

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы»

(наименование)

15.03.01 «Машиностроение»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

«Оборудование и технология сварочного производства»

(направленность (профиль)/специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Технология и оборудование для сборки и сварки корпуса  
маслоприемника системы смазки гидротурбины

Студент

И.А. Нестеров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент А.Л. Федоров

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Консультанты

к.т.н., доцент Н.В. Зубкова

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

к.т.н., доцент А.Н. Москалюк

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2020

## Аннотация

Цель настоящей работы – снижение себестоимости изготовления корпуса среднего за счёт снижения трудоёмкости сборки, сварки, достигаемой совершенствованием сборочно-сварочной оснастки, а также снижение расхода металла и сварочных материалов, направленных на повышение качества изделия.

Для достижения поставленной цели бакалаврской работы были решены следующие задачи: Разработана конструкция проектного варианта корпуса среднего маслоприёмника более технологичная, чем в базовом варианте; Разработан технологический процесс автоматической сварки корпуса среднего; Подобрано оборудование и необходимая оснастка для реализации разработанного технологического процесса; Предусмотрены мероприятия по защите здоровья и жизни производственного персонала и окружающей среды от опасных и вредных факторов разработанного технологического процесса; Экономически обоснованы предложенные технические решения.

Пояснительная записка содержит 60 стр., 8 рисунков, 12 таблиц.

Проанализированы конструкция и условия эксплуатации изделия, особенности свариваемости материала. Проведен анализ базового технологического процесса, выявлены недостатки базовой технологии – низкая степень автоматизации. Разработана конструкция более технологичного корпуса изделия. Разработан технологический процесс автоматической сварки изделия. Подобрано оборудование и спроектирована сборочная оснастка. Для защиты персонала участка от вредных факторов при операциях сварки предложены соответствующие технические и организационные мероприятия. Ожидаемый экономический эффект составит 48403800 рублей.

## Содержание

Введение.....	5
1 Анализ исходных данных и известных технических решений .....	7
1.1 Описание изделия и условий его эксплуатации .....	7
1.2 Анализ свариваемости сталей 09Г2С и стали 20 .....	9
1.3 Применяемая технология сварки корпуса маслоприемника .....	11
1.4 Технологичность применяемого варианта сварной конструкции .....	15
1.5 Задачи работы.....	16
2 Проектный технологический процесс.....	18
2.1 Расчет толщины стенок корпуса маслоприемника.....	18
2.2 Проектный вариант сварки корпуса.....	19
3 Безопасность и экологичность разработанного технического объекта.....	32
3.1 Характеристика разработанного технического объекта .....	32
3.2 Профессиональные риски при реализации предложенных технических решений.....	33
3.3 Разработка мероприятий по минимизации действия профессиональных рисков .....	33
3.4. Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.....	34
3.5. Мероприятия по безопасности окружающей среды.....	36
3.6 Заключение по разделу .....	38
4 Экономическая эффективность проекта.....	40
4.1 Вводная информация для выполнения экономических расчетов .....	40
4.3 Расчёт нормы штучного времени на выполняемые технологические операции.....	42
4.4 Капитальные вложения в оборудование.....	44
4.5 Расчет себестоимости сравниваемых вариантов .....	46
5.6 Расчет экономической эффективности разрабатываемого проекта .....	53
Заключение .....	55
Заключение .....	56

Список используемых источников.....	57
-------------------------------------	----

## Введение

Ассортимент выпускаемой продукции, при изготовлении которой используются технологии получения соединений сваркой, на предприятии Гидроавтоматика разнообразен. Характерной особенностью технической политики предприятия является использование современных научных достижений, новых материалов, передовых технологий и технических решений. Это обеспечивает должные конкурентные преимущества предприятия. Поэтому внедрение новых технологий, в том числе и сварочных, является актуальным.

Однако анализ конструктивных особенностей корпуса среднего маслоприемника и технологического процесса его изготовления показывает, что здесь применяются устаревшие технические решения.

Корпус средний является составной частью маслоприёмника. Маслоприёмник осуществляет отвод масла из сервомотора и протечек из его полости. Средний корпус, в свою очередь, служит резервуаром для масла и для подачи масла к потребителям.

Анализ конструкции корпуса среднего на технологичность, позволяет выявить ряд недостатков, увеличивающих затраты на изготовление корпуса и снижающих его качество.

Технологичность конструкции изделия охватывает совокупность её свойств, определяющих оптимальные затраты труда, материалов, средств и времени при изготовлении изделия. Анализ корпуса на технологичность позволяет выявить следующие его недостатки: применение нестандартных фланцев, изготовление цилиндрического корпуса из листа.

Кроме того, сомнения вызывают некоторые технические решения базовой технологии, например, осуществление сборки в универсальном приспособлении, применение полуавтоматической сварки для кольцевых швов.

Все перечисленное увеличивает трудоемкость изготовления корпуса и затраты материалов.

Отсюда сформулируем цель выпускной квалификационной работы как снижение себестоимости изготовления корпуса среднего за счёт снижения трудоёмкости сборки, сварки, достигаемой совершенствованием сборочно-сварочной оснастки, а также снижение расхода металла и сварочных материалов, направленных на повышение качества изделия.

## **1 Анализ исходных данных и известных технических решений**

### **1.1 Описание изделия и условий его эксплуатации**

В качестве привода некоторых исполнительных механизмов применяют гидропривод. Он представляет из себя комплекс устройств, предназначенных для приведения в движение различного рода исполнительных механизмов и рабочих органов оборудования. По сравнению с электрическим и пневматическим приводом гидравлический привод обладает таким важным преимуществом как показатель мощности на единицу массы. Упомянутые электрические приводы при той же мощности будут на порядок тяжелее. Основные узлы гидравлического привода – насос, гидравлический двигатель и гидрролинии. В систему мощного гидропривода входит маслоприемник. Маслоприемник осуществляет отвод масла из гидромотора и протечек из его полости.

Корпус средний является составной частью маслоприёмника.[1], средний корпус в свою очередь служит резервуаром для масла и для подачи масла к исполнительным механизмам, рисунок 1.1.

Корпус средний представляет собой конструкцию, состоящую из фланцев 1, цилиндров 2, втулки 3, планки 4, патрубка 5, 6, подкладных колец 7, отвода 8, фланца 9.

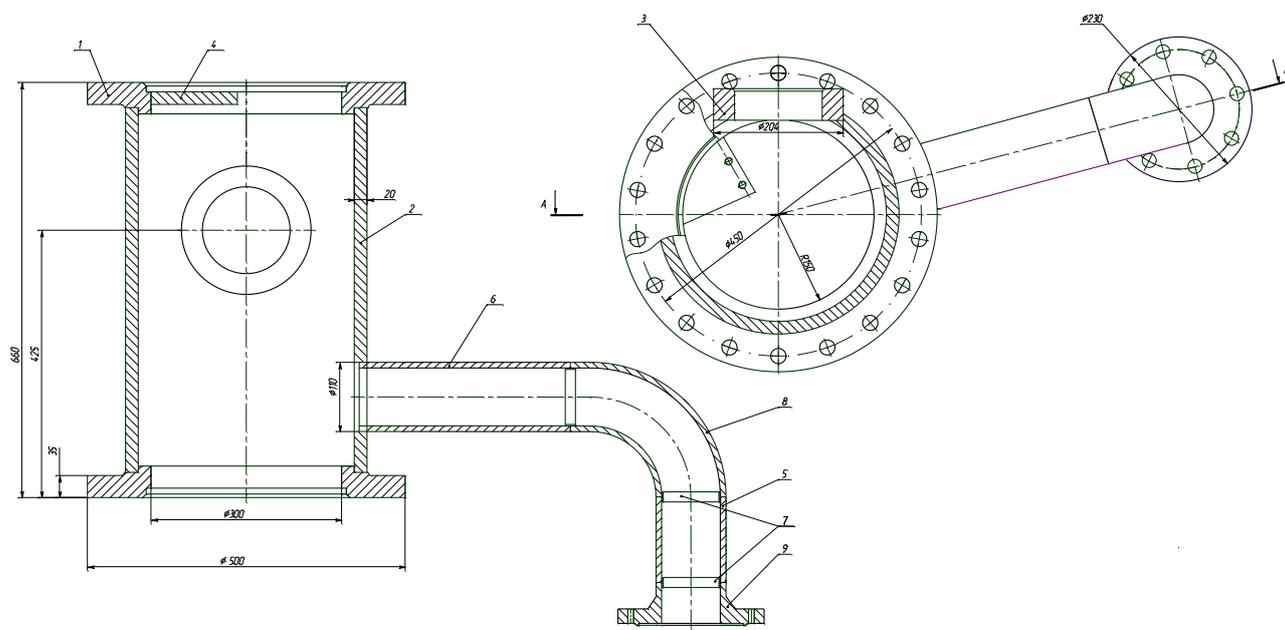


Рисунок 1.1 - Корпус средний маслоприемника (базовый вариант)

Материал конструкции сталь 09Г2С ГОСТ 19282-73; сталь 20 ГОСТ 1050-74.

Сталь 09Г2С относится к конструкционным низколегированным сталям. Механические свойства и химический состав стали 09Г2С отражены в таблице 1.1 и 1.2 [5].

Таблица 1.1 - Нормируемый химический состав стали марки 09Г2С в %, ГОСТ 19282-73

Углерод	Кремний	Марганец	Хром	Медь	Никель	Сера	Фосфор
				Не более			
До 0,12	0,5-0,8	1,3-1,7	До 0,3	0,3	0,3	0,04	0,035

Таблица 1.2 – Механические свойства стали марки 09Г2С

Временное сопротивление, $\sigma_B$ МПа	Предел текучести, $\sigma_T$ МПа	Относительное удлинение, $\delta_0$ , %
Не менее		
470	325	22

Сталь 20 используют для изготовления деталей эксплуатируемых при температурах до 350 град.

Химический состав стали 20 представлен в таблице 1.3, свойства в таблице 1.4. [5].

Сварка элементов корпуса производится по ГОСТ14771-76.

Применяемый присадочный материал – проволока Св-08Г2С.

Таблица 1.3 - Химический состав стали 20, %

C	Si	Mn	Cr	S	P	Cu	Ni	As
			Не более					
0,17-0,24	0,17-0,37	0,35-0,65	0,25	0,04	0,035	0,25	0,25	0,08

Таблица 1.4 - Механические свойства стали 20

$\sigma_{02}$	$\sigma_6$	$\delta_5$	$\psi$	КСУ <i>Дж/см<sup>2</sup></i>
МПа		%		
230	405	28	67	186

Применяемый в базовом технологическом процессе присадочный материал – проволока Св-08Г2С. Химический состав проволоки Св-08Г2С отражен в таблице 1.5. [10].

Таблица 1.5 - Химический состав проволоки Св-08Г2С

Марка проволоки	Содержание элементов, %					
	Mn	Не более				
		C	Si	Cr	Ni	S,P
Св-08Г2С	1-2,1	0,11	0,05	0,20	0,25	0,03

## 1.2 Анализ свариваемости сталей 09Г2С и стали 20

Анализ свариваемости стали 09Г2С и стали 20 позволит выбрать подходящие способы и режимы сварки. Согласно применяемым на практике методикам оценки свариваемости материалы, не способные соединяться сваркой одним способом могут быть успешно соединены другим способом. Или посредством применения специальных технологических приемов. Это следует из того, что методики оценки свариваемости учитывают свойства

свариваемого материала, технологию сварки, конструктивные особенности сварного узла и особенности его эксплуатации.

Следовательно, меняя способ или конструкцию, можно получить вполне работоспособный при данных условиях сварной узел.

Однако при этом следует помнить, что все указанные в документации эксплуатационные требования на конкретный сварной узел должны выполняться. Если анализируемый способ сварки не позволяет обеспечить выполнение хотя бы одного показателя, из предъявляемых к сварному узлу, то анализируемый способ не обеспечивает свариваемость. Но если другой способ обеспечивает выполнение всех эксплуатационных требований к сварному узлу, то данный способ обеспечивает свариваемость.

Подытоживая можно сделать вывод, что материал, соединенный одним способом сварки при одних условиях эксплуатации может быть признан обладающим свариваемостью, а при других может быть признан не обладающим свариваемостью. Также можно сделать вывод, что при одних эксплуатационных требованиях одна конструкция сварного соединения обеспечивает их выполнение и материал свариваемостью обладает. А при другой конструкции эксплуатационные требования не выполняются и материал может быть признан не обладающим свариваемостью.

Поэтому применяемые для оценки свариваемости методики характеризуются комплексностью. Тем не менее, при количественной оценке свариваемости в расчетных формулах, в первую очередь, учитывается содержание тех или иных химических элементов в соединяемом материале. При определении свариваемости, например, сталей, выполняют расчет т.н. углеродного эквивалента. Для низкоуглеродистых и низколегированных сталей, таких как сталь 09Г2С и сталь 20 расчет углеродного эквивалента выполняют по следующей зависимости [8]:

$$C_{\text{э}} = C + \frac{\text{Mn}}{6} + \frac{\text{Cr}}{5} + \frac{\text{Si}}{24} + \frac{\text{Ni}}{40} + \frac{\text{Cu}}{13} + \frac{\text{V}}{14} + \frac{\text{P}}{2},$$

После расчета значений эквивалента углерода выполняется анализ полученных значений. Если эквивалент углерода менее 0,25 сталь относят к категории хорошо сваривающихся. Если эквивалент углерода находится в диапазоне 0,25...0,35 то сталь относят к категории удовлетворительно сваривающихся. В некоторых случаях перед сваркой таких сталей необходим предварительный подогрев свариваемых деталей. Если эквивалент углерода находится в диапазоне 0,35...0,45 то сталь относят к категории ограниченно сваривающихся. Здесь уже необходимы специальные технологические приемы.

Однако расчетные формулы не могут учесть все факторы эксплуатации сварного изделия. Поэтому выполняют сварку технологических проб и по результатам анализа делают вывод о свариваемости. Вывод о свариваемости делают на основании появления горячих или холодных трещин.

Кроме того, в некоторых случаях выполняют разрушение сваренного образца или фрагмента сваренного образца при статическом растяжении или ударном воздействии.

Расчет по формуле (1.1) позволяет утверждать, что данные стали относятся к хорошо свариваемым сталям.

### **1.3 Применяемая технология сварки корпуса маслоприемника**

Сборку конструкции под сварку производят, на универсальном сборочном приспособлении. Сборку корпуса среднего маслоприёмника производят по подузлам.

Подузел 1. Произвести сборку деталей 1, 2, 4, см. рис. 1.2., с разметкой мест установки, с подгонкой по месту стыкуемых кромок.

Прихватить при сборке УОНИ 13/45-4,0 ГОСТ 9466-75 I=130-160А  $I_{пр}=50-80$ мм три прихватки на стык.

Затем произвести визуальный контроль качества прихваток. К качеству прихваток предъявляются такие же требования, как и к сварному шву.

Прихватки, имеющие недопустимые дефекты, обнаруженные при визуальном контроле, следует удалять механическим способом.

Проверить соответствие геометрии изделия требованиям чертежа.

Сварка подузла:

Зачистить места сварки. Варить собранные детали согласно чертежу с вырезкой корня шва, с кантовкой в процессе сварки. При сварке используется полуавтомат ПДГ-508УЗ, выпрямитель сварочный ВДУ-506 УЗ.

1,6 Св-08Г2С ГОСТ 2246-70, CO<sub>2</sub> ГОСТ 8050-85

I=200-420А, U<sub>д</sub>=23-34В

С21 S=20 ГОСТ 14771-76 l=1,2м

T7 S=20 ГОСТ 14771-76 l=2,4м

С8 S=20 ГОСТ 14771-76 l=0,3м

Очистить околошовную зону.

Удалить корень шва С21 воздушно-дуговой резкой (ВДК-8 ГОСТ 10720-75) l=1,2м

Слесарная обработка

Удалить грат после воздушно – дуговой резки, зачистить корень шва и кромки стыка шлифмашинкой до металлического блеска. Удалить металлические брызги после сварки. Передать на термообработку.

Правка.

Править плоскости фланцев с местным нагревом горелкой после термообработки.

Собрать схему гидравлического испытания согласно чертежу Ст 7871-0953.

Установить заглушки в местах указанных на чертеже. Прихватить. Приварить заглушки. Испытать гидравлическим давлением P=60 кгс/см<sup>2</sup>, выдержать 10 минут. Протечки через сварные швы не допускаются. Разобрать схему. Заглушки срезать по технологии ОГТ механическим путем.

Сварка.

Зачистить места сварки. Приварить заглушки согласно чертежу схемы гидроиспытания. УОНИ 13/45- 4,0 ГОСТ 9466-75 I =100-130А

T1 Δ8 ГОСТ 5264-80 l =2,0м. Очистить швы от шлака.

Исправление дефектов.

Устранить дефекты сварных швов выявленных в ходе испытания.

Разметка.

Нанести осевые на цилиндре и фланце. Разметить места расположения отверстий и сами отверстия Ø100 и Ø194 с учётом припуска под механическую обработку.

При разметке учесть припуски на фланцах по толщине.

Газовая резка.

Вырезать отверстия по разметке  $l_p = 1,0$ м.

Слесарная.

Обить грат после газовой резки.

Передать на механическую обработку отверстий.

Подузел 2.

Сборка.

Установить на собранный подузел втулку поз.3=1шт. согласно чертежу.

Прихватить. Произвести сборку подузла из деталей поз.6=1шт., поз.8=1шт., поз.5=1шт, поз.7=3шт., поз.9=1шт. согласно чертежу с разметкой мест установки.

Выдержать установочные и габаритные размеры согласно чертежу.

Прихватить в процессе сборки УОНИ 13/45 –4,0 ГОСТ 9466-75 I=130-160 А  $l_{пр}=30-50$ мм три прихватки на стык.

Сварка.

Зачистить места сварки. Прихватить втулку поз.3 согласно чертежу.

Варить подузел из деталей поз.6, 8, 5, 7, 9 согласно чертежу с кантовкой в процессе сварки. УОНИ 13/45 –4,0 ГОСТ 9466-75 I=100-130А

S10 S=8 ГОСТ 16037-80 l=1,1м вертикальный нестандартный 8\*8 l=0,7м.

Очистить швы от шлака. Очистить околошовную зону.

Слесарная.

Удалить металлические брызги после сварки.

Приемочный контроль.

По окончании сварки и охлаждении изделия производят приемочный контроль. Качество сборочно-сварочных работ контролировать следующими методами неразрушающего контроля: визуально-измерительный контроль сварного шва и обмер сварных соединений (контроль геометрических размеров сварного шва и соединения, качества зачистки сварных швов и поверхностей корпуса подшипника от шлака и брызг металла, наличия недопустимых внешних дефектов сварного шва и околошовной зоны, прожогов, механических повреждений, недопустимых деформаций).

Перед визуальным контролем сварные швы и прилегающая к ним поверхность основного металла шириной не менее 20 мм (по обе стороны шва) должны быть очищены от шлака брызг расплавленного металла, окалины и других загрязнений.

Визуальный контроль производится невооруженным глазом или с помощью лупы 4—7-кратного увеличения для участков требующих уточнения характеристик обнаруженных дефектов с применением, при необходимости, переносного источника света.

Недопустимыми дефектами, выявленными при визуальном контроле сварных соединений, являются: трещины всех видов и направлений; непровары (несплавления) между основным металлом и швом, а также между валиками шва; наплывы (натёки) и брызги металла; незаваренные кратеры; свищи; прожоги; скопления включений.

Измерительный контроль сварных соединений (определение размеров швов, смещения кромок, переломов осей, углублений между валиками, чешуйчатости поверхности швов и др.) следует выполнять в местах, где допустимость этих показателей вызывает сомнения при визуальном контроле, если в ПТД нет других указаний. Размеры и форма шва проверяются с помощью шаблонов, размеры дефекта — с помощью мерительных инструментов.

Результаты контроля считаются удовлетворительными, если не обнаружены трещины, незаваренные прожоги и кратеры, скопления, поверхностные поры (включения), превышающие нормы, и другие дефекты, свидетельствующие о нарушении режима сварки или о недоброкачественности сварочных материалов. При обнаружении недопустимых дефектов вопрос о продолжении сварки или способе исправления дефектов должен решать руководитель сварочных работ.

При удовлетворительных результатах визуально-измерительного контроля произвести гидроиспытания, использовать воду техническую, давление 60 атмосфер, время испытания 10 минут. Не должно быть протечек.

#### **1.4 Технологичность применяемого варианта сварной конструкции**

Технологичность сварных конструкций характеризует комплекс свойств, способствующих изготовлению конструкций с наименьшей затратой средств и времени.

Изделие считается технологичным, если оно запроектировано так, что при его изготовлении обеспечена возможность применения высокопроизводительных технологических процессов. Технологичность сварных конструкций оценивается материалоёмкостью, трудоёмкостью, энергоёмкостью, длительностью производственного цикла и себестоимостью.

Уменьшение веса наплавленного металла увеличивает прочность конструкции и точность ее изготовления.

Изучив разработанный технологический процесс изготовления корпуса среднего маслоприёмника, было выявлено, что конструкция не технологична и имеет следующие недостатки:

- применены нестандартные кольцевые фланцы;

- в местах соединения фланцев с цилиндром сварные соединения работают на срез, применение механизированных способов затруднено, усложнён контроль качества;
- завышена толщина стенки из-за углового соединения фланцев с цилиндром;
- цилиндр изготавливают из гнутой обечайки с одним замыкающим швом;
- сборка производится вручную;
- сварка полуавтоматическая в среде углекислого газа;
- при сварке патрубка применяются подкладные кольца;
- после сборки и сварки применяется термическая обработка для снятия остаточных сварочных напряжений.

Процесс сборки корпуса среднего маслоприёмника трудоёмок и продолжителен во времени и требует использования большого ручного труда. Сложность сборки корпуса среднего маслоприёмника требует разметки мест установок для контроля установки цилиндров с фланцами под сварку. Вся сборка корпуса производится на сборочной плите с подгонкой и подрезкой всех деталей. Процесс сборки корпуса трудоёмок и продолжителен во времени.

Поэтому, чтобы обеспечить качественную сборку, необходимо создать универсальную сборочно-сварочную оснастку, уменьшающую трудоёмкость сборочно-сварочных работ

### **1.5 Задачи работы**

Цель настоящей работы – снижение себестоимости изготовления корпуса среднего за счёт снижения трудоёмкости сборки, сварки, достигаемой совершенствованием сборочно-сварочной оснастки, а также снижение расхода металла и сварочных материалов, направленных на повышение качества изделия. Результатом анализа установлено, что для

повышения технологичности конструкции возможно применение следующих мероприятий, необходимых для повышения качества изготовления корпуса среднего: применение стандартных юбочных фланцев, замена углового соединения на стыковое, изготовление цилиндра из трубы, проведение прочностного расчёта с целью уменьшения стенки цилиндра, осуществление сборки в приспособлении, замена полуавтоматической сварки на автоматическую.

Отсюда сформулируем следующие задачи работы:

1. Разработка конструкции проектного варианта корпуса среднего маслоприёмника более технологичную, чем в базовом варианте.
2. Разработка технологического процесса автоматической сварки корпуса среднего.
3. Подбор оборудования и необходимой оснастки для реализации разработанного технологического процесса.
4. Анализ предлагаемой технологии на предмет безопасности для жизни и здоровья производственного персонала.
5. Экономическая оценка предложенного варианта сварки корпуса усовершенствованной конструкции.

## 2 Проектный технологический процесс

### 2.1 Расчет толщины стенок корпуса маслоприемника

Расчёт по допускаемым напряжениям производим с целью уменьшения толщины стенки цилиндра.

Рассчитываем усилие, действующее в сечении [2]

$$D_{\text{вн}} = 340 \text{ мм} = 0,34 \text{ м}$$

$$P_{\text{д}} = 6 \text{ МПа}$$

$$P = \frac{\pi D^2}{4} \cdot P_{\text{д}}, \quad (2)$$

где  $D_{\text{вн}}$  - внешний диаметр стенки цилиндра

$P_{\text{д}}$  - усилие, действующее в сечении

$$P = \frac{\pi \cdot 0,34^2 \cdot 6 \cdot 10^5}{4} = 0,54 \cdot 10^5 \text{ Н} = 54 \text{ кН}$$

Рассчитываем толщину стенки цилиндра [2]

$$\delta_{\text{ц}} = \frac{2 \cdot P_{\text{д}} \cdot R_{\text{вн}}}{230 \cdot [\sigma] \cdot \varphi - P_{\text{д}}} + c, \quad (3)$$

где  $P_{\text{д}}$  - усилие, действующее в сечении;

$R_{\text{вн}}$  - внутренний радиус стенки цилиндра;

$[\sigma]$  - допускаемое напряжение на основной металл;

$\varphi$  - коэффициент снижения допускаемых напряжений на сварное соединение по сравнению с допускаемым напряжением на основной металл;

$c$  - прибавка к расчетной толщине стенки, которая назначается в зависимости от толщины стенки и условий работы конструкции.

$$\delta_{\text{ц}} = \frac{2 \cdot 4 \cdot 10^5 \cdot 0,17}{230 \cdot 160 \cdot 10^5 \cdot 1 - 4 \cdot 10^5} = \frac{8 \cdot 10^5 \cdot 0,17}{36800 \cdot 10^5 - 4 \cdot 10^5} = 3,7 \text{ мм}$$

Принимаем толщину стенки цилиндра 12 мм.

Произведём расчёт по допускаемым напряжениям в стыковом и угловом соединениях

$$\sigma_{ш} = \frac{P}{F_{ш}} \leq [\sigma_p] \quad (4)$$

где P - реальные усилия действующие в сечении;

Fш – площадь сечения сварного шва.

Рассчитываем напряжение в стыковом соединении при растяжении

$$\sigma_{см} = \frac{P_p}{F_{ш}} = \frac{P_p}{\pi \cdot D \cdot 12 \cdot 10^{-3}} = \frac{6 \cdot 10^5}{3,14 \cdot 325 \cdot 10^{-3} \cdot 12 \cdot 10^{-3}} = 0,0489 \cdot 10^4 = 48,9 \text{ МПа}$$

Рассчитываем напряжение в угловом соединении при растяжении

$$\sigma_{y.ш.} = \frac{P_p}{\pi \cdot 2,5 \cdot 20 \cdot 10^{-3}} = \frac{6}{\pi \cdot 2,5 \cdot 2 \cdot 10^{-2}} = 0,382 \cdot 10^2 = 38,2 \text{ МПа}$$

Произведя расчёт по допускаемым напряжениям, мы выясняем, что толщину стенки цилиндра можно уменьшить. Следовательно, выбираем толщину стенки цилиндра 12 мм.

## 2.2 Проектный вариант сварки корпуса

Корпус средний в проектном варианте представляет собой конструкцию, состоящую из фланцев 1, цилиндров 2, втулки 3, планки 4, патрубков 5, 7, отвода 6, фланца 8. Эскиз конструкции представлен на рисунке 2.1.

При изготовлении корпуса среднего применили стандартные юбочные фланцы ГОСТ 12821-80; заменили угловое соединение стыковым, что позволило применить автоматическую сварку с обеспечением полного провара всей толщины металла; благодаря прочностному расчёту уменьшили толщину стенки цилиндра. Цилиндры изготавливаем из трубы [6]. Значительно облегчилось проведение контроля качества сварных швов.

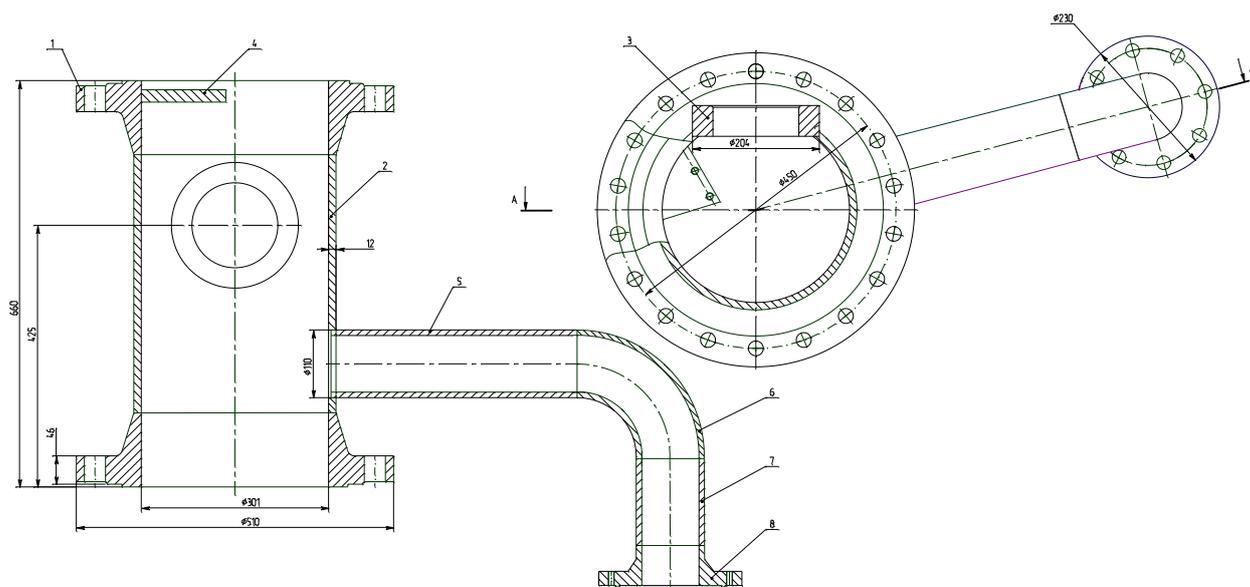


Рисунок 2.1 - Корпус средний маслоприёмника ( проектный вариант )

Операции входного контроля остаются как и в базовом техпроцессе.

Технологический процесс заготовки деталей при изготовлении корпуса среднего включает в себя следующие основные операции:

- разметка;
- механическая резка;
- гибка;
- слесарная;
- маркировка;
- контрольная операция.

Операция прихватки изменена по сравнению с базовой технологией. На универсальном сборочном стенде собирается фланец и труба. Детали фиксируются от взаимных перемещений струбцинами. Контролируется геометрия на соответствие требованиям чертежа. Затем производится прихватка.

Прихваточные швы должны быть равномерно расположены по периметру стыка. Расстояние между прихватками составляет 150 – 200 мм, длина прихватки 10-12 мм. Режимы сварки: ток  $I_{св}=130-160$  А,  $U_{д}=18-23$  В.

Источник питания ВДУ-506 УЗ.

Затем произвести визуальный контроль качества прихваток. К качеству прихваток предъявляются такие же требования, как и к сварному шву. Прихватки, имеющие недопустимые дефекты, обнаруженные при визуальном контроле, следует удалять механическим способом.

Проверить соответствие геометрии изделия требованиям чертежа.

Прихваченный узел устанавливаем на планшайбу вращателя М-11040. Фиксируем. Выполняем поворот планшайбы на угол 90. Выставляем сварочную головку на начало шва.

Проверяем количество проволоки в бухте. Шов должен быть сварен без перерывов. Включаем подачу углекислого газа, зажигаем дугу, производим сварку. Используем подвесной аппарат АГП-2.

Силу тока при сварке задаем в пределах  $I_{св}=320-360$  А, скорость сварки  $V_{св}=50-55$  см/мин. Напряжение на дуге находится в пределах 29-35 В. Скорость подачи сварочной проволоки 110-120 см/мин. По окончании сварки производят поворот планшайбы в исходное положение. Кантуют изделие выполняют поворот планшайбы на угол 90°. Выставляют сварочную головку на начало шва. Проводят сварку второго шва. Режимы – как было указано выше.

Сборку трубопровода проводят на универсальном сборочном приспособлении. После сборки контролируют размеры, затем проводят прихватку. Расстояние между прихватками составляет 150 – 200 мм, длина прихватки 10-12 мм. Режимы сварки: ток  $I_{св}=130-160$  А,  $U_{д}=18-23$  В. Источник питания ВДУ-506 УЗ.

Затем производят визуальный контроль качества прихваток. К качеству прихваток предъявляются такие же требования, как и к сварному шву. Прихватки, имеющие недопустимые дефекты, обнаруженные при визуальном контроле, следует удалять механическим способом.

После чего необходимо проверить соответствие геометрии трубопровода требованиям чертежа.

Затем варить сварные швы согласно чертежу. Сила тока 250-280 А, напряжение на дуге 18-23 В, расход газа 13-14 л/мин. Скорость проволоки  $V_{св.пр}=120-130$  см/мин.

По окончании сварки производят контроль. Для корпуса применителен технический визуальный контроль качества, согласно СТП 0976 (стандарт предприятия), механические испытания, ультразвуковая дефектоскопия и проведение контроля гидроиспытательным методом.

Визуальный контроль выполняется:

на стадиях входного контроля основного материала;  
при техническом диагностировании состояния металла и сварных соединений в процессе эксплуатации, с целью выявления изменений их формы, а также поверхностных дефектов в основном материале и сварного соединения, образовавшихся в процессе эксплуатации (трещины, деформация изделия);  
при доступности визуальный контроль следует выполнять как с наружной, так и с внутренней стороны изделия;  
контролируемая зона сварного соединения включает весь объём металла шва, а также примыкающие к нему участки основного металла в обе стороны от шва шириной не менее номинальной толщины стенки детали.

Перед проведением визуального контроля поверхность объекта в зоне контроля подлежит зачистке до чистого металла от ржавчины, окалины, грязи, краски, масла, шлака, брызг и других загрязнений, препятствующих проведению контроля. Визуальному контролю подлежит не менее 10% длины сварных швов.

Задачей визуального контроля является подтверждение отсутствия продуктов коррозии на поверхности и недопустимых поверхностных дефектов (трещин, расслоений, раковин, пор, свищей), вызванных технологией изготовления, подтверждение наличия и правильности клеймения, а также соответствия формы разделки кромок деталей.

Визуальный контроль основных материалов, сварного соединения проводится невооруженным глазом и с применением оптических приборов (луп по ГОСТ 25706, эндоскопов, зеркал). Для измерения формы и размеров изделия, угловых величин следует применять инструменты: угольники поверочные 90° лекальные по ГОСТ 3749, угломеры с нониусом по ГОСТ 5375, рулетка в закрытом корпусе само свертывающаяся ГОСТ 7502.

При сборке корпуса деталей под сварку визуально необходимо контролировать: правильность установки временных технологических креплений; правильность сборки и крепления деталей в сборочных приспособлениях; правильность (расположение и количество) установки прихваток и их качество; правильность установки приспособлений для поддува защитного газа; чистоту кромок и прилегающих к ним поверхностей деталей.

Соединение элементов в процессе сборки под сварку осуществляется на прихватках. Проверка качества сварных швов производится: в процессе изготовления, наблюдением ОТК за правильным выполнением сварочных работ; по наружному осмотру.

Измерение швов приварки временных технологических креплений и расстояния от приварного элемента крепления до кромки разделки выполняют в одном месте. Контролю принадлежит каждое крепление и каждый шов крепления.

Обязательному визуальному контролю и измерению подлежат все сварные швы в соответствии с ГОСТ 3242 для выявления наружных дефектов, не допустимых в соответствии с требованиями настоящего стандарта. Визуальный контроль и измерения следует проводить в доступных местах с двух сторон по всей протяженности шва.

Для производства заготовительных операций при изготовлении корпуса среднего требуется следующее оборудование: трубоотрезной станок 91A11; трубогибочный станок с нагревом ТВЧ модели ТГУ-300М;

Трубоотрезной станок модели 91A11 предназначен для отрезки дефектных концов гладких стальных труб ( без наружной высадки) и снятия наружных фасок на трубах диаметром от 10 до 340 мм.

Станок может быть использован для разрезки труб на мерные длины. Отрезка дефектного конца трубы производится с помощью упора станка (автоматический цикл работы), а отрезка мерных длин по упору, на примыкающей к станку механизации станка.

Станок может отрезать дефектные концы и разрезать трубы на части без применения упоров. В этом случае загрузка обрабатываемой трубы в станок осуществляется с участием оператора до совмещения меловой риски на трубах с плоскостью работы режущего инструмента.

Станок работает по принципу вращения обрабатываемой трубы, загружаемой в станок через полый шпиндель. Зажим трубы осуществляется цанговым патроном с гидравлическим приводом. Отрезка производится двумя, одновременно работающими отрезными суппортами (передним и задним).

Для снятия наружной и внутренней фасок предусмотрен механизм для снятия фасок с гидравлическим приводом. Трубоотрезной станок модели 91A11 оснащен механизмом подачи трубы, который необходим для разрезки на мерные патрубки длиной до 700 мм при работе на автоматическом цикле.

В основном на станке применяется режущий инструмент, армированный твёрдым сплавом, что позволяет обрабатывать трубы как из обычных сталей, так и из сталей с высокими прочностными характеристиками (предел текучести до 140 кг/мм<sup>2</sup>). Кроме того, станок может работать инструментом из быстрорежущей стали.

Техническая характеристика трубоотрезного станка 91A11

Высота оси шпинделя над основанием, мм	1060
Диаметр отверстия в гильзе шпинделя, мм	140
Расстояние от торца зажимного патрона до отрезных резцов, мм	60

Расстояние от торца патрона до роликов механизма подачи трубы, мм	1440
Размеры обрабатываемых изделий: наименьший	10
наибольший	400
Номинальная толщина стенки трубы	2-20
Наибольший размер наружной фаски, снимаемой на трубе, мм	6x6
Наибольший размер внутренней фаски снимаемой на трубе, мм	3x3
Длина отрезаемого конца трубы при работе с упором станка	30-700
Габариты	2550x1875x1640

Техническая характеристика трубогибочного станка с нагревом ТВЧ модели ТГУ-300М

Диапазон изгибаемых труб по наружному диаметру, мм	95-299
Диапазон радиуса изгиба (по нейтральной линии)	1,5D <sub>н</sub>
Скорость гибки (продольной подачи) мм/сек.	0,3-3,0
Регулировка скорости гибки	бесступенчатая
Скорость нажимного ролика (поперечной подачи)мм/сек	0,15-3,0
Регулировка скорости нажимного ролика	бесступенчатая
Холостой ход продольной подачи, мм/сек	35
Холостой ход поперечной подачи, мм/сек.	0,3-6,35
Габариты	5520x1730x1230
Вес станка, кг	9450

Для зачистки на металлических поверхностях загрязнений, ржавчины, окалины, брызг и краски применяется шлифмашинка ШР - 2.

Машинка имеет корпус, в который вмонтирован асинхронный трехфазный электродвигатель повышенной частоты, корпус редуктора со шпинделем, рукоятка и шлифовальный круг.

Техническая характеристика пневматической шлифовальной машинки ШР-2

Диаметр шлифовального круга , мм	150
Давление воздуха в сети, атм	6
Расход воздуха, м <sup>3</sup> /ч	1,7
Мощность, л.с.	1,4
Вес, кг	6,75

При проектировании технологического процесса сварки изделия необходимо определить компоновочную схему сварочной установки на основе агрегатирования [11].

Выбирая компоновочную схему, необходимо внимательно проанализировать конструктивно- технологические особенности сварного соединения, определить способ сварки и целесообразность перемещения в процессе сварки сварочного аппарата при неподвижном изделии или изделия при неподвижном сварочном аппарате.

При этом, прежде всего подбираем рациональный тип сварочного электротехнического оборудования, так как от него в основном зависит выбор всех других технических устройств. По форме свариваемого изделия определяем конструкцию сварочного стенда с учётом необходимости перемещения изделия, его поворота, вращения или кантования. Выбираем конструкцию устройств для формирования швов и встраивания их в сварочный стенд. Подбираем устройства для перемещения сварочного аппарата.

Первая установка в таблице 3.2.1 [11] предназначена для автоматической односторонней сварки замыкающих швов обечаек и состоит из сварочного трактора, направляющей для него, консоли с флюсовой подформовкой или металлической подкладкой. Данная установка применяется только для сварки тонколистовых конструкций, сварка при этом применяется односторонняя, поэтому не может быть применена для сварки корпуса.

Вторая установка предназначена для автоматической односторонней сварки кольцевых швов и швов цилиндрических изделий. Изделие устанавливается на горизонтальный вращатель. Сварка осуществляется с применением съёмных медных подкладок. Сварочная головка перемещается по свариваемому изделию и происходит процесс сварки.

Из-за применения односторонней автоматической сварки данная установка не может быть применена для сварки корпуса.

Третья установка предназначена для сварки круговых швов.

Свариваемое изделие устанавливается на вращатель. Сварка осуществляется с применением поворотной колонны со сварочной головкой.

Данная установка позволяет расположить изделие в наиболее удобное для сварки положение. Сварку на такой установке можно производить как внутри изделия, так и снаружи.

Наиболее подходящей установкой для сварки корпуса среднего является установка 3.

Для сварки патрубка применяется установка, состоящая из установочной тележки, станины, рычажного захвата, редуктора, электродвигателя и поводкового патрона.

Эффективность, качество и производительность сварочного процесса во многом зависит от правильно выбранного оборудования и технологической оснастки. Выбор сварочного оборудования производится в соответствии с принятым методом сварки (автоматическая сварка в среде углекислого газа для всех кольцевых швов, для остальных –

механизированная), с учётом размеров изделия.

Для сварки корпуса среднего выбираем следующее оборудование:

Колонна для сварочного полуавтомата Т13021 [12] предназначена для вертикального и горизонтального перемещения сварочного полуавтомата типа ПДГ-508У3 и бухты электродной проволоки при дуговой полуавтоматической сварке, а также подвесного аппарата для дуговой автоматической сварки.

Источник питания сварочным током (выпрямитель ВДУ-506 У3) устанавливается отдельно. Использование колонны обеспечивает комфортность и расширяет зону обслуживания.

Техническая характеристика колонны Т13021

Максимальный радиус зоны обслуживания, мм	5000
Наибольший вылет стрелы, мм	2800
Ток питающей сети:	
род	Переменный трехфазный
частота, Гц	50
напряжение, В	380
Мощность:	
установленная привода подъема, кВт	0,37
установленная подающего механизма, кВт	0,18
первичная выпрямителя ВДУ-505, кВА	40
Габариты, мм	3060x530x 2800
Масса, кг	627

Техническая характеристика подвесного аппарата АПП- 2 для дуговой автоматической сварки в защитных газах

Номинальный сварочный ток, А	400
Диаметр проволоки, мм	1-2,5
Скорость подачи проволоки, м/с $10^{-3}$	28-210

Габаритные размеры, мм:

головки	300x600x440
шкафа управления	730x515x1050
Масса, кг	
головки	24
Шкафа управления	52

Техническая характеристика полуавтомата ПДГ -508 М УЗ

Номинальное напряжение сети трехфазного переменного тока, В	380
Частота питающей сети, Гц	50
Номинальный сварочный ток при ПВ=60% и цикле сварки 5мин., А	500
Род тока	Постоянный
Пределы регулирования сварочного тока, А	100-500
Диаметр электродной проволоки, мм	1,2-2,0
Скорость подачи электродной проволоки, м/ч	
минимальная	120
максимальная	1200
Регулирование скорости подачи электродной проволоки	Ступенчатое
Количество ступеней подачи, шт.	27
Масса электродной проволоки в кассете, кг	12
Расход газа, л/мин.	8-20
Габаритные размеры собственного полуавтомата, мм	466x363x403
Габаритные размеры шкафа управления, мм	450x300x240
Масса шкафа управления, кг, не более	25
Масса собственного полуавтомата, кг, не более	23

Техническая характеристика универсального сварочного выпрямителя типа ВДУ – 506 УЗ

Номинальное напряжение питающей сети трёхфазного переменного тока, U	220 или 380
Номинальная частота, Hz	50
Первичная мощность, кВА, не более:	40
Первичный ток, А, не более:	
При исполнении на 220 В	105
При исполнении на 380 В	62
Напряжение холостого хода, В, не более	85
Номинальное рабочее напряжение, В:	66
Для жестких внешних характеристик	50
Для падающих внешних характеристик	46
Пределы регулирования рабочего напряжения, В:	
Для жестких внешних характеристик	18...50
Для падающих внешних характеристик	22...46
Номинальный сварочный ток, А	500
Пределы регулирования сварочного тока, А:	
Для жестких внешних характеристик	60...500
Для падающих внешних характеристик	50...500
Продолжительность цикла сварки, мин.	10
Отношение продолжительности включения нагрузки к продолжительности цикла сварки, ПВ, %	60
Коэффициент полезного действия, %, не менее	79
Уровень звука на опорном радиусе 3м, dBA, не более	85
Габариты, мм, не более	830x620x1080
Масса, кг, не более	300

Манипулятор М-11040 – предназначен для наклона и установки узлов корпуса в удобное для сварки положение и вращения их со сварочной скоростью при автоматической сварке.

В конструктивной основной схеме механизмы вращения и наклона находятся в корпусе манипулятора, а планшайба в исходном положении – над корпусом, что обеспечивает компактность всей установки. Основными

узлами являются: станина, поворотный механизм с планшайбой, механизм наклона стола.

Планшайба манипулятора – круглая, имеет радиальные Т-образные пазы для крепления болтов. Для передачи сварочного тока и предохранения от него подшипников под планшайбой на шпинделе установлен специальный токосъёмник с меднографитовыми щетками, от которого ток передается гибким кабелем на корпус манипулятора, минуя механизм стола.

Техническая характеристика манипулятора М-11040.

Наибольший крутящий момент на оси вращения, Нм	400
Наибольшая грузоподъемность, кг	400
Наибольший момент центра тяжести изделий относительно опорной плоскости планшайбы, Нм	100
Диаметр свариваемых круговых швов, мм	1500
Частота вращения шпинделя, об/мин.	0,1- 5,0
Сварочный ток при ПВ – 100%, А	500
Ток питающей сети:	
Род	переменный трехфазный
Частота, Гц	50
Напряжение, В	380/220
Мощность электродвигателя, кВт	0,18
Габариты, мм	1740*870*1100
Установка для сварки отвода	
Диаметр свариваемых секционных отводов в мм.	100 – 529
Диаметр отводов, привариваемых к трубам, в мм.	80 – 529
Число оборотов вала вращателя в 1 мин.	0,06 – 0,8
Мощность электродвигателя типа АО-31-4 в кВт	0,6
Вес с установочными тележками в кг	630

### 3 Безопасность и экологичность разработанного технического объекта

#### 3.1 Характеристика разработанного технического объекта

Тема выпускной квалификационной работы: «Технология и оборудование для сборки и сварки корпуса маслоприемника системы смазки гидротурбины». Рассмотрен применяемый технологический процесс дуговой сварки стыков деталей маслоприемника штучными электродами характеризуется низкой производительностью.

В процессе выполнения выпускной квалификационной работы разработаны технические мероприятия, обеспечивающие повышение производительности труда при сварке стыков магистрального трубопровода. Понятное дело, что организация труда бригад сварщиков при этом претерпевает изменения. В связи с этим следует выполнить анализ предлагаемых технических мероприятий, выявляя опасные и вредные производственные факторы, что позволит оценить безопасность проектной технологии и сделать вывод о возможности внедрения предлагаемых технических решений в производство.

Таблица 4.1 - Технологический паспорт объекта

Наименование выполняемых работ и операций проектного процесса	Должность производственного персонала, требуемого для осуществления техпроцесса	Технические устройства, требуемые для осуществления техпроцесса	Вспомогательные материалы
1. Входной контроль	Контролер основного производства	Лупа 4х, УШС-3	Ветошь
2. Сборка корпуса	Слесарь-сборщик,	Манипулятор М-11040	
3. Сварка	Сварщик изделий из тугоплавких металлов,	Сварочный выпрямитель ВДУ – 506	Проволока сварочная
4. Выходной контроль	Контролер основного производства	Лупа 4х, УШС-3, щетка металлическая	

### 3.2 Профессиональные риски при реализации предложенных технических решений

Для устранения выявленных в разделе 1 ВКР недостатков применяемой при сварке корпуса технологии предложена к внедрению механизированная сварка порошковой проволокой. Помимо действия на производственный персонал негативных температурных факторов, обусловленных горением сварочной дуги, возможно действие светового излучения горячей дуги, выделяемых аэрозолей и газов и т.д. Для анализа сопровождающих разработанные технические мероприятия негативных производственных факторов сведем и систематизируем их в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Идентификация негативных производственных факторов.

№п/п	Выполняемые работы	Негативный фактор, представляющий угрозу здоровью и жизни	Источник представляющего угрозу негативного фактора
1	Входной контроль	Острые кромки, движущиеся детали оборудования и заготовки.	Детали корпуса
2	Сборка корпуса	Острые кромки, движущиеся детали оборудования и заготовки.	Манипулятор М-11040
3	Сварка	Повышенная температура оборудования и воздуха участка; повышенное напряжение, повышенная запыленность и загазованность воздуха на участке; повышенная световая, ультрафиолетовая и инфракрасная радиация.	Сварочный выпрямитель ВДУ – 506, проволока сварочная.
4	Выходной контроль	Острые кромки, движущиеся детали оборудования и заготовки.	Корпус

### 3.3 Разработка мероприятий по минимизации действия профессиональных рисков

Для анализа мероприятий по устранению идентифицированных в таблице 3.2 негативных производственных факторов сведем и систематизируем имеющиеся и разработанные мероприятия в таблицу 3.3.

К перечню мероприятий относится вводный; первичный и т.д. инструктажи. Но, поскольку они являются обязательными для проведения на любом предприятии народного хозяйства, акцентировать на них внимание в таблице 3.3 нет нужды.

Таблица 3.3 – Коллективные и индивидуальные средства защиты от негативных факторов производственного участка.

№ п/п	Негативный фактор, представляющий угрозу здоровью и жизни	Коллективные средства защиты от действия негативных факторов	Индивидуальные средства защиты от действия негативных факторов
1	Острые кромки	Информирующие об опасности плакаты и надписи.	Спецодежда.
2	Движущиеся детали оборудования и заготовки.	Ограждения от проникновения в опасную зону работников. Информирующие об опасности плакаты и надписи.	Спецодежда
3	Мелкодисперсные частицы и вредные газы на участке сварки	Устройства, обеспечивающие удаление загрязненного воздуха и поступление чистого воздуха извне	Средства защиты дыхательных путей
4	повышенная температура оборудования и воздуха участка	Устройства, обеспечивающие удаление нагретого воздуха и поступление воздуха извне	Спецодежда
5	Повышенное напряжение.	Заземление оборудования находящегося под напряжением. Периодический контроль состояния изоляции.	Спецодежда
6	Световая, ультрафиолетовая и инфракрасная радиация.	Экранирование места сварки щитами,	Спецодежда.

### 3.4. Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности производственного участка призваны обеспечить защиту от пожара работников предприятия, а также имущество предприятия. Согласно классификации пожаров по виду горючего материала и учетом производственной ситуации следует классифицировать возможный пожар как пожар класса Е: горение веществ и материалов под напряжением

электрического тока. В таблице 4.3 выполним анализ основных и вторичных опасных факторов возможного пожара.

Таблица 3.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара.

№ п/п	Наименование участка	Наименование оборудования	Классификация по виду горящего вещества	Наименование основных опасных факторов пожара	Наименование вторичных опасных факторов пожара
1	Участок сварки	Сварочный выпрямитель ВДУ – 506.	горение веществ и материалов под напряжением электрического тока Е	А) Пламя, искры. Б) тепловой поток; в) высокая температура окружающей среды; г) опасные продукты горения; Уменьшение содержания кислорода при горении; дым препятствует нормальной видимости.	Из-за высокой температуры при возгорании возможно повреждение изоляции электрическим током.

Участок, на котором планируются к внедрению разработанные технические предложения, с учетом класса возможного пожара (Е) необходимо укомплектовать техническими средствами, обеспечивающими защиту от возможного пожара работников и имущества предприятия. Перечень средств для комплектования производственного участка отразим в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Ведомость технических средств

Первичные средства пожаротушения	Емкость с песком, переносные углекислотные огнетушители.
Мобильные средства пожаротушения	Специализированные расчеты (вызываются)
Стационарные установки системы пожаротушения	Нет необходимости
Средства пожарной автоматики	Нет необходимости
Пожарное оборудование	Пожарный кран
Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	План эвакуации
Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Ведро конусное, лом, лопата штыковая
Пожарные сигнализация, связь и оповещение.	Кнопка оповещения

Также для полноценной защиты работников и имущества предприятия необходимы организационные мероприятия. Перечень мероприятий для обеспечения защиты производственного участка отразим в таблице 3.6.

Таблица 3.6 – Мероприятия организационного характера.

Наименование участка	Перечень мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Сварка трубопровода	Инструктаж сотрудников производственного участка правилам предупреждения возгораний и действиям в случае возгорания, деловые игры с сотрудниками по тематике борьбы с пожарами.	На участке необходимо иметь первичные средства пожаротушения в достаточном количестве, должны быть защитные экраны, ограничивающие разлет искр.

### 3.5. Мероприятия по безопасности окружающей среды

Таблица 3.7 – Идентификация факторов, негативно действующих на окружающую среду

Внедряемый технологический процесс	Операции внедряемого технологического процесса	Негативное действие на окружающую воздушную среду	Негативное действие на окружающую водную среду	Негативное действие на земную поверхность (литосферу)
Сварка корпуса маслоприемника	Входной контроль	-	-	-
	Сборка корпуса		Загрязнение гидравлической жидкостью при утечке из центратора.	
	Сварка	Загрязнение продуктами, выделяемыми при горении сварочной дуги		Загрязнение упаковкой от вспомогательных материалов
	Выходной контроль	-	-	-

Таблица 3.8 – Перечень технических и организационных процедур по исключению негативного действия выявленных факторов.

Наименование технического объекта	Сварка корпуса маслоприемника
1	2
Мероприятия по исключению негативного действия на воздушную среду.	Оборудование вентиляционной системы фильтрами, улавливающими продукты, выделяемые при горении дуги.

### Продолжение таблицы 3.8.

1	2
Мероприятия по исключению негативного действия на водную среду.	Контроль утечек в гидросистеме центратора и незамедлительное их устранение.
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Установка на участке сварки соответствующих емкостей для сбора отходов производственного цикла и при проведении повторных инструктажей подробное разъяснение необходимости складирования отходов производственного цикла в установленные емкости.

### 3.6 Заключение по разделу

В данном разделе выполнен анализ операций технологического процесса сварки стыков магистрального трубопровода механизированной сваркой с применением порошковой проволоки. Подробно рассмотрены ожидаемые профессиональные риски после внедрения в производственный процесс усовершенствованных операций по сварке магистрального трубопровода. Показано, что усовершенствованные операции сопровождаются такими опасными и вредными факторами, как газы и аэрозольные частицы, излучение сварочной дуги,

Для защиты задействованных в операции сборки и сварки стыков трубопровода работников от опасных и вредных факторов предложены широко применяемые в промышленности средства, такие как спецодежда, маска, вентиляционные системы, заземление оборудования.

Также много внимания уделено обеспечению пожарной безопасности производственного участка и реализуемого на нем модернизированного технологического процесса. Проанализированы источники возможных возгораний и условия, при которых они перерастут в пожар. На основе выполненного анализа предложены уже применяемые на практике мероприятия технического и организационного характера, предотвращающие нанесение ущерба пожаром работникам и имуществу предприятия.

Выполненный анализ показал, что выполняемые на участке сварки производственные процессы могут нанести ущерб окружающей среде. Ущерб может быть нанесен как воздушной среде (атмосфера), водной среде (гидросфера), так и литосфере. В основном ущерб возможен по причине нарушения производственной санитарии. Однако загрязнение воздушной среды возможно из-за отсутствия на системе вытяжной вентиляции производственного участка фильтрующих устройств. Их монтаж в сочетании с мероприятиями по разъяснению правил производственной санитарии позволит предотвратить загрязнение атмосферы и литосферы.

#### 4 Экономическая эффективность проекта

В бакалаврской работе разрабатывается технология сварки корпуса маслоприемника. По базовому варианту сваривают механизированной сваркой в среде  $CO_2$ с применением сварочной проволоки Св08Г2С. В проектном варианте применяется автоматическая дуговая сварка под флюсом. Для сварки используется сварочная проволока Св08ГА и флюс АН348А.

Целью бакалаврской работы является снижение затрат на сварку корпуса. Расчет произведем по изменяющимся статьям затрат. Так как по базовому и проектному варианту изменяется только сам процесс сварки, подготовительно – заключительные операции остались без изменения, поэтому в экономическом разделе рассматривать эти операции и считать затраты на их осуществление не будем. В экономическом разделе считаем только затраты на сварку корпуса подшипника направляющего. Расчет ведется только до себестоимости заводской в связи с тем, что деталь поступает на дальнейшую обработку и является комплектующей, с последующей сборкой.

Таблица 4.1 – Краткая характеристика сравниваемых вариантов

Базовый вариант	Проектный вариант
Фланец кольцевой	Фланец юбочный
Цилиндры –завышенная толщина стенки из-за углового соединения фланцев с цилиндром	Уменьшаем толщину стенки путем прочностного расчёта конструкции. Цилиндры изготавливаем из трубы.
Сборка производится вручную	Сборка осуществляется в приспособлении.
Затрачивается большое время на сборку	Время сборочных операций снижается
Сварка полуавтоматическая в среде углекислого газа	Автоматическая сварка применяется при соединении фланцев с цилиндром.

##### 4.1 Вводная информация для выполнения экономических расчетов

Вводные данные, необходимые для проведения расчетов, занесены в таблицу 4.2.

Таблица 4.2 – Вводные данные для экономического обоснования  
сравниваемых вариантов

№ п/п	Показатель	Усл. Обозн.	Ед. измер.	Базовый вариант	Проект. вариант.
1	2	3	4	5	6
2	Вес изделия		кг	111	64
3	Коэф. транспортно-заготовительных расходов	$K_{ТЗ}$	—	1,02	1,02
4	Часовая тарифная ставка	$C_{ч}$	Руб./час	18	18
5	Коэф. доплат к основной заработной плате	$K_{д}$	—	1,8	1,8
6	Балансовая стоимость оборудования	$Ц_{об}$	Руб.	1238562	884320
7	Норма амортизационных отчислений на оборудование	$H_{а}$	%	19	36
8	Мощность установки	$M_{у}$	кВт	4,26	6,5
9	Коэф. полезного действия	КПД	—	0.8	0.8
10	Стоимость электроэнергии	$Ц_{ээ}$	Руб./кВт	2,45	2,45
11	Площадь, занимаемая оборудованием	S	м <sup>2</sup>	50	68
12	Коэф., учитывающий затраты на монтаж (демонтаж) оборудования	$K_{монт}$	-	0,2	0,2
13	Нормативный коэф. экономической эффективности дополнительных кап. вложений	$E_{н}$	—	0,33	0,33
14	Срок службы изделия по баз./пр. варианту	$T_{б} / T_{пр}$	лет	5	8
15	Стоимость приобретения производственных площадей	$Ц_{пл}$	руб/м <sup>2</sup>	3000	3000

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4	5	6
16	Коэф. цеховых расходов	$K_{\text{цех}}$	-	2,5	2,5
17	Коэф. заводских расходов	$K_{\text{зав}}$	-	1,8	1,8
18	Коэф. внепроизводственных расходов	$K_{\text{вн}}$	-	0,2	0,2

### 4.3 Расчёт нормы штучного времени на выполняемые технологические операции

Оценку штучного времени для выполнения операций технологического процесса по базовому и проектному вариантам выполним с использованием формулы: [19]

$$t_{шт} = t_{н-з} + t_o + t_e + t_{отл} + t_{обсл} + t_{н.п}$$

где  $t_{шт}$  – штучное время – объём времени в часах, которое будет затрачено работниками на выполнение всех операций технологического процесса по базовому и проектному вариантам;

$t_{маш}$  – машинное время – объём времени в часах, которое будет затрачено работниками на выполнение основной операции технологического процесса по базовому и проектному вариантам;

$t_{всп}$  – вспомогательное время – объём времени в часах, которое будет затрачено работниками на выполнение подготовительных операций технологического процесса по базовому и проектному вариантам, задаётся в процентах от машинного времени:  $t_{всп} = 10\%$  от  $t_{маш}$ ;

$t_{обсл}$  – время обслуживания – объём времени в часах, которое будет затрачено работником на обслуживание, текущий и мелкий ремонт технологического оборудования задействованного в выполнении операций технологического процесса по базовому и проектному вариантам, задаётся в процентах от машинного времени:  $t_{обсл} = 5\%$  от  $t_{маш}$ ;

$t_{отл}$  – время личного отдыха – объём времени в часах, которое будет затрачено на работником на обеспечение личных потребностей в отдыхе при выполнении операций технологического процесса по базовому и проектному вариантам, задаётся в процентах от машинного времени:  $t_{отл} = 5\%$  от  $t_{маш}$ ;

$t_{п-з}$  – время подготовительно-заключительное – объём времени в часах, которое будет затрачено работником на выполнение подготовительно-заключительных операций технологического процесса по базовому и проектному вариантам, задаётся в процентах от машинного времени:  $t_{оп-з} = 1\%$  от  $t_{маш}$ .

Результаты расчетов сводим в таблицы 4.3, для базового варианта и 4.4 для проектного.

Таблица 4.3 – расчет норм времени для базового варианта

Операции	$t_o$	$t_b$	$t_{отл}$	$t_{обсл}$	$t_{шт}$
Заготовительная	4	0,6	0,2	0,32	5,12
Сборочная	6	0,9	0,3	0,48	7,68
Сварочная	5	0,75	0,25	0,4	6,4
Контрольная	0,1	0,015	0,005	0,008	0,12
Итого					19,32

$$t_{шт}^6 = 19,32 \text{ ч.}$$

Таблица 4.4 – расчет норм времени для проектного варианта

Операции	$t_o$	$t_b$	$t_{отл}$	$t_{обсл}$	$t_{шт}$
Заготовительная	2	0,3	0,1	0,16	2,56
Сборочная	4	0,6	0,2	0,32	5,12
Сварочная	3	0,45	0,15	0,24	3,84
Контрольная	0,4	0,06	0,02	0,032	0,51
Итого					12,03

$$t_{шт}^{пp} = 12,03 \text{ ч.}$$

#### 4.4 Капитальные вложения в оборудование

Значение  $K_{\text{общ}}$  капитальных затрат, которые потребуются для выполнения операций технологии по базовому и проектному вариантам, определим расчётным путём с использованием формулы:

$$K_{\text{общ}} = K_{\text{пр.}} + K_{\text{соп.}}$$

где:  $K_{\text{пр.}}$  – прямые вложения в оборудование, руб.

$K_{\text{соп.}}$  – сопутствующие вложения в приобретенное оборудование, руб.

$$K_{\text{пр.}} = \sum C_{\text{об}} \cdot \kappa_3,$$

где  $C_{\text{об}}$  – стоимость единицы оборудования;

$\kappa_3$  – коэффициент загрузки оборудования.

Количество единиц сварочного оборудования, необходимого для выполнения данной программы изготовления изделий рассчитывается по формуле:

$$n_{\text{об. расчетн.}} = \frac{N_{\text{пр.}} \cdot t_{\text{шт.}}}{\Phi_p \cdot 60},$$

где:  $N_{\text{пр.}}$  – программа выпуска изделий, шт.;

$t_{\text{шт.}}$  – штучное время на изготовление одного изделия, мин.

$\Phi_p$  – фонд времени работы сварочного оборудования, час.

Объём фонда времени, в течение которого происходит работа сварочного оборудования, задействованного в технологическом процессе по базовому и проектному вариантам, может быть определён с использованием формулы:

$$\Phi_p = (D_k - D_{\text{вых.}} - D_{\text{пр.}}) \cdot T_{\text{см}} \cdot S \cdot (1 - \kappa_{\text{пр.}})$$

где:  $D_k$  – количество календарных дней в году;

$D_{\text{вых.}}$  – количество выходных дней в году;

$D_{\text{пр.}}$  – количество праздничных дней в году;

$T_{см.}$  – продолжительность рабочей смены, час.

$S$  – количество рабочих смен;

$\kappa_{р.л.}$  – потери времени работы оборудования на ремонт и переналадку

(0,06)

$$\Phi_p = (365 - 104 - 8) \cdot 8 \cdot 2 \cdot (1 - 0,06) = 3805(\text{час})$$

$$n_{об.расчетн.} = \frac{10000 \cdot 230,4}{3805 \cdot 60} = 10,09 \approx 11(\text{шт.})$$

Коэффициент загрузки сварочного оборудования рассчитывается по формуле:

$$\kappa_з = \frac{n_{об.расчетн.}}{n_{об.принят.}}$$

$$\kappa_з = \frac{10,09}{11} = 0,91$$

$$K^{баз.}_{пр.} = 1102320(\text{руб.})$$

$$K^{np}_{пр.} = 884320 \cdot 0,91 = 804731(\text{руб.})$$

Сопутствующие финансовые затраты определяются расчетным путем только для проектного варианта:

$$K_{соп.} = K_{монт.} + K_{дем.} + K_{плоч.},$$

где:  $K_{монт.}$  – затраты на монтаж нового оборудования;

$K_{дем.}$  – затраты на демонтаж старого оборудования;

$K_{плоч.}$  – затраты на производственные площади под новое оборудование.

$$K_{монт.} = \sum C_{об.} \cdot \kappa_{монт.},$$

где:  $\kappa_{монт.}$  – коэффициент монтажа = 0,2.

$$K_{монт.} = 884320 \cdot 0,2 = 176864(\text{руб.})$$

$$K_{дем.} = \sum C_{об.} \cdot \kappa_{дем.},$$

где:  $\kappa_{дем.}$  – коэффициент демонтажа = 0,2

$$K_{дем.} = 1238562 \cdot 0,2 = 247712,4(\text{руб.})$$

$$K_{соп.} = 176864 + 247712,4 + 147420 = 571996,4(\text{руб.})$$

Затраты на площадь, дополнительно занимаемую под новое оборудование, рассчитываем по формуле:

$$K_{\text{пл.}} = S_{\text{пл.}} \cdot C_{\text{пл.}} \cdot g \cdot K_3,$$

где  $g$  – коэффициент, учитывающий проходы и проезды = 3

$$K_{\text{пл.}} = 18 \cdot 3000 \cdot 3 \cdot 0,91 = 147420 (\text{руб.})$$

$$K^{\text{баз.}}_{\text{общ.}} = 1102320 (\text{руб.})$$

$$K^{\text{нр.}}_{\text{общ.}} = 804731 + 571996,4 = 1376727,4 (\text{руб.})$$

Удельные капитальные вложения в оборудование

$$K_{\text{уд.}} = \frac{K_{\text{общ.}}}{N_{\text{нр.}}}$$

$$K^{\text{баз.}}_{\text{уд.}} = \frac{1102320}{10000} = 110,23 (\text{руб.})$$

$$K^{\text{нр.}}_{\text{уд.}} = \frac{1376727,4}{10000} = 137,67 (\text{руб.})$$

Дополнительные капитальные вложения

$$K_{\text{доп.}} = K^{\text{проект}} - K^{\text{баз}}$$

$$K_{\text{доп.}} = 1376727,4 - 1102320 = 274407,4 (\text{руб.})$$

#### 4.5 Расчет себестоимости сравниваемых вариантов

Затраты на материалы

$$ЗМ = ЗМ_{\text{основн.}} + ЗМ_{\text{вспомог.}}$$

Затраты на основной материал:

$$ЗМ_{\text{основн.}} = H_{\text{м}} \cdot C_{\text{м}} \cdot K_{\text{т.з}} - H_{\text{отд.}} \cdot C_{\text{отх.}},$$

где:  $H_{\text{отх.}}$  и  $C_{\text{отх.}}$  рассчитывают в том случае, если есть отходы.

$H_{\text{м}}$  – норма расхода основного материала на одно изделие, кг;

$C_{\text{м}}$  – цена одного кг материала, руб;

$H_{\text{отх.}}$  – норма отходов основного материала, кг;

$C_{отх}$  – цена одного кг отходов основного материала, руб;

$K_{т.з.}$  – коэффициент транспортно-заготовительных расходов.

$$ЗМ^{баз}_{осн.} = 111 \cdot 14 \cdot 1,02 - 25 \cdot 1,2 = 1555,08(\text{руб.})$$

$$ЗМ^{нр.}_{основн.} = 64 \cdot 14 \cdot 1,02 - 14 \cdot 1,2 = 897,12(\text{руб.})$$

Затраты на вспомогательный материал:

Затраты на электродный сварочный материал:

$$З_{эл.} = H_{св.мат.} \cdot C_{эл.},$$

где:  $C_{эл.}$  – цена электродной проволоки, руб/кг;

$$H^{баз.}_{св.мат.} = 8,26(\text{кг})$$

$$H^{нр.}_{св.мат.} = 4,65(\text{кг})$$

$$З^{баз.}_{эл.} = 8,26 \cdot 25 = 206,5(\text{руб.})$$

$$З^{нр.}_{эл.} = 4,65 \cdot 25 = 116,25(\text{руб.})$$

Затраты на защитный газ определяют по формуле:

$$З_{з.г.} = H_{з.г.} \cdot C_{з.г.},$$

где:  $H_{з.г.}$  – норма расхода защитного газа на изделие, литр/мин;

$C_{з.г.}$  – цена защитного газа, руб./литр.

$$H^{баз.}_{з.г.} = 7,86(\text{литр / мин.})$$

$$H^{нр.}_{з.г.} = 4,25(\text{литр / мин.})$$

$$З^{баз.}_{з.г.} = 7,86 \cdot 15 = 117,9(\text{руб.})$$

$$З^{нр.}_{з.г.} = 4,25 \cdot 15 = 63,75(\text{руб.})$$

$$ЗМ^{баз.} = 1555,08 + 324,4 = 1879,48(\text{руб.})$$

Затраты на технологическую энергию.

Затраты на технологическую энергию при сварке определяют исходя из режимов сварки и технологических характеристик сварочного оборудования.

$$Z_{\text{эл.эн.}} = \frac{P_{\text{об.}} \cdot t_{\text{м}}}{\eta \cdot 60} \cdot C_{\text{эл.эн.}},$$

где:  $P_{\text{об.}} = I_{\text{св}} \cdot U_{\text{д}}$  – полезная мощность оборудования, кВА

$C_{\text{эл.эн.}}$  – цена одного  $\text{кВт} \cdot \text{ч}$  электроэнергии на базовом предприятии,

руб.  $t_{\text{м}}$  – машинное время работы сварочного оборудования при

изготовлении одного изделия (смотреть в технологических картах), мин,

$\eta$  – к.п.д. сварочной установки.

$$P_{\text{об.}} = 250 \cdot 26 = 6,5(\text{кВА}),$$

$$Z_{\text{баз. эл.эн.}} = \frac{4,26 \cdot 384}{0,8 \cdot 60} \cdot 2,45 = 83,49(\text{руб.})$$

$$Z_{\text{пр. эл.эн.}} = \frac{6,5 \cdot 230,4}{1,2 \cdot 60} \cdot 2,45 = 51(\text{руб.})$$

Затраты на содержание и эксплуатацию стандартного и нестандартного оборудования, приспособлений, рабочего инструмента и производственных площадей

Затраты на содержание и эксплуатацию стандартного и нестандартного оборудования

$$Z_{\text{об}} = A_{\text{об}} + P_{\text{т}},$$

где:  $A_{\text{об}}$  – затраты на амортизацию и технический ремонт стандартного и нестандартного оборудования, руб.

$P_{\text{т}}$  – затраты на текущий ремонт оборудования, руб.

а) Финансовые потери на амортизацию оборудования, задействованного при выполнении операций технологического процесса по базовому и проектному вариантам:

$$A_{\text{об.}} = \frac{C_{\text{об}} \cdot H_{\text{аоб}} \cdot t_{\text{ум}}}{\Phi_{\text{р}} \cdot 60 \cdot 100},$$

где:  $C_{\text{об}}$  – балансовая стоимость используемого сварочного оборудования, руб;

$H_{a.об}$  – норма амортизационных отчислений на оборудование, %.

$$A^{баз.об} = \frac{1238562 \cdot 19 \cdot 384}{3805 \cdot 60 \cdot 100} = 395,81(\text{руб.})$$

$$A^{нр.об} = \frac{884320 \cdot 36 \cdot 230,4}{3805 \cdot 60 \cdot 100} = 321,28(\text{руб.})$$

б) Затраты на текущий ремонт оборудования рассчитываются по формуле:

$$P_{m.p} = \frac{(\sum C_{об.} \cdot H_{m.p}) \cdot K_3}{100 \cdot \Phi_p},$$

где:  $H_{m.p}$  – норма отчислений на текущий ремонт оборудования (обычно  $\approx 35\%$ )

$$P^{баз. m.p.} = \frac{(1238562 \cdot 35) \cdot 0,89}{100 \cdot 3805} = 101,39(\text{руб.})$$

$$P^{нр. m.p.} = \frac{(884320 \cdot 35) \cdot 0,91}{100 \cdot 3805} = 74,02(\text{руб.})$$

$$З^{баз.об} = 395,81 + 101,39 = 497,2(\text{руб.})$$

$$З^{нр.об} = 321,28 + 74,02 = 395,3(\text{руб.})$$

Затраты на содержание и эксплуатацию приспособлений и рабочего инструмента

$$З_{присп} = \frac{Ц_{присп} \cdot H_{амприсп} \cdot t_{ум}}{T_{присп} \cdot N_{нр.} \cdot 100},$$

где:  $H_{амприсп}$  – норма амортизационных отчислений на приспособления;

$Ц_{присп}$  – суммарная цена приспособлений, используемых в данном технологическом процессе, руб.;

$T_{присп}$  – срок службы приспособлений, лет.

$$З^{баз.присп} = \frac{3000 \cdot 12 \cdot 460,8}{5 \cdot 10000 \cdot 100} = 3,31(\text{руб.})$$

$$З^{нр.присп} = \frac{7000 \cdot 12 \cdot 307,2}{8 \cdot 10000 \cdot 100} = 3,22(\text{руб.})$$

Затраты на содержание и эксплуатацию производственных площадей

$$Z_{\text{пл.}} = \frac{C_{\text{пл.}} \cdot S_{\text{пл.}} \cdot H_{\text{пл.}} \cdot t_{\text{шт.}}}{100 \cdot \Phi_p \cdot 60},$$

где:  $C_{\text{пл.}}$  – цена 1 м<sup>2</sup> производственной площади, руб.;

$H_{\text{пл.}}$  – норма амортизационных отчислений на здания, %;

$S_{\text{пл.}}$  – площадь, занимаемая сварочным оборудованием, м<sup>2</sup>;

$$Z_{\text{пл.}}^{\text{баз.}} = \frac{3000 \cdot 18 \cdot 2 \cdot 384}{100 \cdot 3805 \cdot 60} = 1,81(\text{руб.})$$

$$Z_{\text{пл.}}^{\text{нр.}} = \frac{3000 \cdot 28 \cdot 2 \cdot 230,4}{100 \cdot 3805 \cdot 60} = 1,69(\text{руб.})$$

Затраты на заработную плату основных производственных рабочих с отчислениями на социальное страхование

Объем фонда заработной платы (ФЗП) определяется суммой основной заработной платы  $Z_{\text{осн}}$  и дополнительной заработной платы  $Z_{\text{доп}}$ .

$$\text{ФОТ}_{\text{осн.}} = \text{ЗПЛ}_{\text{осн.}} + \text{ЗПЛ}_{\text{доп.}},$$

Объём  $Z_{\text{осн}}$  основной заработной платы определим расчётным путём с использованием формулы:

$$\text{ЗПЛ}_{\text{осн.}} = C_q \cdot t_{\text{шт.}} \cdot K_{\text{доп.}},$$

где:  $C_q$  – часовая тарифная ставка, руб/час.

$t_{\text{шт.}}$  – время на изготовление одного изделия, час

$K_{\text{доп.}}$  – коэффициент доплат, определяется по нормативным документам предприятия.

$$\text{ЗПЛ}_{\text{осн.}}^{\text{баз.}} = 18 \cdot 28,28 \cdot 1,8 = 916,27(\text{руб.})$$

$$\text{ЗПЛ}_{\text{осн.}}^{\text{нр.}} = 18 \cdot 12,03 \cdot 1,8 = 389,77(\text{руб.})$$

Объём  $Z_{\text{доп}}$  дополнительной заработной платы определим расчётным путём с использованием формулы:

$$\text{ЗПЛ}_{\text{доп.}} = \frac{K_d \cdot \text{ЗПЛ}_{\text{осн.}}}{100},$$

где:  $K_d$  – коэффициент соотношения между основной и дополнительной заработной платой.

$$ЗПЛ^{баз.}_{дон} = \frac{14 \cdot 916,27}{100} = 128,27(\text{руб.})$$

$$ЗПЛ^{нр.}_{дон} = \frac{14 \cdot 389,77}{100} = 54,56(\text{руб.})$$

$$\text{ФОТ}^{баз.} = 916,27 + 128,27 = 1044,54(\text{руб.})$$

$$\text{ФОТ}^{нр.} = 389,77 + 54,56 = 444,33(\text{руб.})$$

Объём  $O_{с.с}$  отчислений на социальные нужды определим расчётным путём с использованием формулы:

$$O_{с.с} = \frac{40 \cdot (ЗПЛ_{осн.} + ЗПЛ_{дон.})}{100},$$

$$O^{баз.}_{с.с} = \frac{40 \cdot (916,27 + 128,27)}{100} = 417,81(\text{руб.})$$

$$O^{нр.}_{с.с} = \frac{40 \cdot (389,77 + 54,56)}{100} = 177,73(\text{руб.})$$

Технологическая себестоимость изделия

$$C_{тех} = ЗМ + З_{эл.эн.} + З_{об.} + З_{присп.} + З_{плоч.} + \text{ФОТ} + O_{с.с}$$

$$C_{тех}^{баз.} = 1879,48 + 83,49 + 497,2 + 3,31 + 1,81 + 1044,54 + 417,81 = 3927,64(\text{руб.})$$

$$C_{тех}^{нр.} = 1077,12 + 51 + 395,3 + 3,22 + 1,69 + 444,33 + 177,73 = 2150,39(\text{руб.})$$

Цеховая себестоимость изделия

$$C_{цех.} = C_{тех.} + P_{цех.},$$

где:  $P_{цех.}$  – сумма общецеховых расходов.

$$P_{цех.} = ЗПЛ_{осн.} \cdot K_{цех.},$$

где:  $K_{цех.}$  – коэффициент цеховых расходов = 2,5

$$P^{баз.}_{цех.} = 916,27 \cdot 2,5 = 2290,67(\text{руб.})$$

$$P^{нр.}_{цех.} = 389,77 \cdot 2,5 = 974,42(\text{руб.})$$

$$C_{цех.}^{баз.} = 3927,64 + 2290,67 = 6218,31(\text{руб.})$$

$$C_{цех.}^{нр.} = 2150,39 + 974,42 = 3124,81(\text{руб.})$$

Заводская себестоимость изделия

$$C_{зав.} = C_{цех.} + P_{зав.},$$

где:  $P_{зав.}$  – сумма общезаводских расходов.

$$P_{зав.} = ЗПЛ_{осн.} \cdot K_{зав.},$$

где:  $K_{зав.}$  – коэффициент заводских расходов = 1,8

$$P_{зав.}^{баз.} = 916,27 \cdot 1,8 = 1649,28 (\text{руб.})$$

$$P_{зав.}^{нр.} = 389,77 \cdot 1,8 = 701,58 (\text{руб.})$$

$$C_{зав.}^{баз.} = 6218,31 + 1649,28 = 7867,59 (\text{руб.})$$

$$C_{зав.}^{нр.} = 3124,81 + 701,58 = 3826,39 (\text{руб.})$$

Полная себестоимость изделия

$$C_{полн.} = C_{зав.} + P_{вн.},$$

где:  $P_{вн.}$  – сумма внепроизводственных расходов;

$$P_{вн.} = C_{зав.} \cdot K_{вн.},$$

где:  $K_{вн.}$  – коэффициент внепроизводственных расходов = 0,2

$$P_{вн.}^{баз.} = 7867,59 \cdot 0,2 = 1573,51 (\text{руб.})$$

$$P_{вн.}^{нр.} = 3826,39 \cdot 0,2 = 765,27 (\text{руб.})$$

$$C_{полн.}^{баз.} = 7867,59 + 1573,51 = 9441,1 (\text{руб.})$$

$$C_{полн.}^{нр.} = 3826,39 + 765,27 = 4591,66 (\text{руб.})$$

Таблица 4.5. - Калькуляция себестоимости изделия.

Статьи затрат в руб.	Базовый вариант.	Проектный вариант.
1	2	3
1. Материалы основные	1555,08	897,12
2. Материалы вспомогательные	324,4	180
3. Электроэнергия.	83,49	51
4. Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования.	497,2	395,3
5. Затраты на содержание приспособлений и инструмента.	3,31	3,22
6. Затраты на содержание занимаемой под оборудование площади.	1,81	1,69
7. Основная заработанная плата.	916,27	389,77

Продолжение таблицы 4.5.

1	2	3
8. Дополнительная заработанная плата.	128,27	54,56
9. Отчисления на социальное страхование.	417,81	177,73
Технологическая себестоимость.	3927,64	2150,39
Цеховая себестоимость.	6218,31	3124,81
Заводская себестоимость.	7867,59	3826,39
Полная себестоимость изделия.	9441,1	4591,66

## 5.6 Расчет экономической эффективности разрабатываемого проекта

Условно-годовая экономия от снижения себестоимости изготовления изделия (ожидаемая прибыль Пр.ож)

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_{\text{у.г.}} &= \text{Приб.ож.} = (C_{\text{полн. баз.}} - C_{\text{полн. проектн.}}) \cdot N_{\text{пр}} \\ \mathcal{E}_{\text{у.г.}} &= (9441,1 - 4591,66) \cdot 10000 = 48494400 (\text{руб.}) \end{aligned}$$

Годовой экономический эффект  $\mathcal{E}_g$  в сфере при внедрении в производство предлагаемых решений определим расчётным путём с использованием формулы:

$$\mathcal{E}_g = \left[ \left( C_{\text{полн. баз.}} + E_n \cdot K_{\text{уд. баз.}} \right) - \left( C_{\text{полн. пр.}} + E_n \cdot K_{\text{уд. пр.}} \right) \right] \cdot N_{\text{пр}},$$

где:  $E_n$  – нормативный коэффициент сравнительной экономической эффективности, в сварочном производстве равен 0,33

$$\mathcal{E}_g = \left[ (9441,1 + 0,33 \cdot 110,23) - (4591,66 + 0,33 \cdot 137,67) \right] \cdot 10000 = 48403800 (\text{руб.})$$

Срок  $T_{\text{ок}}$  окупаемости дополнительных капитальных вложений при внедрении в производство предлагаемых решений определим расчётным путём с использованием формулы:

$$T_{ок.} = \frac{K^{np}_{общ.}}{Приб.чист.}$$

После подстановки в формулу (4.30) численных значений соответствующих переменных, имеем:

$$T_{ок.} = \frac{1376727,4}{48494400} = 0,5 \text{ года}$$

Коэффициент сравнительной экономической эффективности

$$E_{ср.} = \frac{1}{T_{ок.}},$$

где:  $T_{ок.}$  – срок окупаемости капитальных вложений.

$$E_{ср.} = \frac{1}{0,5} = 2$$

$2 \geq 0,33$  – мероприятие эффективно

Расчет повышения производительности труда

Снижение  $\Delta t$  трудоемкости при внедрении в производство предлагаемых решений определим расчётным путём с использованием формулы:

$$\Delta t_{ум.} = \frac{t^{баз.}_{ум.} - t^{np.}_{ум.}}{t^{баз.}_{ум.}} \cdot 100\%$$

После подстановки в формулу (4.26) численных значений соответствующих переменных, имеем:

$$\Delta t_{ум.} = \frac{19,32 - 12,03}{19,32} \cdot 100 = 37,73\%$$

Повышение  $\Pi_t$  производительности труда при внедрении в производство предлагаемых решений определим расчётным путём с использованием формулы:

$$\Delta \Pi_t = \frac{100 \cdot \Delta t_{ум.}}{100 - \Delta t_{ум.}} \%$$

После подстановки в формулу (4.27) численных значений соответствующих переменных, имеем:

$$\Delta\Pi m = \frac{100 \cdot 37,73}{100 - 37,73} = 60,5\%$$

### **Заключение**

Цель бакалаврской работы достигнута за счёт создания новой технологичной конструкции корпуса среднего маслоприёмника, проведения прочностного расчёта, разработки нового технологического процесса с применением автоматической сварки в защитных газах кольцевых швов, выбора установки для выполнения этих работ, разработки конструкции механизированного сборочного приспособления, что позволило снизить трудоёмкость на 37,7%, повысить производительность труда на 60,5%, обеспечить срок окупаемости за 0,5 года при годовом экономическом эффекте 48403800 рублей..

## Заключение

Разработан технологический процесс сборки и автоматической сварки кольцевых швов, соединяющих корпус и фланец. Подобрано оборудование и спроектирована сборочная оснастка. Для поворота корпуса на 180° в процессе сварки предложено применить вращатель М-11040.

Разработана планировка производственного участка. Для защиты производственного персонала и окружающей среды от опасных и вредных факторов, имеющих место на производственном участке, разработан комплекс мероприятий технического и организационного характера.

В проекте доказано, что применение новой конструкции корпуса и технологии соединения позволяет достичь цели проекта.

Внедрение разработанных технических решений позволяет получить суммарный годовой экономический эффект 48403800 рублей, снизить трудоёмкость на 37,7%, повысить производительность труда на 60,5%.

Можно сделать вывод о достижении цели достижения цели бакалаврской работы

## Список используемых источников

1. Щекин, В. А. Технологические основы сварки плавлением : учеб. пособие для вузов. - Изд. 2-е, перераб / В. А. Щекин - Ростов н/Д. : Феникс, 2009. - 345 с.
2. Мейстер, Р. А. Нестандартные источники питания для сварки : учеб. пособие / Р. А. Мейстер. - ВУЗ/изд. - Красноярск : ИПЦ КГТУ, 2004. - 96 с.
3. Пащенко, В.Н. Влияние состава плазмообразующей воздушно-газовой смеси на параметры струи плазмотрона / В.Н. Пащенко. // Автоматическая сварка. – 2009. – № 4. – С. 33–38.
4. Косинцев, В.И. Основы проектирования химических производств и оборудования / В.И. Косинцев [и др.] – Томск: Томский политехнический университет, 2013. – 395 с.
5. Действия населения в чрезвычайных ситуациях. Пособие. Под общей редакцией В.А. Владимирова. – М.: МЧС России, 1995.
6. Фатхутдинов, Р.А. Организация производства: Учебник / Р. А. Фахрутдинов – М.: ИНФРА – М, 2001.– 672 с.
7. Гостюшин, А. В. Энциклопедия экстремальных ситуаций / А. В. Гостюшин. — М.: Изд. «Зеркало», 1995.-288 с.
8. Рыбаков, В.М. Дуговая и газовая сварка: Учеб. для сред. ПТУ / В.М. Рыбаков. - 2-е изд. перераб.- М.: Высш. школа, 1986.- 208 с.
9. Рыбаков, А.М. Сварка и резка металлов. Учебник для средних профессионально-технических училищ / А.М. Рыбаков. - М.: Высшая школа, 1977.
10. Malinov, L.S. Increasing the abrasive wear resistance of low-alloy steel by obtaining residual metastable austenite in the structure / L.S. Malinov, V.L. Malinov, D.V. Burova, V.V. Anichenkov // Journal of Friction and Wear. – 2015. – №3. – P. 237–240.
11. Enhancement of steels wear resistance in corrosive and abrasive medium / V. Kaplun, P. Kaplun, R. Vodnar, V. Gonchar // Interdisciplinary Integration of

- Science in Technology, Education and Economy : monograph /ed. by J. Shalapko, B. Zoltowski. – Bydgoszcz, 2013. – P. 320–329.
12. Думов, С. И. Технология электрической сварки плавлением: Учебник для машиностроительных техникумов / С.И. Думов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Л.: Машиностроение, 1987. - 368 с.
  13. Смирнов, И.В. Сварка специальных сталей и сплавов: Учебное пособие / И.В. Смирнов – Тольятти, издательство ТГУ, 2007. – 301 с.
  14. Чебац, В.А. Сварочные работы: Учеб. пособие / В.А. Чебац - 3-е изд. перераб.- Ростов-на-Дону: изд. центр «Феникс», 2006. - 412 с.
  15. Lucas, W. Choosing a shielding gas. Pt 2 // Welding and Metal Fabrication. – 1992. – № 6. – P. 269–276.
  16. Dilthy, U., Reisgen U., Stenke V. et al. Schutzgase zum MAGM – Hochleistungsschweißen // Schweissen und Schneiden. – 1995. – 47, № 2. – S. 118–123.
  17. Dixon, K. Shielding gas selection for GMAW of steels // Welding and Metal Fabrication. – 1999. – № 5. – P. 8–13.
  18. Salter, G. R., Dye S. A. Selecting gas mixtures for MIG welding / G. R. Salter, S. A. Dye // Metal Constr. and Brit. Weld. J. – 1971. – 3, № 6. – P. 230–233.
  19. Cresswell, R. A. Gases and gas mixtures in MIG and TIG welding // Welding and Metal Fabrication. – 1972. – 40, № 4. – P. 114–119.
  20. Величко, О.А. Лазерная наплавка цилиндрических деталей порошковыми материалами / О.А. Величко, П.Ф. Аврамченко, И.В. Молчан, В.Д. Паламарчук // Автоматическая сварка. – 1990. – № 1. – С. 59–65.
  21. Горина, Л.Н. Промышленная безопасность и производственный контроль: учеб.-метод. пособие / Л.Н. Горина, Т.Ю. Фрезе. – ТГУ. – Тольятти: Изд-во ТГУ, 2013. 153 с.
  22. Гордиенко, В.А. Экология: базовый курс для студентов небиологических специальностей: учеб. пособие для вузов / В.А. Гордиенко, К.В. Показеев, М.В. Старкова. – СПб.: Лань, 2014. – 633 с.

23. Шелягин, В.Д. Лазерно-микроплазменное легирование и нанесение покрытий на стали / В.Д. Шелягин, В.Ю. Хаскин, Ю.Н. Переверзев // Автоматическая сварка. – 2006. – № 2 – С. 3–6.
24. Бабинец, А.А. Влияние способов дуговой наплавки порошковой проволокой на проплавление основного металла и формирование наплавленного металла / А.А. Бабинец, И.А. Рябцев, А.И. Панфилов [и др.] // Автоматическая сварка. – 2016. – № 11. – С. 20–25.
25. Переплётчиков, Е.Ф. Плазменно-порошковая наплавка штоков энергетической арматуры / Е. Ф. Переплетчиков, И. А. Рябцев // Автоматическая сварка. – 2013. – № 4. – С. 56–58.
26. Жариков, С.В. Влияние экзотермической смеси в составе сердечника самозащитной порошковой проволоки на параметры наплавленного валика / С.В. Жариков // Вісник східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. – Луганск: СНУ, 2010. – № 2. – С. 102–105.
27. Снисарь, В.В. Влияние легирования аустенитного шва азотом на развитие структурной неоднородности в зоне сплавления с перлитной сталью / В. В. Снисарь, В. Н. Липодаев, В. П. Елагин [и др.] // Автоматическая сварка. – 1991. – № 2. – С. 10–14.
28. Алешин, Н.П. Современные способы сварки: Учеб. пособие / Н.П. Алешин. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. 59 с.
29. Zhang, Y.M., Liguó E., Kovacevic R. Active metal transfer control by monitoring excited droplet oscillation // Welding Journal. 1998. Vol. 77. N 9. P. 388-s—394-s.
30. Фивейский, А.М. Новые процессы MIG/MAG сварки // Техсовет, 2010. № 4. С. 38.
31. Шолохов, М.А. Эффективность эксплуатации инверторных источников питания / М.А. Шолохов, А.М. Фивейский, Д.С. Бuzорина, Е.В. Лунина // Сварка и диагностика, 2012. № 3. С. 53–55.
32. Бранд, М. Высокая производительность и отличное качество MIG/MAG сварки // Марко Бранд, А.М. Фивейский. Состояние и перспективы

- развития сборочно-сварочного производства: сборник докладов международной научно-технической конференции. Нижний Тагил, 2011. С. 71–78. Балашов, А.И. Экономика фирмы: учеб. пособие / А.И. Балашов. – Ростов н/Д: Феникс, 2010. – 351 с.
33. Великанов, К.М. Экономика машиностроительного производства: практикум / К.М. Великанов. – 2-е изд., перераб. и доп.
34. – М.: Высш. шк. 1999. – 96 с.
35. Волков, О.И. Экономика предприятия: курс лекций: учеб. пособие для вузов / О.И. Волков, В.К. Скляренко. – М.: ИНФРА-М, 2010. – 280 с.
36. Грибов, В.Д. Экономика предприятия: учеб. + практикум / В.Д. Грибов, В.П. Грузинов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Финансы и статистика, 2008. – 334 с.
37. Золотогоров, В.Г. Организация производства и управление предприятием: учеб. пособие / В.Г. Золотогоров. – Минск: Книжный Дом, 2005. – 448 с.