

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)

«Современные технологические процессы изготовления деталей

в машиностроении»

(направленность (профиль)/специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему : Технология сборки-сварки лонжерона рамы полуприцепа

Обучающийся

Г.А. Понамарев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

ст. преподаватель Д.Э. Советкин

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

Консультанты

к.э.н., доцент Е.Г. Смышляева

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

к.ф-м.н., доцент Д.А. Романов

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

Тольятти 2024

Аннотация

Представленная выпускная квалификационная работа посвящена разработке технологии сборки-сварки лонжерона рамы шторного полуприцепа в рамках предприятия.

В технологическом разделе работы проанализированы решения по вопросам выбора способа сварки, выбора сварочных материалов и оборудования, определены режимы сварки, рассмотрены вопросы контроля качества.

В экономическом разделе работы проведены расчеты технологической себестоимости изготовления единицы лонжерона рамы шторного полуприцепа. Определена экономическая эффективность проектной технологии.

Раздел охраны труда содержит пояснения о области возникновения вредных факторов и их характере, а так же меры по их устранению или же сокращению влияния при невозможности устранения.

Пояснительная записка содержит 64 страницы, 17 таблиц, 9 рисунков, список используемой литературы из 27 наименований. Графическая часть проекта содержит 6 страниц выполненных на формате А1.

Содержание

Введение.....	5
1. Анализ исходных данных и известных решений при изготовлении лонжерона рамы шторного полуприцепа	7
1.1. Анализ конструкции шторного полуприцепа.....	7
1.2. Классификация лонжерона рамы полуприцепа.....	11
1.3. Характеристики металла для изготовления лонжерона.....	13
1.4. Анализ базовой технологии сборки-сварки лонжерона рамы шторного полуприцепа.....	14
1.5. Анализ способов сварки.....	19
2. Проектная технология сборки-сварки лонжерона рамы шторного полуприцепа.....	23
2.1 Выбор и описание оборудования.....	23
2.2. Технологический процесс проектной сборки-сварки лонжерона рамы шторного полуприцепа.....	28
3. Экологическая безопасность объекта проектирования.....	33
4. Экономическая эффективность проекта.....	39
4.1. Исходные данные для экономического обоснования сравниваемых вариантов.....	39
4.2. Расчет технологической себестоимости изготовления лонжерона рамы шторного полуприцепа.....	41
4.2.1. Затраты на основные материалы.....	43
4.2.2. Затраты на сварочные материалы.....	43
4.2.3. Расчет затрат на заработную плату.....	45
4.2.4. Расчет затрат на силовую электроэнергию.....	46
4.2.5. Расчет затрат на амортизацию оборудования.....	47
4.2.6. Затраты на ремонт.....	50
5. Безопасность жизнедеятельности.....	52
5.1. Виды инструктажей.....	52

5.2. Пожарная безопасность.....	54
5.3. Защита органов зрения, лица и головы при сварке.....	55
Заключение.....	57
Список используемой литературы.....	58

Введение

По данным Росстата на 2023 год наиболее распространенным видом грузоперевозок является автомобильный, на который приходится порядка 70.7% всех грузов. Количество используемых видов автомобильного транспорта весьма обширен. Однако, одним из основным видов техники для перевозки грузов являются полуприцепы и прицепы разного назначения.

В настоящее время существует более 20 видов полуприцепов и прицепов. Одними из самых распространенных среди них являются шторные полуприцепы [24].

Шторный полуприцепы являются основным звеном магистральной техники. С их помощью происходит перемещение грузов на большие расстояния. Главной отличительной особенностью шторного полуприцепа является наличие тента выполненного из особого ПВХ материала. Тент защищает груз от воздействий внешних факторов на него. К основным фактором можно отнести: грязь, пыль, воздействие прямых солнечных лучей, осадки разного рода.

Шторные полуприцепы пользуются спросом среди потребителей продукта на рынке, так в 2022 году было на предприятии «Grunwald» произведено и продано 250 полуприцепов, а в 2023 количество выпущенной и распроданной продукции возросло на 210 единиц и составило 460 единиц техники. Данные предоставлены от отдела маркетинга предприятия ООО «Grunwald». Увеличение спроса на шторные полуприцепы, требует от предприятия изготавливающее полуприцепы увеличить темп производства, а следовательно, и производительность изготовления конструкции.

Самым трудоемким и дорогим компонентом современных шторных полуприцепов является рама. Рама шторного полуприцепа представляет собой металлическую конструкцию, состоящую из двух балок таврового или коробчатого сечения, называемых «Лонжерон», и расположенных между ними поперечен. Лонжерон является основным несущим компонентом, он

принимает на себя большую часть нагрузок, возникающих в процессе эксплуатации шторного полуприцепа.

На сегодняшний день производство лонжеронов осуществляется с помощью полуавтоматической дуговой сварки в среде защитных газов. Данный способ сварки не позволяет обеспечивать требуемый производительность полуприцепов. Связано это с тем, что в конструкции лонжерона рамы шторного полуприцепа заложены сварные швы протяженностью более 3 метров, которые должны отвечать высоким требованиям. Для того что бы повысить производительность сборки-сварки лонжерона шторного полуприцепа, необходимо сократить трудоемкость, затрачиваемую на выполнение цельных длинномерных сварочных швов. Этого можно достичь путем внедрения на предприятия автоматизированного технологического процесса сварки.

Поэтому целью выпускной квалификационной работы является повышение производительности процесса сборки-сварки лонжерона рамы шторного полуприцепа, путем разработки технологического процесса использования автоматизированного сварочного портала.

1 Анализ исходных данных и известных решений при изготовлении лонжерона рамы шторного полуприцепа

1.1 Анализ конструкции шторного полуприцепа

На 2023 год в Российской Федерации лидирующие позиции по технике, используемой в грузоперевозках, заняла следующая автомобильная техника: открыто бортовые, шторные, самосвальные полуприцепы. Их популярность обусловлена развитием строительных и логистических отраслей. Рассмотрим шторные полуприцепы (рисунок 1).



Рисунок 1 – Шторный полуприцеп Grunwald, где 1 - передняя стенка, 2 - рама полуприцепа, 3 - осевой агрегат, 4 – тент-штора, 5 – крыша, 6 – задние ворота

Шторный полуприцеп может укомплектован двумя или же тремя осевыми агрегатами. В передней части полуприцепа расположена стенка, выполненная из составного набора алюминиевого профиля сложного сечения или из фасонного листа металла. По бокам расположены тент-шторы, они выполнены из особого ПВХ материала и защищают груз от воздействия внешних факторов, таких как прямые солнечные лучи, грязь, пыль, осадки разного рода. Сверху так же из ПВХ материала находится крыша, которая может быть сложена в случае необходимости вертикальной погрузки шторного полуприцепа. В задней же части находятся алюминиевые ворота со встроенными замками. Область применения шторных полуприцепов весьма обширна, они могут использоваться как для перевозки продуктов питания, так и для транспортировки некоторых видов строительных материалов. Основным несущим элементом всех шторных полуприцепов является рама. Она воспринимает на себя силу тяжести груза и так же динамические нагрузки в процессе эксплуатации.

Рама шторного полуприцепа является весьма трудоемким и технологически сложным элементом. Она должна отвечать техническим требованиям и требованиям эргономики [4]. Рамы полуприцепов чаще всего имеют схожий внешний вид. Однако рама шторного полуприцепа имеет ряд особенностей.

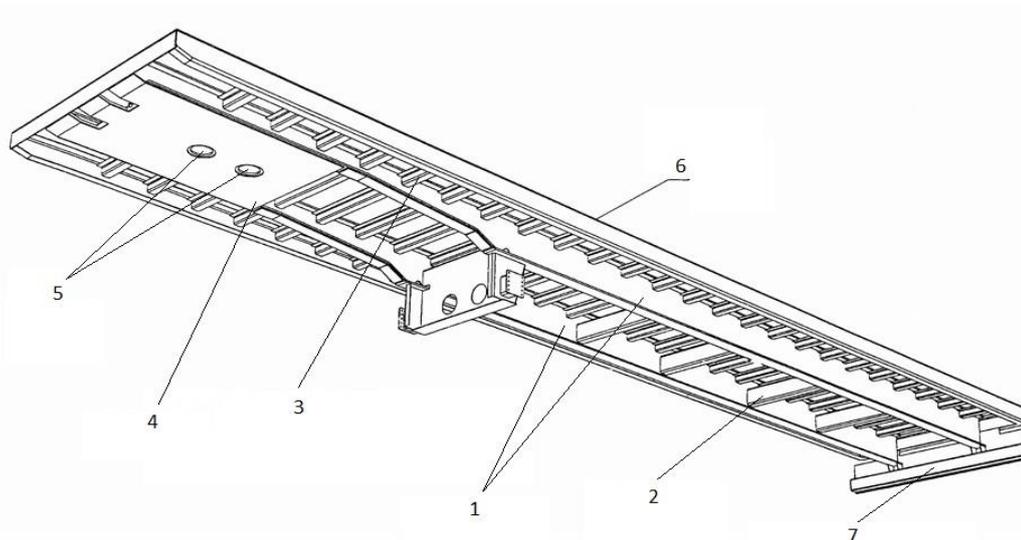


Рисунок 2 – Рама шторного полуприцепа, где 1 – лонжероны рамы, 2 – поперечина связующая, 3 – поперечина опорная, 4 – плита опорная, 5 – места крепления шкворня, 6 – внешний профиль обвязки, 7 – задний противооткатный брус.

На рисунке 1.2 изображена общая модель рамы шторного полуприцепа. Она состоит из лонжеронов, которые принимают на себя основные нагрузки и являются наиболее трудоемкими в изготовлении по сравнению с остальными деталями. Также в конструктиве заложены связующие поперечины. Это вторые по величине принимаемых нагрузок на себя детали в конструктиве рамы шторного полуприцепа. Как правило связующие поперечины могут представлять собой профильную трубу прямоугольного сечения или же в виде швеллера с равными полками. Также не мало важным конструктивным решением является опорная плита, она служит для обеспечения скольжения седельно-сцепного устройства тягача во время движения. На опорной плите шторных полуприцепов чаще всего существует одно место крепления шкворня. Но также бывает, что производитель закладывает два места крепления, данное решение позволяет без конструктивного вмешательства в раму шторного полуприцепа менять развесовку. Поперечина опорная может иметь огромное разнообразие сечений, но чаще всего применяются S-образные или же Г-образные поперечины. Они служат опорами для настила

шторного полуприцепа. Внешний профиль обвязки чаще всего имеет сложный профиль и выполняется цельнометаллическим, он необходим для придания жесткости всей конструкции и связывание всех опорных поперечен. В задней части рамы расположен задний противоподкатный брус, его главная задача в случае ДТП предотвратить попадания автомобиля под колеса полуприцепа.

Лонжерон рамы полуприцепа представляет собой сварную металлическую конструкцию коробчатого или двутаврового сечения, состоящую как правило из нескольких деталей (рисунок 3).

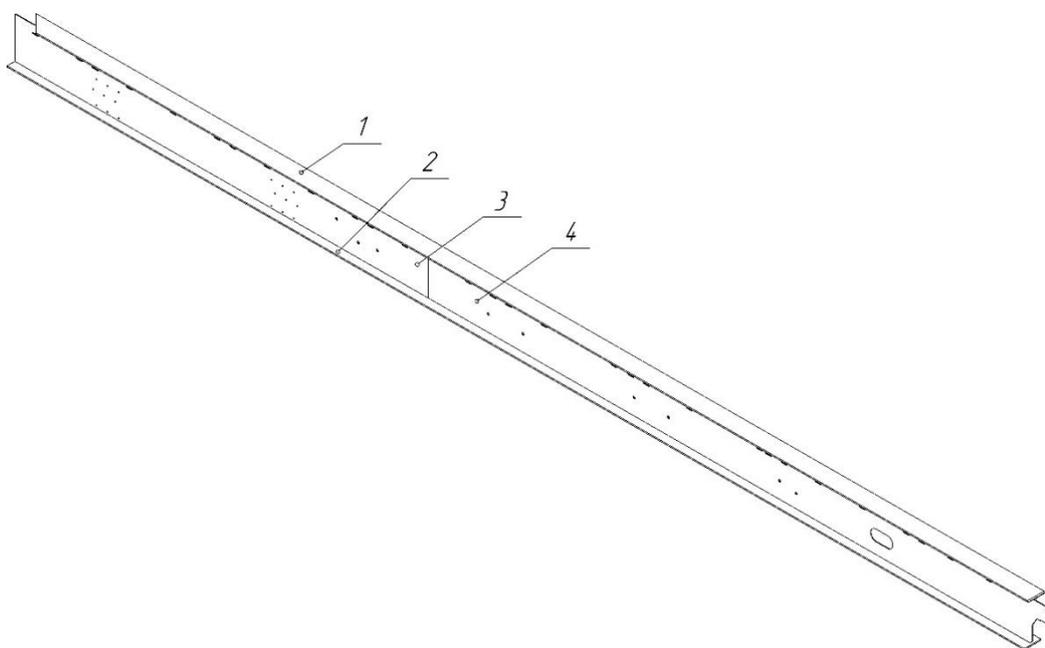


Рисунок 3 - Лонжерон рамы шторного полуприцепа рамы в сборе, где 1– верхняя полка лонжерона, позиция 2 – нижняя полка лонжерона, позиция 3 – стенка лонжерона №1, позиция 4 – стенка лонжерона №2.

К основным требованиям, применяемым к конструкциям и узлам можно отнести следующие: высокая прочность конструкции в независимости от температурного диапазона окружающей среды, устойчивость к агрессивным средам, а также наличие специальных механических и технологических свойств. [10]

При чем стоит отметить, что толщина полок и стенок лонжерона не является одинаковой. Обычно стенку лонжерона применяют меньшей толщиной

нежели полки лонжерона. Такой способ сварной конструкции помогает достичь предельной прочности при сравнительно небольшом весе всей конструкции.

1.2 Классификация лонжерона рамы полуприцепа

Лонжероны рам полуприцепов и прицепов подразделяются на два основных типа, первый это составные, представляющие собой сегментированную разъемную конструкцию, соединенную между собой. Данный тип лонжерона является менее жестким, но имеет главное преимущество, а именно высокую ремонтпригодность. Ведь в случае деформации одного из сегментов его можно легко заменить. Так же существует второй тип лонжеронов – цельносварные. Основным преимуществом данной конструкции является ее жесткость и надежность. Недостатком данного лонжерона является низкая ремонтпригодность, ведь в случае его деформации потребуется ремонт или же вовсе замена всей металлоконструкции.

Главной функцией лонжерона полуприцепов является принятие на себя нагрузки возникающей в процессе работы и сопротивление им без разрушения. Основные нагрузки можно классифицировать по двум группам. К первой группе можно отнести статические нагрузки, например: силу тяжести перевозимого груза. Вторым типом нагрузок являются динамические нагрузки, растяжения и сжатия. Для того что бы отследить соответствие заданным требованиям существуют испытания полуприцепов. Испытания заключаются в оценке технических параметров, показателей качества выполнения технологического процесса, безопасности и эргономичности конструкции, и надежности всей конструкции [4]. Чаще всего эти тесты сопровождаются разрушением конструкции с целью выяснения соответствия требованиям.

Конструкция лонжерона рамы напрямую зависит от условий работы, а именно для каких целей производится рама. Будет ли она основой самосвального полуприцепа или шторного полуприцепа. К примеру, при проектировании рам самосвальных полуприцепов стоит учитывать какой груз планируется перевозить. Если это перевозка сыпучих материалов в пределах населённых пунктов закладывается лонжерон не имеющих отличительных особенностей, но для работы в карьерах, добывающих полезные ископаемые стандартизированного лонжерона, будет недостаточно. В таких случаях конструктор может заложить большую высоту стенки лонжерона, что в свою очередь увеличит прочностные характеристики, также возможно изменение толщин металла полок и стенок лонжерона.

Стоит отметить, что не только перевозка тяжелых грузов заставляет менять конструктивные особенности лонжерона, но и также длина лонжерона. В среднем длина шторного полуприцепа превышает длину в 13 метров. Для того что бы добиться прочности в ослабленных местах, стенка лонжерона рамы может иметь большую высоту в этих участках.

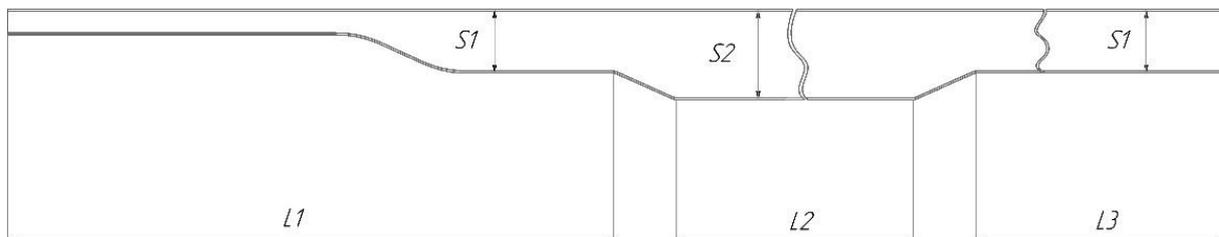


Рисунок 4 – Пример лонжерона с переменной высотой

На рисунке 4 видно, что на участке L1 есть перепад высот стенки лонжерона. Он нужен для того, чтобы во время поворота тягача не произошел удар задней части тягача о лонжерон рамы полуприцепа. Далее на участке L2 видно, что увеличилась высота стенки лонжерона (S2), как раз таки она и необходима для того, чтобы компенсировать большой пролет между осевым агрегатом и местом сцепления полуприцепа с тягачом. После чего участок L3

имеет ту же высоту стенки лонжерона (S1), что и на участке L1, так как на этом участке располагается осевой агрегат в высоте стенки как на участке L2 нет необходимости.

1.3 Характеристики металла для изготовления лонжерона

В качестве материала лонжерона применяется высокопрочная сталь S420MC. Ближайшим аналогом данной стали может послужить сталь 09Г2С, однако сравнительно со сталью S420MC сталь 09Г2С уступает по пределу текучести материала что для листа согласно ГОСТ 5520-79 является $\sigma_T = 265 - 345$ МПа. В то время как минимальный порог предела текучести стали S420MC составляет $\sigma_T = 420$ МПа.

Сталь S420MC отличается хорошей свариваемостью, сварка может происходить без предварительного подогрева около шовной зоны, а также без последующей термообработки после выполнения сборочно-сварочных работ.

Таблица 1 – Химический состав стали S420MC [18]

C	Mn	Si	P	S	Al	Nb	V	Ti	Nb+V+Ti
max. %									
0,12	1,6	0,5	0,025	0,015	0,015	0,09	0,2	0,15	0,22

Таблица 2 – Механические свойства стали S420MC [18]

Минимальный предел текучести (МПа)	Предел прочности (МПа)	Минимальное относительное удлинение после разрыва (%)		Твердость по Бринеллю (НВ)
		Продольные образцы	Поперечные образцы	
420	480-620	16	19	143-183

Также отличительной особенностью стали S420MC является способность не разрушаться при холодном формировании. Благодаря этой особенности сталь широко применяется для изготовления деталей получаемых по средствам штамповочных и гибочных операций.

1.4 Анализ базовой технологии сборки-сварки лонжерона рамы шторного полуприцепа

Базовый технологический процесс сборки-сварки лонжерона состоит из следующих операций:

Первая операция заготовительная. На данной операции происходит раскрой листового металла на составные детали лонжерона рамы шторного полуприцепа. Резка металла происходит на лазерном раскройном комплексе с ЧПУ Навигатор КС-6В-6.

После резки материала выполняется очистка металла от поверхностных загрязнений и внешних окислов металла. Зачистка производится с помощью УШМ марки Milwaukee1 модели AGV 17-125 XE и насадки в виде щетки-чашки производится зачистка от поверхностных загрязнений, а также от внешних окислов металла.

Вторая операция сборочная. Происходит укладка деталей из листового металла в сборочную постель. Фиксация деталей в постели при помощи гидроцилиндров. Контроль взаимного расположения происходит за счет сварочного угольника. Прихватки выполняются сварочным аппаратом ручной дуговой сварки в среде защитного газа. Размер прихваток равен 10 мм, а шаг 200 мм.

Третья операция контрольная. Проверка правильности взаимного расположения деталей, также визуальный контроль качества выполненных прихваток.

Четвертая операция сварочная. Выполнение сварного шва T1-Δ5 согласно ГОСТ 14771-76 (рисунок б) с одной стороны, выполнение сварного

шва С7 согласно ГОСТ 14771-76 (рисунок 7) с видимой стороны. С помощью ручной щетки по металлу зачищается поверхность сварного шва и около шовной зоны.

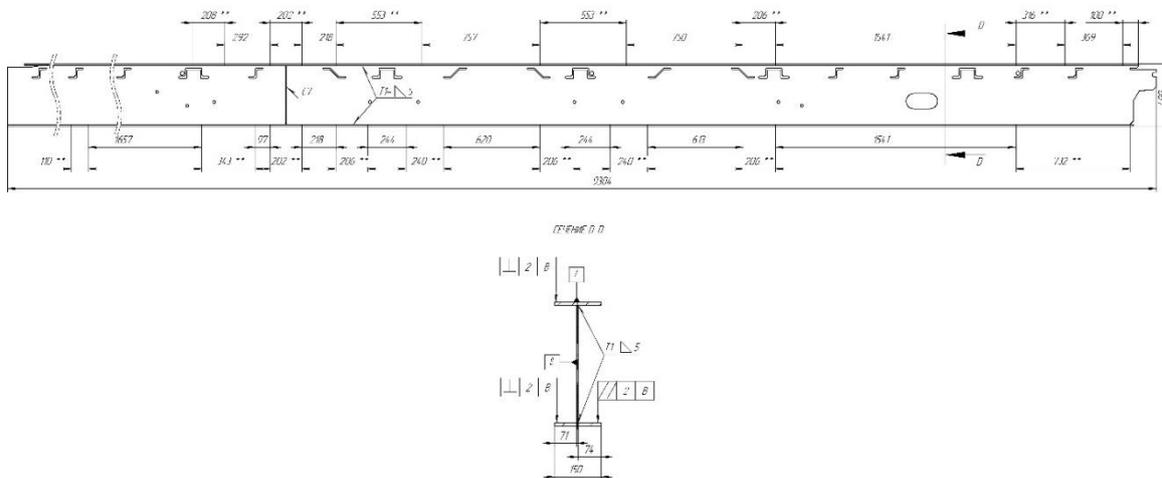


Рисунок 5 – Сварочные швы лонжерона рамы шторного полуприцепа

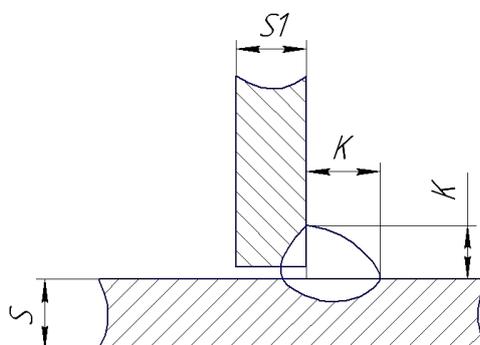


Рисунок 6 – Схема сварочного шва Т1-Δ5 согласно ГОСТ 14771-76

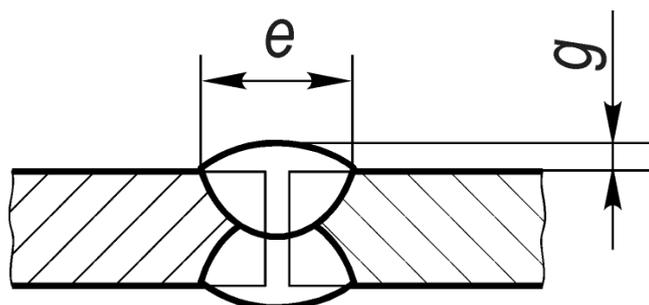


Рисунок 7 – Схема сварочного шва С7 согласно ГОСТ 14771-76

Процесс сварки лонжерона осуществляется от сварочного аппарата фирмы EWM Taurus 405 Synergic S MM TDM модели PM 451 W в среде углекислого газа. Технические характеристики которого приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Паспортные данные сварочного аппарата

Полярность сварочной горелки	Положительная
Способ подачи	Вручную
Вид напряжения	Постоянное напряжение
Защитный газ	Защитные газы в соответствии с ISO 14175
Продолжительность включения ED при 40°C	100%
Максимальный сварочный ток CO2	450 А
Максимальный сварочный ток M21 импульсная сварка в среде защитных газов	350 А
Максимальный сварочный ток CO2	500А
Напряжение включения микропереключателя	15В
Ток включения микропереключателя	10mA
Холодопроизводительность	Мин, 800 Вт
Максимальная температура подачи	65°C
Давление жидкости охлаждения на входе в горелку	От 3 до 6 bar
Расход минимальный	1.4 л\мин
Типы используемой проволоки	Стандартная круглая проволока
Диаметр проволоки	От 0,8 до 1,6 мм
Рекомендованная температура окружающей среды	От -10°C до +40°C
Номинальное напряжение	113 V Пиковое значение
Класс защиты соединений машины (EN 60529)	IP3X

Продолжение таблицы 3:

Расход газа	От 10 до 25 л\мин
Соединение	Центральный Евро-разъем
Рабочий вес сварочной горелки	1.09 кг.

Сварочная операция осуществляется по режимам, приведенным в таблице 4.

Таблица 4 – Режимы сварки при базовом варианте

Катет шва, мм	Диаметр проволоки, мм	Режим сварки			Вылет электродной проволоки, мм	Маркировка сварочной проволоки	Скорость подачи проволоки
		Сила тока, А	Напряжение на дуге, В	Расход Углекислого газа			
5,0	1,2	200	20	12 л/мин	10±2	Weld EM 12K, Ø 1,2мм	10 м/мин

Пятая операция контрольная. Контроль размеров катета шва, расположение сварного шва относительно свариваемых деталей. Контроль выполняется визуально согласно ГОСТ Р ИСО 17637-2014.

Шестая операция вспомогательная, переворотная. При помощи кран-балки грузоподъемностью 5 тонн осуществляется переворот лонжерона рамы шторного полуприцепа на 180°.

Седьмая операция разметочная. Выполняется разметка участком нанесения сварных швов. Разметка производится при помощи линейки, разметочного штангенциркуля, сварочной чертилки, рулетки.

Восьмая операция сварочная. На размеченных участках выполняется сварной шов Т1-Δ5 согласно ГОСТ 14771-76, нанесение сварного шва С7

согласно ГОСТ 14771-76 с противоположной стороны. Зачистка поверхности сварочного шва при помощи ручной щетки по металлу.

Девятая операция зачистная. Зачистка шва и около шовной зоны на расстоянии 20-30 мм от брызг металла. Для зачистки использовать УШМ с зачистным кругом или щеткой-чашкой, зубило.

Десятая операция контрольная. Визуальный контроль всех сварочных швов согласно ГОСТ Р ИСО 17637-2014. Размеры сварочного шва С7 согласно ГОСТ 14771-76 при свариваемом металле толщиной 8 мм:

- размер зазора между стенками лонжерона (позиции 3 и 4 ну рисунке 5) должен составлять 1,5 мм с предельным отклонением ± 1 мм;
- размер ширины сварочного шва должен составлять не более 10 мм;
- высота сварочного шва должен составлять 2 мм с предельным отклонением $\pm 1,5$ мм.

Размеры сварочного шва Т1 Согласно ГОСТ 14771-76 при свариваем металле толщиной 8 и 10 миллиметров, параметры принимаются по наименьшей толщине свариваемых деталей:

- размер зазора между свариваемыми деталями номинально равен 0, но имеет предельное отклонение +1,5 мм.

Визуальный контроль зачистки шва и около шовной зоны. Проверка геометрических размеров согласно чертежу при помощи измерительных инструментов.

Наиболее трудоемкой операцией в базовом варианте являются операция под номером четыре. Данной операции необходимо выполнить цельный сварной шов длиной 9152 мм. Поскольку сварочный шов выполняется на полуавтоматическом дуговом сварочном оборудовании в среде защитных газов. Необходима высокая квалификация для выполнения данной работы. Так же необходимо по мере выполнения работы делать паузы для перемещения

оборудования по ходу движения. Поскольку длины сварочного рукава равной 3 метрам недостаточно для выполнения сварочного шва в один проход. После пауз необходимо выполнить зачистку сварочного шва на участке 80-100 мм для исключения возникновения неоднородности сварного шва в местах перехода. Зачистка и периодическая сварка влекут за собой неравномерный прогрев околошовной зоны, что может понести за собой тепловые деформации при остывании, а также перегрев металла.

Полуавтоматической сварка не позволяет обеспечить сварку 500 лонжеронов шторного полуприцепа в год, максимальная производительности такого способа сварки 50 рам в год, что в связи с темпами роста спроса является недостаточным [24]. К недостаткам полуавтоматической сварки в среде защитных газов по сравнению с автоматической можно отнести следующие: разбрызгивание расплавленного металла и шлака на околошовную зону, громоздкое оборудование, которое необходимо перемещать собственноручно, высокие показатели инфракрасных излучений, повышенная задымлённость в зоне сварки, необходимость приобретать специализированные средства защиты. Из вышеперечисленных пунктов можно сделать вывод о том, что сварка лонжерона рамы полуавтоматической дуговой обладает множеством критериев, влияющих на производительность.

1.5 Анализ способов сварки

Автоматизированные способы сварки помогают снизить затрачиваемое время на изготовление, а также исключают вспомогательные операции, такие как перемещение оборудования в процессе сварки. Главным же достоинством автоматизированного способа сварки является исключение зависимости качества сварного шва от квалификации работника. Исключая его воздействие непосредственно на сам процесс сварки. И тем самым повышая производительность предприятия.

Автоматизированное сварочное оборудование можно разделить на несколько видов по типу действия. Рассмотрим тракторный тип оборудования. Данный тип оборудования представляет собой специальную тележку с колесами, с расположенной на ней сварочной горелкой, панелью управления и резервуаром для флюса. Принцип действия заключается в том, что сварочный трактор устанавливается по линии сварочного шва. После чего работник с помощью панели управления выставляет режимы сварки, задает скорость хода сварочного трактора и запускает процесс сварки. Достоинствами такого оборудования является относительная простота конструкции, повышенная производительность труда примерно на 30% по отношению к рабочему, а также минимизация человеческого фактора. Сварочные тракторы отлично подходят для стыковых и швов внахлест, а также для сварочных швов, где свариваемые детали находятся под небольшим углом друг другу. Применение такого оборудования для тавровых сварочных швов весьма неудобно.

Автоматизированная электрошлаковая сварка. Принцип действия заключается в том, что сварочный электрод погружается во флюс после чего на электрод электрический ток. Под действием тока флюс образует шлаки, которые в свою очередь являются проводниками. Проходящий ток через шлаки образует высокое тепловыделение и образуют шлаковые ванны. Благодаря чему происходит плавление основного свариваемого металла. Поскольку жидкий металл имеет более высокую плотность по сравнению со флюсовым шлаком, металл стекает вниз и образует жидкую металлическую сварочную ванну. К достоинствам данного способа сварки можно отнести понижение до минимума шлаковых включений в материале шва. Производительность в 2-3 раза выше по сравнению с полуавтоматической дуговой сваркой в среде защитных газов. Однако к недостаткам можно отнести существенный перегрев и потерю свойств основного металла при несоблюдении технологии. Также к недостаткам относится малая концентрация энергии в зоне нагрева, что увеличивает ее затраты. Долгий

нагрев оборудование и долгое остывание изделия после выполнения сварочных работ так же является недостатком.

Относительно новым видом сварки является лазерная сварка. Принцип действия оборудования заключается в том, что свариваемые детали надежно фиксируются, после чего в стык деталей направляется лазерный луч. При нажатии кнопки активизации, происходит равномерный прогрев и расплавка металла на кромках деталей, расплавленный металл равномерно распределяется по поверхности деталей. К достоинствам данного способа можно отнести следующие:

- высокую точность,
- однородность.

Отсутствие окисления металлов обусловлено высокой скоростью сварки и скоростью перемещения лазерного луча. Околошовная зона не успевает нагреваться из-за чего тепловые деформации минимальны или вовсе отсутствуют. При сварке лазером не применяются присадочные материалы в виде газов и флюсов, так же нет необходимости в электродах, это обусловлено высокой химической чистотой сварочного процесса. К недостаткам лазерного оборудования в первую очередь стоит отнести следующие:

- высокую стоимость оборудования,
- высокая стоимость инструментов и дополнительных комплектующих необходимых для выполнения качественных работ,
- высокие требования к помещениям, в которых будет производиться сварка, рассматриваются все показатели – от запылённости до показателей вибраций и влажности,
- высокая зависимость от отражающей способности заготовки, если она низкая, то и качество сварки будет ниже.

Плазменная сварка, данный тип сварки в текущей выпускной квалификационной работе не рассматривается, поскольку предназначен для сварки толстостенных деталей.

Ультразвуковую сварку в данной выпускной квалификационной работе не рассматриваем поскольку данный вид сварки используется исключительно для тонкостенных деталей.

Автоматизированная сварке в среде флюса. Принцип работы оборудования заключается в следующем. Перед сварочной головкой располагается рукав подачи флюса. Поджог искры происходит между электродной проволокой и основным свариваемым металлом под слоем флюса. После прохода сварочной горелки идет рукав сбора отработанного флюса, собирающий флюс для последующего применения. К достоинствам данного способа сварки можно отнести следующие:

- отсутствие брызг расплавленного металла и шлака,
- почти полное исключение возникновения оксидов,
- исключение негативных факторов, оказывающих влияние на рабочего,
- ускоренное и равномерное охлаждение свариваемого металла.

Среди недостатков оборудования можно выделить следующие:

- высокая стоимость оборудования,
- необходимо очень точно выставлять свариваемые детали относительно друг друга,
- необходимость применение сложного дополнительного оборудования.

Из вышеперечисленных способов в рамках данной выпускной квалификационной работы остановимся на выборе автоматизированного способа сварки с среде флюса. Данный метод был выбран по скольку имеет ряд преимуществ по сравнению с остальными способами. А именно почти полное исключение вредных факторов оказывающий влияние на рабочего, исключение разбрызгивания расплавленного металла и шлака, равномерность прогрева околошовной зоны, а также быстрое ее охлаждение. Не высокая стоимость оборудования по сравнению с остальными типами сварки.

Для внедрения автоматизированного способа сварки в среде флюса лонжерона рамы шторного полуприцепа необходимо решить следующие задачи:

- разработать технологический процесс сборки-сварки лонжерона рамы;
- определить экономическую разность между полуавтоматической дуговой сваркой в среде защитных газов и сваркой с использованием автоматизированного оборудования.

2. Проектная технология сборки-сварки лонжерона рамы шторного полуприцепа

2.1 Выбор и описание оборудования

Для повышения производительности предприятия необходимо перейти с использования полуавтоматического дугового сварочного оборудования в среде защитных газов на автоматизированное оборудование. Автоматизированное оборудование должно отвечать требованиям предъявляемые производством. А именно выполнение сварочного шва за один проход. Так же сварочный шов должен быть однородный и иметь одинаковые размеры на протяжении всей длины шва. Оборудование должно быть укомплектовано сборочной постелью с возможностью выставление деталей в диапазоне размеров. Постель должна быть оборудована направляющими и зажимными устройствами. Так же важна необходимость автоматической подачи и сбора флюса для исключения возникновения запыленности в зоне сварки. Таким образом в качестве оборудования для выполнения автоматической сварки в среде флюса выбираем автоматизированный комплекс для сварки лонжеронов АКСЛ-3 от компании АО «ЭСВА».

АКСЛ-3 характеризуется сваркой в среде флюса и имеет следующие изменяемы параметры согласно паспортным данным оборудования:

- полярность,
- вид тока и его силу,
- диаметр электродной проволоки от 0,8 мм до 1,6 мм,

- напряжение на сварочной дуге,
- скорость подачи проволоки в зону сварки,
- количество подаваемого флюса,
- скорость перемещения сварочной горелки,
- вылет электродной проволоки относительно сопла горелки и наклон электродной проволоки к плоскости сварного шва.

Сварку в среде флюса производят обычно положительной полярностью. Диаметр электродной проволоки подбирается в зависимости от толщины металла свариваемых деталей.

Процесс сварки автоматизированным оборудованием АКСЛ-3 сводится к тому, что поджог искры происходит между электродной проволокой и основным свариваемым металлом, находящимися под слоем флюса. Флюс подается непосредственно в зону сварки через специальный рукав. Внутри этого рукава находится контактный наконечник, который в свою очередь подает электродную проволоку в зону сварочной ванны. Поскольку температура в зоне сварки высока происходит плавление гранул флюса, они образуют защитную пленку на поверхности сварочной ванны. Пленка необходима для защиты сварочной ванны и дуги от неблагоприятной среды и воздуха. В процессе сварки осуществляется перемещение рукава подачи флюса и соответственно контактного наконечника. Для того чтобы уже отработавший флюс работник не сметал вручную на оборудовании АКСЛ-3 предусмотрен рукав для сбора уже отработанного флюса. Он собирается в специальный резервуар для последующей подачи, при чем резервуар оснащен специальной системой фильтрации. Она необходима для того, чтобы застывшие частицы шлака повторно не попали в сварочную ванну, поскольку их попадание внутрь грозит образованием неоднородности и дефектов сварочного шва. По окончанию процесса сварки на сварочном шве остается флюс, частично преобразованный в шлак. Удаление шлака происходит вручную при помощи металлической щетки. На сварочном автоматическом

оборудовании предусмотрены электронные органы управления для выставления необходимых режимов сварки под конкретные нужды.

Таблица 5 - Паспортные данные АКСЛ-3

<i>Наименование параметра</i>	<i>АКСЛ-3</i>
принцип фиксации деталей	гидравлический

Продолжение таблицы 5:

количество гидроцилиндров, шт.	39
принцип переналадки	механический, ручной
Портал для автоматической сварки лонжеронов	
ток при ПВ 100% max, А	800
КПД при максимальном токе, %	88
скорость сварки, мм/мин	150...1500
маршевая скорость, м/мин	12
диаметр сварочной проволоки, мм	1,6...4,0
скорость подачи проволоки, м/мин	0,2...9,0
тип шва	тавровый
количество одновременно свариваемых швов, шт.	2
привод перемещения портала	электромеханический
вид сварки	MIG/MAG, GMAW
Портал для сборки лонжеронов	
ток при ПВ 100% max, А	290
ток при ПВ 40% max, А	350
диаметр сварочной проволоки, мм	1,0...1,2
КПД при максимальном токе, %	88
скорость подачи проволоки, м/мин	0,5...25
привод перемещения портала	электромеханический
Средний срок службы комплекса до вывода из эксплуатации, лет	10

Автоматизированный комплекс для сварки лонжеронов АКСЛ-3 по конструктиву представляет собой два портала, стапель для сборки лонжеронов

расположенный между опор порталов и направляющие рельсы, по которым порталы перемещаются вдоль стапеля.

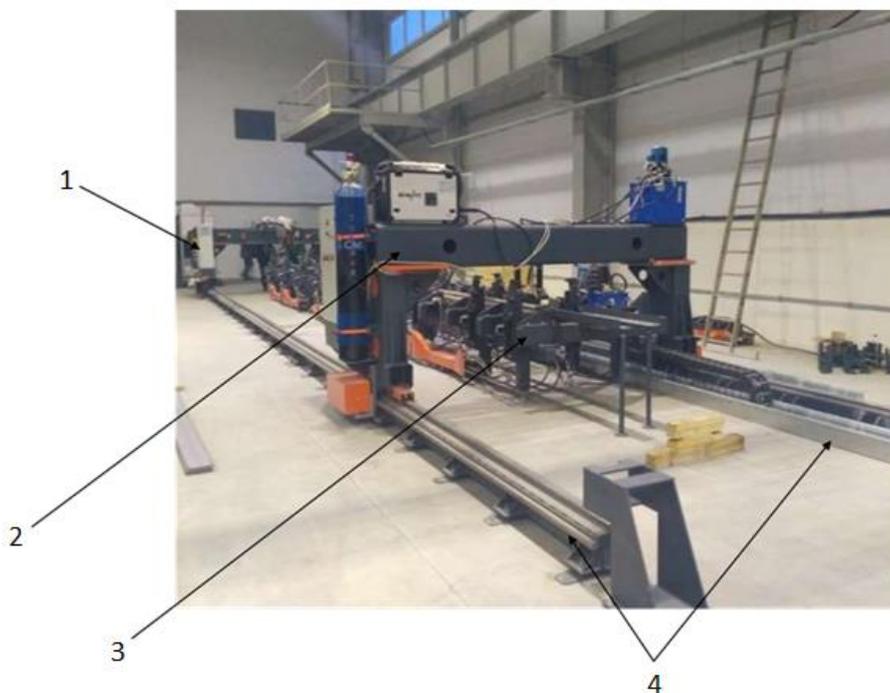


Рисунок 8 – Общий вид комплекса АКСЛ-3, где 1- сварочный портал, 2 – сборочный портал, 3 – стапель для сборки-сварки лонжеронов, 4 – направляющие рельсы.

Сборочный портал представляет собой П-образную сварную конструкцию с направляющими по которым перемещаются прижимающие гидроцилиндры расположенные вертикально. Они служат для прижима стенки лонжерона к сборочному стапелю. Сверху на сборочном портале расположен полуавтоматический аппарат для сварки в среде защитных газов. Он необходим для выполнения сборочных работ, а именно для нанесения прихваток для последующей сварки. Сборочный стапель в свою очередь представляет собой две продольные балки, на которых на равноудалённом расстоянии расположены поперечины. Поперечина с одного края имеет жесткий упор для полки лонжерона, а также фиксирующий кулачек прижимающий полку сверху. С другой стороны поперечины расположен

гидроцилиндр с подвижной пяткой. Так же на поперечине, в том месте куда закладывается стенка лонжерона, имеется регулировка по высоте. Она необходима для смещения стенки лонжерона относительно центральной линии полок лонжерона.

Сварочный портал комплекса также как и сборочный портал имеет П-образную конструкцию, на нем расположены две сварочные головки. При чем стоит отметить, что расположены головки с разных сторон, одна с лицевой справа по ходу движения портала, а другая с тыльной стороны слева по ходу движения портала. На сварочном портале для каждой из сварочных головок имеется специализированный трубопровод, который подает флюс в зону сварки. Также конструкцией предусмотрено устройство забора излишков флюса для дальнейшего применения. Флюс поставляется в мешках 25 килограмм в виде порошка.

Исходя из конструкции оборудования АКСЛ-3 можно сделать вывод о том, что при использовании сборочного портала сокращается вспомогательное время на установку и позиционирование деталей между собой. За счет использования гидравлических цилиндров и регулируемых направляющих. Полностью исключается необходимость ручного перемещения оборудования, поскольку в конструкции заложен механический привод перемещения порталов. Для предотвращения столкновений, которых заложены концевые выключатели. Время сварки так же сокращается за счет использования сварочного портала. Так как сварочный портал имеет механический привод, то это позволяет достичь равномерного и плавного движения сварочной горелки, следовательно, на выходе достигается равномерность и однородность сварочного шва не требующей дальнейшей обработки. Сварка в автоматизированном оборудовании АКСЛ-3 выполняется за один проход это достигается за счет конструкции сварочного портала. А поскольку сварка производится под слоем флюса для работника исключаются негативные факторы, что позволяет не применять специальную защитную одежду, так как достаточно повседневной рабочей робы.

2.2 Технологический процесс проектной сборки-сварки лонжерона рамы шторного полуприцепа

Первая операция - резка.

Выполняется на лазерном раскройном комплексе Навигатор КС-6В-6. Для данного вида резки материала не используют операцию разметки. Раскрой листа материала выполняется в САД программах технологом в форме файла DWG/DXF. После чего с помощью внешнего носителя данных USB, данные раскроя переносятся на оборудование после чего выполняется резка.

Вторая операция. Зачистка вырезанных деталей и кромок после резки.

Следующим этапом после резки идет зачистка. В данном этапе происходит притупление острых кромок с помощью шлифовального круга, при чем угол наклона шлифовального круга относительно плоскости детали должен составлять 45-60°. Вся плоскость кромки должна быть равномерной на протяжении все ее длины, не должно быть перепадов или чрезмерных углублений в металл. Так же происходит очистка металла от внешних загрязнений.

Третья операция. Сборка лонжерона рамы шторного полуприцепа. Процесс сборки лонжерона рамы начинается с того, что детали укладываются в сборочный стапель. Так как детали довольно габаритные и имеют большой вес, укладка деталей в сборочный стапель выполняется кран-балкой, расположенной в цеху с грузоподъемностью 5 тонн.

Последовательность укладки деталей следующая, первоначально закалывается одна из полок лонжерона, после чего укладываются стенки лонжерона и оставшееся полка лонжерона. Далее полки лонжерона фиксируются с помощью прижимных кулачков сверху таким образом что их положение идеально перпендикулярно к горизонту оборудования. И затем все детали прижимаются друг другу за счет гидроцилиндров, расположенных на

поперечинах, это делается для того, чтобы исключить зазоры между свариваемыми деталями.

Следующим этапом является запуск сборочного портала с расположенным на нем полуавтоматическим оборудованием для сварки в защитных газах. С помощью него выполняется нанесение прихваток длиной 10 мм и шагом 200 мм. Стоит учитывать, что прихватки выполняются с полным проваром свариваемого металла, если при выполнении прихваток образуются недопустимые дефекты их следует удалить при помощи УШМ и шлифовального круга. Процесс сборки заключается в следующем. Сборочный портал перемещается вдоль лонжерона с определённым шагом. Перед нанесением прихватки, вертикально расположенные гидроцилиндры, расположенные на портале, прижимают стенку лонжерона к направляющим, находящимся под ней. Таким образом достигается перпендикулярность стенок лонжерона рамы к его полкам. Данный процесс повторяется примерно через каждые 400-500 миллиметров, это делается для большей точности сборки узла. Так же стоит отметить, что перед нанесением прихваток, положение деталей относительно друг друга проверяется с помощью линейки и сварочного угольника.

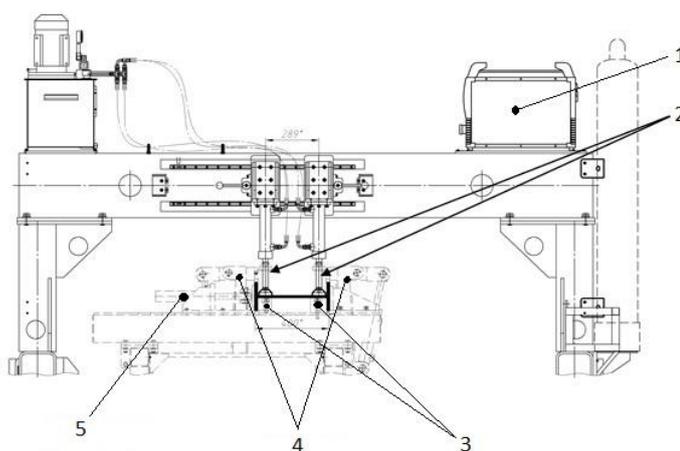


Рисунок 9 - Схема сборки лонжерона рамы с расположением узлов АКСЛ-3, где 1 – сварочный аппарат, 2 – гидроцилиндры, 3 – регулируемые опоры, 4 – прижимы вертикальные, 5 – гидроцилиндр.

Четвертая операция. Сварка швов лонжерона рамы шторного полуприцепа, расположенных на внешней стороне. После сборки и перепроверки правильности взаимного расположения деталей на автоматизированном комплексе для сварки лонжеронов АКСЛ-3 выполняется сплошной сварочный шов Т1 согласно ГОСТ 14771-76. На оборудовании одновременно выполняется два сварочных шва, что сокращает время на сварку. Для того чтобы исключить появление неоднородности сварочного шва в начале и в конце работы применяют выводные планки. Выводные планки представляют собой технологически пластины, имитирующие основной свариваемый металл. По окончании сварочных работ эти планки просто срезаются, место среза при помощи УШМ зачищаются от заусенца, а также притупляют острые кромки. Время выполнения сварочных работ занимает примерно 15-18 минут. Это обусловлено тем, что сварочные швы выполняются одновременно с двух сторон.

Последовательность сварочного процесса состоит в следующем. Перед началом сварочного процесса работник при помощи линейки выставляет сварочные горелки на определённом расстоянии свариваемых деталей. Затем с помощью электронных органов управления выставляются режимы сварки, согласно таблице 6. Обычно настройку режимов сварки производят сразу для партии лонжеронов рамы, следовательно переналадка после каждого последующего лонжерона не требуется. После того как сварочный портал прошел цикл сварки с помощью сборочного портала выполняется стыковой сварной шов С2 согласно ГОСТ 14771-76 на видимой стороне лонжерона.

Таблица 6 – Режимы сварки для автоматизированного оборудования АКСЛ-3

Катет шва, мм	Диаметр проволоки, мм	Режим сварки			Вылет электродной проволоки, мм	Маркировка сварочной проволоки	Скорость перемещения сварочного портала
		Сила тока, А	Напряжение на дуге, В	Расход флюса			
5,0	2	270	29,5	25 кг в смену	10±2	Weld EM 12К, Ø 2мм	800 мм/мин

Пятая операция. Переворот лонжерона рамы. Перед выполнением дальнейших сварочных работ, необходимо с помощью кран-балки выполнить переворот лонжерона рамы шторного полуприцепа на 180°.

Шестая операция. Разметка сварочных швов. Согласно чертежу, сварка на внутренней стороне лонжерона рамы выполняется участками. Для того чтобы размер сварочных швов соответствовал чертежным выполняется разметка. Разметку выполняют с помощью линейки, рулетки и чертилки. На металл наносятся риски, обозначающие начало и конец сварочного шва. По ним работник ориентируется в процессе сварки.

Седьмая операция. Сварка швов лонжерона рамы шторного полуприцепа, расположенных на внутренней стороне. Сварочные швы Т1 согласно ГОСТ 14771-76 выполняются по разметке с помощью полуавтоматической дуговой сварки в среде защитного газа. Режимы сварки используются такие же, как и в базовом варианте сборки-сварки лонжерона рамы шторного полуприцепа. После выполнения таврового шва, производится сварка шва С2 согласно ГОСТ 14771-76 на внутренней стороне лонжерона рамы.

Восьмая операция контроль качества.

Для проведения контроля качества сварочных швов конструкции необходимо ее очистить от шлаковых отложений и остатков флюса, а также

дождаться полного остывания. Контроль качества происходит визуально. На данном этапе происходит проверка соответствия сварных швов нормам, а именно контроль формы сварного шва в объеме 100% согласно ГОСТ 14771-76.

Контроль размеров сварочного шва, проверка осуществляется с помощью штангенциркуля с ценой деления 0,05 мм. Для удобства осмотра рекомендуется применение осветительных приборов и увеличительного стекла с кратностью увеличения 5-10. Так же проверке подлежат геометрические размеры самой конструкции и взаимное расположение деталей согласно указанным размерам на чертеже [10]. В случае обнаружение дефекта с возможностью исправления, его необходимо устранить и произвести контроль качества повторно.

3. Экологическая безопасность объекта проектирования

Выпускная квалификационная работа нацелена на повышение производительности при сборке-сварке лонжерона рамы шторного полуприцепа с применением автоматизированного комплекса для сварки лонжеронов АКСЛ-3 в среде флюса. При сборке-сварке лонжерона рамы полуприцепа выполняются следующие операции: лазерная резка, подготовка деталей к сборке, сборка деталей, сварка узла, выходной контроль изделия.

Для того что бы выявить опасные и вредоносные факторы производства и принять меры по устранению или уменьшению их, необходимо выполнить анализ проектной технологии. Конечным результатом анализа проектной технологии сборки-сварки лонжерона рамы шторного полуприцепа является выявления вредных факторов и определение возможности внедрения предлагаемых технических решений в производство.

Таблица 7 – «Технологический паспорт объекта» [6].

Наименование выполняемых работ и операций проектного процесса	Должность производственного персонала, требуемого для осуществления	Технические устройства, требуемые для осуществления	Вспомогательные материалы
1	2	3	4
Лазерная резка	Оператор оборудования ЧПУ	Лазерный раскройный комплекс Навигатор КС-6В-6; Кран-балка 5 т.	Перчатки Строп цепной Захват для листового металла
Сборка	Оператор АКСЛ-3	Кран-балка 5 т.; Сборочный портал АКСЛ-3; Набор инструментов	Перчатки
Сварка	Оператор АКСЛ-3	Сборочный стапель Сварочный портал	Мягкая щетка Перчатка Сварочная проволока Weld EM 12K, Ø 2 мм

Продолжение таблицы 7:

Сварка	Электросварщик	Стол для сборки и сварки, сварочный источник, газовый редуктор, газовый баллон, молоток, щетка металлическая	Сварочная проволока Weld EM 12K, Ø 1.2 мм
Выходной контроль	Контролер ОТК	-	-

Таблица 8 – Риски возникающие в процессе выполнения работ на оборудовании (согласно общим сведениям по технике безопасности).

Выполняемые в соответствии с проектной технологией	Негативный фактор, представляющий угрозу здоровью и жизни	Источник представляющего угрозу негативного фактора
1	2	3
Лазерная резка	<ul style="list-style-type: none"> - Световые излучения от пучка лазера - Высокий уровень пыли и газа в воздухе рабочей зоны - Ионизирующее излучение - Высокое напряжение - Электромагнитные поля - Инфракрасное излучение 	Навигатор КС-6В-6
Сборка	<ul style="list-style-type: none"> - Подвижные части производственного оборудования - Перемещающаяся кран-балка - Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может пройти через тело человека - Движущиеся гидравлические цилиндры 	Сборочный портал АКСЛ-3
Сварка	<ul style="list-style-type: none"> - Запыленность в зоне сварки сварного шва - Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может пройти через тело человека - Подвижные части производственного оборудования 	Сварочный портал АКСЛ-3

Продолжение таблицы 8:

Сварка	<ul style="list-style-type: none"> - Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может пройти через тело человека - Повышенная температура поверхности металла, оборудования - Ультрафиолетовое излучение в рабочей зоне сверх безопасных значений - Высокое значение инфракрасного излучения в рабочей зоне 	Сборочно-сварочный верстак, сварочный источник питания, газовое оборудование
--------	---	--

Таблица 9 – Способы устранения воздействия вредных производственных факторов (согласно требованиям по технике безопасности).

Негативный фактор, представляющий угрозу здоровью и жизни	Организационные методы и технические средства защиты рабочего персонала	Индивидуальные средства защиты от действия негативных факторов
1	2	3
1. Наличие множества разновидностей излучения	Защитная камеры с системой вентилирования, смотровые стекла с защитным светофильтром, инструктаж производственного персонала	Перчатки
2. Перемещающиеся детали и узлы в процессе сборочных операций	Ограждение перемещающихся деталей, предупреждающие плакаты, звуковое предупреждение перед началом движения	-
3. Нагрев поверхностей металла и поверхностей используемого сварочного оборудования	Инструктаж производственного персонала	Защитные перчатки, Защитная одежда
4. Опасность замыкания на тело рабочего высокого напряжения, питающего производственное оборудование	Устройство и периодический контроль заземления электрических машин и изоляции	-
5. Ультрафиолетовое излучение в рабочей зоне сверх нормальных значений	Осуществление зоны сварки с использованием защитных материалов и устройств	Защитные перчатки, защитная одежда, защитные сварочные маски

Продолжение таблицы 9:

6. Инфракрасное излучение в рабочей зоне сверх значений уровня инфракрасной	Экранированные зоны работ	Защитные перчатки, защитная одежда, защитная сварочная маска
---	---------------------------	--

Таблицы 10– Анализ опасных факторов возможного пожара участка сварки

Наименование участка	Наименование оборудования	Классификация по виду возгорания	Наименование основных опасных факторов	Наименование вторичных опасных факторов
Участок №2, сборочно-сварочный участок	Лазерный раскройный комплекс, угловая шлифмашинка, кран, полуавтоматическое оборудование для сварки, источник питания, формирователь импульса	Пожары, возникающие в результате воспламенения и горения веществ и материалов на электрооборудовании, запитанных электрическим напряжением	Резкое повышение температуры на участке и вокруг него, выделения при горении токсичных и угарных газов, снижение видимость на участке и вокруг	Короткие замыкания на оборудовании запитанных электрическим током, действие на людей в районе возгорания продуктов пожаротушения

Таблица 11 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Средства для тушения возгораний на начальной стадии	Перечень мобильных средств для проведения пожаротушения	Перечень стационарных систем пожаротушения	Автоматические системы пожаротушения	Пожарное оборудование на сварочном участке	Средства индивидуальной защиты и спасения производственного персонала	Установленный на участке инструмент для ликвидации возгорания	Системы связи и оповещения на участке сварки
---	---	--	--------------------------------------	--	---	---	--

Продолжение таблицы 11:

Ящики с песком, кошма, огнетушитель ОП-8	Специализированные автомобили (вызов)	Пожарный рукав с брандспойтом	-	-	План эвакуации	Ведро, лопата, багор, топор	Тревожная кнопка
--	---------------------------------------	-------------------------------	---	---	----------------	-----------------------------	------------------

Таблице 12– Предупреждающие мероприятия по предотвращению возгорания согласно ГОСТ 12.1.004-91 "ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования".

Операции, осуществляемые для технологического процесса	Наименование мероприятий	Наименование противопожарного оборудования, которым должны быть укомплектованы участки
Заготовительные операции, сборочные операции, сварочные операции, контрольная	Инструктаж производственного персонала правилам поведения и действиям в случае возгорания, проведение учебных тревог	На участке необходимо иметь первичные средства пожаротушения, применение экранов предотвращающие разлет искр в разные стороны и на оборудование

Таблица 13– Негативно влияющие факторы на окружающую среду.

Анализируемая операция	Операции, осуществляемые в рамках анализируемого технологического процесса	Факторы негативно влияющие	Факторы, негативно влияющие на гидросферу	Факторы, негативно влияющие на литосферу
Сварка	Заготовительная операция, сборочные операции, сварочные операции	Образования летучих частичек металла, газообразные частицы	-	Упаковочный материал вспомогательных ресурсов, бытовой, производственный мусор

Таблица 14 – Мероприятия по снижению влияния негативным производственных факторов на окружающую среду.

Наименование технического объекта	Сварка
Действия, направленные на исключения или уменьшению выбрасываемых вредных веществ в воздушную среду	Применение систем фильтрации воздуха, а также применения улавливающих устройств
Действия, исключающие количество вредных факторов влияющий на гидросферу	Необходимый контроль герметичности соединения, а также их оперативное исправления в случае обнаружения
Действия, направленные на снижение влияние вредных факторов на литосферу	Нахождение на участке сварки специальных резервуаров для сбора отходов, периодическое инструктирование работников о необходимости правильного размещения отходов

В данной выпускной квалификационной работе проанализированы вредные производственные факторы возникающие в процессе производства лонжерона рамы шторного полуприцепа. Определена степень влияния негативных факторов на работников участков, а также выявлено влияние на окружающую среду.

Для устранения влияния негативных факторов был произведен поиск готовых решений. В результате анализа, возникающих вредных производственных факторов было выявлено, что применение базовых средств защиты будет достаточным для обеспечения должной защиты.[19]

В результате анализа природы возникновения вредных производственных фактов было выявлено, что наибольший вред наносит процесс сварки, он оказывает большое влияние на воздушную сферу и литосферу.

4 Экономическая эффективность проекта

На сегодняшний день на предприятии применяют оборудование полуавтоматической дуговой сварки в среде защитных газов. В проектном варианте предложен вариант выполнения сварочных швов в автоматизированном оборудовании в среде флюса АКСЛ-3. Сравнение двух вариантов сварки приведены в таблице 15.

Таблица 15 – Сравнительный анализ базового и проектного оборудования.

Базовый вариант	Проектный вариант
Применяемая технология сварки с использованием полуавтоматической дуговой сварки в среде защитных газов характеризуется недостаточной производительностью, а также наличием зависимости качества сварных соединений от квалификации сварщика, а также наличием больших вредоносных факторов.	Использование автоматизированной сварки в среде флюса позволяет достичь: скорость выполнения сварочных швов, повысить качество сварочного шва, достичь идеальных размеров сварочного шва, добиться равномерного прогрева околошовной зоны, а также уменьшает или исключает вредоносные факторы, направленные на рабочего

Для определения величины экономического эффекта после введения проектной технологии на производстве необходимо произвести расчеты по имеющимся статьям затрат.

4.1 Исходные данные для экономического обоснования сравниваемых вариантов

Статьи затрат согласно которых будут производиться расчеты предоставлены в таблице 16.

Таблица 16 – «Исходные данные для расчета» [12].

№ п/п	Показатель	Усл. Обозначение	Ед. изм.	Вар. Базовый	Вар. Проектный
1	2	3	4	5	6
1	Цена присадочного материала	Ц _{эл}	Руб/кг	380	425
2	Цена углекислого газа	Ц _{зг}	Руб/л	93,22	-
3	Цена гранулированного флюса	Ц _{гф}	Руб/кг	-	280
3	Годовая программа	N _{пр}	Шт	450	850
4	Значение коэффициента, который учитывает размер транспортных расходов	K _{тз}	-	1,05	1,05
5	Коэффициента, устанавливающий размер доплат к основной заработной плате	K _д	-	1,88	1,88
6	Коэффициент, устанавливающий размер отчислений на дополнительную заработную плату	K _{доп}	%	12	12
7	Коэффициент учитывающий размер отчислений на социальные нужды	K _{сн}	%	26,2	26,2
8	Цена оборудования	Ц _{об}	Руб	1 035 720	15 503 908
9	Установленная норма амортизационных	N _а	%	18	18
10	Коэффициент полезного действия установки	КПД	-	0,7	0,88
11	Стоимость электроэнергии	Ц _{ээ}	Руб/кВт	11,78	11,78
12	Площадь, занимаемая оборудованием	S	М ²	-	76,6
13	Коэффициент общепроизводственных расходов	K _{цех}	%	2,15	2,15
14	Коэффициент общехозяйственных расходов	K _{произ}	%	1,9	1,9

Продолжение таблицы 16:

15	Норма амортизационных отчислений на площадь	$N_{\text{амп}}$	%	2	2
16	Часовая тарифная ставка	$C_{\text{ч}}$	Руб/час	290	290

4.2 Расчет технологической себестоимости изготовления лонжерона рамы шторного полуприцепа.

Перед тем как начать расчет себестоимости лонжерона рамы шторного полуприцепа, необходимо произвести расчет штучного времени для базового и проектного варианта технологии сборки-сварки. Поскольку эти данные пригодятся в дальнейших расчетах.

Штучное время сварки определим по формуле:

$$T_{\text{шт}} = t_{n-з} + t_0 + t_{\text{в}} + t_{\text{отл}} + t_{\text{обсл}} + t_{\text{н.п}}, \quad (1)$$

где

« $t_{n-з}$ – подготовительно-заключительное время, $t_{n-з} = 0,05\%$ от t_0 ;

$t_0 = t_{\text{м}}$ – основное (машинное) время;

$t_{\text{в}}$ – вспомогательное время $t_{\text{в}} = 10\%$ от t_0 ;

$t_{\text{отл}}$ – время, затрачиваемое на отдых и личные надобности $t_{\text{отл}} = 5\%$ от t_0 ;

$t_{\text{обсл}}$ – время на обслуживание рабочего места $t_{\text{обсл}} = 8\%$ от t_0 ;

$t_{\text{н.п}}$ – время неустраняемых перерывов, предусмотренных технологическим процессом, в картах технологического процесса заложено 1% от t_0 » [12].

Машинное время для автоматической сварки на единицу изделия определим по формуле [15]:

$$t_0 = \frac{60 * L_{\text{ш}}}{V_{\text{св}}}, \quad (2)$$

где

« $V_{\text{св}}$ – скорость при сварке, м/час;

$L_{\text{ш}}$ – суммарная длина швов изделия, м» [15].

Базовый вариант:

$$t_0 = \frac{60 * 14,13}{4,5} = 188,4 \text{ мин}$$

$$t_{\text{шт}} = 0,09 + 188,4 + 18,84 + 9,42 + 15,1 + 1,9 = 233,75 \text{ мин.} = \\ = 3,9 \text{ часа}$$

Проектный вариант:

$$t_0 = \frac{60 * 14,13}{9} = 94,2 \text{ мин}$$

$$t_{\text{шт}} = 0,05 + 94,2 + 9,42 + 4,71 + 7,53 + 0,94 = 116,85 \text{ мин.} = \\ 1,94 \text{ часа}$$

«При расчете технологической себестоимости в расчет берут не все виды затрат на изделие. По данным расчетам ведется только сравнение вариантов технологии изготовления» [5].

«Технологическая себе стоимость рассчитывается по формуле» [5]:

$$C_{\text{тех}} = M_{\text{осн}} + M_{\text{св}} + P_з + P_э + P_{\text{ам.об.}} + P_{\text{рем.}} \quad (3)$$

где

$C_{\text{тех}}$ – технологическая себестоимость, руб.;

$M_{\text{осн}}$ – затраты на основные материалы, руб.;

$M_{\text{св}}$ – затраты на сварочные материалы, руб.;

P_3 – расходы на заработную плату, руб.;

P_9 – расходы на силовую электроэнергию, руб.;

$P_{\text{ам.об.}}$ – расходы на амортизацию оборудования, руб.;

$P_{\text{рем.}}$ – расходы на ремонт оборудования, руб.» [5].

Технологическая себестоимость базового варианта:

$$C_{\text{тех}} = 26\,965,4 + 10\,738,2 + 1\,704,36 + 910,6 + 111,32 + 917\,922,66 = \\ = 958\,352,52 \text{ руб.}$$

Технологическая себестоимость базового варианта:

$$C_{\text{тех}} = 26\,965,4 + 15\,626,5 + 866,46 + 176 + 455,95 + 8\,557\,125,92 = \\ = 8\,601\,216,23 \text{ руб.}$$

4.2.1 Затраты на основные материалы.

$$M_{\text{осн}} = m * C_{\text{м}}, \quad (4)$$

где

m – масса используемого металла, равная 348,39 кг.;

$C_{\text{м}}$ – цена металла за тонну, 77 400 руб., следовательно за килограмм равна 77,4 руб.

$$M_{\text{осн}} = 348,39 * 77,4 = 26\,965,4 \text{ руб.}$$

4.2.2 Затраты на сварочные материалы.

Расчет затрат на сварочные материалы производится по формуле:

$$\ll M_{\text{св}} = C_{\text{пр}} + C_{\text{ф}}, \quad (5)$$

где

$C_{\text{пр}}$ – затраты на сварочную проволоку, руб.;

$C_{\text{ф}}$ – затраты на флюс или газ, руб.» [11].

Расчет затрат на сварочные электроды или проволоку определяются по формуле:

$$\ll C_{\text{пр}} = G_{\text{н}} * K * C_{\text{пр}}, \quad (6)$$

где

$G_{\text{н}}$ – масса наплавленного металла, кг.;

$K = 1,5$ – коэффициент расхода электродов или сварочной проволоки;

$C_{\text{пр}}$ – цена за 1 кг. сварочной проволоки для базового варианта равна 380 руб., а для проектного 425 руб.» [11].

Масса наплавленного металла рассчитывается по формуле:

$$\ll G_{\text{н}} = \frac{F_{\text{н}} * l * \gamma}{1000}, \quad (7)$$

где

$F_{\text{н}}$ – площадь наплавленного металла, равна $0,124 \text{ см}^2$;

l – длина шва, равна $2312,5 \text{ см}$;

γ – плотность металла г/см^2 » [11].

$$G_{\text{н}} = \frac{0,124 * 2312,5 * 7,8}{1000} = 2,2 \text{ кг}$$

Для базового варианта:

$$C_{\text{пр}} = 2,2 * 1,5 * 380 = 1\ 254 \text{ руб.}$$

Для проектного варианта:

$$C_{\text{пр}} = 2,2 * 1,5 * 425 = 1\,402,5 \text{ руб.}$$

Расчет затрат на флюс или газа производится по формуле:

$$C_{\phi} = P_{\phi} * C_{\phi}, \quad (8)$$

Расчет расхода флюса или газа производится по формуле:

$$\langle P_{\phi} = P_{\text{уд.р.}} * T_0 * 1,5 * P_{\text{доп.р.}}, \quad (9)$$

где

$P_{\text{уд.р.}}$ – удельный расход флюса, кг/мин, принимаем равным 0,6;

$P_{\text{доп.р.}}$ – дополнительный расход флюса на выполнение
подготовительно-заключительных операций, кг/мин, принимаем равным 0,6;

T_0 – основное время сварки мин, для базового варианта равно
188,4, для проектного варианта равно 94,2» [11].

Расход флюса или газа для базового варианта:

$$P_{\phi} = 0,6 * 188,4 * 1,5 * 0,6 = 101,74 \text{ л.}$$

Расход флюса или газа для проектного варианта:

$$P_{\phi} = 0,6 * 94,2 * 1,5 * 0,6 = 50,8 \text{ кг.}$$

Расчет затрат на флюс или газ для базового варианта:

$$C_{\phi} = 101,74 * 93,22 = 9\,484,2 \text{ руб.}$$

Расчет затрат на флюс или газ для проектного варианта:

$$C_{\phi} = 50,8 * 280 = 14\ 224 \text{ руб.}$$

Расчет затрат на сварочные материалы для базового варианта:

$$M_{\text{св}} = 1\ 254 + 9\ 484,2 = 10\ 738,2 \text{ руб.}$$

Расчет затрат на сварочные материалы для проектного варианта:

$$M_{\text{св}} = 1\ 402,5 + 14\ 224 = 15\ 626,5 \text{ руб.}$$

4.2.3 Расчет затрат на заработную плату.

Расчет затрат на заработную плату рассчитывается по формуле:

$$\langle P_z = P_{\text{общ}} + P_{\text{доп}} + P_{\text{стрх}} \rangle \quad (10)$$

где

$P_{\text{общ}}$ – общая сумма сделанных расценок по операциям, руб.,
рассчитывается по формуле:

$$P_{\text{общ}} = C_{\text{ч}} * T_{\text{шт}}, \quad (11)$$

где

$C_{\text{ч}}$ – часовая тарифная ставка сварщика, равная 290
руб./час;

$T_{\text{шт}}$ – время на изготовление одной единицы изделия, для
базового варианта равно 3,9 часа., для проектного варианта
равно 1,94 часа.

Общая заработная плата для базового варианта:

$$P_{\text{общ}} = 290 * 3,9 = 1\ 131 \text{ руб.}$$

Общая заработная плата для проектного варианта:

$$P_{\text{общ}} = 290 * 1,94 = 562,6 \text{ руб.}$$

$P_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата составляет 20% от основной и определяется по формуле:

$$P_{\text{доп}} = 0,2 * P_{\text{общ}}, \quad (12)$$

Расчет дополнительной заработной платы для базового варианта:

$$P_{\text{доп}} = 0,2 * 1\,131 = 226,2 \text{ руб.}$$

Расчет дополнительной заработной платы для проектного варианта:

$$P_{\text{доп}} = 0,2 * 562,6 = 112,52 \text{ руб.}$$

$P_{\text{стрх}}$ – затраты на выплату социальных страхований составляют 30% от основной и дополнительной заработной платы, рассчитывается по формуле:

$$P_{\text{стрх}} = 0,3 * (P_{\text{общ}} + P_{\text{доп}}), \quad (13)$$

Расчет затрат на выплату социальных страхований для базового варианта:

$$P_{\text{стрх}} = 0,3 * (1\,131 + 226,2) = 347,16 \text{ руб}$$

Расчет затрат на выплату социальных страхований для проектного варианта:

$$P_{\text{стрх}} = 0,3 * (562,6 + 112,52) = 191,74 \text{ руб.}$$

Расчет затрат на заработную плату для базового варианта:

$$P_3 = 1\,131 + 226,2 + 347,16 = 1\,704,36 \text{ руб.}$$

Расчет затрат на заработную плату для проектного варианта:

$$P_3 = 562,6 + 112,52 + 191,74 = 866,46 \text{ руб.}$$

4.2.4 Расчет затрат на силовую электроэнергию.

Расчет затрат на силовую электроэнергию производится по формуле:

$$P_э = Q_э * Ц_э, \quad (14)$$

где

$Ц_э$ – стоимость 1 кВт/ч силовой электроэнергии, 11,78 руб.

$Q_э$ – расход электроэнергии, кВт*ч/м, рассчитывается по формуле:

$$Q_э = \frac{U_д * I_{\text{св}} * T_0}{1000 * \eta} + W_{\text{хх}} * (T_{\text{ш}} - T_0), \quad (15)$$

где

$U_д$ – напряжение дуги, В, для базового варианта равно 20, для проектного варианта равно 29,5;

$I_{\text{св}}$ – сила сварочного тока, А, для базового варианта 200, для проектного варианта 270;

T_0 – основное время сварки, час, для базового варианта 1,97, для проектного варианта 1,57

$T_{ш}$ – штучное время на изготовления изделия, час, для базового варианта 3,9, для проектного варианта 1,94

η - КПД источника питания, для базового варианта 80%, для проектного варианта 88%;

W_{xx} – мощность, расходуемая при холостом ходе на постоянном токе, равна 40 кВт-А

Расчет затрат на силовую электроэнергию для базового варианта:

$$Q_э = \frac{20 \cdot 200 \cdot 1,97}{1000 \cdot 80} + 40 \cdot (3,9 - 1,97) = 77,3 \text{ кВт} \cdot \text{ч/м}$$

$$P_э = 77,3 \cdot 11,78 = 910,6 \text{ руб.}$$

Расчет затрат на силовую электроэнергию для проектного варианта:

$$Q_э = \frac{29,5 \cdot 270 \cdot 1,57}{1000 \cdot 88} + 40 \cdot (1,94 - 1,57) = 14,94 \text{ кВт} \cdot \text{ч/м}$$

$$P_э = 14,94 \cdot 11,78 = 176 \text{ руб.}$$

4.2.5 Расчет затрат на амортизацию оборудования

Затраты на оборудования рассчитываются по формуле:

$$Z_{об} = Ц \cdot (1 + K_{тр} + K_{стр} + K_{монт}) + K_{нал}, \quad (16)$$

где

$Ц$ – цена оборудования, для базового варианта 1 035 720 руб., для проектного варианта 15 503 908 руб.

$K_{\text{тр}}$ – коэффициент, учитывающий затраты на транспортировку, принимаем равным 0,5;

$K_{\text{стр}}$ – коэффициент, учитывающий затраты на строительные работы, принимаем равным 0,09;

$K_{\text{монт}}$ – коэффициент, учитывающий затраты на монтаж оборудования, принимаем равным 0,07

$K_{\text{нал}}$ – затраты на наладку оборудования принимаем 10% от суммы стоимости.

Затраты на оборудования при базовом варианте:

$$Z_{\text{об}} = 1\,035\,720 * (1 + 0,5 + 0,09 + 0,07) + 103\,572 = 1\,822\,867,2 \text{ руб.}$$

Затраты на оборудования при проектном варианте:

$$Z_{\text{об}} = 15\,503\,908 * (1 + 0,5 + 0,09 + 0,07) + 1\,550\,390,8 = 27\,286\,878,08 \text{ руб.}$$

Расходы на амортизацию оборудования определяется как сумма затрат на амортизацию по каждому виду оборудования, примененного в техпроцессе, рассчитывается по формуле:

$$P_{\text{ам.об.}} = \frac{Z_{\text{об}} * N_{\text{ам}} * T_{\text{шт}}}{100 * \Phi_{\text{действ}} * K_3}, \quad (17)$$

где

$Z_{\text{об}}$ – первоначальная стоимость оборудования, руб;

$N_{\text{ам}}$ – норма амортизационных отчислений, равно 15%;

$T_{\text{шт}}$ – штучное время, час;

$\Phi_{\text{действ}}$ – действие годовой фонд времени работы оборудования, час;

K_3 – коэффициент загрузки, равен 5» [11].

Расход на амортизацию базового варианта:

$$P_{\text{ам.об.}} = \frac{1\,882\,867,2 * 15 * 3,9}{100 * 1\,979 * 5} = 111,32 \text{ руб.}$$

Расход на амортизацию проектного варианта:

$$P_{\text{ам.об.}} = \frac{15\,503\,908 * 15 * 1,94}{100 * 1\,979 * 5} = 455,95 \text{ руб.}$$

4.2.6 Затраты на ремонт

Затраты на текущий ремонт для проектного варианта определяются по формуле:

$$\llcorner Z_{\text{роб}} = 2 - 3\% * Z_{\text{об}} + 3П_{\text{всп.раб}} \tag{18}$$

где

$3П_{\text{всп.раб}}$ – заработная плата вспомогательных рабочих, занятых ремонтом оборудования.

При оплате труда по повременно-премиальной системе прямая заработная плата вспомогательных рабочих определяется по формуле:

$$Z_{\text{пр}} = Ч_{\text{тар.и}} * F_{\text{эф.}} * R_{\text{став.}} * \eta_3, \tag{19}$$

где

$Ч_{\text{тар.и}}$ – часовая тарифная ставка ,250 руб.;

$F_{\text{эф.}}$ – эффективный фонд времени работы рабочего за год, равная 1 979 час.

$R_{\text{став.}}$ - количество ставок по данной профессии, равно 1

η_3 – средний приведенный коэффициент загрузки основного оборудования, определяется по формуле:

$$\eta_3 = \frac{\sum_{i=1}^k (K_{zi} * T_{шт})}{\sum_{i=1}^k T_{шти} * [\eta_{zi}]}, \quad (20)$$

где

K_{zi} – коэффициент загрузки основного оборудования, равен 60;

$T_{шт}$ – штучное время на изделие

η_{zi} – достигаемые коэффициент загрузки равен 80» [11].

Коэффициент загрузки основного оборудования для базового варианта:

$$\eta_3 = \frac{60 * 3,9}{3,9 * 80} = 0,75$$

Коэффициент загрузки основного оборудования для проектного варианта:

$$\eta_3 = \frac{60 * 1,94}{1,94 * 80} = 0,75$$

Расчет прямой заработной платы вспомогательных рабочих:

$$З_{пр} = 250 * 1\,979 * 1 * 0,75 = 371\,062,5 \text{ руб.}$$

Расчет заработной платы вспомогательных рабочих при базовом варианте:

$$З_{роб} = 0,3 * 1\,822\,867,2 + 371\,062,5 = 917\,922,66 \text{ руб.}$$

Расчет заработной платы вспомогательных рабочих при проектном варианте:

$$Z_{\text{роб}} = 0,3 * 27\,286\,878,08 + 371\,062,5 = 8\,557\,125,92 \text{ руб.}$$

Таблица 17 – «Затраты технологической себестоимости» [11].

Наименование затрат	Технологическая себестоимость	
	Базовый вариант на единицу	Проектный вариант на единицу
затраты на основные материалы, руб.	26 965,4	26 965,4
затраты на сварочные материалы, руб.	10 738,2	15 626,5
расходы на заработную плату, руб.	1704,36	866,46
расходы на силовую электроэнергию, руб.	910,6	176
расходы на амортизацию оборудования, руб.	111,32	455,95
расходы на ремонт оборудования, руб.	917 922,66	8 557 125,92
Итого	958 352,52	8 601 216,23

Результаты выполненных расчетов экономической эффективности предоставлены в таблице 17. Согласно этим расчетам, можно сделать вывод о том, что проектный вариант требует большое количество финансов для приобретения и содержания оборудования. Следовательно, для того чтобы иметь более точное понимание эффективности необходимо произвести расчет периода окупаемости оборудования.

Расчет периода окупаемости выполняется при помощи простого способа расчета и производится по следующей формуле:

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{\text{вл}}}{C_{\text{пр}}}, \quad (21)$$

где

$T_{\text{ок}}$ – срок окупаемости измеряется, год;

$C_{\text{вл}}$ – сумма вложенных финансов в оборудование, руб.;

$C_{\text{пр}}$ – чистая прибыль в среднем за год, руб.

Для того что бы определить чистую прибыль в год необходимо произвести следующие расчёты:

- Определить стоимость одной единицы изделия согласно базовому варианту без учета стоимости за ремонт оборудования.

Рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{мес}} = C_{\text{ед}} * 1,3, \quad (22)$$

где

$C_{\text{ед}}$ – сумма стоимости одной единицы изделия согласно базовому варианту;

1,3 – надбавочный коэффициент.

$$C_{\text{мес}} = 40\,429,28 * 1,3 = 52\,558,06 \text{ руб.}$$

Определим прибыль в месяц для базового и проектных вариантов, рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{пр1}} = C_{\text{мес}} * П_{\text{ед}}, \quad (23)$$

где

$П_{\text{ед}}$ – количество единиц, изготавливаемых в месяц, для базового варианта 37 единиц для проектного варианта 71 единиц.

Для базового варианта:

$$C_{\text{пр1}} = 52\,558,06 * 37 = 1\,944\,648,22 \text{ руб.}$$

Для проектного варианта:

$$C_{\text{пр1}} = 52\,558,06 * 71 = 3\,731\,622,26 \text{ руб.}$$

Определим чистую прибыль предприятия в месяц по формуле:

$$C_{\text{пр2}} = C_{\text{пр1}} - C_{\text{сб}}, \quad (24)$$

где

$C_{\text{сб}}$ – сумма чистой себе стоимости в месяц

Для базового варианта:

$$C_{\text{пр2}} = 1\,944\,648,22 - 1\,495\,883,36 = 448\,764,86 \text{ руб.}$$

Для проектного варианта:

$$C_{\text{пр2}} = 3\,731\,622,26 - 3\,130\,412 = 601\,210,26 \text{ руб.}$$

Для определения годовой чистой прибыли результаты для проектного варианта необходимо перемножить на 12, в результате получаем 7 214 523,12 руб.

$$T_{\text{ок}} = \frac{15\,503\,908}{7\,214\,523,12} = 2,15 \text{ года}$$

Исходя из расчетов можно сделать вывод о том, что не смотря на дороговизну проектного оборудования оно имеет достаточно быстрый период окупаемости за счет повышения производительности производства.

5 Безопасность жизнедеятельности

5.1 Виды инструктажей

Инструктажи бывают нескольких типов:

- вводный;
- первичный на рабочем месте;
- повторный (ежеквартально);
- внеплановый;
- целевой.

Вводный инструктаж. Обычно инструктаж проводится инженером по охране труда или специалистом, выполняющим данные обязанности:

- с вновь принятыми сотрудниками;
- с временными работниками;
- командированными;
- учащимися и студентами, которые прибыли на производство для того, чтобы обучаться или проходить практику, а также для тех, кто обучается в образовательных учреждениях» [13].

«В журнале по охране труда и в приказе о приеме на работу вносятся сведения о том, что инструктаж проведен, инструктируемые расписываются о том, что инструктаж прослушан. Инструкции, по которым необходимо проводить инструктаж, составляются инженером по охране труда и утверждаются директором предприятия.

Первичный инструктаж — мероприятия, проводимые на рабочем месте до того, как сотрудник приступит к работе:

- с новыми специалистами;
- поступившими на работу по переводу;
- сотрудниками, которые будут выполнять новые должностные обязанности или функционал;
- строителями, выполняющим строительные-монтажные работы на территории предприятия;

Инструктируется каждый специалист персонально. Руководитель проводит инструктаж с каждым сотрудником индивидуально» [13].

«Первичный инструктаж на рабочем месте не нужно проходить тем работникам, которые не обслуживают, не испытывают, не регулируют и не ремонтируют оборудование, не применяют в работе всевозможные инструменты. Директор предприятия утверждает, а профсоюзный орган и служба охраны труда проводит согласование списка профессий и должностей персонала, который имеет освобождение от первичного инструктажа. Затем, каждый работник предприятия на протяжении первых 14 дней стажироваться на новом рабочем месте» [13].

«Повторный инструктаж — обязаны проходить все работники предприятия, исключая тех, кто получил освобождения от первичного инструктажа. При этом здесь не играет роли тип профессии, рабочий стаж, уровень образования — все повторно инструктируются каждые 6 месяцев согласно регламенту первичного инструктажа на рабочем месте в 100%-ом объеме. Период, когда должен проводиться повторный инструктаж может быть продлен для ряда специалистов — руководству предприятия это необходимо согласовать с профсоюзным органом и ответственными за данные вопросы надзорными и контрольными органами местного самоуправления» [13].

«Повторный инструктаж можно организовывать персонально для каждого работника либо для нескольких специалистов, которые отвечают за обслуживание оборудования, которое за ними закреплено в рамках единого рабочего места» [13].

«Целевой инструктаж — организуется для работников, которые выполняют функционал высокой степени опасности:

- высотные работы на расстоянии более 1,3 м;
- в колодцах;
- проведение работ по сварке;
- резка металлических конструкций и изделий;

– функционал, не имеющий прямой связи с профессией» [13].

«Внеплановый инструктаж – организуется персонально или с несколькими работниками предприятия в случаях, когда:

- меняется регламент охраны труда;
- приобретается нового оборудования для компании;
- нарушаются правила охраны труда;
- по требованию надзорных и контрольных органов» [13].

5.2 Пожарная безопасность

«Определение категория помещения идет строго в рамках нормативов НПБ 105-95. На территориях категории Г производств по пожарной и взрывной опасности дислоцируется участок, где ведется автоматическая сварка. СНиП11-90-81 и СНиП11-2-80, типовыми правилами пожарной безопасности для промышленных предприятий — документы, регламентирующие сварочные работы на данном участке. в соответствии с вышеуказанными документами определяется число огнетушителей на участке и иных первичных средств тушения пожара. IV степени огнестойкости (предел огнестойкости не менее 2 часов) — требование к тому, как оборудуется территория работ по сварке.

Участки радиусом от пяти метров, на которых будет установлено оборудование, необходимо очистить от материалов и веществ, быстро воспламеняющихся. Изделия, которые находятся под напряжением, чрезмерным давлением, емкости, которые заполнены топливом или ядовитыми веществами сваривать запрещено.

На стадии разработки проекта необходимо продумать безопасное размещения оснащения — это поможет улучшить пожарную безопасность. Из-за высокой степени опасности поражения электротоком не все средства тушения огня подходят. Нужно предусмотреть запас сухого песка,

огнетушители углекислотой или порошком марок ОУ-2А, ОУ-5, ОУ-8, ОУ25, ОУ-80, ОУ-100» [13].

«Место работы сварки рекомендуется оградить огнеупорными экранами высотой не ниже 1.6 м. Это необходимо для того, чтобы защитить сотрудников, не участвующих в сварочных работах. Каждое помещение предприятия, где есть риск распространения газа и пара, способного взорваться, разрешено организовывать сварочные работы исключительно после того, как устранены загрязняющие источники, в самом помещении очистится и проветрится.

При автоматической сварке чаще всего возгорания возникают, когда:

- нарушается последовательность технологии;
- возникает поломка электрооборудования [18].

Создание условий для оперативной эвакуации персонала, оснащение устройств, ограничивающих распространение огня, установка систем дымоудаления в зданиях, обработка элементов конструкции строения с огнеупорной защитой помогут предотвратить развития возгорания и минимизировать риск негативных последствий» [13].

«Газ, продукты нефтепереработки, пылевые частицы после добычи торфа, угля и сланцев, токсические вещества — энергоносители, которые в наше время стали неизбежными элементами большинства промышленных предприятия. А значит объекты производства словно насыщены материалами, составами и веществами, которые могут привести к пожару, взрыву. Также потенциально опасные технологии могут нанести вред здоровью и жизни работников в случае выбросу химикатов или биологических составов. Такие факторы приводят к существенному росту возможных аварийных ситуаций, расширению площади разрушений и иных последствий. Данные последствия вызываются действием поражающих факторов техногенного характера» [9].

5.3 Защита органов зрения, лица и головы при сварке

«В настоящее время высокие технологии все чаще и в большем объеме внедряются в серийное производство. Благодаря новым научным разработкам в сфере оптики сегодня сварочная маска хамелеон доступна каждому.

Сварочная маска хамелеон не пропускает инфракрасное и ультрафиолетовое излучение, чем полностью защищает глаза сварщика. Маска хамелеон доказала свою эффективность в защите лица и глаз сварщика от вредных излучений сварочной дуги и сварочных брызг. Очевидно, что состояние человека, производящего работы напрямую влияет на качество их выполнения, поэтому маска хамелеон является выгодным вложением в качество» [12].

«Устройство светофильтра «Хамелеон». Светофильтр, который затемняется в автоматическом режиме, оптимально подходит для того, чтобы защитить глаза специалиста по сварке от лучей света в видимой части спектра. Стекло становится темнее при старте сварочных работ и это обеспечивает простоту контроля за работой без риска повредить органы зрения.

Строение светофильтра — до 6 жидкокристаллических слоев, которые расположены между поляризационными пленками. Блокировка части поляризованного света происходит так: жидкие кристаллы под воздействием напряжения «структурируются» в конкретном направлении, блокируя часть поляризованного света.

При дуговой сварке максимально вредно УФ и ИК-излучение, которое невозможно заметить глазом. При этом даже светофильтр-«хамелеон» с дефектом может длительное время защищать глаза от подобных лучей за счет стабильному ультрафиолетовому и инфракрасному фильтру. Здесь следующий принцип работы — особый фильтрующий слой частично отражает эти типы излучений обеспечивая защиту глаз сварщика» [12].

Заключение

В данной выпускной квалификационной работе для повышения производительности предприятия был спроектирован технологический процесс сборки-сварки лонжерона рамы шторного полуприцепа. Также был выполнен анализ способов сварки и выбран оптимальный вариант, отвечающий требованиям и возможностям предприятия.

При анализе способов сварки были рассмотрены следующие способы:

- сварочное полуавтоматическое оборудование в среде защитных газов;
- автоматизированное оборудование электрошлаковой сварки;
- автоматизированное оборудование лазерной сварки;
- автоматизированное оборудование дуговой сварки в среде флюса.

Составлена новая технология изготовления лонжерона рамы шторного полуприцепа в связи с заменой сварочного оборудования в среде защитных газов, на автоматизированный дуговой сварочный комплекс в среде флюса. Согласно собранным справочным данным, были выбраны оптимальные режимы сварки. Результатом, достигнутым после внедрения проектной технологии, является повышенная производительность производства, а также сокращение или исключение вредоносных факторов, оказывающих негативное влияние на человека и окружающую среду.

С учетом вышеперечисленного можно сделать вывод о том, что поставленная цель выпускной квалификационной работы была достигнута. Результаты выпускной квалификационной работы могут быть внедрены в производство при изготовлении лонжерона рамы шторного полуприцепа.

Список используемой литературы и используемых источников

1. Амирджанова И.Ю., Т.А. Варенцова, В.Г. Виткалов, А.Г. Егоров, В.В. Петрова. Правила оформления выпускных квалификационных работ. Издательство «Тольяттинский государственный университет», 2019 г.
2. 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.
3. Великанов, К.М. Экономика машиностроительного производства: практикум / К.М. Великанов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк. 1999. – 96 с.
4. Вихров А.В., учебное пособие «Несущие системы транспортных средств специального назначения»
5. Волков, О.И. Экономика предприятия: курс лекций: учеб. пособие для вузов / О.И. Волков, В.К. Складенко. – М.: ИНФРА-М, 2010. – 280 с.
6. 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.
7. 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.
8. ГОСТ 2.312–72. Условные изображения и обозначения швов сварных соединений. □ Взамен ГОСТ 2.312–68; введ.1973-01-01. □ Межгосударственный стандарт. М. : Изд-во стандартов, 2007. – 9с.
9. ГОСТ Р 22.8.01-96 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Ликвидация чрезвычайных ситуаций. Общие требования».
10. ГОСТ Р 52281-2004 Прицепы и полуприцепы автомобильные. Общие технические требования (с Изменением N 1) - docs.cntd.ru

11. ГОСТ Р ИСО 17637-2014 «Контроль неразрушающий»
12. 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.
13. Ежова, Э.В. Безопасность жизнедеятельности. [Текст]/ Э.В. Ежова. – Москва, 1999. – 124 с.
14. Золотогоров, В.Г. Организация производства и управление предприятием: учеб. пособие / В.Г. Золотогоров. – Минск: Книжный Дом, 2005. – 448 с.
15. Киселев Е.С. Проектирование механосборочных и вспомогательных цехов машиностроительных предприятий: учебное пособие. - Ульяновск: УлГТУ, 1999.- 118 с.
16. Козулин М.Г. Технология изготовления сварных конструкций. Учеб- метод. Пособие к курсовому проектированию.- Тольятти: ТГУ 2008.- 77 с.
17. Кудинова, Г.Э. Экономика природопользования: учеб.пособие/ Г.Э. Кудинова, Е.А. Ужамецкая. – Тольятти: ТГУ, 2008. – 147 с.
18. Листовой горячекатаный прокат из стали с высоким пределом текучести для формоизменения в холодном состоянии EN 10149-2.
19. Межотраслевые правила по охране труда при электро- и газосварочных работах от 1 января 2002 года.
20. Общемашиностроительные типовые нормы обслуживания для вспомогательных рабочих цехов основного и вспомогательного производства. – М.: Машиностроение, 1983.
21. Организация и планирование машиностроительного производства /Под ред. Разумова И.М., Щухгалтера Л.Я., Глаголевой Л.А/ – М.: Машиностроение, 1974.
22. Пашуто В.П. Организация и нормирование труда на предприятии: Учеб. пособие / В.П. Пашуто. 2-е изд., испр. и доп. - Мн.: Новое знание, 2002.

23. Положение о выпускной квалификационной работе.- Тольятти: ТГУ
2019.
24. Сайт федеральной службы государственной статистики
<https://rosstat.gov.ru>
25. СНиП II-23-81. Стальные конструкции. Нормы проектирования.
26. Справочник инструментальщика / И.А. Ординарцев, Г.В. Филиппов,
А.Н. Шевченко и др.; Под общ. ред. И.А. Ординарцева. – Л.: Машиностроение
(Ленингр. отд-ние), 1987. – 846 с.
27. Туровец О.Г. Организация производства: Учебник для вузов / О.Г.
Туровец, В.Н. Попов, В.Б. Родинов и др.; Под ред. О.Г. Туровца. М.:
Экономика и финансы, 2000.