

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

МАШИНОСТРОЕНИЯ

(институт)

Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы»

(кафедра)

15.03.01 Машиностроение

(код и наименование направления подготовки, специальности)

профиль «Оборудование и технология сварочного производства

(наименование профиля, специализации)

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА<sup>1</sup>**

на тему Технологический процесс сварки приемного фланца с трубками  
каталитического коллектора автомобиля Datsun mi-DO

|              |                                      |                  |
|--------------|--------------------------------------|------------------|
| Студент(ка)  | Новиков К.Ю.<br>(И.О. Фамилия)       | (личная подпись) |
| Руководитель | Курмаев М.Н.<br>(И.О. Фамилия)       | (личная подпись) |
| Консультанты | Виткалов В.Г.<br>(И.О. Фамилия)      | (личная подпись) |
|              | Резникова И.В.<br>(И.О. Фамилия)     | (личная подпись) |
|              | Краснопевцева И.В.<br>(И.О. Фамилия) | (личная подпись) |

**Допустить к защите**

Заведующий кафедрой СОМДиРП,  
д.т.н, профессор

(личная подпись)

В.В. Ельцов

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Тольятти 2016

<sup>1</sup> Бакалаврская работа, дипломная работа, дипломный проект

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

**МАШИНОСТРОЕНИЯ**

(институт)

Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы  
(кафедра)

УТВЕРЖДАЮ

Завкафедрой

«СОМДиРП»

В.В. Ельцов

(подпись) (И.О. Фамилия)

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение бакалаврской работы**

Студент Новиков Константин Юрьевич

1. Тема Технологический процесс сварки приемного фланца с трубками каталитического коллектора автомобиля Datsun mi-DO

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы 27 июня 2016 г.

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе Материалы преддипломной практики, нормативно-техническая литература, материалы из Internet

4. Содержание выпускной квалификационной работы (перечень подлежащих разработке вопросов, разделов)

1. Введение

2. Состояние вопроса (описание конструкции изделия, оборудования, описание базового процесса и его анализ)

3. Анализ способов сварки приемного фланца с трубками

4. Проектная технологический процесс сварки приемного фланца с трубками

5. Безопасность и экологичность технического объекта

6. Экономическая эффективность проекта

7. Заключение

5. Ориентировочный перечень графического и иллюстративного материала  
Чертеж каталитического коллектора – 1 л.

Базовый технологический процесс сварки кат. коллектора – 3 л.

Выбор способа сварки приемного фланца с трубками – 1 л.

Проектный технологический процесс сварки кат. коллектора – 3 л.

Экономическая эффективность проекта – 1 л.

6. Консультанты по разделам

Экономическая эффективность проекта

Краснопевцева И.В.

Безопасность и экологичность проекта

Резникова И.В.

7. Дата выдачи задания « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Руководитель бакалаврской работы

|                             |           |                |
|-----------------------------|-----------|----------------|
|                             | _____     | М.Н. Курмаев   |
|                             | (подпись) | (И.О. Фамилия) |
| Задание принял к исполнению | _____     | К. Ю. Новиков  |
|                             | (подпись) | (И.О. Фамилия) |

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

**МАШИНОСТРОЕНИЯ**

(институт)

**СОМДиРП**

(кафедра)

УТВЕРЖДАЮ

Завкафедрой СОМДиРП

В.В. Ельцов

(подпись) (И.О. Фамилия)

**КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН**

**выполнения выпускной квалификационной работы**

Студента Новиков Константин Юрьевич

по теме Технологический процесс сварки приемного фланца с  
трубками

каталитического коллектора автомобиля Datsun mi-DO

| Наименование<br>раздела работы                                         | Плановый<br>срок<br>выполнения<br>раздела | Фактический<br>срок<br>выполнения<br>раздела | Отметка о<br>выполнении | Подпись<br>руководителя |
|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Введение                                                               | 01.03.16 по<br>13.03.16                   | 01.03.16 по<br>13.03.16                      |                         |                         |
| Анализ<br>состояния<br>вопроса                                         | 21.03.16 по<br>21.04.16                   | 21.03.16 по<br>21.04.16                      |                         |                         |
| Анализ<br>способов<br>сварки<br>приемного<br>фланца с<br>трубками      | 22.04.16 по<br>05.05.16                   | 22.04.16 по<br>05.05.16                      |                         |                         |
| Проектная<br>технология<br>сварки<br>приемного<br>фланца с<br>трубками | 03.05.16 по<br>15.05.16.                  | 03.05.16 по<br>15.05.16.                     |                         |                         |
| Безопасность и                                                         | 16.05.16 по                               | 16.05.16 по                                  |                         |                         |

|                                           |                         |                         |  |  |
|-------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|--|--|
| экологичность<br>технического<br>объекта  | 15.06.16                | 15.06.16                |  |  |
| Экономическая<br>эффективность<br>проекта | 22.04.16 по<br>15.06.16 | 22.04.16 по<br>15.06.16 |  |  |
| Заключение по<br>проекту                  | 01.06.16 по<br>15.06.16 | 01.06.16 по<br>30.06.16 |  |  |

Руководитель бакалаврской  
работы

\_\_\_\_\_  
(подпись)      М.Н. Курмаев  
(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

\_\_\_\_\_  
(подпись)      К.Ю. Новиков  
(И.О. Фамилия)

## **АННОТАЦИЯ**

Целью работы является повышение производительности за счет снижения доработки после сварки приемного фланца с трубками.

Объем пояснительной записки составляет 56 страниц напечатанного текста. Графическая часть представлена восемью чертежами: коллектор каталитический для автомобиля Datsun mi-DO; анализ способов сварки; экономическая эффективность проекта; базовый технологический процесс сварки приемного фланца с трубками каталитического коллектора; проектный технологический процесс сварки приемного фланца с трубками каталитического коллектора.

## Содержание

|                                                                                                                                                |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Введение.....                                                                                                                                  | 10 |
| 1. Состояние вопроса                                                                                                                           |    |
| 1.1 Конструкция изделия.....                                                                                                                   | 12 |
| 1.2 Описание материала.....                                                                                                                    | 14 |
| 1.3 Оборудование для сварки.....                                                                                                               | 15 |
| 1.4 Вспомогательные сварочные материалы.....                                                                                                   | 20 |
| 1.5 Базовый технологический процесс сварки приемного фланца с трубками<br>каталитического коллектора на автомобиль Datsun mi-DO.....           | 20 |
| 1.6 Анализ базового процесса.....                                                                                                              | 28 |
| 2. Анализ способов сварки приемного фланца.....                                                                                                | 29 |
| 2.1 Способ сварки коротким замыканием.....                                                                                                     | 33 |
| 2.2 Внедрение сварки плавящимся электродом в среде защитных газов<br>(метод коротких замыканий) для сварки приемного фланца с<br>трубками..... | 36 |
| 2.3 Проектный технологический процесс сварки приемного фланца с<br>трубками каталитического коллектора на автомобиль Datsun mi-DO .....        | 40 |
| 3. Безопасность и экологичность технического объекта.....                                                                                      | 49 |
| 3.1 Технологическая характеристика объекта.....                                                                                                | 49 |
| 3.2 Идентификация персональных рисков.....                                                                                                     | 51 |
| 3.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....                                                                                    | 52 |
| 3.4 Обеспечение пожарной безопасности.....                                                                                                     | 54 |
| 3.5 Обеспечение экологической безопасности технологического объекта.....                                                                       | 60 |
| 3.6 Заключение по разделу.....                                                                                                                 | 61 |
| 4. Экономическая эффективность проекта.....                                                                                                    | 64 |
| 5. Расчет себестоимости сравниваемых вариантов.....                                                                                            | 69 |
| 6. Расчет показателей экономической эффективности предлагаемого<br>проекта.....                                                                | 84 |

|                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 7.Расчет снижения трудоемкости и повышения производительности труда в проектном варианте..... | 86 |
| Заключение .....                                                                              | 87 |
| Список использованных источников .....                                                        | 88 |

## **Введение**

Каждый год экологическая обстановка во всех городах нашей земли становится всё более напряженной. Причиной этого становится бурный рост инфраструктуры и увеличение количества различного рода техники на дорогах.

Самый опасный враг для здоровья человека стал выхлопной газ многих типов автомобилей. При работе автомобильных двигателей, происходит сжигание топлива, и выброс в атмосферу смеси газов, что ведёт к загрязнению воздуха. Эти выхлопные газы являются причиной загрязнения воздуха во многих городах. В настоящее время разрабатываются и воплощаются в жизнь проекты по снижению загрязнения атмосферы выбросами двигателей внутреннего сгорания, включающих в себя: усовершенствование конструкции двигателей и повышение качества изготовления; разработка устройств, снижающих содержание вредных компонентов в отработавших газах.

Большое распространение получила нейтрализация отработавших газов в системе выпуска. В этом случае токсичные составляющие, вышедшие из цилиндров двигателя, нейтрализуются до выброса их в атмосферу. Выхлопная система- это система очистки отработанных газов. Она включает в себя: выпускной коллектор, каталитический нейтрализатор, глушитель и соединительные трубы. Каталитический нейтрализатор может находиться, как в составе выпускного коллектора, так и в составе выпускной системы. На автомобиле с дизельным двигателем в составе выхлопной системы дополнительно находится сажевый фильтр.

Каталитический коллектор самая главная часть выхлопной системы. Является самой дорогой частью, так как содержит блок (керамический или металлический) с нанесенным на его поверхность драгоценных металлов. Его стоимость может зависеть от объемов производства и норм токсичности. Требования к вредным выбросам автомобильной техникой влечет за собой

уменьшение мощности двигателя за счет более современных нейтрализаторов. При изготовлении каталитического коллектора основную сложность вызывает высокий уровень доработки после сварки вольфрамовым неплавящимся электродом приемного фланца с трубками. Ручная доработка приводит к тому, что происходит уменьшение приемного сечения, и как следствие падение мощности двигателя. В связи с этим была сформулирована цель работы:

-повышение производительности за счет снижения доработки после сварки приемного фланца с трубками.

## 1 Состояние вопроса

### 1.1 Конструкция изделия

Вышедшие из цилиндров двигателя, отработанные газы попадают в «горячую» часть выхлопной системы, где происходит снижение их токсичности. Далее вредные вещества направляются в «холодную» часть для снижения температуры, вибрации, уровня шума и отвода газа в атмосферу. Одним из важных элементов выхлопной системы автомобиля является каталитический коллектор, призванный снижать уровень токсичности.

Каталитический коллектор состоит из приемного фланца (рис.1.1), устанавливаемого на двигатель, приемных трубочек (рис.1.2), собирающих отработанные газы от каждого цилиндра в общий объем. Корпус нейтрализатора с запрессованным в него керамическим блоком (рис.1.3), на поверхность которого нанесено покрытие из драгоценных металлов. Для дальнейшего направления отработавших газов в выхлопную систему служит конус с фланцем, которые соединяются с приемным фланцем дополнительного глушителя (рис.1.4). Перед и после керамического блока расположены втулки (рис.1.5) для установки кислородных датчиков, определяющих уровень токсичности отработанных газов до и после нейтрализации.



Рисунок 1.1 – Приемный фланец

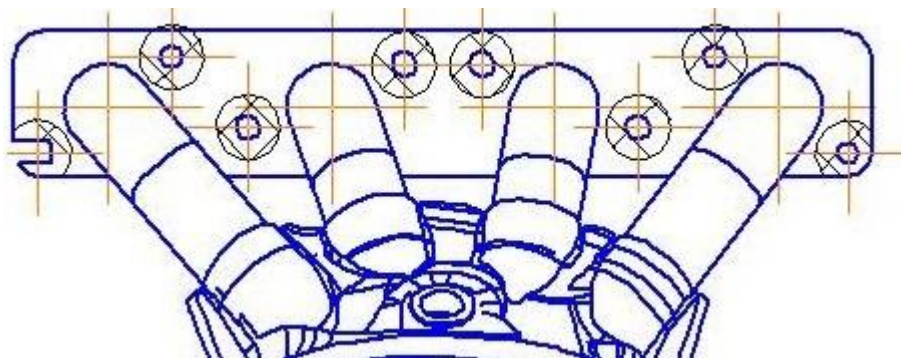


Рисунок 1.2 – Приемные трубки



Рисунок 1.3 – Корпус нейтрализатора с запрессованным в него керамическим блоком [1]



Рисунок 1.4 – Конус с фланцем

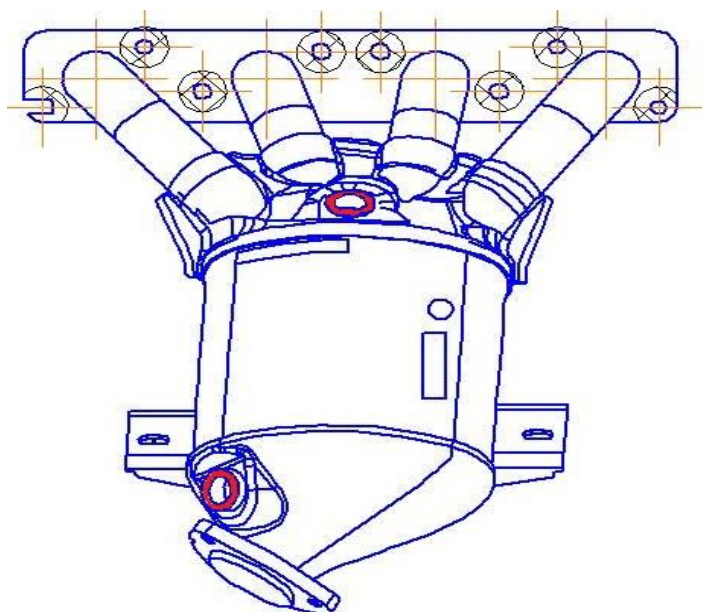


Рисунок 1.5 – втулки для установки кислородных датчиков

## 1.2 Описание материала

Двигатель и каталитический коллектор разделяют приемные трубки и фланец. Приемный фланец производится из конструкционной углеродистой качественной стали 20 (табл.1.1-1.2).

Таблица 1.1 - Химический состав (в %. вес) стали 20 [2]

| C              | Si             | Mn             | Ni        | S          | P           | Cr         | Cu        | As         | Fe           |
|----------------|----------------|----------------|-----------|------------|-------------|------------|-----------|------------|--------------|
| 0.17 -<br>0.24 | 0.17 -<br>0.37 | 0.35 -<br>0.65 | до<br>0.3 | до<br>0.04 | до<br>0.035 | до<br>0.25 | до<br>0.3 | до<br>0.08 | O<br>ст<br>. |

Таблица 1.2 - Механические свойства стали 20 при T=20°C [2]

| Сортамент                  | Размер | Предел прочности при растяжении | Предел прочности при растяжении | $\delta_5$ | $\psi$ | Термообработка |
|----------------------------|--------|---------------------------------|---------------------------------|------------|--------|----------------|
| -                          | мм     | МПа                             | МПа                             | %          | %      | -              |
| Прокат,<br>ГОСТ<br>1050-88 | До 80  | 410                             | 245                             | 25         | 55     | Нормализация   |

При производстве каталитического коллектора, соединительных трубок, конуса с фланцем используется сталь 1.4509 (табл.1.3-1.4). Отечественным аналогом является коррозионностойкая жаропрочная сталь 08X17T (табл.1.3-1.4).

Таблица 1.3 - Химический состав в % стали 1.4509 и 08X17T [2]

| Сталь      | C          | Si        | Mn         | P           | S           | Cr            | Nb                | Ti            | Ni     |
|------------|------------|-----------|------------|-------------|-------------|---------------|-------------------|---------------|--------|
| 1.4509     | до<br>0,05 | до<br>1,0 | до<br>1,00 | до<br>0,040 | до<br>0,015 | 17,5-<br>18,5 | 3xC+0,3<br>0-1,00 | 0,10-<br>0,60 | -      |
| 08X17<br>T | до<br>0.08 | до<br>0.8 | до<br>0.8  | до<br>0.035 | до<br>0.025 | 16 -<br>18    | -                 | до<br>0.8     | до 0.6 |

Таблица 1.4 - Механические свойства 1.4509 и 08X17T при T=20°C [2]

| Сталь  | Сортамент                        | Предел<br>прочности<br>при<br>растяжении | $\delta_5$ | Термообработка  |
|--------|----------------------------------|------------------------------------------|------------|-----------------|
| -      | -                                | МПа                                      | %          | -               |
| 1.4509 |                                  | 430                                      | 18         |                 |
| 08X17T | Лист тонкий,<br>ГОСТ 5582-<br>75 | 460                                      | 20         | Отжиг 740-780°C |

### 1.3 Оборудование для сварки

Сварные швы, к которым предъявляются специфические требования (отсутствие сварочных брызг и т.д.), для сварки приемного фланца с трубочками используется роботизированная сварка неплавящимся вольфрамовым электродом, а для приварки втулок и выпускного фланца используется роботизированная дуговая сварка плавящимся электродом в

газовой смеси. Для обеспечения высокой скорости и точности требуется универсальный робот для сложной работы, манипулятор Yaskawa Motoman HP20. Промышленный робот HP20 обладает шестью осями вращения, грузоподъемностью 20 кг, радиусом действия 1717мм.



Рисунок 1.6 - Манипулятор Yaskawa Motoman HP20 [3]

Таблица 1.5 – Технические характеристики манипулятора Yaskawa Motoman HP20 [3]

| Назначение                             |             | Электродуговая сварка   |
|----------------------------------------|-------------|-------------------------|
| Тип конструкции                        |             | Вертикально сочлененная |
| Степеней свободы                       |             | 6                       |
| Полезная нагрузка                      |             | 20 кг                   |
| Точность повторяемого позиционирования |             | $\pm 0,06$ mm           |
| Масса                                  |             | 257 kg                  |
| Требования к электропитанию            |             | 2,8 кВА                 |
| Условия                                | Температура | от 0° до +45° C         |

|                         |                       |                                                                                                                                                                         |
|-------------------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| окружающей<br><br>среды | Влажность             | 20 – 80% относительной<br>влажности (без конденсации)                                                                                                                   |
|                         | Ускорение<br>вибраций | 4,9 м/с <sup>2</sup> [0,5 G] или менее.                                                                                                                                 |
|                         | Другие                | Отсутствие коррозионно-активных либо взрывоопасных газов или жидкостей. Отсутствие воздействия воды, масла или пыли. Отсутствие чрезмерных электрических помех (плазма) |

На некоторых операциях сварочные посты оборудованы аппаратом Tetrix 300TM (рис. 1.7). Представляет собой трехфазную инверторную модель для сварки постоянным током.



Рисунок 1.7 – Инверторный аппарат для сварки постоянным током Tetrix 300TM [4]

Таблица 1.6 – Технические характеристики Tetrix 300TM [4]

|                                        |           |
|----------------------------------------|-----------|
| Диапазон регулирования сварочного тока | 5 - 300 А |
|----------------------------------------|-----------|

|                                                           |                                 |
|-----------------------------------------------------------|---------------------------------|
| Продолжительность включения при<br>$t=40^{\circ}\text{C}$ | 300 А / 60 % ; 250 А / 100 %    |
| Напряжение холостого хода                                 | 98 В                            |
| Частота сети                                              | 50 Гц / 60 Гц                   |
| Сетевой предохранитель (инерционный)                      | 3 x 16 А                        |
| Сетевое напряжение (допуски)                              | 3 x 400 В ( от - 25 до + 20 % ) |
| Максимальная потребляемая мощность                        | 8,3 кВА                         |
| Рекомендуемая мощность генератора                         | 8,3 кВА                         |
| Габариты аппарата (ДхШхВ) в мм                            | 590 x 230 x 380                 |
| Масса аппарата                                            | 29 кг                           |
| Масса модуля охлаждения                                   | 15 кг                           |
| Холодопроизводительность                                  | 800 Вт ( 1 л / мин )            |
| Ёмкость бака                                              | 4 ,5 л                          |
| Производительность                                        | 5 л / мин                       |

Некоторые сварочные посты оборудованы полуавтоматами инверторного типа Fronius TPS 3200 (рис. 1.5), который позволяет производить сварку следующими способами:

- Импульсная дуговая сварка MIG/MAG
- Сварка MIG/MAG
- Пайка MIG
- Сварка постоянным током DC TIG
- Пайка MIG
- Ручная электродуговая сварка MMA

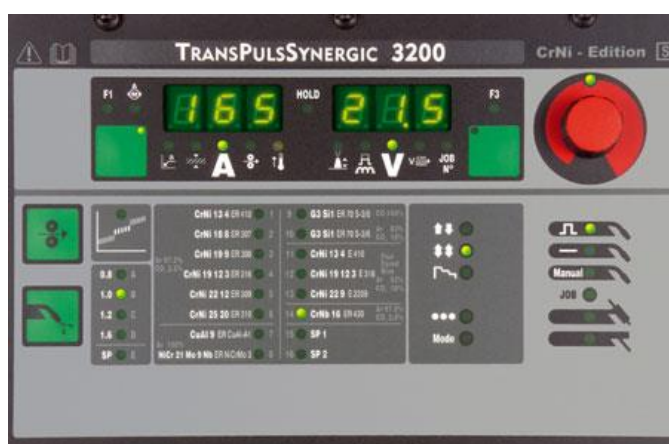


Рисунок 1.8 - Fronius TPS 3200

Усовершенствованный сварочный процесс обеспечивается за счет систем системы цифрового управления Fronius (рис. 1.6).

При помощи данного полуавтомата можно производить сварку и пайку следующих материалов любой толщины:

- Конструкционная сталь
- Конструкционная сталь с покрытием
- Ферритная / аустенитная хромоникелевая сталь
- Сплавы на никелевой основе
- Алюминиевые сплавы



## Рисунок 1.9 - Цифровое управление

Таблица 1.7 – Технические характеристики полуавтомата сварочного Fronius TPS3200 [4]

|                           |                      |
|---------------------------|----------------------|
| Тип                       | инверторный          |
| Напряжение сети           | 380 В                |
| Сварочный ток, min        | от 3 А               |
| Сварочный ток, max        | до 320 А             |
| Диапазон сварочного тока  | 3-320 А              |
| Напряжение холостого хода | 65 В                 |
| Рабочее напряжение        | 14,2-30,0 В          |
| Габариты                  | д/ш/в 625х290х475 мм |
| Масса                     | 34,6 кг              |

### 1.4 Вспомогательные сварочные материалы

В качестве присадочного материала используется проволока коррозионностойкая для сварки нержавеющей сталей, содержащих Cr 13-18% в среде защитных газов (Ar). Применяется в автомобилестроении для изготовления выхлопных труб.

Таблица 1.8 – Технические характеристики проволоки ESAB OK Autrod 430Ti [5]

| Диаметр, мм | Скорость подачи, м/мин | Сварочный ток, А | Напряжение дуги, В | Кг наплавленного металла/ час работы дуги |
|-------------|------------------------|------------------|--------------------|-------------------------------------------|
| 1.0         | 4.0-16.0               | 80-240           | 15-28              | 1.5-6.0                                   |

## **1.5 Базовый технологический процесс сварки каталитического коллектора автомобиля Datsun mi-DO.**

Все сварочные посты оборудованы полуавтоматами инверторного типа Fronius TPS 3200, сварка производится проволокой ESAB OK Autrod 430Ti диаметром 1 мм, в газовой смеси Кронигон-2 (98%Ar+2%CO ), расход защитного газа 10-18 л/мин.

1. Входной контроль. Каждый компонент перед подачей на сборочную операцию проверяется контрольным калибром на соответствие требованиям чертежа. К компонентам предъявляют следующие требования: на функциональных поверхностях не допускаются трещины, задиры и заусенцы. Трубы должны быть чистыми, без металлической стружки внутри, без следов масла и эксплуатационных жидкостей от оборудования. Заусенцы и задиры на торцах труб и гофры на радиусных участках - не допускаются. Остальные технические требования по ТУ 4591-002-62463147-2012 «Глушители выпуска отработавших газов для автомобилей LADA»

2. Сварка верхнего полукорпуса со втулкой, конуса со втулкой и выпускным фланцем. Достаньте сваренный конус с втулкой с оснастки и переложите в оснастку втулкой от себя. Взять со стеллажа конус и установить в оснастку. Взять втулку и установить ее в оснастку в отверстие конуса. Зажать детали прижимом, отпустить прижим нажимая на кнопку пневмоклапана. Заккрыть прижим за ручку. Взять верхний полукорпус и установить его в оснастку. Взять втулку и установить ее в оснастку в отверстие полукорпуса. Зажать деатль прижимом нажимая на кнопку пневмоклапана (рис. 1.10). Взять фланец выпускной и установить его в оснастку на плоские опоры. Заккрыть прижим за ручку. Зажать детали прижимом, отпустить прижим, нажимая на кнопку пневмоклапана (рис. 1.11). Нажать на кнопку ПУСК для запуска автоматического режима сварки. Наличие, положение сварных швов; швы не должны иметь непроваров и несплошностей. Убедиться в отсутствии сквозных прожогов, сварных брызг

на резьбе, на поверхности полукорпуса и на функциональных поверхностях втулок. Передать деталь на следующую операцию.



Рисунок 1.10 – Сварка втулки с полукорпусом



Рисунок 1.11 – Сварка конуса с втулкой и выпускным фланцем

3. Сборка и прихватки верхнего узла. Установить фланец в сварочную оснастку по двум базовым штифтам. Зафиксировать фланец тремя прижимами. Установить нижний полукорпус в ложемент. Установить 4 трубки в ложемент на ручки нижнего полукорпуса и в отверстия фланца. Трубки должны входить и перемещаться во фланце свободно, без усилий. Установить верхний полукорпус поверх трубок. Выдвинуть вперед, до упора, ложемент для базирования торцов полукорпусов. Зафиксировать полукорпус

двумя прижимами. Торцы должны находится на одной линии. Сварить детали дуговой сваркой при  $I=160A$ ,  $U=21B$ ,  $V_{св}=0,35м/мин$ ,  $V_{п.п.}=8,5м/мин$ . Использовать проволоку  $1,0мм$  ESAB ОК Autrod 430Ti (рис. 1.12-1.13). Не допускать сквозных прожигов трубок и полукорпусов. Убедиться в отсутствии сварочных брызг на внутренних поверхностях полукорпусов и трубок, обратной стороне впускного фланца. Передать деталь на следующую операцию.



Рисунок 1.12 – Положение сварочной горелки для прихваток фланца



Рисунок 1.13 – Положение сварочной горелки для прихваток полукорпуса

4. Сварка трубок к фланцу. Взять узел с предыдущей операции и установить его на стол оснастки. Вынуть сваренный узел из оснастки, поставить на стол. Установить не обваренный узел в оснастку, зафиксировать прижимами. Взять сваренный узел, второй рукой нажать кнопку «СТАРТ» (рис. 1.14). Сварка фланца с трубками выполняется на 2 операциях: на первой

обваривается отверстие 1,3, а на второй обвариваются отверстия 2,4.100% самоконтроль. Наличие, положение сварных швов; швы не должны иметь непроваров и несплошностей. Передать деталь на следующую операцию.



Рисунок 1.14 – Сварка трубок к фланцу

5. Сварка верхнего узла. Взять верхний узел после предыдущей операции и установить его в оснастку. Зафиксировать деталь верхним прижимом. Закрывать прижим заглушки верхней гайки. Взять сварочную горелку и сварить деталь (рис. 1.15). Расфиксировать все прижимы.



Рисунок 1.15 – Сварка верхнего узла

6. Проверка плоскостности приемного фланца. Установить деталь на стенде, зафиксировать прижимом. Нажать и удерживать кнопки двумя руками до полного прижатия верхнего фланца к измерительной поверхности. Нажать зелёную кнопку чтобы начать измерение (рис.1.16).



Рисунок 1.16 – Проверка плоскостности приемного фланца

7. Сварка верхнего узла с корпусом нейтрализатора в сборе. Зафиксировать фланец прижимом. Заккрыть прижим. Взять верхнюю часть катколлектора и установить в оснастку ориентируя по двум штифтам. Зафиксируйте приемный фланец прижимами. Переместить узел влево взявшись за рукоятку правой рукой до соединения с верхней частью катколлектора. Взять сварочную горелку и сварить деталь (рис. 1.17). Расфиксировать прижимы нижнего подвижного ложеамента. Расфиксировать прижимы впускного фланца.

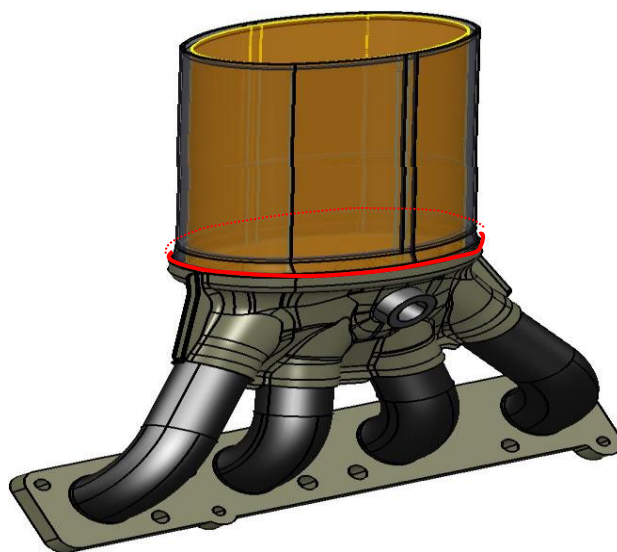


Рисунок 1.17 – Сварка верхнего узла с корпусом нейтрализатора

8. Приварка конуса в сборе к корпусу нейтрализатора. Взять узел после предыдущей операции и установить его в оснастку. Зафиксировать фланец прижимом. Возьмите верхнюю часть каталитического коллектора и установить в оснастке ориентируя по двум штифтам. Зафиксировать приемный фланец прижимами. Переместить узел влево взявшись за рукоять правой рукой до соединения с верхней частью каталитического коллектора. Взять сварочную горелку и сварить деталь согласно инструкции TOG-WI-WPS-102 (рис. 1.18). Разжать прижимы нижнего подвижного ложемент. Разжать прижимы впускного фланца. 100% самоконтроль. Наличие, положение сварного шва; шов не должен иметь непровар, несплошностей, пор, прожогов, наплывов, чрезмерного проплавления.



Рисунок 1.18 - Приварка конуса в сборе к корпусу нейтрализатора

9. Приварка кронштейнов. Взять кронштейн без выреза, установить в сварочную оснастку ближнего края отверстием на базовый штифт. Зафиксировать кронштейн прижимом. Взять кронштейн с вырезом, установить в сварочную оснастку дальнего края отверстием на базовый штифт. Зафиксировать кронштейн прижимом. Установить катколлектор в приспособление по двум базовым штифтам, зафиксировать верхний фланец катколлектора прижимами. Зафиксировать нижний фланец с помощью заднего прижима. Взять сварочную горелку и сварить деталь (рис. 1.19). Расфиксируйте все прижимы.

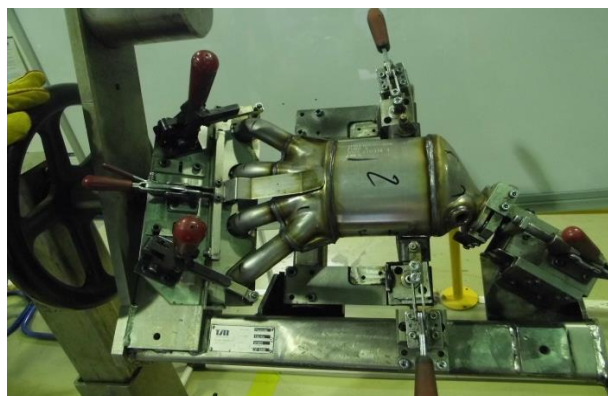


Рисунок 1.19 – Приварка кронштейнов

10. Проверка герметичности. Установить деталь на стенд для испытания. Герметизируйте две резьбовые втулки быстросъемными пробками (рис.1.20). Для запуска измерения нажать кнопку пневмораспределителя.



Рисунок 1.20 – Проверка герметичности

11. Стенд проверки геометрии. Взять деталь с предыдущей операции. Установить деталь на стенде, зафиксировать прижимом (рис. 1.21). Нажать и удерживать кнопки двумя руками до полного прижатия верхнего фланца к базовой поверхности. Для демонтажа детали нажмите кнопку «Open reset». Удерживайте сенсорные кнопки двумя руками до возвращения гидроприжимов в исходное положение. Откройте прижим придерживая деталь правой рукой за выпускной фланец. Передайте деталь на следующую операцию.

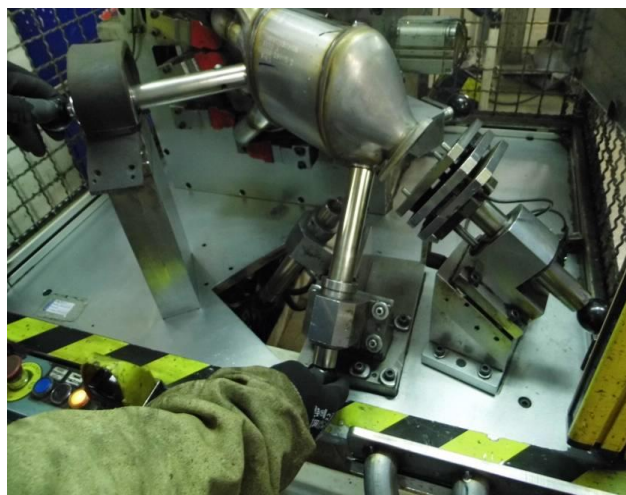


Рисунок 1.21 – Стенд проверки геометрии

12. **Финальный контроль.** Взять деталь из межоперационного накопителя, положить на рабочий стол. Устранить сварочные брызги на функциональной поверхности. Проверить отверстия фланца при помощи калибра. Проверить выступающий сварочный шов за края кронштейна и область вокруг швов. Перевернуть деталь на другую сторону. Устранить сварочные брызги в области отверстий. Проверить поверхность верхней втулки. Взять деталь с рабочего стола и повесить на специальный держатель.

### **1.6 Анализ базового процесса**

Недостатками сварки приемного фланца с трубками вольфрамовым неплавящимся электродом в базовом процессе является: высокий уровень доработки (до 25%), низкая скорость сварки, высокие требования к свариваемым деталям, сложность настройки оборудования.

Для достижения поставленной цели, которая была сформулирована в начале бакалаврской работы и проведенного анализа недостатков базового процесса, необходимо выполнить следующие задачи:

- 1) провести анализ способов сварки приемного фланца с трубками;
- 2) разработать проектный технологический процесс сварки.

## 2 Анализ способов сварки приемного фланца с трубками

Сварка неплавящимся вольфрамовым электродом в защитном газе использует тепло, образующееся при горении электрической дуги между электродом и основным металлом. Температура в столбе дуги при сварке вольфрамовым неплавящимся электродом в среде защитных газов процессе может достигать 19 500 °С.

Вольфрамовый электрод закрепляется в токопроводящем устройстве специальной горелки, к которой по шлангам подводится токоведущий провод и защитный инертный газ. Истекающая из сопла горелки струя аргона оттесняет воздух и надежно защищает электрод, дугу, сварочную ванну и околошовную зону от окисления и азотирования (рис. 2.1). Таким образом, процесс осуществляется при струйной защите зоны сварки от контакта с воздухом. Если возникает необходимость в добавочном (присадочном) металле для заполнения шва (получения сварочного валика), то в дугу подается присадочная проволока, как правило, того же или близкого состава, что и свариваемый металл.

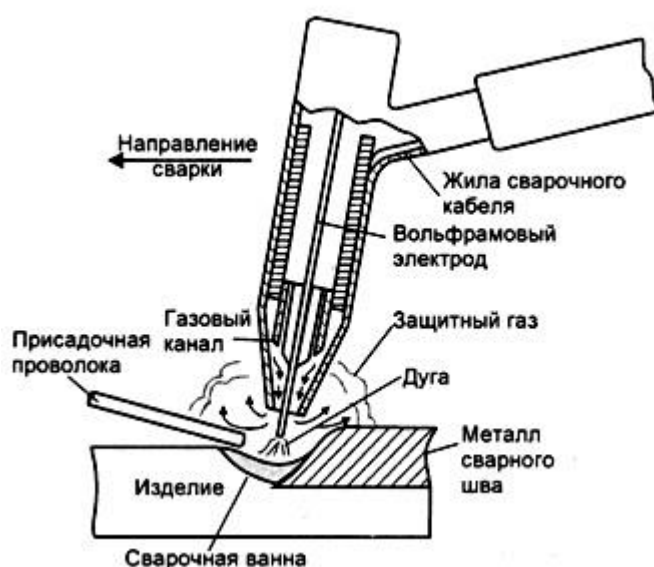


Рисунок 2.1 – Сварка неплавящимся вольфрамовым электродом в защитном газе [5]

Преимущество GTAW процесса заключается в том, что им можно сваривать значительно большее количество металлов и сплавов, чем любой другой сваркой. TIG сварка позволяет сваривать сталь, в том числе нержавеющую, никелевые сплавы (монель, инконель и др.), титан, алюминий, алюминиевые и магниевые сплавы, медь, бронзу и даже золото. Можно сваривать разнородные металлы, например медь с латунью и нержавеющую сталь с низкоуглеродистой сталью. Этим способом можно соединять вручную, полуавтоматически или автоматически в различных пространственных положениях разнообразные металлы и сплавы толщиной от десятых долей до десятков миллиметров.

При сварке GTAW процессом не требуется шлак, следовательно, ничто не закрывает сварщику сварочную ванну. Завершенный валик сварного шва не имеет шлаковой корки, нет необходимости зачищать валики сварного шва при многопроходной сварке. Шлаковые включения в многослойной сварке бывают крайне редко. Исключение составляют металлы, подобные инконелю, в них могут встречаться шлаковые включения.

При сварке GTAW процессом отсутствует перенос расплавленного металла через дуговой промежуток. Это в значительной мере облегчает условия горения дуги и обуславливает более высокую ее стабильность. Нет расплавленных капель металла и нет брызг: если свариваемый металл не загрязнен, то нет и искр.

К недостаткам GTAW процесса, по сравнению со сваркой покрытым электродом и GMAW процессом, относится необходимость применения дополнительных защитных мер против световой и тепловой радиации дуги. Из-за отсутствия дыма и более высокой температуры дуги излучение более сильное, имеющее сдвиг в ультрафиолетовую область, что, в свою очередь, вызывает образование озона и оксидов азота.

Сварка неплавящимся вольфрамовым электродом производится на прямой полярности (минус на электроде). При установившейся дуге электронный поток движется от отрицательного электрода горелки к положительному электроду (изделию), а поток положительно заряженных ионов - к электроду. При сварке на обратной полярности примерно 70% тепла сконцентрировано с положительной стороны дуги, и значительная часть этого тепла передается в зону сварки.

Прямая полярность позволяет получить узкую, сконцентрированную дугу, дающую глубокое проплавление и, соответственно, большую скорость сварки. Электрод получает меньшую часть тепловой энергии дуги и будет иметь меньшую температуру, чем при сварке на переменном токе или при сварке на обратной полярности, что, в свою очередь, позволяет уменьшить диаметр вольфрамового электрода и снизить расход защитного газа.

При обратной полярности поток электронов также движется от отрицательного электрода к положительному, но в данном случае от изделия к электроду. Следовательно, 70% тепла сконцентрировано в дуге около вольфрамового электрода. Поскольку электрод получает значительно больше тепла при сварке на обратной полярности, чем на прямой, для предотвращения перегрева и расплавления вольфрамового электрода приходится использовать электроды увеличенного диаметра и уменьшать сварочный ток. Свариваемое изделие при сварке на обратной полярности получает меньше тепла и как результат - меньшая глубина проплавления.

Другим недостатком при сварке на обратной полярности является блуждание дуги, возникающее иногда из-за магнитного дутья. Магнитное дутье может возникнуть и при сварке на прямой полярности, но сварка на обратной полярности более подвержена магнитному дутью. [6]

При сварке плавящимся электродом дуга горит между изделием и расплавляемой сварочной проволокой, подаваемой в зону сварки. При сварке

неплавящимся электродом (вольфрамовые прутки) сварочная дуга может быть прямого или косвенного действия. Разновидностью сварочной дуги косвенного действия может быть дуга, горящая между вольфрамом, и непрерывно подаваемой в зону дуги сварочной проволокой.

При дуговой сварке плавящимся электродом в среде защитных газов геометрическая форма сварного шва и его размеры зависят от мощности сварочной дуги, характера переноса металла через дуговой промежуток, а также от взаимодействия газового потока и частиц металла, пересекающих дуговой промежуток, с ванной расплавленного металла.

В процессе сварки на поверхность сварочной ванны оказывает давление столб дуги за счет потока газов, паров и капель металла, вследствие чего столб дуги погружается в основной металл, увеличивая глубину проплавления. Поток газов и паров металла, направляемый от электрода в сварочную ванну, создается благодаря сжимающемуся действию электромагнитных сил. Сила воздействия сварочной дуги на ванну расплавленного металла характеризуется ее давлением, которая будет тем больше, чем концентрированный поток газа и металла. Концентрация потока металла увеличивается с уменьшением размера капель, который определяется составом металла, защитного газа, а также направлением и величиной сварочного тока.

Сварочная дуга, образованная в результате плавления электрода в среде инертных газов, имеет форму конуса, столб которой состоит из внутренней и внешней зоны. Внутренняя зона имеет яркий свет и большую температуру.

Во внутренней зоне происходит перенос металла и ее атмосфера заполнена светящимися парами металла. Внешняя зона имеет менее яркий свет и представляет собой ионизированный газ. [7]

На основе проведенного анализа был выбран способ сварки в среде защитных газов плавящимся электродом, как способ в котором отсутствуют недостатки присущие базовому варианту; высокая скорость сварки, менее

высокие требования к свариваемым компонентам, низкий уровень доработки (до 5%), отсутствие сварочных брызг.

## 2.1 Способ сварки короткими замыканиями

Процесс является разновидностью сварки плавящимся электродом с периодическими короткими замыканиями.

Во время такого процесса образование короткого замыкания сопровождается значительным повышением тока (резким понижением напряжения и повышением сопротивления), что непременно приводит к повышению тепловложения в основной металл. Однако при сварке с периодическими короткими замыканиями при первом обнаружении короткого замыкания ток снижается до минимально допустимого значения, в то же время происходит отрыв капли за счет обратного движения сварочной проволоки (рис. 1). Вот почему перенос металла осуществляется при значении тока практически равном нулю и поэтому величина тепловложения очень мала.



Рисунок 2.2 – Основной принцип сварки короткими замыканиями

Процесс сварки плавящимся электродом с периодическими короткими замыканиями можно описать по следующему алгоритму (рис. 2):

- Во время горения дуги сварочная проволока подводится к ванне;
- В момент входа сварочной проволоки в сварочную ванну дуга гасится, ток снижается для исключения разрыва перемычки;

- В момент короткого замыкания ток снижается до минимума, сварочная проволока отводится назад для облегчения отделения капли;
- Проволока снова подаётся в сварочную ванну, зажигается дуга, начинается новый цикл сварки.



Рисунок 2.3 - Последовательность действий в цикле СМТ сварки.

В зависимости от того, какая характеристика была выбрана, это возвратно поступательное движение может повторяться до 70 раз в секунду. Кроме того, две особенности, отмеченные выше (1-ая перенос металла без тока (условно) и 2-ая возвратно поступательное движение электрода), а также 3-я особенность – движение проволоки, должны быть включены в систему управления.[7]

### **Преимущества и диапазон мощностей.**

Данная технология имеет следующие преимущества по сравнению с обычными процессами сварки в среде защитных газов:

- Благодаря малому тепловложению легкие и сверхлегкие листы (толщина менее 0,3 мм) могут быть соединены с наилучшим результатом (в случае механизированной и автоматизированной сварки). Это именно та область, для которой был разработан СМТ процесс.
- Просмотрев видео обучающей презентации, мы смогли убедиться, что разработанный способ управления процессом не ориентируется на скорость сварки даже если она увеличена до максимума, и не ориентируется на величину вылета. Это также означает высокую стабильность дуги, а значит, и процесса.

- Другое значительное преимущество заключается в отсутствии брызг при сварке и пайке. Особенно видна разница при СМТ наплавке по сравнению с обычной наплавкой.
- Также СМТ процесс обеспечивает хорошее «покрытие» зазоров между свариваемыми деталями и более высокие скорости сварки и наплавки по сравнению с обычными процессами.
- Более стабильный сварочный процесс за счёт механического слежения за дугой.
- Практически полное отсутствие брызг даже при работе в CO<sub>2</sub>
- Сварка в совмещённом режиме с пульсом, влияет на проплавление и геометрию шва.
- Возможность сварки по большому зазору, ниже требования к оснастке.
- Высокая скорость сварки в ручном режиме (в 1.5 ÷ 2 раза выше традиционного полуавтомата)

### **Возможные области применения сварки плавящимся электродом с короткими замыканиями.**

СМТ процесс превосходно подходит для соединения легких и сверхлегких листов. Также очевидны преимущества при соединении алюминиевых материалов, толщиной до 3 мм, CrNi материалов (типа нержавеющей сталей, жаропрочных никелевых сплавов и т.п.) и сталей толщиной до 2мм. При наплавке на оцинкованные листы (покрытие, полученное электролитическим или способом погружения) главное преимущество в практически полном отсутствии брызг. Для всех вышеперечисленных применений имеется общее преимущество – сварка и наплавка осуществляются на скоростях выше тех, которые характерны для обычных процессов сварки и наплавки (зависит от геометрии, желаемого значения проплавления и величины зазора). [8]

## 2.2 Внедрение сварки плавящимся электродом в среде защитных газов (метод коротких замыканий) для сварки приемного фланца с трубками.

На основе проанализированных способов сварки было принято решение, что сварка плавящимся электродом в среде защитных газов наиболее полно удовлетворяет требования стандарта 34-05-59 «Требования к сварным швам выхлопных систем».

Была проведена опытная сварка 50 деталей, сваренных на 3 различных режимах (табл. 2.1).

Таблица 2.1 - Режимы сварки образцов

| Режимы сварки             | Группы образцов |     |     |
|---------------------------|-----------------|-----|-----|
|                           | 1               | 2   | 3   |
| Скорость подачи,<br>м/мин | 5,3             | 4,2 | 4,0 |
| Длина дуги, %             | -14             | -20 | -12 |

После сварки детали подвергались двум видам измерений:

- 1) замер отверстий фланца (табл. 2.2);
  - а) диаметр проходного сечения;
  - б) величина диаметра отверстия фланца;
- 2) макрография сварных швов.

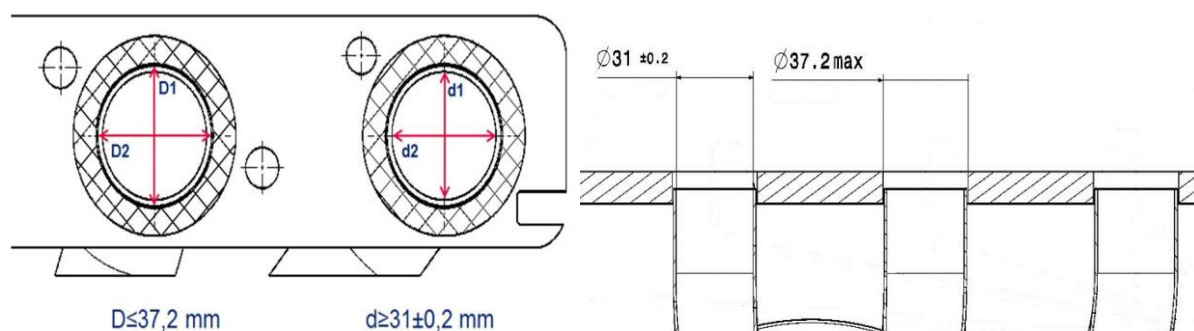


Рисунок 2.4 – Геометрические измерения отверстий фланца

Таблица 2.2 – Результаты замеров (в мм)

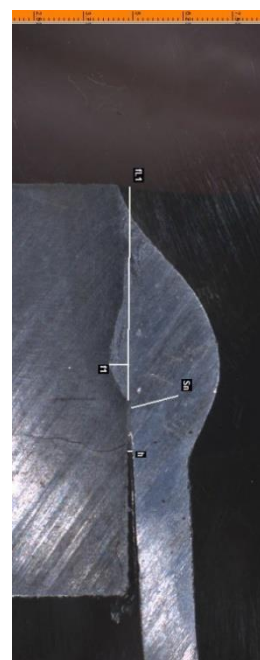
| № | 1     |       |       |       | 2     |       |       |       | 3     |       |       |       |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|   | D1    | D2    | d1    | d2    | D1    | D2    | d1    | d2    | D1    | D2    | d1    | d2    |
| 1 | 36,12 | 36,28 | 30,72 | 30,36 | 36,01 | 36,12 | 30,62 | 30,32 | 35,92 | 35,98 | 30,66 | 30,46 |
| 2 | 36,16 | 36,05 | 30,39 | 29,71 | 36,13 | 36,19 | 30,67 | 30,49 | 35,72 | 35,89 | 30,63 | 30,43 |
| 3 | 36,12 | 35,98 | 30,49 | 30,14 | 35,81 | 35,94 | 30,64 | 30,43 | 35,92 | 35,91 | 30,18 | 29,87 |
| 4 | 35,36 | 35,7  | 30,89 | 30,26 | -     | -     | -     | -     | 35,46 | 35,66 | 30,57 | 30,39 |
| 5 | 35,94 | 36,32 | 30,54 | 30,28 | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |

Результаты геометрии показали, что полученные сварные измерения не соответствуют требованиям чертежа (рис. 2.4): Диаметр проходного отверстия трубок был меньше минимально необходимого 30,8 мм. Величина оплавления приемного фланца не выходила за требуемый размер 37,2 мм.

Проведение макрографических исследований показали, что для 1 и 2 группы образцов отсутствовала требуемая величина проплавления 0,2 мм (рис. 2.5). Для 3 группы проплавления было достаточным.



(x5)



(x5,5)

Рисунок 2.5 - макрографические исследования величины проплавления

В результате проведенных исследований было принято решение о необходимости изменения конструкции свариваемых деталей:

Диаметр отверстий фланца был увеличен с 35,4 до 36,8 мм (рис. 2.6).

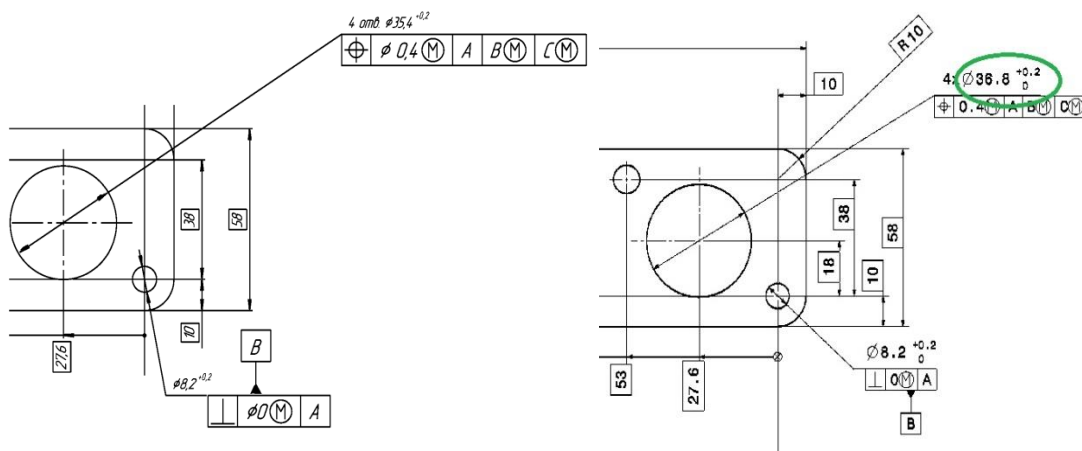


Рисунок 2.6 - изменение диаметра отверстий фланца

Увеличен диаметр раздачи трубок с 35,0 до 36,8 мм (рис. 2.7 ).

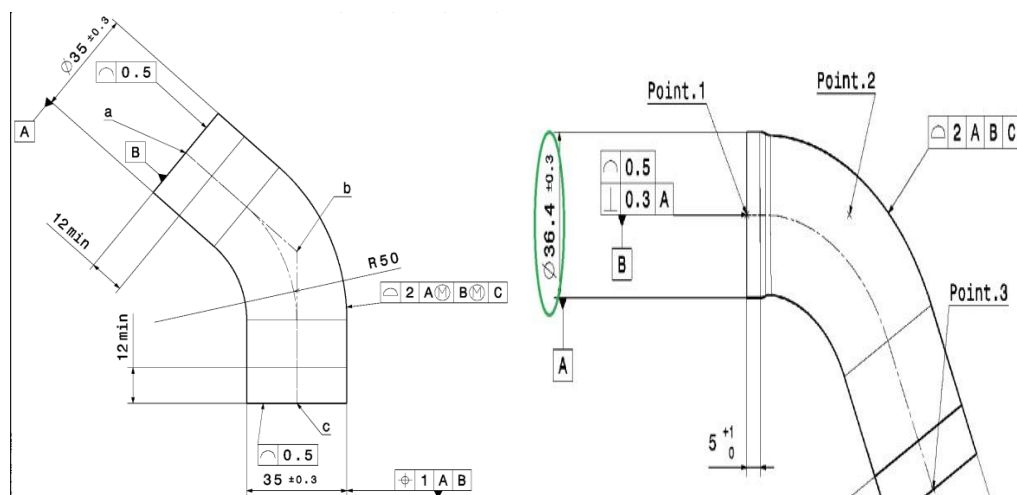


Рисунок 2.7 - Изменение диаметра раздачи трубок

Была проведена сварка с измененными деталями на следующих режимах.

Скорость сварки – 45 см/мин;

«Чистое» время сварки – 65 с;

Машинное время – 78 с.

Порядок выполнения сварных швов

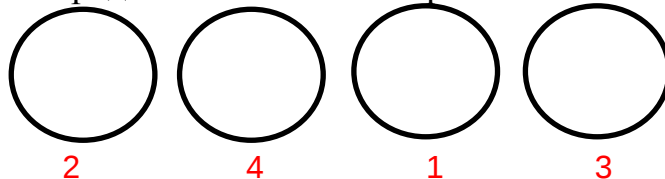


Таблица 2.3 – Сварочные режимы

| СВАРОЧНЫЕ РЕЖИМЫ         |                 |
|--------------------------|-----------------|
| Параметр                 | Величина        |
| Тип процесса             | CrNi 19 9 (1,0) |
| Скорость подачи, м/мин   | 5,2             |
| Длина дуги, %            | -28             |
| Коррекция импульса       | 2,0             |
| Ток старта, %            | 80              |
| Время тока старта, с     | 0,4             |
| Изменение тока старта, с | 0,4             |

Для ускорения проверки проходного сечения был разработан калибр «Пробка» (рис. 2.7).

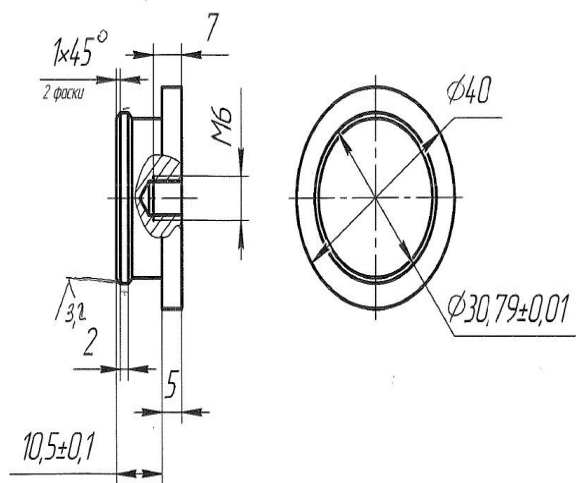


Рисунок 2.7 - Калибр пробка

В результате измененных режимов сварки диаметр проходного сечения и величина отверстия фланца стали соответствовать требованиям чертежа (табл. 2.4 ).

Таблица 2.4 - результаты замеров с измененными режимами сварки.

| № | 1     |       |       |       |
|---|-------|-------|-------|-------|
|   | D1    | D2    | d1    | d2    |
| 1 | 37,13 | 36,96 | 31,50 | 31,40 |
| 2 | 37,04 | 36,99 | 31,46 | 31,48 |
| 3 | 36,87 | 36,90 | 31,45 | 31,27 |
| 4 | 37,21 | 37,12 | 31,47 | 31,55 |
| 5 | 37,29 | 37,07 | 31,38 | 31,35 |
| 6 | 37,34 | 37,10 | 31,59 | 31,56 |
| 7 | 37,31 | 37,21 | 31,64 | 31,46 |
| 8 | 37,25 | 37,24 | 31,70 | 31,67 |
| 9 | 37,31 | 37,29 | 31,47 | 31,43 |

В результате проделанной работы были подобраны сварочные режимы, обеспечивающие получение готовой детали с необходимыми свойствами (размеры проходного сечения, оплавление отверстий приемного фланца, получение сварных швов надлежащего качества, отсутствие сварочных брызг внутри труб).

### **2.3 Проектный технологический процесс сварки каталитического коллектора автомобиля Datsun mi-DO.**

Все сварочные посты оборудованы полуавтоматами инверторного типа Fronius TPS 3200, сварка производится проволокой ESAB OK Autrod 430Ti диаметром 1 мм, в газовой смеси Кронигон-2 (98%Ar+2%CO ), расход защитного газа 10-18 л/мин.

1. Входной контроль. Каждый компонент перед подачей на сборочную операцию проверяется контрольным калибром на соответствие требованиям чертежа. К компонентам предъявляют следующие требования: на функциональных поверхностях не допускаются трещины, задиры и заусенцы. Трубы должны быть чистыми, без металлической стружки внутри, без следов масла и эксплуатационных жидкостей от оборудования. Заусенцы и задиры на торцах труб и гофры на радиусных участках - не допускаются.

Остальные технические требования по ТУ 4591-002-62463147-2012 «Глушители выпуска отработавших газов для автомобилей LADA»

2. Сварка верхнего полукорпуса со втулкой, конуса со втулкой и выпускным фланцем. Достаньте сваренный конус с втулкой с оснастки и переложите в оснастку втулкой от себя. Взять со стеллажа конус и установить в оснастку. Взять втулку и установить ее в оснастку в отверстие конуса. Зажать детали прижимом, отпустить прижим нажимая на кнопку пневмоклапана. Заккрыть прижим за ручку. Взять верхний полукорпус и установить его в оснастку. Взять втулку и установить ее в оснастку в отверстие полукорпуса. Зажать деатль прижимом нажимая на кнопку пневмоклапана (рис. 2.8). Взять фланец выпускной и установить его в оснастку на плоские опоры. Заккрыть прижим за ручку. Зажать детали прижимом, отпустить прижим, нажимая на кнопку пневмоклапана (рис. 2.9). Нажать на кнопку ПУСК для запуска автоматического режима сварки. Наличие, положение сварных швов; швы не должны иметь непроваров и несплошностей. Убедиться в отсутствии сквозных прожогов, сварных брызг на резьбе, на поверхности полукорпуса и на функциональных поверхностях втулок. Передать деталь на следующую операцию.



Рисунок 2.8 – Сварка втулки с полукорпусом



Рисунок 2.9 – Сварка конуса с втулкой и выпускным фланцем

3. Сборка и прихватки верхнего узла. Установить фланец в сварочную оснастку по двум базовым штифтам. Зафиксировать фланец тремя прижимами. Установить нижний полукорпус в ложемент. Установить 4 трубки в ложемент на ручки нижнего полукорпуса и в отверстия фланца. Трубки должны входить и перемещаться во фланце свободно, без усилий. Установить верхний полукорпус поверх трубок. Выдвинуть вперед, до упора, ложемент для базирования торцов полукорпусов. Зафиксировать полукорпус двумя прижимами. Торцы должны находиться на одной линии. Сварить детали дуговой сваркой при  $I=160\text{A}$ ,  $U=21\text{В}$ ,  $V_{\text{св}}=0,35\text{м/мин}$ ,  $V_{\text{п.п.}}=8,5\text{м/мин}$ . Использовать проволоку  $\varnothing 1,0\text{мм}$  ESAB OK Autrod 430Ti (рис. 2.10-2.11). Не допускать сквозных прожигов трубок и полукорпусов. Убедиться в отсутствии сварочных брызг на внутренних поверхностях полукорпусов и трубок, обратной стороне впускного фланца. Передать деталь на следующую операцию.



Рисунок 2.10 – Положение сварочной горелки для прихваток фланца



Рисунок 2.11 – Положение сварочной горелки для прихваток полукорпуса

4. Сварка трубок к фланцу. Взять узел с предыдущей операции и установить его на стол оснастки. Вынуть сваренный узел из оснастки, поставить на стол. Установить не обваренный узел в оснастку, зафиксировать прижимами. Взять сваренный узел, второй рукой нажать кнопку «СТАРТ» (рис. 2.12). Сварка фланца с трубками выполняется на 2 операциях: на первой обваривается отверстие 1,3, а на второй обвариваются отверстия 2,4. 100% самоконтроль. Наличие, положение сварных швов; швы не должны иметь непроваров и несплошностей. Передать деталь на следующую операцию.



Рисунок 2.12 – Сварка трубок к фланцу

5. Сварка верхнего узла. Взять верхний узел после предыдущей операции и установить его в оснастку. Зафиксировать деталь верхним прижимом. Закрывать прижим заглушки верхней гайки. Взять сварочную горелку и сварить деталь (рис. 2.13). Расфиксировать все прижимы.



Рисунок 2.13 – Сварка верхнего узла

6. Проверка плоскостности приемного фланца. Установить деталь на стенде, зафиксировать прижимом. Нажать и удерживать кнопки двумя руками до полного прижатия верхнего фланца к измерительной поверхности. Нажать зелёную кнопку чтобы начать измерение (рис.2.14).



Рисунок 2.14 – Проверка плоскостности приемного фланца

7. Сварка верхнего узла с корпусом нейтрализатора в сборе. Зафиксировать фланец прижимом. Закрывать прижим. Взять верхнюю часть катколлектора и установить в оснастку ориентируя по двум штифтам. Зафиксируйте приемный фланец прижимами. Переместить узел влево взявшись за рукоятку правой рукой до соединения с верхней частью катколлектора. Взять сварочную горелку и сварить деталь (рис. 2.15). Расфиксировать прижимы нижнего подвижного ложемент. Расфиксировать прижимы впускного фланца.

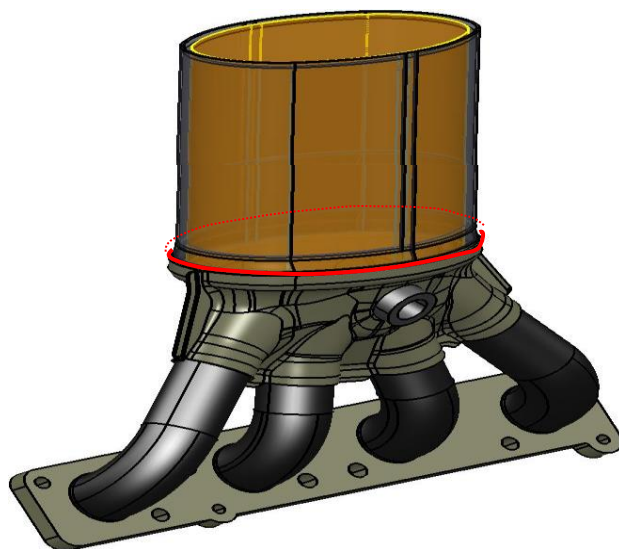


Рисунок 2.15 – Сварка верхнего узла с корпусом нейтрализатора

8. Приварка конуса в сборе к корпусу нейтрализатора. Взять узел после предыдущей операции и установить его в оснастку. Зафиксировать фланец прижимом. Возьмите верхнюю часть каталитического коллектора и установить в оснастке ориентируя по двум штифтам. Зафиксировать приемный фланец прижимами. Переместить узел влево взявшись за рукоять правой рукой до соединения с верхней частью каталитического коллектора. Взять сварочную горелку и сварить деталь согласно инструкции TOG-WI-WPS-102 (рис. 2.16). Разжать прижимы нижнего подвижного ложемент. Разжать прижимы впускного фланца. 100% самоконтроль. Наличие, положение сварного шва; шов не должен иметь непровар, несплошностей, пор, прожогов, наплывов, чрезмерного проплавления.



Рисунок 2.16 - Приварка конуса в сборе к корпусу нейтрализатора

9. Приварка кронштейнов. Взять кронштейн без выреза, установить в сварочную оснастку ближнего края отверстием на базовый штифт. Зафиксировать кронштейн прижимом. Взять кронштейн с вырезом, установить в сварочную оснастку дальнего края отверстием на базовый штифт. Зафиксировать кронштейн прижимом. Установить катколлектор в приспособление по двум базовым штифтам, зафиксировать верхний фланец катколлектора прижимами. Зафиксировать нижний фланец с помощью заднего прижима. Взять сварочную горелку и сварить деталь (рис. 2.17). Расфиксируйте все прижимы.

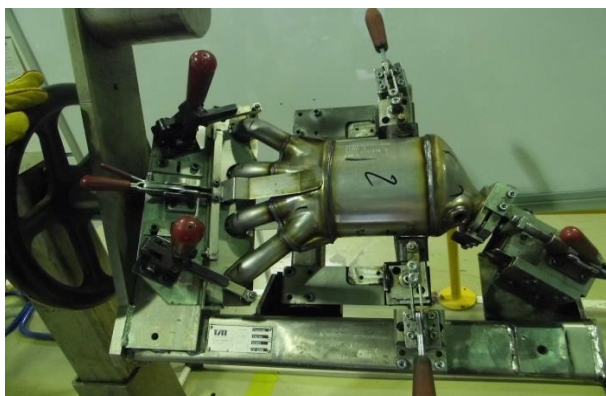


Рисунок 2.17 – Приварка кронштейнов

10. Проверка герметичности. Установить деталь на стенд для испытания. Герметизируйте две резьбовые втулки быстросъемными пробками (рис.2.18). Для запуска измерения нажать кнопку пневмораспределителя.



Рисунок 2.18 – Проверка герметичности

11. Стенд проверки геометрии. Взять деталь с предыдущей операции. Установить деталь на стенде, зафиксировать прижимом (рис. 2.19). Нажать и удерживать кнопки двумя руками до полного прижатия верхнего фланца к базовой поверхности. Для демонтажа детали нажмите кнопку «Open reset». Удерживайте сенсорные кнопки двумя руками до возвращения гидроприжимов в исходное положение. Откройте прижим придерживая деталь правой рукой за выпускной фланец. Передайте деталь на следующую операцию.

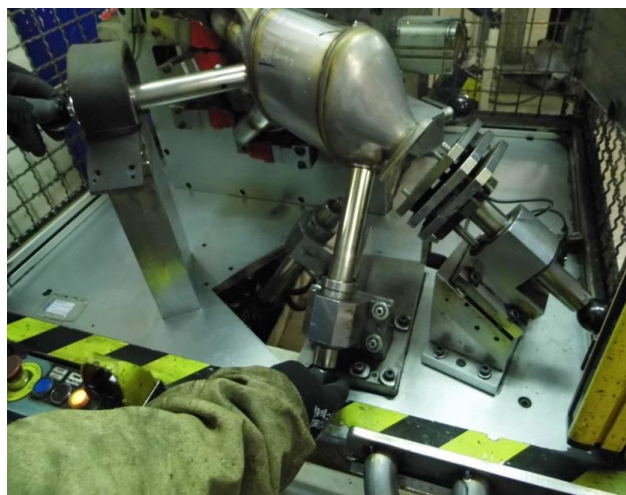


Рисунок 2.19 – Стенд проверки геометрии

12. Финальный контроль. Взять деталь из межоперационного накопителя, положить на рабочий стол. Устранить сварочные брызги на функциональной поверхности. Проверить отверстия фланца при помощи калибра. Проверить выступающий сварочный шов за края кронштейна и область вокруг швов. Перевернуть деталь на другую сторону. Устранить сварочные брызги в области отверстий. Проверить поверхность верхней втулки. Взять деталь с рабочего стола и повесить на специальный держатель.

### 3 Безопасность и экологичность технического объекта

#### 3.1 Технологическая характеристика объекта

Таблица 3.1 - Технологический паспорт объекта

| Технологическая операция , вид выполняемых работ                                       | Наименование должности работника, выполняющего его технологический процесс, операцию | Оборудование, устройство, приспособление.                                 | Материалы, вещества                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 1. Входной контроль                                                                    | Инспектор входного контроля                                                          | Полукорпуса, втулка, фланец, обечайки, конус                              |                                                                |
| 2. Сварка верхнего полукорпуса со втулкой конуса;<br><br>С втулкой и выпускным фланцем | Оператор                                                                             | Робот Yaskawa Motoman HP 20 D,<br><br>сварочный инвертор Fronius TPS 4000 | Воздух сжатый, сварочная проволока, газовая смесь «Кронигон-2» |
| 3. Сборка и прихватка верхнего узла                                                    | Сварщик                                                                              | Сварочный инвертор Fronius TPS 3200                                       | Сварочная проволока, газовая смесь                             |

|                                                           |          |                                                                        |                                                                      |
|-----------------------------------------------------------|----------|------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
|                                                           |          |                                                                        | «Кронигон-2»                                                         |
| 4. Сварка трубок к фланцу                                 | Оператор | Робот Yaskawa Motoman HP 20 D,<br>сварочный инвертор EWM Tetrix 300 TM | Воздух сжатый,<br>сварочная проволока,<br>газовая смесь «Кронигон-2» |
| 5. Обварка верхнего узла                                  | Сварщик  | Сварочный инвертор Fronius TPS 3200                                    | Сварочная проволока,<br>газовая смесь «Кронигон-2»                   |
| 6. Проверка плоскости приемного фланца                    | Сварщик  | Стенд проверки плоскостности                                           | Воздух сжатый                                                        |
| 7. Сварка верхнего узла с корпусом нейтрализатора в сборе | Сварщик  | Сварочный инвертор Fronius TPS 3200                                    | Сварочная проволока,<br>газовая смесь «Кронигон-2»                   |
| 8. Приварка конуса в сборе к корпусу нейтрализатора       | Сварщик  | Сварочный инвертор Fronius TPS 3200                                    | Сварочная проволока,<br>газовая смесь «Кронигон-2»                   |
| 9. Приварка кронштейнов                                   | Сварщик  | Сварочный инвертор Fronius TPS 3200                                    | Сварочная проволока,<br>газовая смесь «Кронигон-2»                   |

|                            |         |                                                  |               |
|----------------------------|---------|--------------------------------------------------|---------------|
| 10. Проверка герметичности | Сварщик | Стенд проверки герметичности, компрессор, баллон | Воздух сжатый |
| 11. Проверка геометрии     | Сварщик | Стенд проверки геометрии                         |               |
| 12. Финальный контроль     | Сварщик | Контрольный калибр                               |               |

### 3.2 Идентификация персональных рисков

Таблица 3.2 – Идентификация профессиональных рисков

| Производственно-технологическая операция, вид выполняемых работ | Опасный и /или вредный производственный фактор | Источник опасного и / или вредного производственного фактора |
|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| 1                                                               | 2                                              | 3                                                            |

|                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| 1. Входной контроль                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования</li> <li>- движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Камера помывочная, камера сушильная      |
| 2. Сварка верхнего полукорпуса со втулкой конуса;<br><br>С втулкой и выпускным фланцем | <ul style="list-style-type: none"> <li>- острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования</li> <li>- движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования</li> <li>- повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека</li> <li>- повышенная температура поверхностей оборудования, материалов</li> <li>- повышенный уровень ультрафиолетового излучения</li> <li>- повышенный уровень инфракрасного излучения</li> </ul> | Робот Yaskawa Motoman HP 20D, заготовки. |

|                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                        |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <p>3. Сборка и прихватка верхнего узла</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования</li> <li>- движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования</li> <li>- повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека</li> <li>- повышенная температура поверхностей оборудования, материалов</li> <li>- повышенный уровень ультрафиолетовой излучения</li> <li>- повышенный уровень инфракрасной излучения</li> </ul>   | <p>Сварочный инвертор Fronius TPS 3200, заготовки.</p> |
| <p>4. Сварка трубок к фланцу</p>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования</li> <li>- движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования</li> <li>- повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека</li> <li>- повышенная температура поверхностей оборудования, материалов</li> <li>- повышенный уровень ультрафиолетового излучения</li> <li>- повышенный уровень инфракрасного излучения</li> </ul> | <p>Сварочный инвертор Fronius TPS 3200, заготовки.</p> |

|                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                        |
|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <p>5. Обварка<br/>верхнего узла</p>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования</li> <li>- движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования</li> <li>- повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека</li> <li>- повышенная температура поверхностей оборудования, материалов</li> <li>- повышенный уровень ультрафиолетового излучения</li> <li>- повышенный уровень инфракрасного излучения</li> </ul> | <p>Сварочный инвертор Fronius TPS 3200, заготовки.</p> |
| <p>6. Проверка<br/>плоскости<br/>приемного фланца</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования</li> <li>- движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <p>Заготовки, стенд проверки плоскостности.</p>        |

|                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                        |
|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <p>7. Сварка верхнего узла с корпусом нейтрализатора в сборе</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования</li> <li>- движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования</li> <li>- повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека</li> <li>- повышенная температура поверхностей оборудования, материалов</li> <li>- повышенный уровень ультрафиолетового излучения</li> <li>- повышенный уровень инфракрасного излучения</li> </ul> | <p>Сварочный инвертор Fronius TPS 3200, заготовки.</p> |
| <p>8. Приварка конуса в сборе к корпусу нейтрализатора</p>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования</li> <li>- движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования</li> <li>- повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека</li> <li>- повышенная температура поверхностей оборудования, материалов</li> <li>- повышенный уровень ультрафиолетовой излучения</li> <li>- повышенный уровень инфракрасной излучения</li> </ul>   | <p>Сварочный инвертор Fronius TPS 3200, заготовки.</p> |

|                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                 |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| 9. Приварка кронштейнов    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования</li> <li>- движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования</li> <li>- повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека</li> <li>- повышенная температура поверхностей оборудования, материалов</li> <li>- повышенный уровень ультрафиолетового излучения</li> <li>- повышенный уровень инфракрасного излучения</li> </ul> | Сварочный инвертор Fronius TPS 3200, заготовки. |
| 10. Проверка герметичности | <ul style="list-style-type: none"> <li>- острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования</li> <li>- движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Заготовки, Стенд проверки герметичности         |
| 11. Проверка геометрии     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования</li> <li>- движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Заготовки, Стенд проверки геометрии             |
| 12. Финальный контроль     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования</li> <li>- движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Заготовки, калибр                               |

### 3.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Таблица 3.3 - Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов

| Опасный и / или вредный производственный фактор                                                               | Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного или вредного производственного фактора | Средства индивидуальной защиты работника |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| 1                                                                                                             | 2                                                                                                                          | 3                                        |
| 1. Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования             | Инструктаж по технике безопасности                                                                                         | Перчатки, спецодежда.                    |
| 2. Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования                              | Предостерегающие надписи, соответствующая окраска, ограждения                                                              | -                                        |
| 3. Повышенная температура поверхностей оборудования, материалов                                               | Инструктаж по технике безопасности                                                                                         | Спецодежда, перчатки                     |
| 4. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека | Заземление электрических машин. Периодический контроль изоляции.                                                           | -                                        |
| 5. Повышенный уровень ультрафиолетового излучения                                                             | Экранирование места сварки щитами,                                                                                         | Спецодежда, маска сварщика               |
| 6. Повышенный уровень инфракрасного излучения                                                                 | Экранирование места сварки щитами,                                                                                         | Спецодежда, маска сварщика               |

### 3.4 Обеспечение пожарной безопасности

Таблица 3.4 - Идентификация классов и опасных факторов пожара

| Участок, подразделение          | Оборудование                 | Класс пожара                                                                                                                       | Опасные факторы пожара                                                                                                                                                                                              | Сопутствующие проявления факторов пожара                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------------------|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Участок роботизированной сварки | Робот Yaskawa Motoman HP 20D | пожары, связанные с воспламенением и горением веществ и материалов электроустановок, находящихся под электрическим напряжением (Е) | Пламя и искры; тепловой поток; повышенная температура окружающей среды; повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения; пониженная концентрация кислорода; снижение видимости в дыму | вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества; термохимические воздействия веществ при пожаре огнетушащих веществ на предметы и людей при пожаре |

Таблица 3.5 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности

|                                                            |                                                                   |
|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Первичные средства пожаротушения                           | Ящики с песком, кошма, огнетушитель ОУ-1                          |
| Мобильные средства пожаротушения                           | Пожарные автомобили (вызываются)                                  |
| Стационарные установки системы пожаротушения               | -                                                                 |
| Средства пожарной автоматики                               | -                                                                 |
| Пожарное оборудование                                      | Краны пожарные напорные<br>пожарные рукава                        |
| Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре | План эвакуации                                                    |
| Пожарный инструмент                                        | Лопата, багор, топор                                              |
| Пожарные сигнализация, связь и оповещение.                 | Телефон в помещении начальника участка, кнопка извещения о пожаре |

Таблица 3.6 – Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

|                                                                            |                                                                                         |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Наименование технологического процесса, оборудования, технического объекта | Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий | Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

Продолжение таблицы

|                         |                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                 |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Роботизированная сварка | обучение рабочих и служащих правилам пожарной безопасности, применение средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности, проведение учений с производственным персоналом по поводу пожарной безопасности | На участке необходимо иметь первичные средства пожаротушения в достаточном количестве, должны быть защитные экраны, ограничивающие разлет искр. |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### 3.5 Обеспечение экологической безопасности технологического объекта

Таблица 3.7 – Идентификация экологических факторов технического объекта

| Наименование технологического процесса | Структурные составляющие технологического процесса | Воздействие технического объекта на атмосферу | Воздействие технического объекта на атмосферу | Воздействие технического объекта на литосферу                                                                             |
|----------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Роботизированная сварка                | Подготовка, сборка, сварка                         | Вредные газообразные вещества от сварки       | Слив воды охлаждения                          | упаковка от проволоки бумажная и полиэтиленовая; металлолом, преимущественно стальной; бытовые отходы, отработанные масла |

Таблица 3.8 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду

|                                   |                                   |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Наименование технического объекта | Сварка каталитического коллектора |
|-----------------------------------|-----------------------------------|

|                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Мероприятия по снижению негативного антропогенных воздействий на почву     | Установка контейнеров для селективного сбора бытовых производственных отходов, отдельный контейнер для металлолома, соответствующие надписи на них, инструктаж среди производственного персонала, как правильно складывать в контейнера мусор, отходы. |
| Мероприятия по снижению негативного антропогенных воздействий на воду      | Сбор отработанных масел для последующей переработки. Очистное оборудование на системе сброса сточных вод. Уменьшение объема сточных вод.                                                                                                               |
| Мероприятия по снижению негативного антропогенных воздействий на атмосферу | Вытяжки над каждым постом, соединённые с системой фильтрации воздуха. Контроль выбросов в окружающую среду.                                                                                                                                            |

### 3.6 Заключение по разделу

В ходе выполнения данного раздела были выявлены опасные и вредные производственные факторы при роботизированной сварке каталитического коллектора.

Сделан анализ возможности их устранения и уменьшения, который показал, что использование стандартных средств обеспечения безопасности и санитарии производства вполне обеспечит безопасность работника при

реализации предложенных технологических решений.

Разработка специальных и дополнительных средств защиты не требуется. Имеет отрицательное влияние на окружающую среду. Поэтому необходимо соблюдение технологического регламента и производственной санитарии.

## 4 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

По базовому варианту сварку производят вольфрамовым неплавящимся электродом в среде защитных газов. В проектном варианте предлагается использовать сварку плавящимся электродом в среде защитных газов. Это позволяет получить экономический эффект за счёт:

1. Значительного увеличения производительности труда;
2. Уменьшения уровня доработки изделия;
3. Более высокой скорости сварки.

Расчёт производим только по изменяющимся показателям технологического процесса.

Таблица 4.1 – Таблица исходных данных

| №  | Наименование показателей                      | Базовый вариант        | Проектный вариант      |
|----|-----------------------------------------------|------------------------|------------------------|
| 1. | Годовая программа выпуска изделий, шт.        | 50000 шт.              | 50000 шт.              |
| 2. | Коэффициент отчислений на социальные нужды, % | 36,6                   | 36,6                   |
| 3. | Цена сварочных материалов, руб/кг.            | 140руб/кг              | 183,07руб/кг           |
| 4. | Цена защитного газа, руб/м <sup>3</sup>       | 184 руб/м <sup>3</sup> | 184 руб/м <sup>3</sup> |
| 5. | Норма расхода сварочной проволоки, кг/дет     | 0,113                  | 0,11                   |
| 6. | Норма расхода CO <sub>2</sub> , л/деталь      | 60,6                   | 40,1                   |
| 7. | Цена оборудования, руб.                       | 12000000 руб.          | 6000000 руб.           |
| 8. | Цена инструмента, руб.                        | 1000 руб.              | 1000 руб.              |
| 9. | Цена приспособлений, руб                      | 1600000 руб.           | 1400000 руб.           |

|     |                                                   |     |     |
|-----|---------------------------------------------------|-----|-----|
| 10. | Норма амортизации на производственные площади, %  | 3   | 3   |
| 11. | Норма амортизации на оборудование, %              | 20  | 20  |
| 12. | Стоимость электроэнергии, руб/кВт                 | 2,5 | 2,5 |
| 13. | Коэффициент доплат к основной заработной плате, % | 1,8 | 1,8 |

#### 4.1 РАСЧЕТ НОРМЫ ШТУЧНОГО ВРЕМЕНИ НА ВЫПОЛНЯЕМЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОПЕРАЦИИ

$$t_{шт} = t_{маш} + t_{всп} + t_{обсл} + t_{отл} + t_{п-з}, \quad (4.1)$$

где  $t_{маш}$  – машинное время;

$t_{всп}$  – вспомогательное время,  $t_{всп} = 15\%$  от  $t_{маш}$ ;

$t_{обсл}$  – время обслужив. оборудования, рабочего места,  $t_{обсл} = 8\%$  от  $t_{маш}$ ;

$t_{отл}$  – время на личный отдых рабочего,  $t_{отл} = 5\%$  от  $t_{маш}$ ;

Таблица 4.2.1 – Расчёт штучного времени базовый вариант

| Операции  | $t_o$ ,<br>мин | $t_{отл}$ ,<br>5% | $t_{всп}$ ,<br>15% | $t_{обсл}$ ,<br>8% | $t_{шт}$ ,<br>мин |
|-----------|----------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| Сварочная | 6,88           | 20,63             | 61,88              | 33,01              | 8,8               |

Таблица 4.2.2 – Расчёт штучного времени проектный вариант

| Операции  | t <sub>о</sub> ,<br>мин | t <sub>отл</sub> ,<br>5% | t <sub>всп</sub> ,<br>5% | t <sub>обсл</sub> ,<br>8% | t <sub>шт</sub> ,<br>мин |
|-----------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|
| Сварочная | 5,21                    | 15,63                    | 15,63                    | 25,01                     | 6,2                      |

## 4.2 РАСЧЕТ КАПИТАЛЬНЫХ ВЛОЖЕНИЙ В ОБОРУДОВАНИЕ

Общие капитальные вложения в оборудование:

$$K_{\text{общ.}} = K_{\text{пр.}} + K_{\text{соп.}} \quad (4.2)$$

где  $K_{\text{пр.}}$  - прямые капитальные вложения в оборудование, руб.

$K_{\text{соп.}}$  - сопутствующие капитальные вложения в *приобретенное* оборудование, руб.

$$K^{\text{баз.}}_{\text{общ.}} = 16800000 + 1200000 = 18000000 \text{ руб.}$$

$$K^{\text{пр.}}_{\text{общ.}} = 5400000 + 1200000 = 6600000 \text{ руб.}$$

Прямые капитальные вложения :

$$K_{\text{пр.}} = n_{\text{об.}} \cdot \Pi_{\text{об.}} \cdot k_3, \quad (4.3)$$

где  $n_{\text{об.}}$  - количество единиц оборудования, шт.;

$\Pi_{\text{об.}}$  - цена единицы оборудования, руб.

$k_3$  - коэффициент загрузки оборудования.

$$K_{\text{пр. Баз.}} = 2 \cdot 12000000 \cdot 0.7 = 16800000 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{пр. Пр.}} = 1 \cdot 6000000 \cdot 0.9 = 5400000 \text{ руб.}$$

Коэффициент загрузки оборудования рассчитывается по формуле:

$$k_3 = \frac{n_{\text{об.расч}}}{n_{\text{об.прин}}}, \quad (4.4)$$

где  $n_{\text{об.расч}}$  - расчетное количество единиц оборудования;

$n_{\text{об.прин}}$  - принятое количество единиц оборудования.

Коэффициент загрузки оборудования:

$$k_{3\text{Баз.}} = \frac{1,4}{2} = 0,7$$

$$k_{3\text{Пр.}} = \frac{0,9}{1} = 0,9$$

$$n_{\text{об.расч}} = \frac{N_{\Gamma} \cdot t_{\text{шт}}}{\Phi_{\text{эф}} \cdot 60} \quad (4.5)$$

где  $N_{\Gamma}$  – годовая производственная программа выпуска изделий, шт.

Округляя  $n_{\text{об.расч}}$  до ближайшего *бóльшего* целого числа, получаем

$n_{\text{об.прин}}$ , т.е. *целое число единиц оборудования*.

$$n_{\text{об.расч}}_{\text{Баз.}} = \frac{50000 \cdot 8,8}{5411,6 \cdot 60} = 1,4 \text{ округляем до } 2$$

$$n_{\text{об.расч}}_{\text{Пр.}} = \frac{50000 \cdot 6,2}{5411,6 \cdot 60} = 0,9 \text{ округляем до } 1$$

$\Phi_{\text{эф}}$  - эффективный фонд времени работы оборудования, рассчитывается по формуле:

$$\Phi_{\text{эф.}} = (D_{\text{раб.}} \cdot T_{\text{см.}} - D_{\text{пред.}} \cdot T_{\text{сокp.}}) \cdot S \cdot (1 - k_{\text{р.п.}}) \quad (4.6)$$

где  $D_{\text{раб.}}$  - количество рабочих дней в году;

$D_{\text{пред.}}$  - количество предпраздничных дней в году;

$T_{\text{см.}}$  - продолжительность рабочей смены, час;

$T_{\text{сокр.}}$  - сокращенная рабочая смена ( $T_{\text{см.}} - 1$ ), час;

$S$  – количество рабочих смен;

$k_{\text{р.п.}}$  - коэффициент потерь времени работы оборудования на ремонт и переналадку, принимаем .

$$\Phi_{\text{эф.}} = (246 \cdot 8 - 7 \cdot 7) \cdot 3 \cdot (1 - 0.06) = 5411,6 \text{ час.}$$

Сопутствующие капитальные вложения для проектного варианта:

$$K_{\text{соп.}} = K_{\text{дем.}} = 1200000 \text{ руб.} \quad (4.7)$$

где  $K_{\text{монт.}}$  - затраты на монтаж **нового** оборудования, руб.;

$K_{\text{дем.}}$  - затраты на демонтаж **старого** оборудования, руб.;

$K_{\text{площ.}}$  - **дополнительные** затраты на производственные площади под **новое** оборудование, руб.

$$K_{\text{дем.}} = \Sigma(n_{\text{об.}} \cdot \Pi_{\text{об.}} \cdot k_{\text{дем.}}).$$

$$K_{\text{дем.}} = 1 \cdot 6000000 \cdot 0,2 = 1200000 \text{ руб} \quad (4.8)$$

где  $k_{\text{дем.}}$  - коэффициент демонтажа, принимаем = 0,2.

$$K_{\text{общ.}}^{\text{баз}} = K_{\text{пр.}}^{\text{баз}} = 12000000 \cdot 0,7 = 8400000 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{общ.}}^{\text{пр}} = K_{\text{пр.}}^{\text{пр}} + K_{\text{дем.}} = 6000000 \cdot 0,9 + 6000000 \cdot 0,2 = 6600000$$

**Удельные капитальные вложения** в оборудование (капитальные вложения на одно изделие) рассчитываются для *двух сравниваемых вариантов*:

$$K_{уд.}^{баз.} = \frac{K_{общ.}^{баз.}}{N_{г}} = \frac{8400000}{50000} = 168 \text{ руб.} \quad (4.9)$$

$$K_{уд.}^{пр.} = \frac{K_{общ.}^{пр.}}{N_{г}} = \frac{6600000}{50000} = 133 \text{ руб.} \quad (4.10)$$

где  $K_{общ.}^{баз.}$  и  $K_{общ.}^{пр.}$  - общие капитальные вложения в оборудование по базовому и проектному вариантам соответственно.

**Дополнительные капитальные вложения** в оборудование рассчитываются для определения *более капиталоемкого варианта*:

$$K_{доп.} = K_{общ.}^{пр.} - K_{общ.}^{баз.} \quad (4.11)$$

$$K_{доп.} = 168 - 133 = 35 \text{ руб.}$$

Расчет показывает, что наиболее капиталоемким является базовый вариант.

## **5. РАСЧЕТ СЕБЕСТОИМОСТИ СРАВНИВАЕМЫХ ВАРИАНТОВ**

### **5.1. Затраты на материалы.**

Затраты на материалы ( $ЗМ$ ), необходимые для изготовления сварной конструкции рассчитываются по формуле:

$$ЗМ = ЗМ_{осн.} + ЗМ_{техн.} + ЗМ_{всп.} \quad (5.1)$$

Затраты на основной материал рассчитывать не будем, так как ведем расчет только по изменяющимся показателям технологического процесса.

Поэтому,  $ЗМ = ЗМ_{\text{техн.}} + ЗМ_{\text{всп.}}$

$$ЗМ^{\text{баз.}} = 14,47 + 11 = 25,47 \text{ руб.}$$

$$ЗМ^{\text{пр.}}_{\text{св.}} = 13,9 + 7,4 = 21,3 \text{ руб.}$$

где  $ЗМ_{\text{осн.}}$  - затраты на основной материал, руб.;

$ЗМ_{\text{техн.}}$  -затраты на технологические материалы, руб.;

$ЗМ_{\text{всп.}}$  - затраты на вспомогательные материалы, руб.

**Для полуавтоматической сварки и наплавки в среде защитного газа**

затраты на сварочные материалы складываются из затрат на сварочную проволоку и защитный газ:

$$ЗМ_{\text{св.}} = З_{\text{св.пров.}} + З_{\text{з.г.}}$$

$$ЗМ^{\text{баз.}}_{\text{св.}} = 17,36 + 18,7 = 36,06 \text{ руб.}$$

$$ЗМ^{\text{пр.}}_{\text{св.}} = 26,91 + 14,7 = 41,61 \text{ руб.} \quad (5.2)$$

где  $З_{\text{св.пров.}}$  - затраты на сварочную проволоку, руб.;

$З_{\text{з.г.}}$  - затраты на защитный газ, руб.

***Затраты на электроды или сварочную проволоку*** рассчитываем по формуле:

$$ЗМ_{\text{эл.(пр.)}} = Н_{\text{эл.(пр.)}} \cdot Ц_{\text{эл.(пр.)}}$$

$$ЗМ^{\text{баз.}}_{\text{эл.(пр.)}} = 0,124 \cdot 140 = 17,36 \text{ руб.}$$

$$ЗМ^{\text{пр.}}_{\text{эл.(пр.)}} = 0,147 \cdot 183,07 = 26,91 \text{ руб.} \quad (5.3)$$

где:  $Н_{\text{эл.(пр.)}}$  – норма расхода электродов, проволоки или припоя на одно изделие, кг;

$\Pi_{\text{эл. (пр.)}}$  – цена электродов, руб. за 1 кг.

**Затраты на защитный газ** при сварке и наплавке определяются по формуле:

$$\begin{aligned} Z_{\text{з.г.}} &= H_{\text{з.г.}} \cdot \Pi_{\text{з.г.}} \\ Z^{\text{баз.}}_{\text{з.г.}} &= 101,55 \cdot 184,6 \cdot 10^{-3} = 18,7 \text{ руб.} \\ Z^{\text{пр.}}_{\text{з.г.}} &= 79,95 \cdot 184,6 \cdot 10^{-3} = 14,7 \text{ руб.} \end{aligned} \quad (5.4)$$

где  $H_{\text{з.г.}}$  - норма расхода защитного газа на 1 погонный метр сварного шва, литр/мин.

$\Pi_{\text{з.г.}}$  - цена защитного газа, руб./м<sup>3</sup>.

Норму расхода защитных газов рассчитывают по формуле:

$$\begin{aligned} H_{\text{з.г.}} &= Y_{\text{з.г.}} \cdot L_{\text{ш(в)}} + Y_{\text{доп}} \\ H^{\text{баз.}}_{\text{з.г.}} &= 42 \cdot 2,4 + 0,75 = 101,55 \text{ литр / мин.} \\ H^{\text{пр.}}_{\text{з.г.}} &= 33 \cdot 2,4 + 0,75 = 79,95 \text{ литр / мин.} \end{aligned} \quad (5.5)$$

где  $Y_{\text{з.г.}}$  - удельная норма расхода защитного газа на 1 погонный метр шва

$Y_{\text{доп.}}$  - дополнительный расход газа на подготовительно-вспомогательные операции (продувку газовых коммуникаций перед сваркой, защиту электрода и остывающего металла после сварки и настройку режимов), литр/мин.

**Удельную норму расхода** защитного газа на 1 погонный метр сварного шва или наплавляемого валика можно определить по формуле:

$$Y_{\text{з.г.}} = q_{\text{з.г.}} \cdot t_{01}$$

$$y_{\text{баз.з.г.}} = 15 \cdot 2,8 = 42 \text{ литр / мин}$$

$$y_{\text{пр.з.г.}} = 15 \cdot 2,2 = 33 \text{ литр / мин} \quad (5.6)$$

где  $q_{\text{з.г.}}$  - норма расхода защитного газа при сварке, в зависимости от вида сварки, литр/мин, (см. таблицу 9);

$t_{01}$  - основное (машинное) время сварки 1 погонного метра шва, (мин).

$$t_{01} = \frac{t_0}{L_{\text{ш(в)}}$$

$$t_{\text{баз.}01} = \frac{6,88}{2,4} = 2,8 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{пр.}01} = \frac{5,21}{2,4} = 2,2 \text{ мин.} \quad (5.7)$$

где  $t_0$  – основное время сварки (наплавки) изделия.

**Дополнительный расход газа**, возникающий при продувке шлангов, определяют по формуле:

$$y_{\text{доп.}} = t_{\text{в}}^{\text{п}} \cdot q_{\text{з.г.}}$$

$$y_{\text{баз.доп.}} = 0,05 \cdot 15 = 0,75 \text{ литр / мин}$$

$$y_{\text{пр.доп.}} = 0,05 \cdot 15 = 0,75 \text{ литр / мин} \quad (5.8)$$

где  $t_{\text{в}}^{\text{п}}$  - вспомогательное время, необходимое для продувки шлангов, мин,

(при сварке плавящимся электродом  $t_{\text{в}}^{\text{п}} = 0,05$  мин.).

### 5.3. Затраты на технологическую электроэнергию

Для дуговой сварки затраты на электроэнергию рассчитывают исходя из полезной мощности оборудования:

$$Z_{э-э} = \frac{P_{об} \cdot t_0}{\eta \cdot 60} \cdot \Pi_{э-э}$$
$$Z_{баз. \quad э-э} = \frac{4,4 \cdot 6,88}{0,8 \cdot 60} \cdot 2,5 = 1,57 \text{ руб.}$$
$$Z_{пр. \quad э-э} = \frac{4,4 \cdot 5,21}{0,8 \cdot 60} \cdot 2,5 = 1,19 \text{ руб.} \quad (5.9)$$

где  $P_{об} = I_{св} \cdot U_{д}$  - полезная мощность оборудования **кВт**;

$\eta$  – коэффициент полезного действия оборудования

$I_{св}$  - сила сварочного тока, А;

$U_{д}$  – напряжение на дуге, В ;

$\Pi_{э-э}$  - цена 1 кВт·часа электроэнергии.

### 5.4 Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования

$$Z_{об} = A_{об} + P_{т.р}$$
$$Z_{баз. \quad об} = 59,13 + 372,53 = 431,66 \text{ руб.}$$
$$Z_{пр. \quad об} = 20,83 + 239,48 = 260,31 \text{ руб.} \quad (5.10)$$

где  $A_{об}$  - амортизационные отчисления на оборудование, руб.;

$P_{т.р}$  - затраты на текущий ремонт оборудования, руб.;

а) амортизационные отчисления на оборудование:

$$A_{об} = \frac{\Sigma \Pi_{об} \cdot H_a \cdot t_{шт}}{\Phi_{эф} \cdot 100 \cdot k_{в.н}}$$

$$A_{баз.об} = \frac{12000000 \cdot 20 \cdot 8,8}{5411,6 \cdot 100 \cdot 1,1 \cdot 60} = 59,13 \text{ руб.}$$

$$A_{пр.об} = \frac{6000000 \cdot 20 \cdot 6,2}{5411,6 \cdot 100 \cdot 1,1 \cdot 60} = 20,83 \text{ руб.} \quad (5.11)$$

где  $\Pi_{об}$  - цена единицы технологического оборудования, руб.;

$H_a$  - норма амортизационных отчислений на технологическое оборудование

$k_{в.н}$  - коэффициент выполнения норм = 1,1.

Затраты на текущий ремонт оборудования рассчитываются по формуле:

$$P_{т.р} = \frac{\Sigma \Pi_{об} \cdot H_{т.р} \cdot k_3}{\Phi_{эф} \cdot 100}$$

$$P_{баз.т.р} = \frac{12000000 \cdot 24 \cdot 0,7}{5411,6 \cdot 100} = 372,53$$

$$P_{пр.т.р} = \frac{6000000 \cdot 24 \cdot 0,9}{5411,6 \cdot 100} = 239,48 \quad (5.12)$$

где  $\Pi_{об}$  - цена единицы технологического оборудования, руб.;

$H_{т.р.}$  - норма отчислений на текущий ремонт оборудования, принимаем = 24%;

$k_3$  - коэффициент загрузки оборудования.

## 5.5. Затраты на содержание и эксплуатацию сборочно-сварочных приспособлений и рабочего инструмента

Затраты на содержание и эксплуатацию сборочно-сварочных приспособлений как элемента основных фондов предприятия рассчитываем только в том случае, если срок их службы составляет не менее 1 года.

$$Z_{\text{присп.}} = \frac{C_{\text{присп.}} \cdot N_{\text{а присп.}} \cdot k_3}{100 \cdot T_{\text{присп.}} \cdot N_{\Gamma}}$$

$$Z_{\text{баз.присп.}} = \frac{1600000 \cdot 12 \cdot 0,7}{100 \cdot 5 \cdot 50000} = 0,5 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{баз.присп.}} = \frac{1400000 \cdot 12 \cdot 0,9}{100 \cdot 5 \cdot 50000} = 0,4 \text{ руб.} \quad (5.13)$$

где:  $C_{\text{присп.}}$  - цена используемых сборочно-сварочных приспособлений, руб.;

$N_{\text{а присп.}}$  - норма амортизационных отчислений на приспособления, % (см. таблицу 11);

$T_{\text{присп.}}$  - срок службы приспособлений, лет, (см. таблицу 12).

Затраты на содержание и эксплуатацию рабочего.

$$Z_{\text{инстр.}} = \frac{C_{\text{инстр.}} \cdot N_{\text{а инстр.}} \cdot t_{\text{шт}}}{100 \cdot T_{\text{инстр.}} \cdot \Phi_{\text{эф}} \cdot 60}$$

$$Z_{\text{баз.инстр.}} = \frac{1000 \cdot 15 \cdot 8,8}{100 \cdot 2 \cdot 5411,6 \cdot 60} = 0,01 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{баз.инстр.}} = \frac{1000 \cdot 15 \cdot 6,2}{100 \cdot 2 \cdot 5411,6 \cdot 60} = 0,01 \text{ руб.} \quad (5.14)$$

где  $C_{\text{инстр.}}$  - суммарная цена используемого инструмента, руб.;

$N_{\text{а инстр.}}$  - норма амортизационных отчислений на рабочий инструмент, %;

$T_{\text{инстр.}}$  - срок службы инструмента, лет.

## 5.6. Затраты на содержание и эксплуатацию

### производственных площадей

$$З_{\text{пл.}} = \frac{S_{\text{пл.}} \cdot Ц_{\text{пл.}} \cdot Н_{\text{а пл.}} \cdot k_{\text{д.пл.}} \cdot k_3}{100 \cdot N_{\Gamma}}$$

$$З^{\text{пр.}}_{\text{пл.}} = \frac{21,33 \cdot 4500 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 0,7}{100 \cdot 50000} = 0,08 \text{ руб.}$$

$$З^{\text{баз.}}_{\text{пл.}} = \frac{17,42 \cdot 4500 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 0,9}{100 \cdot 50000} = 0,13 \text{ руб.} \quad (5.15)$$

где  $S_{\text{пл.}}$  - производственная площадь, занимаемая оборудованием,  $\text{м}^2$ ;

$Ц_{\text{пл.}}$  - цена 1  $\text{м}^2$  занимаемой производственной площади;

$Н_{\text{а пл.}}$  - норма амортизационных отчислений на производственные площади;

$k_{\text{доп.пл.}}$  - коэффициент, учитывающий дополнительную производственную площадь.

## 5.7. Затраты на заработную плату основных производственных

### рабочих с отчислениями на социальные нужды

Фонд заработной платы основных производственных рабочих состоит из основной и дополнительной заработной платы.

$$\Phi ЗП = ЗП_{\text{осн}} + ЗП_{\text{доп}}$$

$$\Phi ЗП^{\text{баз.}} = 71,3 + 8,5 = 79,8 \text{ руб.}$$

$$\Phi ЗП^{\text{пр.}} = 61,8 + 7,4 = 69,2 \text{ руб.} \quad (5.16)$$

а) основная заработная плата определяется по формуле:

$$ЗП_{\text{осн}} = C_{\text{ч}} \cdot t_{\text{шт}} \cdot k_{\text{зпл}}$$

$$\text{ЗПЛ}^{\text{баз.осн}} = 130 \cdot 0,3 \cdot 1,828 = 71,3 \text{ руб.}$$

$$\text{ЗПЛ}^{\text{пр.осн}} = 130 \cdot 0,26 \cdot 1,828 = 61,8 \text{ руб.} \quad (5.17)$$

где  $C_{\text{ч}}$  - часовая тарифная ставка рабочего, руб./час;

$t_{\text{шт}}$  - время изготовления одного изделия, (час);

$k_{\text{ЗПЛ}}$  - коэффициент начислений на основную заработную плату.

$$k_{\text{ЗПЛ}} = k_{\text{пр}} \cdot k_{\text{в.н}} \cdot k_{\text{у}} \cdot k_{\text{пф}} \cdot k_{\text{н}}$$

$$k_{\text{ЗПЛ}} = 1,25 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,067 \cdot 1,133 = 1,828 \quad (5.18)$$

где  $k_{\text{пр}} = 1,25$  – коэффициент премирования;

$k_{\text{в.н}} = 1,1$  – коэффициент выполнения норм;

$k_{\text{у}} = 1,1$  – коэффициент доплат за условия труда;

$k_{\text{пф}} = 1,067$  – коэффициент доплат за профессиональное мастерство;

$k_{\text{н}} = 1,133$  – коэффициент доплат за работу в вечерние и ночные смены.

Б) дополнительная заработная плата основных производственных рабочих определяется по формуле:

$$\text{ЗПЛ}_{\text{доп}} = \frac{k_{\text{д}}}{100} \cdot \text{ЗПЛ}_{\text{осн}}$$

$$\text{ЗПЛ}^{\text{пр.доп}} = \frac{12}{100} \cdot 71,3 = 8,5 \text{ руб.}$$

$$\text{ЗПЛ}^{\text{баз.доп}} = \frac{12}{100} \cdot 61,8 = 7,4 \text{ руб.} \quad (5.19)$$

где  $k_{\text{д}}$  – коэффициент соотношения между основной и дополнительной заработной платой, % (см. таблицу 13).

Таблица – 5.1 Коэффициент соотношения между основной  
и дополнительной заработной платой ( $k_d$ )

| Условия труда                  | Число<br>смен | $k_d$ (в % к ЗПЛосн.)<br>для основных<br>производственных<br>рабочих |
|--------------------------------|---------------|----------------------------------------------------------------------|
|                                |               |                                                                      |
| Холодные работы                | 1             | 8                                                                    |
|                                | 2             | 10                                                                   |
| Горячие и тяжелые работы       | 1             | 10                                                                   |
|                                | 2             | 12                                                                   |
| Вредные и особо тяжелые работы | 1             | 12                                                                   |
|                                | 2             | 14                                                                   |

К дополнительной заработной плате относятся выплаты работникам предприятия не за фактически отработанное время, а в соответствии с действующим законодательством: оплата очередных и дополнительных отпусков, сокращенного рабочего дня, выполнения государственных обязанностей и т.д.

в) отчисления на социальные нужды рассчитываются по формуле:

$$O_{с.н} = \frac{N_{соц} \cdot \Phi ЗП}{100}$$

$$O_{баз. с.н} = \frac{36,6 \cdot 79,8}{100} = 29,2 \text{ руб.}$$

$$O_{пр. с.н} = \frac{36,6 \cdot 69,2}{100} = 25,3 \text{ руб.} \quad (5.20)$$

где  $N_{соц}$  – норма отчислений на социальные нужды = 36,6%.

### 5.8. Технологическая себестоимость изготовления изделия

Рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{тех}} = 3M + 3_{\text{э-э}} + 3_{\text{об}} + 3_{\text{плоч}} + \Phi 3\Pi + O_{\text{с.н}}$$

$$C^{\text{баз.}}_{\text{тех}} = 24,47 + 1,57 + 431,66 + 0,08 + 79,8 + 29,2 = 566,78 \text{ руб.}$$

$$C^{\text{пр.}}_{\text{тех}} = 21,3 + 1,19 + 260,31 + 0,13 + 69,2 + 25,3 = 377,43 \text{ руб.} \quad (5.39)$$

### 5.9. Цеховая себестоимость изготовления изделия

$$C_{\text{цех}} = C_{\text{тех}} + P_{\text{цех}}$$

$$C^{\text{баз.}}_{\text{цех}} = 566,78 + 178,25 = 745,03 \text{ руб.}$$

$$C^{\text{пр.}}_{\text{цех}} = 377,43 + 154,5 = 531,93 \text{ руб.} \quad (5.21)$$

где  $P_{\text{цех}}$  - общепроизводственные (цеховые) расходы, руб.

Цеховые (общепроизводственные) расходы относятся к косвенным затратам на изготовление продукции, это накладные расходы по управлению цехом и его обслуживанию.

$$P_{\text{цех}} = k_{\text{цех}} \cdot 3\Pi\Pi_{\text{осн}}$$

$$P^{\text{баз.}}_{\text{цех}} = 2,5 \cdot 71,3 = 178,25 \text{ руб.}$$

$$P^{\text{пр.}}_{\text{цех}} = 2,5 \cdot 61,8 = 154,5 \text{ руб.} \quad (5.22)$$

где  $k_{\text{цех}}$  - коэффициент общепроизводственных расходов, принимаем = 2,5.

### 5.10. Производственная (общезаводская) себестоимость

### изготовления изделия

$$C_{\text{произв}} = C_{\text{цех}} + P_{\text{произв}}$$

$$C^{\text{баз.}}_{\text{произв}} = 745,03 + 128,34 = 873,37 \text{ руб.}$$

$$C^{\text{пр.}}_{\text{произв}} = 531,93 + 111,24 = 643,17 \text{ руб.} \quad (5.23)$$

где  $P_{\text{произв}}$  - *общехозяйственные (общезаводские) расходы, руб.*

Общехозяйственные (общезаводские) расходы относятся к косвенным затратам на изготовление продукции, это накладные расходы по управлению производством продукции на предприятии и обслуживанию предприятия.

$$P_{\text{произ.}} = k_{\text{произв}} \cdot \text{ЗПЛ}_{\text{осн}}$$

$$P^{\text{баз.}}_{\text{произ.}} = 1,8 \cdot 71,3 = 128,34 \text{ руб.}$$

$$P^{\text{пр.}}_{\text{произ.}} = 1,8 \cdot 61,8 = 111,24 \text{ руб.} \quad (5.24)$$

где  $k_{\text{произв}}$  - коэффициент общехозяйственных расходов, принимаем = 1,8.

Если рассматриваемое изделие представляет собой узел, который входит в состав более крупного изделия, расчет себестоимости заканчиваем ***производственной себестоимостью***.

Если рассматриваемое изделие представляет собой законченное изделие, готовое для продажи, то рассчитываем ***полную себестоимость***, в которую входят расходы, связанные с реализацией готовой продукции.

### 5.12. Составление калькуляции себестоимости изделия

Калькуляция – это документ, в котором оформляется расчет себестоимости единицы продукции. Она выражает текущие затраты предприятия в денежной форме на производство и реализацию единицы конкретного вида изделия. В процессе калькулирования все издержки производства группируются по статьям затрат.

На основании произведенных расчетов составляем калькуляцию себестоимости изготовления рассматриваемого изделия (таблица 14) и определяем снижение его себестоимости по формуле:

$$\Delta C_{\text{полн}} = \frac{C_{\text{произ}}^{\text{баз}} - C_{\text{произ}}^{\text{пр}}}{C_{\text{произ}}^{\text{баз}}} \cdot 100\%$$
$$\Delta C_{\text{полн}} = \frac{873,37 - 643,17}{873,37} \cdot 100 = 26\% \quad (5.25)$$

где  $C_{\text{полн}}^{\text{баз}}$  - полная себестоимость изделия по базовому варианту, руб.;

$C_{\text{полн}}^{\text{пр}}$  - полная себестоимость изделия по проектному варианту, руб.

Таблица 14

Калькуляция себестоимости сварки приемного фланца с трубками  
каталитического коллектора

| Статьи затрат                                                                       | Условные<br>обозначени<br>я | Базовый<br>вариант | Проектный<br>вариант |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------|----------------------|
| 1. Затраты на материалы за<br>вычетом отходов                                       | ЗМ                          | 25,47              | 21,3                 |
| 2. Затраты на электрическую<br>энергию                                              | З <sub>э-э</sub>            | 1,57               | 1,19                 |
| 3. Затраты на содержание и<br>эксплуатацию технологического<br>оборудования         | З <sub>об</sub>             | 431,66             | 260,31               |
| 4. Затраты на содержание и<br>эксплуатацию сборочно-<br>сварочных<br>приспособлений | З <sub>присп</sub>          | 0,5                | 0,4                  |
| 5. Затраты на содержание и<br>эксплуатацию рабочего<br>инструмента                  | З <sub>инстр</sub>          | 0,01               | 0,01                 |
| 6. Затраты на содержание и<br>эксплуатацию производственных<br>площадей             | З <sub>площ</sub>           | 0,08               | 0,13                 |

## Продолжение таблицы

|                                                                               |                     |        |        |
|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------|--------|--------|
| 7. Затраты на заработную плату основных производственных рабочих (ФЗП)        | ФЗП                 | 79,8   | 69,2   |
| 8. Отчисления на социальные нужды                                             | $O_{\text{с.н}}$    | 29,2   | 25,3   |
| <b>Технологическая себестоимость</b>                                          | $C_{\text{тех}}$    | 566,78 | 377,43 |
| Общепроизводственные (цеховые) расходы                                        | $P_{\text{цех}}$    | 178,25 | 154,5  |
| <b>Цеховая себестоимость</b>                                                  | $C_{\text{цех}}$    | 745,03 | 531,93 |
| Общехозяйственные (общезаводские) расходы                                     | $P_{\text{произв}}$ | 128,34 | 111,24 |
| <b>Производственная себестоимость</b>                                         | $C_{\text{произв}}$ | 873,37 | 643,17 |
| <b>Потери на брак, %</b>                                                      |                     | 17,46  | 1,9    |
| <b><i>Производственная себестоимость изделия с учетом потерь от брака</i></b> | $C_{\text{произв}}$ | 890,83 | 645,07 |

## 6. РАСЧЕТ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕДЛАГАЕМОГО ПРОЕКТА

### 6.1 Расчет ожидаемой прибыли от снижения себестоимости изготовления продукции

В результате внедрения в технологический процесс более прогрессивного оборудования, повышается качество сварки, процент брака снижается с 2% до 0,3%.

Если изделие с применением данной технологии изготавливается полностью *и готово для продажи потребителю*, то необходимо рассчитать **налог на прибыль** по формуле:

$$H_{\text{пр}} = \text{Пр}_{\text{ож}} \cdot k_{\text{нал}}$$
$$H_{\text{пр}} = 55178500 \cdot 0,24 = 13242840 \text{ руб} \quad (6.1)$$

где  $k_{\text{нал}}$  – коэффициент налогообложения на прибыль (принимается = 0,24).

**Чистая прибыль** от снижения себестоимости продукции рассчитывается по формуле:

$$\text{Пр}_{\text{чист}} = \text{Пр}_{\text{ож}} - H_{\text{пр}}$$
$$\text{Пр}_{\text{чист}} = 55178500 - 13242840 = 41935660 \text{ руб.} \quad (6.2)$$

### 6.2 Годовой экономический эффект от внедрения в технологический процесс нового оборудования

Рассчитываем по формуле:

$$\mathcal{E}_{\Gamma} = \left[ \left( C_{\text{полн}}^{\text{баз}} + E_{\text{н}} \cdot K_{\text{уд}}^{\text{баз}} \right) - \left( C_{\text{полн}}^{\text{пр.}} + E_{\text{н}} \cdot K_{\text{уд}}^{\text{пр}} \right) \right] \cdot N_{\Gamma}$$
$$\mathcal{E}_{\Gamma} = [(890,83 + 0,33 \cdot 168) - (645,07 + 0,33 \cdot 133)] \cdot 50000 = 12865500 \text{ руб.} \quad (6.3)$$

где  $E_H$  – нормативный коэффициент сравнительной экономической эффективности. В сварочном производстве  $E_H = 0,33$ ;

$C_{\text{полн}}^{\text{баз}}$  и  $C_{\text{полн}}^{\text{пр}}$  – полная себестоимость продукции (базовая и проектная), т.е. до и после внедрения нового оборудования, руб.

**Ожидаемая прибыль от снижения себестоимости продукции** (условно-годовая экономия) рассчитывается по формуле:

$$\text{Пр}_{\text{ож}} = \left( C_{\text{произ.}}^{\text{баз}} - C_{\text{произ.}}^{\text{пр.}} \right) \cdot N_{\Gamma}$$

$$\text{Пр}_{\text{ож}} = (890,83 - 645,07) \cdot 50000 = 12288000 \quad (6.4)$$

### 6.3 Срок окупаемости капитальных вложений

Срок окупаемости капитальных вложений рассчитывается в том случае, если выполняется неравенство:

$K_{\text{уд}}^{\text{баз}} < K_{\text{уд}}^{\text{пр}}$ , (т.е. проектный вариант является более капиталоемким).

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_{\text{общ}}^{\text{пр}}}{\text{Пр}_{\text{чист}}}, (\text{лет})$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{6600000}{41935660} \approx 1 \text{ год} \quad (6.5)$$

Эффективность затраченных на внедряемое мероприятие средств можно определить, рассчитав **коэффициент сравнительной экономической эффективности** ( $E_{\text{ср}}$ ).

Данный коэффициент является величиной обратной сроку окупаемости капитальных вложений:

$$E_{\text{ср}} = \frac{1}{T_{\text{ок}}}$$

$$E_{\text{ср}} = \frac{1}{1} = 1 \quad (6.6)$$

$E_{\text{ср}} > E_{\text{н}}$ , значит внедряемое мероприятие эффективно.

Если выполняется неравенство  $E_{\text{ср}} > E_{\text{н}}$ , то внедряемое мероприятие эффективно. Если  $E_{\text{ср}} < E_{\text{н}}$ , то внедряемое мероприятие неэффективно.

## 7. РАСЧЕТ СНИЖЕНИЯ ТРУДОЁМКОСТИ И ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА

### В ПРОЕКТНОМ ВАРИАНТЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЯ

Замена технологического процесса сварки изделия на более производительный ведет к снижению трудоемкости выполнения работ. Для определения эффективности предлагаемой технологии, необходимо рассчитать величину снижения трудоемкости ( $\Delta t_{\text{шт}}$ ).

Расчет производим по формуле:

$$\Delta t_{\text{шт}} = \frac{t_{\text{шт}}^{\text{баз}} - t_{\text{шт}}^{\text{пр}}}{t_{\text{шт}}^{\text{баз}}} \cdot 100 \%$$

$$\Delta t_{\text{шт}} = \frac{8,8 - 6,2}{8,8} \cdot 100 = 30\% \quad (7.1)$$

где  $t_{\text{шт}}^{\text{баз}}$  – штучное время изготовления изделия по базовому варианту, мин;

$t_{\text{шт}}^{\text{пр}}$  – штучное время изготовления изделия по проектному варианту, мин.

*Перечислить все причины, по которым происходит снижение трудоемкости изготовления данного изделия.*

При снижении трудоемкости изготовления изделия на некоторую величину, обязательно происходит повышение уровня производительности труда на несколько большую величину, поскольку трудоемкость

изготовления продукции и уровень производительности труда являются величинами обратными, но не пропорциональными.

Поэтому, исходя из значения величины снижения трудоемкости изготовления изделия, рассчитываем повышение производительности труда ( $\Delta ПТ$ ):

$$\Delta ПТ = \frac{100 * \Delta t_{шт}}{100 - \Delta t_{шт}} (\%)$$

$$\Delta ПТ = \frac{100 * 30}{100 - 30} = 43 (\%) \quad (7.2)$$

## **Заключение**

В ходе выполнения бакалаврской работы были проанализированы способы сварки неплавящимся вольфрамовым электродом и плавящимся электродом в среде защитных газов и, было выявлено, что при сварке вольфрамовым неплавящимся электродом не удастся соответствовать требованиям чертежа.

В проекте проанализированы опасные и вредные факторы при сварке плавящимся электродом в среде защитных газов и разработаны мероприятия по их снижению.

В дипломе произведен расчет затрат на проведения производственных работ и рассчитана экономическая эффективность предлагаемых мероприятий.

### 3 Список используемых источников

1. Корпус нейтрализатора с запрессованным в него керамическим блоком [Электронный ресурс] // Яндекс: [поисковая система]. – Режим доступа: <http://link.ac/5gei2>, свободный. - Загл. с экрана (дата обращения 11.04.2016)
2. Марочник стали и сплавов [Электронный ресурс] : [сайт]. - М., 2003. - Режим доступа: <http://splav-kharkov.com/main.php>, свободный. - Загл. с экрана (дата обращения: 17.05.2016).
3. Манипулятор Yaskawa Motoman HP20 [Электронный ресурс] // Яндекс: [поисковая система]. – Режим доступа: <http://link.ac/5geK7>, свободный. - Загл. с экрана (дата обращения 11.04.2016)
4. Инверторный аппарат для сварки постоянным током Tetrix 300TM [Электронный ресурс] // Tetrix International : [официальный сайт]. - Режим доступа: <https://clck.ru/9v4nz>, свободный. - Загл. с экрана (дата обращения 11.04.2016)
5. Конструкционные материалы [Текст]: Справочник / Б.Н. Арзамасов [и др.]. – М.: Машиностроение, 1990. – С.688
6. Краснопевцева И.В Методическое пособие по выполнению экономической части дипломного проекта [Текст] / И.В.Краснопевцева – Тольятти, 2015, – С.21
7. Горина Л.Н Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта» [Текст] уч.-метод. пособие. / Л.Н Горина., М.И. Фесина- Тольятти, 2016, – 36с.
8. ГОСТ 12.1.033-81. ССБТ. Пожарная безопасность. Термины и определения [Текст]. -Введ. 1982-01-07.- М. : Государственный комитет по стандартам, 1981-VII, 11с.
9. ГОСТ 12.0.003-74. (СТ СЭВ 790-77) Опасные и вредные производственные факторы [Текст]. - Введ 1976-01-05.- М. : Межгосударственный стандарт, 1974-XI, Переиздание (сентябрь 1999 г.) с Изменением № 1, утвержденным в октябре 1978 г.,3с.

10. Нормативный документ «Порядок производства электронных учебных изданий». Тольяттинский Государственный Университет 2014 г.
11. Beebe-Center J. G., Rogers M. S., O'Connell D. N. Transmission of information about sucrose and saline solutions through the sense of taste // J. Psychol., 1966, 39, p. 167—160.
12. Bousfield W. A. , Cohen B. H. The occurrence of clustering in the recall of randomly arranged words of different frequencies-of-use // J. gen. Psychol., 1965, 62, p. 83—96.
13. Егоров А.Г. Правила оформления выпускных квалификационных работ по программам подготовки бакалавра и специалиста [Текст] учеб. метод. пособие / А.Г. Егоров, В.Г. Виткалов, Г.Н. Уполовникова, И.А. Живоглядова – Тольятти, 2012, – С.135
14. ГОСТ 12.0.003-74. (СТ СЭВ 790-77) Опасные и вредные производственные факторы [Текст]. - Введ 1976-01-05.- М. : Межгосударственный стандарт, 1974-XI, Переиздание (сентябрь 1999 г.) с Изменением № 1, утвержденным в октябре 1978 г., 3с.
15. Prensky M. Digital Natives, Digital Immigrants // On the Horizon. MCB University Press: 1. Vol. 9, N 5. October, 2001.
16. 4.Palfrey J., Gasser U. Born Digital: Understanding the First Generation of Digital Natives. 2. NY, 2008
17. Потапьевский, А.Г. Сварка в защитных газах плавящимся электродом. Часть 1. Сварка в активных газах. Издание 2-е, переработанное. К.: «Екотехнология», 2007. – 192 с.
18. Потапьевский, А.Г. Сварка сталей в защитных газах плавящимся электродом. Техника и технология будущего: монография / А.Г. Потапьевский, Ю.Н. Сараев, Д.А. Чинахов. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2012. – 208 с.

19. Ленивкин В. А., Дюргеров Н. Г., Сагиров Х. Н. Технологические свойства сварочной дуги в защитных газах. – М.: Машиностроение, 1989. – 264 с.

20. Сапожков, С.Г. Исследование взаимодействия брызг расплавленного металла с поверхностью свариваемого изделия и разработка средств снижения набрызгивания при сварке в  $\text{CO}_2$ : Диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук. – Юрга: Томский политехнический университет. – 1999.