.    | Подпись и дата |
| Взамен. инв. № | Ив. № дубл.    |
| Подпись и дата | Подпись и дата |

|     |      |             |         |                     |      |
|-----|------|-------------|---------|---------------------|------|
| Изм | Лист | № документа | Подпись | ДП 44.03.04.667. ПЗ | Лист |
|     |      |             |         |                     | 48   |



$$T_{ок} = \frac{\Delta K}{\Delta \Pi} \quad (2.15)$$

где  $T_{ок}$  – срок окупаемости дополнительных капитальных вложений, год  
 $\Delta K$  – дополнительные капиталовложения

$$T_{ок} = \frac{135500}{1631222.2} = 0,8 \text{ года}$$

Коэффициент эффективности мероприятия определяется по формуле:

$$E_p = \frac{\Delta \Pi}{\Delta K} \quad (2.16)$$

$$E_p = \frac{1631222.2}{135500} = 12$$

Он показывает сумму прибыли, получаемую на 1 руб инвестиций .

Определение годового экономического эффекта:

$$\mathcal{E}_\phi = \Delta \Pi - \Delta K$$

$$\mathcal{E}_\phi = 1631222.2 - 135500 = 1495722.2 \text{ руб.}$$

В результате внедрения нового оборудования и усовершенствования действующей технологии сократятся непроизводительные затраты рабочего времени на 270 мин, повысится качество сварных швов, уменьшится расход сварочных материалов, сократится время, затрачиваемое на зачистку и отделку швов, значительно улучшаются условия труда сварщиков и техника безопасности, таким образом мероприятия, предложенные в данном дипломном проекте являются экономически эффективными.

|                |                |               |                |               |                            |                    |
|----------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------------------|--------------------|
| Инва. № подл.  | Подпись и дата | Инва. № дубл. | Подпись и дата | Инва. № подл. | <p>ДП 44.03.04.667. ПЗ</p> | <p>Лист<br/>49</p> |
| Взамен. инв. № | Инва. № дубл.  | Инва. № дубл. | Инва. № подл.  |               |                            |                    |
| Инва. № дубл.  | Инва. № дубл.  | Инва. № дубл. | Инва. № дубл.  |               |                            |                    |

### 3 Методический раздел

В технологической части дипломного проекта разработана технология сборки и сварки «Опора». В процессе разработки предложено заменить полуавтоматическую сварку на автоматическую под флюсом. В технологическом разделе предложена замена оборудования на современное, т.е. предложено использование автоматов для производства сварки. Это в свою очередь предполагает подготовку рабочих, которые могут осуществлять эксплуатацию, наладку, обслуживание и ремонт такого оборудования.

К сборке-сварке по проектируемой технологии допускаются рабочие по профессии Оператор автоматической сварки плавлением не ниже 5-го разряда. В базовой технологии работы выполнялись рабочими по профессии Сварщик частично механизированной сварки плавлением. В связи с этим целесообразно разработать программу переподготовки рабочих сварочной специализации и провести переподготовку квалификации в рамках данного промышленного предприятия.

Целью методической части дипломного проекта является разработка учебно-программной документации для подготовки рабочих сварочного производства, с участием которых возможна реализация спроектированной в дипломном проекте технологии в условиях промышленного предприятия.

|     |      |             |         |               |                |                |               |                |
|-----|------|-------------|---------|---------------|----------------|----------------|---------------|----------------|
| Изм | Лист | № документа | Подпись | Инва. № подл. | Подпись и дата | Взамен. инв. № | Инва. № дубл. | Подпись и дата |
|-----|------|-------------|---------|---------------|----------------|----------------|---------------|----------------|

### 3.1 Сравнительный анализ Профессиональных стандартов

В данном случае рассмотрим следующие профессиональные стандарты:

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

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

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

В таблице 11 приведены выписки из Профессиональных стандартов, характеризующие трудовые функции рабочих профессий: «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го разряда) и «Оператор автоматической сварки плавлением 3 уровня».

Таблица 11 – Функциональные характеристики рабочих профессий «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» и «Оператор автоматической сварки плавлением»

| Характеристики | Сварщик частично механизированной сварки плавлением | Оператор автоматической сварки плавлением |
|----------------|---|---|
| 1              | 2   | 3   |

|                   |   |  |
|-------------------|---|--|
| Трудовая действия | <p>Проверка работоспособности, исправности и настройка сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением с учетом его специализированных функций(возможностей).</p> <p>Контроль с применением измерительного инструмента сваренных частично механизированной сваркой (наплавкой) сложных и ответственных конструкций на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно-технологической документации по сварке.</p> | <p>здание, конструкторскую и производственно-технологическую документации. Готовит рабочее место и средства индивидуальной защиты.</p> <p>Проверяет работоспособность и исправность сварочного оборудования.</p> <p>Собирает конструкцию пол сварку с применением сборочных приспособлений и технологической оснастки.</p> |
|-------------------|---|--|

Продолжение таблицы 11

| 1                   | 2  | 3  |
|---------------------|--|--|
| Трудовые действия   | <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>Выполнение частично механизированной сварки (наплавки) плавлением сложных соединений</p> | <p>Изучает производственное задание, конструкторскую и производственно-технологическую документации. Готовит рабочее место и средства индивидуальной защиты.</p> <p>Проверяет работоспособность и исправность сварочного оборудования.</p>   |
| Необходимые умения: | <p>Проверять работоспособность, исправность и настраивать сварочного оборудования для частично механизированной сварки(наплавки) плавлением с учетом его специализированных функций(возможностей).</p> <p>Пользоваться конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения данной трудовой</p>   | <p>Определять работоспособность, исправность сварочного оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением и осуществлять его подготовку.</p> <p>Применять сборочные приспособления для сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку.</p> |

|              |                |                |              |                |
|--------------|----------------|----------------|--------------|----------------|
| Изн. № подл. | Подпись и дата | Взамен. инв. № | Изн. № дубл. | Подпись и дата |
|              |                |                |              |                |

ДП 44.03.04.667. ПЗ

Лист

52

|              |                |                |              |                |
|--------------|----------------|----------------|--------------|----------------|
| Изн. № подл. | Подпись и дата | Взамен. инв. № | Изн. № дубл. | Подпись и дата |
|              |                |                |              |                |

Продолжение таблицы 11

|                    |  |  |
|--------------------|--|--|
| 1                  | <p>функции.<br/>Исправлять дефекты частично механизированной сваркой (наплавкой).<br/>Владеть техникой частично механизированной сварки (наплавки) плавлением конструкций любой сложности.<br/>Участвовать (на основе знаний и практического опыта) в выполнении уникальных и в исследовательских работах по частично механизированной сварке (наплавки) плавлением.</p>   | <p>Владеть техникой полностью механизированной и автоматической сварки плавлением металлических материалов.<br/>Контролировать процесс полностью механизированной и автоматической сварки плавлением и работу сварочного оборудования для своевременной корректировки режимов в случае отклонений параметров процесса сварки. отклонений в работе оборудования или при недовлетворительном качестве сварного соединения.<br/>Применять измерительный инструмент для контроля собранных и сваренных конструкций (изделий, узлов, деталей) на соответствие требованиям конструкторской и производственно-технологической документации.<br/>Исправлять выявленные дефекты сварных соединений.</p> |
| Необходимые знания | <p>Специализированные функции (возможности) сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением.<br/>Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений сложных и ответственных конструкций, выполняемых частично механизированной сваркой (наплавкой) плавлением.<br/>Основные группы и марки материалов сложных и ответственных конструкций, свариваемых частично механизированной сварки (наплавки) плавлением.<br/>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.<br/>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.<br/>Основные группы и марки материалов, свариваемых полностью</p>  |

2

3

|              |                |                |              |                |
|--------------|----------------|----------------|--------------|----------------|
| Изн. № подл. | Подпись и дата | Взамен. инв. № | Изн. № дубл. | Подпись и дата |
|              |                |                |              |                |

|                        |  |  |
|------------------------|--|--|
| 1                      | <p>Техника и технология частично механизированной сварки (наплавки) плавлением сложных и ответственных конструкций во всех пространственных положениях сварного шва.</p> <p>Методы контроля и испытаний ответственных сварных конструкций. Порядок исправления дефектов сварных швов.</p>  | <p>механизированной и автоматической сваркой плавлением.</p> <p>Сварочные материалы для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением.</p> <p>Требования к сборке конструкции под сварку.</p> <p>Технология полностью механизированной и автоматической сварки плавлением.</p> <p>Требования к качеству сварных соединений.</p> <p>Виды и методы контроля.</p> |
| Другие характеристики: | <p>Область распространения частично механизированной сварки (наплавки) плавлением в соответствии с данной групповой функцией:</p> <p>сварочные процессы, выполняемые сварщиком вручную и с механизированной подачей проволоки: сварка лугвая порошковой самозащитной проволокой; сварка лугвая под флюсом сплошной проволокой;</p> | <p>Область распространения в соответствии с ланной групповой функцией: сварка лугвая пол флюсом сплошной проволокой; сварка лугвая пол флюсом ленточным электродом; сварка лугвая пол флюсом с добавлением металлического порошка: сварка лугвая под флюсом порошковой проволокой; сварка дугвая под</p>   |

2

3

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

Окончание таблицы 11

|  |   |   |
|--|---|---|
|  | <p>сварка лугвая пол флюсом порошковой проволокой: сварка лугвая сплошной проволокой в инертном газе: сварка лугвая порошковой проволокой с флюсовым наполнителем в инертном газе; сварка лугвая порошковой проволокой с металлическим наполнителем в инертном газе: сварка лугвая сплошной проволокой в активном газе: сварка лугвая порошковой проволокой с флюсовым наполнителем в активном газе: сварка лугвая порошковой проволокой с металлическим наполнителем в активном газе: сварка плазменная плавящимся электродом в инертном газе.</p> | <p>флюсом порошковым ленточным электродом: сварка лугвая сплошной проволокой в инертном газе (MIG-сварка): сварка лугвая сплошной проволокой в активном газе (MAG-сварка); сварка лугвая вольфрамовым электродом в инертном газе с присадочным сплошным материалом (проволокой или стержнем) (TIG-сварка): сварка лугвая вольфрамовым электродом в инертном газе без присадочного материала (TIG-сварка); сварка лугвая неплавящимся вольфрамовым электродом в активном газе (TAG-сварка). сварка плазменная плавящимся электродом в инертном газе (PlasmaMIGсварка): сварка лугвая плазменная с присадочным порошковым материалом: сварка плазменная лугвой прямого действия: сварка плазменная лугвой косвенного действия: сварка плазменная с переключаемой дугой.</p> |
|--|---|---|

Вывод: результатом сравнения функциональных карт рабочих по профессиям «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го разряда) и «Оператор автоматической сварки плавлением» является следующее: Должен знать: электрические схемы и конструкции различных типов сварочных автоматов, полуавтоматов, плазмотронов и источников питания; механические и технологические свойства свариваемых металлов, включая высоколегированные стали; механические свойства наплавленного металла; технологическую последовательность наложения швов и режим сварки; виды дефектов в сварных швах, причины их возникновения и методы устранения; способы контроля и испытания ответственных сварных швов.

|                  |                |                  |                |                  |                            |                    |
|------------------|----------------|------------------|----------------|------------------|----------------------------|--------------------|
| Изн. № подл.     | Подпись и дата | Изн. № дубл.     | Подпись и дата | Изн. № документа | <p>ДП 44.03.04.667. ПЗ</p> | <p>Лист<br/>55</p> |
| Изн. № документа | Подпись        | Изн. № документа | Подпись        | Изн. № документа |                            |                    |

После проведения сравнительного анализа профессиональных стандартов по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением» должен знать:

- оборудование автоматической и механизированной дуговой сварки его типы, устройство, основные технические характеристики, правила его обслуживания и управления;
- устройство различных сварочных автоматов, полуавтоматов, плазматронов, источников питания;
- основы электротехники в пределах выполняемых работ;
- марки и типы сварочных материалов;
- способы испытания сварных швов;
- виды дефектов в сварных швах и методы их предупреждения и устранения;
- влияние режимов сварки на геометрию сварного шва,
- механические свойства свариваемых металлов.

уметь выполнять следующие виды работ:

- автоматическую и полуавтоматическую сварку сложных строительных конструкций;
- производить автоматическую и механизированную сварку во всех пространственных положениях сварного шва узлов, конструкций и трубопроводов из углеродистых и конструкционных сталей;
- автоматическую и механизированную наплавку сложных деталей, механизмов, конструкций.

На основании данного сравнения профессиональных стандартов возможна разработка программы переподготовки рабочих

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

|     |      |             |         |
|-----|------|-------------|---------|
| Изм | Лист | № документа | Подпись |
|     |      |             |         |
|     |      |             |         |
|     |      |             |         |



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 профессиональных стандартов и рекомендаций Института развития профессионального образования, разработан учебный план переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением», который представлен в таблице 12. Продолжительность обучения 1 месяц.

Таблица 12- Учебный план переподготовки рабочих по профессии

| Номер раздела                       | Наименование разделов тем   | Количество часов всего |
|-------------------------------------|---|------------------------|
| <b>1. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБУЧЕНИЕ</b>    |   |                        |
| 1.1                                 | Основы экономики отрасли  | 2                      |
| 1.2                                 | Материаловедение  | 3                      |
| 1.3                                 | Основы электротехника   | 3                      |
| 1.4                                 | Чтение чертежей   | 3                      |
| 1.5                                 | Спецтехнология  | 48                     |
| <b>2. ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБУЧЕНИЕ</b> |   |                        |
| 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                      |
|                                     | <b>ИТОГО</b>  | <b>167</b>             |

|      |          |                |                |              |                |
|------|----------|----------------|----------------|--------------|----------------|
| Изн. | № подкл. | Подпись и дата | Взамен. инв. № | Изн. № дубл. | Подпись и дата |
|      |          |                |                |              |                |

Реализация разработанного учебного плана осуществляется отделом технического обучения предприятия.

### 3.4 Разработка учебной программы предмета «Спецтехнология»

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

Таблица 13 – Тематический план предмета «Спецтехнология»

| № п/п | Наименование темы  | Кол-во часов |
|-------|--|--------------|
| 1     | Источники питания для автоматической и полуавтоматической сварки       | 2            |
| 2     | Стандартное механическое оборудование                                  | 2            |
| 3     | Оборудование для автоматической сварки под флюсом                      | 6            |
| 3.1   | Устройство и основные узлы сварочного автомата                         | 3            |
| 3.2   | Типовые конструкции сварочной головки                                  | 3            |
| 4     | Технология автоматической сварки под флюсом                            | 10           |
| 4.1   | Сварочные материалы, используемые при автоматической сварке            | 4            |
| 4.2   | Особенности автоматической сварки под флюсом                           | 4            |
| 4.3   | Режимы автоматической сварки под флюсом                                | 4            |
| 4.4   | Механическое оборудование, используемое для автоматической сварки      | 6            |
| 5     | Контроль качества сварных швов   | 2            |
| 6     | Техника безопасности при работе на автоматических сварочных установках | 2            |
|       | Итого:   | 48           |

### 3.4 Разработка плана - конспекта урока

|                     |      |             |         |      |         |                |                |      |         |                |
|---------------------|------|-------------|---------|------|---------|----------------|----------------|------|---------|----------------|
| Изн.                | Лист | № документа | Подпись | Изн. | № дубл. | Взамен. инв. № | Подпись и дата | Изн. | № подл. | Подпись и дата |
|                     |      |             |         |      |         |                |                |      |         |                |
| ДП 44.03.04.667. ПЗ |      |             |         |      |         |                |                |      |         | Лист           |
|                     |      |             |         |      |         |                |                |      |         | 58             |

Тема урока: Оборудование для автоматической сварки под флюсом

Цели урока:

Образовательная

- сформировать у учащихся знания о типах оборудования, применяемых для автоматической сварки под флюсом

- сформировать знания об устройстве и принципе работы оборудования для автоматической сварки под флюсом и источников питания.

Воспитательная

- формировать уважение к профессии Оператор автоматической сварки плавлением

- воспитывать аккуратность, трудолюбие, дисциплинированность.

Развивающая

- развивать память, техническое мышление.

Тип урока: комбинированный урок.

Методы проведения урока: рассказ, показ.

Учебно-материальное оснащение: учебник Чернышов Г.Г. Сварочное дело:

Ход урока приведен в виде таблицы

Таблица 14-План-конспект урока

| Этапы урока, затраты времени           | Содержание учебного материала   | Описание методики осуществления учебных действий   |
|--|---|--|
| 1                                      | 2   | 3  |
| Органи-<br>зационный<br>этап<br>3 мин. | Здравствуйте уважаемые учащиеся, Прекратите разговоры и проведем переключку | Взаимное приветствие педагога и учащихся, проверка отсутствующих, (воспитание дисциплины; строгий голос, но в то же время доброжелательный |

|   |  |  |
|---|--|--|
|   |  | настрой педагога и учащихся).  |
| Мотивация<br>1 мин.   | Изучаемая сегодня тема является базовой для вашей работы обратите на это внимание, смотрите, слушайте, записывайте и запоминайте Помните, что только подготовленный квалифицированный рабочий может найти свое место в жизни   | Объяснить требования к работе на уроке (методика создания рабочего настроения, дисциплины, добросовестного отношения к учебе).   |
| Продолжение таблицы 14<br>Проверка домашнего задания<br>15 мин. | «Сегодня мы займемся изучением технологии дуговой сварки на автоматических машинах чтобы четко себе представлять, как производится такая сварка мы вспомним физически основы дугового разряда.<br>Вопрос 1. какие виды сварки металлов вообще вы уже знаете.<br>Ответ: газовая, ручная дуговая, контактная.<br>Вопрос 2 Что такое сварочная дуга?<br>Ответ:<br>Направленный поток ионизированных частиц, разогревающих сварочную ванну.<br>Вопрос 3. Для чего применяется дуговая сварка?<br>Ответ – для сварки металлов преимущественно стали | Перейти к проверке ДЗ<br>Проводить устный фронтальный опрос.<br>Вопрос задавать 2 раза, добиться, чтобы все учащиеся включились в работу.<br>Выйти на середину аудитории, активизировать учащихся на последних столах.<br>После каждого вопроса выходить в центр аудитории, ответы |
| Продолжение таблицы 14  | Вопрос 4С помощью каких устройств осуществляются процессы дуговой сварки<br>Ответ С помощью сварочных трансформаторов<br>А также применяются электроды сварочные.  | повторять и дополнять с помощью учащихся.<br>Наблюдать и фиксировать кто и как отвечает на вопросы.<br>Оценить самостоятельность, подсказывание, подглядывание, активность и пассивность.  |
| Сообщение нового материала<br>40 мин.                           | <i>Основные сведения</i><br>Способами сварки без внешней защиты дуги и сваркой в народном хозяйстве страны выполняется наибольший объем сварочных работ. В сварке источником тепла является дуга, горящая между электродом и основным металлом.. Непрерывно подающийся газ защищает основной металл от окисления до его остывания.<br>Сварка в аргоне основном автоматический процесс. Вид автоматической сварки обеспечивает высокую производительность (до 40 кг в час) и качество сварного шва. Для этого процесса следует правильно        | Акцентировать внимание учащихся на важности темы, повысить внимание и заинтересованность.<br>Во время объяснения нового материала проходить по аудитории и обращать внимание на то, чем занимаются учащиеся, слушают внимательно,  |

|                |                |
|----------------|----------------|
| Инва. № подл.  | Подпись и дата |
| Взамен. инв. № | Подпись и дата |
| Инва. № дубл.  | Подпись и дата |

выбрать напряжение и скорость подачи электрода. При автоматической сварке механизированы все основные рабочие движения и операции: возбуждение и поддержание горения дуги, подача электрода, перемещение электрода вдоль свариваемых кромок со сварки, защита дуги и сварочной ванны от действия воздуха (по необходимости), колебательные движения электрода (по необходимости), прекращение процесса сварки и заварка кратера в конце шва и пр. В связи с этим различают инструмент и приспособления для ручной сварки, сварочный полуавтомат или автомат (самоходная или подвесная головка), станок и установку для полуавтоматической или автоматической сварки.

### Оборудование

Сварочной установкой называется комплекс, в состав которого входит следующее оборудование:

а) электросварочное - сварочный аппарат, источник сварочного тока, аппаратура регулирования и контроля сварочного процесса; б) механическое - устройства и механизмы для крепления сварочного аппарата и движения его или изделия в заданном направлении, устройства для размещения и перемещения сварщиков, а также аппаратура контроля и регулирования; в) вспомогательное газовая аппаратура, токоподводы, устройства и механизмы для зачистки места под сварку, устройства и механизмы для очистки шва и прилегающей зоны изделия от шлаковой корки и брызг металла, устройство для очистки зоны обслуживания от пыли и вредных газов. Сварочной головкой называют механизм, подающий

не отвлекаются. Акцентировать внимание на плакате.

Можно в этом случае использовать плакат для демонстрации процессов сварки неплавящимся электродом и физики процесса сварки.

Здесь целесообразно показать презентацию по сварочному оборудованию, применяемому для сварки

Акцентируется внимание на плакате со сварочной дугой и ее образованием. Обращается внимание на причины неустойчивого горения дуги

электрод, возбуждающий и поддерживающий горение дуги, а также прекращающий процесс сварки. Закрепляемая неподвижно сварочная головка называется подвесной. Если в конструкции сварочной головки предусмотрен механизм для ее перемещения вдоль изделия, головка называется самоходной. Головка может перемещаться по специальному пути или непосредственно по свариваемому изделию



Объясняет по плакату

Разбирает устройство сварочной головки

|                |                |
|----------------|----------------|
| Инд. № подл.   | Подпись и дата |
| Взамен. инв. № | Подпись и дата |
| Инд. № дубл.   | Подпись и дата |

|     |      |             |         |
|-----|------|-------------|---------|
| Изм | Лист | № документа | Подпись |
|-----|------|-------------|---------|

Для автоматической сварки без внешней защиты дуги и со свободным формированием шва применяют одноэлектродные и многоэлектродные, подвесные и самоходные сварочные головки, сварочные тракторы и различные специализированные аппараты. Сварочными тракторами называются переносные дуговые сварочные аппараты, движущиеся на самоходной тележке во время сварки непосредственно по свариваемому изделию либо по направляющей линейке, укладываемой

Эффективность применения механизированной сварки зависит от совершенства сварочного оборудования и аппаратуры, для развития которых рекомендуется обеспечить: а) максимальную механизацию и автоматизацию технологического цикла сварки; б) максимальную производительность и эффективность сварки, в том числе применение сварки одного или нескольких швов одновременно несколькими головками (так называемая многоголовчатая сварка); в) применение программного управления для автоматизации сварочных операций; г) соблюдение эргономических и эстетических требований к оборудованию.

**Общие требования для автоматической сварки**

Для автоматической сварки, плавящимся электродом, предъявляется ряд общих требований:

1. Обеспечение стабильности горения дуги и процесса

Записать на доске и сформулировать с учащимися общие требования для автоматической сварки

- 2. сварки;
- 3. Получение заданного химического состава металла сварных швов и их свойств;
- 4. Обеспечение хорошего формирования металла и шлаков;
- 5. Получение швов без трещин, с минимальным количеством шлаковых включений и пористостью;
- 6. Легкая отделяемость шлаковой корки от поверхности швов.

Решение этих задач связано с составом свариваемого металла и применяемой электродной проволоки.

Иногда при режимах дуговой сварки Повышение стабильности горения дуги позволяет более широко варьировать режимы сварки и в ряде случаев добиваться лучшего формирования

|              |                |                |              |                |
|--------------|----------------|----------------|--------------|----------------|
| Изн. № подл. | Подпись и дата | Взамен. инв. № | Изн. № дубл. | Подпись и дата |
|              |                |                |              |                |

Окончание таблицы 14

|                                 |   |  |
|---------------------------------|---|--|
|                                 | <p>Химический состав металлов швов формируется как за счет основного и электродного металла, так и их химических изменений при сварке, в данном примере, вследствие взаимодействия свариваемых металлов.</p> <p>Естественно, что на химический состав металла влияет также степень защиты от воздуха реакционного сварочного пространства.</p>  |  |
| Первичное закрепление<br>10 мин | <p><i>Преподаватель обобщает материал о способах автоматической сварки под флюсом в виде кратких тезисов. Задает обобщающие вопросы:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. В чем сущность автоматической сварки</li> <li>2. Как газ подается в сварочную ванну</li> <li>3. Кратко поясните конструкцию сварочного автомата для сварки</li> <li>4. Как зависит форма шва от скорости сварки</li> </ol> | Использовать плакаты для пояснения и ответов на вопросы. Домашнее задание надо записать на доске белым мелом |
| Выдача домашнего задания        | <p><i>Преподаватель диктует домашнее задание Учащиеся записывают выводы по уроку в виде кратких тезисов. Отвечают на вопросы. Записывают домашнее задание.</i></p>  |  |

После того, как разработан перспективно-тематический план темы или раздела, можно определить, какие же средства нужны для проведения обучения. Основой для этого служит перечень оборудования, материалов и учебных пособий, а также количество учащихся, задействованных в данной программе.

Таким образом, в методической части проведена методическая разработка: разработан перспективно-тематический план, выявлены темы уроков. С учетом содержания для одного урока разработаны план урока и план конспект урока теоретического обучения на тему «Оператор автоматической сварки плавлением».

|                |                |
|----------------|----------------|
| Инва. № подл.  | Подпись и дата |
| Взамен. инв. № | Инва. № дубл.  |
| Подпись и дата | Подпись и дата |

|               |                |                |               |                |
|---------------|----------------|----------------|---------------|----------------|
| Инов. № подл. | Подпись и дата | Взамен. инв. № | Инов. № дубл. | Подпись и дата |
|               |                |                |               |                |

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изделие, рассматриваемое в данном проекте, изготавливается из нержавеющей стали 09Г2С. Все приспособления и стенды для сборки и сварки должны обеспечивать низкую трудоспособность изготовления изделия, повысить качество сварных швов, улучшить условия труда. Целью проекта является разработка нового технологического процесса изготовления изделия. Для снижения трудоемкости изготовления нашего изделия необходимо механизировать, автоматизировать процесс сборки и сварки опоры. Новый технологический процесс предусматривает не только наличие механизмов, способных осуществить все сборочно-сварочные операции, но и их рациональное расположение и использование. Проект состоит из графической

|     |      |             |         |                     |            |
|-----|------|-------------|---------|---------------------|------------|
| Изм | Лист | № документа | Подпись | ДП 44.03.04.667. ПЗ | Лист<br>64 |
|-----|------|-------------|---------|---------------------|------------|



части и пояснительной записки. Графическая часть дает наглядное изображение изделия, последовательность его изготовления, общий вид установки. В пояснительной записке дана характеристика нового технологического процесса.

В экономической части дипломного проекта произведена оценка экономической эффективности технологических решений, обеспечивающих экономию затрат на выполнение автоматической сварки под флюсом по сравнению с механизированной сваркой.

В методическом разделе разработана программа переподготовки рабочих на предприятии.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Акулов, А.И. Технология и оборудование сварки плавлением / А.И. Акулов, Г.А. Бельчук, В.П. Демянцевич. - М.: Машиностроение, 1977. – 342 с.
- 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.:

|              |                |                |              |                |                              |      |
|--------------|----------------|----------------|--------------|----------------|------------------------------|------|
| Изн. № подл. | Подпись и дата | Взамен. инв. № | Изн. № дубл. | Подпись и дата |                              |      |
|              |                |                |              |                | ДП 44.03.04.667. ПЗ          | Лист |
|              |                |                |              |                |                              | 65   |
|              |                |                |              |                | Изм Лист № документа Подпись |      |

Машиностроение, 1981. – 546 с.

6 Гуревич, С.М.Справочникпосваркеметаллов/ С.М.Гуревич.- Киев: Наукова думка, 1981. – 608 с.

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

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

9 Бордовская, Н.В.Педагогика: учеб.длявузов./Н.В. Бордовская, А.А. Реан. – СПб.: Питер, 2003.-304с.

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

11 Оборудование для дуговой сварки / Н.И. Никифоров, Т.П. Козлов, В.В. Смирнов [и др.]. - Под ред. В.В.Смирнова. - Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1986. – 656 с.

12 Нормирование расхода материальных ресурсов в машиностроении: Справочник: В2-х т. Т.2. /Г.М. Покарев, А.А.Зайцев, О.В.Карасев и др.; Под ред. Г.М. Покарева и др. – М.: Машиностроение, 1988. –448с.

13 Джевага, И.И. Механизированная электродуговая сварка под флюсом / И.И. Джевага. - М.: Машиностроение, 1968. - 360с.

14 Методические указания к курсовому проекту подисциплине «Технологические основы сварки плавлением и давлением» / сост. Л.Т. Плаксина, И.И. Панов. - Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. университет», 2012. - 38 с.

15 Рыморов, Е.В. Новые сварочные приспособления/ Е.В. Рыморов, - Л.: Стройиздат, 1988.-125 с.

16 Гитлевич, А.Д. Механизация и автоматизация сварочного производства / А.Д. Гитлевич, Л.А. Этингоф. - М.: Машиностроение, 1979. –280 с.

|  |                |
|--|----------------|
|  | Подпись и дата |
|  | Инв. № дубл.   |
|  | Взамен. инв. № |
|  | Подпись и дата |
|  | Инв. № подл.   |

17 Севбо, П.И. Конструирование и расчет механического сварочного оборудования / П.И. Севбо. – Киев: Наук. думка, 1978. – 400с

18 Походня, И.К. Металлургия дуговой сварки. /И.К. Походня, И.Р. Явдошин, А.П. Пальцевич, А.С. Котелчук. Под редакцией Походни И.К. – Киев: Наукова думка 2004. – 442 с.

19 Теория сварочных процессов: учебник для вузов / А.В. Коновалов, А.С. Куркин. Э.Л. Макаров; под ред. В.М. Неровного. – 2-е издание., испр. И доп. – М.: Изд-во МГТУ, 2007. – 752с.

20 Сварочные материалы для дуговой сварки: справочное пособие: 2 т. Т. 1 Защитные газы и сварочные флюсы / Б.П. Конищев [и др.]; под общ. ред. Н.Н. Потапова.-М.: Машиностроение, 1989. –544 с.

21 Алешин, Н.П. Сварка, наплавка, контроль: в 2-х томах /Т.И.Н.П. Алешин – М.: изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – 384 с.

22 Куркин, С. А. Технология, механизация и автоматизация производства сварных конструкций: Атлас: Учебное пособие для студентов машиностроительных специальностей вузов. – М.: Машиностроение, 1989. – 327с.

23 Китаев, А. М. Справочная книга сварщика /А.М.Китаев – М.:«Машиностроение», 1985. – 256 с. (Серия справочников для рабочих).

24 Сварка в машиностроении: Справочник. В 4-х т./Редкол.: Г.А. Николаев (пред.) и др.–М.: Машиностроение, 1979–т. 3/ Под ред. В.А. Винокурова. 1979. 567 с.

25 Николаев Г.А. Расчет, проектирование и изготовление сварных конструкций. - М.: «Высш. школа», 1971. –760с.

26 Николаев Г.А., Винокуров В.А. Сварные конструкции. Расчет и проектирование: Учеб. для вузов/Под ред. Г.А. Николаева.-М.: Высш. шк., 1990.-446 с.

27 Чернышов, Г.Г. Технология электрической сварки плавлением. / Г.Г. Чернышов, - М.: Издательский центр Академия. 2006. – 448 с.

|                |                |
|----------------|----------------|
| Ивл. № подл.   | Подпись и дата |
| Взамен. инв. № | Ивл. № дубл.   |
| Подпись и дата | Подпись и дата |

28 Батышев, С.Я. Профессиональная педагогика: учебник для студентов, обучающихся по педагогическим специальностям и направлениям / С.Я. Батышев [и др.]. – М.: Ассоциация «Профессиональное образование», 1997. – 512 с.

29 Беспалько, В.П. Педагогика и прогрессивные технологии обучения / В.П. Беспалько. – М.: 1995. – 336с.

30 Багрянский, К.В. Теория сварочных процессов [Текст] /К.В. Багрянский, З.А. Добротина, К.К. Хренов, –Киев: Вища школа, 1976. – 424 с.

|               |                |                |               |                |                     |      |
|---------------|----------------|----------------|---------------|----------------|---------------------|------|
| Инов. № подл. | Подпись и дата | Взамен. инв. № | Инов. № дубл. | Подпись и дата | ДП 44.03.04.667. ПЗ | Лист |
|               |                |                |               |                |                     | 68   |
| Изм           | Лист           | № документа    | Подпись       |                |                     |      |