

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Тольяттинский государственный университет»

ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ

(институт, факультет)

СВАРКА, ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ ДАВЛЕНИЕМ И РОДСТВЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ

(кафедра)

УТВЕРЖДАЮ

Зав.кафедрой: Ельцов В.В.

(подпись)

(И.О.Фамилия)

« ____ » _____ 20__ г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение бакалаврской работы

Студент Порваткин Артемий Дмитриевич

1. Тема Технологические процессы сварки выхлопной системы в сборе автомобиля Datsun on-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. Выбор оборудования для сварки выхлопной системы в сборе

4. Проектная технологический процесс сварки выхлопной системы в сборе

5. Безопасность и экологичность технического объекта

6. Экономическая эффективность проекта

7. Заключение

5. Ориентировочный перечень графического и иллюстративного материала
Чертежи основного и дополнительного глушителей – 4 л.

Базовый технологический процесс выхлопной системы в сборе – 2 л.

Оборудование, для реализации проектного процесса сварки– 1 л.

Проектный технологический процесс сварки выхлопной системы в сборе – 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

А. Д. Порваткин

(подпись)

(И.О. Фамилия)

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

Институт машиностроения

Кафедра «Сварка, обработка материалов давлением
и родственные процессы»

УТВЕРЖДАЮ

Зав.кафедрой: Ельцов В.В.

(подпись)

(И.О.Фамилия)

«__» _____ 20__ г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Студента Порваткин Артемий Дмитриевич
по теме Технологические процессы сварки выхлопной системы в сборе
автомобиля Datsun on-DO

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
Введение	01.03.16 по 13.03.16	01.03.16 по 13.03.16		
Анализ состояния вопроса	21.03.16 по 21.04.16	21.03.16 по 21.04.16		
Выбор оборудования для сварки выхлопной системы в сборе	22.04.16 по 05.05.16	22.04.16 по 05.05.16		
Проектная технология	03.05.16 по	03.05.16 по		

сварки выхлопной системы в сборе	15.05.16.	15.05.16.		
Безопасность и экологичность технического объекта	16.05.16 по 15.06.16	16.05.16 по 15.06.16		
Экономическая эффективность проекта	22.04.16 по 15.06.16	22.04.16 по 15.06.16		
Заключение по проекту	01.06.16 по 15.06.16	01.06.16 по 30.06.16		

Руководитель бакалаврской работы

Задание принял к исполнению

(подпись)

(подпись)

М.Н. Курмаев

(И.О. Фамилия)

А.Д. Порваткин

(И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

Выхлопная система современного автомобиля - это сложная конструкция, являющаяся результатом долгого проектирования и испытаний.

Экологическая чистота отработанных газов закладывается в конструкцию автомобиля уже при проектировании, для этого происходит постоянная модернизация производства и разрабатываются все новые технологии с целью повышения производительности и качества выхлопных систем.

В работе ставилась цель – повышение производительности при сварке выхлопной системы в сборе автомобиля Datsun on-Do, путём автоматизации сварочного процесса.

В работе решены следующие задачи:

- 1) Произвести обзор базового технологического процесса и выявить недостатки
- 2) Разработать новый технологический процесс с учетом всех выявленных недостатков
- 3) Подобрать оборудование для нового технологического процесса
- 4) Оценить эффективность разработанного нового технологического процесса

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	8
1 СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА.....	9
1.1 Конструкция изделия.....	9
1.2 Описание материалов.....	12
1.3 Оборудование для сварки.....	14
1.4 Базовый технологический процесс.....	18
1.4.1 Технологический процесс сварки основного глушителя.....	19
1.4.2 Технологический процесс сварки дополнительного глушителя.....	21
1.5 Анализ базового способа сварки.....	24
1.6 Формулировка задач проекта.....	25
2 ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ.....	25
2.1 Конструктивные особенности и возможности роботизированного сварочного комплекса.....	28
2.2 Робот для дуговой сварки Motoman MA 1400.....	29
2.3 Проектный технологический процесс.....	31
3 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА.....	36
4 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	50
ЗАКЛЮЧЕНИЕ ПО ПРОЕКТУ	68
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	69

ВВЕДЕНИЕ

Изменение климата Земли, загрязнение воздушного бассейна, разрушение озонового слоя и многие другие глобальные экологические проблемы – итог увеличения объема промышленности и устаревшие очистительные сооружения.

Но наиболее существенный урон наносится дорожно - транспортным комплексом, а именно отработанными газами двигателей внутреннего сгорания.

Влияние отработанных газов автомобиля на окружающую среду в последние несколько десятилетий существенно увеличилось, а постоянно растущее количество автотранспорта напрямую негативно воздействует на состояние атмосферы и здоровье людей.

Выхлопная система современного автомобиля - это сложная конструкция, являющаяся результатом долгого проектирования и испытаний. (В аннотацию)

Основное назначение выхлопной системы - снижение токсичности отработанных газов и снижение шума двигателя.

На сегодняшний день экологические требования к автомобилю являются одними из приоритетных. Для регулирования количества вредных выбросов в атмосферу в мире была введена система контроля «Евро», которая устанавливает и периодически ужесточает нормы токсичности для современных автомобилей. Экологическая чистота отработанных газов закладывается в конструкцию автомобиля уже при проектировании, для этого происходит постоянная модернизация производства и разрабатываются все новые технологии с целью повышения производительности и качества выхлопных систем.

В связи с этим была сформулирована цель бакалаврской работы: повышение производительности при изготовлении выхлопной системы в сборе Datsun on-Do

СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА

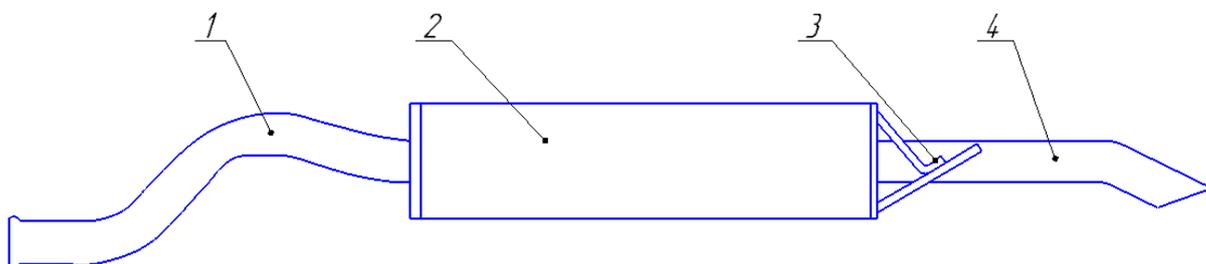
1.1 Конструкция изделия

В базовом проекте взята выхлопная система а/м Lada «Priora», имеющая длину 3300 мм, и общую массу 12 кг, которая состоит из двух частей: из основного глушителя в сборе и дополнительного глушителя в сборе. Система отвода выхлопных газов, устанавливаемая на автомобили, является достаточно сложным устройством, выполняющим ряд функций: вывод нагретых и токсичных газов от двигателя, а также способствует значительному снижению уровня шума и выброса вредных веществ.

Дополнительный глушитель в сборе необходим для снижения температуры выхлопных газов, сокращения вибрации и уменьшения шума работы двигателя. Располагается непосредственно следом за каталитическим коллектором и соединяется с ним при помощи фланца (рис. 1.3).

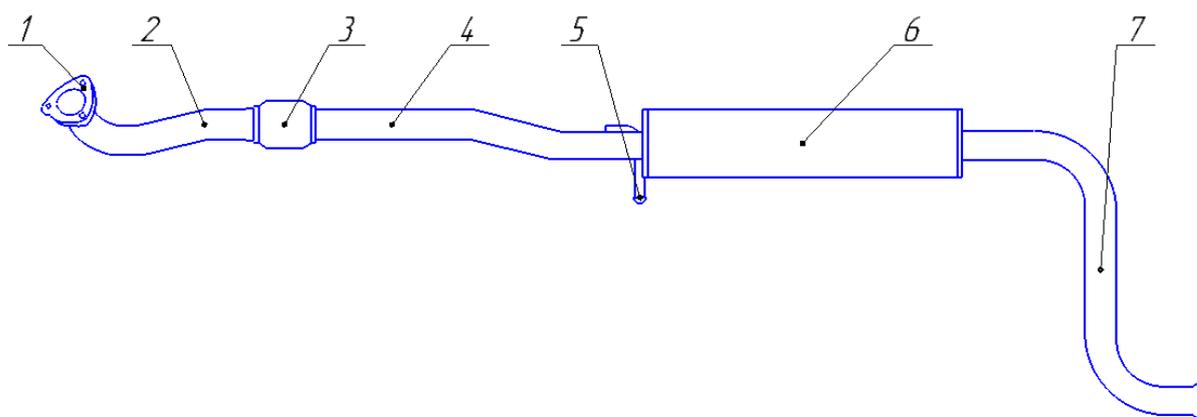
В конструкции применяется компенсатор (рис. 1.4) для гашения вибрации, сопровождающей работу двигателя, а так же исполняет роль эластичного соединительного элемента между частями выхлопной системы а/м. Состоит из сильфона (рис. 1.4, позиция 2), покрытого металлической сеткой, защищающей от механических повреждений (рис. 4, позиция 1).

Основная часть имеет ряд схожих элементов с дополнительным глушителем таких как, глушитель (рис. 1.1, позиция 2), (рис. 1.2, позиция 6), состоящий из корпуса, запрессованного в него картриджа и завальцованного доньями. Вследствие близкого расположения переднего глушителя к двигателю а/м, где температура выхлопных газов выше, применяется корпус, выполненный из двух листов металла, соединенных между собой контактной сваркой. Для установки системы выхлопа на а/м предусмотрены кронштейны (рис. 1.1, позиция 3), (рис. 1.2, позиция 5). Прохождение газов по выхлопной системе происходит по трубам, со специально рассчитанным диаметром, для снижения уровня шума, и снижения сопротивления.



1-труба передняя; 2-основной глушитель; 3-кронштейн; 4-труба задняя.

Рисунок 1.1 - Задняя часть выхлопной системы

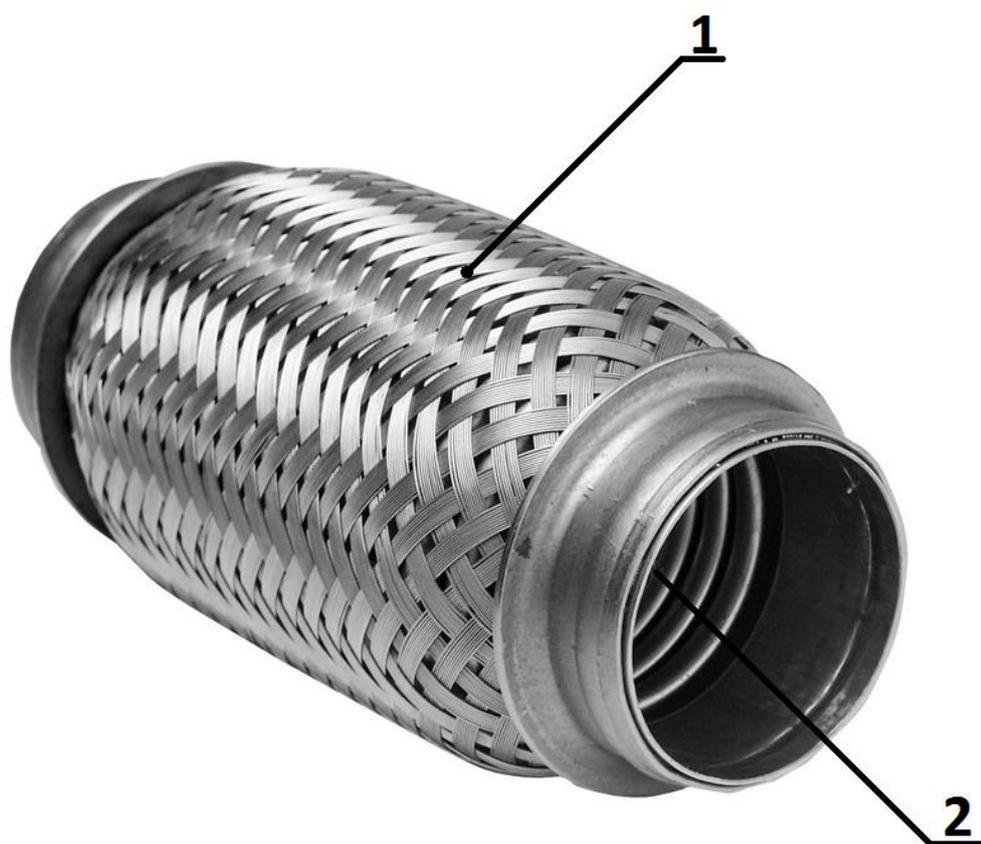


1- фланец приемный; 2-труба передняя; 3-компенсатор; 4-труба средняя; 5- кронштейн; 6-дополнительный глушитель; 7-труба задняя.

Рисунок 1.2 - Передняя часть выхлопной системы



Рисунок 1.3 - Фланец приемный [2]



1-сильфон; 2-металлическая сетка

Рисунок 1.4 – Компенсатор

1.2 Описание материала

При изготовлении составных частей основного и дополнительного глушителя, картриджа, корпуса и доньшек используется сталь коррозионностойкая жаропрочная 1.4512 (табл.1). Помимо этого, трубы, применяемые при производстве выхлопной системы, также выполнены из этой стали.

Таблица 1 – Химический состав стали 1.4512 [3]

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ti
≤0,30	≤1,00	≤1,00	≤0,040	≤0,015	10,5-12,5	6x(C+N)+0,65

Сталь коррозионностойкая жаропрочная 1.4512 имеет высокие прочностные и механические свойства (табл. 2), коррозионную стойкость, а также хорошую свариваемость, что позволяет использовать во многих отраслях. Например, пищевая промышленность, химическое и нефтехимическое производство, бумажное производство, автомобилестроение, горное дело.

Сварка производится без подогрева и без последующей термообработки.

Рекомендуемая максимальная температура эксплуатации в течение длительного времени до +500. Температура интенсивного окалинообразования в воздушной среде +750 °С, что особенно важно при рабочих температурах выхлопной системы. Предел прочности при растяжении (МПа) Мин

Таблица 2 – Механические свойства стали 1.4512 [3]

Предел прочности при растяжении (МПа) Мин	Предел прочности при растяжении (МПа) Мин	Предел прочности при растяжении (МПа) Мин
380	207	20

Отечественным налогом данного материала является сталь 20X13 (табл. 3)

Таблица 3 - Химический состав стали 20Х13 [3]

C	Cr	Ni	Mn	P	S	Si
0.16 - 0.25	12 - 14	До 0.6	До 0.6	До 0.03	До 0.025	До 0.6

Кронштейны выполнены из конструкционной углеродистой качественной стали 10.

Таблица 4 – Химический состав стали 10 [3]

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	As
0.07- 0.14	0.17- 0.37	0.35 - 0.65	до 0.3	до 0.04	до 0.035	до 0.15	до 0.3	до 0.08

Таблица 5 – Механические свойства стали 10 [3]

Предел прочности при растяжении (МПа)	Предел прочности при растяжении (МПа)	Предел прочности при растяжении (МПа)
330	205	31

Сталь применяется для штамповки, трубопроводов, котлов высокого давления и других детали с весьма длительным сроком службы при температурах до 350 град. Свариваемость без ограничений.

При изготовлении фланца используется сталь конструкционная низколегированная 09Г2С.

Таблица 6 – Химические свойства стали 09Г2С [3]

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N	Cu	As
до 0.12	0.5- 0.8	1.3- 1.7	до 0.3	до 0.04	до 0.035	до 0.3	до 0.008	до 0.3	до 0.08

Таблица 7 – Механические свойства стали 09Г2С [3]

Предел прочности при растяжении (МПа)	Предел прочности при растяжении (МПа)	Предел прочности при растяжении (МПа)
430-490	265-345	21

1.3 Оборудование для сварки

Сварка производится проволокой 430LNb в среде защитного газа 98%Ar + 2%CO₂ (КРОНИГОН-2).

Данная нержавеющая ферритная проволока имеет низкое содержание углерода, предназначена для сварки одностипных по структуре сталей. Разработка проволоки велась для автомобильной промышленности: для сварки выхлопных систем. Главной особенностью наплавленного металла является стойкость к общей межкристаллитной коррозии, а так же повышенной сопротивляемостью коррозии при контакте с агрессивными сернистыми средами.

Таблица 8 – Химические свойства проволоки 430LNb [3]

C	Mn	Si	Cr	Nb	P	S
до 0,025	0,20-0,80	0,30-0,50	17,8-18,8	0,05-0,5	до 0,025	до 0,015

Таблица 9 – Механические свойства проволоки 430 LNb [3]

Предел прочности при растяжении (МПа)	Предел прочности при растяжении (МПа)	Предел прочности при растяжении (МПа)
275	420	26

Все 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 электродугуговая сварка MMA



Рисунок 1.5 - 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

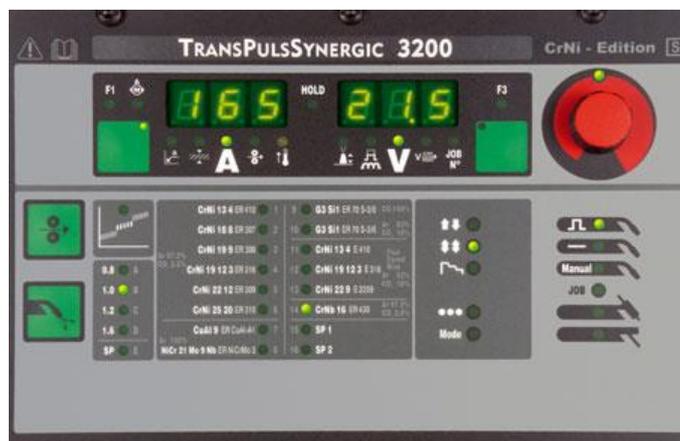


Рисунок 1.6 - Цифровое управление

Таблица 10 – Технические характеристики полуавтомата сварочного Fronius TPS3200

Тип	инверторный
Напряжение сети	380 В
Сварочный ток, min	от 3 А
Сварочный ток, max	до 320 А
Cos phi	0,99
Диапазон сварочного тока	3-320 А
Напряжение холостого хода	65 В
Рабочее напряжение	14,2-30,0 В
Класс защиты	IP 23
Габариты	д/ш/в 625x290x475 мм
Масса	34,6 кг

Подача проволоки осуществляется подающим механизмом для полуавтомата Fronius VR 4000 (рис. 1.7), представляет собой промышленный

механизм подачи проволоки с 4-я роликами. Данный механизм оснащен цифровым датчиком газа и клапаном экономии газа. Помимо этого есть возможность внешнего регулирования скорости подачи проволоки на цифровом дисплее и присутствует функция контроля окончания проволоки.



Рисунок 1.7 - Механизм подачи проволоки Fronius VR 4000

Горелка, PT-Drive типа PushPull, MB 501D(рис. 1.8), производитель -ABICOR BINZEL, предназначена для полуавтоматической дуговой сварки плавящимся электродом в среде защитного газа, имеет воздушное охлаждение и позволяет использовать проволоку диаметром 0,8 - 2,0 мм.



Рисунок 1.8-Горелка сварочная MB 501D

1.4 Базовый технологический процесс

Все сварочные посты оборудованы полуавтоматами инверторного типа Fronius TPS 3200, сварка производится проволокой 430 LNB диаметром 1 мм, в газовой смеси Кронигон-2 (98% Ar+2% CO), расход защитного газа 10-18 л/мин. Сварное соединение основного глушителя и труб – нахлесточное, основного глушителя и кронштейнов – угловое. Позиции сварки: нижнее положение шва и горизонтальное соответственно. К сварке труб применяются следующие технологические требования: сварка производится одним кольцевым швом, который запрещено начинать и заканчивать в 30° от вертикальной оси (рис. 1.9), а величина перекрытия шва должна составлять не менее 10 мм.

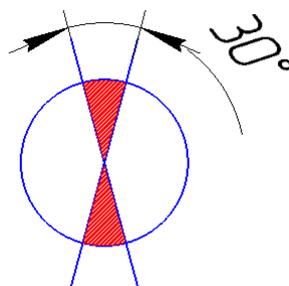


Рисунок 1.9 – Схема с указанием зон начала-окончания сварки

1.4.1 Технологический процесс сварки основного глушителя

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 основного глушителя с задней трубой и кронштейном. Установить основной глушитель в сварочную оснастку маркировкой вниз по упорам, далее взять трубу заднюю, установить в глушитель и в оснастку по упорам, зафиксировать трубу и глушитель прижимами. Установить кронштейн задний в оснастку и зафиксировать прижимом. Приварить трубу к глушителю (рис. 1.10), а затем кронштейн к глушителю двумя швами с поворотом оснастки (рис. 1.11). Расфиксировать все прижимы и снять сваренную деталь с оснастки, передать на следующую операцию. Параметры режима сварки: $I=175A$, $U=21.8V$, $V_{св}=0,35м/мин$, $V_{пр}=9.5м/мин$.

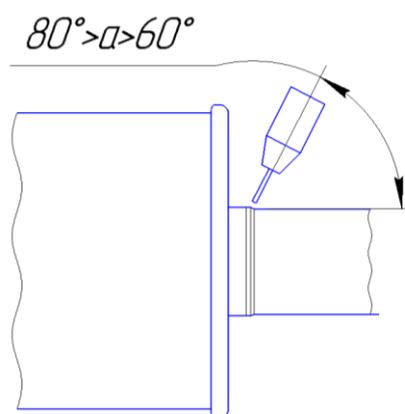


Рисунок 1.10 – Сварка основного глушителя с трубой задней.=

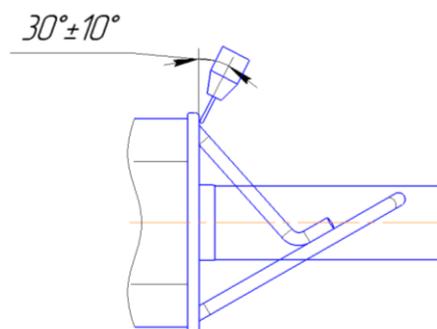


Рисунок 1.11 – Сварка основного глушителя и кронштейна

3. Сварка основного глушителя с передней трубой и кронштейном. Взять трубу переднюю и узел с предыдущей операции, установить в оснастку и зафиксировать прижимами. Приварить трубу к глушителю (рис. 1.12). Далее установить в оснастку кронштейн, зафиксировать его прижимом и приварить его согласно сварочной инструкции (рис. 1.13). Расфиксировать все прижимы, снять сваренную деталь, провести визуальный контроль и передать на следующую операцию. Параметры режима сварки: $I=165$ А, $U=21.2$ В, $V_{св}=0,35$ м/мин, $V_{пр}=8,8$ м/мин.

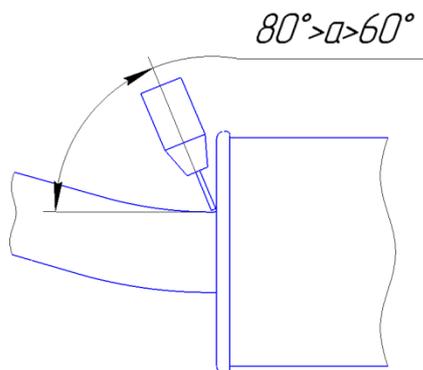


Рисунок 1.12 – Сварка основного глушителя с трубой передней

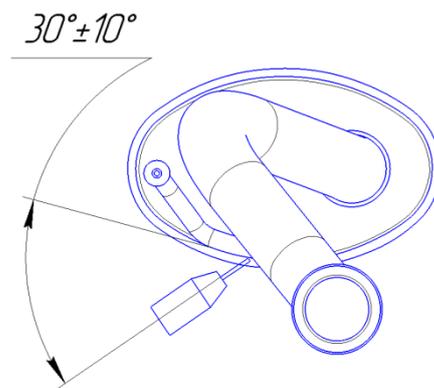


Рисунок 1.13 – Сварка основного глушителя и кронштейна

4. Контроль герметичности основного глушителя. Установить систему выпуска в оснастку по упорам, зафиксировать прижимами. Запустить цикл проверки герметичности. Проверку производят под избыточным давлением 0.35 бар на стенде герметичности АТЕQ-5. При утечке менее 15 л/мин деталь считается годной. Местные течи через непровары и прожоги в сварных швах или неплотности и складки в завальцованных швах не допускаются.

5. Финальный контроль. Проверке геометрии на контрольном калибре для основного глушителя подлежит первая деталь при запуске смены и в дальнейшем каждая 20 деталь. Проверяемая деталь должна соответствовать требованиям чертежа на готовое изделие. Один раз в месяц проводится микрографический анализ сварных швов. Размеры сварного шва должны соответствовать требованиям норматива EED-S-PSE-0002 " Требования, предъявляемые к сварным швам

1.4.2 Технологический процесс сварки дополнительного глушителя

1. Сварка фланца приемного и трубы передней дополнительного глушителя. Установить фланец в сварочную оснастку по штифтам, зафиксировать прижимами. Взять переднюю трубу и установить в оснастку по упорам внутри фланца, зафиксировать прижимами. Приварить трубу к фланцу одним кольцевым швом (рис. 1.14). Расфиксировать прижимы и передать деталь на следующую операцию. Параметры режима сварки: $I=195$ А, $U=23.3$ В, $V_{св}=0,35$ м/мин, $V_{пр}=10.8$ м/мин.

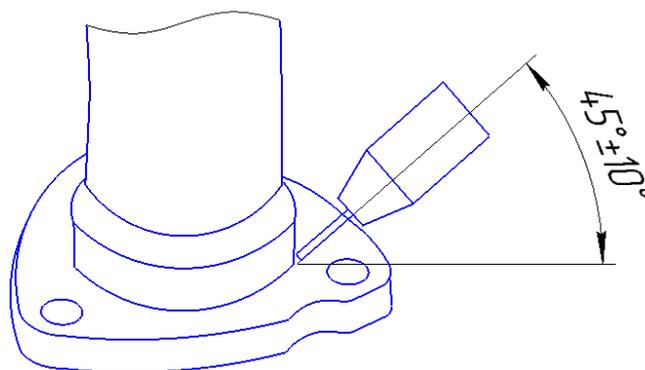


Рисунок 1.14 – Сварка приемного фланца и трубы передней

2. Сварка передней трубы и компенсатора. Сварка производится на станции автоматической сварки. Взять узел с предыдущей операции, установить в сварочную оснастку по штифтам, установить компенсатор, контролируя совмещение кромки компенсатора и паза в оснастке, соединить с трубой передней. Зафиксировать трубу и компенсатор прижимами. Начала цикла сварки осуществляется нажатием кнопок на выносном пульте оператора, сварка ведется автоматически (рис. 1.15). Параметры сварки: $I = 178 \text{ А}$; $U = 21.9 \text{ В}$, $V_{\text{св}} = 0,35 \text{ м/мин}$; $V_{\text{пр}} = 9.7 \text{ м/мин}$.

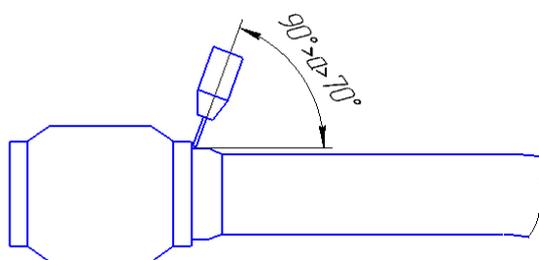


Рисунок 1.15 – Сварка трубы передней и компенсатора

3. Сварка средней трубы и компенсатора. Сварка производится на станции автоматической сварки. Взять узел с предыдущей операции, установить в сварочную оснастку по упорам, установить трубу среднюю и зафиксировать прижимами. Начала цикла сварки осуществляется нажатием

кнопок на выносном пульте оператора, сварка ведется автоматически (рис. 1.16). Параметры сварки: $I = 178 \text{ A}$; $U = 21.9 \text{ В}$, $V_{\text{св}} = 0,35 \text{ м/мин}$; $V_{\text{пр}} = 9.7 \text{ м/мин}$.

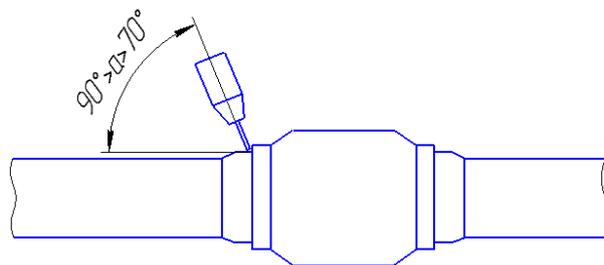


Рисунок 1.16 – Сварка трубы средней и компенсатора

4. Сварка дополнительного глушителя с задней трубой, средней и с кронштейном. Дополнительный глушитель необходимо уложить в оснастку, базируясь по упорам. Взять трубу заднюю и установить в оснастку. Узел с предыдущей операции собрать в оснастке с глушителем, базируя фланец по штифтам. Зафиксировать поочередно фланец, трубы и глушитель прижимами. Приварить трубы к глушителю двумя кольцевыми швами (рис. 1.17). Переместить и зафиксировать оснастку с кронштейном посредством фиксатора, установить в оснастку кронштейн и зафиксировать прижимом. Приварить кронштейн к глушителю согласно сварочной инструкции (рис. 1.18). Расфиксировать все прижимы, снять сваренную деталь с оснастки. Параметры сварки: $I = 231 \text{ A}$; $U = 20.5 \text{ В}$, $V_{\text{св}} = 0,35 \text{ м/мин}$; $V_{\text{пр}} = 11.6 \text{ м/мин}$.

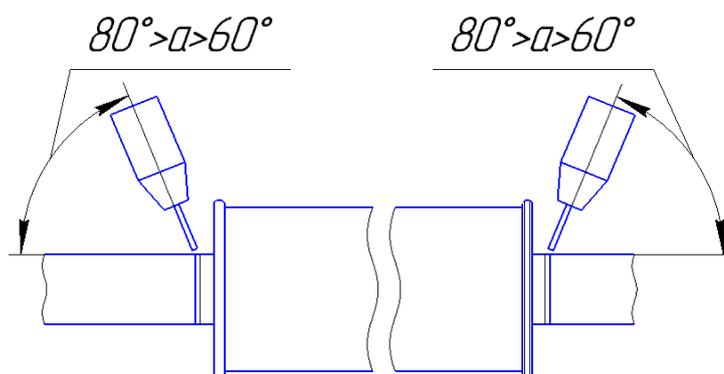


Рисунок 1.17 – Сварка дополнительного глушителя с задней трубой и средней

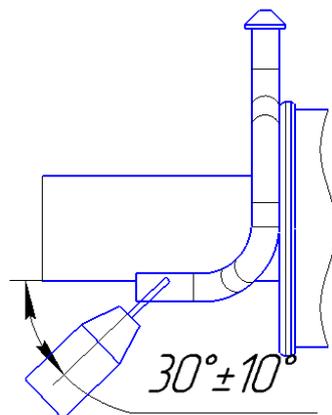


Рисунок 1.18 – Сварка глушителя дополнительного и кронштейна

5. Контроль герметичности основного глушителя. Установить систему выпуска в оснастку по упорам, зафиксировать прижимами. Запустить цикл проверки герметичности. Проверку производят под избыточным давлением 0.35 бар на стенде герметичности АТЕQ-5. При утечке менее 12 л/мин деталь считается годной. Местные течи через непровары и прожоги в сварных швах или неплотности и складки в завальцованных швах не допускаются.

6. Финальный контроль. Проверке геометрии на контрольном калибре для основного глушителя подлежит первая деталь при запуске смены и в дальнейшем каждая 20 деталь. Проверяемая деталь должна соответствовать требованиям чертежа на готовое изделие. Один раз в месяц проводится микрографический анализ сварных швов. Размеры сварного шва должны соответствовать требованиям норматива EED-S-PSE-0002 " Требования, предъявляемые к сварным швам

1.5 Анализ базового способа сварки

При дуговой сварке плавящимся электродом в защитном газе, в зону горения дуги, между сварочной проволокой (плавящимся электродом) и изделием подается защитный газ через сопло, который стабилизирует горение дуги и защищает металл сварочный от негативного воздействия активных газов атмосферы. Теплотой сварочной дуги расплавляются кромки изделия и электродная (сварочная) проволока. Расплавленный металл сварочной ванны, кристаллизуясь, образует сварной шов. При сварке в защитных газах

плавящимся электродом в качестве электродного металла применяют сварочную проволоку близкую по химическому составу к основному металлу. Выбор защитного газа определяется его инертностью к свариваемому металлу, либо активностью, способствующей рафинации металла сварочной ванны. Сварку в защитных газах плавящимся электродом ведут на постоянном токе обратной полярности, т.к. на переменном токе из-за сильного охлаждения столба дуги защитным газом, дуга может прерываться. Скорость подачи сварочной проволоки определяет силу сварочного тока.

Помимо очевидных достоинств: мобильность сварочного оборудования, относительно малая себестоимость, наличие возможности выполнения сварки в любых пространственных положениях имеются и недостатки. Качество сварных соединений при ручной сварке нестабильно и напрямую зависит от квалификации сварщика.

1.6 Формулировка задач:

Для достижения поставленной цели, которая была сформулирована в начале бакалаврской работы, необходимо выполнить следующие задачи:

- 1) Подбор оборудования, обеспечивающего более высокую степень механизации;
- 2) Разработка проектного технологического процесса с использованием оборудования с высокой степенью механизации.

2 ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ

Для решения всех поставленных задач был предложен роботизированный сварочный комплекс H-WENDER (рис. 2.1, 2.2), удовлетворяющий всем требуемым критериям. Данный комплекс имеет две сварочные станции (рис. 2.3), два промышленных сварочных робота, подключенные к

сварочным источникам (рис. 2.4).

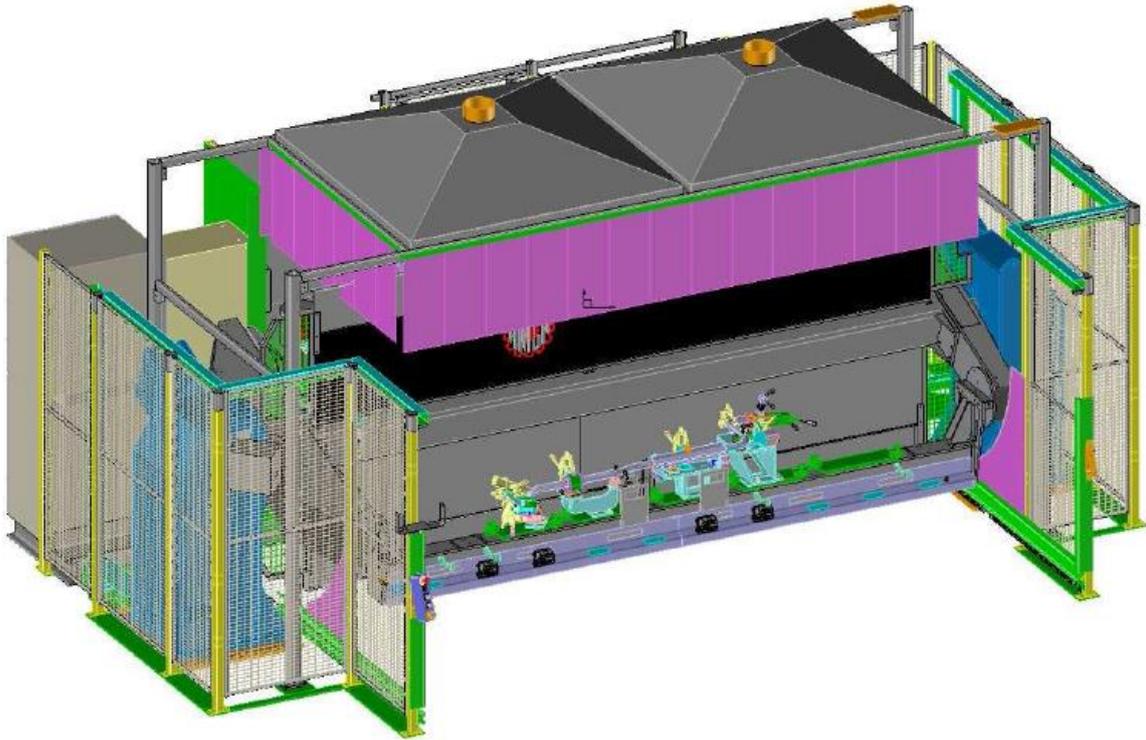


Рисунок 2.1 – H-WENDER. Вид спереди

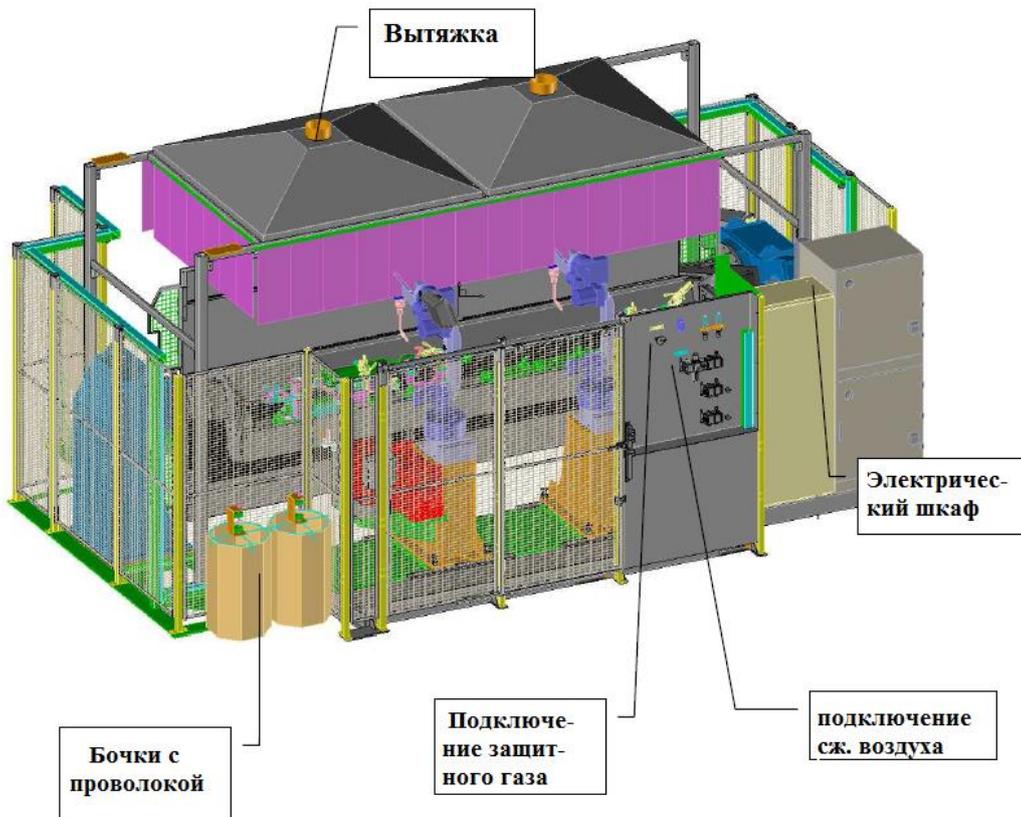


Рисунок 2.2 - H-WENDER. Вид сзади.



Рисунок 2.3 – Рабочие станции 1,2.

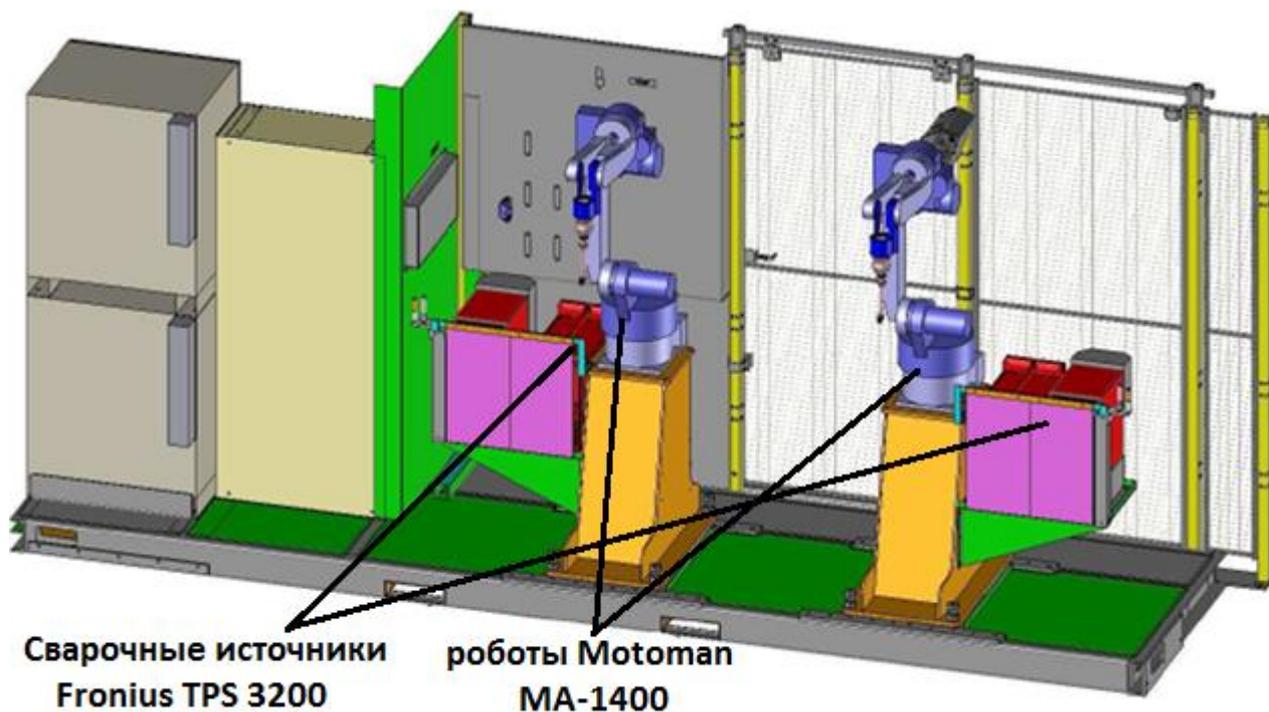


Рисунок 2.4 - Робото– технологический комплекс

2.1 Конструктивные особенности и возможности роботизированного сварочного комплекса.

Двухзонный, трехосевой горизонтальный позиционер предназначен для использования с современными сварочными роботами в составе РТК (робото – технологический комплекс). Позиционер позволяет выполнять одновременно загрузку и сварку заготовки, обеспечивая безопасную работу оператора в зоне РТК.

Позиционер имеет две зоны работы, разделенные защитным экраном и систему безопасности работы человека в зоне роботизированного комплекса. Сварка на роботизированном комплексе может выполняться двумя роботами одновременно, что позволяет варить два кольцевых шва синхронно, что позволяет снизить время сварки в 2 раза.

2.2 Робот для дуговой сварки Motoman MA 1400.

Motoman Yaskawa является мировым лидером в области промышленной сварочной робототехники.

Промышленный робот Motoman MA-1400(рис. 2.5) был специально разработан для решения высокотехнологических сварочных задач с работой на высоких скоростях для снижения времени цикла обработки изделия.



Рисунок 2.5 - Motoman MA 1400.

Преимущества робота MA-1400 Motoman:

- Уменьшение времени программирования
- Возможность прямой передачи данных с компьютера в контроллер
- Оптимизированная подача проволоки
- Наибольшие скорости перемещение по осям в своем классе роботов
- Сокращение производственного цикла
- Увеличение эффективности затрат

- Простое техническое обслуживание
- Более быстрая и простая замена компонентов, например, позиционный датчик, может быть заменен менее чем за пять минут
- Высокое качество сварки
- Максимальная дальность 1434 мм
- Возможность монтажа: пол, потолок, стены

Для управления роботизированным комплексом используется пульт программирования (рис 2.6), который позволяет синхронизировать до 8 роботов в реальном времени.

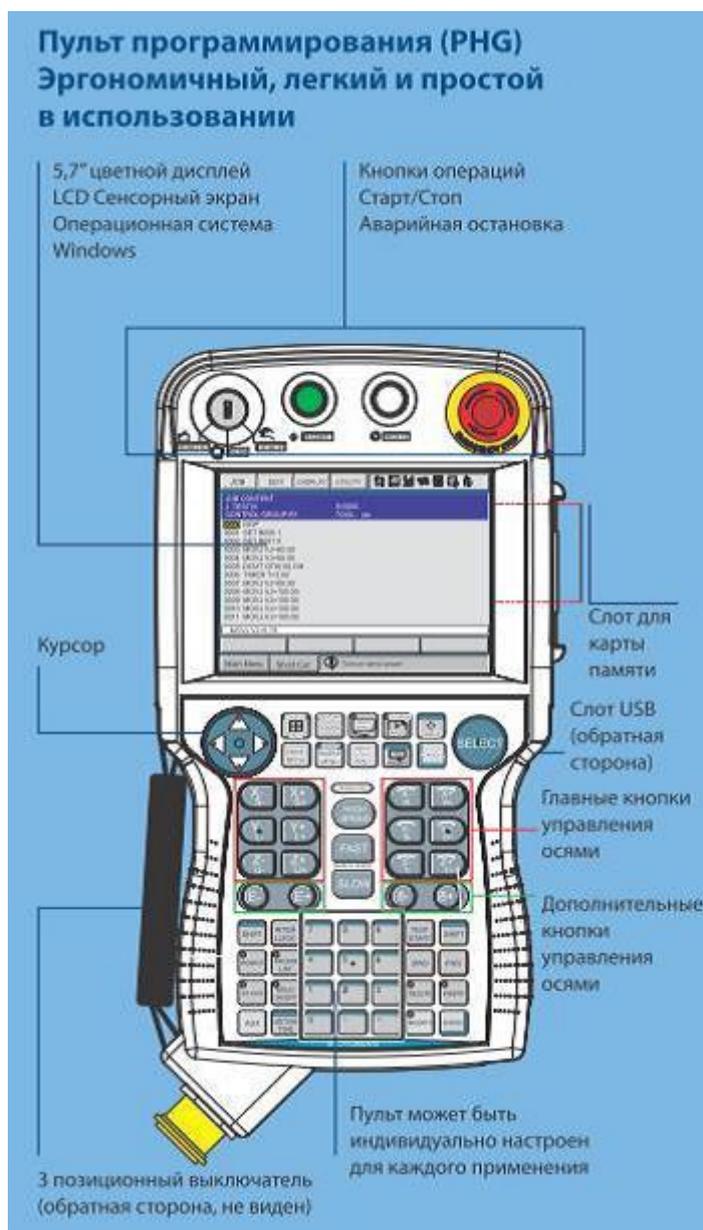


Рисунок 2.6 - Пульт управления роботом Motoman с контроллером DX100.

При проектировании и запуске технологического проекта предполагается использовать сварочные источники аналогичные, применяемым в базовом варианте, Fronius TPS 3200. Сварочные материалы так же остаются неизменными. Сварка будет производиться проволокой 430LNb в среде защитного газа 98%Ar + 2%CO₂ (КРОНИГОН-2).

2.3 Проектный технологический процесс.

Первые шесть операций производятся на роботизированном комплексе H-WENDER.

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. Сборка дополнительного глушителя на поворотной станции 1.

Взять фланец из тары, установить в оснастку ориентируя по базовым штифтам, зафиксировать прижимом. Взять трубу и компенсатор, установить в оснастку. Трубу установить в отверстие фланца до упора, компенсатор установить фланцем в паз и зафиксировать прижимом.

3. Сборка основного глушителя на поворотной станции 1.

Взять глушитель задний, установить в оснастку маркировкой вниз, продольным швом от себя. Трубу заднюю установить трубу прямым концом в отверстие глушителя, а косым концом в ложементы оснастки и зафиксировать прижимом. Взять трубу переднюю, установить в отверстие глушителя и по сфере в оснастку, зафиксировать прижимами. Убедиться, что машина находится в рабочем состоянии - горит зеленый фонарь, выйти из опасной зоны, убедиться

в отсутствии операторов в опасной зоне и нажать кнопку «Старт». Параметры режима сварки трубы передней и глушителя основного: $I=207$ А, $U=23,7$ В, $V_{св}=0,35$ м/мин, $V_{пр}=11$ м/мин; трубы задней и глушителя: $I=146$ А, $U=22,9$ В, $V_{св}=0,35$ м/мин, $V_{пр}=7$ м/мин;

4. Выгрузка деталей с поворотной станции 2.

Взять сваренный дополнительный глушитель с оснастки, визуально осмотреть качество сварных швов и передать на следующую операцию.

5. Сборка дополнительного глушителя на поворотной станции 2

Взять сваренный узел для дополнительного глушителя, установить узел в оснастку ориентируя отверстия фланца по базовым штифтам, компенсатор установить фланцем в паз. Зафиксировать прижимами. Взять дополнительный глушитель, установить в оснастку вправо до упора, маркировкой вверх и продольным швом к себе. Взять трубу среднюю переднего глушителя, установить в ложемент оснастки, собрав с компенсатором и глушителем. Зафиксировать трубу и глушитель прижимами. Трубу заднюю установить в отверстие глушителя и по сфере. Зафиксировать прижимами последовательно. Убедиться, что машина находится в рабочем состоянии - горит зеленый фонарь, выйти из опасной зоны, убедиться в отсутствии операторов в опасной зоне и нажать кнопку «Старт». Параметры режима сварки компенсатора и трубы средней: $I=193$ А, $U=23$ В, $V_{св}=0,35$ м/мин, $V_{пр}=11,6$ м/мин; дополнительного глушителя с трубой средней: $I=215$ А, $U=25,7$ В, $V_{св}=0,35$ м/мин, $V_{пр}=11$ м/мин; трубы задней и дополнительным глушителем: $I=221$ А, $U=26,1$ В, $V_{св}=0,35$ м/мин, $V_{пр}=10$ м/мин.

6. Выгрузка деталей с поворотной станции 1.

Взять с оснастки сваренный основной глушитель, узел для дополнительного глушителя. Визуально осмотреть качество сварных швов и передать на следующую операцию.

7. Загрузка дополнительного глушителя в стенд приварки кронштейнов - проверки герметичности.

Установить дополнительный глушитель в оснастку (рис. 2.7), спозиционировав трубу заднюю сферой к оснастке, а затем установить фланец по базовым штифтам. Зафиксировать прижимами фланец, трубу переднюю и трубу заднюю. Взять кронштейны, установить их прямым участком в ложемент оснастки и зафиксировать (рис 2.8).

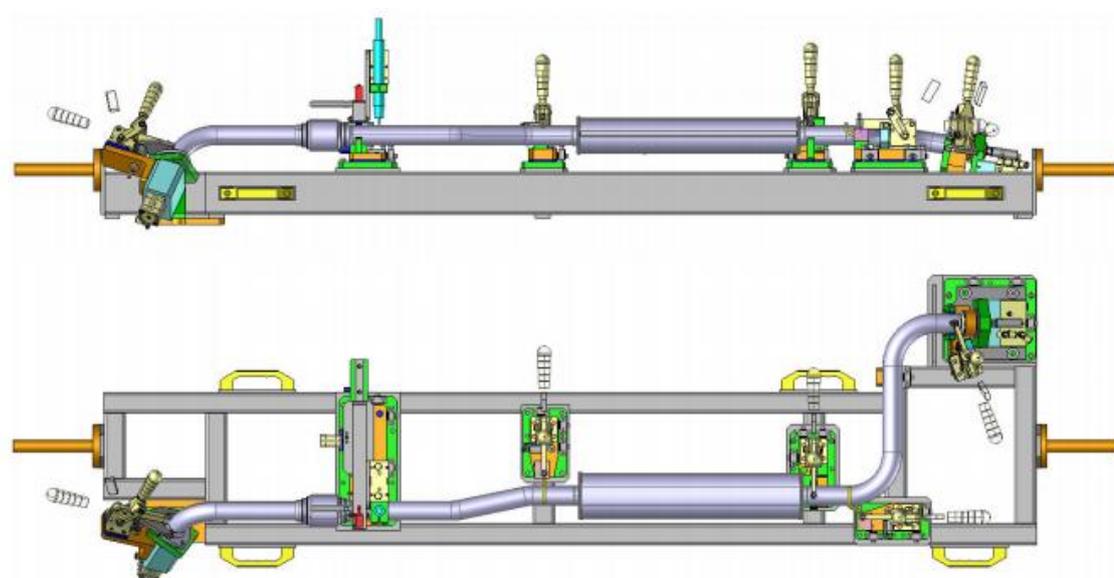


Рисунок 2.7 – Оснастка для дополнительного глушителя

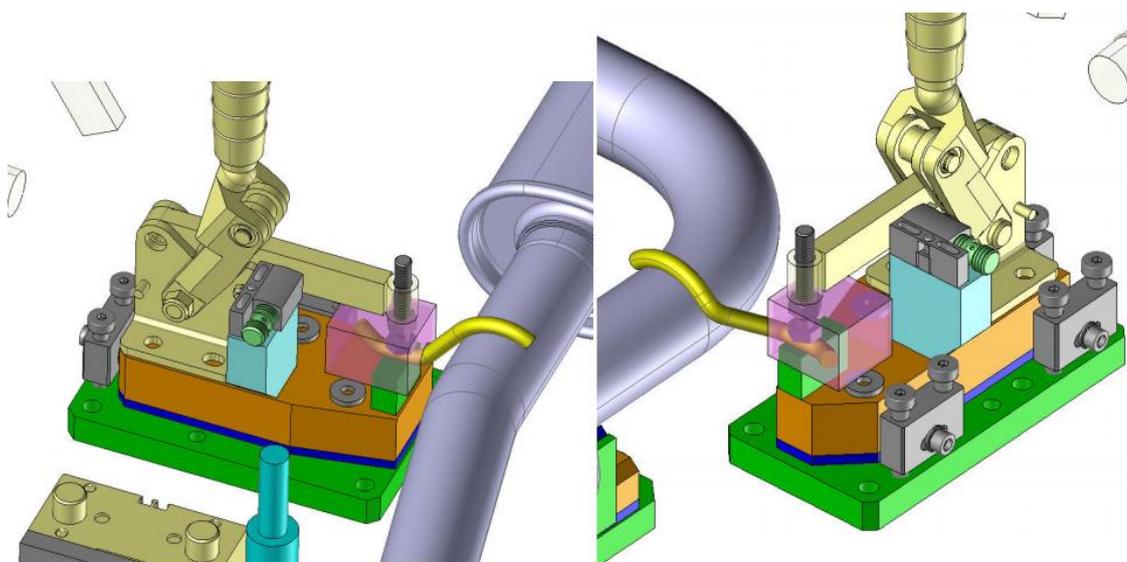


Рисунок 2.8 – Оснастка для приварки кронштейнов

7. Сварка.

Приварить кронштейны к глушителю соблюдая последовательность швов, согласно инструкциям TOG-WI-WPS-88 и TOG-WI-WPS-89.

8. Проверка герметичности.

Нажать кнопку "СТАРТ". Запустится цикл проверки глушителя на герметичность и маркировки. Проверку производят под избыточным давлением 0.35 бар. При утечке менее 15 л/мин деталь считается годной. Местные течи через непровары и прожоги в сварных швах или неплотности и складки в завальцованных швах не допускаются. После завершения цикла проверки системы на герметичность, в случае, если тест на герметичность пройден положительно, производится маркировка. Расфиксировать прижимы и извлечь глушитель из оснастки, передать на финальный контроль.

9. Загрузка основного глушителя в стенд приварки кронштейнов - проверки герметичности.

Установить основной глушитель в оснастку (рис 2.9). Зафиксировать прижимами сферу, трубу заднюю и глушитель. Взять кронштейны, установить их в оснастку и зафиксировать (рис. 2.10).

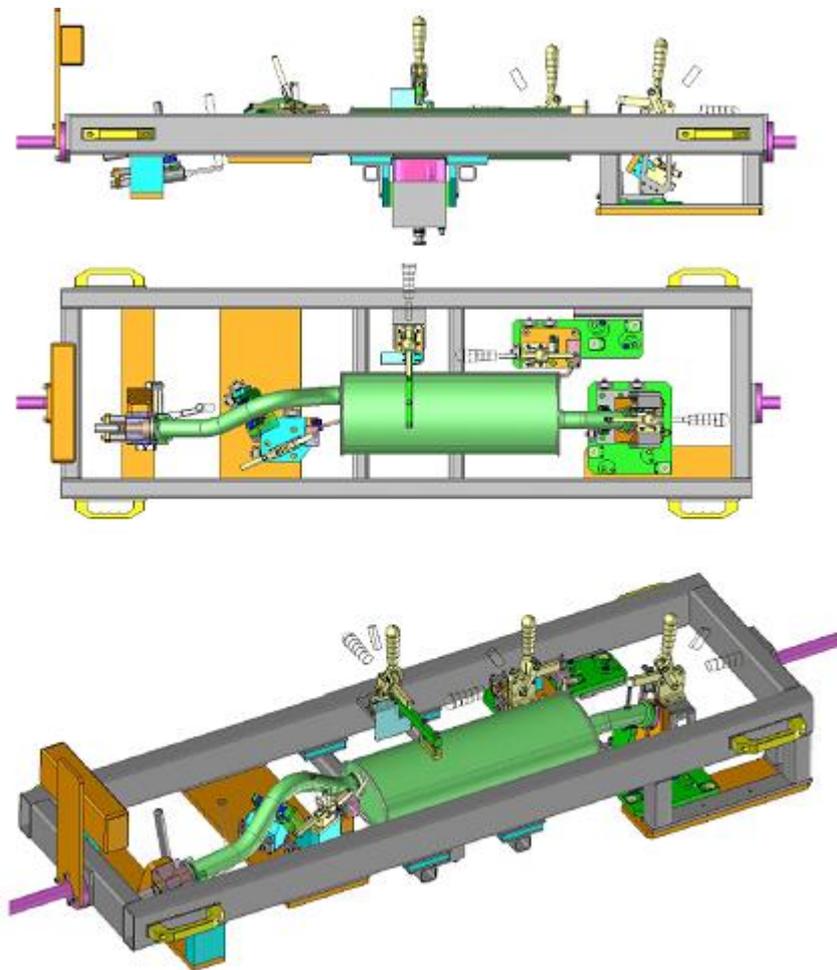


Рисунок 2.9 – Оснастка для основного глушителя

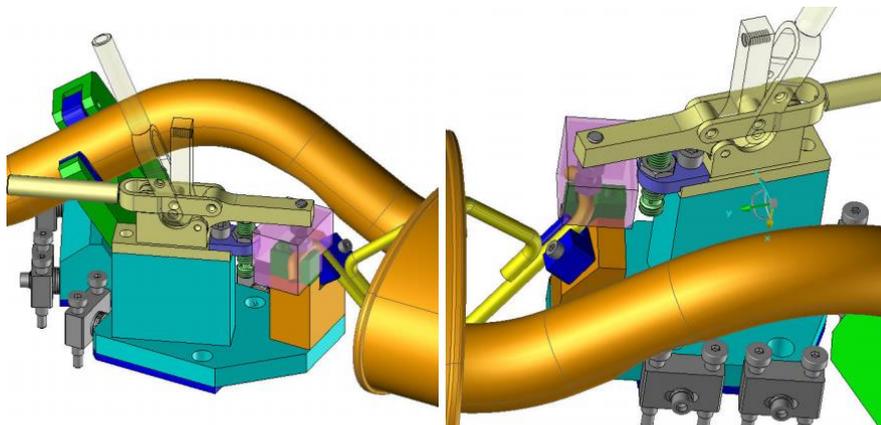


Рисунок 2.10 – Оснастка для приварки кронштейнов

10. Сварка.

Приварить кронштейны к глушителю, соблюдая последовательность швов, согласно инструкциям TOG-WI-WPS-88 и TOG-WI-WPS-89.

11. Проверка герметичности.

Нажать кнопку "СТАРТ". Запустится цикл проверки глушителя на герметичность и маркировки. Проверку производят под избыточным давлением 0.35 бар. При утечке менее 15 л/мин деталь считается годной. Местные течи через непровары и прожоги в сварных швах или неплотности и складки в завальцованных швах не допускаются. После завершения цикла проверки системы на герметичность, в случае, если тест на герметичность пройден положительно, производится маркировка. Расфиксировать прижимы и извлечь глушитель из оснастки, передать на финальный контроль.

12. Финальный контроль.

Проверке геометрии на контрольном калибре для основного глушителя подлежит первая деталь при запуске смены и в дальнейшем каждая 20 деталь. Проверяемая деталь должна соответствовать требованиям чертежа на готовое изделие. Один раз в месяц проводится макрографический анализ сварных швов. Размеры сварного шва должны соответствовать требованиям норматива EED-S-PSE-0002 " Требования, предъявляемые к сварным швам

3 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

3.1 Технологическая характеристика объекта

Таблица 11 - Технологический паспорт объекта

Технологическая операция , вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, устройство, приспособление	Материалы, вещества

Продолжение таблицы 11

1. Входной контроль	Инспектор входного контроля	Щц-3, линейка, контрольный калибр	
2. Сборка дополнительного глушителя ST1	Оператор	Робот MOTOMAN MA1400, сварочный инвертор Fronius TPS 3200, роботы, H-wender	Воздух сжатый, сварочная проволока, газовая смесь «Кронигон-2»
3. Сборка основного Глушителя ST1	Оператор	Робот MOTOMAN MA1400, сварочный инвертор Fronius TPS 3200, роботы, H-wender	Воздух сжатый, сварочная проволока, газовая смесь «Кронигон-2»
4. Выгрузка деталей ST2	Оператор	Робот MOTOMAN MA1400, сварочный инвертор Fronius TPS 3200, роботы, H-wender	Воздух сжатый, сварочная проволока, газовая смесь «Кронигон-2»
5. Сборка дополнительного глушителя ST2	Оператор	Робот MOTOMAN MA1400, сварочный инвертор Fronius TPS 3200, роботы, H-wender	Воздух сжатый, сварочная проволока, газовая смесь «Кронигон-2»
6. Выгрузка деталей ST1	Оператор	Робот MOTOMAN MA1400, сварочный инвертор Fronius TPS 3200, роботы, H-wender	Воздух сжатый, сварочная проволока, газовая смесь «Кронигон-2»
7. Загрузка дополнительного глушителя	Сварщик	Стенд приварки кронштейнов-проверки герметичности, сварочный инвертор Fronius TPS 3200	Воздух сжатый, сварочная проволока, газовая смесь «Кронигон-2»

Продолжение таблицы 11

8. Сварка	Сварщик	Стенд приварки кронштейнов-проверки герметичности, сварочный инвертор Fronius TPS 3200	Воздух сжатый, сварочная проволока, газовая смесь «Кронигон-2»
9. Проверка Герметичности	Сварщик	Стенд приварки кронштейнов-проверки герметичности, сварочный инвертор Fronius TPS 3200	Воздух сжатый, сварочная проволока, газовая смесь «Кронигон-2»
10. Загрузка деталей	Оператор	Стенд приварки кронштейнов-проверки герметичности, сварочный инвертор Fronius TPS 3200	Воздух сжатый, сварочная проволока, газовая смесь «Кронигон-2»
11. Сварка	Сварщик	Стенд приварки кронштейнов-проверки герметичности, сварочный инвертор Fronius TPS 3200	Воздух сжатый, сварочная проволока, газовая смесь «Кронигон-2»
12. Проверка герметичности.	Сварщик	Стенд приварки кронштейнов-проверки герметичности, сварочный инвертор Fronius TPS 3200	Воздух сжатый, сварочная проволока, газовая смесь «Кронигон-2»
13. Контроль геометрии	Оператор	Контрольный калибр	

3.2 Идентификация персональных рисков

Таблица 12 – 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">- острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования- движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования- повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека- повышенная температура поверхностей оборудования, материалов- повышенный уровень ультрафиолетового излучения- повышенный уровень инфракрасного излучения	Робот MOTOMAN MA1400, H-WENDER, заготовки.

Продолжение таблицы 12

<p>2. Сборка дополнительного глушителя ST1</p>	<ul style="list-style-type: none"> - острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования - движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования - повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека - повышенная температура поверхностей оборудования, материалов - повышенный уровень ультрафиолетового излучения - повышенный уровень инфракрасного излучения 	<p>Робот MOTOMAN MA1400, H-WENDER, заготовки.</p>
<p>3. Сборка основного Глушителя ST1</p>	<ul style="list-style-type: none"> - острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования - движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования - повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека - повышенная температура поверхностей оборудования, материалов - повышенный уровень ультрафиолетового излучения - повышенный уровень инфракрасного излучения 	<p>Робот MOTOMAN MA1400, H-WENDER, заготовки.</p>

Продолжение таблицы 12

<p>4. Выгрузка деталей ST2</p>	<ul style="list-style-type: none"> - острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования - движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования - повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека - повышенная температура поверхностей оборудования, материалов - повышенный уровень ультрафиолетового излучения - повышенный уровень инфракрасного излучения 	<p>Робот MOTOMAN MA1400, H-WENDER, заготовки.</p>
<p>5. Сборка дополнительного глушителя ST2</p>	<ul style="list-style-type: none"> - острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования - движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования - повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека - повышенная температура поверхностей оборудования, материалов - повышенный уровень ультрафиолетового излучения - повышенный уровень инфракрасного излучения 	<p>Робот MOTOMAN MA1400, H-WENDER, заготовки.</p>

Продолжение таблицы 12

<p>6. Выгрузка деталей ST1</p>	<ul style="list-style-type: none"> - острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования - движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования - повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека - повышенная температура поверхностей оборудования, материалов - повышенный уровень ультрафиолетового излучения - повышенный уровень инфракрасного излучения 	<p>Робот MOTOMAN MA1400, H-WENDER, заготовки.</p>
<p>7. Загрузка дополнительного глушителя</p>	<ul style="list-style-type: none"> - острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования - движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования - повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека - повышенная температура поверхностей оборудования, материалов - повышенный уровень ультрафиолетового излучения - повышенный уровень инфракрасного излучения 	<p>Сварочный инвертор Fronius TPS 3200, заготовки, Стенд приварки кронштейнов - проверки герметичности</p>

Продолжение таблицы 12

<p>8. Сварка</p>	<ul style="list-style-type: none"> - острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования - движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования - повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека - повышенная температура поверхностей оборудования, материалов - повышенный уровень ультрафиолетового излучения - повышенный уровень инфракрасного излучения 	<p>Сварочный инвертор Fronius TPS 3200, заготовки, Стенд приварки кронштейнов - проверки герметичности</p>
<p>9. Проверка герметичности</p>	<ul style="list-style-type: none"> - острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования - движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования - повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека - повышенная температура поверхностей оборудования, материалов - повышенный уровень ультрафиолетового излучения - повышенный уровень инфракрасного излучения 	<p>Сварочный инвертор Fronius TPS 3200, заготовки, Стенд приварки кронштейнов - проверки герметичности</p>

Продолжение таблицы 12

<p>10. Загрузка основного глушителя</p>	<ul style="list-style-type: none"> - острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования - движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования - повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека - повышенная температура поверхностей оборудования, материалов - повышенный уровень ультрафиолетового излучения - повышенный уровень инфракрасного излучения 	<p>Сварочный инвертор Fronius TPS 3200, заготовки, Стенд приварки кронштейнов - проверки герметичности</p>
<p>11. Сварка.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования - движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования - повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека - повышенная температура поверхностей оборудования, материалов - повышенный уровень ультрафиолетового излучения - повышенный уровень инфракрасного излучения 	<p>Сварочный инвертор Fronius TPS 3200, заготовки, Стенд приварки кронштейнов-проверки герметичности</p>

Продолжение таблицы 12

<p>12. Проверка герметичности.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования - движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования - повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека - повышенная температура поверхностей оборудования, материалов - повышенный уровень ультрафиолетового излучения - повышенный уровень инфракрасного излучения 	<p>Сварочный инвертор Fronius TPS 3200, заготовки, Стенд приварки кронштейнов-проверки герметичности</p>
<p>13. контроль геометрии</p>	<ul style="list-style-type: none"> - острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования - движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования - повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека - повышенная температура поверхностей оборудования, материалов - повышенный уровень ультрафиолетового излучения - повышенный уровень инфракрасного излучения 	<p>Сварочный инвертор Fronius TPS 3200, заготовки, Стенд приварки кронштейнов-проверки герметичности</p>

3.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Таблица 13 - 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 14 - Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
Участок роботизированной сварки	Робот MOTOMAN MA1400, H-WENDER	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 используемых при пожаре огнетушащих веществ на предметы и людей при пожаре

Таблица 15 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности

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

Таблица 16 – 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
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 17 – Идентификация экологических факторов технического объекта

Наименование технологического процесса	Структурные составляющие технологического процесса	Воздействи е технического объекта на атмосферу	Воздействи е 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 18 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду

Наименование технического объекта	Сварка глушителя
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 глушителя в сборе.

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 сборка и сварка производится применением классической механизированной дуговой сварки в защитном газе. В проектном варианте предлагается использовать роботизированный сварочный комплекс.

Это позволяет получить экономический эффект за счёт:

1. Значительного увеличения производительности;
2. Уменьшения брака и сокращения времени на исправление дефектов;
3. Время службы готового изделия

Расчёт производим по изменяющимся экономическим показателям

Таблица 19 – Таблица исходных данных

№	Наименование показателей	Базовый вариант	Проектный вариант
1.	Годовая норма изделий, шт.	45800 шт.	45800 шт.
2.	Кэф - т отчислений на соц. нужды, %	36,6	36,6
3.	Цена сварочной проволоки, руб/кг.	128руб/кг	128руб/кг
4.	Цена защитного газа руб/м ³	184,6 руб/м ³	184,6 руб/м ³
5.	Норма расхода проволоки, кг/дет	0,113	0,11
6.	Норма расхода СО ₂ , л/деталь	60,6	40,1
7.	Цена оборудования, руб.	6300000 руб.	17900000 руб.
8.	Цена инструмента, руб.	8000 руб.	3000 руб.
9.	Цена приспособлений, руб	12000000 руб.	600000 руб.

Продолжение таблицы 19

10.	Площадь, занимаемая оборудованием, м ²	39,74	54,2
11.	Норма амортизации на площади, %	3	3
12.	Норма амортизации на оборудование	20	20
13.	Стоимость э-энергии, руб/кВт	2,5	2,5
14.	Коэффициент доплат к основной з/пл, %	12	12

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

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

Таблица 20 – Расчёт штучного времени базовый вариант

Операции	t_o , мин	$t_{отл}$, 5%	$t_{всп}$, 15%	$t_{обсл}$, 10%	$t_{шт}$, мин
Сборочная	7,75	0,38	1,6	0,62	9,9
Сварочная	3	0,15	0,46	0,25	3,9
Итого:	10,75	0,53	2,06	0,87	13,8

Таблица 21 – Расчёт штучного времени проектный вариант

Операции	t _о , мин	t _{отл} , 5%	t _{всп} , 15%	t _{обсл} , 10%	t _{шт} , мин
Сборочная	3,4	0,53	0,17	0,27	4,3
Сварочная	1,9	0,1	0,3	0,19	2,4
Итого:	5,3	0,63	0,47	0,46	6,7

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.

$$K_{\text{баз.}}^{\text{общ.}} = 5040000 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{пр.}}^{\text{общ.}} = 17900000 + 4846339,2 = 22746339,2 \text{ руб.}$$

Прямые капитальные вложения :

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

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

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

k_3 - коэффициент загрузки оборудования.

$$K_{\text{пр.}}^{\text{Баз.}} = (6 \cdot 450000 + 2 \cdot 1800000) \cdot 0.8 = 5040000 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{пр.}}^{\text{Пр.}} = (11000000 + 2 \cdot 3450000) \cdot 0.78 = 17900000$$

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.

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

где N_{Γ} – годовая производственная программа выпуска изделий, шт.

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

$$n_{\text{об.расч}}_{\text{Баз.}} = \frac{48000 \cdot 13,8}{3306,9 \cdot 60} = 3,2 \text{ округляем до } 4$$

$$n_{\text{об.расч}}_{\text{Пр.}} = \frac{48000 \cdot 6,7}{3306,9 \cdot 60} = 1,5 \text{ округляем до } 2$$

Коэффициент загрузки оборудования:

$$k_{3\text{Баз.}} = \frac{3,2}{4} = 0,8$$

$$k_{3\text{Пр.}} = \frac{1,5}{2} = 0,78$$

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

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

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;

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

$$\Phi_{эф.} = (247 \cdot 8 - 31 \cdot 7) \cdot 2 \cdot (1 - 0.06) = 3306.9 \text{ час.}$$

Сопутствующие капитальные вложения для проектного варианта:

$$K_{соп.} = K_{монт.} + K_{дем.} + K_{пл.}$$

$$K_{соп.} = 3580000 + 1260000 + 6339,2 = 4846339,2 \text{ руб.} \quad (4.7)$$

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

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

$K_{пл.}$ - дополнительные затраты на производственные площади под новое оборудование, руб.

$$K_{монт.} = \sum(n_{об.} \cdot Ц_{об.} \cdot k_{монт.}) \quad (4.8)$$

$$K_{монт.} = 17900000 \cdot 0.2 = 3580000 \text{ руб.}$$

$$K_{дем.} = \sum(n_{об.} \cdot Ц_{об.} \cdot k_{дем.}). \quad (4.9)$$

$$K_{дем.} = 6300000 \cdot 0.2 = 1260000 \text{ руб}$$

Затраты на площадь, дополнительно занимаемую под новое оборудование:

$$K_{пл.} = \left[(S_{пл.}^{пр.} - S_{пл.}^{баз.}) \cdot Ц_{пл.} \cdot k_{д.пл.} \cdot k_3 \right] \quad (4.10)$$

$$K_{пл.} = [(54.2 - 39.44) \cdot 4500 \cdot 2 \cdot 0.78] = 6339,2 \text{ руб.}$$

где $k_{д.пл.}$ - коэффициент, учитывающий дополнительную площадь;

$S_{пл.}^{баз.}$ и $S_{пл.}^{пр.}$ - производственные площади, занимаемые старым и новым оборудованием соответственно, м².

Удельные капитальные вложения:

$$K_{уд.}^{баз.} = \frac{K_{общ.}^{баз.}}{N_{Г}} \quad (4.11)$$

$$K_{уд.}^{баз.} = \frac{5040000}{45800} = 110 \text{ руб.}$$

$$K_{уд.}^{пр.} = \frac{K_{общ.}^{пр.}}{N_{Г}} \quad (4.12)$$

$$K_{уд.}^{пр.} = \frac{22746339.2}{45800} = 496.6 \text{ руб}$$

где $K_{общ.}^{баз.}$ и $K_{общ.}^{пр.}$ - общие капитальные вложения.

Дополнительные капитальные вложения в оборудование.

$$K_{доп.} = K_{общ.}^{пр.} - K_{общ.}^{баз.} \quad (4.13)$$

$$K_{доп.} = 496.6 - 110 = 386.6 \text{ руб.}$$

4.3 Расчет себестоимости сравниваемых вариантов

4.3.1 Затраты на материалы.

$$ЗМ = ЗМ_{осн.} + ЗМ_{техн.} + ЗМ_{всп.} \quad (4.14)$$

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

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

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

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

$$\text{Поэтому: } ЗМ = ЗМ_{техн.} + ЗМ_{всп.} \quad (4.15)$$

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

$$ЗМ^{пр.св.} = 13,9 + 7.4 = 21,3 \text{ руб.}$$

Затраты на сварочные материалы:

$$ЗМ_{св.} = З_{св.пров.} + З_{з.г.} \quad (4.15)$$

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

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

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

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

Затраты на электроды или сварочную проволоку

$$ЗМ_{эл.(пр.)} = Н_{эл.(пр.)} \cdot Ц_{эл.(пр.)} \quad (4.16)$$

$$ЗМ^{баз} \cdot эл.(пр.) = 0,113 \cdot 128 = 14,47 \text{ руб.}$$

$$ЗМ^{пр} \cdot эл.(пр.) = 0,11 \cdot 128 = 14,1 \text{ руб.}$$

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

$Ц_{эл.(пр.)}$ - цена электродов, руб. за 1 кг.

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

$$З_{з.г.} = Н_{з.г.} \cdot Ц_{з.г.} \quad (4.17)$$

$$З^{баз} \cdot з.г. = 60,6 \cdot 184,6 \cdot 10^{-3} = 11 \text{ руб.}$$

$$З^{пр} \cdot з.г. = 40,1 \cdot 184,6 \cdot 10^{-3} = 7,4 \text{ руб}$$

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

$Ц_{з.г.}$ - цена защитного газа, руб./м³.

Норму расхода защитных газов рассчитывают по формуле:

$$Н_{з.г.} = У_{з.г.} \cdot L_{ш(в)} + У_{доп} \quad (4.19)$$

$$Н^{баз} \cdot з.г. = 57 \cdot 1,05 + 0,75 = 60,6 \text{ литр / мин.}$$

$$Н^{пр} \cdot з.г. = 37,5 \cdot 1,05 + 0,78 = 40,1 \text{ литр / мин.}$$

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

$У_{доп.}$ - дополнительный расход газа на подготовительно-вспомогательные операции, литр/мин.

Удельную норму расхода защитного газа на 1 погонный метр сварного шва:

$$Y_{з.г.} = q_{з.г.} \cdot t_{01} \quad (5.20)$$

$$y_{баз.з.г.} = 15 \cdot 3,8 = 57 \text{ литр / мин}$$

$$y_{пр.з.г.} = 15 \cdot 2,5 = 37,5 \text{ литр / мин}$$

где $q_{з.г.}$ - норма расхода защитного газа при сварке, литр/мин;

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

$$t_{01} = \frac{t_0}{L_{ш(в)}} \quad (4.21)$$

$$t_{баз.01} = \frac{4}{1,05} = 3,8 \text{ мин.}$$

$$t_{пр.01} = \frac{2,4}{1,05} = 2,5 \text{ мин.}$$

где t_0 – основное время сварки (наплавки) изделия.

Дополнительный расход газа:

$$Y_{доп.} = t_{в}^{\Pi} \cdot q_{з.г.} \quad (4.22)$$

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

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

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

4.3.2 Затраты на технологическую электроэнергию

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

$$Z_{э-э} = \frac{P_{об} \cdot t_0}{\eta \cdot 60} \cdot Ц_{э-э} \quad (4.23)$$

$$Z_{баз.э-э} = \frac{3,85 \cdot 30,75}{91 \cdot 60} \cdot 2,5 = 0,05 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{э-э}}^{\text{пр}} = \frac{11,6 \cdot 10,78}{92 \cdot 60} \cdot 2,5 = 0,05 \text{ руб.}$$

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

η – коэффициент полезного действия оборудования

$I_{\text{св}}$ - сила сварочного тока, А;

$U_{\text{д}}$ – напряжение на дуге, В ;

$\text{Ц}_{\text{э-э}}$ - цена 1 кВт·часа электроэнергии.

4.3.3 Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования

$$Z_{\text{об}} = A_{\text{об}} + P_{\text{т.р}} \quad (4.24)$$

$$Z_{\text{об}}^{\text{баз}} = 79,6 + 365,78 = 445,3 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{об}}^{\text{пр}} = 109,9 + 621,2 = 731,1 \text{ руб.}$$

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

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

Амортизационные отчисления на оборудование:

$$A_{\text{об}} = \frac{\sum \text{Ц}_{\text{об}} \cdot N_{\text{а}} \cdot t_{\text{шт}}}{\Phi_{\text{эф}} \cdot 100 \cdot k_{\text{в.н}}} \quad (4.25)$$

$$A_{\text{об}}^{\text{баз}} = \frac{6300000 \cdot 20 \cdot 13,8}{3306,9 \cdot 100 \cdot 1,1 \cdot 60} = 79,6 \text{ руб.}$$

$$A_{\text{об}}^{\text{пр}} = \frac{17900000 \cdot 20 \cdot 6,7}{3306,9 \cdot 100 \cdot 1,1 \cdot 60} = 109,9 \text{ руб.}$$

где $\text{Ц}_{\text{об}}$ - цена единицы технологического оборудования, руб.;

$N_{\text{а}}$ - норма амортизационных отчислений на технологическое оборудование;

$k_{\text{в.н}}$ - коэффициент выполнения норм.

Затраты на текущий ремонт оборудования рассчитываются по формуле:

$$P_{\text{т.р}} = \frac{\sum \text{Ц}_{\text{об}} \cdot N_{\text{т.р}} \cdot k_3}{\Phi_{\text{эф}} \cdot 100} \quad (4.26)$$

$$P_{\text{баз.т.р}} = \frac{6300000 \cdot 24 \cdot 0,8}{3306,9 \cdot 100} = 365,78$$

$$P_{\text{пр.т.р}} = \frac{17900000 \cdot 24 \cdot 0,78}{3306,9 \cdot 100} = 621,2$$

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

$N_{\text{т.р}}$ - норма отчислений на текущий ремонт оборудования;

k_3 - коэффициент загрузки оборудования.

4.3.4 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.

$$Z_{\text{присп.}} = \frac{C_{\text{присп}} \cdot N_{\text{а присп}} \cdot k_3}{100 \cdot T_{\text{присп}} \cdot N_{\Gamma}} \quad (4.27)$$

$$Z_{\text{баз.присп.}} = \frac{1200000 \cdot 6 \cdot 12 \cdot 0,8}{100 \cdot 5 \cdot 45800} = 0,5 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{баз.присп.}} = \frac{600000 \cdot 6 \cdot 12 \cdot 0,78}{100 \cdot 5 \cdot 45800} = 0,2 \text{ руб.}$$

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

$N_{\text{а присп.}}$ - норма амортизационных отчислений на приспособления;

$T_{\text{присп}}$ - срок службы приспособлений, лет.

Затраты на содержание и эксплуатацию рабочего.

$$Z_{\text{инстр.}} = \frac{C_{\text{инстр}} \cdot N_{\text{а инстр}} \cdot t_{\text{шт}}}{100 \cdot T_{\text{инстр}} \cdot \Phi_{\text{эф}} \cdot 60} \quad (4.28)$$

$$Z_{\text{баз.инстр.}} = \frac{8000 \cdot 100 \cdot 13,8}{100 \cdot 2 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3306,9 \cdot 60} = 0,01 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{баз.инстр.}} = \frac{3000 \cdot 100 \cdot 6,7}{100 \cdot 2 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3306,9 \cdot 60} = 0,01 \text{ руб.}$$

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

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

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

4.3.5 Затраты на содержание и эксплуатацию производственных площадей

$$Z_{плоч} = \frac{S_{плоч} \cdot Ц_{плоч} \cdot N_{а плоч} \cdot k_{д.пл} \cdot k_3}{100 \cdot N_{Г}} \quad (4.29)$$

$$Z_{пр.плоч} = \frac{54,2 \cdot 4500 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 0,74}{100 \cdot 45800} = 2,3 \text{ руб.}$$

$$Z_{баз.плоч} = \frac{39,74 \cdot 4500 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 0,78}{100 \cdot 45800} = 2,5 \text{ руб.}$$

где $S_{плоч}$ - производственная площадь, занимаемая оборудованием, m^2 ;

$Ц_{плоч}$ - цена 1 m^2 занимаемой производственной площади;

$N_{а плоч}$ - норма амортизационных отчислений на производственные площади;

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

4.3.5 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.

$$ФЗП = ЗПЛ_{осн} + ЗПЛ_{доп} \quad (4.30)$$

$$ФЗП^{баз.} = 54,6 + 6,5 = 61,1 \text{ руб.}$$

$$ФЗП^{пр.} = 26,5 + 3,2 = 29,7 \text{ руб.}$$

а) основная заработная плата определяется по формуле:

$$ЗПЛ_{осн} = C_{ч} \cdot t_{шт} \cdot k_{зпл} \quad (4.31)$$

$$ЗПЛ^{баз.}_{осн} = 130 \cdot 0,23 \cdot 1,828 = 54,6 \text{ руб.}$$

$$ЗПЛ^{пр.}_{осн} = 130 \cdot 0,11 \cdot 1,828 = 26,5 \text{ руб.}$$

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

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

$k_{зпш}$ - коэффициент начислений на основную заработную плату.

$$k_{зпш} = k_{пр} \cdot k_{в.н} \cdot k_y \cdot k_{пф} \cdot k_H \quad (4.32)$$

$$k_{зпш} = 1,25 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,067 \cdot 1,133 = 1,828$$

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

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

$k_y = 1,1$ – коэффициент доплат за условия труда;

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

$k_H = 1,133$ – коэффициент доплат за работу в вечерние и ночные смены.

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

$$ЗПш_{доп} = \frac{k_D}{100} \cdot ЗПш_{осн} \quad (4.33)$$

$$ЗПш_{пр.доп} = \frac{12}{100} \cdot 54,6 = 6,5 \text{ руб.}$$

$$ЗПш_{баз.доп} = \frac{12}{100} \cdot 26,5 = 3,2 \text{ руб.}$$

где k_D – коэффициент соотношения между основной и дополнительной заработной платой, %.

в) отчисления на социальные нужды рассчитываются по формуле:

$$O_{с.н} = \frac{H_{соц} \cdot ФЗП}{100} \quad (4.34)$$

$$O_{баз.с.н} = \frac{36,6 \cdot 61,1}{100} = 22,3 \text{ руб.}$$

$$O_{пр.с.н} = \frac{36,6 \cdot 42,85}{100} = 15 \text{ руб.}$$

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

4.3.6 Технологическая себестоимость изготовления изделия

Рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{тех}} = 3M + 3_{\text{э-э}} + 3_{\text{об}} + 3_{\text{площ}} + \Phi\text{ЗП} + O_{\text{с.н}} \quad (4.35)$$

$$C_{\text{баз.тех}} = 25,4 + 0,54 + 445,3 + 2,3 + 61,1 + 22,3 = 554,8 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{пр.тех}} = 72,6 + 0,5 + 731,1 + 2,5 + 29,7 + 10,8 = 847,2 \text{ руб.}$$

4.3.7 Цеховая себестоимость изготовления изделия

$$C_{\text{цех}} = C_{\text{тех}} + P_{\text{цех}} \quad (4.36)$$

$$C_{\text{баз.цех}} = 554,8 + 136,5 = 691,3 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{пр.цех}} = 847,2 + 66,25 = 913,4 \text{ руб.}$$

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

$$P_{\text{цех}} = k_{\text{цех}} \cdot \text{ЗПЛ}_{\text{осн}} \quad (4.37)$$

$$P_{\text{баз.цех}} = 2,5 \cdot 54,6 = 136,5 \text{ руб.}$$

$$P_{\text{пр.цех}} = 2,5 \cdot 26,5 = 66,25 \text{ руб.}$$

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

4.3.8 Производственная (общезаводская) себестоимость изготовления изделия

$$C_{\text{произв}} = C_{\text{цех}} + P_{\text{произв}} \quad (4.38)$$

$$C_{\text{баз.произв}} = 691,3 + 81,9 = 773,2 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{пр.произв}} = 913,4 + 47,7 = 961,1 \text{ руб.}$$

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

$$P_{\text{произв.}} = k_{\text{произв}} \cdot \text{ЗПЛ}_{\text{осн}} \quad (4.39)$$

$$P_{\text{баз.произв.}} = 1,8 \cdot 54,6 = 81,9 \text{ руб.}$$

$$P_{\text{пр.произв.}} = 1,8 \cdot 26,5 = 47,7 \text{ руб.}$$

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

4.3.9 Полная себестоимость изготовления изделия

$$C_{\text{полн}} = C_{\text{произв}} + P_{\text{вн}} \quad (4.40)$$

$$C_{\text{баз.полн}} = 773,2 + 38,66 = 811,8$$

$$C_{\text{пр.полн}} = 961,1 + 48 = 1009$$

где $P_{\text{вн}}$ - сумма внепроизводственных расходов, руб. .

$$P_{\text{вн}} = k_{\text{вн}} \cdot C_{\text{произв}} \quad (4.41)$$

$$P_{\text{баз.вн}} = 0,05 \cdot 773,2 = 38,66 \text{ руб.}$$

$$P_{\text{пр.вн}} = 0,05 \cdot 961,1 = 48 \text{ руб.}$$

где $k_{\text{вн}}$ - коэффициент внепроизводственных расходов.

4.3.10 Составление калькуляции себестоимости изделия

$$\Delta C_{\text{полн}} = \frac{C_{\text{полн}}^{\text{баз}} - C_{\text{полн}}^{\text{пр}}}{C_{\text{полн}}^{\text{баз}}} \cdot 100\% \quad (4.42)$$

$$\Delta C_{\text{полн}} = \frac{872,2 - 1037}{872,2} \cdot 100 = 18\%$$

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 4.3 - Калькуляция себестоимости сварки глушителя

Статьи затрат	Условные обозначения	Базовый вариант	Проектный вариант
1. Затраты на материалы за вычетом отходов	ЗМ	25.4	21.3
2. Затраты на электрическую энергию	З _{э-э}	0.05	0.05
3. Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования	З _{об}	445.3	731.1
4. Затраты на содержание и эксплуатацию сборочно-сварочных приспособлений	З _{присп}	0.5	0.2
5. Затраты на содержание и эксплуатацию рабочего инструмента	З _{инстр}	0.01	0.01
6. Затраты на содержание и эксплуатацию производственных площадей	З _{площ}	2.5	2.5
7. Затраты на заработную плату основных производственных рабочих (ФЗП)	ФЗП	61.1	29.7
8. Отчисления на социальные нужды	О _{с.н}	22.3	15
Технологическая себестоимость	С _{тех}	554.8	847
Общепроизводственные (цеховые) расходы	Р _{цех}	136.5	66.25
Цеховая себестоимость	С _{цех}	691.3	913.4
Общехозяйственные (общезаводские) расходы	Р _{произв}	81.9	47.7
Производственная себестоимость	С _{произв}	773.2	961.1
Потери на брак		61.8	28.8
Внепроизводственные расходы	Р _{вн}	38.66	48
Полная себестоимость	С _{полн}	872.2	1037

4.4 Расчет показателей экономической эффективности предлагаемого проекта

4.4.1 Расчет ожидаемой прибыли от снижения себестоимости изготовления продукции

Ожидаемая прибыль от снижения себестоимости определяется по формуле:

$$\text{Пр}_{\text{ож.}} = \left(C_{\text{полн}}^{\text{баз}} \cdot \frac{D_2}{D_1} - C_{\text{полн}}^{\text{пр}} \right) \cdot N_{\Gamma} \quad (4.42)$$

$$\text{Пр}_{\text{ож.}} = \left(872,2 \cdot \frac{6}{3} - 1037 \right) \cdot 45800 = 32398920 \text{ руб.}$$

где D_1 и D_2 – долговечность (срок службы) изделий соответственно по базовому и проектному вариантам.

Налог на прибыль по формуле:

$$N_{\text{пр}} = \text{Пр}_{\text{ож.}} \cdot k_{\text{нал}} \quad (4.43)$$

$$N_{\text{пр}} = 32398920 \cdot 0,24 = 7775740 \text{ руб}$$

где $k_{\text{нал}}$ – коэффициент налогообложения на прибыль.

Чистая прибыль от снижения себестоимости продукции рассчитывается по формуле:

$$\text{Пр}_{\text{чист}} = \text{Пр}_{\text{ож.}} - N_{\text{пр}} \quad (4.4)$$

$$\text{Пр}_{\text{чист}} = 32398920 - 7775740 = 24623179 \text{ руб.}$$

4.4.2 Годовой экономический эффект от внедрения в технологический процесс нового оборудования

Рассчитываем по формуле:

$$\text{Э}_{\Gamma} = \left[\left(C_{\text{полн}}^{\text{баз}} + E_{\text{н}} \cdot K_{\text{уд}}^{\text{баз}} \right) \cdot \frac{D_2}{D_1} - \left(C_{\text{полн}}^{\text{пр.}} + E_{\text{н}} \cdot K_{\text{уд}}^{\text{пр}} \right) \right] \cdot N_{\Gamma} \quad (6.1)$$

$$\text{Э}_{\Gamma} = \left[(872,2 + 0,33 \cdot 110) \frac{6}{3} - (1037 + 0,33 \cdot 496,6) \right] \cdot 45800 = 28218387 \text{ руб.}$$

где E_H – нормативный коэффициент сравнительной экономической эффективности. В сварочном производстве;

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

4.4.2 Срок окупаемости капитальных вложений

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_{\text{общ}}^{\text{пр}}}{\text{Пр}_{\text{чист}}}, \text{ (лет)} \quad (6.8)$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{22746339,2}{24623179} = 0,9 \text{ лет. округляем до 1 года}$$

Коэффициент сравнительной экономической эффективности ($E_{\text{ср}}$).

Данный коэффициент является величиной обратной сроку окупаемости капитальных вложений:

$$E_{\text{ср}} = \frac{1}{T_{\text{ок}}} \quad (6.9)$$

$$E_{\text{ср}} = \frac{1}{1} = 1$$

Так как $E_{\text{ср}} > E_H$, значит внедряемое мероприятие эффективно

4.5.1 Расчет снижения трудоёмкости и повышения производительности труда

Величина снижения трудоёмкости ($\Delta t_{шт}$).

$$\Delta t_{шт} = \frac{t_{шт}^{баз} - t_{шт}^{пр}}{t_{шт}^{баз}} \cdot 100 \% \quad (7.1)$$

$$\Delta t_{шт} = \frac{13,8 - 6,7}{13,8} \cdot 100 = 51\%$$

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

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

Повышение производительности труда ($\Delta ПТ$):

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

$$\Delta ПТ = \frac{100 * 51}{100 - 51} = 104. (\%)$$

ВЫВОДЫ ПО РАЗДЕЛУ

В выводах по экономическому разделу бакалаврской работы должны содержаться ответы на следующие вопросы:

1. Насколько эффективна разработанная технология или конструкция по сравнению с базовой.
2. Срок окупаемость оборудования – 1 год, при удорожании готовой детали на 18%.
3. Предложенный технологический процесс с использованием нового оборудования повышает срок службы изделия в 2 раза, а так же снижает количество брака с 8% до 3%.

В данной выпускной квалификационной работе была поставлена цель – повышение производительности при изготовлении выхлопной системы в сборе Datsun on-Do

В ходе выполнения данного проекта мы произвели обзор базового технологического способа сварки и выявили следующие недостатки:

- 1) качество сварных соединений при ручной сварке нестабильно и напрямую зависит от квалификации сварщика
- 2) недостаточно высокая производительность

Так же разработали новый технологический процесс с учетом всех выявленных недостатков и подобрали оборудование для данного процесса.

За счет внедрения нового оборудования удалось:

- 1) Снизить время изготовления детали на 40%
- 2) Сократить число рабочих на 50%
- 3) Уменьшить процент брака на 5%
- 4) Увеличить срок службы изделия в 2 раза

На основании экономических расчётов сделан вывод об эффективности внедрения результатов проекта в производство – годовой экономической эффект от внедрения в технологический процесс более прогрессивного оборудования составил более 28 млн. руб.

На основании вышеизложенного цель проекта считаю достигнутой.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Акулов А.И., Бельчук Г.А., Демянцевич В.П. Технология и оборудование сварки плавлением.— М.: Машиностроение, 1977
2. Сварка в машиностроении. Справочник в 4-х тт.— М.: Машиностроение, 1978.
3. 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).
4. Данилевский В.В. Справочник молодого машиностроителя.— М.: Машиностроение, 1974
5. Сварка в машиностроении: Справочник. В 4-х т. / Ред. кол.: Г.А. Николаев (пред.) [и др.] – М.: Машиностроение, 1978 – т.2. / Под ред. А.И. Акулова, 1978. – 462 с.
6. Сварка. Резка. Контроль: Справочник. В 2-х томах / Под общ. ред. Н.П. Алешина, Г.Г. Чернышева. – М.: Машиностроение, 2004
7. Белов С.В. и др. Безопасность производственных процессов.— М.: Машиностроение, 1985. - 448 с.
8. Юдин Е.Я. Охрана труда в машиностроении – М.: Машиностроение, 1983 – 432 с.
9. Белов С.В. Охрана окружающей среды., М.: Машиностроение, 1990. - 372с.
10. Экономика и организация производства в дипломных проектах: Учеб. пособие для машиностроительных вузов / К.М. Великанов, Э.Г. Васильева, В.Ф. Власов и др.; Под. Общ. ред. К.М. Великанова – 5-е изд., перераб. и доп. – Л: Машиностроение отделение, 1996 – 285 с.
11. Горелка для сварочных полуавтоматов [Электронный ресурс] // Яндекс: [поисковая система]. – Режим доступа: <http://link.ac/5gei2>, свободный. - Загл. с экрана (дата обращения 11.04.2016)
12. Гофра выхлопной системы автомобиля [Электронный ресурс] // Яндекс: [поисковая система]. – Режим доступа: <http://link.ac/5geG10>, свободный. - Загл. с экрана (дата обращения 11.04.2016)

13. Полуавтоматическая сварка подающий механизм [Электронный ресурс] // Яндекс: [поисковая система]. – Режим доступа: <http://link.ac/5geJ5>, свободный. - Загл. с экрана (дата обращения 11.04.2016)
14. Приемный фланец [Электронный ресурс] // Яндекс: [поисковая система]. – Режим доступа: <http://link.ac/5geK7>, свободный. - Загл. с экрана (дата обращения 11.04.2016)
15. Машиностроение. Энциклопедия / Ред. совет.: К.В. Фролов (пред.) [и др.] – М.: Машиностроение. – Измерения, контроль, испытания и диагностика. Т. III-7 / В.В. Ключев [и др.]; под общ. Ред. В.В. Ключева – 1996, 464 с.
16. Сварка. Резка. Контроль: Справочник. В 2-х томах / Под общ. ред. Н.П. Алешина, Г.Г. Чернышева. – М.: Машиностроение, 2004
17. ГОСТ 4543 – 71. Прокат из легированной конструкционной стали. Технические условия
18. Сорокин, В.Г. Марочник сталей и сплавов / В.Г. Сорокин, А.В. Волосникова, С.А. Вяткин [и др.]. – М.: Машиностроение, 1989. – 640 с.
19. Молодык, Н.В. Восстановление деталей машин / Н.В. Молодык, А.С. Зенкин. – М.: Машиностроение, 1989. – 480 с.
20. Патент РФ № 2211256 Способ нанесения покрытия / Д.И. Станчев, А.М. Кадырметов, А.В. Винокуров, В.Н. Бухтояров. – 2003.
20. Егоров, А.Г. Правила оформления выпускных квалификационных работ по программам подготовки бакалавра и специалиста: учебно-методическое пособие / А.Г. Егоров, В.Г. Виткалов, Г.Н. Уполовникова, И.А. Живоглядова – Тольятти, 2012, - 135с.