

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
Кафедра «Машиностроение»





УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
А.И. Демченко
« 17 » 06 2016г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

15.03.01. - «Машиностроение»

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ И СВАРКИ ВЫХЛОПНОЙ ТРУБЫ
ВСПОМОГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ САМОЛЕТА

Пояснительная записка

Руководитель	 17.06.16 подпись, дата	_____	должность, ученая степень	О.В. Баяндина	_____	инициалы, фамилия	
Выпускник	 17.06.2016. подпись, дата	_____	_____	Д.Н. Соломенников	_____	инициалы, фамилия	
Консультант: Организационно- экономический раздел	 17.06.16 подпись, дата	_____	КТИ, доцент	должность, ученая степень	А.И. Демченко	_____	инициалы, фамилия
Нормоконтролер	 17.06.16 подпись, дата	_____	_____	С.Л. Бусыгин	_____	инициалы, фамилия	

Красноярск 2016

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
Кафедра «Машиностроение»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
А.И. Демченко
«___» _____ 2016г.

**ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
В ФОРМЕ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ**

Студенту Соломенникову Д.Н.

Группа ЗМТ 11-05Б Направление (специальность) 15.03.01 - «Машиностроение»

Тема выпускной квалификационной работы: «Разработка технологии сборки и сварки выхлопной трубы вспомогательной установки самолета»

Утверждена приказом по университету № 6177/с от 10.05.2016

Руководитель ВКР: О.В. Баяндина, ПИ СФУ, Старший преподаватель

(инициалы, фамилия, место работы и должность)

Исходные данные для ВКР: 1. Чертеж изделия; 2. Программа выпуска; 3. Технические условия на изготовление

Перечень рассматриваемых вопросов (разделов ВКР)

1. Технологический раздел
2. Расчетно-конструкторский раздел
3. Организационно-экономический раздел

Перечень графического или иллюстрированного материала с указанием основных чертежей, плакатов:

1. Труба выхлопная (A1);
2. Технологический лист (1,5A1);
3. Приспособление для сборки и сварки патрубков (A1);
4. Оправка-разжим (A1);
5. Приспособление для сборки и сварки трубы выхлопной (1,5A1);
6. Установка для сборки и сварки трубы выхлопной (A1)
7. Техничко – экономические показатели (A1).

Консультанты по разделам

Наименование раздела ВКР	Инициалы, фамилия преподавателя-консультанта по разделу
Организационно-экономический раздел	А.И. Демченко

				БР – 15.03.01 – 071106917 ПЗ		
Разраб.	Соломенников		17.06.16	Разработка технологии сборки и сварки выхлопной трубы вспомогательной установки самолета	Лист	Листов
Пров.	Баяндина		17.06.16		2	83
Н. контр.	Бусьгин		17.06.16		Кафедра Машиностроение	
Утв.	Демченко		17.06.16			

КАЛЕНДАРНЫЙ ГРАФИК
выполнения этапов ВКР

№ этапа	Срок	Текстовая часть	Графическая часть
1	с 09.05.2016	ТЧП - 40 %	лист № 1
	по 15.05.2016		
2	с 16.05.2016	КЧП – 40 %	лист № 2
	по 31.05.2016	ТЧП – 40 %	лист № 3
3	с 01.06.2016	КЧП – 60 %	лист № 4
	по 26.06.2016	ОЭЧ – 100 %	лист № 5
		ТЧП – 20 %	лист № 6
Всего	на 25.06.2016	100% по разделам	100%

ТЧП – технологическая часть

КЧП – конструкторская часть

ОЭЧ – организационно-экономическая часть

Руководитель выпускной
квалификационной работы

О.В. Баяндина

_____ (подпись, дата)

Задание принял к исполнению

Д.Н Соломенников

_____ (подпись, дата)

Реферат

Выпускная квалификационная работа в форме бакалаврской работы по теме «Разработка технологии сборки и сварки выхлопной трубы вспомогательной установки самолета» содержит: 83 страницы текстового документа, 1 приложение, 16 литературных источников, 8 листов графического материала.

В данной работе разработана технология сборки и сварки выхлопной трубы вспомогательной установки гражданского самолета

Пояснительная записка к проекту состоит из введения, трех основных разделов (технологический, расчетно-конструкторский, экономический), заключения и приложения.

Во введении указывается, что сварка является одним из ведущих технологических процессов в отраслях машиностроения. При бурном развитии науки и техники она неуклонно продолжает развиваться и совершенствоваться.

В основных разделах содержатся результаты работы: охарактеризовано изделие, описан используемый материал и его свариваемость, описана базовая и предлагаемая технология изготовления изделия, в расчетно-конструкторском разделе описывается оборудование и приспособления, производятся необходимые расчеты и приводятся иллюстрации. Кроме того, рассчитаны технико – экономические показатели.

В заключении приводятся выводы по результатам работы над проектом.

В приложении размещены спецификации к чертежам.

СОДЕРЖАНИЕ

	Лист
ВВЕДЕНИЕ.....	7
1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	9
1.1 Назначение и описание конструкции выхлопной трубы.....	10
1.2 Анализ технологичности конструкции выхлопной трубы.....	10
1.2.1 Анализ технологических свойств стали 12X18H10T.....	11
1.2.2 Анализ технологичности выхлопной трубы.....	17
1.3 Анализ заводской технологии.....	19
1.4 Обоснование выбора способа сварки.....	21
1.5 Выбор сварочных материалов.....	22
1.6 Выбор параметров режима сварки.....	22
1.7 Выбор оборудования для сварки.....	23
1.8 Разработка технологического процесса сборки и сварки выхлопной трубы.....	28
1.8.1 Маршрутно-операционное описание технологического процесса сборки и сварки патрубка выхлопной трубы.....	29
1.8.2 Маршрутно-операционное описание технологического процесса сборки и сварки выхлопной трубы.....	32
1.9 Методы контроля качества при производстве выхлопной трубы.....	43
1.10 Нормирование сборочно-сварочных операций.....	44
2. РАСЧЕТНО-КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ.....	49
2.1 Приспособление для сборки и сварки патрубка выхлопной трубы.....	50
2.2.1 Расчет пружины.....	54
2.2 Приспособление для сборки и сварки основания трубы.....	57
2.3 Приспособление для сборки и сварки трубы выхлопной.....	58
2.4 Расчет прижимных устройств.....	58
3. ОРГАНИЗАЦИОННО – ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	63
3.1 Исходные данные для расчета.....	64
3.2 Расчет организационных показателей.....	65
3.2.1 Расчет необходимого количества технологического оборудования.....	65
3.2.2 Расчет необходимого количества ОПР.....	66
3.2.3 Расчет количества вспомогательных рабочих.....	66
3.3 Расчет экономических показателей.....	68
3.3.1 Основные материалы за вычетом отходов.....	68
3.3.2 Расчет стоимости сварочных материалов.....	69
3.3.3 Стоимость технологической электроэнергии.....	71
3.3.4 Расчет заработной платы ОПР.....	73
3.3.5 Затраты на амортизацию, содержание и эксплуатацию оборудования..	76

3.4 Общезаводские и общецеховые расходы	79
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	80
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	81
ПРИЛОЖЕНИЕ	83

ВВЕДЕНИЕ

Развитие науки и техники в области сварки достигло значительных успехов. Сварка ведущий технологический процесс в машиностроении. Объем информации в области сварки особенно увеличился в связи с появлением новых конструкционных материалов, использованием сварки в различных областях техники разработанной прогрессивных способов сварки.

Современная сварочная техника располагает мощным арсеналом средств для неразъемного соединения почти всех сталей, сплавов и металлов, выпускаемых металлургической промышленностью. Пользуясь различными источниками нагрева можно соединять самые разнообразные металлические и неметаллические материалы, толщина которых измеряется и микрометрами и метрами. Опираясь на достижения сварочной науки, сегодня представляется возможность управлять металлургическими, деформационными и тепловыми процессами, так чтобы качество сварного соединения отвечало самым высоким требованиям. Важное значение имеют вопросы автоматического регулирования сварочного процесса. Непременным условием дальнейшего технического прогресса в области сварки является широкое использования математики и вычислительной техники, во-первых для описания и дальнейшего познания весьма сложных и взаимосвязанных процессов, характерных для сварки, и во-вторых для совершенствования методов управления этими процессами.

От сварщиков, от их умения разумно поставить технологический процесс сварки с учетом новейших достижений науки и техники, в первую очередь зависит получение хорошего сварочного соединения. В области сварочного производства комплексная механизация и автоматизация сварки, применение поточных и коверных линий, внедрение прогрессивных технологических процессов и оборудование способствует повышению производительности труда, улучшению и стабилизации качества сварных конструкций, уменьшению расхода электроэнергии и сварочных материалов, улучшению условий труда.

Сварка занимает важнейшее место в различных отраслях промышленности, благодаря своим преимуществам перед другими способами производства изделий, например клепкой, ковкой, литьем и др.. Важным преимуществом сварки является возможность при производстве изделия выбирать его наиболее рациональную конструкцию и форму. Сварка позволяет экономно использовать металлы и значительно уменьшить отходы производства. Например, при замене клепаных конструкций сварными, экономия материала в среднем составляет 15 – 20 %, а при замене литых

деталей – около 50 %. Сварка значительно снижает трудоемкость, так как требует значительно меньшего объема работ, чем при клепке и литье.

В последнее время широкое развитие получили новые методы сварки, такие как электронно-лучевая, ультразвуковая, диффузионная, трением и другие, позволяющие улучшить условия труда, повысить производительность и экономичность.

В то же время до сих пор широко применяются такие методы, как контактная, аргоновая и другие способы сварки. При соблюдении технологии производства, правильной обработке свариваемых поверхностей, правильном выборе режима сварки эти способы обеспечивают хорошие эксплуатационные характеристики сварных соединений.

1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

1.1 Назначение и описание конструкции выхлопной трубы

Выхлопная труба представляет собой конструкцию, которая служит для вывода продуктов сгорания из вспомогательной силовой установки гражданского самолета «СУХОЙ СУПЕРЖЕТ-100». Изготавливается изделие с применением тонколистового холоднокатаного проката из нержавеющей стали 12Х18Н10Т. Использование нержавеющей хромоникелевой аустенитной стали обусловлено тем, что конструкция работает в агрессивной газовой среде при температурах эксплуатации до 300°С, также имеет место скопление конденсата и поток абразивных частиц.

Рассматриваемое изделие относится к трубным конструкциям, одной из главных особенностей которого является малая толщина стенок трубы по отношению к диаметру (толщина металла основных элементов 0,8 мм, внутренний диаметр 300 мм), что вызывает ряд технологических проблем.

Выхлопная труба состоит из 18 деталей, изготавливаемых при помощи штамповки, вальцовки и прочих заготовительных и сопутствующих им операций из тонколистового холоднокатаного проката различных толщин (0,8, 1,0, 1,2 и 1,5 мм).

Технические требования

Технические требования – указываемый перечень требований, подлежащий безусловному исполнению при производстве изделия.

1. Неуказанные предельные отклонения размеров, допуски формы и расположения поверхностей по ОСТ 1.00022-88.

2. Обратный валик сварного шва №2 и №3 в доступных местах зачистить с шероховатостью Ra 6,3.

3. Выполнение болтовых соединений по РТМ 1.5.1941-90

Технические условия

1. Сварные швы №2 и №3 выполнять ручной дуговой сваркой в аргоне неплавящимся электродом с присадочной проволокой ИНп по ГОСТ 14771-76.

2. Сварное соединение №1 выполнять контактной точечной сваркой по ГОСТ 15878-79.

3. Категория сварных соединений III. Размерный ряд А.

1.2 Анализ технологичности конструкции выхлопной трубы

Анализ технологичности конструкции является неотъемлемой частью при разработке технологии сборки и сварки изделия. Этот анализ условно

можно разделить на два этапа: анализ технологических свойств материала и непосредственно сам анализ технологичности конструкции изделия.

Технологичностью конструкции изделия называется совокупность свойств конструкции, определяющих ее приспособленность к достижению оптимальных затрат при производстве, техническом обслуживании и ремонте для заданных показателей качества, объема выпуска и условий выполнения работ [1, п. 1].

Функция подготовки производства, включающая комплекс взаимосвязанных мероприятий по управлению технологичностью и совершенствованию условий выполнения работ при производстве, техническом обслуживании и ремонте изделий называется обеспечение технологичности конструкции изделия [1, п. 1].

1.2.1 Анализ технологических свойств стали 12X18H10T

Сталь 12X18H10T по ГОСТ 5632-72 является аустенитной, то есть имеет структуру аустенита в условиях эксплуатации изделия. По [2, п. 1.2] сталь считается аустенитной, если в ней содержание ферритной фазы менее 10%, в ином случае сталь относится к аустенитно-ферритной.

Согласно ГОСТ 5632-72 п. 1.2: «... подразделение сталей на классы по структурным признакам является условным и произведено в зависимости от основной структуры, полученной при охлаждении сталей на воздухе после высокотемпературного нагрева. Поэтому структурные отклонения причиной забракования стали служить не могут.» [2, п. 1.2]

Химический состав стали 12X18H10T приведен в таблице 1.1 по данным взятым из ГОСТ 5632-72. Механические свойства холоднокатаного тонколистового проката приведены в таблице 1.2 [3].

Таблица 1.1 – Химический состав стали 12X18H10T по ГОСТ 5632-72

Элемент	Массовая доля элементов, %	
Углерод	Не более	0,12
Кремний	Не более	0,08
Марганец	Не более	2,00
Хром		17,0 - 19,0
Никель		9,0 - 11,0
Титан		5*С-0,8
Сера	Не более	0,020
Фосфор	Не более	0,035

свариваемости: хорошая, удовлетворительная, ограниченная и плохая. При достаточной свариваемости, т.е. в заданных технологических и конструкционных условиях удовлетворяются требуемые эксплуатационные свойства сварных соединений, она классифицируется как хорошая. При недостаточной свариваемости удовлетворительная соответствует случаю, когда достаточную свариваемость можно обеспечить выбором рационального режима сварки; ограниченная, когда для этой цели необходимо применять специальные технологические мероприятия или изменить способ сварки; плохая, когда никакими мерами невозможно достичь достаточной свариваемости. [5, с. 121-122]

Наряду с экспериментальными используются расчетные методы определения показателей свариваемости, учитывающие химический состав, тип соединения, способ и режимы сварки и другие факторы. [5, с. 122] Данным дипломным проектом предусмотрено только закрепление теоретических знаний, в связи с чем обусловлено дальнейшее применение расчетных методов определения показателей свариваемости.

При сварке стали 12Х18Н10Т наиболее актуальными технологическими проблемами будут являться:

- склонность к образованию горячих трещин;
- образование пор в литом металле сварного шва;
- уменьшение коррозионной стойкости металла, как сварного шва,

так и околошовной зоны.

Горячие трещины при сварке – это хрупкие межкристаллические разрушения металла шва и зоны термического влияния, возникающие в твердожидком состоянии при завершении кристаллизации, а также в твердом состоянии при высоких температурах на этапе преимущественного развития межзеренной деформации. Потенциальную склонность к горячим трещинам имеют все конструкционные сплавы при любых видах сварки плавлением, а также при некоторых видах сварки давлением, сопровождающихся нагревом металла до подсолидусных температур. [5, с. 123]

Расчетно-статистический показатель склонности хромоникелевой аустенитной стали к горячим трещинам рассчитывается по формуле хромоникелевого эквивалента

$$\frac{Cr_3}{Ni_3} = \frac{Cr+1,37(Mo)+1,5(Si)+2(N)}{Ni+0,31(Mn)+22(C)+14,2} \quad (1.1)$$

где $Cr, Mo, Si, Nb, Ti, Ni, Mn, C, N$ и Cu – массовые доли химических элементов, %.

Оценка производится по следующим данным: Cr_3/Ni при $P + S = 0,02$ – сталь стойкая к возникновению горячих трещин, Cr_3/Ni при $P + S$ – сталь склонная к возникновению горячих трещин. [5, с. 130]

Для нашего случая (стали 12X18H10T)

$$\frac{Cr_3}{Ni_3} = \frac{(17,0 \div 19,0) + 1,37(0,3) + 1,5(0,08) + 2(0) + 3(0,6 \div 0,8)}{(9,0 \div 11,0) + 0,31(2,00) + 22(0,12) + 14,2(0) + 0,3} = 1,539 \div 1,506$$

Следовательно, сталь можно считать относительно стойкой к горячим трещинам, поэтому свариваемость стали 12X18H10T принимаем хорошей.

При сварке в аргоне аустенитной стали иногда наблюдается образование пор по границе сплавления. Причиной образования пор, по видимому, служит водород, попавший в основной металл при электролитическом травлении. Водород может попасть в сварочную ванну из ржавчины, влаги и других загрязнений находящихся на поверхности свариваемых кромок и присадочного металла, а также из защитного газа [6, с. 258]. Добавка к аргону от 2% до 5% кислорода предупреждает образование пор в этом случае [6, с. 602].

Коррозионная стойкость металла зависит от большого количества разнообразных факторов: химический состав, условия эксплуатации, режимы сварки, частота обработки поверхности или её загрязнение и другие. Под коррозионной стойкостью следует понимать способность металла сопротивляться коррозионному воздействию среды [7, П. 8]. Различают несколько видов коррозий [8, с. 37-38]:

- равномерная (общая);
- сосредоточенная межкристаллитная – коррозия по пограничным слоям зерна;
- сосредоточенная структурная – преимущественное растворение одной из фаз гетерофазного сплава;
- сосредоточенная точечная – коррозия преимущественно в локализованных участках поверхности металла с распространением ее вглубь последнего.

Главным фактором, определяющим стойкость против общей коррозии, является содержание хрома. По массовой доле этого химического элемента большинство нержавеющей сталей можно разбить на три подгруппы:

- 1) сталь, обладающая низкой общей коррозионной стойкостью – содержание хрома порядка 14%;

- 2) нормальной коррозионной стойкостью – хрома 18%;
- 3) высокой коррозионной стойкостью – хрома 21%.

Содержание хрома в стали 12X18H10T порядка от 17% до 19%, что обеспечивает хорошую равномерную (общую) коррозионную стойкость.

В хромоникелевых нержавеющей сталях из-за наличия углерода могут образовываться специальные карбиды, преимущественно типа $M_{23}C_6$. Выделение карбидов происходит по границам зерен, что при определенных условиях приводит к охрупчиванию стали и к появлению особого вида коррозионного разрушения по границам зерен – очень опасного, называемого межкристаллитной коррозией. [9, с. 415-417]

Склонность материала к межкристаллитной коррозии можно предотвратить двумя путями: уменьшением содержания углерода и введением так называемых элементов стабилизаторов (титана и ниобия) [9, с. 418].

Количество карбидов зависит от содержания углерода. При температурах ниже $700^{\circ}C$ растворимость углерода всего лишь 0,005%, но выше $800^{\circ}C$ растворимость резко увеличивается и при температуре $1050^{\circ}C$ растворимость достигает 0,05% С, а при $1150^{\circ}C$ – порядка 0,15% С (это при содержании Ni 9%; никель уменьшает растворимость углерода в аустените при высоких температурах). [9, с. 415]

Титан и ниобий, соединяясь с углеродом, препятствуют тем самым образованию хромистых карбидов и появлению межкристаллитной коррозии. Разумеется, что элементы стабилизаторы следует вводить в достаточных количествах (чтобы они могли связать весь углерод). [9, с. 418]

Аустенитная хромоникелевая сталь 12X18H10T обладает высокой стойкостью к межкристаллитной коррозии по источнику [9, с. 423].

Достаточной стойкости к межкристаллитной коррозии металла сварного шва можно добиться введением присадочного металла с низким содержанием углерода и легированным титаном и ниобием.

Оценка сосредоточенной структурной коррозии теоретически производится по структурной диаграмме Шеффлера (рисунок 1.1), на которой определяется возможная структура основного металла, металла сварного соединения и литого металла шва в зависимости от химического состава.

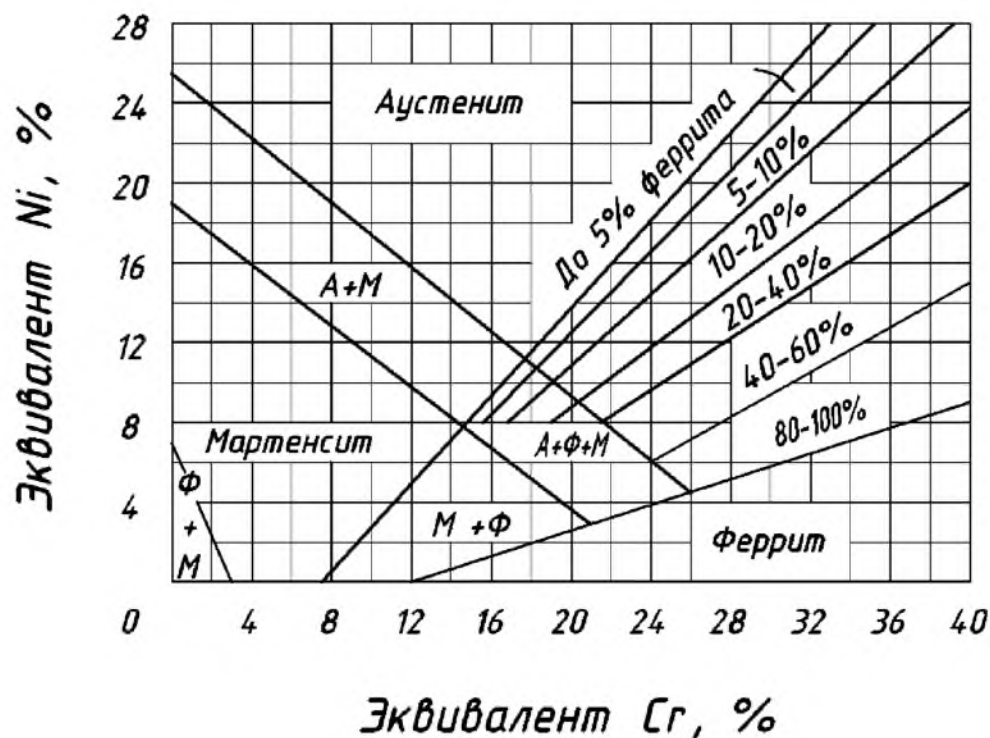


Рисунок 1.1 – Структурная диаграмма Шеффлера

Для того чтобы определить структуру основного металла, необходимо эквивалент концентрации хрома и никеля. Для катанных сталей эквиваленты хрома и никеля выражаются следующими формулами [6, с. 584]:

$$[Cr]_{\text{ЭКВ}} = \%Cr + 12\%Al + 11\%V + 7\%Ti + 3\%Si + 4,5\%Nb + 2\%Mo + 2\%W$$

$$[Ni]_{\text{ЭКВ}} = \%Ni + 30\%C + 26\%N + 0,7\%Mn + C, \quad (1.3)$$

$$[Cr]_{\text{ЭКВ}} = (17,0 \dots 19,0) + 12 \cdot 0 + 11 \cdot 0 + 7 \cdot (0,6 \dots 0,8) + 3 \cdot (0 \dots 0,08) + 4,5 \cdot 0 + 2 \cdot (0 \dots 0,30) + 2 \cdot (0 \dots 0,20) = (21,2 \dots 25,84)\%$$

$$[Ni]_{\text{ЭКВ}} = (9,0 \dots 11,0) + 30 \cdot 0,12 + 26 \cdot 0 + 0,7 \cdot (0 \dots 2,0) + 0,3 \cdot (0 \dots 0,30) = (12,6 \dots 16,09)\%$$

После расчетов по эквивалентам концентрации хрома и никеля на диаграмме обозначается диапазон возможной структуры основного металла (рисунок 1.2).

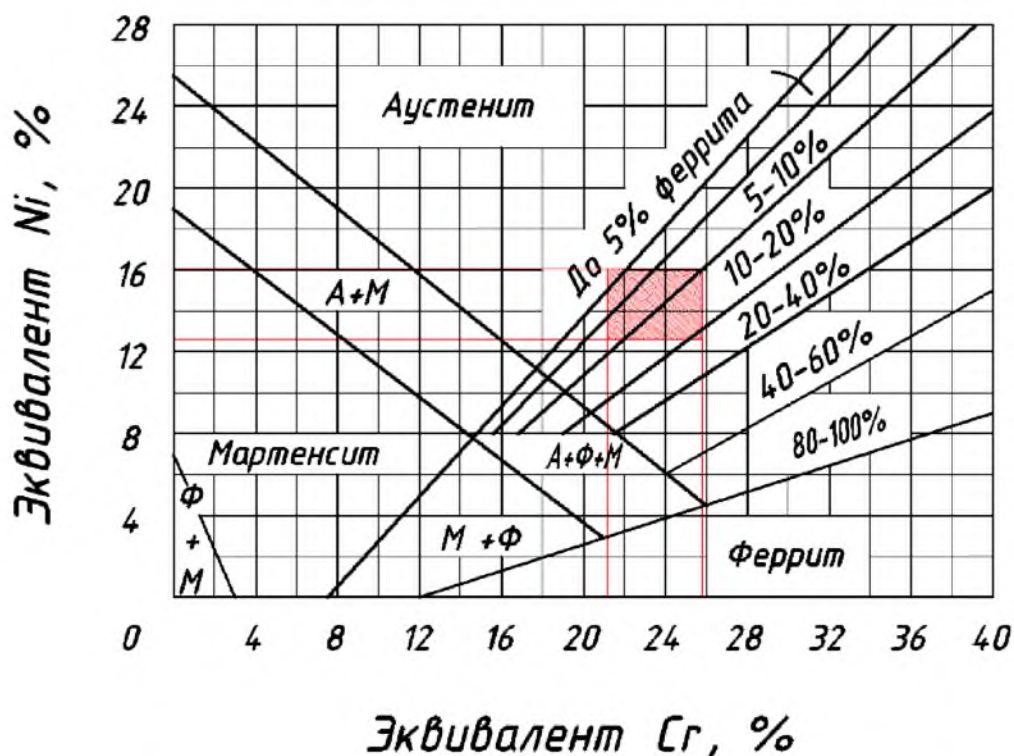


Рисунок 1.2 – Диапазон структур стали 12X18H10T по диаграмме Шеффлера

Таким образом, структура основного металла и частично околошовной зоны будет состоять преимущественно из аустенита, с содержанием феррита от 0 до 20%. Такую сталь по [2, п. 1.2] нельзя считать чисто аустенитной, так как содержание ферритной фазы в ней может быть более 10%. Тем не менее считаем в данном случае металл за аустенитный потому, что в среднем содержание феррита будет колебаться ниже 10%, принимая во внимание те интервалы в которых изменяются массовые доли аустенитизирующих и ферритизирующих элементов. Чисто аустенитная фаза, в отличии от аустенитно-ферритной обеспечивает лучшие механические свойства, меньшую склонность к росту зерна и коррозионную стойкость металла [9, с. 412].

Таким образом, подводя итог оценки свариваемости стали 12X18H10T, с учетом предлагаемых нами изменений, можно отметить то, что данный материал обладает хорошей свариваемостью, то есть в заданных технологических и конструкционных условиях удовлетворяются требуемые эксплуатационные свойства сварных соединений.

1.2.2 Анализ технологичности выхлопной трубы

При дроблении изделия на подузлы, выхлопную трубу можно разбить на два самостоятельных подузла. Одним из подузлов является патрубков,

состоящий из двух полупатрубок и накладке, придающей подузлу необходимую жесткость. Вторым подузлом – труба, состоящая из основания, изготавливаемого из листовой заготовки при помощи вальцовки и сварки, и десяти гнутиков трёх типов. При окончательной сборке труба соединяется с патрубком и на неё устанавливаются последние укрупнительные элементы: две диафрагмы, лемниската и фланец-накладка.

Общие технические требования для всех деталей:

1. Неуказанные предельные отклонения размеров, допуски формы и расположения поверхности по ОСТ 1.00022-80
2. Шероховатость поверхностей под контактную точечную сварку в соответствии с СТП 02-089-05
3. Покрытие хим. пас

Дополнительные технические требования для основания трубы:

1. Допускается смещение горизонтальных рядов отверстий по вертикали на 2 мм
2. Отверстия диаметром 2 мм контролировать до вальцовки заготовки
3. Заусенцы в отверстиях не допускаются

Главной особенностью данного изделия, как было сказано ранее в подразделе 1.1 является малая толщина стенок по отношению к габаритным размерам всей конструкции, в связи с чем выявляется ряд технологических проблем при сборке и сварке изделия: требование высокой точности сборки и очень малые допуски на смещение кромок в зоне сварного соединения, опасность прожогов и проблемы с формированием сварного шва.

Все детали и подузлы выхлопной трубы закрепляются относительно друг друга сварными соединениями контактной точечной сваркой и дуговой сваркой в среде аргона неплавящимся электродом с присадочным металлом. Сварные соединения располагаются в различных пространственных положениях, в связи с чем, для доступности сварных швов и получения благоприятных условий формирования ванны сварного шва, необходимо производить кантовку изделия.

В изделии присутствуют два типа сварных соединений: соединение нахлесточное и стыковое. Нахлесточное сварное соединение изготавливается из металлов разных толщин, отношение которых не превышает 2, что удовлетворяет ГОСТ. Стыковые сварные соединения выполняются прямолинейными продольными швами и по окружности замкнутыми и не замкнутыми швами, также имеются прерывистые сварные швы.

Таким образом, конструкция рассматриваемого изделия обладает достаточной технологичностью для сборки и сварки при обеспечении необходимой кантовки изделия. Также при разработке вспомогательного

сборочно-сварочного оборудования и технологического процесса изготовления следует уделить внимание проблемам, связанным с точностью сборки и формированием сварного шва.

1.3 Анализ заводской технологи

Технология изготовления изделия представляет собой последовательность операций, выполняемых для получения конечного продукта производства. В данном случае рассматривается изготовление выхлопной трубы вспомогательной силовой установки летательного аппарата.

На первом этапе сборки и сварки выхлопной трубы собираются и фиксируются относительно друг друга в соответствии с чертежом два полупатрубка. Требуется достаточно высокая точность сборки изделия, так как при внутреннем диаметре трубы равном 300 мм толщина стенок изделия всего 0,8 мм. По ПИ не допускается смещение кромок в плоскости перпендикулярной соприкасаемым поверхностям больше чем на 0,1 мм. В данном случае стандартные регламентированные ОСТ 1.00022-80 отклонения нельзя применить

В одном и том же положении прихватки устанавливаются на оба сварных соединения с диаметрально противоположных сторон патрубка, в связи с чем данная операция производится в горизонтальном положении.

Последующая сварка производится в нижнем положении с небольшим подъемом на конечном участке шва, учитывающим излом осевой линии изделия на 15° .

При сварке, из-за того, что детали изделия имеют толщины 0,8 мм, существуют проблемы с формированием шва: вероятность возникновения прожогов и провисов, сложности с формированием обратного валика шва, обостряются проблемы связанные с прочими дефектами сварного соединения.

Так же проблемой связанной со сваркой в среде аргона является вероятность возникновения пор. И при сварке рекомендуемой ПИ сварочной проволокой изменение структуры сварного шва от структуры основного металла.

После сварки первого шва изделие кантуется на 180° для удобства последующей сварки. Сварка производится аналогично вышерассмотренному шву, с тем лишь отличием, что последний участок шва варится с небольшим уклоном вниз.

Следующим этапом изготовления выхлопной трубы является сборка и сварка второго подузла. Сначала на специальной оправке собирается и сваривается продольным прямолинейным прерывистым швом труба, изготавливаемая из листа с технологическими отверстиями при помощи вальцовки. Допуски смещения кромок при сборке и сварки по аналогии с патрубком. Далее подгоняются и устанавливаются на резьбовые соединения по технологическим отверстиям 10 гнупиков. Установленные гнупики закрепляются контактной точечной сваркой по окружности. С контактной сваркой связана проблема доступности сварного соединения, так как один электрод машины необходимо вводить в трубу диаметром 300 мм на глубину порядка 0,5 м.

Стыки гнупиков завариваются ручной дуговой сваркой в аргоне прерывистым стыковым швом с добавлением присадочного металла. К крайним гнупикам, также сначала закрепляются на болтовое соединение, а в дальнейшем на контактную точечную сварку, диафрагмы.

Далее труба устанавливается в приспособление для сборки и сварки выхлопной трубы вместе с патрубком и лемнискатой. Производится фиксация частей изделия на прихватки ручной дуговой сваркой в аргоне неплавящимся электродом без присадочного материала. Патрубок с трубой свариваются стыковым швом по замкнутой окружности, лемниската стыковым швом по сегменту окружности ручной дуговой сваркой в аргоне неплавящимся электродом с добавлением присадочного материала.

После демонтирования трубы из приспособления на ней крепятся на струбцины накладка со стороны патрубка и фланец накладка со стороны лемнискаты. Далее изделие передается на участок контактной точечной сварки, где обе накладки привариваются к изделию кольцевыми точечными швами с шагом точки не менее 13 мм. Таким образом накладка к выхлопной труб приваривается на 71 точку, а фланец-накладка на 34 точки.

Последним этапом сварки выхлопной трубы, перед передачей изделия в дальнейшее производство, стык накладки заваривается в аргоне неплавящимся электродом с добавлением присадочной проволоки.

В результате проведенного анализа заводской технологии изготовления выхлопной трубы был выявлен ряд технологических проблем, рациональное решение которых возможно улучшит качественные характеристики изделия, а также технико-экономические показатели при его производстве. По нашему мнению рассмотренная технология может быть усовершенствована следующими изменениями:

- применение вспомогательного сборочно-сварочного оборудования;

1.5 Выбор сварочных материалов

В качестве неплавящегося электрода принимаем электрод вольфрамовый ЭВИ-1-Ø 2-150-ГОСТ 23949-80.

В качестве присадочного металла выбрана проволока Св-07Х19Н10Б.

В качестве защитного газа при сварке используем аргонокислородную смесь с содержанием кислорода от 2% до 5%, что в свою очередь благоприятно сказывается на формировании. Технические условия на аргон приведены в ГОСТ 10157-79, на кислород – ГОСТ 5583-78.

Для обеспечения качественных нахлесточных сварных соединений технически целесообразно и экономически выгодно применение контактной точечной сварки.

1.6 Выбор параметров режима сварки

Режимы сварки и наложения прихваток регламентированы производственной инструкцией и приведены в таблице 1.3 и 1.4 для ручной дуговой сварке в среде инертного газа и таблице 1.5 для контактной сварки.

Таблица 1.3 – Режимы наложения прихваток (ручная дуговая сварка в среде инертного газа без присадочного металла)

Толщина основного металла	Диаметр вольфрамового электрода, мм	Ток, А	Напряжение, В	Расход газа, л. мин.
0,8	2	40 – 80	7 – 8	7 – 8
1,0	2	50 – 90	10 – 12	7 – 8
1,2	2	60 - 100	10 - 12	7 – 8

Примечание: сварка ведется постоянным током прямой полярности.

Таблица 1.4 – Режимы сварки (ручная дуговая сварка в среде инертного газа с присадочным металлом)

Толщина основного металла	Диаметр вольфрамового электрода, мм	Диаметр присадочной проволоки, мм	Ток, А	Напряжение, В	Расход газа, л. мин.
0,8	2	1,2	50 – 90	10 – 12	7 – 8
1,0	2	1,2	60 – 100	10 – 12	7 – 8
1,2	2	1,2	70 - 110	10 – 12	7 – 8

Примечание: сварка ведется постоянным током прямой полярности.

Таблица 1.5 – Режимы контактной точечной сварки для стали 12X18H10T

Размерный ряд А	Ток	Время сварки	Усилие сжатия
Толщина детали, мм	А	с	Н
0,8	4,5 – 5,0	0,12 – 0,16	3000 - 4000

1.7 Выбор оборудования для сварки

Так как при данном производстве требуется применение универсального и перенастраиваемого оборудования, то целесообразно выбирать аппараты для сварки с большими диапазонами, превышающими требуемые при сварке выхлопной трубы. Для сварки вольфрамовым электродом в среде инертного газа предлагаем инверторный аппарат для аргонодуговой сварки Tetrix 500 TIG AC/DC (рисунок 1.3).



Рисунок 1.3 – Инверторный аппарат Tetrix 500 TIG AC/DC

Tetrix 500 - инверторный аппарат для аргонодуговой (TIG) и ручной дуговой (MMA) сварки на постоянном и переменном токе (AC/DC). Имеет широкую область применения: производственные и ремонтные работы; сварка стержневыми электродами диаметром до 6,0 мм; сварка различных сталей – от углеродистых до высоколегированных, меди, специальных сплавов.

Особенности Tetrix 500 TIG AC/DC:

- устройство управления сваркой T320 DC;
- сварка TIG постоянным и переменным током с высокочастотным (HF) и контактным зажиганием (Liftarc);

- 256 программ сварки (JOBs) и 16 программируемых операций, которые могут вызываться также с помощью сварочной горелки;
- 2-тактный, 4-тактный режимы, кратковременное нажатие, импульсная сварка TIG, специальная сварка переменным током;
- регулируемый параметр: стартовый и сварочный токи, уменьшенный ток и ток завершения сварки, время продувки и задержки газа, время нарастания и спада тока, время импульса и паузы, управление зажиганием, частота, баланс положительной и отрицательной полувольт;
- сварка штучными электродами в форсированном режиме (Arcforcing) - качество сварки, функция против прилипания электрода (Antistick) - предотвращает прокаливание электрода, горячий старт (Hotstart) - надежное зажигание;
- сварка электродами с основным, рутиловым и целлюлозным покрытиями;
- высокая устойчивость к колебаниям сетевого напряжения для стабильной работы от генератора или с длинными сетевыми проводами;
- цифровая индикация сварочного напряжения, сварочного тока и других параметров сварки;
- надежный модуль охлаждения с центробежным насосом, контролем напора, а также управлением насосом и вентилятором по температуре;
- возможности подключения: устройство дистанционного управления, модуль охлаждения, горелки (Up/Down) нарастания / спада тока и "Retox TIG" (опция), разъёмы в виде опций для автоматизации, документирования и подключения ПК.

Может быть изготовлен в модификации с горелкой водяного охлаждения и автономным модулем охлаждения Cool 35.

Техническая характеристика Tetrax 500 TIG AC/DC:

Атрибут	Характеристики
Род тока:	AC/DC
Сварочный ток, А:	5 - 500
Сварочный ток (ПВ 60%), А:	475
Сварочный ток (ПВ 100%), А:	390
Напряжение х.х., В:	91
Коэффициент мощности, Cos:	0,99
Сеть, В:	3x400
Макс. потр. мощность, кВт:	29
Габариты, мм:	1050x500x1325
Масса, кг:	160В

К сварочному аппарату в комплект, для частичной механизации процесса сварки необходимо также устройство для подачи холодной проволоки для аргодуговой сварки (TIG) Tetrrix Drive 4L (рисунок 1.4).



Рисунок 1.4 – Устройство для подачи «холодной» проволоки Tetrrix Drive 4L

Особенности Tetrrix Drive 4L:

- простота работы благодаря однокнопочному управлению Synergic с оптимально заданными значениями сварочного тока и автоматически устанавливаемой скоростью подачи проволоки;
- удобное управление благодаря горелке Retox TIG: задание рабочей точки, ВКЛ/ВЫКЛ сварочного тока и подачи проволоки, дисплей данных сварки;
- качественная TIG сварка с большим удобством управления и высокой скоростью сварки;
- универсален для установки на любом аппарате TETRIX для сварки постоянным током или TIG сварки постоянным/переменным током (дополнительно);
- удобная горелка TIG сварки, так как направление проволоки можно менять на 270° , таким образом, сварка возможна без всяких проблем в любом положении;
- облегчает работу сварщика, теперь он может целиком и полностью сосредоточиться на наблюдении и контроле за сварочной ванной.

Область применения Tetrrix Drive 4L:

- сварка нелегированных, низко- и высоколегированных сталей и алюминиевых сплавов, оцинкованной стали;
- TIG-пайка;
- наплавка.

Техническая характеристика Tetrrix Drive 4L:

Атрибут	Характеристики
Скорость подачи электродной проволоки, м/мин	0-10
Механизм подачи	4-роликовый
Габариты, мм	800×350×560
Вес, кг	17,5

Для обеспечения подачи аргонокислородной смеси целесообразно применить газовый смеситель КМ 60-2 (рисунок 10).



Рисунок 1.5 – Минисмеситель КМ 60-2

Минисмеситель КМ 60 –2 - газовый смеситель типа М.

Техническая характеристика КМ 60 –2:

Атрибут	Характеристики
Виды газов	любые
Входное давление газов максим. 7 бар	миним. 3,5 бар
Выходное давление смеси	2,8 бар
Цена деления шкалы регулятора смеси	5%(шкала 0-100%) 1%(шкала 0 - 25%)
Точность	<+ 2 %
Производительность	10 – 60 л/мин
Подвод газов	резьба 1/4"
Корпус	стальной, крашенный

Размеры, мм

150 x 230 x 320

Вес, кг

12

При выборе машины для контактной точечной сварки отдаем предпочтение оборудованию имеющее широкий диапазон применения. Оптимальным вариантом в данном случае является машина МТ-1928Л (рисунок 1.6) предназначенная для контактной точечной сварки листов и стержней из алюминия, латуни, низкоуглеродистой и хромоникелевой стали.

Для контактной сварки необходимо изготовить специальный электрод, длина которого не должна превышать 250мм в собранном виде. Это нужно для удобного размещения нижнего электрода внутри патрубка и выхлопной трубы при приварки накладки, фланца-накладки и гнутиков.



Рисунок 1.6 – Машина для контактной точечной сварки МТ-1928Л

Техническое описание машины МТ-1928Л:

Машина контактной сварки МТ-1928Л предназначена для сварки переменным током изделий сложной конфигурации из низкоуглеродистых и легированных сталей, алюминиевых и титановых сплавов, стальной арматуры различных классов. Машина состоит из вертикально расположенного корпуса (станины), в котором установлены электроды, силовой блок, блок управления, блок охлаждения и система пневматического привода сжатия сварочных электродов. Ход электродов – прямолинейный. Режим сварки повторно-кратковременный.

МТ-1928Л универсальная, компактная, быстродействующая и простая в эксплуатации машина контактной сварки. Машина предназначена для

интенсивной работы в условиях разнообразного производства. Достоинства машины контактной сварки МТ-1928Л:

- система стабилизации сварочного тока при колебании электрической сети;
- регулятор цикла сварки РКС-502 с дискретным регулированием пяти позиций сварочного цикла;
- эффективная система пневматического привода сжатия с системой регулировки и подготовки сжатого воздуха фирмы «САМОZZI» (Италия);
- глушитель шума на пневмоклапанах.

Техническая характеристика машины МТ-1928Л:

Атрибут	Характеристики
Наибольший вторичный ток при к/з, А	20000
Номинальный сварочный ток, А	16000
Вылет, мм:	500
Привод:	пневмо
Сжатие, даН:	100-600
н/у сталь, мм:	0,5-5,0
AL, мм:	0,5-1,5
Арматура, мм:	4-16
Сеть, В:	1Х380
Частота питающей сети, Гц.	50
Ном. потр. мощность, кВт:	124
Габариты, мм:	1 350x460x1950
Масса, кг, не более	600

При выборе метода сборки изделия необходимо учитывать его конструктивные особенности. Существует всего три вида методов сборки: по разметке, по приспособлению и смешанный метод (по разметке и приспособлению). В нашем случае применяется метод сборки по приспособлению.

1.8 Разработка технологического процесса сборки и сварки выхлопной трубы

Технологический процесс – это часть производственного процесса, содержащая целенаправленные действия по изменению и (или) определению состояния предмета труда [12, п. 1].

По степени детализации описания технологического процесса по ГОСТ предусмотрено три вида [12, п. 12-14]:

- маршрутное описание технологического процесса – сокращенное описание всех технологических операций в маршрутной карте в последовательности их выполнения без указания переходов и технологических режимов;

- операционное описание технологического процесса – полное описание всех технологических операций в последовательности их выполнения с указанием переходов и технологических режимов;

- маршрутно-операционное описание технологического процесса – сокращенное описание технологических операций в маршрутной карте в последовательности их выполнения с полным описанием отдельных операций в других технологических документах.

В данной главе дипломного проекта представлено маршрутно-операционное описание технологического процесса сборки и сварки патрубка выхлопной трубы. Такая форма описания технологического процесса практикуется на ОАО «Новосибирское авиационно-промышленное объединение им. В.П. Чкалова».

1.8.1 Маршрутно-операционное описание технологического процесса сборки и сварки патрубка выхлопной трубы

1 оп. Контрольная

Проверить наличие деталей по спецификации. Проверить наличие грифов или клейм БТК цехов-изготовителей на сопроводительных бирках, проверить отсутствие механических повреждений, вмятин, забоин на поверхностях входящих деталей. Входящие детали подаются изготовленными по электронным моделям и по ТУ:

- полупатрубки – 001.001 и 001.002 подаются с образцами для сварки ТЭС 20X100=6шт, образцы и детали выполнены из материала 12X18Н10Т, толщина деталей и образцов 0.8 мм;

- накладка – 002.000 выполнена из материала 12X18Н10Т в виде незамкнутого кольца изготовленного при помощи вальцовки полосы толщиной 1.2 мм, шириной 25 мм и длиной $951 \pm 0,5$ мм, с внутренним диаметром кольца 301,6 мм, с образцами для сварки ТЭС в количестве 6 шт размером 20X100, из того же материала, что и накладка.

2 оп. Слесарная

Собрать два полупатрубка – 001.001 и 001.002 вместе в приспособлении согласно чертежу, совместив торцы полупатрубков по

линейному размеру, обеспечивая зазоры под сварку согласно ГОСТ 14771-76 (не более 1,0 мм) и смещение кромок согласно ПИ (не более 0,1 мм).

3 оп. Слесарная

Зачистить зону сварки и околошовную зону полупатрубков – 001.001 и 001.002 на продольном шве по стыку шириной ≈ 10 мм на металлической щетке из нержавеющей проволоки до металлического блеска.

4 оп. Подготовительная

Обезжирить зону сварки и околошовную зону на стыке полупатрубков – 001.001 и 001.002 салфеткой, смоченной в ацетоне.

5 оп. Контрольная

Проверить сборку полупатрубков – 001.001 и 001.002 по приспособлению, зазоры под сварку согласно чертежу ГОСТ (не более 1,0 мм) и смещение кромок согласно ПИ (не более 0.1 мм), проверить подготовку поверхностей под сварку сухой чистой белой салфеткой. Сделать отметку в маршрутной карте о допуске полупатрубков – 001.001 и 001.002 на сварку-прихватку.

6 оп. Сварочная

Наложение прихваток согласно режимам, оговоренным ранее в п. 3.1 (размеры прихваток и расстояние между ними согласно ПИ 10×100 мм).

7 оп. Слесарная

Демонтировать трубу – 002.000, править.

8 оп. Подготовительная

Обезжирить свариваемые кромки по продольному стыку трубы – 001.000, обезжирить теплоотвод приспособления.

9 оп. Слесарная

Установить трубу в приспособление для сборки

10 оп. Контрольная

Проверить сборку трубы – 001.000 по приспособлению, зазоры под сварку согласно ГОСТ (не более 1,0 мм) и смещение кромок согласно ПИ (не более 0.1 мм), проверить подготовку поверхностей под сварку сухой чистой белой салфеткой. Сделать отметку в маршрутной карте о допуске трубы – 001.000 на сварку.

11 оп. Сварочная

Сварка продольного шва на трубе – 001.000 согласно режимам оговоренным ранее в п. 3.1.

12 оп. Слесарная

Кантовка изделия с приспособлением на 180°.

13 оп. Сварочная

Сварка продольного шва на трубе – 001.000 согласно режимам оговоренным ранее в п. 3.1.

14 оп. Слесарная

Демонтировать трубу – 001.000 с приспособления.

15 оп. Слесарная

Зачистить сварные швы снаружи трубы и проплавление сварных швов изнутри трубы до гобаритов швов согласно чертежу ГОСТ.

16 оп. Слесарная

Зачистить сварные швы от окалины снаружи на металлической щетке из нержавеющей проволоки до металлического блеска. Зачистить окалину по сварным швам изнутри трубы на металлической щетке из нержавеющей проволоки до металлического блеска.

17 оп. Слесарная

Продуть внутреннюю полость трубы сжатым воздухом до удаления пыли, зачистить внутреннюю полость трубы – 001.000 металлическим ершом от пригоревшей пыли и опилок

18 оп. Слесарная

В местах наложения накладки - 002.000 швы на трубе зачистить на расстоянии от торца трубы – 001.000 30 ± 2 мм.

19 оп. Подготовительная

Обезжирить образцы для сварки ТЭС по обеим сторонам салфеткой смоченной в ацетоне.

20 оп. Контрольная

Проверить подготовку образцов под сварку ТЭС, сделать отметку в маршрутной карте о допусках на сварку образцов технологической пробы и механических испытаний.

21 оп. Сварочная

Сварка ТЭС образцов механической пробы и технологических образцов согласно операционной карте на сварку.

22 оп. Контрольная

Механические испытания образцов с оформлением протокола

23 оп. Контрольная

Проверить наличие протоколов по образцам сварки ТЭС, проверить разметку точек ТЭС по инкарте на сварку, проверить сборку под сварку трубы – 001.000 с накладкой 002.000 по электронной модели, проверить подготовку поверхностей под сварку ТЭС, зазоры под сварку согласно ГОСТ. Сделать отметку в маршрутной карте о допуске узла на сварку.

24 оп. Сварочная

Сварка кольцевого шва согласно режимам оговоренным ранее в п. 3.3.

25 оп. Слесарная

Зачистить на механической щётке из нержавеющей проволоки стык накладки - 002.000 до металлического блеска.

26 оп. Подготовительная

Обезжирить зачищенные поверхности салфеткой смоченной в ацетоне.

27 оп. Сварочная

Заварка стыка накладки – 002.000 согласно ГОСТ и режимам оговоренным ранее в п. 3.3.

28 оп. Слесарная

Зачистить на металлической щетке цвета побежалостей от сварки ТЭС по трубе – 001.000 и зачистить сварной шов по накладке согласно ГОСТ, зачистить окалину и цвета побежалостей на изделии.

29 оп. Слесарная

Продуть сухим сжатым воздухом патрубков от металлической пыли и опилок.

30 оп. Слесарная

Зачистить пригоревшие пыль и опилки металлическим ершом.

31 оп. Контрольная

Проверить расположение точек ТЭС, точки ТЭС на отсутствие трещин. Оформить бирку, замаркировав номером 010.000 СБ спецтушью и отправить деталь – 010.000 СБ на дальнейшее производство.

1.8.2 Маршрутно-операционное описание технологического процесса сборки и сварки выхлопной трубы

1 оп. Контрольная

Проверить наличие деталей по спецификации. Проверить наличие грифов или клейм БТК цехов-изготовителей на сопроводительных бирках, проверить отсутствие механических повреждений, вмятин, забоин на поверхностях входящих деталей. Входящие детали подаются изготовленными по электронным моделям и по ТУ:

- патрубок – 010.000 подается с образцами для сварки ТЭС 20X100=6шт, образцы и детали выполнены из материала 12X18Н10Т, толщина стенок патрубка и образцов 0.8 мм;

- лемниската – 003.000 подается с образцами для сварки ТЭС 20X100=6шт, образцы и детали выполнены из материала 12X18Н10Т, толщина детали и образцов 0.8 мм;

- труба – 004.000 изготовлена из материала 12X18Н10Т, толщина детали 0.8 мм. Без припуска по линейному размеру, с припуском для Ø 300 мм по длине окружности 1 мм на усадку с образцами для сварки ТЭС

20X100=6шт, из того же металла, что и труба, в трубе даны стыковочные отверстия с гнутиками – 008.001, 008.002 и 008.003;

- фланец-накладка – 005.000 выполнен из материала 12X18H10T, толщина детали 1.5 мм, подается с образцами для сварки ТЭС 20X100=6шт, из того же металла и той же толщины, что и фланец-накладка;

- диафрагмы – 006.000 и 007.000 изготовленные из материала 12X18H10T, толщины 0.8 мм, подаётся с образцами для сварки ТЭС 20X100=6шт для каждой детали, образцы для сварки изготовлены из того же материала и той же толщины что и детали, в деталях выполнены стыковочные отверстия с гнутиками –008.003 и 008.004;

- гнутики – 008.001 и 008.002 выполнены из материала 12X18H10T толщиной 1.0 мм, подаётся с образцами для сварки ТЭС 20X100=6шт для каждой детали, образцы для сварки изготовлены из того же материала и той же толщины что и детали, в деталях выполнены стыковочные отверстия с трубой 004.000;

- гнутики – 008.003 и 008.004 выполнены из материала 12X18H10T толщиной 1.0 мм, подаётся с образцами для сварки ТЭС 20X100=6шт для каждой детали, образцы для сварки изготовлены из того же материала и той же толщины что и детали, в деталях выполнены стыковочные отверстия с трубой 004.000 и диафрагмами – 006.000 и 007.000.

2 оп. Слесарная

Собрать трубу – 004.00 на оправку для сварки, совместив торцы трубы по линейному размеру, обеспечивая зазоры под сварку согласно ГОСТ 14771-76 и смещение кромок согласно ПИ (не более 0,1 мм), демонтировать трубу – 004.00 с приспособления.

3 оп. Слесарная

Зачистить зону сварки и околошовную зону трубы – 002.000 на продольном шве по стыку шириной ≈ 10 мм на металлической щетке из нержавеющей проволоки до металлического блеска.

4 оп. Подготовительная

Обезжирить зону сварки и околошовную зону на стыке трубы – 004.000 салфеткой, смоченной в ацетоне.

5 оп. Слесарная

Установить трубу – 004.000 в приспособление с зазорами под сварку согласно ГОСТ 14771-76 и смещение кромок согласно ПИ (не более 0,1 мм).

6 оп. Контрольная

Проверить сборку трубы – 004.000 по приспособлению, зазоры под сварку согласно ГОСТ 14771-76 и смещение кромок согласно ПИ (не более 0,1 мм) по наружному $\varnothing 300$ по длине окружности дан 1 мм на усадку,

проверить подготовку поверхностей под сварку сухой чистой белой салфеткой. Сделать отметку в маршрутной карте о допуске трубы – 004.000 на сварку прихватку.

7 оп. Сварочная

Наложение прихваток согласно режимам, оговоренным ранее в подразделе 3.3 (размеры прихваток и расстояние между ними согласно ПИ 10x100 мм).

8 оп. Слесарная

Демонтировать трубу – 004.000, править, запилить точки прихватки до габаритов сварного шва по ГОСТ 14771-76.

9 оп. Подготовительная

Обезжирить свариваемые кромки по продольному стыку трубы – 004.000, обезжирит теплоотвод приспособления.

10 оп. Слесарная

Установить трубу на оправку приспособления.

11 оп. Контрольная

Проверить сборку трубы – 004.000 по приспособлению, проверить запилровку точек-прихваток, зазоры под сварку по ГОСТ 14771-76 и смещение кромок согласно ПИ, проверить подготовку поверхности под сварку, сделать отметку в маршрутной карте о допуске детали под сварку.

12 оп. Сварочная

Сварка продольного шва на трубе – 002.000 согласно ГОСТ 14771-76 прерывистым швом 30/80. Режимы сварки согласно подраздел 3.3.

13 оп. Слесарная

Демонтировать трубу – 002.000 с приспособления.

14 оп. Контрольная

Проверить сварку согласно ГОСТ 14771- 76 на сварку сделать отметку в маршрутной карте о допуске детали на травление.

15 оп. Подготовительная

Передать трубу 004.000 на травление.

16 оп. Слесарная

Зачистить сварные швы снаружи трубы до габаритов швов согласно ГОСТ 14771-76 с плавным переходом к основному материалу. Зачистить проплавление сварных швов изнутри до габаритов швов согласно ГОСТ 14771-76.

17 оп. Слесарная

Зачистить сварные швы от окалины снаружи и изнутри на металлической щетке из нержавеющей проволоки до металлического блеска.

18 оп. Слесарная

Проверить сборку на стыковые отверстия трубы – 002.00 с гнугиками, проверить неприлегание деталей по трубе – зазоры под сварку контролировать по ГОСТ 15771-76.

28 оп. Слесарная

Демонтировать гнугики – 008.001, 008.002, 008.003, 008.004.

29 оп. Слесарная

Зачистить на механической щетке из нержавеющей проволоки трубу – 004 по зонам установки гнугиков, зоны зачистки должны быть шириной не менее 20 мм до металлического блеска.

30 оп. Слесарная

Зачистить на механической щетке из нержавеющей проволоки внутренние поверхности гнугиков – 008.001, 008.002, 008.003, 008.004. Выполнить разметку точек ТЭС на деталях по ПИ.

31 оп. Подготовительная

Обезжирить зачищенные поверхности на трубе – 004.000; гнугиках – 008.001, 008.002, 008.003, 008.004 салфеткой смоченной в ацетоне.

32 оп. Слесарная

Собрать трубу – 004.000 с подготовленными под сварку деталями на технологический крепеж по стыковочным отверстиям, с зазорами под сварку согласно ГОСТ 15771-76 (до 1.0 мм).

33 оп. Слесарная

Подготовить под сварку образцы технологической пробы 20X100=2 и образцы мех. испытаний 20X100=2 методом зачистки на механической щетке из нержавеющей проволоки шириной 20 мм по обеим сторонам образцов до металлического блеска.

34 оп. Подготовительная

Обезжирить образцы для сварки ТЭС по обеим сторонам салфеткой смоченной в ацетоне.

35 оп. Контрольная

Проверить подготовку образцов под сварку ТЭС, сделать отметку в маршрутной карте о допусках на сварку образцов технологической пробы и механических испытаний.

36 оп. Сварочная

Сварка ТЭС образцов механической пробы и технологических образцов согласно операционной карте на сварку. Сварка согласно режимам, оговоренным ранее в подразделе 3.3.

37 оп. Контрольная

Изготовление макрошлифа с оформлением протокола.

38 оп. Контрольная

Механические испытания образцов с оформлением протокола.

39 оп. Контрольная

Проверить наличие протоколов по образцам сварки ТЭС, проверить разметку точек ТЭС по ПИ, проверить сборку под сварку трубы – 004.000 с гнутиками, проверить подготовку поверхностей под сварку ТЭС, зазоры под сварку согласно ГОСТ 14771-76. Сделать отметку в маршрутной карте о допуске узла на сварку.

40 оп. Сварочная

Сварку производить по разметке согласно режимам, оговоренным ранее в подразделе 3.3.

41 оп. Слесарная

Зачистить на механической щётке из нержавеющей проволоки стыки гнутиков – 008.001, 008.002, 008.003, 008.004 между собой до металлического блеска.

42 оп. Подготовительная

Обезжирить зачищенные поверхности салфеткой, смоченной в ацетоне.

43 оп. Сварочная

Сварка стыков гнутиков согласно ГОСТ 14771-76 прерывистым швом.

44 оп. Слесарная

Зачистить на металлической щетке цвета побежалостей от сварки ТЭС по трубе – 004.000 и зачистить сварные швы по гнутикам согласно ГОСТ 14771-76, зачистить окалину и цвета побежалостей на деталях.

45 оп. Слесарная

Продуть сухим сжатым воздухом трубу – 004.000 от металлической пыли и опилок.

46 оп. Слесарная

Зачистить пригоревшие пыль и опилки металлическим ершом.

47 оп. Контрольная

Проверить расположение точек ТЭС, точки ТЭС на отсутствие трещин.

48 оп. Слесарная

Собрать на стыковые отверстия диафрагмы – 006.000, 007.000 с гнутиками – 008.003, 008.004 с зазором под сварку согласно ГОСТ 14771-76 (не более 1.0 мм).

49 оп. Контрольная

Проверить сборку на стыковые отверстия диафрагм с гнутиками, проверить неприлегание деталей.

50 оп. Слесарная

Демонтировать диафрагмы – 006.000, 007.000.

51 оп. Слесарная

Зачистить на механической щетке из нержавеющей проволоки диафрагмы – 006.000, 007.000 по зонам сварки с гнутиками, зоны зачистки должны быть шириной не менее 20 мм до металлического блеска. Выполнить разметку точек ТЭС на деталях по ПИ.

52 оп. Слесарная

Зачистить на механической щетке из нержавеющей проволоки поверхности гнутиков – 008.003, 008.004.

53 оп. Подготовительная

Обезжирить зачищенные поверхности на диафрагмах – 006.000, 007.000 и гнутиках – 008.003, 008.004 салфеткой, смоченной в ацетоне.

54 оп. Слесарная

Собрать трубу – 004.000 с подготовленными под сварку деталями на технологический крепеж по стыковочным отверстиям.

55 оп. Слесарная

Подготовить под сварку образцы технологической пробы 20X100=2 и образцы мех. испытаний 20X100=2 методом зачистки на механической щетке из нержавеющей проволоки шириной 20 мм по обеим сторонам образцов до металлического блеска.

56 оп. Подготовительная

Обезжирить образцы для сварки ТЭС по обеим сторонам салфеткой, смоченной в ацетоне.

57 оп. Контрольная

Проверить подготовку образцов под сварку ТЭС, сделать отметку в маршрутной карте о допусках на сварку образцов технологической пробы и механических испытаний.

58 оп. Сварочная

Сварка ТЭС образцов механической пробы и технологических образцов согласно операционной карте на сварку. Сварка согласно режимам, оговоренным ранее в подразделе 3.3.

59 оп. Контрольная

Изготовление макрошлифа с оформлением протокола.

60 оп. Контрольная

Механические испытания образцов с оформлением протокола.

61 оп. Контрольная

Проверить наличие протоколов по образцам сварки ТЭС, проверить разметку точек ТЭС по ПИ, проверить сборку под сварку диафрагм – 006.000, 007.000 и гнутиков – 008.003, 008.004, проверить подготовку поверхностей под сварку ТЭС. Сделать отметку в маршрутной карте о допуске узла на сварку.

62 оп. Сварочная

Сварку производить по разметке согласно режимам, оговоренным ранее в подразделе 3.3.

63 оп. Слесарная

Зачистить на металлической щетке цвета побежалостей от сварки ТЭС по диафрагмам – 006.000, 007.000.

64 оп. Контрольная

Проверить расположение точек ТЭС, точки ТЭС на отсутствие трещин.

65 оп. Подготовительная

Зачистить зоны сварки на трубе – 004.000 сб и патрубке – 010.000 салфеткой, смоченной в ацетоне.

66 оп. Слесарная

Установить в приспособление трубу – 004.000 и патрубок – 010.000 на фиксаторы, зажать хомутами, выдерживая зазоры под сварку по ГОСТ 14771-76 и смещение кромок согласно ПИ (не более 0.1 мм).

67 оп. Контрольная

Проверить сборку подузла на прихватку по приспособлению, проверить подготовку поверхностей сухой чистой белой салфеткой, сделать отметку в маршрутной карте о допуске подузла на прихватку.

68 оп. Сварочная

Прихватка АаДЭС трубы – 004.000 сб и патрубка – 010.000 согласно ПИ.

69 оп. Слесарная

Снять подузел с приспособления, освободив его от хомутов и фиксаторов.

70 оп. Слесарная

Запилить точки прихватки до габаритов швов ГОСТ 14771-76.

71 оп. Слесарная

Зачистить точки прихватки от окалин, цветов побежалостей на механической щетке из нержавеющей проволоки снаружи и изнутри детали.

72 оп. Слесарная

Править узел с примеркой по приспособлению сборки, выдерживая зазоры под сварку согласно ГОСТ 14771-76.

73 оп. Подготовительная

Обезжирить зону и околошовную зону снаружи и изнутри сварного стыка.

74 оп. Контрольная

Проверить зазоры под сварку согласно ГОСТ 14771-76, проверить припиловку точек прихватки и подготовку поверхности под сварку,

проверить кривизну и конфигурацию подузла по приспособлению сделать отметку в маршрутной карте о допуске подузла на сварку.

75 оп. Сварочная

Сварка АрДЭС трубы – 004.000 сб и патрубка – 010.000.

76 оп. Слесарная

Зачистить наплывы сварки до габаритов сварных швов согласно ГОСТ 14771-76 с плавным переходом к основному материалу.

77 оп. Слесарная

Зачистить сварной шов от окалины снаружи на механической щетке из нержавеющей проволоки, зачистить цвета побежалостей до металлического блеска.

78 оп. Слесарная

Продуть внутреннюю полость трубы – 004.000 до удаления металлической пыли, зачистить ершом пригоревшие пыль и опилки.

79 оп. Слесарная

Установить трубу – 004.000 в приспособление сборки на фиксаторы с лемниской – 003.000, выставить зазоры под сварку согласно ГОСТ 14771-76. Демонтировать подудел с приспособления.

80 оп. Слесарная

Зачистить на механической щетке из нержавеющей проволоки зоны сварки лемнискаты – 003.000 и трубы – 004.000 ширенной 20 мм от торца с обеих сторон деталей, зачистить стыки до металлического блеска.

81 оп. Подготовительная

Обезжирить зачищенные поверхности с двух сторон деталей и свариваемые кромки салфеткой, смоченной в ацетоне.

82 оп. Слесарная

Собрать в приспособление трубу – 004.000, лемнискату – 003.000 на фиксаторы, зазоры под сварку по ГОСТ 14771-76 и смещение кромок согласно ПИ.

83 оп. Контрольная

Проверить по приспособлению сборку подузла на прихватку. Сделать отметку в маршрутной карте о допуске деталей на прихватку.

84 оп. Сварочная

Прихватка подузла согласно режимам, указанным в подразделе 3.3 (труба – 004.000, лемниската – 003.000).

85 оп. Слесарная

Зачистить, запилить точки прихватки до габаритов швов с плавным переходом у основному металлу по ГОСТ 14771-76.

86 оп. Слесарная

Зачистить точки прихватки и околошовные зоны от окалины и цветов побежалостей снаружи и изнутри детали.

87 оп. Слесарная

Править узел с примеркой по приспособлению сборке, выдерживая зазоры под сварку согласно ГОСТ 14771-76.

88 оп. Подготовительная

Обезжирить свариваемые поверхности салфеткой, смоченной в ацетоне.

89 оп. Контрольная

Проверить припиловку точек прихватки, зачистку цветов побежалостей, конфигурацию по приспособлению и электронной модели, подготовку поверхностей под сварку, зазоры по ГОСТ 14771-76 и смещение кромок по ПИ, сделать отметку в маршрутной карте о допуске детали на сварку.

90 оп. Сварочная

Сварка подузла согласно режимам, указанным в подразделе 3.3 (труба – 004.000, лемниската – 003.000).

91 оп. Слесарная

Запилить наплывы сварки до габаритов сварных швов согласно ГОСТ 14771-76 на сварку, с плавным переходом к основному материалу.

92 оп. Слесарная

Зачистить сварные швы от окалины и цветов побежалости на металлической щетке из нержавеющей проволоки снаружи и изнутри трубы.

93 оп. Слесарная

Продуть внутреннюю полость подузла сухим сжатым воздухом, до удаления металлической пыли, зачистить ершом металлические опилки и пыль.

94 оп. Слесарная

Править подузел с установкой в приспособление сборки по размерам чертежа.

95 оп. Контрольная

Проверить конфигурацию детали по приспособлению сборки, проверить сварку по ГОСТ 14771-76.

96 оп. Слесарная

Зачистить на металлической щетке из нержавеющей проволоки торец трубы – 004.000 под сварку ТЭС шириной не менее 20 мм, зачистить фланец-накладку – 005.000, по обеим сторонам на механической щетке из нержавеющей проволоки до металлического блеска.

97 оп. Слесарная

Зачистить образцы механических испытаний и образцы технологической пробы по обеим сторонам образцов под сварку ТЭС шириной не менее 20 мм (4 шт 20X100).

98 оп. Подготовительная

Обезжирить образцы 4шт 20X100 под сварку ТЭС.

99 оп. Контрольная

Проверить подготовку поверхностей под сварку ТЭС как деталей так и образцов, сделать отметку в маршрутной карте о допуске на сварку ТЭС образцов технологической пробы и механических испытаний.

100 оп. Сварочная

Сварка ТЭС образцов технологической пробы и механических испытаний, на режимах согласно подразделу 3.3.

101 оп. Контрольная

Контролировать внешним осмотром точки сварки ТЭС на технологических образцах и образцах механических испытаний.

102 оп. Контрольная

Изготовление макрошлифа с оформлением протокола.

103 оп. Контрольная

Испытание образцов для механических испытаний.

104 оп. Слесарная

Разместить расположение точек ТЭС на детали – 005.000 согласно чертежу.

105 оп. Подготовительная

Обезжирить поверхности детали – 005.000 и торец подузла - 004.000 под сварку ТЭС салфеткой, смоченной в ацетоне.

106 оп. Контрольная

Проверить наличие протоколов испытаний образцов и протокола макрошлифа, проверить разметку точек ТЭС на детали – 005.000 согласно чертежу, проверить подготовку поверхности под сварку чистой салфеткой.

107 оп. Слесарная

Собрать под ТЭС деталь – 005.000 по торцу трубы – 040.000 на струбины.

108 оп. Контрольная

Проверить сборку под сварку ТЭС фланца-накладки – 005.000 с трубой -004.000, сделать отметку в маршрутной карте о допуске детали на сварку

109 оп. Сварочная

Сварка ТЭС фланца-накладки – 005.000 с трубой – 004.000.

110 оп. Контрольная

Проверить точки сварки на отсутствие трещин, расположение точек ТЭС.

111 оп. Слесарная

Зачистить цвета побежалостей по зонам сварки ТЭС на механической щетке из нержавеющей проволоки до металлического блеска, зачистить окалину снаружи и изнутри трубы. Продуть внутреннюю полость трубы сжатым воздухом. Зачистить внутреннюю и внешнюю поверхность трубы металлическим ершом от пригоревшей пыли и опилок.

112 оп. Слесарная

Править трубу с примеркой по приспособлению сборки, выдерживая конфигурацию по чертежам и приспособлению.

113 оп. Контрольная

Проверить конфигурацию трубы по приспособлению на соответствие чертежам, проверить сварку АрДЭС и сварку ТЭС. Оформить бирку, замаркировав номером 100.000 СБ спецтушью и отправить узел – 100.000 СБ на дальнейшее производство.

1.9 Методы контроля качества при производстве выхлопной трубы

При производстве выхлопной трубы назначаем следующие методы контроля качества:

1. Контроль на стадии технологической подготовки производства, включающий входной контроль по ГОСТ 24297-87 основного и сварочных материалов, технического состояния заготовительного и сборочно-сварочного оборудования, оснастки и инструмента, контроль квалификации сборщиков, сварщиков и контролеров.

2. Операционный контроль выполнять по РД 34.10.126-94. Данный контроль проводится с целью проверки правильности выполнения заготовительных, сборочных и сварочных операций, соблюдения технологических режимов, получения заданных чертежом, качество сварных швов;

3. Визуально измерительный контроль (ВИК) выполнять по РД 03-606-03. Этот метод контроля для всех стадий сварочных операций. Внешнему осмотру и измерению подвергают все сварные соединения независимо от категории ответственности узлов. Осмотру подлежат все допустимые поверхности сварного шва и около шовной зоны на ширине не менее 20 мм.

При проведении ВИК определяются наружные дефекты в виде непроваров, прожогов, трещин, подрезов кромок, наплыв металла, кратеров, ослабления шва, неравномерности ширины и высоты усиления по длине шва.

Определение геометрических размеров внешнего и внутреннего валиков шва, его ширины в корневой части, оценку глубины подрезов и кратеров производить с помощью специальных шаблонов, универсального измерительного инструмента.

4. Металлографические исследования размеров ядра сварной точки определять на поперечных макрошлифах, вырезанных из контрольных образцов-свидетелей, обработанных травлением (реактив для макроанализа: 3 г двойной медно-аммиачной соли соляной кислоты, 20 мл соляной кислоты, 15 г хлорного железа).

5. На контрольных образцах-свидетелях проводить механические испытания по ГОСТ 6996-66.

1.10 Нормирование сборочно-сварочных операций

В данном разделе дипломного проектирования необходимо произвести нормирование сборочно-сварочных операций, которые мы предлагаем изменить в технологии изготовления выхлопной трубы. В связи с этим нормирование операций, не перетерпевших изменения, производиться не будет.

Выделим операции, которые нам необходимо нормировать. Сборочно-сварочные операции в технологическом процессе патрубка: 2, 7, 9, 12, 14. При сборке и сварке выхлопной трубы можно выделить следующие операции: 45, 70, 77, 86, 92.

При нормировании операций технологии сборки и сварки патрубка необходимо учесть метод сборки подузла и способ кантовки изделия собранном в приспособлении. При нормировании операций связанных с сборкой и сваркой трубы необходимо учесть изменения способа кантовки изделия в приспособлении.

Нормирование операций производим по укрупненным переходам [19].

Общая норма штучного времени на сборку при этом методе определяется как сумма затрат времени на установку и крепление всех деталей и узлов [19].

$$t_{шт.оп.2} = t_{у.п.1} + t_{у.п.2} + t_{кр} \quad (1.4)$$

$$t_{шт.оп.7} = t_{кр} + t_{д} \quad (1.5)$$

$$t_{шт.оп.9} = t_{у.п.} + t_{кр} + t_{пов90} \quad (1.6)$$

$$t_{шт.оп.12} = t_{пов180} \quad (1.7)$$

$$t_{шт.оп.14} = t_{кр} + t_{д} + t_{пов90} \quad (1.8)$$

где $t_{шт.оп.i}$ – норма штучного времени на сборку на i операции, мин;

$t_{y.п.1}$ – время на установку полупатрубка, мин;

$t_{y.п.2}$ – время на установку второго полупатрубка, мин;

$t_{кр}$ – время на крепление и открепление патрубка в приспособлении, мин;

$t_{д}$ – время на демонтаж трубы из приспособления, мин;

$t_{y.п.}$ – время на установку патрубка в приспособление, мин;

$t_{пов90}$ – время на кантовку изделия в приспособлении на 90° , мин;

$t_{пов180}$ – время на кантовку изделия в приспособлении на 180° , мин.

Время на крепление и открепление патрубка в приспособлении складывается из накидывания трёх зажимов и разжатия двумя оправками с клиновыми разжимами: $t_{кр}=3*0,33+2*0,7=2,39$ мин.

Значения времени устанавливаются согласно [19].

$$t_{шт.оп.2}=0,4+0,4+2,39=3,19 \text{ мин.}$$

$$t_{шт.оп.7}=2,39+0,4=2,79 \text{ мин.}$$

$$t_{шт.оп.9}=0,4+2,39+0,3=3,09 \text{ мин.}$$

$$t_{шт.оп.12}=0,4 \text{ мин.}$$

$$t_{шт.оп.14}=2,39+0,4+0,3=3,09 \text{ мин.}$$

При нормировании операций сборки и сварки выхлопной трубы, для операций наложения прихваток нормативы времени рассчитываются по аналогии со сборкой (операции 70 и 86).

$$t_{шт.оп.70}=n*t_{пр}+4*t_{пов90}, \quad (1.9)$$

$$t_{шт.оп.86}=n*t_{пр}+2*t_{пов90}+t_{пов180}, \quad (1.10)$$

где $t_{шт.оп.i}$ – норма штучного времени на сборку на i операции, мин;

n – количество прихваток устанавливаемых на данной операции, шт;

$t_{пр}$ – время на наложение одной прихватки, мин;

$t_{пов90}$ – время на кантовку изделия в приспособлении на 90° , мин;

$t_{пов180}$ – время на кантовку изделия в приспособлении на 180° , мин.

$$t_{шт.оп.70}=9*0,14+4*0,3=2,46 \text{ мин.}$$

$$t_{шт.оп.86}=6*0,14+2*0,3+0,4=1,84 \text{ мин.}$$

При нормировании операции 45, 77 и 92 используем расчетную формулу нормы времени механизированной сварки в среде защитного газа [19]:

$$t_{шт.i}=[(t_o+t_{в.ш.})l+t_{в.и.}]K_1, \quad (1.11)$$

где $t_{шт.оп.i}$ – норма штучного времени на сборку на i операции, мин;

l – расчетная длина шва, м;

t_0 – основное время сварки 1 пог. м. шва, мин;

$t_{в.шт.}$ – вспомогательное время, зависящее от длины шва, мин на 1 пог. м. шва;

$t_{в.и.}$ – вспомогательное время, связанное с изделием и работой оборудования, мин;

K_1 – коэффициент, учитывающий затраты на обслуживание рабочего места, отдых и на личные надобности (для нашего случая $K_1=1,13$).

$$t_0=60F\gamma/(J\alpha_n), \quad (3.9)$$

где F – площадь поперечного сечения наплавленного металла ($F=14,4 \text{ мм}^2$);

γ – удельный вес наплавленного металла ($\gamma=7,85$);

J – величина сварочного тока (в среднем 80А);

α_n – коэффициент наплавки ($\alpha_n=15,1^{г}/(А*ч)$).

$$t_0=60*14,4*7,85/(80*15,1)=5,62 \text{ мин.}$$

Проведем расчет норм времени для 45 операции, где свариваются стыки гнутиков, так как стыков гнутиков 10 и свариваются они прерывистым швом данную операцию можно разбить на сварку 30 швов, каждый из которых протяженностью 14-18 мм. Суммарная их протяженность составит 460 мм.

$$t_0=5,62 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время, зависящее от длины шва, складывается из очистки и осмотра свариваемых кромок, очистки шва и его промер и осмотр, а также переход сварщика к началу шва:

$$t_{в.шт.}=30*0,3+30*0,4+30*0,15=25,5 \text{ мин. на 1 пог. м. шва.}$$

Вспомогательное время, связанное с изделием и работой оборудования, складывается из кантовки изделия в приспособлении, установки горелки в начале шва, времени на включение и выключение установки, а также характер перемещения сварщика:

$$t_{в.и.}=10*0,4+30*0,1+5+0,2=12,2 \text{ мин.}$$

$$t_{шт.i}=[(5,62+25,5)0,46+12,2]1,13=29,96 \text{ мин.}$$

Проведем расчет норм времени для операции 77, где свариваются кольцевым стыковым швом труба и патрубок. Протяженность шва составляет 942,5 мм. Расчёты проводятся по аналогии с предыдущей рассмотренной операцией. Шов разбивается на 10 участков примерно равных 100 мм и провариваются поочередно противоположные участки сварного соединения.

$$t_0 = 5,62 \text{ мин.}$$

$$t_{в.ш.} = 0,3 + 0,4 + 9 * 0,7 + 10 * 0,15 = 8,5 \text{ мин. на 1 пог. м. шва.}$$

$$t_{в.и.} = 10 * 0,4 + 10 * 0,1 + 5 + 0,2 = 10,2 \text{ мин.}$$

$$t_{шт.и} = [(5,62 + 8,5) * 0,943 + 10,2] * 1,13 = 26,57 \text{ мин.}$$

Проведем расчет норм времени по аналогии для операции 92, где свариваются кольцевым стыковым незамкнутым швом труба и лемниската. Протяженность шва составляет 552,4 мм. Шов разбивается на 6 участков примерно равных 100 мм и провариваются поочередно противоположные участки сварного соединения.

$$t_0 = 5,62 \text{ мин.}$$

$$t_{в.ш.} = 0,3 + 0,4 + 5 * 0,7 + 6 * 0,15 = 5,1 \text{ мин. на 1 пог. м. шва.}$$

$$t_{в.и.} = 6 * 0,4 + 6 * 0,1 + 5 + 0,2 = 8,2 \text{ мин.}$$

$$t_{шт.и} = [(5,62 + 5,1) * 0,552 + 8,2] * 1,13 = 15,95 \text{ мин.}$$

Для наглядности составим сравнительную таблицу норм времени изменённых операций, в которой сопоставим полученные нормативы времени с нормативами времени заводской технологии (таблица 1.6).

Таблица 1.6 – Сравнение нормативов времени на рассмотренных операциях

№ операции	Норматив времени предложенной технологии, мин.	Норматив времени заводской технологии, мин.	Разница, мин.
1	3,2	14,3	11,1
7	3	13	10
9	3,1	14,3	11,2
12	1	10	9
14	3,1	15,2	12,1
45	30	78	48
70	2,5	16	13,5
77	27	62	35
86	2	14	12
92	16	40	24
ИТОГО:			185,9

По результатам таблицы можно сделать вывод, что предложенная нами технология позволяет высвободить до 3 часов времени в технологии производства выхлопной трубы. Всего норма времени на производство трубы по заводской технологии составляла 38 часов, следовательно, при предложенной нами технологии, изготовление трубы сокращается до 35 часов.

2. РАСЧЕТНО-КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

Для реализации разработанной нами технологии сборки и сварки выхлопной трубы необходимо сконструировать установку, включающую в себя серийно выпускаемое механическое и электротехническое оборудование, а также специализированные приспособления для сборки и сварки выхлопной трубы. Часть, из которых берется из заводского оборудования с изменениями, предложенными нами, а остальная часть проектируется нами в дипломном проекте.

К специализированным приспособлениям для сборки и сварки выхлопной трубы будут относиться:

- приспособление для сборки и сварки патрубка выхлопной трубы, на которой производятся операции № 1 – 3, которое проектируем;
- приспособление для сборки и сварки основания трубы, на которой производятся операции № 6 и 7, модернизируем заводское приспособление;
- приспособление для сборки и сварки трубы выхлопной, на которой производятся операции № 12 – 15, модернизируем заводское приспособление.

2.1 Приспособление для сборки и сварки патрубка выхлопной трубы

Сборка и последующая сварка патрубка выхлопной трубы строго соответствует той последовательности, которая указана в пункте 1.8 настоящего дипломного проекта. То есть сначала между собой собираются два полупатрубка, производится сварка, а в последнюю очередь приваривается накладка. Необходимо обеспечить достаточно высокую точность сборки (отклонение 0,1 мм по ПИ при сборке и сварки полупатрубков и накладки). Приспособления для сборки и сварки патрубка не существует, поэтому необходимо его спроектировать.

Проектирование приспособления производим в три этапа:

- разработка схемы базирования деталей патрубка;
- разработка принципиальной схемы приспособления;
- непосредственное проектирование приспособления.

Разработка схемы базирования деталей патрубка

При разработке схемы базирования необходимы знания и строгое соблюдение определений и терминов, регламентированных государственными стандартами.

Схема базирования – схема расположения опорных точек на базах [21, с. 6].

Базирование – придание заготовке или изделию требуемого положения относительно начала координат [21, с. 2].

База – поверхность или выполняющее ту же функцию сочетание поверхностей, ось, точка принадлежащая заготовке или изделию и используемая для базирования [21, с. 2].

Проектная база – база, выбранная при проектировании изделия, технологического процесса изготовления и ремонта этого изделия [21, с. 3].

Действительная база – база, фактически используемая в конструкции, при изготовлении, эксплуатации или ремонте изделия [21, с. 4].

Комплект баз – совокупность трех баз, образующих систему координат заготовки или изделия [21, с. 4].

Опорная точка – точка, символизирующая одну из связей заготовки или изделия выбранной системой координат
Схема базирования – схема расположения опорных точек на базах [21, с. 5].

По лишаемым степеням свободы в ГОСТ базы делятся на следующие виды:

- установочная база – база используемая для наложения на заготовку или изделие связей, лишаящих их трех степеней свободы – перемещения вдоль одной координатной оси и поворота вокруг двух других;
- направляющая база - база используемая для наложения на заготовку или изделие связей, лишаящих их двух степеней свободы – перемещения вдоль одной координатной оси и поворота вокруг другой;
- опорная база - база используемая для наложения на заготовку или изделие связей, лишаящих их одной степени свободы – перемещения вдоль одной координатной оси или поворота вокруг оси;
- двойная направляющая база – база, используемая для наложения на заготовку или изделие связей, лишаящих их четырех степеней свободы – перемещения вдоль двух координатных осей и поворотов вокруг этих осей;
- двойная опорная база – база, используемая для наложения на заготовку или изделие связей, лишаящих их двух степеней свободы – перемещений вдоль двух координатных осей[21, с. 11-12].

Для базирования изделия необходимо рассматривать каждую деталь по отдельности относительно друг друга соблюдая последовательность сборки узла.

В первую очередь выбираем базовую деталь, которой будет являться один из полупатрубок (условно назовем его «правым»). Для его базирования достаточно одной двойной направляющей базы и одной опорной базы.

«Левый» полупатрубок устанавливается сверху на правый и для его базирования необходим стандартный набор баз: установочная,

направляющая и опорная. В данном случае в качестве установочной базы будут грани «правого» полупатрубка.

В последнюю очередь базирuem накладку, для которой достаточно так же как и для «правого» полупатрубка одной двойной направляющей базы и одной опорной базы. В случае с накладкой функцию двойной направляющей базы играет внешняя поверхность трубы, а для опорной базы один и тот же упорное кольцо, что и для «правого» и «левого» полупатрубок.

Разработка принципиальной схемы приспособления.

Для обеспечения точности сборки и дальнейшей сварки изделия необходимо жесткое закрепление деталей узла. Для решения данной проблемы необходимо определиться с видами и типами опор и зажимных устройств.

Устанавливаем «правый» полупатрубок на неподвижную опору – ложемент. Сверху устанавливаем «левый» полупатрубок, совмещая кромки с предыдущей деталью. «Левый» полупатрубок по наружному контуру фиксируем подвижными опорами – хомутами.

Для того, чтобы избежать смещения при сварке во внутренней части трубы необходимо установить зажимы вдоль сварных швов.

Со стороны наложения на трубу накладки к торцу изделия устанавливаем регулируемую опору, которая предотвратит осевое смещение всех трёх деталей.

Усилия зажимных устройств, а следовательно и их вид определяются в зависимости от того какие усилия возникающие при сварочных деформациях необходимо преодолеть.

Различают пять основных видов деформаций и перемещений в зоне сварных соединений:

1. Продольные остаточные пластические деформации;
2. Равномерные по толщине поперечные остаточные пластические деформации;
3. Неравномерные по толщине поперечные пластические деформации;
4. Перемещения в зоне шва;
5. Сдвиговые деформации.

В нашем случае, учитывая конструктивные особенности изделия, наибольшую актуальность будут иметь только продольные остаточные пластические деформации. Для предотвращения которых собственно и необходимы зажимы с внутренней стороны патрубка. В силу того, что стенки изделия имеют не большую величину, то и усилия, возникающие при остаточных сварных деформациях, будут не значительные. В связи с этим принимаем тип зажимных устройств механический.

Проектирование приспособления

На основании двух предыдущих подпунктов (схеме базирования и принципиальной схеме приспособления) проектируем непосредственно само приспособление для сборки и сварки патрубка выхлопной трубы.

Данное приспособление можно условно разделить на две составляющие: основная – сжимающее приспособление и вспомогательная – разжимающее приспособление. Данный способ закрепления деталей позволяет нам избежать радиального перемещения тонких стенок изделия и обеспечить необходимую точность сборки.

Как было описано, основной составляющей являться сжимающее приспособление, которое контролирует внешний диаметр патрубка и не позволяет изменить форму при сварке по внешней окружности. Сжимающее приспособление представляет собой ложемент с хомутами. Ложемент условно является неподвижной опорой, так как для сварки нам необходима кантовка изделия.

Для решения данной задачи достаточно разместить составляющие приспособления на основании, которым является поворотная рама. Основанию необходимо обеспечить вращение вокруг продольной осевой линии. Для кантовки изделия устанавливаем с одной стороны приспособления редуктор с электродвигателем сопряженный с валом основания. Подключение обратного кабеля к приспособлению осуществляем при помощи серийно выпускаемого токосъемника, контактирующего с валом.

В качестве разжимного приспособления выступает оправка-разжим, которая в свою очередь делится на две независимые друг от друга части. Это необходимо для того, чтобы беспрепятственно разместить данное приспособление во внутренней части собираемого патрубка, так как патрубок имеет излом осевой линии. Оправка разжим представляет собой клиновой механизм, который приводится в действие при движении клина с двухсторонним уклоном по 5° . Для того чтобы свободно ввести оправку-разжим в изделие и создать закрепляющее усилие, достаточно свободного хода подвижных частей приспособления 6 мм. Этот ход обеспечивается поступательным движением клина расстоянием 70 мм.

Оправка-разжим соприкасается с изделием медной подкладкой, в которой предусмотрена канавка для формирования корня шва, также она помогает предотвратить прожоги, что немаловажно при сварке изделия с тонкими толщинами. При вытягивании клина медная подкладка возвращается в первоначальное положение при помощи пружин работающих

на сжатие, это позволяет беспрепятственно вытаскивать её при разборе приспособления.

2.2.1 Расчет пружины

Определяем усилие, приходящееся на одну пружину при вытягивании клина:

$$F_1 = \frac{F}{z_{np}} \quad (2.1)$$

$$F_1 = \frac{9}{2} = 4,5H$$

Определяем силу действующую на одну пружину при поднятом прижиме:

$$F_2 = 1,2 \cdot F_1 \quad (2.2)$$

$$F_2 = 1,2 \cdot 4,5 = 5,4H$$

Строим характеристику пружины с учетом увеличения осадка пружины на 3мм при возрастании силы от F_1 до F_2 (рис. 2.1)

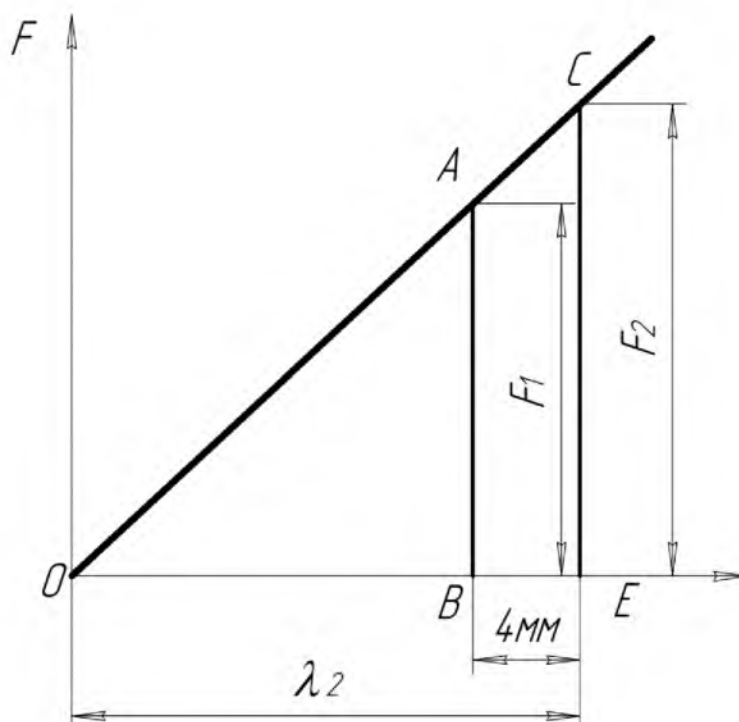


Рисунок 2.1 – Характеристика пружины сжатия

Определяем осадку λ_2 из подобия треугольников AOB и COE :

$$\frac{\lambda_2}{\lambda_2 - 4} = \frac{F_1}{F_2}; \quad \lambda_2 = \frac{4F_2}{F_2 - F_1} \quad (2.3)$$

$$\lambda_2 = \frac{4 \cdot 4,5}{4,5 - 4} = 24 \text{ мм}$$

Так как посадка витка на виток недопустима, то предельная нагрузка не должна превышать F_2 при зазоре между витками $S_p = 0,1d$.

Выбираем для пружин стальную углеродистую проволоку II класса по ГОСТ 9389 – 75; из табличных данных [14] находим

$$[\tau] = 0,4\sigma_B \quad (2.4)$$

$$[\tau] = 0,4 \cdot 2300 = 920 \text{ Мпа}$$

Задавшись индексом пружины $c = 13$ и вычислив коэффициент

$$k = \frac{4c + 2}{4c - 3}, \quad (2.5)$$

$$k = \frac{4 \cdot 13 + 2}{4 \cdot 13 - 3} = 1,1$$

находим диаметр проволоки

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{k \cdot 8F_2 c}{\pi[\tau]}} \quad (2.6)$$

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{1,1 \cdot 8 \cdot 4,5 \cdot 13}{3,14 \cdot 920}} = 0,6 \text{ мм}$$

Принимаем $d = 0,6 \text{ мм}$, $D_o = cd = 13 \cdot 0,6 = 7,8 \text{ мм}$.

Определяем число рабочих витков пружины. На основании формулы (16.3) [14] имеем:

$$z = \frac{Gd^4 \lambda_2}{8F_2 D_0^3} \quad (2.7)$$

$$z = \frac{Gd^4 \lambda_2}{8F_2 D_0^3} = \frac{8 \cdot 10^4 \cdot 0,6^4 \cdot 24}{8 \cdot 5,4 \cdot 7,8^3} = 12,1$$

Принимаем $z = 13$.

Полное число витков определяем по формуле:

$$z_1 = z + (1,5 \div 2); \quad z_1 = 13 + 2 = 15. \quad (2.8)$$

Определяем шаг пружины при полном сжатии витков по формуле:

$$t = d + \frac{\lambda_2}{z} + s_p. \quad (2.9)$$

$$t = 0,6 + \frac{24}{13} + 0,1 \cdot 0,6 = 2,5$$

Определяем высоту пружины при полном сжатии витков по формуле:

$$H_3 = (z_1 - 0,5)d. \quad (2.10)$$

$$H_3 = (15 - 0,5)0,6 = 7,8 \text{ мм}$$

Определяем высоту свободной пружины по формуле:

$$H_0 = H_3 + z(t - d). \quad (2.11)$$

$$H_0 = 7,8 + 13(2,5 - 0,6) = 32,9 \text{ мм}$$

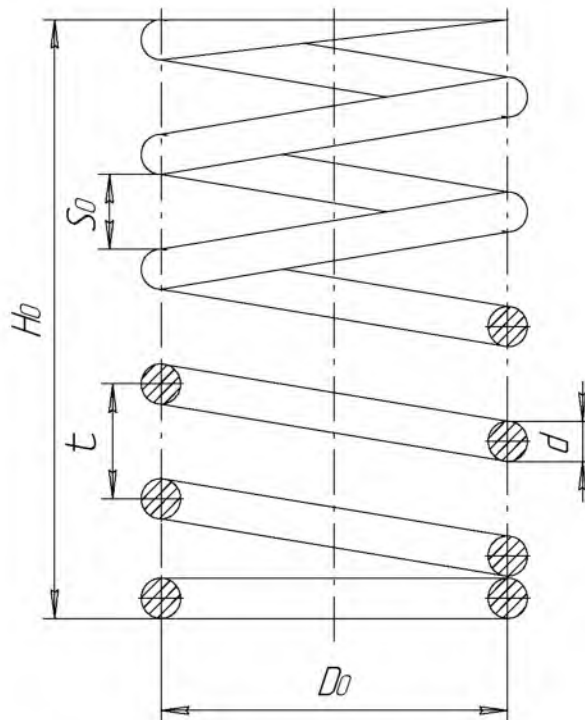


Рисунок 2.2 – Цилиндрическая винтовая пружина

Размеры спроектированной пружины приведены в таблице 2.1

Таблица 2.1 – параметры пружины

Параметр	Значение
H_0 , мм	32,9
D_0 , мм	7,8
d , мм	0,6
t , мм	2,5
S_p , мм	0,06

Для решения проблем, связанных с точностью расположения оправки-разжима внутри патрубка, применяем направляющие трапециевидной формы. Основание направляющих закрепляется на поворотной раме. В этом же основании сделаны цилиндрические отверстия и серийно выпускаемые фиксаторы необходимые для установки байонетного прижима. Байонетный прижим можно рассматривать как самостоятельный элемент, он необходим для перемещения клина в оправке-разжиме. Втулка для байонетного прижима выбирается по ГОСТ 17832-72. Для сопряжения клиновой части оправки-разжима и байонетного прижима, для последнего необходимо изготовить насадку, которая позволяла бы при помощи захвата головки клина возвращать его в исходное положение. Байонетный прижим в сборе с насадкой изображен в графической части проекта. На этом же чертеже изображено все приспособление для сборки, контролирующее внешний диаметр патрубка. Оправка разжим изображена на листе графической части. Спроектированное нами приспособление, по нашему мнению, позволит добиться повышения качества при сборке и сварке патрубка выхлопной трубы вспомогательной установки.

2.2 Приспособление для сборки и сварки основания трубы

Приспособление предназначенное для сборки и сварки основания трубы представляет собой оправку-прижим.

Принципиальная схема приспособления не была изменена в данном дипломном проекте, поэтому разработка схемы базирования и принципиальной схемы приспособления не целесообразно. В связи с тем, что по принципу действия приспособление не изменяется.

Основными частями приспособления являются непосредственно сама оправка и два прижима.

Оправка, закрепленная на опоре со стойкой, контролирует внутренний диаметр трубы. Также в ней имеется углубление, геометрические параметры которого соответствуют размерам внутреннего валика шва по ГОСТ. По

центру углубления сделаны технологические отверстия для установки временных упоров при установки изделия в приспособление.

Нами предложены изменения конструкции приспособление, которые по нашему мнению понизят трудоёмкость изготовления основания трубы:

- использование консольного закрепления основания приспособления;
- подвижные частями приспособления, с одной стороны шарнирно закреплены на опоре, а с другой стороны прижимаемые откидными винтами.

2.3 Приспособление для сборки и сварки трубы выхлопной

Приспособление, предназначенное для сборки и сварки выхлопной трубы, изображено на листе графической части. Принципиальная схема приспособления не была изменена в данном дипломном проекте, в связи с чем разработка схемы базирования и принципиальной схемы приспособления не целесообразно. Поэтому по принципу действия приспособление не изменяется и следовательно соответствует заводскому.

Нами предложены изменения конструкции приспособление, которые по нашему мнению понизят трудоёмкость изготовления выхлопной трубы на операциях, выполняемых при помощи данного приспособления:

- применение не ручного, а электромеханического кантователя изделия;
- установка серийно выпускаемого токосъемника на вал приспособления для подключения обратного кабеля;
- применение байонетного прижима сопрягаемого с оправкой лемнискаты;
- применение спроектированных нами кулачковых прижимов, закрепляемых на оправке лемнискаты, место съёмных струбцин.

2.4 Расчет прижимных устройств

Рачет сылы затяжки прижима

Из конструкционных соображений выбираем болты М24.

Определим силу затяжки по энергетической теории прочности, через эквивалентное напряжение:

$$\sigma_{\text{экв}} = \sqrt{\sigma_p^2 + \tau_k^2} \leq [\sigma]_p \quad (2.12)$$

где σ_p – напряжение растяжения в поперечном сечении, Н/мм²;

τ_k – наибольшее напряжение кручения в поперечном сечении нарезанной части болта, Н/мм²;

$[\sigma]_p$ – допускаемое напряжение, Н/мм².

$$[\sigma]_p = \frac{\sigma_T}{[n]} \quad (2.13)$$

где σ_T – предел текучести материала болта, Н/мм²;

$[n]$ – требуемый коэффициент запаса.

При неконтролируемой затяжке для болтов из углеродистой стали М24 $[n] = 3$.

Используя таблицу стандартов принимаем $\sigma_T = 200$ Н/мм².

Тогда:

$$[\sigma]_p = \frac{200}{3} = 66,67$$

$$\sigma_p = \frac{P_{зат}}{F_1} \quad (2.14)$$

$$\tau_k = \frac{M_p}{W_1} \quad (2.15)$$

где $P_{зат}$ – сила затяжки болта, Н;

M_p – момент в резьбе, Н*мм;

F_1 – площадь поперечного сечения по внутреннему диаметру резьбы, мм²;

W_1 – момент сопротивления сечения по внутреннему диаметру, мм³.

$$F_1 = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} \quad (2.16)$$

$$W_1 = \frac{\pi \cdot d_1^3}{16} \quad (2.17)$$

где d_1 – внутренний диаметр резьбы

$$F_1 = \frac{3,14 \cdot 21,9^2}{4} = 376,5$$

$$W_1 = \frac{3,14 \cdot 21,9^3}{16} = 2061,3$$

$$M_p = P_{зат} \cdot \frac{d_2}{2} \cdot \operatorname{tg}(\phi + \varphi) \quad (2.18)$$

где d_2 – наружный диаметр резьбы, мм;

ϕ – угол подъема резьбы;

φ – приведенный угол трения.

$$\phi = 9,5^\circ, \quad \varphi = 3,24^\circ$$

$$M_p = P_{зат} \cdot \frac{24}{2} \cdot \operatorname{tg}(9,5 + 3,24) = 2,7 P_{зат}$$

Подставив все значения в формулу (2.7), выразим и посчитаем усилие затяжки:

$$P_{зат} = 1111 \text{ Н.}$$

Расчет момента завинчивания

$$M_{зав} = 0,5 \cdot P_{зав} \cdot d_2 \cdot \left[\frac{D_{cp}}{d_2} \cdot f + \operatorname{tg}(\phi + \varphi) \right] \quad (2.19)$$

где f – резьба на торце гайки $f = 0,15$;

D_{cp} – средний диаметр, мм.

$$D_{cp} = \frac{D_1 + d_{отв}}{2} \quad (2.20)$$

где D_1 – наружный диаметр, мм;

$d_{отв}$ – диаметр отверстия, мм.

$$M_{зав} = 0,5 \cdot 1111 \cdot 24 \cdot \left[\frac{30}{24} \cdot 0,15 + \operatorname{tg}(9,5 + 3,24) \right] = 5514$$

Проверка на смятие

Резбовое соединение необходимо проверить на износ, так как имеет место относительное скольжение поверхностей резьбы болта и гайки. В качестве предельного параметра при расчете принимаем допускаемое напряжение на смятие $[\sigma]_{см}$.

$$\sigma_{см} = \frac{P_{зат}}{z \cdot \pi \cdot d_2 \cdot h} \leq [\sigma]_{см} \quad (2.21)$$

где z – число рабочих витков резьбы, $z = 6,35$;

h – рабочая высота профиля, мм; $h = 1,6$.

$$[\sigma]_{см} \approx 0,5[\sigma]_p = 33,33$$

$$\sigma_{см} = \frac{1111}{6,35 \cdot 3,14 \cdot 24 \cdot 1,6} = 1,5 < [\sigma]_{см}$$

Проверка на срез

$$\tau = \frac{P_{зат}}{\pi \cdot d_1 \cdot H \cdot k_n} \leq [\tau]_{ср} \quad (2.22)$$

где H – высота гайки, мм; $H = 5$.

k_n – коэффициент полноты резьбы, $k_n = 0,87$

$[\tau]_{cp}$ – допускаемое напряжение на срез.

$$[\tau]_{cp} = (0,15 \div 0,2)\sigma_T$$

Принимаем $[\tau]_{cp} = 40$

$$\tau = \frac{1111}{3,14 \cdot 21,9 \cdot 5 \cdot 0,87} = 3,7 \leq [\tau]_{cp}$$

Нагрузочную способность болтов большего диаметра трудно использовать полностью, так как напряжения смятия $\sigma_{см} < \tau$, а $[\sigma]_{см}$ в два раза больше $[\tau]$.

Поэтому контроль затяжки болтов должен контролироваться не только при заводской сборке, но также в процессе эксплуатации и ремонта. Несоблюдение этих условий может привести к поломке прижимного механизма.

3. ОРГАНИЗАЦИОННО – ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

3.1 Исходные данные для расчета

Все исходные данные необходимые для расчета данного раздела приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Исходные данные для расчета

Показатели	Условное обознач.	Ед. измерен.	Операция	
			Сборка и сварка на контактной точечной машине	Сборка и сварка в смеси газов неплавящимся электродом всех деталей и узлов
1. Норма штучного времени	$t_{шт}$	мин	172	498
2. Разряд рабочих			5	5
3. Коэфф. доплат	$K_{допл}$		1,13	1,13
4. Оптовая цена оборудования	$C_{опт}$	тыс. руб	292	393+62+10
5. Коэффициент транспортно-монтажных работ	$K_{тр.м}$	%	0	0
6. Норма амортизации				
а) оборудования	$H_{об}$	%		26
б) производственной площади	A_s	%		3
7. Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования в год	$P_{сод.об.}$	%		20
8. Занимаемая площадь	S	m^2	28	91
9. Годовая программа выпуска	$N_{вып}$	шт		7
10. Стоимость одного кв.м.	$C_{1кв.м}$	руб		3000
11. Чистый вес сварочной конструкции	$P_{шт}$	кг		12,09
12. Коэфф-т исп. материала	k_m			0,90
13. Вес наплавл. металла	$V_{нап.мет}$	кг		1,47
14. Удельный расход проволоки	$N_{пр.}$	кг/кг		1,03
15. Оптовая цена осн. металла	$C_{о.м.}$	руб/кг		289
16. Оптовая цена защитного газа	$C_{г.}$	руб/л		0,174
17. Удельный расход эл. энергии	$H_{эл}$	кВт·ч/кг		6
18. Оптовая цена проволоки	$C_{пр}$	руб/кг		315
19. Цена электроэнергии, за 1кВт/ч	$C_{эл}$	руб		1,733
20. Цена сжатого воздуха	$C_{в}$	руб/ m^3		0,9
21. Цена воды	$C_{вод}$	руб/ m^3		20,5
22. Цеховые расходы	$P_{цех}$	%		240
23. Общезаводские расходы	$P_{цех}$	%		500
24. Отчислен. на соц.страхование	$O_{соц.ст.}$	%		34
25. Затраты на СТО	$Z_{сто}$	%	10	10

3.2 Расчет организационных показателей

3.2.1 Расчет необходимого количества технологического оборудования

Все сборочно-сварочные операции можно разделить на две группы: операции, выполняемые на установке контактной точечной сварки и операции, выполняемые на установке ручной дуговой сварки в смеси газов неплавящимся электродом.

Годовая программа запуска и годовая программа выпуска при единичном производстве малы (7 шт. в год) в связи коэффициент незавершенного производства будет равен нулю.

Расчетное количество оборудования на операциях определяется по формуле:

$$K_{OB} = \frac{N_{зап} \times t_{шт,i}}{T_{эф,год}}, \quad (3.1)$$

где $t_{шт,i}$ – норма штучного времени на i -ой операции, мин;

$N_{зап}$ – норма запуска, шт;

$T_{эф,год}$ – годовой эффективный фонд времени работы оборудования.

Рассчитаем для операций контактной точечной сварки расчетное количество оборудования:

$$K_{OB} = \frac{7 \times 172}{1950} = 0,0103 \text{ шт.}$$

Рассчитаем для операций ручной дуговой сварки в смеси газов неплавящимся электродом расчетное количество оборудования:

$$K_{OB} = \frac{7 \times 498}{1950} = 0,0298 \text{ шт.}$$

Принимаем количество оборудования, округляя рассчитанные значения до ближайшего целого большего числа, равным единице. Сборочно-сварочное оборудование загружено незначительно, поэтому для выполнения сборочно-сварочных работ достаточно по одной единицы оборудования на каждый вид сварки. В связи с тем коэффициенты загрузки оборудования будут равны расчетному количеству оборудования.

3.2.2 Расчет необходимого количества ОПР

Явочное количество ОПР определяем по формуле:

$$K_{\text{яв}} = \frac{Q_{\text{пр}}}{\Phi_{\text{пр}} \cdot K_{\text{в}}} \quad (3.2)$$

- где $K_{\text{в}}$ – Коэффициент выполнения норм ($K_{\text{в}}$);
– годовой эффективный фонд времени рабочего ($\Phi_{\text{пр}} = \dots$);
– трудоемкость работ на годовую программу по данной операции, ч.

$$T_{\text{год}} = \dots \quad (3.3)$$

Далее рассчитываем явочное количество ОПР для операций контактной точечной сварки:

$$K_{\text{яв}} = \frac{172 \cdot 7}{60 \cdot 1725 \cdot 1,2} = 0,0972$$

Принимаем n равным 1 человек.

Рассчитываем явочное количество ОПР для операций ручной дуговой сварки в среде смеси газов неплавящимся вольфрамовым электродом:

$$K_{\text{яв}} = \frac{498 \cdot 7}{60 \cdot 1725 \cdot 1,2} = 0,028$$

Принимаем n равным 1 человек.

Таким образом, на каждой из операции достаточно по одному человеку.

3.2.3 Расчет количества вспомогательных рабочих

Расчет ведется по категориям ремонтной сложности обслуживаемого ими оборудования.

Численность слесарей по механическому ремонтному обслуживанию

Численность слесарей по механическому ремонтному обслуживанию механической части оборудования определяется по формуле:

$$K_{\text{сл}} = \frac{\sum E_{\text{р.мех}} \cdot N_{\text{во}} \cdot m}{t_{\text{см}} \cdot K_{\text{вн}}} (1 + K_{\text{пр}}) \quad (3.4)$$

где $\sum E_{\text{р.мех}}$ – общая сумма ремонтной сложности механической части оборудования, РЕ;

$N_{\text{во}}$ – норма времени на обслуживание на одну ремонтную единицу в смену ($N_{\text{во}}=0,8$ мин/1РЕ);

m – число смен работы, $m = 1$;

$t_{\text{см}}$ – продолжительность одной смены, $t_{\text{см}} = 480$ мин;

$K_{\text{вн}}$ – коэффициент выполнения норм слесарей, $K_{\text{вн}} = 1,1$;

$K_{\text{пр}}$ – коэффициент, учитывающий плановые потери времени слесарей, $K_{\text{пр}} = 0,1$.

$$E_{\text{р.мех}} = 4 \cdot 1 = 4\text{РЕ}$$

$$K_{\text{сл}} = \frac{\sum E_{\text{р.мех}} \cdot N_{\text{во}} \cdot m}{t_{\text{см}} \cdot K_{\text{вн}}} (1 + K_{\text{пр}}) = \frac{4 \cdot 0,8 \cdot 1}{480 \cdot 1,1} (1 + 0,1) = 0,0067$$

Принимаем одного слесаря по механическому ремонту и обслуживанию механической части оборудования.

Численность слесарей по межремонтному обслуживанию электрической части оборудования

$$K_{\text{эл}} = \frac{\sum E_{\text{р.эл}} \cdot N_{\text{эл}} \cdot m}{t_{\text{см}} \cdot K_{\text{вн}}} \quad (3.5)$$

где $\sum E_{\text{р.эл}}$ – общая сумма ремонтной сложности электрической части всего оборудования, РЕ;

$N_{\text{эл}}$ – норма времени обслуживания на одну ремонтную единицу в смену (0,9 мин/1 РЕ).

Рассчитаем общую сумму ремонтной сложности электрической части всего оборудования:

$$E_{\text{р.мех}} = 1 \cdot 1 + 3 \cdot 1 = 4\text{РЕ}$$

$$K_{\text{эл}} = \frac{\sum E_{\text{р.эл}} \cdot N_{\text{эл}} \cdot m}{t_{\text{см}} \cdot K_{\text{вн}}} = \frac{4 \cdot 0,9 \cdot 1}{480 \cdot 1,1} = 0,0068$$

Принимаем одного слесаря по межремонтному обслуживанию электрической части оборудования.

Численность наладчиков рассчитываем по формуле:

$$K_{\text{нал}} = \frac{\sum E_{\text{р}}}{N_{\text{он}}} (1 + K_{\text{пр}}) \quad (3.6)$$

где $E_{\text{р}}$ – суммарное количество единиц ремонтной сложности оборудования линии, РЕ;

$N_{\text{он}}$ – норма обслуживания на одного наладчика, $N_{\text{он}} = 200$ РЕ.

$$K_{\text{нал}} = \frac{\sum E_{\text{р}}}{N_{\text{он}}} (1 + K_{\text{пр}}) = \frac{4 + 4}{200} (1 + 0,1) = 0,044$$

Принимаем одного человека на должность наладчика.

Всем вспомогательным рабочим назначаем 4 разряд.

3.3 Расчет экономических показателей

3.3.1 Основные материалы за вычетом отходов

Стоимость основных материалов за вычетом отходов рассчитывается по формуле

$$C_{\text{о.м}} = N_{\text{о.м}} \cdot Ц_{\text{о.м}} - P_{\text{отх}} \cdot C_{\text{отх}} \quad (3.7)$$

где $N_{\text{о.м}}$ – норма расхода основных материалов, кг;

$Ц_{\text{о.м}}$ – цена основного материала, руб./кг;

$P_{\text{отх}}$ – вес отходов, кг.

Норма расхода основных материалов рассчитывается по формуле

$$N_{\text{ом}} = M / K_{\text{исп}} \quad (3.8)$$

где M – масса сварной конструкции, кг;

$K_{исп.о.м}$ – коэффициент использования основного материала в сварной конструкции.

$$H_{ом} = M / K_{исп} = 12,09 / 0,9 = 10,88, \text{ кг.}$$

Определяем вес отходов по формуле

$$P_{отх} = (1 - K_{исп}) \cdot H_{ом} = (1 - 0,9) \cdot 10,88 = 1,09 \text{ кг.}$$

Стоимость отходов можно определить по формуле

$$C_{отх} = 0,1 \cdot C_{ом}, \quad (3.9)$$

где $C_{ом}$ – стоимость основного металла, руб./кг.

$$C_{отх} = 0,1 \cdot 289 = 28,9 \text{ руб./кг.}$$

Определяем стоимость основных материалов

$$C_{ом} = H_{о.м} \cdot Ц_{о.м} - P_{отх} \cdot C_{отх} = 10,88 \cdot 289 - 1,09 \cdot 28,9 = 3113 \text{ руб.}$$

Таким образом на изготовление выхлопной трубы в количестве 7 штук требуется потратить основного материала на стоимость 21790 руб.

3.3.2 Расчет стоимости сварочных материалов

Стоимость сварочных материалов рассчитывается по формуле

$$C_{м} = C_{пр} + C_{г}, \quad (3.10)$$

где $C_{пр}$ – стоимость сварочной проволоки, руб.;

$C_{г}$ – стоимость защитного газа (аргон + кислород), руб.

Стоимость сварочной проволоки определяется по формуле:

$$C_{пр} = H_{пр} \cdot Ц_{пр} \cdot V_{нм}, \quad (3.11)$$

где $H_{пр}$ – норма удельного расхода проволоки на 1 кг наплавленного металла;

$Ц_{пр}$ – цена проволоки, руб./кг;

$V_{нм}$ – вес наплавленного металла, кг.

$$C_{\text{пр}} = H_{\text{пр}} \cdot C_{\text{пр}} \cdot B_{\text{нм}} = 1,03 \cdot 315 \cdot 1,47 = 476,9 \text{ руб.}$$

Стоимость защитного газа определяется по формуле

$$C_{\text{Г}} = (t_{\text{шт.г.}} + n \cdot t_{\text{вс.г.}}) \cdot V_{\text{Г}} \cdot C_{\text{Г}}, \quad (3.12)$$

где $t_{\text{вс.г.}}$ – вспомогательное время затраченное на подачу защитного газа до сварки и после сварки, мин ($t_{\text{вс.г.}} = 1$ мин);

n – количество операций ($n = 11$);

$V_{\text{Г}}$ – объём подаваемого защитного газа в 1 минуту, л.мин ($V_{\text{Г}} = 8$ л.мин).

$C_{\text{Г}}$ – цена газа, руб/л ($C_{\text{Г}} = 0,174$ руб/л).

$$C_{\text{Г}} = (t_{\text{шт.г.}} + n \cdot t_{\text{вс.г.}}) \cdot V_{\text{Г}} \cdot C_{\text{Г}} = (498 + 11 \cdot 1) \cdot 8 \cdot 0,174 = 708,5 \text{ руб.}$$

Определим стоимость сварочных материалов

$$C_{\text{м}} = C_{\text{пр}} + C_{\text{Г}} = 476,9 + 708,5 = 1185 \text{ руб.}$$

Таким образом на изготовление выхлопной трубы в количестве 7 штук требуется потратить основного материала на стоимость 8298 руб.

Стоимость сжатого воздуха затраченного на контактную точечную сварку определяется по формуле

$$C_{\text{в}} = V_{\text{з}} \cdot C_{\text{в}}, \quad (3.13)$$

где $V_{\text{з}}$ – объём затраченного газа;

$C_{\text{в}}$ – цена сжатого воздуха, руб./кг.

Объём затраченного сжатого воздуха определяется по формуле

$$V_{\text{з}} = V_{\text{ц}} \cdot K, \quad (3.14)$$

где $V_{\text{ц}}$ – объём цилиндра машины контактной точечной сварки, $0,01256 \text{ м}^3$;

K – количество сварных точек, 506 шт.

$$V_{\text{з}} = V_{\text{ц}} \cdot K = 0,01256 \cdot 506 = 6,355 \text{ м}^3.$$

Рассчитываем стоимость затраченного сжатого воздуха

$$C_{\text{в}} = V_{\text{з}} \cdot C_{\text{в}} = 6,355 \cdot 0,9 = 5,72 \text{ руб.}$$

Стоимость воды, затраченной на охлаждение электродов контактной точечной машины во время сварки, определяется по формуле

$$C_{\text{вод}} = V \cdot C_{\text{вод}} \quad (3.15)$$

где V – объем затраченной воды, $0,5 \text{ м}^3$;

$C_{\text{в}}$ – цена воды, руб./ м^3 .

$$C_{\text{вод}} = V \cdot C_{\text{вод}} = 0,5 \cdot 22,5 = 11,25 \text{ руб.}$$

Сумма затрат сжатого воздуха и воды на контактную точечную сварку выхлопной трубы в количестве 7 штук: $7 \cdot (5,82 + 11,25) = 119,5$.

Сумма всех затрат на вспомогательный материал для семи деталей равняется 1418 руб.

3.3.3 Стоимость технологической электроэнергии

Определим стоимость технологической электроэнергии для 7 изделий (годовая программа выпуска) по формуле

$$C_{\text{тех.эл.}} = N_{\text{эл.}} \cdot C_{\text{эл.}} \cdot V_{\text{нап.мет.}} \quad (3.16)$$

где $N_{\text{эл.}}$ – норма расхода электроэнергии на 1 кг наплавленного металла;

$C_{\text{эл.}}$ – цена электроэнергии, руб/кВтч, р ($C_{\text{эл.}} = 1,733 \text{ руб/кВтч}$);

$V_{\text{нап.мет.}}$ – масса наплавленного металла, кг.

Рассчитаем стоимость технологической электроэнергии

$$C_{\text{тех.эл.}} = 6 \cdot 1,733 \cdot 1,47 \cdot 7 = 107 \text{ руб.}$$

Учитывая использование предлагаемого оборудования (КПД = 95%), то потери электроэнергии составят 5%, следовательно стоимость технологической электроэнергии составит

$$C_{\text{тех.эл.}} = 183,7 \cdot 1,05 = 112,3 \text{ руб.}$$

Стоимость силовой электроэнергии

Стоимость расхода силовой электроэнергии в год, потребляемой электродвигателями и однобалочным мостовым краном рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{эл.сил.}} = W_{\text{год}} \cdot C_{\text{эл.}} \quad (3.17)$$

где $W_{\text{год}}$ – расход силовой электроэнергии в год, кВтч;

$C_{\text{эл.}}$ – цена 1 кВтч ($C_{\text{эл.}} = 1,733$ руб.).

$$W_{\text{год}} = M_{\text{акт.}} \cdot \Phi_{\text{д.см.}} \cdot m \cdot K_{\text{заг}}, \quad (3.18)$$

где $M_{\text{акт.}}$ – сумма активных мощностей, кВтч;

m – количество смен (1 смена);

$\Phi_{\text{д.см.}}$ – действительный годовой фонд времени работы оборудования для одной смены ($\Phi_{\text{д.см.}} = 1975$ ч);

$K_{\text{заг}}$ – коэффициент загрузки оборудования по времени.

Сумма активных мощностей рассчитывается по формуле

$$M_{\text{акт.}} = M_{\text{уст.}} \cdot K_{\text{заг}}, \quad (3.19)$$

где $M_{\text{уст.}}$ – установленная мощность оборудования.

Рассчитаем сумму активных мощностей

$$M_{\text{акт.}} = M_{\text{уст.}} \cdot K_{\text{заг}} = (2 \cdot 1 + 22 \cdot 2 + 7,5 + 22 + 75) \cdot 0,02 = 3 \text{ кВт.}$$

Рассчитаем расход силовой электроэнергии в год

$$W_{\text{год}} = M_{\text{акт.}} \cdot \Phi_{\text{д.см.}} \cdot m \cdot K_{\text{заг}} = 3 \cdot 1975 \cdot 1 \cdot 0,02 = 118,5 \text{ кВт.}$$

Рассчитаем стоимость расхода силовой электроэнергии

$$C_{\text{эл.сил.}} = W_{\text{год}} \cdot C_{\text{эл.}} = 118,5 \cdot 1,733 = 205,4 \text{ руб.}$$

Расчет стоимости силовой электроэнергии на 1 изделие производится по формуле:

$$C_{\text{сил.эл.1}} = C_{\text{сил.эл.}} / N_{\text{зап}}, \quad (3.20)$$

Рассчитаем стоимость силовой электроэнергии на 1 изделие

$$C_{\text{сил.эл.1}} = C_{\text{сил.эл.}} / N_{\text{зап}} = 205,4/7 = 29,34 \text{ руб.}$$

3.3.4 Расчет заработной платы ОНР

Общий фонд заработной платы основных производственных рабочих состоит из основной заработной платы, дополнительной заработной платы и премии. Расчет производим по формуле

$$З_{\text{общ}} = З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}} + П, \quad (3.21)$$

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{тар}} \cdot K_{\text{рк}} \cdot K_{\text{доп}}, \quad (3.22)$$

где $K_{\text{рк}}$ – районный коэффициент, $K_{\text{рк}} = 1,15$;

$З_{\text{тар}}$ – тарифный фонд З/П, руб;

$K_{\text{доп}}$ – коэффициент доплат.

Тарифный фонд заработной платы рассчитывается по формуле

$$З_{\text{тар}} = T_{\text{год.}i} \cdot Ч_j, \quad (3.23)$$

где $T_{\text{год.}i}$ – трудоемкость годовой программы на i -ой операции, н/ч;

$Ч_j$ – часовая тарифная ставка j -го разряда (для сварщиков 5 разряда $Ч_j = 64$ руб./ч.).

Определим трудоемкость годовой программы для сборки и сварки на контактной точечной машине

$$T_{\text{год.1}} = t_{\text{шт.1}} \cdot N_{\text{зап}} / 60 = 172 \cdot 7 / 60 = 20,07 \text{ н/ч.}$$

Определим трудоемкость годовой программы для сборки и сварки в смеси газов неплавящимся вольфрамовым электродом всех деталей и узлов выхлопной трубы

$$T_{\text{год.2}} = t_{\text{шт.2}} \cdot N_{\text{зап}} / 60 = 498 \cdot 7 / 60 = 58,1 \text{ н/ч.}$$

$$З_{\text{тар.1}} = T_{\text{год.1}} \cdot Ч_5 = 20,07 \cdot 64 = 1284 \text{ руб.}$$

$$З_{\text{тар.2}} = T_{\text{год.2}} \cdot Ч_5 = 58,1 \cdot 64 = 3718 \text{ руб.}$$

Определим основную заработную плату

$$Z_{\text{осн.1}} = Z_{\text{тар}} \cdot K_{\text{рк}} \cdot K_{\text{доп}} = 1284 \cdot 1,15 \cdot 1,13 = 1669 \text{ руб};$$

$$Z_{\text{осн.2}} = Z_{\text{тар}} \cdot K_{\text{рк}} \cdot K_{\text{доп}} = 3718 \cdot 1,15 \cdot 1,13 = 4832 \text{ руб}.$$

Дополнительная заработная плата определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{доп}} = 0,1 \cdot Z_{\text{осн}}, \quad (3.24)$$

$$Z_{\text{доп1}} = 0,1 \cdot Z_{\text{осн1}} = 0,1 \cdot 1669 = 166,9 \text{ руб};$$

$$Z_{\text{доп2}} = 0,1 \cdot Z_{\text{осн2}} = 0,1 \cdot 4832 = 483,2 \text{ руб}.$$

Премия определяется по формуле

$$P_i = 0,6(Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (3.25)$$

$$P_1 = 0,6(Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0,6(1669 + 166,9) = 1102 \text{ руб};$$

$$P_2 = 0,6(Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0,6(4832 + 483,2) = 3189 \text{ руб}.$$

Определяем общую заработную плату ОПР

$$Z_{\text{общ.1}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} + P = 1669 + 166,9 + 1102 = 2938 \text{ руб}.$$

$$Z_{\text{общ.2}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} + P = 4832 + 483,2 + 3189 = 8504 \text{ руб}.$$

Расчетные данные сводим в таблицу 3.2.

Таблица 3.2 – Заработная плата ОПР

Операция	Т _{год}	Z _{тар}	Z _{осн}	Z _{доп}	П	Z _{общ}
	руб					
Сборка и сварка на контактной точечной машине	20,07	1284	1669	166,9	1102	2938
Сборка и сварка в смеси газов неплавящимся вольфрамовым электродом	59,1	3718	4832	483,2	3189	8504
Итого:			6501			11440

Расчет заработной платы вспомогательных рабочих

Общий фонд заработной платы вспомогательных рабочих состоит также из основной заработной платы, дополнительной заработной платы и премии.

Основная заработная плата рассчитывается по формуле

$$З_{\text{осн}} = K_{\text{сп}} \cdot K_{\text{р.к.}} \cdot \Phi_{\text{д}} \cdot Ч_{\text{j}}, \quad (3.26)$$

где $K_{\text{сп}}$ – количество вспомогательных рабочих по списку;

$K_{\text{р.к.}}$ – районный коэффициент (в Новосибирской области 1,15);

$\Phi_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд времени (1815 ч);

$Ч_{\text{j}}$ – часовая тарифная ставка j -го разряда ($Ч_3 = 70$ руб./ч.).

$$З_{\text{осн}} = K_{\text{сп}} \cdot K_{\text{р.к.}} \cdot \Phi_{\text{д}} \cdot Ч_{\text{j}} = 3 \cdot 1,15 \cdot 1815 \cdot 70 = 156543,75 \text{ руб.}$$

$$З_{\text{доп}} = 0,1 \cdot З_{\text{осн}} = 0,1 \cdot 156543,75 = 15654,38 \text{ руб.}$$

$$П = 0,6 \cdot (З_{\text{доп}} + З_{\text{осн}}) = 0,6 \cdot (15654,38 + 156543,75) = 103318,88 \text{ руб.}$$

$$З_{\text{общ}} = З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}} + П = 156543,75 + 15654,38 + 103318,88 = 275517 \text{ руб.}$$

Для вспомогательных рабочих необходимо учесть коэффициент трудового участия при изготовлении выхлопной трубы, который равен 0,002. Исходя из этого:

$$З_{\text{общ}} = 0,002 \cdot 275517 = 551 \text{ руб.}$$

Определим общий фонд заработной платы ОПР и вспомогательных рабочих

$$З_{\text{общ}} = З_{\text{общ}}^{\text{опр}} + З_{\text{общ}}^{\text{всп}} = 11440 + 551 = 11991 \text{ руб.}$$

Определим отчисления на социальное страхование фонда

$$O_{\text{с/с}} = O_{\text{соц.ст.}} \cdot З_{\text{общ}}, \quad (3.27)$$

где $O_{\text{соц.ст.}}$ – отчисления на социальное страхование в процентном отношении.

$$O_{\text{с/с}} = O_{\text{соц.ст.}} \cdot З_{\text{общ}} = 0,34 \cdot 11991 = 2878 \text{ руб.}$$

3.3.5 Затраты на амортизацию, содержание и эксплуатацию оборудования

Общие затраты на сборочно-сварочное оборудование рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{обор}} = (A_{\text{год}} + Z_{\text{г.з.обор.}} + Z_{\text{год.сто}} + C_{\text{сил.эл.}} + Z_{\text{общ}}^{\text{всп}} + A_S) / N_{\text{зап}} \quad (3.28)$$

где $A_{\text{год}}$ – годовые затраты на амортизацию оборудования, руб;

$Z_{\text{г.з.обор.}}$ – годовые затраты на содержание и эксплуатацию оборудования, руб;

$Z_{\text{год.сто}}$ – годовые затраты на СТО, руб;

A_S – амортизация рабочих площадей, руб;

$C_{\text{сил.эл.}}$ – стоимость сжатого воздуха и воды затраченных на контактную точечную сварку, руб;

$Z_{\text{общ}}^{\text{всп}}$ – общий фонд заработной платы вспомогательных рабочих, руб.

Годовые затраты на амортизацию оборудования рассчитываются по формуле

$$A_{\text{год}i} = C_{\text{опт}i} (1 + K_{\text{тр.м}}) N_{\text{об}i} \cdot K_{\text{об}i} \cdot K_z / 100 \quad (3.29)$$

где $C_{\text{опт}i}$ – оптовая цена оборудования на i -ой операции, руб;

$K_{\text{тр.м}}$ – коэффициент транспортно-монтажных работ;

$N_{\text{об}i}$ – норма амортизации оборудования на i -ой операции, %;

$K_{\text{об}i}$ – количество принятого оборудования на i -ой операции, шт.

Рассчитаем годовые затраты на амортизацию контактной точечной машины

$$A_{\text{год}1} = C_{\text{опт}1} (1 + K_{\text{тр.м}}) N_{\text{об}1} \cdot K_{\text{об}1} \cdot K_z / 100 = 292000(1+0) \cdot 26 \cdot 1 \cdot 0,0103 / 100 = 782 \text{ руб.}$$

Рассчитаем годовые затраты на амортизацию установки для сварки в смеси газов неплавящимся вольфрамовым электродом

$$A_{\text{год}2} = C_{\text{опт}2} (1 + K_{\text{тр.м}}) N_{\text{об}2} \cdot K_{\text{об}2} \cdot K_z / 100 = 465000(1+0) \cdot 26 \cdot 1 \cdot 0,0298 / 100 = 3603 \text{ руб.}$$

Рассчитаем годовые затраты на амортизацию сборочно-сварочных приспособлений (3 штук)

$$A_{\text{год3}} = \Pi_{\text{оптi}}(1+K_{\text{тр.м}})N_{\text{обi}} \cdot K_{\text{обi}} \cdot K_{\text{зи}} / 100 = \\ = (7300+13650+15050) \cdot (1+0) \cdot 26 \cdot 1 \cdot 0,02 / 100 = 624 \text{ руб.}$$

Рассчитаем годовые затраты на содержание и эксплуатацию оборудования

$$Z_{\text{г.з.обор.}} = \Pi_{\text{оптi}} \cdot (1+K_{\text{тр.м}}) \cdot \Pi_{\text{сод.об.}} \cdot K_{\text{об.i}} \cdot K_{\text{з}} / 100 \quad (3.30)$$

где $\Pi_{\text{сод.об.}}$ – затраты на содержание и эксплуатацию оборудования, %.

Рассчитаем годовые затраты на содержание и эксплуатацию контактной точечной машины

$$Z_{\text{г.з.обор.1}} = \Pi_{\text{оптi}}(1+K_{\text{тр.м}}) \Pi_{\text{сод.об.}} \cdot K_{\text{обi}} \cdot K_{\text{зи}} / 100 = \\ = 292000(1+0) \cdot 20 \cdot 1 \cdot 0,0103 / 100 = 601,5 \text{ руб.}$$

Рассчитаем годовые затраты на содержание и эксплуатацию установки для сварки в смеси газов неплавящимся вольфрамовым электродом

$$Z_{\text{г.з.обор.2}} = \Pi_{\text{оптi}}(1+K_{\text{тр.м}}) \Pi_{\text{сод.об.}} \cdot K_{\text{обi}} \cdot K_{\text{зи}} / 100 = \\ = 465000(1+0) \cdot 20 \cdot 1 \cdot 0,0298 / 100 = 2771 \text{ руб.}$$

Рассчитаем годовые затраты на содержание и эксплуатацию сборочно-сварочных приспособлений (3 штук)

$$Z_{\text{г.з.обор.3}} = \Pi_{\text{оптi}}(1+K_{\text{тр.м}}) \Pi_{\text{сод.об.}} \cdot K_{\text{обi}} \cdot K_{\text{зи}} / 100 = \\ = (7300+13650+15050) \cdot (1+0) \cdot 20 \cdot 1 \cdot 0,02 / 100 = 480 \text{ руб.}$$

Рассчитаем годовые затраты на СТО по следующей формуле

$$Z_{\text{год.сто}} = \Pi_{\text{оптi}} \cdot (1+K_{\text{тр.м}}) \cdot Z_{\text{сто}} \cdot K_{\text{об.i}} \cdot K_{\text{з}} / 100 \quad (3.31)$$

где $Z_{\text{сто}}$ – затраты на СТО, руб.

Рассчитаем годовые затраты на СТО контактной точечной машины

$$\begin{aligned} Z_{\text{год.сто 1}} &= \Pi_{\text{опт}}(1+K_{\text{тр.м}}) \cdot Z_{\text{сто}} \cdot K_{\text{об}} \cdot K_{\text{зи}}/100 = \\ &= 292000(1+0) \cdot 10 \cdot 1 \cdot 0,0103/100 = 300,8 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Рассчитаем годовые затраты на на СТО установки для сварки в смеси газов неплавящимся вольфрамовым электродом

$$\begin{aligned} Z_{\text{год.сто 2}} &= \Pi_{\text{опт}}(1+K_{\text{тр.м}}) \cdot Z_{\text{сто}} \cdot K_{\text{об}} \cdot K_{\text{зи}}/100 = \\ &= 465000(1+0) \cdot 10 \cdot 1 \cdot 0,0298/100 = 1386 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Рассчитаем годовые затраты на на СТО сборочно-сварочных приспособлений (3 штук)

$$\begin{aligned} Z_{\text{год.сто 3}} &= \Pi_{\text{опт}}(1+K_{\text{тр.м}}) \cdot Z_{\text{сто}} \cdot K_{\text{об}} \cdot K_{\text{зи}}/100 = \\ &= (7300+13650+15050) \cdot (1+0) \cdot 10 \cdot 1 \cdot 0,02/100 = 240 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Амортизация рабочих площадей рассчитывается по формуле

$$A_S = H_s \cdot S_i \cdot C_{\text{1кв.м}} \cdot K_{\text{об}}, \quad (3.32)$$

где H_s – норма амортизации производственной площади (0,03);

S – занимаемая площадь, м^2 ;

$C_{\text{1кв.м}}$ – стоимость одного м^2 , руб.

Рассчитаем амортизацию площади занимаемой установкой для контактной точечной сварки

$$A_{S1} = H_s \cdot S_i \cdot C_{\text{1кв.м}} \cdot K_{\text{об}} = 0,03 \cdot 28 \cdot 3000 \cdot 1 = 2520 \text{ руб.}$$

Рассчитаем амортизацию площади занимаемой установкой для сварки в смеси газов неплавящимся вольфрамовым электродом

$$A_{S2} = H_s \cdot S_i \cdot C_{\text{1кв.м}} \cdot K_{\text{об}} = 0,03 \cdot 91 \cdot 3000 \cdot 1 = 8190 \text{ руб.}$$

Рассчитываем общие затраты на сборочно-сварочное оборудование для одного изделия:

$$\begin{aligned} Z_{\text{обор}} &= (A_{\text{год}} + Z_{\text{г.з.обор.}} + Z_{\text{год.сто}} + C_{\text{сил.эл.}} + Z_{\text{общ}}^{\text{всп}} + A_S) / N_{\text{зап}} = \\ &= ((782+3603+624) + (601,5+2771+480) + (300,8+1386+240) + \\ &+ 29,34+551+(2520+8190)) / 7 = 3154 \text{ руб.} \end{aligned}$$

3.4 Общецеховые и общезаводские расходы

Общеховые расходы рассчитываются по формуле

$$\text{Ц}_{\text{цех}} = \text{З}_{\text{осн}} \cdot \text{Р}_{\text{цех}}, \quad (3.33)$$

где $\text{Р}_{\text{цех}}$ – цеховые расходы, %;

$\text{З}_{\text{осн}}$ – основная заработная плата ОПР, руб.

$$\text{Ц}_{\text{цех}} = \text{З}_{\text{осн}} \cdot \text{Р}_{\text{цех}} = (1669 + 4832) \cdot 240 / 100 = 15600 \text{ руб.}$$

Общезаводские расходы рассчитываются по формуле

$$\text{Ц}_{\text{зав}} = \text{З}_{\text{осн}} \cdot \text{Р}_{\text{зав}}, \quad (3.34)$$

где $\text{Р}_{\text{зав}}$ – заводские расходы, %.

$$\text{Ц}_{\text{зав}} = \text{З}_{\text{осн}} \cdot \text{Р}_{\text{зав}} = (1669 + 4832) \cdot 500 / 100 = 32510 \text{ руб.}$$

Калькуляция себестоимости изделия

Рассчитав статьи расходов, составим калькуляцию себестоимости на годовую программу выпуска (таблица 3.3).

Таблица 3.3 – Калькуляция себестоимости изделий (на годовую программу выпуска)

Смета затрат	Сумма, руб.
1 Основные материалы за вычетом отходов	21790
2 Вспомогательные материалы	1418
3 Технологическая электроэнергия	112,3
4 Заработная плата ОПР	11440
5 Отчисления в фонды социального страхования	2878
6 Затраты на амортизацию, содержание и эксплуатацию оборудования	22080
7 Общецеховые расходы	15600
8 Общезаводские расходы	32510
ИТОГО	107800

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе разработана технология сборки и сварки выхлопной трубы вспомогательной установки гражданского самолета.

В работе рассмотрены вопросы, связанные с технологичностью конструкции и технологичностью выбранного материала, выбран способ сварки, назначены режимы и выбрано серийное сварочное оборудование. Для обеспечения точности сборки разработаны сборочно-сварочные приспособления, применяемые на всех стадиях изготовления.

Спроектированные сборочно-сварочные приспособления, позволяют обеспечить не только высокие технические характеристики, надежность и ресурс, но и получить изделие с заданным уровнем качественных характеристик и высокими технико-экономическими показателями при производстве, эксплуатации и ремонте.

В экономическом разделе проекта рассчитали смету затрат на годовую программу выпуска, она составила 107800 рублей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Стандарт организации. Система менеджмента качества Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной и научной деятельности СТО 4.2-07-2008.
2. Металлические конструкции / под ред. Е. И. Беленя. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1976. – 600с.
3. Металлические конструкции: справочник проектировщика / под ред. Н. П. Мельникова. – М.: Стройиздат, 1980. – 776с.
4. Николаев Г. А. Сварные конструкции / Г. А. Николаев, В. А. Винокуров. – М.: Высшая школа, 1990. – 446 с.
5. Сварка и резка в промышленном строительстве: справочник строителя. – в 2 т. / под ред. Б.Д. Малышева. - М.: Стройиздат, 1989. – т. 2. - 392 с.
6. Гитлевич А. Д. Альбом механического оборудования сварочного производства / А. Д. Гитлевич, Л. А. Животинский, А. И. Клейнер. – М.: Высшая школа, 1974. – 159с.
7. Юрьев В.П. Справочное пособие по нормированию материалов и электроэнергии для сварочной техники. М.: Машиностроение, 1972. – 52 с.
8. Севбо П. И. Конструирование и расчёт механического сварочного оборудования. Киев: Наукова думка, 1978. – 400с.
9. Шебеко Л. П. Оборудование и технология автоматической и полуавтоматической сварки: учебное пособие для проф.-техн. училищ. М.: Высшая школа, 1970. – 344 с.
10. Силантьева Н. А. Техническое нормирование труда в машиностроении: учебник для учащихся сред. спец. заведений по курсу «Техническое нормирование труда в машиностроении» / А. Н. Силантьева, В. Р. Малиновский. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1990. – 256 с.
11. Китаев А. М. Справочная книга сварщика / А. М. Китаев, Я. А. Китаев. – М.: Машиностроение, 1985. – 256 с.
12. Михайлов А. М. Соппротивление материалов: учебник для техникумов. – М.: Стройиздат, 1989. – 352 с.
13. Васильев А. А. Металлические конструкции: учебное пособие для техникумов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1979. – 472 с.
14. Окерблом Н. О. Конструктивно – технологическое проектирование сварных конструкций. М. – Л.: Машиностроение, 1964. – 420 с.

15. Куркин С.А. Сварные конструкции. Технология изготовления, механизация, автоматизация и контроль качества в сварочном производстве / С.А. Куркин, Г.А. Николаев. – Машиностроение, 1991. – 398 с.

16. Куркин С.А. Технология, механизация и автоматизация производства сварных конструкций: атлас / С.А. Куркин, В.М. Ховов, А.М. Рыбачук. – М.: Машиностроение, 1989. – 328 с.
