

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

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СБОРКИ И
СВАРКИ КОНСТРУКТИВНОГО ЭЛЕМЕНТА ЛЕБЕДКИ**

Выпускная квалификационная работа
Направление подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)
Профиль Машиностроение и материалобработка
Профилизация Технологии и технологический менеджмент в сварочном
производстве
Идентификационный код ВКР: 079

Екатеринбург 2019

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

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:

Заведующий кафедрой ИММ

_____ Б.Н. Гузанов

« ____ » _____ 2019 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СБОРКИ И СВАРКИ
КОНСТРУКТИВНОГО ЭЛЕМЕНТА ЛЕБЕДКИ**

Исполнитель:

студент группы СМ-401п

А. С. Ярошинский

Руководитель:

ст. преподаватель

Е. В. Радченко

Нормоконтролер:

к.т.н., доцент

Л. Т. Плаксина

Екатеринбург 2019

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 85 страниц машинописного текста, 11 рисунков, 28 таблиц, 30 использованных источника литературы, графическую часть на 5 листах А1, 1 приложение.

Ключевые слова: РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ И СВАРКИ БАРАБАНА ЛЕБЕДКИ ИЗ СТАЛИ 25ХГСА, АВТОМАТИЧЕСКАЯ СВАРКА ПОД ФЛЮСОМ, РЕЖИМЫ СВАРКИ, СВАРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, СВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ, ПЛАН-КОНСПЕКТ УРОКА.

Ярошинский, А. С. Разработка технологического процесса сборки и сварки конструктивного элемента лебедки/А. С. Ярошинский; Рос. гос. проф.-пед. ун-т, ин-т инж.-пед. образования, каф. инжиниринга и профессионального обучения в машиностроении и металлургии. – Екатеринбург, 2019. – 85 с.

Краткая характеристика содержания ВКР:

1. Целью дипломного проекта является разработка технологического процесса изготовления барабана лебедки с использованием автоматической сварки под слоем флюса.

2. В дипломном проекте в технологической части будет разработана технология изготовления конструктивного элемента лебедки, которая включает в себя автоматическую сварку под флюсом; в методической части будет спроектирована программа подготовки сварщиков, которые будут способны осуществлять разработанную технологию производства барабана лебедки.

3. Результаты выпускной квалификационной работы могут быть использованы при производстве барабанов лебедок.

| | | | | | | | | |
|-----------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|--|------------------------------|-------------|---------------|
| | | | | | ДП 44.03.04.079 ПЗ | | | |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | <i>Разработка технологического процесса сборки и сварки конструктивного элемента лебедки</i> <i>Пояснительная записка</i> | <i>Лит.</i> | <i>Лист</i> | <i>Листов</i> |
| <i>Разраб.</i> | Ярошинский | | | | | | 3 | 85 |
| <i>Пров.</i> | Радченко | | | | | | | |
| <i>Н.контр.</i> | Плаксина | | | | | | | |
| <i>Утв.</i> | Гузанов | | | | | | | |
| | | | | | | <i>РГППУ ИИПО гр.СМ-401н</i> | | |

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| ВВЕДЕНИЕ..... | 6 |
| 1 Технологический раздел..... | 8 |
| 1.1 Описание конструкции..... | 8 |
| 1.1.1 Характеристика стали 25ХГСА..... | 8 |
| 1.2 Общие сведения о свариваемости..... | 9 |
| 1.2.1 Горячие трещины..... | 10 |
| 1.2.2 Холодные трещины..... | 13 |
| 1.3 Выбор способа сварки..... | 16 |
| 1.3.1 Сварка в защитных газах..... | 16 |
| 1.3.2 Автоматическая сварка под флюсом..... | 19 |
| 1.3.3 Ручная дуговая сварка..... | 22 |
| 1.4 Выбор сварочных материалов..... | 24 |
| 1.4.1 Сварочная проволока Св-08ГА..... | 24 |
| 1.4.2 Флюс АН-348А..... | 25 |
| 1.4.3 Electroды УОНИ-13/65..... | 25 |
| 1.5 Расчет режимов..... | 25 |
| 1.5.1 Соединение Т3 ГОСТ 5264-80..... | 25 |
| 1.5.1.1 Расчет режимов для соединения Т3..... | 27 |
| 1.5.1.2 Расчет прихваток для Т3..... | 28 |
| 1.5.2 Соединение Т7 ГОСТ 8713-79..... | 28 |
| 1.5.2.1 Расчет режимов для соединения Т7..... | 30 |
| 1.5.2.2 Расчет прихваток для соединения Т7..... | 37 |
| 1.5.3 Соединение Т1 ГОСТ 8713-79..... | 38 |
| 1.5.3.1 Расчет режимов для соединения Т1..... | 39 |
| 1.5.3.2 Расчет прихваток для соединения Т1..... | 43 |
| 1.6 Описание оборудования..... | 43 |
| 1.6.1 Основное оборудование..... | 43 |
| 1.6.1.1 Сварочная колонна МР-30М..... | 43 |
| 1.6.1.2 Автоматическая сварочная головка ESAB A6 S Arc Master..... | 44 |
| 1.6.1.3 Сварочный манипулятор МС-5..... | 45 |
| 1.6.1.4 Выпрямитель сварочный универсальный ВДУ – 1000..... | 46 |
| 1.6.1.5 Сварочный инвертор EWM Pico 300 Cel..... | 47 |
| 1.6.2 Вспомогательное оборудование..... | 47 |
| 1.6.2.1 Лазерная установка BRASERO для резки заготовок..... | 47 |
| 1.6.2.2 Углошлифовальная машина MakitaGA9020 для зачистки металла после сварки..... | 49 |
| 1.6.2.3 Трубный торцеватель с электроприводом ТТ-630-2 для снятия фаски | 49 |

ВВЕДЕНИЕ

С развитием машиностроения и усовершенствованием технологий сварочного производства все более актуальным становится необходимость механизировать и автоматизировать традиционные методы производства и изготовления металлоконструкций. Благодаря возможностям современного сварочного оборудования можно автоматизировать весь процесс сварки, задачей сварщика будет являться лишь программирование и контроль процесса сварки.

С внедрением современной техники в процесс производства металлоконструкций увеличится производительность труда, повысится качество продукции, улучшатся условия для работы сварщика.

В настоящее время такие металлоконструкции как лебедки высоко востребованы и применяются в различных отраслях. Чаще всего лебедки используют для того, чтобы можно было транспортировать груз по вертикали. Стандартная лебедка состоит из жесткой рамы с опорой или подвесом, на которой смонтирован основной подвижный барабан для наматывания троса.

Целью дипломного проекта является разработка технологии сборки и сварки барабана лебедки с использованием автоматической сварки.

Объектом разработки является технология изготовления металлоконструкций.

Предметом разработки является процесс изготовления барабана лебедки.

Для успешного достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Изучить характеристики металла изделия, учитывая его свариваемость, химический состав и физико-механические свойства.
2. Подобрать и обосновать выбор способа сварки конструкции, а также сварочных материалов.
3. Разработать технологию сборки и сварки корпуса барабана.

4. Подобрать соответствующее механическое и сварочное оборудование для разработанного варианта технологии.

5. Разработать программу переподготовки электросварщиков для приведенного вида сварки.

Таким образом, в выпускной квалификационной работе на основе изучения теории и практики внедрения активных методов обучения будут разработаны методические материалы для использования активных методов обучения при преподавании предмета «Спецтехнология».

В процессе выпускной квалификационной работы будут использованы следующие методы:

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

- эмпирические методы, включающие изучение практического опыта и наблюдение.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.079 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 7 |

прочности, пластичности, ударной вязкости и критической температуры перехода из вязкого состояния в хрупкое): ходовые винты, оси, валы, червяки, шатуны, коленчатые валы, штоки и другие детали. Химический состав представлен в таблице 1 [9].

Таблица 1 – Химический состав в % материала 25ХГСА ГОСТ 4543 – 71 [9]

| С | Si | Mn | Ni | S | P | Cr | Cu |
|-------------|-----------|-----------|--------|----------|----------|-----------|--------|
| 0.22 - 0.28 | 0.9 - 1.2 | 0.8 - 1.1 | до 0.3 | до 0.025 | до 0.025 | 0.8 - 1.1 | до 0.3 |

Механические свойства при $T=20^{\circ}\text{C}$ материала 25ХГСА представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Механические свойства стали 25ХГСА [9]

| Сортамент | Размер | σ_b | σ_T | δ_5 | ψ | КСУ | Термообработка |
|-----------------------------|--------|------------|------------|------------|--------|----------------------|---|
| - | мм | МПа | МПа | % | % | кДж / м ² | - |
| Прутки, ГОСТ 4543-71 | Ø 15 | 1080 | 835 | 10 | 40 | 590 | Закалка 880°С, масло, Отпуск 480°С, вода, |
| Лист толстый, ГОСТ 11269-76 | - | 490-690 | | 21 | - | - | Нормализация |
| Лист толстый, ГОСТ 11269-76 | - | 1030 | | 10 | - | 490 | Закалка и отпуск |
| Лист тонкий, ГОСТ 11268-76 | - | 490-690 | | 21 | - | - | Нормализация |
| Лист тонкий, ГОСТ 11268-76 | - | 1080 | | 10 | - | - | Закалка и отпуск |

1.2 Общие сведения о свариваемости

Свариваемость – это комплексная технологическая характеристика металлов и сплавов, выражающая реакцию свариваемых материалов на процесс сварки и определяющая техническую пригодность материала для выполнения заданных сварных соединений удовлетворяющим условием эксплуатации [10].

Виды свариваемости:

1. *Физическая (металлургическая) свариваемость* - свойство материалов давать монолитное соединение с химической связью, такой свариваемостью обладают практически все технические сплавы и чистые металлы, а также ряд сочетаний металлов с неметаллами;
2. *Технологическая свариваемость* - технологическая характеристика металла, которая определяет его реакцию на воздействие сварки и способность образовывать сварное соединение с заданными эксплуатационными свойствами;
3. *Эксплуатационная свариваемость* – это оценка показателей механических свойств конкретных натуральных сварных соединений арматурных стержней при определенных условиях их нагружения.

Основные критерии свариваемости:

1. Окисляемость металла при сварочном нагреве зависящее от его химической активности.
2. Чувствительность к обработке пор.
3. Чувствительность металла к тепловому воздействию сварки.
4. Соответствие свойств сварного соединения заданным эксплуатационным требованиям.
5. Склонность к образованию горячих трещин.
6. Склонность к образованию холодных трещин.

1.2.1 Горячие трещины

Горячие трещины (кристаллические) – это хрупкие межкристаллитные разрушения металла шва и околошовной зоны, возникающее в твердожидком состоянии в процессе кристаллизации, а также при высоких температурах в твердом состоянии. Такие трещины появляются в металле на завершающей

стадии процесса кристаллизации, - в интервале температур близких к линии солидус [10].

Образование горячих трещин связано со следующими причинами:

- Скорость кристаллизации
- Видом кристаллической структуры и степенью развития внутри кристаллической ликвации металла шва.
- Химического состава металла шва

Горячие трещины могут появляться или не появляться на поверхности наплавленного металла. Трещины, появляющиеся на поверхности металла, легко обнаруживаются при визуальном осмотре и методами магнитной или цветной дефектоскопии. Трещины, которые расположены внутри наплавленного металла, могут обнаруживаться просвечиванием рентгеновскими или гамма-лучами, зондированием ультразвуком, а при разрушении детали они идентифицируются при исследовании поверхности излома или металлографически на макро- и микрошлифах. При электрошлаковых процессах трещины образуются зачастую в центре наплавленного слоя и не выходят на его поверхность. Поверхность разлома трещины имеет в этом случае серо-белый цвет, так как нет окисляющего действия воздуха на металл [10].

Меры предотвращения склонности металла шва к образованию горячих трещин:

1. Уменьшение доли участия основного металла в металле шва.
2. Испытание основного и сварного металла с минимальным содержанием серы, углерода, фосфора и с достаточным марганцем.
3. Введение в шов модификаторов
4. Применение режимов сварки, обеспечивающих более благоприятную форму шва.

Расчет оценки стойкости стали к образованию горячих трещин

| | | | | | | |
|-----|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.079 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 11 |

Вероятность появления при сварке или наплавке горячих трещин можно определить по критерию Уилкинсона (HCS), он оценивает склонность сталей с содержанием легированных элементов не более 10%. Формула расчета, которая применительна к низколегированным сварным швам, имеет данный вид:

$$HCS = \frac{C * \left(S + P + \frac{Si}{25} + \frac{Ni}{100} \right) * 10^3}{3 * Mn + Cr + V}, \quad (1)$$

где С, S, P, Mn, Si и др. – массовые проценты содержания элемента стали, в %.

Условием появления горячих трещин для сталей с пределом прочности $\sigma_B < 700 \text{ МПа}$ является $HCS > 4$.

Рассчитываем HCS для стали 25ХГСА по формуле (1):

$$\begin{aligned} HCS &= \frac{0,28 * \left(0,025 + 0,025 + \frac{1,2}{25} + \frac{0,3}{100} \right) * 10^3}{3 * 1,1 + 1,1} \\ &= \frac{0,28 * (0,025 + 0,025 + 0,048 + 0,003) * 10^3}{6,6} = 6,4 \end{aligned}$$

В итоге получилось, что $HCS = 6,4$, появление горячих трещин возможно, но маловероятно. Необходимо принять меры по предотвращению их возникновения:

1. Уменьшение доли участия основного металла в металле шва.
2. Использование присадочного металла с минимальным содержанием серы и фосфора углерода, и с достаточным марганцем.
3. Использование присадочного металла с меньшим, чем в основном металле, содержанием углерода и большим содержанием марганца
4. Введение в шов модификаторов

5. Применение режимов сварки, обеспечивающих более благоприятную форму шва.

6. Предварительный подогрев

1.2.2 Холодные трещины

Холодные трещины – это хрупкие локальные мелкокристаллитные разрушения, возникающие за счет собственных сварных напряжений. Трещины образуются при температуре 100-200 °С во время охлаждения конструкции, а также в течение последующих нескольких суток после сварки. Образование холодных трещин при сварке можно рассматривать как один из случаев замедленного разрушения закаленной стали под действием остаточных сварочных напряжений. Холодные трещины могут возникать иногда в шве, чаще в зоне термического влияния. Появление трещин объясняется наличием фазовых и структурных превращений, в результате которых появляются нестабильные хрупкие структуры типа мартенсита, отличающиеся высокой твердостью и малой пластичностью [10].

Причины образования холодных трещин:

- Возникновение закалочных структур (мартенсита в околошовной зоне и в металле шва в связи с быстрым переохлаждением);
- Наличие усадки металла шва;
- Появление сварных напряжений;
- Наличие диффузионно-подвижного водорода.

Меры предотвращения склонности металла шва к образованию холодных трещин:

- Зачистка кромок
- Подготовка сварочного материала (прокалка электродов и флюсов)
- Осушение защитного газа

| | | | | | | |
|-----|------|----------|---------|------|--------------------|------------|
| | | | | | ДП 44.03.04.079 ПЗ | Лист 13 |
| Изм | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

- Предварительный подогрев. Провести термообработку соединения сразу после сварки.
- Выбор оптимальной сварки и правильная последовательность наложения швов

Оценка склонности сталей к появлению холодных трещин:

Таблица 3 - Методы оценки склонности к образованию холодных трещин при сварке [10]

| Прямые методы | Косвенные методы |
|--|--|
| Машинные испытания Методы технологических проб Контрольный химический анализ | В рамках косвенных методов появление методов появления холодных трещин испытываются параметрическими уравнениями, получаемые путем обобщения большого количества эмпирического материала |

Расчет оценки стойкости стали к образованию холодных трещин:

Расчетные методы оценки склонности к холодным трещинам используют параметрические уравнения, полученные статистической обработкой экспериментальных данных. Они связывают входные параметры (химический состав, режимы сварки, тип соединения) с выходными параметрами (температура подогрева, показатель склонности). При этом часто затруднительно использовать все многообразие факторов, определяющих образование холодных трещин. Вероятность появления при сварке холодных трещин можно определить по следующей параметрической зависимости эквивалентного содержания углерода формула (2):

$$C_{\text{ЭКВ}} = C + \frac{Si}{24} + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr}{5} + \frac{Ni}{40} + \frac{Mo}{4} + \frac{V}{14}, \quad (2)$$

где C, S, P, Mn и др. – массовые проценты содержания элемента стали, в %

Условия появления холодных трещин:

Если $C_{\text{ЭКВ}} \leq 0,45$, значит сталь не склонна к образованию холодных трещин

Если $C_{\text{ЭКВ}} = 0,41 - 0,45$, значит сталь склонна к образованию холодных трещин

Если $C_{\text{ЭКВ}} > 0,45$, то сталь склонна к образованию холодных трещин и является ограниченно-свариваемой сталью.

Рассчитываем $C_{\text{ЭКВ}}$ для стали 25ХГСА по формуле (2):

$$C_{\text{ЭКВ}} = 0,23 + \frac{1,2}{24} + \frac{1,1}{6} + \frac{1,1}{5} + \frac{0,3}{40} = 0,68 \%$$

$C_{\text{ЭКВ}} > 0,45$, следовательно, данная сталь склонна к образованию холодных трещин.

Варианты принятия мер по предотвращению склонности металла шва к образованию холодных трещин:

- Зачистка кромок
- Подготовка сварочных материалов (прокалка электродов и флюсов)
- Предварительный подогрев, последующая термообработка
- Выбор оптимальной сварки и правильная последовательность наложения швов

Необходимо рассчитать температуру предварительного подогрева. Она рассчитывается по формуле (3):

$$T_{\text{П}} = 350\sqrt{C_{\text{ЭКВ}} - 0,25} \quad (3)$$

Подставим значения в формулу (3):

$$T_{\text{П}} = 350\sqrt{0,68 - 0,25} = 230 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Перед сваркой необходимо подогреть изделие до температуры 230°C.

1.3 Выбор способа сварки

1.3.1 Сварка в защитных газах

Сущность способа

Сварку в защитных газах может выполняться неплавящимся, например, вольфрамовым, или плавящимся электродом. В первом случае сварной шов формируется за счет расплавления кромок изделия и, при необходимости, подаваемой в зону дуги присадочной проволоки. Плавящийся электрод в процессе сварки расплавляется и участвует в образовании металла шва. Для защиты применяют три группы газов: инертные (аргон, гелий); активные (углекислый газ, азот, водород и др.); смеси газов инертных, активных. Выбор защитного газа определяется химическим составом свариваемого металла, требованиями, предъявляемыми к свойствам сварного соединения; экономичностью процесса и другими факторами [12].

Смесь инертных газов с активными рекомендуется применять и для повышения устойчивости дуги, увеличения глубины проплавления и изменения формы шва, металлургической обработки расплавленного металла, повышения производительности сварки. При сварке в смеси газов повышается переход электродного металла в шов.

Смесь аргона с 1—5% кислорода используют для сварки плавящимся электродом низкоуглеродистой и легированной стали. Добавка кислорода к аргону понижает критический ток, предупреждает возникновение пор, улучшает форму шва.

Смесь аргона с 10—25% углекислого газа применяют при сварке плавящимся электродом. Добавка углекислого газа при сварке углеродистых сталей позволяет избежать образование пор, несколько повышает стабильность дуги

и надежность защиты зоны сварки, если есть сквозняки, улучшает формирование шва при сварке тонколистового металла.

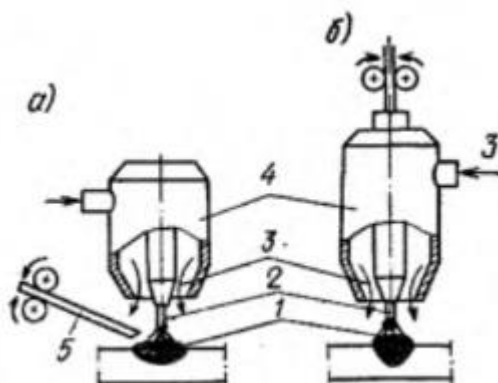
Смесь аргона с углекислым газом (до 20%) и с не более 5% кислорода используют при сварке плавящимся электродом углеродистых и легированных сталей. Добавки активных газов улучшают стабильность дуги, формирование швов и предупреждают пористость.

Смесь углекислого газа с кислородом (до 20%) применяют при сварке плавящимся электродом углеродистой стали. Эта смесь имеет высокую окислительную способность, обеспечивает глубокое проплавление и хорошую форму, защищает шов от пористости.

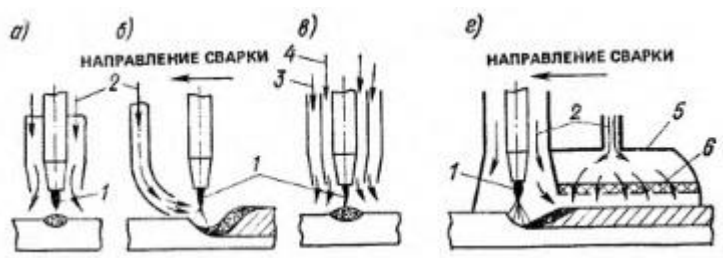
Смесь углекислого газа с кислородом (до 20%) применяют при сварке плавящимся электродом углеродистой стали. Эта смесь имеет высокую окислительную способность, обеспечивает глубокое проплавление и хорошую форму, защищает шов от пористости.

В зону сварки защитный газ может подаваться центрально (см. рисунок 2 и 3, а, в), а при повышенных скоростях сварки плавящимся электродом — сбоку (см. рисунок 3, б). Для экономии расхода дефицитных и дорогих инертных газов используют защиту двумя отдельными потоками газов (см. рисунок 3, в); наружный поток — обычно углекислый газ. При сварке активных материалов для предотвращения контакта воздуха не только с расплавленным, но и с нагретым твердым металлом применяют удлиненные насадки на сопла (подвижные камеры, см. рисунок 3, г). Наиболее надежная защита достигается при размещении изделия в стационарных камерах, заполненных защитным газом. Для сварки крупногабаритных изделий используют переносные камеры из мягких пластичных обычно прозрачных материалов, устанавливаемых локально над свариваемым стыком. Теплофизические свойства защитных газов оказывают большое влияние на технологические свойства дуги, а значит на форму и размеры шва. При равных условиях дуга в гелии по сравнению с ду-

гой в аргоне является более «мягкой», имеет более высокое напряжение, а образующийся шов имеет меньшую глубину проплавления и большую ширину. Углекислый газ по влиянию на форму шва занимает промежуточное положение.



а, б — неплавящимся, плавящимся электродом; 1 — сварочная дуга; 2 — электрод; 3 — защитный газ; 4 — газовое сопло (горелка); 5 — присадочная
Рисунок 2 - Схемы сварки в защитных газах проволока



а — центральная; б — боковая; в — двумя концентрическими потоками; г — в подвижную камеру (насадку); 1 — электрод; 2 — защитный газ; 3, 4 — наружный и внутренний потоки защитных газов; 5 — насадка; 6 — распределительная сетка
Рисунок 3 - Схемы подачи защитного газа в зону сварки

Положительные и отрицательные стороны способа:

Широкий диапазон применяемых защитных газов обуславливает большое распространение этого способа как в отношении свариваемых металлов, так и их толщин (от 0,1 мм до десятков миллиметров). Основными преимуществами этого способа сварки являются следующие:

| | | | | |
|-----|------|----------|---------|------|
| | | | | |
| Изм | Лист | № докум. | Подпись | Дата |

1. высокое качество сварных соединений на различных металлах и их сплавах разной толщины, особенно при сварке в инертных газах из-за малого угара легирующих элементов;
2. возможность сварки в любых пространственных положениях;
3. отсутствие операций по засыпке, уборке флюса и удалению шлака;
4. возможность наблюдения за формированием шва, что очень важно при механизированной сварке;
5. высокая производительность и легкость механизации и автоматизации процесса;
6. низкая стоимость при применении активных защитных газов.

Отрицательные стороны способа:

1. потребность применения защитных мер против световой и тепловой радиации дуги;
2. вероятность нарушения газовой защиты при сдувании струи газа движением воздуха или при забрызгивании сопла;
3. потери металла на разбрызгивание, при котором брызги прочно соединяются с поверхностями шва и изделия;
4. наличие газовой аппаратуры и в некоторых случаях необходимость водяного охлаждения горелок.

1.3.2 Автоматическая сварка под флюсом

Сварка под флюсом - это самый распространенный способ механизированной дуговой сварки плавящимся электродом. Способ нашел широкое применение и стал одним из ведущих во многих отраслях промышленности при производстве конструкций из сталей, цветных металлов (алюминия, титана, меди) и их сплавов [11].

Автоматическую сварку под флюсом целесообразно применять в серийном и массовом производстве для выполнения кольцевых, прямолинейных,

стыковых и угловых швов протяженностью не менее 0,8 м на металле толщиной 3-100 мм со свободным входом и выходом сварочной головки.

Достоинства автоматической сварки под слоем флюса:

1. высокая производительность;
2. стабильно высокое качество и хороший внешний вид сварочных соединений;
3. высокий уровень локальной механизации сварочного процесса и возможность его комплексной автоматизации;
4. снижение удельного расхода электродного металла и электроэнергии.

Недостатки автоматической сварки под слоем флюса:

1. сварка может производиться только в нижнем положении шва;
2. потребность более тщательной (по сравнению с РДС) подготовки кромок и более точной сборки деталей под сварку;
3. невозможность сварки стыковых швов на весу, т.е. без подкладки или предварительной подварки корня шва.

Сущность процесса дуговой сварки под флюсом заключается в применении непокрытой сварочной проволоки и гранулированного флюса, насыпаемого впереди дуги слоем толщиной 30-50 мм.

Схема процесса автоматической дуговой сварки под флюсом приведена на рисунке 4.

Возбуждение и поддержание дугового разряда выполняется автоматически сварочной головкой, которая с помощью механизма подачи непрерывно подает в зону дуги сварочную проволоку 2 по мере ее плавления. Дуга 10 горит между концом электрода и изделием. Перемещение дуги по шву осуществляется самоходной сварочной тележкой (или изделие перемещается относительно неподвижной сварочной головки).

| | | | | | | |
|-----|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.079 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 20 |

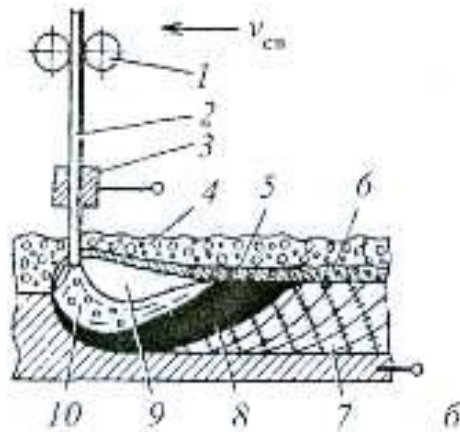


Рисунок 4 - Схема процесса автоматической дуговой сварки под флюсом

Под действием теплоты, которая выделяется сварочной дугой, плавятся электродная проволока и металл свариваемого изделия, а также часть флюса 5, примыкающего к дуге. В области горения дуги образуется полость 9 (газовый пузырь), ограниченная в верхней части оболочкой расплавленного флюса, а в нижней — сварочной ванной 8. Газовый пузырь заполнен парами металла, флюса и газами. Давление газов поддерживает флюсовый свод, который образуется над сварочной ванной. Дуга несколько отклоняется от вертикального положения в сторону, противоположную направлению сварки. Под влиянием давления дуги жидкий металл 8 отесняется также в сторону, противоположную направлению сварки. Под электродом образуется кратер с тонким слоем расплавленного металла, а основная масса расплавленного металла занимает пространство от кратера до поверхности шва, локализуясь наклонным слоем.

Расплавленный флюс вследствие значительно меньшей плотности, чем плотность расплавленного металла шва, всплывает на его поверхность и покрывает его плотным слоем. По мере поступательного движения электрода происходит затвердевание металлической и шлаковой ванн с образованием сварного шва 7, покрытого твердой шлаковой коркой 6.

Расплавленный флюс (шлак), покрывающий металлическую ванну при сварке, выполняет следующие функции:

1. защита жидкого металла сварочной ванны от прямого контакта с воздухом;
2. раскисление, легирование и рафинирование металла шва;
3. изменение теплового режима сварки способом уменьшения скорости охлаждения металла;
4. обеспечение устойчивого горения дуги;
5. улучшение условий формирования шва.

Хороший контакт шлака и металла, наличие изолированного от внешней среды пространства обеспечивают благоприятные условия для защиты, металлургической и тепловой обработки сварочной ванны, тем самым способствуя получению швов с высокими механическими свойствами [6].

1.3.3 Ручная дуговая сварка

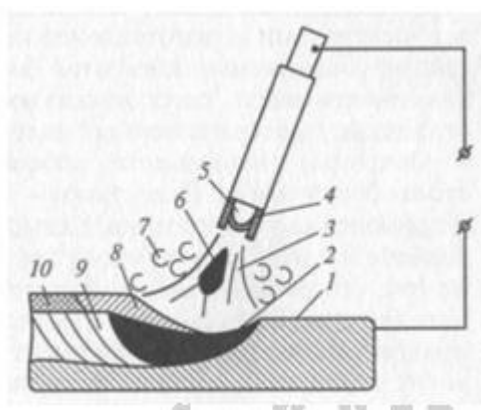
Среди всех способов сварки самый распространенный вид - ручная дуговая сварка штучными электродами. Способ позволяет без замены сварочного инструмента и оборудования (при правильно выбранном сварочном режиме) выполнять швы различных типов и назначения, а также вести сварку в любом пространственном положении и в труднодоступных местах [13].

Широко используют ручную сварку электрической дугой прямого действия. Устойчивый процесс сварки обеспечивается непрерывной подачей конца электрода в зону горения дуги без существенных отклонений ее длины.

При длинной дуге усиливается окисление электродного металла, увеличивается разбрызгивание, снижается глубина провара, шов получается со существенными включениями оксидов. Основной объем работ выполняют при токе 90...350 А и напряжении дуги 18...30 В.

Возбуждение (зажигание) дуги 3 (рисунок 5) происходит при кратковременном замыкании электрической сварочной цепи, для чего сварщик прикасается к свариваемому металлу 1 концом электрода 5 и быстро отводит его на

расстояние 2...4 мм. В этот момент возникает электрическая дуга, устойчивое горение которой поддерживают поступательным движением электрода (вдоль оси) по мере его плавления. Дугу возбуждают также скользящим движением конца электрода по поверхности свариваемого металла (чирканьем) с быстрым отводом его на необходимое расстояние [13].



1 — основной металл; 2 — сварочная ванна; 3 — дуга; 4 — электродное покрытие; 5 — электрод; 6 — капли электродного металла; 7 — газовая защита; 8 — жидкая шлаковая пленка; 9 — шов; 10 — шлаковая корка.

Рисунок 5 – Схема ручной дуговой сварки покрытым электродом

В процессе сварки электрод перемещают: по направлению к изделию по мере плавления электрода; вдоль соединения; поперек соединения для получения необходимых формы и сечения шва.

При сварке покрытым электродом происходит плавление стержня и покрытия. Расплавляющееся покрытие образует шлак и газы. Шлак обволакивает капли металла, образующиеся при плавлении электродной проволоки. В ванне шлак перемешивается и, всплывая на ее поверхность, образует шлаковый покров, предохраняющий металл от взаимодействия с кислородом и азотом воздуха. Также всплывая на поверхность ванны, шлак очищает расплавленный металл. Образующиеся при расплавлении покрытия газы оттесняют воздух из реакционной зоны (зоны дуги) и способствуют созданию лучших условий защиты.

Исходя из всего выше сказанного, для сварки барабана лебедки принимаем автоматическую сварку под флюсом, так как нам необходимо медленное остывание шва по условиям свариваемости, что обеспечивает слой флюса. Также будет использована ручная дуговая сварка с предварительным подогревом.

1.4 Выбор сварочных материалов

Прихватки должны выполняться ручной дуговой сваркой. Для сварки данного изделия способом ручной дуговой сварки выбираем электроды УОНИ-13/65. При автоматической сварке под слоем флюса будет использована сварочная проволока Св-08ГА и флюс АН-348А. Данные присадочные материалы обеспечат хорошее формирование сварного шва с необходимыми свойствами.

1.4.1 Сварочная проволока Св-08ГА

Химический состав проволоки Св-08ГА представлен в таблице 4 [14].

Таблица 4 - Химический состав в % материала Св-08ГА ГОСТ 2246-70 [14]

| C | Si | Mn | Ni | S | P | Cr | N |
|--------|---------|-----------|---------|----------|---------|--------|---------|
| До 0,1 | До 0,06 | 0.8 - 1.1 | до 0.25 | до 0.025 | до 0.03 | до 0.1 | до 0.01 |

1.4.2 Флюс АН-348А

Высококремнистый высокомарганцовистый оксидный флюс, обладающий химической активностью $A_f=0,7-0,75$.

При сварке под флюсом интенсивно протекают кремне- и марганце-восстановительные процессы [15].

Химический состав представлен в таблице 5 [15].

Таблица 5 - Химический состав в % флюса АН-348А

| Элемент | SiO ₂ | Fe ₂ O ₃ | CaO | MgO | MnO | CaF ₂ | S | P |
|---------|------------------|--------------------------------|------|---------|-----------|------------------|-------|-------|
| Доля, % | 41,0-44,0 | <4,5 | <6,5 | 5,0-7,5 | 34,0-38,0 | 4,0-5,5 | <0,15 | <0,12 |

Для этого флюса рекомендуются сварочные проволоки марок Св-08, Св-08А, Св-08ГА, Св-10Г2.

1.4.3 Электроды УОНИ-13/65

Стержень из проволоки Св-08А по ГОСТ 2246-70. Диаметр выпускаемых электродов 3,0; 4,0 и 5,0 [16]. Химический состав наплавленного металла представлен в таблице 6.

Таблица 6 - Химический состав наплавленного металла, % [16]

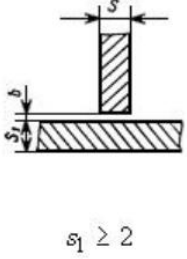
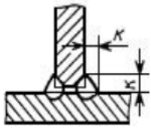
| Хим. состав | Углерод | Кремний | Марганец | Сера | Фосфор |
|-----------------|-----------|-----------|----------|--------|--------|
| Нормы | 0,11-0,17 | 0,35-0,55 | 1,0-1,5 | ≤0,030 | ≤0,035 |
| Типичный состав | 0,13 | 0,45 | 1,25 | 0,017 | 0,027 |

1.5 Расчет режимов

1.5.1 Соединение ТЗ ГОСТ 5264-80.

Характеристики данного соединения представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Соединение ТЗ ГОСТ 5264-80 [29]

| Условное обозначение свариваемого соединения | Конструктивные элементы | | s | b | |
|--|---|---|--------------|--------|------------|
| | Подготовленных кромок свариваемых деталей | Сварного шва | | Номин. | Пред. откл |
| ТЗ |  $s_1 \geq 2$ |  | От 2 до 3 | 0 | +1 |
| | | | Св. 3 до 15 | | +2 |
| | | | Св. 15 до 40 | | +3 |

Проведем расчет площади наплавленного металла для соединения ТЗ

Площадь наплавленного металла определим по формуле (4):

$$F_H = 0,5K^2 + 1,05K, \quad (4)$$

где К- катет шва.

В нашем случае наибольшая толщина 30 мм, наименьшая 10 мм, принимаем катет равный толщине наименьшей из свариваемых деталей, $K = 10$.

Подставим значения в формулу (4):

$$F_H = 0,5 * 100 + 1,05 * 10 = 60,5 \text{ мм}^2$$

Принимаем площадь наплавленного металла 65 мм^2 .

Максимальное поперечное сечение металла, наплавленного за один проход, не должно превышать $30\text{-}40 \text{ мм}^2$. Исходя из этого условия, принимаем корневой проход площадью 30 мм^2 и заполняющий площадью 35 мм^2 [1].

Соединение ТЗ будет выполнено в два прохода.

Проведем расчет режимов сварки.

1.5.1.1 Расчет режимов для соединения ТЗ

Диаметр электрода $d_э$, мм² рассчитываем по формуле (5):

$$d_э = h_p^{0,7} + K_d^{ПШ}, \quad (5)$$

где $K_d^{ПШ} = 1$ при положении шва «в лодочку» [7, с.11]

Глубина проплавления h_p , мм рассчитывается по формуле (6):

$$h_p^{0,7} = K \leq 1,2 * S, \quad (6)$$

где S - наименьшая толщина металла, $S = 10$ мм

Подставим значения в формулу (6):

$$h_p^{0,7} = 1,2 * 10 = 12 \text{ мм}$$

Получив все необходимые значения, подставим их в формулу (5):

$$d_э = 12^{0,7} + 1 = 5,7$$

Так как максимальный диаметр электродов УОНИ-13/65 5 мм, принимаем $d_э = 5$ мм, глубина проплавления в расчетной формуле принята максимальной, для получения нужного диаметра электрода можно уменьшить ее значение по условию формулы (6).

Определим сварочный ток $I_{св.}$, А по формуле (7) [7, с. 12]:

$$I_{св.} = K_i^{ТП} * K_i^{ПШ} * d_э^{1,4}, \quad (7)$$

где $K_i^{ТП} = 20 \pm 3$,

$$K_i^{ПШ} = 1$$

Подставим полученные значения в формулу (7):

$$I_{св.} = 20 * 1 * 9,5 = 190 \text{ А}$$

Определим напряжение дуги U_d , В по формуле (8):

$$U_d = 20 + 0,04 * I_{св.}, \quad (8)$$

Подставим значения в формулу (8):

$$U_d = 20 + 0,04 * 190 = 27 \text{ В}$$

1.5.1.2 Расчет прихваток для ТЗ

Сечение шва $F_n = 65 \text{ мм}^2$

1) При выполнении прихваток должно соблюдаться требование: сечение прихваток не может быть меньше $1/3$ и не должно превышать $1/2$ сечения металла наплавки первого прохода [3].

Из этого следует, что сечение прихватки для ТЗ должно находиться в пределах от 25 до 35 мм^2 .

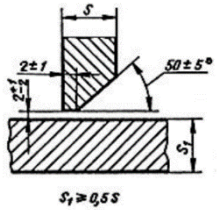
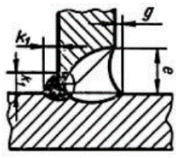
2) Исходя из условия 6-8d, [1, с. 191], сечение прихватки может находиться в пределах от 30 до 40 мм^2 . Принимаем сечение прихватки равное 35 мм^2 . Длина прихватки 30 мм.

1.5.2 Соединение Т7 ГОСТ 8713-79.

Характеристики данного соединения представлены в таблице 8.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.079 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 28 |

Таблица 8 – Соединение Т7 ГОСТ 8713-79 [30]

| Условное обозначение свариваемого соединения | Конструктивные элементы | | Способ сварки | s | g ±2 | e | |
|--|---|---|---------------|--------------|---------|---------|------------|
| | Подготовленных кромок свариваемых деталей | Сварного шва | | | | Но-мин. | Пред. откл |
| Т7 |  |  | АФШ, МФШ | От 8 до 9 | 4 | 15 | ±3 |
| | | | | Св. 8 до 14 | 5 | 22 | |
| | | | | Св. 14 до 20 | 6 | 30 | ±4 |
| | | | | Св. 20 до 24 | 7 | 39 | |
| | | | | Св. 24 до 26 | 8 | | |
| | | | | Св. 26 до 28 | 9 | 45 | ±5 |
| | | | | Св. 28 до 30 | 10 | | |

Проведем расчет площади наплавленного металла соединения Т7

Площадь наплавленного металла определим по формуле (9):

$$F_n = F_{\Delta} + F_T, \quad (9)$$

Площадь F_{Δ} определяется по формуле (5.3):

$$F_{\Delta} = \frac{f^2}{2} \tan \alpha, \quad (10)$$

$$\text{где } f = S - c = 20 - 1 = 19$$

$$\tan \alpha = \tan 50 = 1,2$$

Подставим значения в формулу (10):

$$F_{\Delta} = \frac{19^2}{2} 1,2 = 217 \text{ мм}^2$$

Площадь F_T определим по формуле (11):

$$F_T = \left(\frac{g \cdot T}{2}\right) - 0,73 * e * g', \quad (11)$$

где $g = 6$;

$e = 35$;

$g' = 1$

T – определим по правилу $\tan \alpha$ в треугольнике

$$\tan \alpha = \frac{T}{f},$$

$$1,2 = \frac{T}{19}$$

$$T = 22,8 \approx 23$$

Подставим значения в формулу (11):

$$F_T = \left(\frac{6 \cdot 23}{2}\right) - 0,73 * 35 * 1 = 44 \text{ мм}^2$$

Подставляем полученные значения площадей F_Δ и F_T в формулу (9):

$$F_H = 217 + 44 = 261 \text{ мм}^2$$

Принимаем площадь наплавленного металла 270 мм^2 . Соединение будет выполняться в пять проходов, корневой 50 мм^2 , четыре заполняющих по 55 мм^2 .

1.5.2.1 Расчет режимов для соединения Т7

$$F_H = 270 \text{ мм}^2$$

$$F_K = 50 \text{ мм}^2$$

| | | | | | | |
|-----|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.079 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 30 |

Начинаем расчет с определения глубины проплавления h_p , мм, она определяется по формуле (12) [1]:

$$h_p = 0,7 \cdot h_k - 0,5b, \quad (12)$$

где b – зазор

$$b = 0;$$

h_k рассчитывается по формуле корневого шва (13):

$$F_k = \frac{1}{2} \cdot f^2 \cdot \operatorname{tg} \alpha + h_k \cdot b \quad (13)$$

$$f = h - c$$

где $c = 0$;

h_k – определяем методом подбора:

$$\text{При } h = 9 F_k = \frac{1}{2} \cdot 81 \cdot 1,2 = 48,6 \text{ мм}^2$$

$$\text{При } h = 9,1 F_k = \frac{1}{2} \cdot 82,81 \cdot 1,2 = 50 \text{ мм}^2$$

Принимаем $h_k = 9,1$.

Расчет глубины проплавления h_p выполняем по формуле (12):

$$h_p = 0,7 \cdot 9,1 = 6,4$$

Рассчитаем значение сварочного тока $I_{св}$, А по формуле (14):

$$I_{св} = \frac{h_p}{k_h} * 100, \quad (14)$$

где k_h – коэффициент по таблице [1, с. 193]

| | | | | | | |
|-----|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.079 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 31 |

k_h при сварке под флюсом равен 1,1

Подставим значения в формулу (14):

$$I_{св} = \frac{6,4}{1,1} * 100 = 582 \text{ А}$$

Расчет диаметра сварочной проволоки $d_э$, мм выполняем по формуле (15):

$$d_э = K_d \cdot F_k, \quad (15)$$

где K_d – коэффициент [7, таблица 16] $K_d = 0,050$

Подставим значения в формулу (15):

$$d_э = 0,055 \cdot 50 = 2,75 \text{ мм}$$

Принимаем диаметр электрода 3 мм

Расчет значения плотности тока J , А/мм² выполняем по формуле (16):

$$J = \frac{4 \cdot I_{св}}{\pi d^2}, \quad (16)$$

где $\pi = 3,14$

Подставим значения в формулу (16):

$$J = \frac{4 \cdot 582}{3,14 \cdot 9} = 82 \text{ А/мм}^2$$

Значение плотности тока должно находиться в пределах от 45 до 90 при $d_э = 3 \text{ мм}^2$ [1, с. 192].

Расчет скорости сварки $V_{CB}, \frac{\text{см}}{\text{с}}$ выполняем по формуле (17):

$$V_{CB} = \frac{\alpha_H \cdot I_{CB}}{3600 \cdot \rho \cdot F_K}, \quad (17)$$

где α_H – коэффициент наплавки, г/А·ч

ρ – плотность основного металла, $\rho = 7,8 \text{ г/см}^3$

Расчет коэффициента наплавки α_H , выполняется по формуле (18) [7, с. 24]:

При обратной полярности:

$$\alpha_H = 6,8 + 0,0702 \cdot I_{CB} \cdot d^{(-1,505)} \quad (18)$$

$$\alpha_H = 6,8 + 0,0702 \cdot 582 \cdot 3^{(-1,505)} = 15 \text{ г/А·ч}$$

Подставим значения в формулу (17):

$$V_{CB} = \frac{15 \cdot 582}{3600 \cdot 7,8 \cdot 0,5} = 0,6 \text{ см/с}$$

Расчет напряжения дуги $U_D, \text{ В}$ выполняем по формуле (19):

$$U_D = 20 + 0,05 \cdot \frac{I_{CB}}{\sqrt{d_3}} \quad (19)$$

Подставим значения в формулу (19):

$$U_D = 20 + 0,05 \cdot \frac{582}{\sqrt{3}} = 37 \text{ В}$$

Расчет погонной энергии сварки $q_{п}, \text{ Дж/см}$ выполняем по формуле (20):

$$q_{\text{п}} = \frac{I_{\text{св}} \cdot U_{\text{д}} \cdot \eta}{V_{\text{св}}}, \quad (20)$$

где η – коэффициент КПД дуги, для сварки под флюсом $\eta = 0,8 \div 0,85$

Подставим значения в формулу (20):

$$q_{\text{п}} = \frac{582 \cdot 37 \cdot 0,85}{0,6} = 30506,5 \text{ Дж/см}$$

Расчет коэффициента провара $\psi_{\text{пр}}$, выполняем по формуле (21) [1, с. 188]:

$$\psi_{\text{пр}} = K' \cdot (19 - 0,01 \cdot I_{\text{св}}) \cdot \frac{d_{\text{э}} \cdot U_{\text{д}}}{I_{\text{св}}} \quad (21)$$

Коэффициент K' определяется в зависимости от значения плотности тока

$$\text{Если } J \leq 120 \frac{\text{А}}{\text{мм}^2}, K' = 0,367 \cdot J^{0,1925}$$

$$\text{Если } J > 120 \frac{\text{А}}{\text{мм}^2}, K' = 0,92$$

$$\text{Так как } J = 82, \text{ то } K' = 0,367 \cdot J^{0,1925} = 0,8$$

Подставим значения в формулу (21):

$$\psi_{\text{пр}} = 0,8 \cdot (19 - 0,01 \cdot 582) \cdot \frac{3 \cdot 37}{582} = 2,1$$

Проверим глубину проплавления h , мм по формуле (22):

$$h = 0,076 \cdot \sqrt{\frac{q_{\text{п}}}{\psi_{\text{пр}}}} \quad (22)$$

Подставим значения в формулу (22):

$$h = 0,076 \cdot \sqrt{\frac{30506,5}{2,1}} = 9 \text{ мм}$$

Фактическая глубина проплавления превышает заданное значение, но характер планируемого соединения (условно с подкладкой) обеспечивает невозможность прожога.

Рассчитаем скорость подачи проволоки $V_{\text{пп}}$, м/ч по формуле (23):

$$V_{\text{пп}} = \frac{4 \cdot V_{\text{св}} \cdot F_k}{\pi d_3^2}, \quad (23)$$

где $V_{\text{св}}$ – скорость сварки в м/ч

Подставим значения в формулу (23):

$$V_{\text{пп}} = \frac{4 \cdot 21,6 \cdot 50}{3,14 \cdot 9} = 153 \text{ м/ч}$$

Рассчитаем вылет электродной проволоки l_3 , мм по формуле (24):

$$l_3 = 10d_3 \pm 2d_3 \quad (24)$$

Подставим значения в формулу (24):

$$l_3 = 30 \pm 6$$

Результаты расчетов сведем в таблицу 9.

Таблица 9 – Результаты расчетов режимов сварки под флюсом соединения Т7 для корневого шва

| $I_{св}, А$ | $d_{э}, мм$ | $J, А/мм^2$ | $V_{св}, \frac{м}{ч}$ | $U_{д}, В$ | $V_{пп}, м/ч$ | $l_{э}, мм$ |
|-------------|-------------|-------------|-----------------------|------------|---------------|-------------|
| 580÷585 | 3 | 82 | 21÷22 | 35÷40 | 150÷155 | 24÷36 |

Расчет режимов для заполняющих швов

$$F_H = 270 \text{ мм}^2$$

$$F_{п} = 55 \text{ мм}^2$$

Технически целесообразно выполнять заполняющие швы проволокой того же диаметра, что и для корневого шва [1]. Диаметр электрода равен 3 мм.

Сварочный ток $I_{св}, А$ определяем по формуле (25):

$$I_{св} = \frac{\pi d^2}{4} * j, \quad (25)$$

где j – плотность тока, $А/мм^2$, при максимально допустимом значении по таблице [1, с. 193], $j = 90 \text{ А/мм}^2$.

Подставим значения в формулу (25):

$$I_{св} = \frac{3,14 * 9}{4} * 90 = 636 \text{ А}$$

Расчет скорости сварки $V_{св}, \frac{см}{с}$ выполняем по формуле (17):

Расчет коэффициента наплавки $\alpha_{н}$, выполняется по формуле (18) [7, с. 24]:

При обратной полярности:

$$\alpha_{н} = 6,8 + 0,0702 * 636 * 3^{(-1,505)} = 15,6 \text{ г/А}\cdot\text{ч}$$

$$V_{CB} = \frac{15 \cdot 636}{3600 \cdot 7,8 \cdot 0,55} = 0,6 \text{ см/с}$$

Расчет напряжения дуги U_d , В выполняем по формуле (19):

$$U_d = 20 + 0,05 \cdot \frac{636}{\sqrt{3}} = 39 \text{ В}$$

Расчитаем скорость подачи проволоки $V_{ПП}$, м/ч по формуле (23):

$$V_{ПП} = \frac{4 \cdot 21,6 \cdot 55}{3,14 \cdot 9} = 168 \text{ м/ч}$$

Расчитаем вылет электродной проволоки l_3 , мм по формуле (24):

$$l_3 = 30 \pm 6$$

Результаты расчетов сведем в таблицу 10.

Таблица 10 – Результаты расчетов режимов сварки под флюсом соединения Т7 для заполняющих швов

| I_{CB} , А | d_3 , мм | J , А/мм ² | V_{CB} , $\frac{\text{м}}{\text{ч}}$ | U_d , В | $V_{ПП}$, м/ч | l_3 , мм |
|--------------|------------|-------------------------|--|-----------|----------------|------------|
| 630÷635 | 3 | 90 | 21÷22 | 39 | 165÷170 | 24÷36 |

1.5.2.2 Расчет прихваток для соединения Т7

Сечение корневого шва $F_k = 50 \text{ мм}^2$

Исходя из тех же условий, что описаны выше соответственно:

- 1) Сечение от 16 до 25 мм².

2) Сечение от 18 до 24 мм².

Принимаем сечение прихватки равное 18 мм².

1.5.3 Соединение Т1 ГОСТ 8713-79.

Характеристики данного соединения представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Соединение Т1 ГОСТ 8713-79 [30]

| Условное обозначение свариваемого соединения | Конструктивные элементы | | Способ сварки | s | b | |
|--|---|--------------|---------------|-------------|---------|-------------|
| | Подготовленных кромок свариваемых деталей | Сварного шва | | | Но-мин. | Пред. откл. |
| Т1 | | | АФ, МФ | 3 | 0 | +0,8 |
| | | | | Св. 3 до 5 | | +1,0 |
| | | | | Св. 5 до 40 | | +1,5 |

Проведем расчет площади наплавленного металла соединения Т1

При определении катета шва опираются на толщину металла. Так как в нашем случае толщина свариваемых деталей одинакова, принимаем катет шва 40% от толщины с прибавкой 2 мм. $K = 14$ мм.

Площадь наплавленного металла определим по формуле (4):

$$F_H = 0,5 * 196 + 1,05 * 14 = 113 \text{ мм}^2$$

Принимаем корневой шов 50 мм², заполняющий 63 мм².

Соединение Т1 будет выполнено в два прохода.

1.5.3.1 Расчет режимов для соединения Т1

$$F_H = 113 \text{ мм}^2$$

$$F_K = 50 \text{ мм}^2$$

Начинаем расчет с определения глубины проплавления h_p , мм, по формуле (12) [1]:

$$h_p = 0,7 \cdot 9,1 = 6,4$$

$h_k = 9,1$ при площади корневого шва 50 мм^2 .

Рассчитаем значение сварочного тока $I_{св}$, А по формуле (14):

$$I_{св} = \frac{6,4}{1,1} * 100 = 582 \text{ А}$$

Расчет диаметра сварочной проволоки d_3 , мм выполняем по формуле (15):

$$d_3 = 0,055 \cdot 50 = 2,75 \text{ мм}$$

Принимаем диаметр электрода 3 мм

Расчет значения плотности тока J , А/мм² выполняем по формуле (16):

$$J = \frac{4 \cdot 582}{3,14 \cdot 9} = 82 \text{ А/мм}^2$$

Значение плотности тока должно находиться в пределах от 45 до 90 при $d_3 = 3 \text{ мм}^2$ [1, с. 192]

Расчет скорости сварки $V_{св}, \frac{см}{с}$ выполняем по формуле (17):

Расчет коэффициента наплавки α_n , выполняется по формуле (18) [7, с. 24]:

При обратной полярности:

$$\alpha_n = 6,8 + 0,0702 \cdot 582 \cdot 3^{(-1,505)} = 15 \text{ г/А}\cdot\text{ч}$$

Подставим значения в формулу (17):

$$V_{св} = \frac{15 \cdot 582}{3600 \cdot 7,8 \cdot 0,5} = 0,6 \text{ см/с}$$

Расчет напряжения дуги U_d , В выполняем по формуле (19):

$$U_d = 20 + 0,05 \cdot \frac{582}{\sqrt{3}} = 37 \text{ В}$$

Расчет погонной энергии сварки $q_{п}$, Дж/см выполняем по формуле (20):

$$q_{п} = \frac{582 \cdot 37 \cdot 0,85}{0,6} = 30506,5 \text{ Дж/см}$$

Расчет коэффициента провара $\psi_{пр}$, выполняем по формуле (21) [1, с. 188]:

$$K' = 0,8, \text{ при } J = 82 \text{ А/мм}^2$$
$$\psi_{пр} = 0,8 \cdot (19 - 0,01 \cdot 582) \cdot \frac{3 \cdot 37}{582} = 2,1$$

Проверим глубину проплавления h , мм по формуле (22):

| | | | | | | |
|-----|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.079 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 40 |

$$h = 0,076 \cdot \sqrt{\frac{30506,5}{2,1}} = 9 \text{ мм}$$

Фактическая глубина проплавления превышает заданное значение, но при толщине металла 30 мм, прожог невозможен.

Рассчитаем скорость подачи проволоки $V_{\text{пп}}$, м/ч по формуле (23):

$$V_{\text{пп}} = \frac{4 \cdot 21,6 \cdot 50}{3,14 \cdot 9} = 153 \text{ м/ч}$$

Рассчитаем вылет электродной проволоки l_3 , мм по формуле (24):

$$l_3 = 30 \pm 6$$

Результаты расчетов сведем в таблицу 12.

Таблица 12 – Результаты расчетов режимов сварки под флюсом корневого шва соединения Т1

| $I_{\text{св}}, \text{А}$ | $d_3, \text{мм}$ | $J, \text{А/мм}^2$ | $V_{\text{св}}, \frac{\text{м}}{\text{ч}}$ | $U_d, \text{В}$ | $V_{\text{пп}}, \text{м/ч}$ | $l_3, \text{мм}$ |
|---------------------------|------------------|--------------------|--|-----------------|-----------------------------|------------------|
| 580÷585 | 3 | 82 | 21÷22 | 35÷40 | 150÷155 | 24÷36 |

Расчет режимов для заполняющих швов

$$F_H = 113 \text{ мм}^2$$

$$F_{\text{п}} = 63 \text{ мм}^2$$

Технически целесообразно выполнять заполняющие швы проволокой того же диаметра, что и для корневого шва. Диаметр электрода равен 3 мм [1].

Сварочный ток $I_{\text{св}}, \text{А}$ определяем по формуле (25):

$$I_{\text{св}} = \frac{\pi d^2}{4} * j, \quad (25)$$

где j – плотность тока, А/мм², при максимально допустимом значении по таблице [1, с.193], $j = 90$ А/мм².

Подставим значения в формулу (25):

$$I_{\text{св}} = \frac{3,14 * 9}{4} * 90 = 636 \text{ А}$$

Расчет скорости сварки $V_{\text{св}}, \frac{\text{см}}{\text{с}}$ выполняем по формуле (17):

Расчет коэффициента наплавки $\alpha_{\text{н}}$, выполняется по формуле (18) [7, с. 24]:

При обратной полярности:

$$\alpha_{\text{н}} = 6,8 + 0,0702 * 636 * 3^{(-1,505)} = 15,6 \text{ г/А}\cdot\text{ч}$$

$$V_{\text{св}} = \frac{15 * 636}{3600 * 7,8 * 0,63} = 0,5 \text{ см/с}$$

Расчет напряжения дуги $U_{\text{д}}, \text{В}$ выполняем по формуле (19):

$$U_{\text{д}} = 20 + 0,05 * \frac{636}{\sqrt{3}} = 39 \text{ В}$$

Рассчитаем скорость подачи проволоки $V_{\text{пп}}, \text{м/ч}$ по формуле (23):

$$V_{\text{пп}} = \frac{4 * 18 * 63}{3,14 * 9} = 160 \text{ м/ч}$$

Рассчитаем вылет электродной проволоки $l_{\text{э}}, \text{мм}$ по формуле (24):

$$l_3 = 30 \pm 6$$

Результаты расчетов сведем в таблицу 13.

Таблица 13 – Результаты расчетов режимов сварки под флюсом соединения Т1 для заполняющих швов

| $I_{св}, А$ | $d_3, мм$ | $J, А/мм^2$ | $V_{св}, \frac{М}{ч}$ | $U_{д}, В$ | $V_{пп}, М/ч$ | $l_3, мм$ |
|-------------|-----------|-------------|-----------------------|------------|---------------|-----------|
| 630÷635 | 3 | 90 | 18 | 39 | 165÷170 | 24÷36 |

1.5.3.2 Расчет прихваток для соединения Т1

Сечение шва $F_k = 50 \text{ мм}^2$

Исходя из тех же условий соответственно:

- 1) Сечение от 16 до 25 мм^2 .
- 2) Сечение от 18 до 24 мм^2 .

Принимаем сечение прихватки равное 18 мм^2 , но после нужно произвести срез до 9 мм^2 с помощью абразивного инструмента.

1.6 Описание оборудования

1.6.1 Основное оборудование

1.6.1.1 Сварочная колонна МР-30М



Рисунок 6 - Сварочная колонна МР-30М

Характеристики сварочной колонны МР-30М представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Характеристики сварочной колонны МР-30М [17]

| | |
|--|------------------------------|
| Модель | МР-30М |
| Питание | 3-фазный 220/380 В, 50/60 Гц |
| Вылет консоли, мм | 3000 |
| Ход колонны, мм | 3000 |
| Грузоподъемность привода, кг | 300 |
| Скорость перемещения консоли, мм/мин | 250-2500 |
| Скорость перемещения платформы, мм/мин | 1500 |
| Поворот колонны, град | 360 |
| Общая высота, мм | 5040 |
| Общая ширина, мм | 4400 |
| Общая длина, мм | 1850 |
| Минимальная высота консоли над полом, мм | 650 |
| Минимальный вылет консоли от колонны, мм | 700 |

1.6.1.2 Автоматическая сварочная головка ESAB A6 S Arc Master

A6 S Arc Master - комплектная система, предназначенная для высокопроизводительной сварки. Она универсальна, прочна и надежна в работе. A6 S Arc Master является базой программы автоматизации сварки ЭСАБ и может быть доукомплектована дополнительными модулями и компонентами системы. Поставляется в виде различных стандартных моделей, отвечающих конкретным требованиям заказчика [18].

Из стандартной базовой модели A6 S, добавляя необходимые модули (систему позиционирования, систему слежения по стыку, систему подачи флюса и т.п.), можно собрать сварочную систему для выполнения конкретных работ с заданной степенью автоматизации.



Рисунок 7 – Автоматическая сварочная головка ESAB A6 S Arc Master

Характеристики сварочной головки представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Характеристики сварочной головки [18]

| Наименование | Сварка под флюсом одной проволокой |
|----------------------------------|------------------------------------|
| Макс. ток при ПВ100%, А | 1500 |
| Диаметр проволоки, мм | 1,6-4,0 |
| Скорость подачи проволоки, м/мин | 0,4-4,0 |

1.6.1.3 Сварочный манипулятор МС-5



Рисунок 8 – Сварочный манипулятор МС-5

Характеристики сварочного манипулятора представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Характеристики сварочного манипулятора МС-5 [19]

| | |
|--|----------|
| Наименование параметра | МС-5 |
| Грузоподъемность, кг | 500 |
| Скорость вращения планшайбы, об/мин | 0,09-0,9 |
| Максимальный угол наклона планшайбы, град. | 120 |
| Диаметр планшайбы, мм | 800 |
| Напряжение питания, В | 3x380 |
| Потребляемая мощность, кВт | 4 |
| Габаритные размеры, мм | |
| Длина | 1000 |
| Ширина | 910 |
| Высота | 780 |
| Масса, кг | 55 |

1.6.1.4 Выпрямитель сварочный универсальный ВДУ – 1000

Универсальный сварочный выпрямитель ВДУ-1000 используется как источник тока при комплектации сварочных автоматов. ВДУ-1000 (сварочный выпрямитель) вместе со сварочным автоматом используются для наплавки и сварки под флюсом на постоянном токе [20].

Основные преимущества выпрямителя ВДУ-1000:

- Надежное зажигание и устойчивое горение сварочной дуги;
- Функция защиты от перегрева;
- Возможна местная и дистанционная регулировка сварочных параметров;
- Небольшой вес и энергопотребление источника в сравнении с аналогами;
- ВДУ-1000 имеет 2 вида внешних жестких вольтамперных характеристик для наплавки и сварки под слоем флюса;
- Класс изоляции Н (ГОСТ 8865-70).

Технические характеристики представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Технические характеристики ВДУ – 1000 [20]

| Наименование параметра | ВДУ-1000 |
|---|----------------------|
| Питание сети | 380 В, 50 Гц, 3 фазы |
| Номинальный сварочный ток, А (при ПВ, %) | 1000 (60%) |
| Пределы регулирования сварочного тока, А | 150 - 1000 |
| Пределы регулирования сварочного напряжения, В | 24-45 |
| Номинальное рабочее напряжение, В | 45 |
| Напряжение холостого хода, В, не более | 55 |
| Потребляемая мощность при номинальном токе, кВА, не более | 57 |
| Масса, кг, не более | 360 |
| Габариты, мм, не более | 695x610x1105 |

1.6.1.5 Сварочный инвертор EWM Pico 300 Cel

Основные характеристики представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Основные характеристики сварочного инвертора [21]

| Тип сварки | Ручная дуговая сварка (ММА) /TIG Liftarc |
|---------------------------|--|
| Сварочный ток (ММА) | 10 - 300 А |
| Напряжение холостого хода | 107 В |
| Мощность | 12,1 кВт·А |
| Диаметр электрода | 1,6-5,0 мм |
| Напряжение | 3x400 В |
| Габарит | 51,5x18,5x35 см |
| Масса | 16,5 кг |

1.6.2 Вспомогательное оборудование

1.6.2.1 Лазерная установка BRASERO для резки заготовок

Характеристики лазерной установки BRASERO представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Характеристики установки [22]

| Характеристика | Параметр |
|---|----------------|
| Зона обработки по осям X и Y | 3000 x 1500 мм |
| Ход оси Z | 170 мм |
| Разрешение перемещений по линейным осям | 0,001 мм |
| Точность обработки | ±0.05 мм |
| Погрешность повторного позиционирования | 0.02 мм |
| Максимальная скорость по осям X, Y | 140 м/мин |
| Максимальная скорость резки | 40 м/мин |

Установка лазерной резки включает в себя следующие модули:

- трехкоординатная порталная система перемещения на линейных моторах по осям X и Y, и линейным модулем оси Z;
- пылеулавливающая система;
- режущая головка;
- система сменных паллет (паллетайзер);
- фильтровентиляционная установка;
- лазерный источник;
- чиллер (система охлаждения);
- шкаф автоматики (включает СЧПУ);
- продольный конвейер для удаления отходов и мелких деталей;
- компрессор.

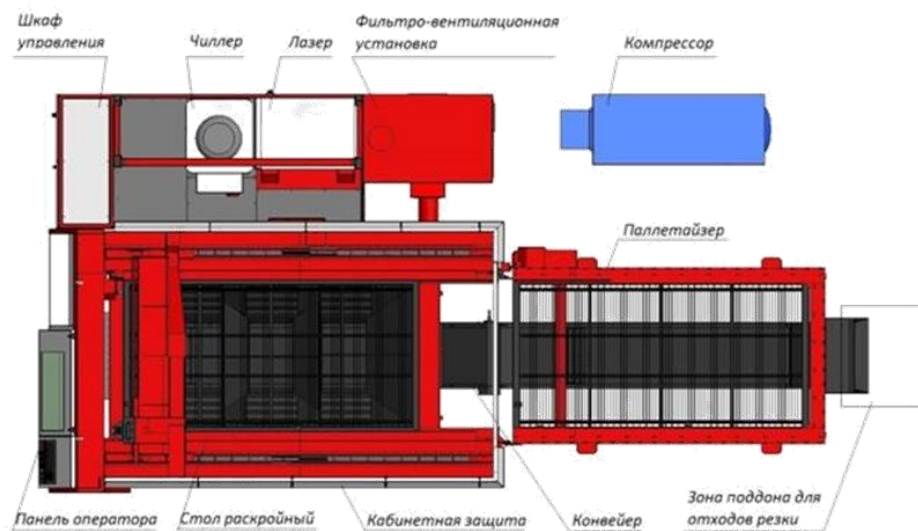


Рисунок 9 - Лазерная установка Brasero

1.6.2.2 Углошлифовальная машина MakitaGA9020 для зачистки металла после сварки

Характеристики углошлифовальной машины MakitaGA9020 представлены в таблице 20

Таблица 20 - Технические характеристики углошлифовальной машины [23]

| Тип | Угловая шлифмашина |
|---------------------------------|--------------------|
| Мощность, Вт | 2000 |
| Напряжение, В | 230 |
| Диаметр шлифовального диска, мм | 230 |
| Длина кабеля, м | 2,5 |
| Число вращений, об/мин | 6600 |
| Вес шлифмашины, кг | 4,7 |

1.6.2.3 Трубный торцеватель с электроприводом ТТ-630-2 для снятия фаски

Трубный торцеватель с электроприводом ТТ-630-2 предназначен для снятия фаски с труб диаметром 300-600 мм. Торцеватель крепится внутри трубы с помощью трех самоцентрирующихся кулачков. Голова у трубного

торцевателя имеет 2 резцедержателя, это позволяет выполнять несколько операций одновременно и при этом контролировать режим резания, так как осевая подача резца осуществляется вручную. Данная модель может поставляться и с пневматическим приводом.

Особенности:

- Внутренний самоцентрирующийся зажим;
- Сменные центраторы и кулачки обеспечивают обработку широкого диапазона диаметров труб;
- Фаскосниматель устанавливается на трубы и закрепляется изнутри самоцентрирующимся 3-х кулачковым зажимом;
- Резцы из стали P18;
- Подача резцов осуществляется вручную;
- Применение резцов из твердого сплава позволит увеличить производительность обработки;
- Переносная разборная конструкция;
- Электропривод с питанием от сети 220 В.



Рисунок 10 – Трубный торцеватель ТТ-630-2

Характеристики трубного торцевателя ТТ-630-2 представлены в таблице 21.

Таблица 21 – Характеристики трубного торцевателя ТТ-630-2 [24]

| Параметр | Значение |
|---------------------------------|----------|
| Мощность, Вт | 800 |
| Напряжение сети, В | 220 |
| Диаметр труб, мм | 300-600 |
| Максимальная толщина стенки, мм | 75 |
| Частота вращения/подача, мм/об | 10/0,15 |
| Ход подачи резцедержателя, мм | 55 |
| Вес, кг | 167 |

1.6.2.4 Вертикальный токарный станок с ЧПУ CD 125 для выреза буртика на дисках

Высокоэффективный вертикальный токарный станок с ЧПУ. Станина и колонна станка изготовлены из высококачественного чугуна. Обладают хорошей стабильностью и демпфируют вибрации. Удобная установка заготовки и малая занимаемая площадь благодаря вертикальной конструкции. Направляющие станка покрыты составом, обеспечивающим низкое трение, износостойкость и высокое быстродействие. Прямоугольная направляющая поперечины оси *Z* обладает высокой жесткостью. Её преимуществом является возможность обработки больших и глубоких отверстий. В качестве направляющих винтов по осям *X/Z* применяются высокоточные шариковые винты и специальные подшипники [25].



Рисунок 11 - Вертикальный токарный станок с ЧПУ CD 125

Характеристики вертикального токарного станка с ЧПУ CD 125 представлены в таблице 22.

Таблица 22 – Характеристики токарного станка с ЧПУ CD 125 [25]

| Параметры | Значение |
|---------------------------------|----------------|
| Диаметр стола, мм | 1000 |
| Макс. диаметр заготовки, мм | 1250 |
| Диапазон оборотов стола, об/мин | 15-150 |
| Перемещение по оси X, мм | 650 |
| Перемещение по оси Z, мм | 900 |
| Габариты (ДхШхВ), мм | 2374x2137x3535 |
| Вес, кг | 10000 |

1.6.2.5 Дефектоскоп ДМК-4 для контроля качества сварных швов

Контроль качества сварных швов – необходимая процедура для определения качества металлоконструкции [26].

Если шов недостаточно плотный, с нарушенной герметичностью и другими деформациями – все это неизбежно скажется на сроке эксплуатации металлоконструкции.

Пригодность изделия к эксплуатации, определение соответствия шва нормам производится по ГОСТ 30242-97.

Чтобы обнаружить дефекты сварного шва применяются следующие способы:

1. Визуальный осмотр – проводится с применением увеличительных приборов;
2. Капиллярный метод – основан на изменении цвета специального материала при соприкосновении с текучим материалом, например, с керосином;
3. Магнитный метод – измерение искажения магнитных волн;
4. Ультразвуковой метод – применение ультразвуковых дефектоскопов, измеряющих отражение звуковых волн;

5. Радиационный метод – просвечивание сварных швов рентгеном и получение снимка со всеми деталями дефекта.

Для контроля качества сварных швов были выбраны визуальный осмотр и капиллярный метод.

Визуально-измерительный контроль

При визуальном и измерительном контроле должно быть установлено отсутствие в них наружных дефектов: трещин в шве и околошовной зоне, непроваров, прожогов, свищей, незаваренных кратеров, наплывов, протечек металла, несоответствие формы и размеров сварного шва, местных скоплений пор и включений.

Капиллярный метод

Капиллярные дефектоскопы представляют собой комплексы, состоящие из приборов и вспомогательных средств, позволяющие оператору с помощью набора дефектоскопических материалов осуществлять весь технологический процесс капиллярного неразрушающего контроля. Капиллярные дефектоскопы предназначены для обнаружения невидимых или слабо видимых глазом поверхностных дефектов (трещин, пористости, непроваров, других несплошностей различного происхождения) в металлических и неметаллических материалах, полуфабрикатах и изделиях любой геометрической формы. Дефектоскопы бывают стационарными переносными и передвижными [26].

Дефектоскоп ДМК-4

Дефектоскоп ДМК-4, переносный. Дефектоскоп предназначен для контроля цветным методом деталей, изготовленных из различных материалов, в полевых и цеховых условиях при небольшом объеме работ. Он выполнен в

виде чемодана с гнездами и секциями, в которых размещены запас дефектоскопических материалов, принадлежности для контроля и малый дефектоскоп. В малом дефектоскопе имеются емкости с расходными растворителями, краской и жидкостью, пеналы с кистями и лупы. Малый дефектоскоп позволяет проводить контроль в труднодоступных местах механизмов и машин. Габарит 430x250x200 мм; масса – около 7 кг [26].

1.7 Технология изготовления корпуса барабана лебедки

Технология изготовления барабана лебедки представлена в таблице 23.

Таблица 23 - Технология изготовления барабана лебедки

| № операции | Наименование операции | Сущность операции | Оборудование и режимы сварки |
|------------|-----------------------|--|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Транспортировка | Доставка металла (листы, трубы) со склада на заготовительный участок цеха | Кран-балка опорная Г/П, Характеристики: Грузоподъемность 3.2 тн; Пролет крана 18 м; Потребляемая мощность 1,9-2,8 кВт |
| 2 | Резка | Резка листа на заготовки: 1) Диск Ø560; 2) Диск Ø680; 3) Ребра жесткости; 4) Резка трубы Ø480 и трубы Ø200 на заготовки. | Лазерная установка BRASERO, Характеристики: Зона обработки по осям X и Y - 3000 x 1500 мм; Ход оси Z - 170 мм; Точность обработки ±0.05 мм; Максимальная скорость по осям X, Y - 140 м/мин; Максимальная скорость резки - 40 м/мин |

Продолжение таблицы 23

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|--------------------------|--|---|
| 3 | Обработка кромок | Обработка кромок обечайки трубным торцевателем с электроприводом | Трубный торцеватель с электроприводом ТТ-630-2 Характеристики: Мощность – 800 Вт; Напряжение сети – 220 В; Диаметр труб – 300-600 мм; Максимальная толщина стенки – 75 мм; Частота вращения/подача – 10/0,15 мм/об Вес – 167 кг |
| 4 | Вырез буртика | Вырезка буртика на обоих дисках Ø386, высота 10 мм | Вертикальный токарный станок с ЧПУ CD 125 Характеристики: Макс. Ø точения, мм – 1250; Частота вращения стола, об/мин – 15-150; Диаметр стола – 1000 мм; Перемещение по оси X – 650 мм; Перемещение по оси Z – 900 мм; Вес – 10000 кг |
| 5 | Предварительный подогрев | Процесс предварительного подогрева перед сваркой до температуры 230° С | Баллон с газом, редуктор |
| 6 | Сборка | Сборка изделия производится на манипуляторе. Осуществить прихватку колец к каждому диску. После этого устанавливается и зажимается на планшайбе манипулятора диск Ø680, затем по подготовленным буртикам устанавливается обечайка, ставятся прихватки. Затем на обечайку устанавливается диск Ø560, далее так же ставят прихватки. После приварки колец к дискам, и сварки обечайки с дисками, осуществляется прихватка и приварка ребер жесткости | Манипулятор MC-5, инвертор EWM Pico 300 Cel Режимы прихваток: Электрод – УОНИ 13/65; $d_э = 5$ мм; $I_{св} = 190$ А; $U_д = 15$ В Прихватки длиной 30 мм расстояние между прихватками 150 мм, на обечайке прихватки в 6-ти диаметрально противоположных точках, на кольцах прихватки в 4-х точках |

| | | | | |
|-----|------|----------|---------|------|
| | | | | |
| Изм | Лист | № докум. | Подпись | Дата |

ДП 44.03.04.079 ПЗ

Лист

55

Окончание таблицы 23

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|-----------------|---|--|
| 7 | Сварка | Сварка осуществляется на специальной сварочной установке, которая состоит из сварочного манипулятора, сварочной колонны, сварочной головки и источника питания, а также инвертора | <p>Автоматическая сварочная головка ESAB A6 S Arc Master, ИП ВДУ 1000, сварочная колонна МР-30М, сварочный манипулятор МС – 5, а также инвертор для приварки ребер жесткости.</p> <p>Режимы:</p> <p>Для Т7 (4 прохода) корневого прохода: $d_3=3$; $I_{св} = 580 \div 585$ А; $V_{св} = 21 \div 22$ м/ч; $V_{пп} = 150 \div 155$ м/ч; $U_d = 35 \div 40$ В</p> <p>Для заполняющих проходов: $d_3=3$; $I_{св} = 630 \div 635$ А; $V_{св} = 21 \div 22$ м/ч; $V_{пп} = 165 \div 170$ м/ч; $U_d = 35 \div 40$ В</p> <p>Для Т1 (2 прохода): Корневого прохода: $d_3=3$; $I_{св} = 580 \div 585$ А; $V_{св} = 21 \div 22$ м/ч; $V_{пп} = 150 \div 155$ м/ч; $U_d = 35 \div 40$ В</p> <p>Заполняющих швов: $d_3=3$; $I_{св} = 630 \div 635$ А; $V_{св} = 18$ м/ч; $V_{пп} = 165 \div 170$ м/ч; $U_d = 35 \div 40$ В</p> <p>Для Т3 РДС (два прохода): $d_3=6$; $I_{св} = 250$ А; $U_d = 20$ В</p> |
| 8 | Зачистка детали | Произвести зачистку от брызг, окалины и шлака | Углошлифовальная машина Makita GA9020 |
| 9 | Контроль | Проведение визуального осмотра, проверка на наличие внутренних и наружных дефектов. | Дефектоскоп ДМК-4, измерительные приборы для контроля качества |

Итак, в технологическом разделе было представлено описание конструкции, проанализирована сталь 25ХГСА, выбран и обоснован способ сварки, а также сварочные материалы. Определены сварные соединения по ГОСТ и подсчитаны режимы сварки, было подобрано и описано основное и вспомогательное оборудование, представлена технология изготовления металлоконструкции.

2 Методический раздел

В технологической части разработанного дипломного проекта разработана технология сборки и сварки барабана лебедки. В процессе разработки предложена замена ручной электродуговой сварки на автоматическую электродуговую сварку под флюсом. Для осуществления данного технологического процесса разработана технология, предложена замена сборочного и сварочного оборудования на более современное. Реализация разработанной технологии предполагает подготовку рабочих, которые могут осуществлять эксплуатацию, наладку, обслуживание и ремонт предложенного оборудования.

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

Для разработки программы переподготовки необходимо изучить и проанализировать такие нормативные документы как Профессиональные стандарты. *Профессиональный стандарт* является новой формой определения квалификации работника по сравнению с единым тарифно-квалификационным справочником работ и профессий рабочих и единым квалификационным справочником должностей руководителей, специалистов и служащих.

Профессиональные стандарты применяются:

– работодателями при формировании кадровой политики и в управлении персоналом, при организации обучения и аттестации работников, разработке должностных инструкций, тарификации работ, присвоении тарифных разрядов работникам и установлении систем оплаты труда с учетом особенностей организации производства, труда и управления;

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

2.1 Сравнительный анализ Профессиональных стандартов

В данном случае рассмотрим следующие профессиональные стандарты:

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

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

На первом этапе рассмотрим и сравним функциональные карты видов трудовой деятельности по профессии «Сварщик ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом» (4-го разряда), так как в базовой технологии сварочные работы осуществляются с применением ручной дуговой сварки, и по профессии «Сварщик-оператор автоматической сварки плавлением», что имеет место в проектируемой технологии.

В таблице 24 приведены выписки из Профессиональных стандартов, характеризующие трудовые функции рабочих профессий: «Сварщик ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом (4-го разряда) и «Сварщик-оператор автоматической сварки плавлением».

Таблица 24 – Функциональные характеристики рабочих профессий «Сварщик ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом» (4-го разряда) и «Сварщик-оператор автоматической сварки плавлением» [27, 28]

| Характеристики | Сварщик ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом | Сварщик-оператор автоматической сварки плавлением |
|-------------------|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| Трудовая функция | Ручная дуговая сварка (наплавка, резка) плавящимся покрытым электродом (РД) конструкций (оборудования, изделий, узлов, трубопроводов, деталей) любой сложности | Выполнение полностью механизированной и автоматической сварки плавлением металлических материалов с настройкой и регулировкой оборудования |
| Трудовые действия | <p>Ознакомление с конструкторской и производственно-технологической документацией по сварке</p> <p>Проверка работоспособности и исправности сварочного оборудования</p> <p>Зачистка ручным или механизированным инструментом элементов конструкции (изделия, узлы, детали) под сварку</p> <p>Выбор пространственного положения сварного шва для сварки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей)</p> <p>Сборка элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку с применением сборочных приспособлений</p> <p>Сборка элементов конструкции (изделия, узлы, детали) под сварку на прихватках</p> <p>Проверка оснащённости сварочного поста РД</p> <p>Проверка работоспособности и исправности оборудования поста РД</p> <p>Проверка работоспособности и исправности сварочного оборудования для РД, настройка сварочного оборудования для РД с учетом особенностей его специализированных функций (возможностей)</p> <p>Проверка наличия заземления сварочного поста РД</p> <p>Подготовка и проверка сварочных материалов для РД</p> | <p>Изучение производственного задания, конструкторской и производственно-технологической документации</p> <p>Подготовка рабочего места и средств индивидуальной защиты</p> <p>Подготовка сварочных и свариваемых материалов к сварке</p> <p>Проверка работоспособности и исправности сварочного оборудования</p> <p>Сборка конструкции под сварку с применением сборочных приспособлений и технологической оснастки</p> <p>Контроль с применением измерительного инструмента подготовленной под сварку конструкции на соответствие требованиям конструкторской и производственно-технологической документации</p> <p>Выполнение полностью механизированной или автоматической сварки плавлением</p> <p>Извлечение сварной конструкции из сборочных приспособлений и технологической оснастки</p> <p>Контроль с применением измерительного инструмента сварной конструкции на соответствие требованиям конструкторской и производственно-технологической документации</p> <p>Исправление дефектов сварных соединений, обнаруженных в результате контроля</p> <p>Контроль исправления дефектов сварных соединений</p> |

Продолжение таблицы 24

| 1 | 2 | 3 |
|---|--|---|
| | <p>Настройка оборудования РД для выполнения сварки</p> <p>Выполнение предварительного, сопутствующего (межслойного) подогрева металла</p> <p>Выполнение РД простых деталей ответственных конструкций</p> <p>Выполнение дуговой резки простых деталей</p> <p>Выполнение РД сложных и ответственных конструкций с применением специализированных функций (возможностей) сварочного оборудования</p> <p>Выполнение дуговой резки</p> <p>Контроль с применением измерительного инструмента подготовленных и собранных с применением сборочных приспособлений элементов конструкции (изделия, узлы, детали) на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно-технологической документации по сварке</p> <p>Контроль с применением измерительного инструмента подготовленных и собранных на прихватках элементов конструкции (изделия, узлы, детали) на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно-технологической документации по сварке</p> <p>Зачистка ручным или механизированным инструментом сварных швов после сварки</p> <p>Удаление ручным или механизированным инструментом поверхностных дефектов (поры, шлаковые включения, подрезы, брызги металла, наплывы и т.д.)</p> <p>Исправление дефектов РД сваркой</p> | <p>Выполнение настройки оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением</p> <p>Выбор и регулировка режимов полностью механизированной и автоматической сварки плавлением</p> <p>Выполнение полностью механизированной или автоматической сварки плавлением с регулировкой параметров сварочного оборудования в процессе сварки</p> <p>Проведение инструктажа специалистов, работающих на налаживаемых установках</p> |

Продолжение таблицы 24

| 1 | 2 | 3 |
|----------------------------|---|---|
| <p>Необходимые умения:</p> | <p>Выбирать пространственное положение сварного шва для сварки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей)</p> <p>Применять сборочные приспособления для сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку</p> <p>Использовать ручной и механизированный инструмент для подготовки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку, зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов после сварки</p> <p>Использовать измерительный инструмент для контроля собранных элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно-технологической документации по сварке</p> <p>Пользоваться конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения данной трудовой функции</p> <p>Проверять работоспособность и исправность оборудования для газовой сварки (наплавки)</p> <p>Настраивать сварочное оборудование для газовой сварки (наплавки)</p> <p>Выбирать пространственное положение сварного шва для газовой сварки (наплавки)</p> <p>Владеть техникой предварительного, сопутствующего (межслойного) подогрева металла в соответствии с требованиями производственно-технологической документации по сварке</p> <p>Владеть техникой газовой сварки (наплавки) простых деталей ответственных конструкций в нижнем, вертикальном и горизонтальном пространственном положении сварного шва</p> <p>Контролировать с применением измерительного инструмента сваренные</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> <p>Пользоваться техникой полностью механизированной и автоматической сварки плавлением металлических материалов</p> <p>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 неудовлетворительном качестве сварного соединения</p> <p>Применять измерительный инструмент для контроля собранных и сваренных конструкций (изделий, узлов, деталей) на соответствие требованиям конструкторской и производственно-технологической документации</p> <p>Исправлять выявленные дефекты сварных соединений</p> <p>Определять нарушения режимов по внешнему виду сварных швов</p> <p>Выполнять настройку и регулировку оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением, в том числе в процессе выполнения сварки</p> <p>Настраивать устройства промышленной визуализации (тепловые, механические, электромеханические, магнитные, лазерные, оптические) и устройства слежения за процессом сварки</p> |

Продолжение таблицы 24

| 1 | 2 | 3 |
|---------------------------|---|---|
| | <p>газовой сваркой (наплавленные) детали на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно-технологической документации по сварке</p> <p>Пользоваться конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения данной трудовой функции</p> <p>Проверять работоспособность и исправность сварочного оборудования для РД, настраивать сварочное оборудование для РД с учетом его специализированных функций (возможностей)</p> <p>Владеть техникой РД сложных и ответственных конструкций во всех пространственных положениях сварного шва. Владеть техникой дуговой резки металла</p> <p>Контролировать с применением измерительного инструмента сваренные РД сложные и ответственные конструкции на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно-технологической документации по сварке</p> <p>Исправлять дефекты РД сваркой</p> | <p>Выполнять наладку оборудования и приспособлений для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением, устранять неисправности в их работе</p> <p>Контролировать работу оборудования для механизированной и автоматической сварки плавлением с использованием контрольно-измерительных приборов и автоматики</p> <p>Рассчитывать и измерять основные параметры электрических, магнитных и электронных цепей</p> |
| <p>Необходимые знания</p> | <p>Основные типы, конструктивные элементы, размеры сварных соединений и обозначение их на чертежах</p> <p>Правила подготовки кромок изделий под сварку</p> <p>Основные группы и марки свариваемых материалов</p> <p>Сварочные (наплавочные) материалы</p> <p>Устройство сварочного и вспомогательного оборудования, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов, правила их эксплуатации и область применения</p> <p>Правила сборки элементов конструкции под сварку</p> <p>Виды и назначение сборочных, технологических приспособлений и оснастки</p> | <p>Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых полностью механизированной и автоматической сваркой плавлением, и обозначение их на чертежах</p> <p>Устройство сварочного и вспомогательного оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов</p> <p>Виды и назначение сборочных, технологических приспособлений и оснастки, используемых для сборки конструкции под полностью механизированную и автоматическую сварку плавлением</p> |

Продолжение таблицы 24

| 1 | 2 | 3 |
|---|--|--|
| | <p>Способы устранения дефектов сварных швов</p> <p>Правила технической эксплуатации электроустановок</p> <p>Нормы и правила пожарной безопасности при проведении сварочных работ</p> <p>Правила по охране труда, в том числе на рабочем месте</p> <p>Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых РД, и обозначение их на чертежах</p> <p>Основные группы и марки материалов, свариваемых РД</p> <p>Сварочные (наплавочные) материалы для РД</p> <p>Устройство сварочного и вспомогательного оборудования для РД, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов, правила их эксплуатации и область применения</p> <p>Техника и технология РД простых деталей ответственных конструкций в нижнем, вертикальном и горизонтальном пространственном положении сварного шва. Дуговая резка простых деталей</p> <p>Выбор режима подогрева и порядок проведения работ по предварительному, сопутствующему (межслойному) подогреву металла</p> <p>Причины возникновения и меры предупреждения внутренних напряжений и деформаций в свариваемых (наплавляемых) изделиях</p> <p>Причины возникновения дефектов сварных швов, способы их предупреждения и исправления</p> <p>Специализированные функции (возможности) сварочного оборудования для РД</p> <p>Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений сложных и ответственных конструкций, выполняемых РД</p> | <p>Основные группы и марки материалов, свариваемых полностью 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; виды и методы контроля</p> <p>Виды дефектов сварных соединений, причины их образования, методы предупреждения и способы устранения</p> <p>Правила технической эксплуатации электроустановок</p> <p>Нормы и правила пожарной безопасности при проведении сварочных работ</p> <p>Правила эксплуатации газовых баллонов</p> <p>Требования охраны труда, в том числе на рабочем месте</p> <p>Конструкция оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением (электрические, кинематические схемы), причины возникновения неисправностей и способы их устранения</p> <p>Тепловые, механические, электро-механические, магнитные, лазерные, оптические устройства промышленной визуализации сварочных процессов и слежения за сварочными процессами</p> <p>Функциональные и принципиальные электрические схемы, чертежи механизмов и узлов используемого оборудования</p> <p>Основы металлографии сварных швов</p> <p>Основные виды термической обработки сварных соединений</p> |

Продолжение таблицы 24

| 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|
| | <p>Основные группы и марки материалов сложных и ответственных конструкций, свариваемых РД Сварочные (наплавочные) материалы для РД сложных и ответственных конструкций Техника и технология РД сложных и ответственных конструкций во всех пространственных положениях сварного шва Методы контроля и испытаний сложных и ответственных конструкций Порядок исправления дефектов сварных швов</p> | <p>Особенности настройки и регулировки оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки, в том числе в процессе выполнения сварки Причины возникновения и меры предупреждения внутренних напряжений и деформаций в свариваемых изделиях Виды коррозии и факторы, приводящие к ее появлению</p> |
| <p><i>Другие характеристики:</i></p> | <p>Область распространения РД в соответствии с данной трудовой функцией: сварочные процессы, выполняемые сварщиком вручную: сварка дуговая плавящимся электродом; сварка (дуговая) гравитационная покрытым электродом; резка воздушно-дуговая; резка кислородно-дуговая; сварочный процесс: сварка ручная дуговая ванная покрытым электродом; ручная дуговая резка и строжка металлов</p> | <p>-</p> |
| <p><i>Характеристики выполняемых работ:</i></p> | <p>прихватка элементов конструкции РД во всех пространственных положениях сварного шва; РД сложных и ответственных конструкций (оборудования, изделий, узлов, трубопроводов, деталей) из различных материалов (сталей, чугуна, цветных металлов и сплавов), предназначенных для работы под давлением, под статическими, динамическими и вибрационными нагрузками во всех пространственных положениях сварного шва; ручная дуговая резка сложных деталей из различных материалов; наплавка поверхностей баллонов и труб, дефектов деталей машин, механизмов, конструкций и инструментов; устранение РД трещин и раковин в изделиях с толщиной более 0,2 мм и в</p> | <p>-</p> |

Окончание таблицы 24

| 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|
| | изделиях с труднодоступными для сварки местами; исправление дефектов сваркой | |

Вывод: результатом сравнения функциональных карт рабочих по профессиям «Сварщик ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом» (4-го разряда) и «Сварщик-оператор автоматической сварки плавлением» является следующее:

Необходимые знания:

технологии, техники и оборудования автоматической сварки плавлением;

Необходимые умения:

- Определять работоспособность, исправность сварочного оборудования.
- Применять сборочные приспособления для сборки элементов конструкции под сварку.
- Владеть техникой полностью механизированной и автоматической сварки.
- Выполнять настройку и регулировку оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением, в том числе в процессе выполнения сварки
- Контролировать процесс полностью механизированной и автоматической сварки плавлением и работу сварочного оборудования.
- Применять измерительный инструмент для контроля собранных и сваренных конструкций.
- Исправлять выявленные дефекты сварных соединений.

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

2.2 Разработка учебного плана переподготовки по профессии «Сварщик-оператор автоматической сварки плавлением»

В соответствии с рекомендациями Института развития профессионального образования учебный план для переподготовки рабочих предусматривает наименование и последовательность изучения предметов, распределение времени на теоретическое и практическое обучение, консультации и квалификационный экзамен. Теоретическое обучение при переподготовке рабочих содержит экономический, общепромышленный и специальный курсы. Соотношение учебного времени на теоретическое и практическое обучение при переподготовке определяется в зависимости от характера и сложности осваиваемой профессии, сроков и специфики профессионального обучения рабочих. Количество часов на консультации определяется на местах в зависимости от необходимости этой работы. Время на квалификационный экзамен предусматривается для проведения устного опроса и выделяется из расчета до 15 минут на одного обучаемого. Время на квалификационную пробную работу выделяется за счет практического обучения.

Исходя из сравнительного анализа квалификационных характеристик и рекомендаций Института развития профессионального образования, разработан учебный план переподготовки рабочих по профессии «Сварщик-оператор автоматической сварки плавлением», который представлен в таблице 25. Продолжительность обучения 1 месяц.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.079 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 66 |

Таблица 25 - Учебный план переподготовки рабочих по профессии «Сварщик-оператор автоматической сварки плавлением» 4-го квалификационного уровня

| Номер раздела | Наименование разделов тем | Количество часов всего |
|---------------|---|------------------------|
| 1. | ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБУЧЕНИЕ | 58 |
| 1.1 | Основы экономики отрасли | 2 |
| 1.2 | Материаловедение | 10 |
| 1.3 | Основы электротехники | 6 |
| 1.4 | Чтение чертежей | 10 |
| 1.5 | Спецтехнология | 30 |
| 2. | ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБУЧЕНИЕ | 116 |
| 2.1 | Упражнения по автоматической сварке и наплавке несложных деталей на учебно-производственном участке | 16 |
| 2.2 | Работа на предприятии | 100 |
| | Консультации | 3 |
| | Квалификационный экзамен | 6 |
| | ИТОГО | 174 |

Реализация разработанного учебного плана осуществляется отделом технического обучения предприятия.

2.3 Разработка тематического плана предмета «Спецтехнология»

Основной задачей теоретического обучения является формирование у обучаемых системы знаний об основах современной техники и технологии производства, организации труда в объеме, необходимом для прочного овладения профессией и дальнейшего роста профессиональной квалификации рабочих, формировании ответственного отношения к труду и активной жизненной позиции. Программа предмета «Спецтехнология» разрабатывается на основе квалификационной характеристики, учебного план переподготовки и учета требований работодателей. Тематический план предмета «Спецтехнология» представлен в таблице 26.

Таблица 26 – Тематический план предмета «Спецтехнология»

| № п/п | Наименование темы | Кол-во часов |
|-------|---|--------------|
| 1 | Источники питания для автоматической сварки плавлением | 6 |
| 2 | Оборудование для автоматической сварки плавлением | 4 |
| 3 | Технология автоматической сварки | 6 |
| 3.1 | Сварочные материалы, используемые при автоматической сварке | 4 |
| 3.1.1 | Защитные газы | 2 |
| 3.1.2 | Флюс | 2 |
| 3.2 | Особенности автоматической сварки | 4 |
| 3.3 | Оборудование для автоматической сварки | 4 |
| 4 | Контроль качества сварных швов | 2 |
| | Итого: | 30 |

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

2.4 Разработка плана - конспекта урока

Тема урока «Флюс и его классификация. Устройства для сбора, удержания и подачи флюса»

Цели занятия:

Обучающая: формирование знаний о флюсе, его классификации, о принципе работы устройств для сбора, подачи и удержания флюса.

Развивающая: развивать техническое и логическое мышление, память, внимание

Воспитательная: воспитывать сознательную дисциплину на занятии, ответственность, интерес к профессии

Тип урока: урок новых знаний

Методы обучения: словесный (рассказ, объяснение), наглядный, объяснительно-иллюстративные методы.

Дидактическое обеспечение занятия:

– плакат-схема «Устройства для сбора, удержания и подачи флюса»;

– учебники:

- Николаев, Г. А. Сварка в машиностроении: Справочник в 4-х т. — М.: Машиностроение, 1978;

- Шебеко, Л. П. Оборудование и технология автоматической и полуавтоматической сварки: Учебник для техн. училищ. - 3-е изд. перераб. и дополн. М.: Высш. шк., 1981 - 296 с. [5]

- Гитлевич, А.Д. Механизация и автоматизация сварочного производства, М., Машиностроение, 1979 – 290 с. [4]

Структура урока представлена в таблице 27.

Таблица 27 – Структура урока

| Этап учебного занятия | Время, отведенное на этап |
|---|---------------------------|
| 1. Организационный этап | 5 мин. |
| 2. Сообщение темы и целей | 5 мин. |
| 3. Актуализация знаний | 10 мин. |
| 4. Изучение нового материала | 50 мин. |
| 5. Обобщение и систематизация изученного материала | 10 мин. |
| 6. Подведение итогов занятия (оценка деятельности группы) | 5 мин. |
| 7. Домашнее задание | 5 мин. |

План-конспект урока представлен в таблице 28.

Таблица 28 – План-конспект урока «Флюс и его классификация. Устройства для сбора, удержания и подачи флюса»

| Этап | Деятельность педагога | Деятельность обучающихся | Методы, средства | Результат |
|-------------------------|--|--|--|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1. Организационный этап | «Здравствуйте; все заняли свои места; Попрошу всех встать, поприветствуем друг друга. Сделаем переключку, проверим присутствующих. Настраиваемся на активную работу. | Подготовка к занятию, к изучению нового материала. | Словесный метод: беседа; Журнал группы | Готовность преподавателя к проведению занятия, |

Продолжение таблицы 28

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---------------------------|---|---|--|--|
| | <p>Каждому сварщику известно, что кислород оказывает нехорошее влияние на качество шва. Попадая в сварочную ванну кислород способствует повышенному окислению и в последствии образованию трещин. Есть много способов предотвращения данной проблемы: начиная от специальной обработки металла, заканчивая применением особых комплектующих, например, флюсов. Сегодня мы изучим понятие флюса, рассмотрим классификацию флюсов, а также устройство системы сбора и подачи флюса.</p> | | | <p>готовность обучающихся к занятию.</p> |
| 2. Сообщение темы и целей | <p>«Тема занятия: «Флюс и его классификация. Устройства для сбора, удержания и подачи флюса». Записываю тему на доске, прошу обучающихся вести запись в тетради. Слежу за тем, все ли записали. «Итак, автоматическая сварка под слоем флюса способствует благоприятному формированию шва. С ее помощью можно сварить такие непростые металлы, как медь, алюминий и нержавеющей сталь. Автоматическая сварка ускоряет и упрощает работу, а флюс выполняет защитную функцию».</p> | <p>Воспринимают новую тему, записывают тему в тетрадь. Внимательно слушают.</p> | <p>Доска; Словесный метод: рассказ, объяснение</p> | <p>Психологический настрой на активную работу, обеспечение сознательного присвоения целей.</p> |
| 3. Актуализация знаний | <p>«Слышали ли вы о флюсах? Расскажите, что Вы о них знаете» Провожу фронтальный опрос, задаю наводящие вопросы, помогаю в ответе.</p> | <p>Отвечают на вопросы, записывают, записывают информацию.</p> | <p>Словесный метод: беседа; Тетрадь</p> | <p>Определение начального уровня знаний по теме.</p> |

Продолжение таблицы 28

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|------------------------------|--|---|---|---|
| 4. Изучение нового материала | <p>Перехожу непосредственно к новому материалу.</p> <p>«Флюс — многокомпонентная химическая смесь, предназначенная для получения сварных соединений требуемого качества и защиты расплавленного металла от негативного воздействия кислорода и азота. Правильно подобранный флюс решает следующие задачи:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Защита расплавленного металла в сварочной ванне. - Флюс обеспечивает устойчивость горения сварочной дуги. - Снижение энергетических затрат на сварку и предотвращение разбрызгивания металла. - Улучшение условий формирования шва. - Возможность изменения химического состава сварного шва для получения необходимых качеств соединения. <p>При высоких температурах расплавленный металл и флюс вступают в химическое взаимодействие. Поэтому от активности химического взаимодействия между расплавленным металлом и компонентами, входящими в состав флюса, зависит химический состав и свойства наплавленного металла. В состав флюсов входят компоненты: стабилизирующие сварочную дугу, защитные (шлакообразующие), раскисляющие и легирующие.</p> | <p>Обучаемые конспектируют под диктовку учебный материал. Задают вопросы.</p> <p>Обучаемые конспектируют под диктовку учебный материал. Задают вопросы.</p> | Словесный: рассказ, объяснение, беседа; | Восприятие новых знаний, конспект урока |

Продолжение таблицы 28

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|
| | <p>Флюсы, применяемые для автоматической сварки, классифицируют по способу изготовления и по химическому составу. По способу изготовления флюсы бывают плавные и неплавные (керамические). Плавные флюсы получают путем сплавления компонентов, входящих в состав шихты, в пламенных и электрических печах с последующей их грануляцией. Керамические флюсы получают путем смешивания порошкообразных компонентов и скрепления их жидким стеклом (натриевым или калиевым).</p> <p>По химическому составу различают флюсы окислительные, слабоокислительные и безоокислительные.</p> <p>Окислительные флюсы содержат 40-45% SiO₂ и более 15% MnO. Высококремнистые, высокомарганцовистые флюсы марок АН – 348, АН - 348 А, ОСЦ - 45 и АН - 60 предназначены для сварки углеродистых и низколегированных сталей углеродистой сварочной проволокой.</p> <p>Слабоокислительные и безоокислительные флюсы, применяемые для сварки легированных и специальных сталей, содержат небольшое количество кремния и марганца. В составе этих флюсов имеется около 20% CaF₂.</p> | <p>Обучаемые конспектируют под диктовку учебный материал. Задают вопросы.</p> | | |

Продолжение таблицы 28

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|--|---|---|
| | <p>Провожу первичное закрепление знаний, активизирую обучающихся.</p> <p>«Итак, еще раз повторим, что такое флюсы, как классифицируют флюсы?»</p> <p>«Очень хорошо, идем дальше».</p> <p>Записываем под тему: «Устройства для сбора, удержания и подачи флюса»</p> <p>«При автоматической сварке под флюсом важным звеном в комплексной механизации и автоматизации процесса является механизация подачи флюса в зону сварки, удержания его на поверхности шва во время сварки и сборки остатков после сварки.</p> <p>Обычно подача осуществляется периодической засыпкой флюса в бункеры, откуда он поступает в зону сварки. Такими бункерами оборудованы сварочные тракторы, а также шланговые полуавтоматы. Флюс чаще всего убирают вручную. Такой способ ограничивает дальнейшее повышение производительности труда, отвлекая рабочего на выполнение этой вспомогательной операции. Кроме того, при таком способе оборота флюс поступает в зону сварки вместе с пылью и шлаком, засоряющими флюс, что снижает качество шва.</p> | <p>Кратко пересказывают материал, дополняют ответы друг друга.</p> <p>Обучаемые конспектируют под диктовку учебный материал. Задают вопросы.</p> | | |

| | | | | |
|-----|------|----------|---------|------|
| | | | | |
| | | | | |
| Изм | Лист | № докум. | Подпись | Дата |

ДП 44.03.04.079 ПЗ

Лист

73

Продолжение таблицы 28

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|--|---|---|
| | <p>Для механизации процессов подачи и уборки флюса, а также удержания его на поверхности шва предназначено специальное оборудование, которое можно разделить на три группы: флюсоаппараты, флюсоподающие устройства, флюсоудерживающие приспособления.</p> <p>- Флюсоаппараты представляют собой устройства для подачи и сбора флюса с помощью воздуха.</p> <p>- Флюсоподающие устройства предназначены для этих же целей, но подача и сбор флюса производится механическими средствами — шнеком, элеватором и др.».</p> <p>Флюсоудерживающие приспособления предназначены для удержания флюса на свариваемом шве во время сварки».</p> | | | |
| | <p><i>Флюсоаппараты:</i> «Для примера рассмотрим аппарат, действующий от сети сжатого воздуха. Внимание на плакат-схему рисунок 1. В камере 1 эжектора засосанные частицы флюса подхватываются струей воздуха, выходящего из сопла 2 эжектора; таким образом, общая скорость перемещения смеси воздуха с флюсом значительно возрастает.</p> <p>При прохождении струи через постепенно расширяющийся диффузор 5 скорость</p> | <p>Внимательно смотрят на плакат-схему «Устройства для сборки, удержания и подачи флюса», задают вопросы, обсуждают.</p> | | |

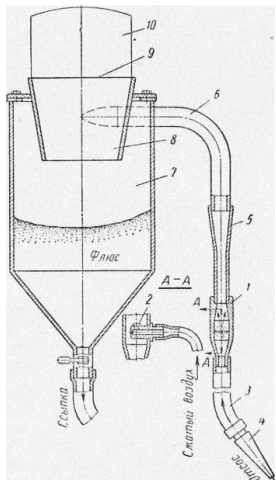
| | | | | |
|-----|------|----------|---------|------|
| | | | | |
| | | | | |
| Изм | Лист | № докум. | Подпись | Дата |

Продолжение таблицы 28

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|
| | <p>ее плавно понижается, а после поступления в бункер 7 тангенциально по изогнутой трубе 6 скорость резко падает. В результате этого происходит сепарация смеси, т. е. частицы флюса более не удерживаются воздухом и падают на дно бункера, а воздух, освобожденный от флюса, выбрасывается в окружающую атмосферу. Для улучшения сепарации флюса в крышке бункера установлен циклон 8 в виде открытого снизу усеченного конуса, вызывающий завихрение и резкое изменение направления потока воздуха, что улучшает отделение частиц флюса. Выходное отверстие 9 циклона закрыто колпаком 10 из фильтрующей материи, задерживающим пыль, не осевшую в бункере, и очищающим воздух, выбрасываемый из флюсоаппарата. В бункере 7 имеется небольшое избыточное давление воздуха, благодаря чему при открытии задвижки на сыпной трубе начинается подача флюса в шов одновременно со всасыванием флюса эжектором по шлангу 3.</p> | <p>Записывают термины, зарисовывают схему, слушают пояснения.</p> <p>Зарисовывают схему, слушают пояснения.</p> | | |

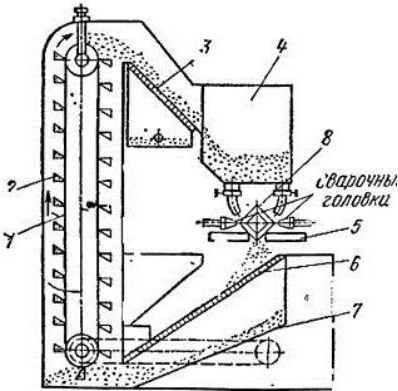
| | | | | |
|------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|
| | | | | |
| Изм | Лист | № докум. | Подпись | Дата |

Продолжение таблицы 28

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|--|---|---|---|
| |  <p>Основной флюсоаппаратов этого типа является, воздушный эжектор. Под действием струи сжатого воздуха, выходящего из сопла эжектора с большой скоростью, в камере эжектора создается разрежение в несколько сотен миллиметров водяного столба, благодаря которому происходит засасывание флюса вместе с всасываемым в камеру наружным воздухом. Устройство флюсоаппарата смешанного действия, позволяющее одновременно отсасывать и засыпать флюс, и осуществлять непрерывную его циркуляцию, показано на рис. 88. Сжатый воздух из сети поступает с большой скоростью в камеру 1 эжектора через сопло 2 и создает разрежение в шланге 3, всасывающем флюс с наружным воздухом через сосун 4. Скорость движения воздуха во всасывающей части подобрана таким образом (- 20 м/сек), что частицы флюса находятся во взвешенном состоянии и движутся вместе со струей воздуха.</p> | <p>Записывают определение, слушают пояснения.</p> | | |

| | | | | |
|-----|------|----------|---------|------|
| Изм | Лист | № докум. | Подпись | Дата |
| | | | | |

Продолжение таблицы 28

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|--|--|---|---|
| | <p><i>Флюсоподающие устройства.</i></p> <p>В отличие от флюсоаппаратов, флюсоподающие устройства осуществляют сбор и подачу флюса механическими средствами — шнеком, спиралью, конвейером, ковшовым элеватором и т. д. Недостаток этих устройств — громоздкость (особенно элеваторных устройств), измельчение флюса (шнеками), а также большая по сравнению с флюсоаппаратами запыленность окружающего воздуха (особенно элеваторы и транспортеры). Подающие устройства находят применение в крупных специализированных установках, а также при сварке в труднодоступных местах (в частности, шнеки и спирали).</p> <p>Рассмотрим установку с устройством для сбора и подачи флюса, основной частью которой является ковшовый элеватор (внимание на плакат-схему рисунок 2).</p>  | <p>Записывают определение, слушают пояснения.</p> <p>Внимательно смотрят на плакат-схему «Устройства для сборки, удержания и подачи флюса», задают вопросы, обсуждают.</p> | | |

Продолжение таблицы 28

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|--|--|--------------------------------|---|
| | <p>Свежий флюс засыпают в бункер 4, откуда он поступает на площадки 5, расположенные в зоне сварки. Во время сварки изделие 8 перемещается, флюс ссыпается через сито 6 на склиз 7, по которому скатывается к элеватору. Ковши 2 элеватора подхватывают флюс и поднимают его на сетку 3, сквозь которую просеивается пыль. Очищенный от пыли флюс ссыпается в бункер.</p> <p><i>Флюсоудерживающие приспособления.</i> Эти приспособления представляют собой всевозможные рамки, щитки, козырьки, ограничительные щеки и другие элементы, удерживающие флюс на изделии во время сварки. Они представлены на схеме, рисунок 3.</p> | <p>Записывают информацию, слушают пояснения, задают вопросы.</p> | | |
| <p>5. Обобщение и систематизация изученного материала</p> | <p>«На этом тема закончена. Давайте еще раз повторим все важные аспекты, назовите мне понятие флюсов и их роль?».</p> <p>Помогаю в ответе, прошу дополнять ответ друг друга.</p> <p>«Следующее, система подачи, удержания и сбора флюса».</p> <p>Проверяю уровень первичного закрепления, повторяю ответ обучающегося, дополняя и корректируя.</p> <p>«Если есть какие-либо вопросы, задавайте».</p> <p>После вопросов:</p> <p>«Молодцы! Все хорошо работали, давайте подведем итоги занятия и выставим баллы».</p> | <p>Отвечают на вопросы, систематизация изученного материала, задают вопросы преподавателю.</p> | <p>Словесный метод: беседа</p> | <p>Закрепление и систематизация полученной информации, усвоение темы.</p> |

Окончание таблицы 28

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|------------------------------|--|---------------------------|------------------------------------|---|
| 6. Подведение итогов занятия | Анализирую работу обучающихся, выставляю баллы, проверяю ведение конспекта. | Самоанализ | Словесный метод: беседа. Журнал | Вывод и оценка работы обучающихся на занятии, мотивация к работе на следующих занятиях. |
| 7. Домашнее задание | «Записываем домашнее задание, прочитать глава 6 с.164 в учебнике Николаева, параграф 5 с.166 в учебнике Гитлевица, выучить записи в тетради». Выдаю домашнее задание, проверяю, все ли записали. Всем спасибо за занятие, до свидания! | Запись домашнего задания. | Тетрадь | |

Методическая часть дипломного проекта является самостоятельной творческой деятельностью педагога профессионального образования. Выполнив методическую часть дипломного проекта:

- изучили и проанализировали Профессиональный стандарт рабочих по профессии «Сварщик-оператор автоматической сварки плавлением»;
- составили учебный план для профессиональной переподготовки сварщика-оператора автоматической сварки плавлением;
- разработали тематический план предмета «Спецтехнология»;
- разработали план-конспект урока по предмету «Спецтехнология», в котором максимально использовали результаты разработки технологического раздела дипломного проекта;

Считаем, что данную разработку можно использовать в процессе переподготовки рабочих по профессии «Сварщик-оператор автоматической сварки

плавлением», ее содержание способствует решению основной задачи профессионального образования – подготовки высококвалифицированных, конкурентоспособных кадров рабочих профессий.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.079 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 80 |

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В начале работы над курсовым проектом была поставлена задача разработать вариант изготовления барабана лебедки с использованием автоматической сварки.

В настоящем дипломе разработана технология изготовления барабана лебедки из стали 25ХГСА с использованием автоматической сварки под флюсом. Были изучены характеристики стали 25ХГСА, определена склонность к возникновению трещин, физические и механические свойства. Подобрано оборудование для сборки и сварки металлоконструкции, целесообразно выбраны сварочные материалы и посчитаны режимы сварки.

В методической части дипломного проекта изучены и проанализированы профессиональные стандарты «Сварщик» и «Сварщик-оператор полностью механизированной, автоматической и роботизированной сварки». Разработан учебный план переподготовки по профессии «Сварщик-оператор автоматической сварки плавлением» на основе анализа квалификационной характеристики, также разработан тематический план предмета «Спецтехнология» и план-конспект урока на тему «Флюс и его классификация. Устройства для сбора, удержания и подачи флюса».

Подходя к завершению дипломного проекта, можно сделать вывод, что разработанная технология производства барабана лебедки позволяет повысить качество металлоконструкции, производительность труда, уменьшить трудоемкость процесса изготовления.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.079 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 81 |

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Акулов, А.И. Технология и оборудование сварки плавлением / А.И. Акулов, Г. А. Бельчук, А. П. Демянцевич. – М.: Машиностроение, 1977. – 224 с.
2. Николаев, Г. А. Сварка в машиностроении: Справочник в 4-х т. — М.: Машиностроение, 1978.
3. Николаев, Г. А. Расчет, проектирование и изготовление сварных конструкций. М.: Высш. шк., 1971.
4. Гитлевич, А. Д. Механизация и автоматизация сварочного производства, М., Машиностроение, 1979. – 290 с.
5. Шебеко, Л. П. Оборудование и технология автоматической и полуавтоматической сварки: Учебник для техн. училищ. - 3-е изд. перераб. и дополн. М.: Высш. шк., 1981. - 296 с.
6. Виноградов, В. С. Оборудование и технология дуговой автоматической и механизированной сварки; Учеб. Для проф. учеб. Заведений. – М.: Высш. шк.; Изд. Центр «Академия», 1997. - 319 с.: ил.
7. Методические указания к курсовому проекту по курсу «Оборудование отрасли». Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. университет», 2008. - 38 с.
8. Барабан лебедки. Назначение и характеристики [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://starimpex.ru/raznoe/baraban-lebedki.html> (Дата обращения 27.11.2018)
9. Сталь конструкционная легированная описание и характеристики [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://splav-kharkov.com/mat_start.php?name_id=168 (Дата обращения 15.05.2018)
10. Свариваемость, холодные и горячие трещины [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://taina-svarki.ru/kachestvo-i-kontrol-svarki> (Дата обращения 20.05.2018)

11. Автоматическая сварка под флюсом [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://poznayka.org/s54459t1.html> (Дата обращения 24.05.2018)
12. Сварка в защитных газах [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.deltasvar.ru/biblioteka/48-vidy-svarki/68-svarka-v-zashhitnykh-gazakh> (Дата обращения 24.05.2018)
13. Ручная дуговая сварка [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://osvarke.info/75-texnologiya-ruchnoj-dugovoj-svarki.html> (Дата обращения 24.05.2018)
14. Сварочная проволока Св-08ГА [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://splav-kharkov.com/mat_start.php?name_id=3138 (Дата обращения 30.11.2018)
15. Флюс АН-348А описание и характеристики [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://weldexpert.ru/svarochnye-materialy/flyus-svarochnyj/flyus-an-348-detail.html#.Ww2DQ5n4nIU> (Дата обращения 27.05.2018)
16. Электроды УОНИ 13/65 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.skladsvarki.ru/svarochnoe-oborudovanie-i-materialyi/svarochnye-materialyi/svarochnye-materialyi-oez/elektrodyi-dlya-svarki-uglerodistyix-i-nizkolegированныx-stalej/elektrodyi-uoni-13/65.html> (Дата обращения 20.05.2019)
17. Сварочная колонна МР-30М [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.deltasvar.ru/katalog/proarc/Сварочные-колонны/Колонны-сварочные-серии-mp> (Дата обращения 21.05.2019)
18. Автоматическая сварочная головка ESAB A6 S ArcMaster [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gazss.ru/catalog/196/1090/> (Дата обращения 21.05.2019)
19. Манипулятор сварочный [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://anot.su/upload/iblock/281/281eb66a105a0d2aa18720f426affc06.pdf> (Дата обращения 27.11.2018)

20. Выпрямитель сварочный ВДУ 1000 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ets-ural.ru/catalog/oborudovanie-dlya-elektrosvarki/avtomaticheskaya-svarka/istochniki-tiristornie/vdu-1000/> (Дата обращения 21.05.2019)

21. Сварочный инвертор EWM Pico 300 Cel [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.deltasvar.ru/katalog/ewm-ag/Оборудование-для-ручной-дуговой-сварки-mma-/pico-300-cel> (Дата обращения 21.05.2019)

22. Лазерная установка Brasero [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://brasero.su/produce/laser_cutting/brasero_storm/ (Дата обращения 27.11.2018) Шлифмашина угловая [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://www.obi.ru/shlifmashinyibolgarki/shlifmashinauglovayaushmbolgarkamakitaga9020/p/2107076?storeId=012&wt_mc=seag.yandex.market.ekaterinburg.012Metallurgov&yclid=6968034955533765051&wt_mc=seag.yandex.category.cat_dsa_p_ekb.&storeId=012&utm_medium=cpc&utm_source=yandex&utm_campaign=DSA_p_ekb (Дата обращения 27.11.2018)

23. Шлифмашина угловая [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://www.obi.ru/shlifmashinyibolgarki/shlifmashinauglovayaushmbolgarkamakitaga9020/p/2107076?storeId=012&wt_mc=seag.yandex.market.ekaterinburg.012Metallurgov&yclid=6968034955533765051&wt_mc=seag.yandex.category.cat_dsa_p_ekb.&storeId=012&utm_medium=cpc&utm_source=yandex&utm_campaign=DSA_p_ekb (Дата обращения 27.11.2018)

24. Трубный торцеватель с электроприводом ТТ-630-2 [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://technoparkk.ru/material/810> (Дата обращения 27.11.2018)

25. Вертикальный токарный станок с ЧПУ CD125 [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://16k20.ru/catalog/tokarnye-stanki-s-chpu/CD125/> (Дата обращения 27.11.2018)

26. Дефектоскоп ДМК-4. Контроль качества [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://ndt-testing.ru/defektoskopy-cvetnogo-kapilljarnogo-kontrolja.html> (Дата обращения 06.06.2018)

27. 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).

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

29. ГОСТ 5264-80 Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры. - Введ. 1981-07-01. – М.: Стандартиформ, 1981.

30. ГОСТ 8713-79 Сварка под флюсом. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры. - Введ. 1981-01-01. – М.: Издательство стандартов, 1981.

