

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 кафедры)

15.03.01 «Машиностроение»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

«Оборудование и технология сварочного производства»

(направленность (профиль)/специализация)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Технология сварки усилителя поперечины панели
задка Нива-Шевроле

Студент	<u>Т.В. Киреев</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Руководитель	<u>А.С. Климов</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Консультанты	<u>А.Г. Егоров</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>Н.В. Зубкова</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>П.А. Корчагин</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>О.Н. Брега</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор, В.В. Ельцов

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

(личная подпись)

« _____ » _____ 20 _____ г.

Тольятти 2019

АННОТАЦИЯ

Одной из основных кузовных деталей является усилитель поперечины панели задка 2123-5601450. В настоящее время эта деталь сваривается посредством робототехнического комплекса. С 2003 года при производстве автомобиля Нива-Шевроле используется 30 роботов для точечной сварки. Однако дальнейшее увеличение производительности при условии снижения стоимости производства без потери качества возможно только при условии применения специальных сварочных машин, производство и использование которых на ПАО «АВТОВАЗ» давно освоено. Это позволит перейти так же на технологии, давно и с успехом используемые на ВАЗе.

Цель выпускной квалификационной работы – снижение себестоимости и повышение производительности сварки усилителя поперечины панели задка автомобиля ВАЗ 2123.

Анализ конструктивных особенностей изделия, условий его эксплуатации и базовой технологии сборки-сварки позволил сформулировать задачи:

- 1) Рассчитать параметры режима контактной сварки данной детали на многоэлектродной сварочной машине;
- 2) Разработать конструкцию многоэлектродной сварочной машины;
- 3) Разработать технологический процесс сварки данной детали на спроектированной многоэлектродной сварочной машине;
- 4) Предусмотреть меры защиты работников от опасных и вредных производственных факторов;
- 5) Произвести экономическое предложенных технических решений.

Пояснительная записка состоит из 67 страниц, графическая часть включает в себя 6 листов формата А1.

ABSTRACT

One of the main body parts is the amplifier of the rear panel 2123-5601450. Currently, this part is welded by a robotic complex. 30 robots for spot welding have been used in the manufacture of the Niva-Chevrolet automobile since 2003. This will allow to switch also to technologies that have been used for a long time and successfully at the AVTOVAZ.

The purpose of the bachelor's thesis to reduce the cost and to increase the productivity of welding of the amplifier cross member of the rear panel of a VAZ 2123 car.

Analysis of the design features of the product, the conditions of its operation and the basic assembly-welding technology made it possible to formulate the tasks:

- 1) to calculate the parameters of the resistance welding mode of a given part on a multi-electrode welding machine;
- 2) to develop the design of multi-electrode welding machine;
- 3) to develop a process for welding this part on a designed multi-electrode welding machine;
- 4) to provide measures to protect workers from dangerous and harmful production factors;
- 5) to produce economic proposed technical solutions.

The explanatory note consists of 67 pages, the graphic part includes 6 sheets of A1 format.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1 Анализ состояния вопроса	
1.1. Условия работы и описание конструкции усилителя поперечины панели задка 2123-5601450.....	7
1.2 Сведения о материале изделия	10
1.3 Анализ способов механизации сварки узла	11
1.4 Задачи выпускной квалификационной работы	15
2 Проектная технология сварки изделия	
2.1. Выбор параметров режима контактной точечной сварки	17
2.2 Проектирование электродов для контактной точечной сварки	18
2.3 Электрическая схема сварочного контура	18
2.4 Проектирование вторичного контура	22
2.5 Проектирование привода сжатия	25
2.6 Проектирование системы охлаждения	29
2.7 Система мониторинга качества	29
2.8 Описание многоэлектродной сварочной машины	31
2.9 Описание работы многоэлектродной сварочной машины	36
2.10 Технологический процесс сборки-сварки	40
3 Безопасность и экологичность технического объекта	
3.1 Технологическая характеристика объекта	42
3.2 Разработанные технические и организационные предложения по уменьшению выявленных при анализе проектной технологии профессиональных рисков	44
3.3 Разработанные технические и организационные предложения по обеспечению пожарной безопасности на участке сварки	45
3.4 Оценка безопасности для природной среды предлагаемых технических решений	46

3.5 Заключение по экологическому разделу	47
4 Оценка экономической эффективности выпускной квалификационной работы	
4.1 Исходные данные для выполнения расчетов	48
4.2 Расчёт фонда времени	50
4.3 Расчет нормы штучного времени на изменяющиеся операции технологического процесса	51
4.4 Расчет заводской себестоимости базового и проектного вариантов технологии	54
4.5 Калькуляция заводской себестоимости базовой и проектной технологии	58
4.6 Капитальные затраты по базовому и проектной технологиям	59
4.7 Показатели экономической эффективности проектной технологии	61
4.8 Заключение по экономическому разделу	62
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	64
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	65

ВВЕДЕНИЕ

В настоящих условиях каждый россиянин должен иметь автомобиль, причём для комфортных передвижений предположительно использовать полноприводный транспорт. Это определяется рядом конъюнктурных и объективных моментов, одними из которых является надёжность автомобиля, качество обслуживания, ходовые характеристики, безопасность и экстерьер транспорта. Вот почему для поднятия престижа российского предпринимательства встала необходимость иметь недорогой и комфортабельный автомобиль, которым является ВАЗ 2123 Нива-Шевроле.

В настоящий момент любые работы, направленные на снижение стоимости производства кузовных частей такого перспективного автомобиля (кузов берёт на себя порядка 60% стоимости машины) являются весьма актуальными.

Одной из основных кузовных деталей является усилитель поперечины панели задка 2123-5601450. В настоящее время эта деталь сваривается посредством робототехнического комплекса. С 2003 года при производстве автомобиля Нива-Шевроле используется 30 роботов для точечной сварки. Однако дальнейшее увеличение производительности при условии снижения стоимости производства без потери качества возможно только при условии применения специальных сварочных машин, производство и использование которых на ПАО «АТОВАЗ» давно освоено. Это позволит перейти так же на технологии, давно и с успехом используемые на ВАЗе.

Цель выпускной квалификационной работы – снижение себестоимости и повышение производительности сварки усилителя поперечины панели задка автомобиля ВАЗ 2123 является актуальной и востребованной современным производством.

1 Анализ состояния вопроса

1.1. Условия работы и описание конструкции

усилителя поперечины панели задка 2123-5601450

Усилитель поперечины панели задка в сборе (рис. 1.1) автомобиля 2123 предназначен для усиления поперечины панели задка при ударе сзади. Соединение изделия с кузовом автомобиля производится посредством контактной сварки к поперечине панели задка. Поперечное сечение рассматриваемого узла коробчатой формы. Сварной узел включает в себя следующие детали: усилитель поперечины панели задка (деталь номер 2123-5601452), надставка усилителя поперечины панели задка (деталь номер 2123-5601454) и заглушка усилителя в количестве двух штук (деталь номер 2123-5601456 и номер 2123-5601457). Длина сварного узла составляет 370 мм.

Эксплуатация изделия осуществляется в условиях перепада температур в диапазоне от +40° до - 40°. В процессе эксплуатации изделие подвергается действию статических и динамических нагрузок. Эти нагрузки возникают во время движения автомобиля и при его ускорении. Различное состояние дорожного полотна может вызывать возникновение вибрационных нагрузок. Рассматриваемый узел выполняет функцию пассивной безопасности – в момент аварии автомобиля (при ударе сзади) происходит защита салона от деформации. Изделие в процессе эксплуатации автомобиля не подвергается воздействию агрессивных и коррозионных сред. Рассматриваемый сварной узел деталь не является лицевым.

Сварной узел - усилитель поперечины панели задка включает в себя четыре части и предусматривает выполнение соединений контактной точечной сваркой (рис. 1.1):

- сварка усилителя поперечины панели задка (деталь номер 2123-5601452) с надставкой усилителя поперечины (деталь номер 2123-5601454) осуществляется простановкой десяти сварных точек;

- сварка заглушки усилителя правой и левой (детали номер 2123-5601456 и 2123-5601457) осуществляется путём простановки 36 сварных точек (при этом на каждую заглушку приходится по 18 сварных точек); приварка каждой заглушки к усилитель поперечины производится выполнением 8 сварных точек, приварка каждой заглушки к надставке усилителя поперечины производится выполнением 10 сварных точек.

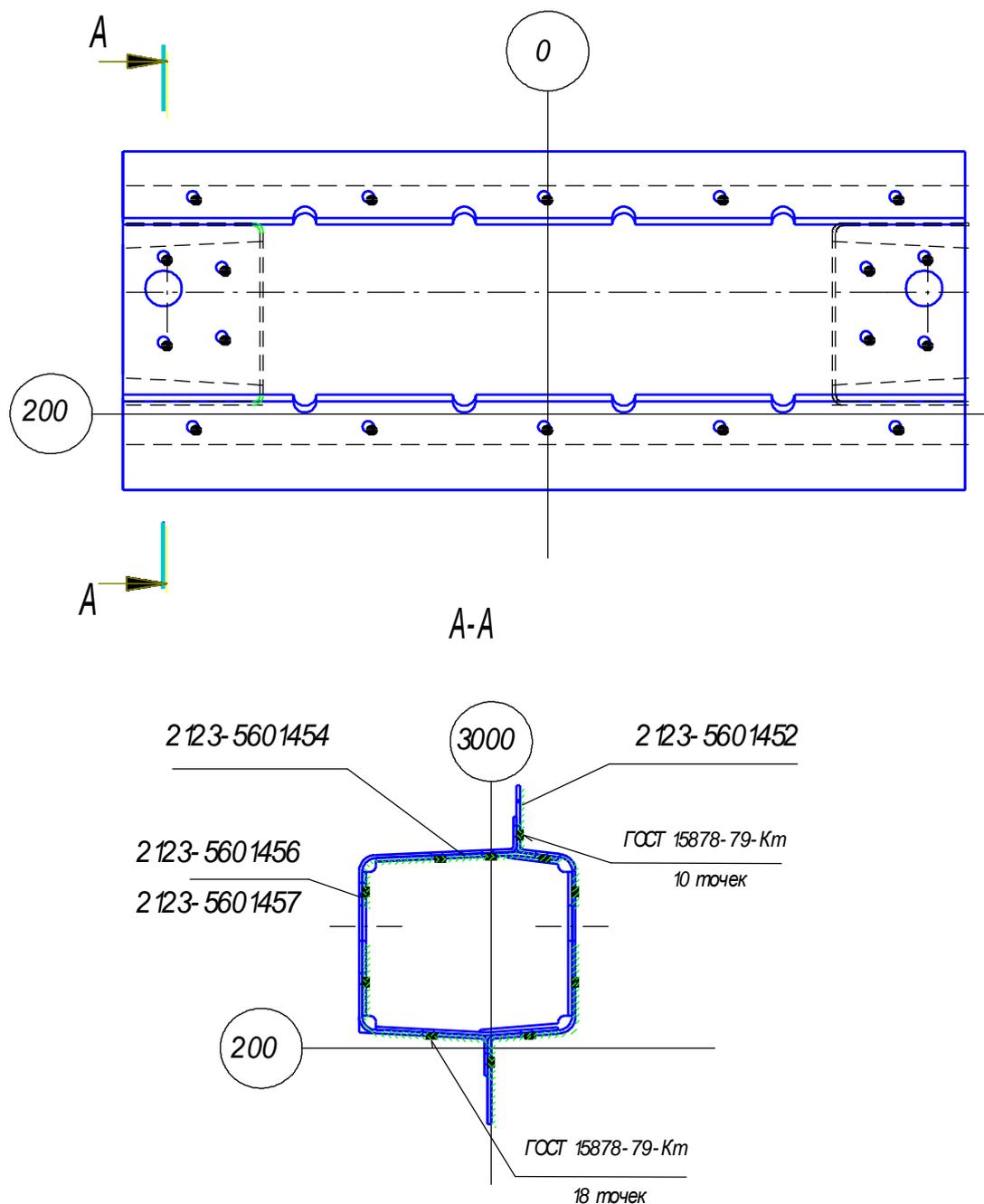


Рисунок 1.1 – Усилитель поперечины панели задка 2123-5601450

Оценку эффективности применения многоэлектродной сварочной машины для изготовления рассматриваемого сварного узла проводим путём проверки соответствия конструкции сварного узла требованиям:

Требование 1. Выполнение изделия из материалов, которые хорошо свариваются с применением контактной сварки. Это условие выполняется, так как детали узла изготовлены из низкоуглеродистой стали.

Требование 2. Сложный узел должен быть рационально разделён на подузлы, которые имели бы оптимальные габариты и расположение сварных соединений. Это условие выполняется – рассматриваемый сварной узел состоит из четырёх простых деталей, адекватное расположение сварных точек в легкодоступных местах.

Требование 3. Минимальное количество число ранее приваренных деталей, которые могут затруднить доступ сварочных электродов к месту сварки. Это условие выполняется – на рассматриваемом сварном узле отсутствуют приваренные узлы.

Требование 4. Базы фиксации свариваемого изделия (на кондукторе или столе машины) должны совпадать с базами фиксации как при изготовлении деталей, так и при сборке сваренной сборочной единицы в готовом механизме (в машине и пр.) – будет учтено при проектировании МТМ.

Требование 5. Минимальное число сварных соединений на лицевой поверхности сварного узла. Это требование соблюдено - сварные точки на лицевой стороне отсутствуют, так как рассматриваемый сварной узел не является лицевым.

Требования 6. Сварной узел должен иметь такую конструкцию, чтобы обеспечить расположение сварочных электродов под углом к плоскости контактируемых деталей не менее 85° . Это условие соблюдено - угол подвода электродов к поверхности свариваемых деталей составляет 90° .

Требование 7. В сварном узле необходимо обеспечить расстояние между соседними точками не менее 40 мм, так как в противном случае необходимо предусмотреть меры по борьбе с шунтированием сварочного

тока. Это условие выполняется – при составлении проектной технологии предусмотрим повышение сварочного тока для устранения влияния эффекта шунтирования на качество сварных соединений.

Требование 8. В сварном узле следует предусмотреть величину нахлестки деталей в строго определенных пределах (чрезмерное уменьшение нахлестки приводит к повышению вероятности выплесков, а неоправданное увеличение нахлестки повлечёт за собой перерасход материалов и увеличение массы кузова автомобиля). Применительно к рассматриваемому сварному узлу это условие выполнено – величина нахлестки составляет порядка 30 мм.

1.2 Сведения о материале изделия

Выполнение заготовок для изготовления рассматриваемого сварного узла происходит на прессовом производстве путём штампования. Для этого применяют листовую сталь марки 08пс, толщина которой составляет 0,8 мм. Сталь 08пс является низкоуглеродистой сталью, широко применяется при изготовлении различных конструкций в машиностроении и строительстве. Химический состав (табл. 1.1) стали 08пс позволяет сочетать низкую стоимость стали и относительно высокие показатели механических свойств (табл. 1.2).

Таблица 1.1 – Химический состав стали 08пс, % по ГОСТ 1050-74

Углерод	Марганец	Кремний	Сера	Фосфор
0,05-0,11	0,25-,5	0,03	0,04	0,035

Таблица 1.2 – Механические свойства стали 08 кп по ГОСТ 1050-74

Предел прочности, МПа	Предел текучести, Мпа	Относительное удлинение, %	Относительное сужение, %
324	196	33	60

1.3 Анализ способов механизации сварки узла

При организации массового сварочного производства применяют высокомеханизированное и автоматизированное оборудование. В качестве средств для механизации распространены приспособления с различными разгрузочными устройствами, многоэлектродные сварочные машины, передающие устройства, промышленные роботы. Эти устройства в массовом производстве соединены в поточную механизированную или автоматическую линию. В автоматических линиях операции сборки и сварки осуществляются в основном без участия человека, исключая операции по предварительной сборке или загрузке деталей в приёмные магазины.

В механизированных приспособлениях всех типов присутствуют зажимные устройства с пневматическим или гидравлическим приводом. Съема детали осуществляют выталкивателями, съемниками или специальными съемными устройствами. Эти приспособления обычно работают совместно с транспортирующими системами. Перемещение свариваемой детали относительно электродов сварочной машины осуществляют с применением поддерживающих и перемещающих устройств. Часто эти же приспособления одновременно являются и сборочными. Применение механизированных приспособлений существенно облегчает условия труда сварщика и повышает качество сварки за счёт более точного расположения сварных соединений и жёсткой фиксации детали относительно электродов сварочной машины. При точечной сварке эффективно применение поворотных столов различного типа. Самым сложным узлом этих устройств являются механизм поворота стола. Подобные механизмы применяют на контактных сварочных машинах общего назначения. В числе недостатков такого подхода следует отметить: низкую производительность, сложность проведения сварки в труднодоступных местах, высокую стоимость оборудования и абсолютную невозможность перенастройки под другую деталь в случае, если данная контактная машина не позволяет обеспечить требуемый уровень качества сварки.

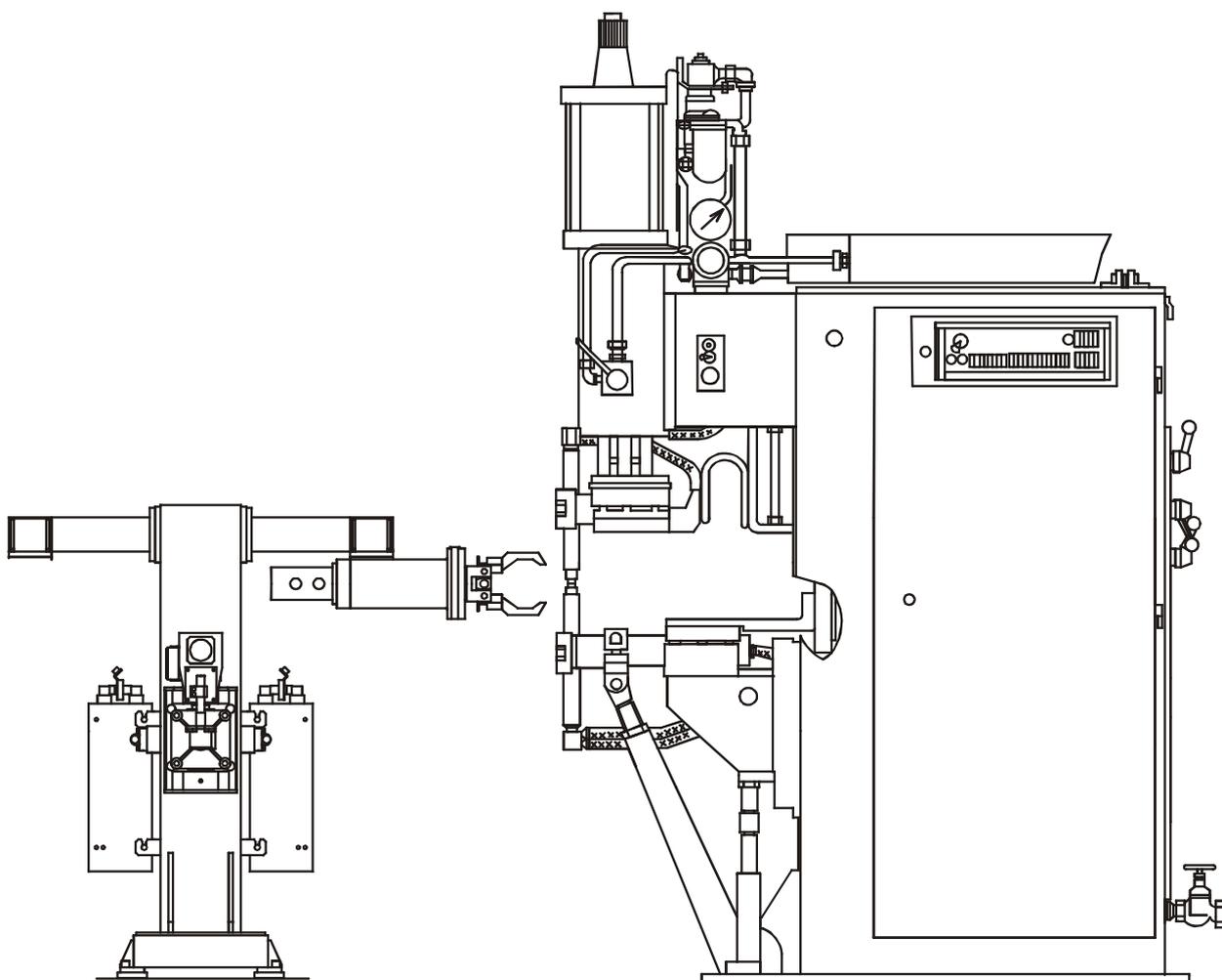


Рисунок 1.2 – Сварка на универсальных контактных машинах с использованием механизированных и автоматизированных приспособлений

Использование промышленного сварочного робота (рис. 1.3) является практически полной альтернативой всем ранее известным способам организации сварочного поста. Роботы обладают высокой производительностью, дают возможность осуществлять контроль сварки по одной сварной точке, обладают практически такой же универсальностью и возможностью доступа в труднодоступные места, что и ручной труд. Однако они обладают высокой стоимостью и сложностью, затруднена сварка деталей больших толщин из-за ограничения веса сварочного трансформатора, крепящегося на манипуляторе. Однако, применительно к данной детали сварка ведётся металла толщиной порядка 1+1 мм, что является решаемой

задачей для подвесных сварочных клещей, устанавливаемых на современных роботах.

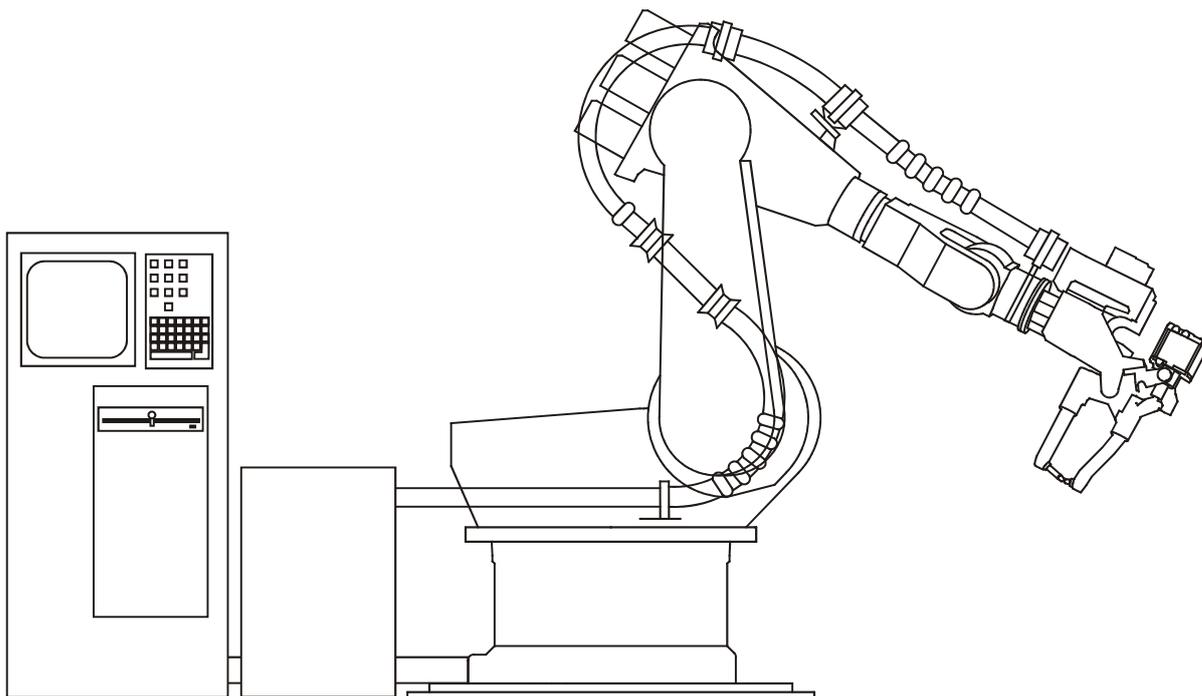


Рисунок 1.3 – Использование промышленного сварочного робота при контактной точечной сварке

Решением задачи облегчения подъёмного веса манипулятора является использование робота в качестве кантователя, когда сварку производят на стационарной машине (рис. 1.4). В этом случае манипулятор робота производит функции захвата, перемещения и удержания детали в процессе сварки. Такое распределение функций между роботом и сварочной машиной позволяет увеличить толщину свариваемых деталей (вес сварочной машины в данном случае ничем не ограничен). Снижается индуктивность сварочного контура, а значит, и расход электроэнергии. Становится экономически целесообразной выполнение практически любого количества сварных соединений деталей любой геометрии. Снижается количество необходимых степеней свободы робота, а значит, упрощается его конструкция. Недостатком такой организации сварочного поста является невозможность сварки одновременно несколькими роботами и снижение производительности сварки.

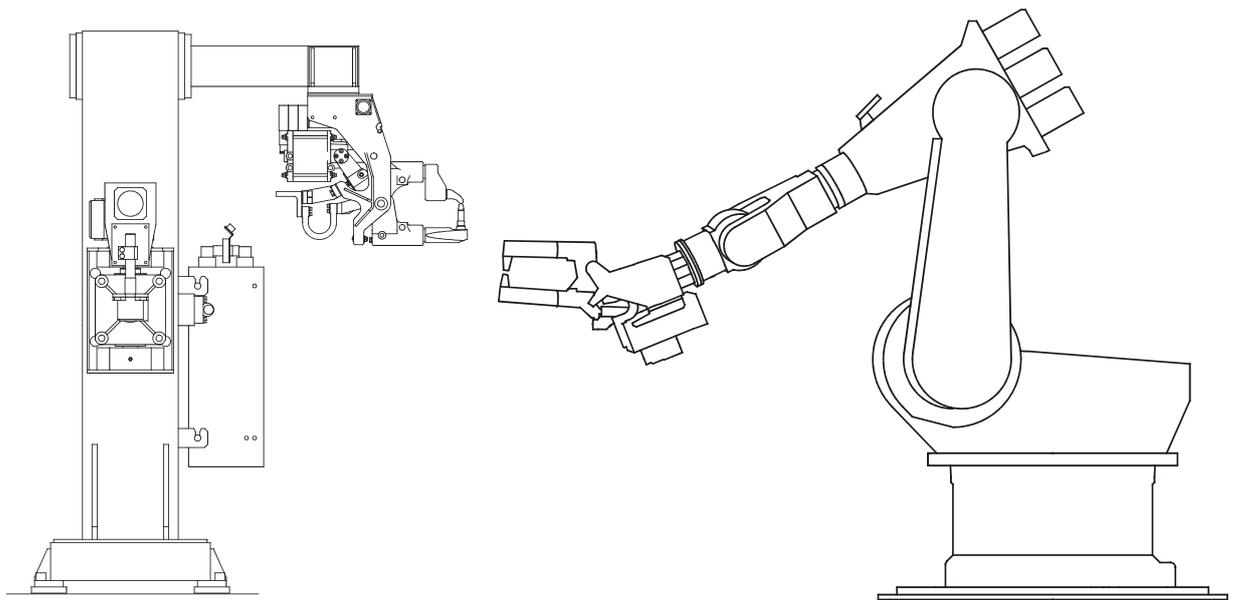


Рисунок 1.4 – Использование автоматического кантователя при контактной сварке

Многоэлектродные точечные и шовные машины (рис. 1.5) – разновидность комбинированных сварочных машин. В них объединяют операции точечной и шовной сварки. Обычно в таких машинах механизмируют загрузочные операции, применяют сборочно-сварочные приспособления с элементами механизации. Сварка на таких машинах отличается высокой производительностью, простотой обслуживания линии и низкой себестоимостью. Однако, применение многоточечной контактной машины для сварки одной детали экономически не выгодно (свариваются всего две точки), а загрузка одновременно большого количества деталей приводит к неоправданному усложнению конструкции и обслуживания сварочной машины.

Исходя из проведённого анализа способов механизации и автоматизации остановим свой выбор на внедрении многоэлектродной сварочной машины.

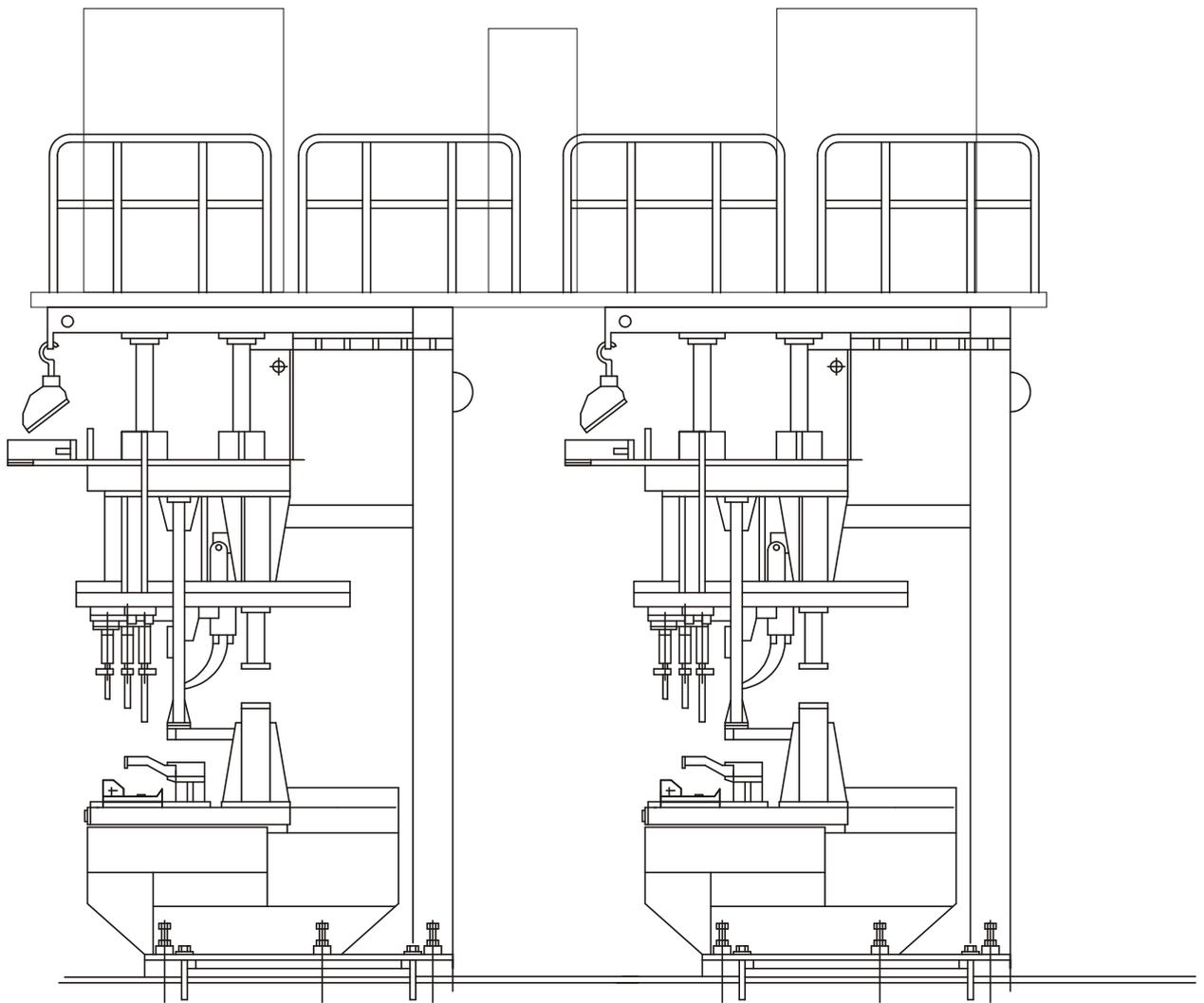


Рисунок 1.5 – Сварка на многоэлектродных контактных сварочных машинах

1.4 Задачи выпускной квалификационной работы

Анализ конструктивных особенностей изделия, условий его эксплуатации а также базовой технологии сборки-сварки изделия показывает, что для достижения поставленной в работе цели необходимо решить следующие задачи:

1. Рассчитать параметры режима контактной сварки данной детали на многоэлектродной сварочной машине;
2. Разработать конструкцию многоэлектродной сварочной машины:
 - а. Электрическую схему;
 - б. Схему вторичного контура;

- c. Выбрать трансформатор ;
 - d. Систему охлаждения;
 - e. Схему привода сжатия;
 - f. Описание и циклограмму работы.
3. Разработать технологический процесс сварки данной детали на спроектированной многоэлектродной сварочной машине;
 4. Предусмотреть меры защиты работников от опасных и вредных производственных факторов;
 5. Произвести экономическое предложенных технических решений.

2 Проектная технология сварки изделия

2.1. Выбор параметров режима контактной точечной сварки

Для проведения контактной точечной сварки применяются различные виды циклограмм в зависимости от толщины и материала свариваемых изделий. Низкоуглеродистые стали обладают относительно высоким электрическим сопротивлением, низкой теплопроводностью и невысокой прочностью. Сварка этих сталей может быть осуществлена в достаточно широком диапазоне значений параметров режима с применением простейшей циклограммы (один импульс тока без предварительного обжатия и приложения ковочного усилия) (рис. 2.1).

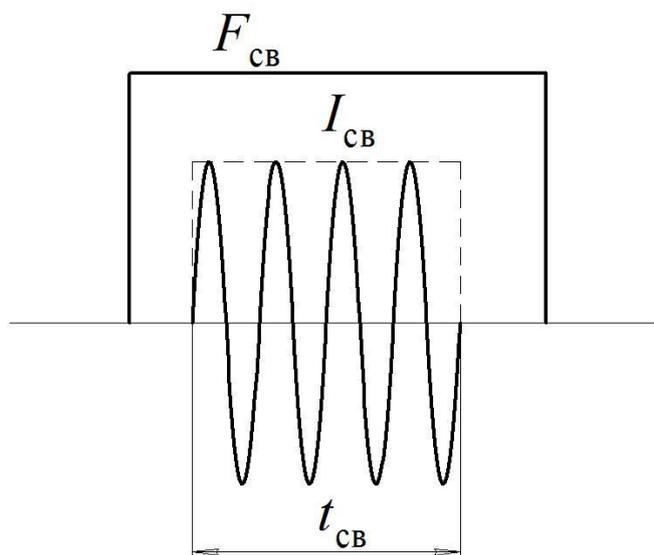


Рисунок 2.1 – Простейшая циклограмма контактной точечной сварки

Примем следующие параметры режима контактной точечной сварки:

Сила сварочного тока ($I_{св}$) – 8...9 кА;

Длительность импульса сварочного тока ($t_{св}$) – 0,08...0,12 сек;

Величина усилия сжатия сварочных электродов ($F_{св}$) – 3...3,5 кН

В предлагаемой технологии токи шунтирования практически отсутствуют, поэтому вторичный ток принимаем равным сварочному (8...9 кА).

2.2 Проектирование электродов для контактной точечной сварки

В качестве способа соединения была выбрана контактная точечная сварка, при которой деталь зажимается между двумя электродами и через них пропускается сварочный ток. Для реализации предложенной технологии необходимо предложить конструкцию электродов, которые обеспечивали бы получение стабильного качества сварного соединения.

На таком крупном промышленном производстве, как ПАО «АвтоВАЗ» электроды для контактной точечной сварки изготавливаются по внутрепроизводственным стандартам. Для многоэлектродных контактных точечных машин возможно применение электродов, изготовленных согласно РД54.13.08-00 (рис. 2.2, табл 2.1). В этом документе указаны типоразмеры пальчиковых быстросменных электродов для многоэлектродных контактных сварочных машин. Для сварки данного узла применим электрод из ряда 854-0827-7001...854-0827-7003.

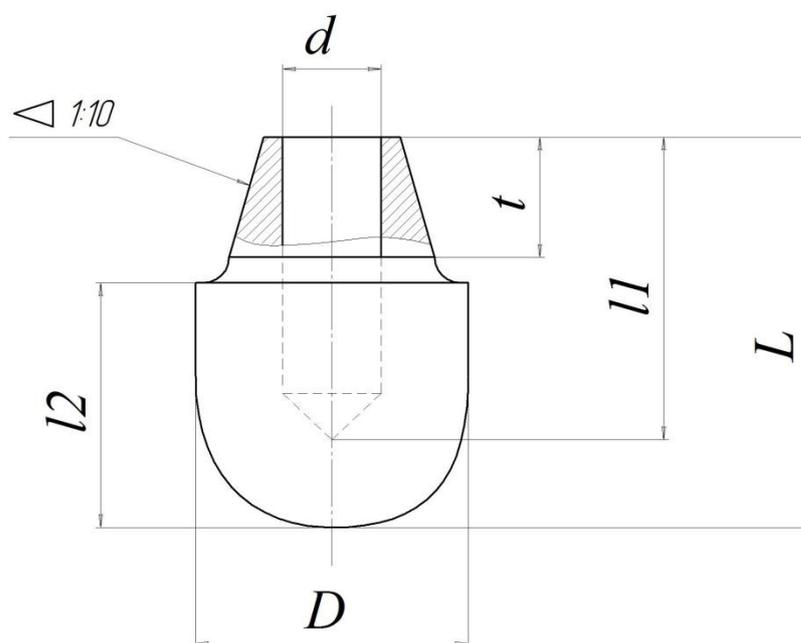


Рисунок 2.2 – Проектирование электрода для контактной точечной сварки

Таблица 2.1 – Электроды для контактной точечной сварки

Обозначение	L	l_1	l_2	t	D	d
854-0827-7001	14	9	6	7	13	6,5
854-0827-7002	19	11	11	7	13	6,5
854-0827-7003	24	13	17	7	13	6,5
854-0827-7004	20,5	12	12	8	15	7
854-0827-7005	25,5	15	17	8	15	7
854-0827-7006	30,5	15	22	8	15	7
854-0827-7007	22,5	14	13	10	16	7,5
854-0827-7008	27,5	14	18	10	16	7,5
854-0827-7009	32,5	19	23	10	16	7,5
854-0827-7010	37,5	19	28	10	16	7,5

2.3 Электрическая схема сварочного контура

Сварочный контур проектируемой многоэлектродной сварочной машины включает в себя:

- сварочные клещи на каждую точку, размещённые в сварочных группах по зонам сварки;
- трансформаторы контактной сварки;
- токоподводы к каждой клещевине сварочных клещей от трансформаторов;
- блоки поджига тиристоров с выводами на РКС (регулятор контактной сварки)

Перед проектированием сварочного контура необходимо определиться с количеством и составом групп сварки. Сварные точки на данной детали можно разделить на несколько основных зон, каждая из которых будет свариваться отдельной группой сварки (рис. 2.3). Такими группами являются:

- группа 1 – пять сварных точек, расположенных в ряд вдоль оси детали с одной её стороны;

- группа 2 – пять сварных точек, расположенных в ряд вдоль оси детали с другой её стороны;
- группа 3 – восемь сварных точек, расположенных с одного торца детали;
- группа 4 восемь сварных точек, расположенных с другого торца детали;
- 10 точек, не вошедших ни в одну группу – по пять с каждого торца детали.

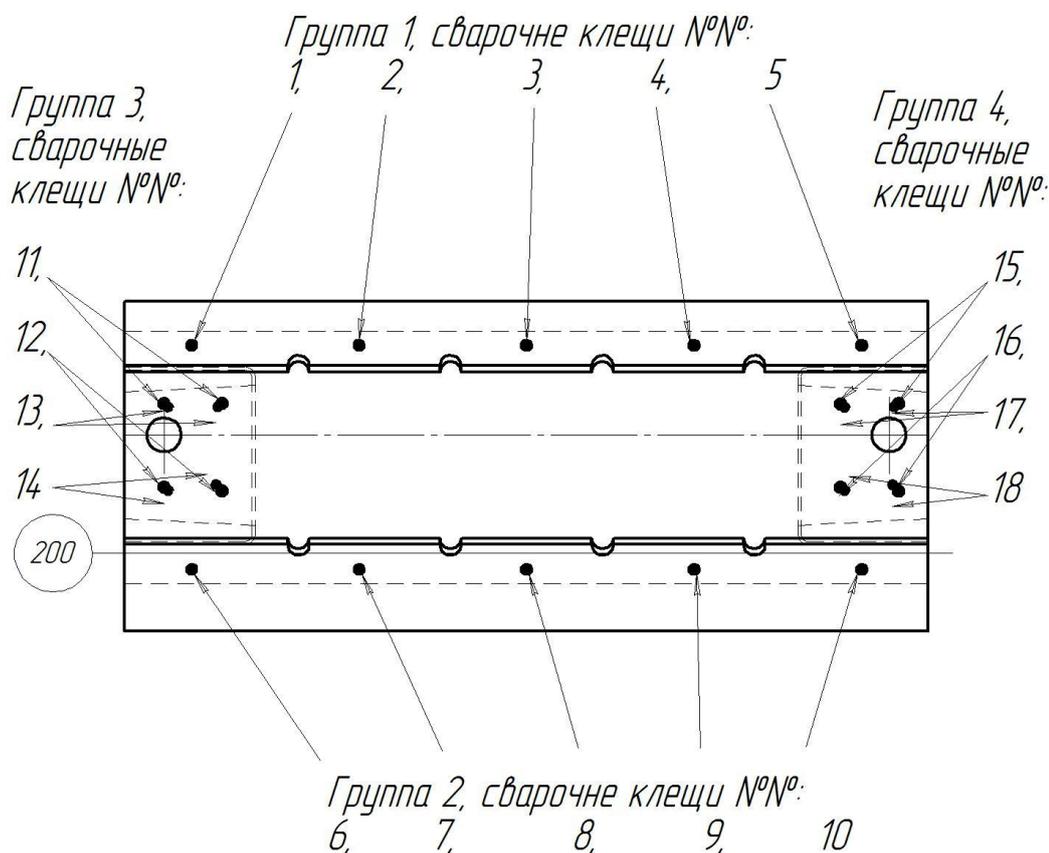


Рисунок 2.3 – Распределение сварных точек на четыре группы

Сварку точек групп 1 и 2 производим клещами по одной точке на клещи, сварку точек групп 3 и 4 производим по две точки на клещи.

Таким образом, электрическая схема сварочного контура проектируемой многоэлектродной сварочной машины (рис. 2.4) будет содержать: 9 сварочных трансформаторов (будут определены позднее), 18 сварочных клещей, 9 тиристоров с блоками поджига. Блоки поджига тиристоров связаны с РКС: группы 1 и 2 – с РКС 1, группы 3 и 4 – с РКС 2. Трансформаторы электрически развязаны через тиристоры равномерно на три фазы.

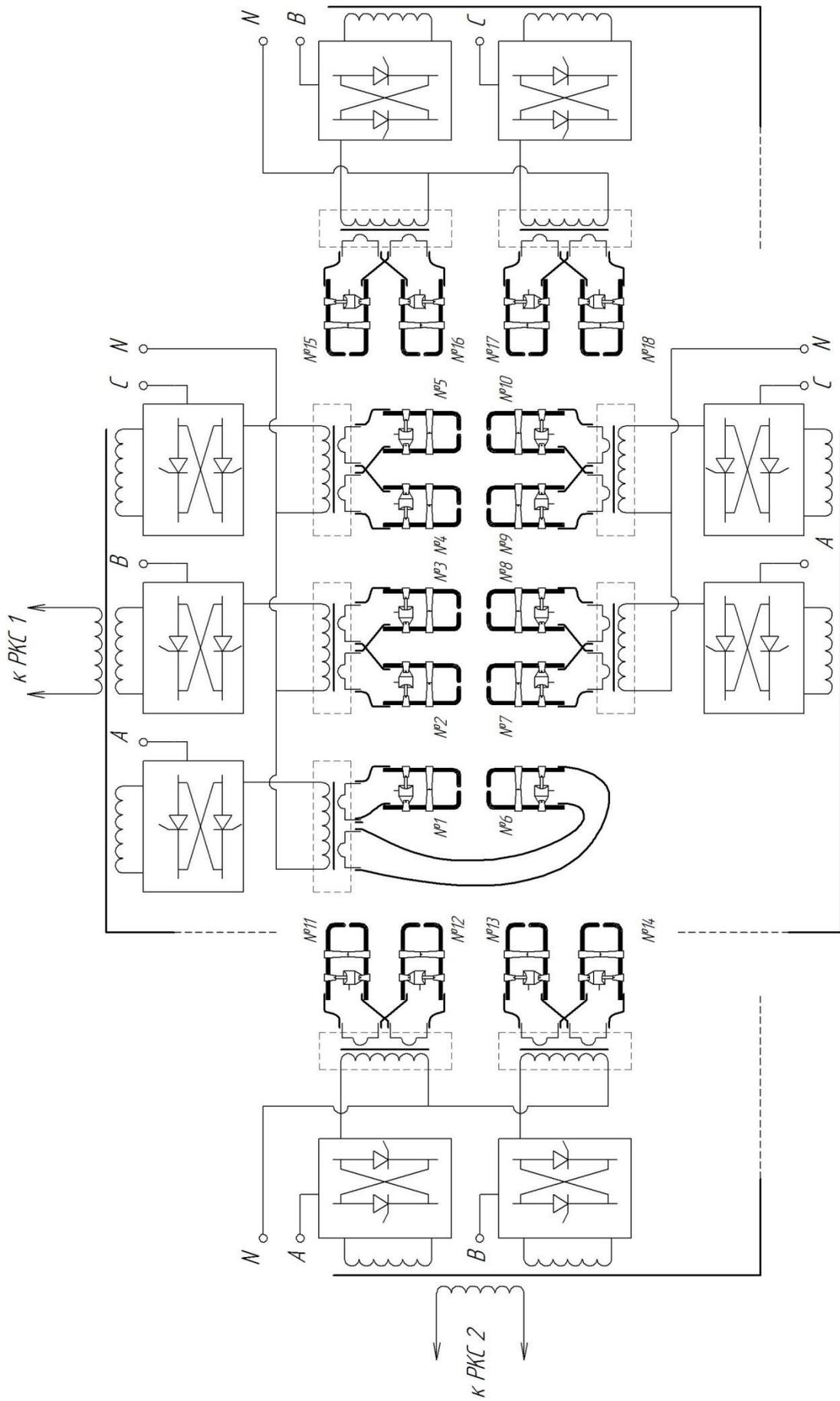
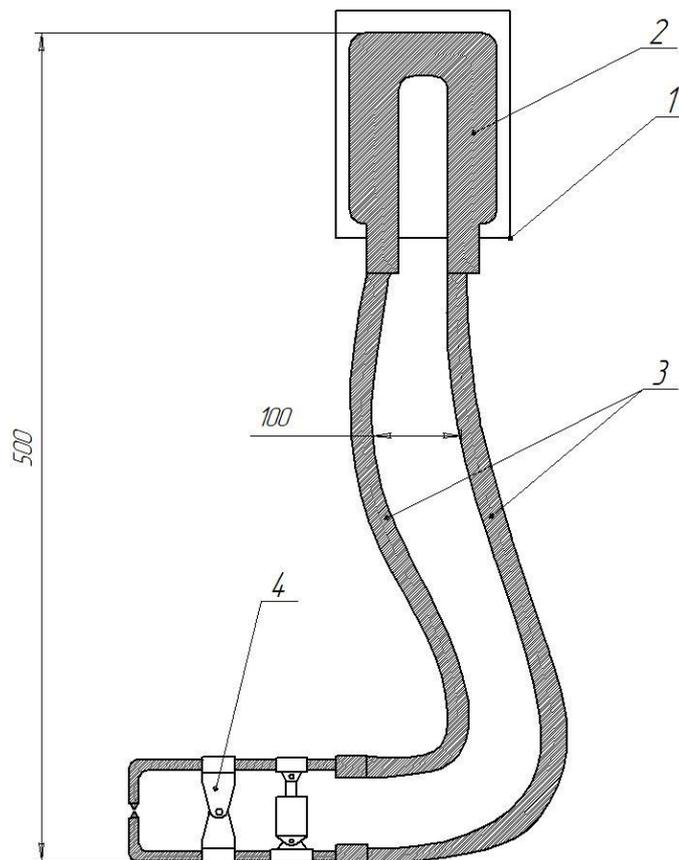


Рисунок 2.4 – Электрическая схема сварочного контура

2.4 Проектирование вторичного контура

Размещение элементов вторичного контура следует принять следующим (рис. 2.5): на антресоли многоэлектродной сварочной машины размещены сварочные трансформаторы (1). Вторичный виток (2) соединяется через шинопроводы (3) со сварочными клещами (4). Сварочные пистолеты сжимают электроды и служат для передачи сварочного тока от шинопровода к электрододержателю а также в них закрепляется электрододержатель. К сварочным клещам через штуцера подводится охлаждающая жидкость. Система трубопроводов в клещах позволяет подавать жидкость непосредственно в зону рабочей поверхности электродов для обеспечения интенсивного ее охлаждения.



- 1 – сварочный трансформатор; 2 – вторичный виток трансформатора;
3 – шинопровод; 4 – сварочные клещи

Рисунок 2.5 – Схема вторичного контура МТМ (показан один вторичный виток)

Рассчитываем сечения элементов вторичного контура: вторичного витка трансформатора F2, гибкой шины F3, электрододержателя F4:

$$F_{1..n} = \frac{I_{2p} \sqrt{\frac{ПВ_{np}}{100}}}{i}, \quad (2.1)$$

где i - допустимая плотность тока А/см² для данного сечения (табл. 2.2).

Сечение вторичного витка F2:

$$F2 = \frac{9000 \sqrt{\frac{2}{100}}}{3} = 424 \text{ мм}^2;$$

Сечение гибкой шины F3:

$$F3 = \frac{9000 \sqrt{\frac{2}{100}}}{20} = 63 \text{ мм}^2;$$

Сечение электрододержателя F4:

$$F4 = \frac{9000 \sqrt{\frac{2}{100}}}{16} = 80 \text{ мм}^2;$$

Рассчитываем активное сопротивление элементов вторичного контура (таб. 2.3).

Таблица 2.2 – Допускаемые плотности токов, принятые для сечений элементов вторичного контура данной контактной машины

№	Элемент вторичного контура	Материал	Условия охлаждения	Допускаемая плотность тока (принимаемая плотность тока), А/мм ²
1	Вторичный виток трансформатора	Бронза БрХ	Водяное	2,8...3,2
2	Гибкая шина	Медная жила	Водяное	20...25
3	Электрододержатель	Бронза БрХ	Водяное	12-22

Таблица 2.3 – Активное сопротивление элементов вторичного контура

№	Название элемента	Длина элемента, см	Сечение элемента, см ²	Коэффициент поверхностного эффекта	Сопротивление элемента, мкОм
1	Вторичный виток трансформатора	40	4,2	1,1	104
2	Гибкая шина	8x2	0,6	1,0	330
3	Электрододержатель	3x2	0,8	1,0	75
Всего:					509

Активное сопротивление электрод-электрод принимаем по литературным данным $128 \cdot 10^{-6}$ Ом.

В данном сварочном контуре присутствуют шесть неподвижных контактов, поэтому активное сопротивление на этих контактах принимаем равным $R_{\text{кон}} = 6 \times 2 \cdot 10^{-6} = 12 \cdot 10^{-6}$ Ом.

Рассчитаем индуктивное сопротивление вторичного контура по упрощенной формуле, мкОм:

$$X_2 = 2\pi \cdot f \cdot L = 2\pi \cdot f \cdot l \cdot \sqrt[4]{\frac{H}{0.3}}, \quad (2.2)$$

где f - частота тока, Гц (50);

L - индуктивность, мкГн;

l - вылет электродов, м (0,5);

H - раствор электродов, м (0,1).

$$X_2 = 2\pi \cdot f \cdot l \cdot \sqrt[4]{\frac{H}{0.3}} = 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 0,5 \cdot \sqrt[4]{\frac{0,1}{0,3}} = 120 \cdot 10^{-6} \text{ Ом}$$

Рассчитываем полное сопротивление сварочного контура:

$$Z = \sqrt{(R_{\text{э-э}} + R_{2\kappa} + R_{\text{кон}} + R_1'')^2 + (X_2 + X_1'')^2} \text{ Ом}, \quad (2.3)$$

где R_1'' - активное сопротивление первичной обмотки, приведенное ко вторичной – $40 \cdot 10^{-6}$ Ом;
 X_1'' - индуктивное сопротивление первичной обмотки, приведенное ко вторичной – $40 \cdot 10^{-6}$ Ом

$$Z = \sqrt{(128 + 509 + 12 + 40)^2 + (120 + 40)^2} = 707 \cdot 10^{-6} \text{ Ом}$$

Определим вторичное номинальное напряжение сварочного трансформатора:

$$U_{2н} = I_{2р} \cdot Z = 9000 \cdot 707 \cdot 10^{-6} = 6,36 \text{ В}$$

Определим полную номинальную мощность сварочного трансформатора:

$$N_{н} = U_{2н} \cdot I_{2р} = 6,36 \cdot 9000 = 57,2 \text{ кВА}$$

По вторичному напряжению холостого хода на номинальной ступени и мощности на номинальной ступени выбираем сварочный трансформатор ТК-32.07 (завода «Электрик»), обладающий следующими техническими характеристиками (табл. 2.4).

Таблица 2.4 – Технические данные малогабаритного сварочного трансформатора ТК-32.07 для многоэлектродных машин (завод «Электрик»)

Показатель	Значение
Напряжение первичной обмотки, В	360
Частота тока, Гц	50
Число ступеней регулирования	3
Пределы регулирования вторичного напряжения холостого хода, В	5...7,5
Мощность на номинальной ступени, кВА	150
ПВ, %	3
Ток на номинальной ступени, кА	32
Габаритные размеры, мм	560x160x252
Масса, кг	103

2.5 Проектирование привода сжатия

Разрабатываемая многоэлектродная сварочная машина включает в себя следующие группы механизмов:

- подачи свариваемых деталей (пневматический);
- подачи групп сварочных клещей (пневматический);
- сжатия сварочных клещей.

Указанные механизмы должны согласованно работать для получения единой циклограммы сварки. Этого можно добиться в том случае, если регулировать очередность включения электропневматических клапанов. Для этого предложена следующая единая пневматическая схема (рис. 2.6).

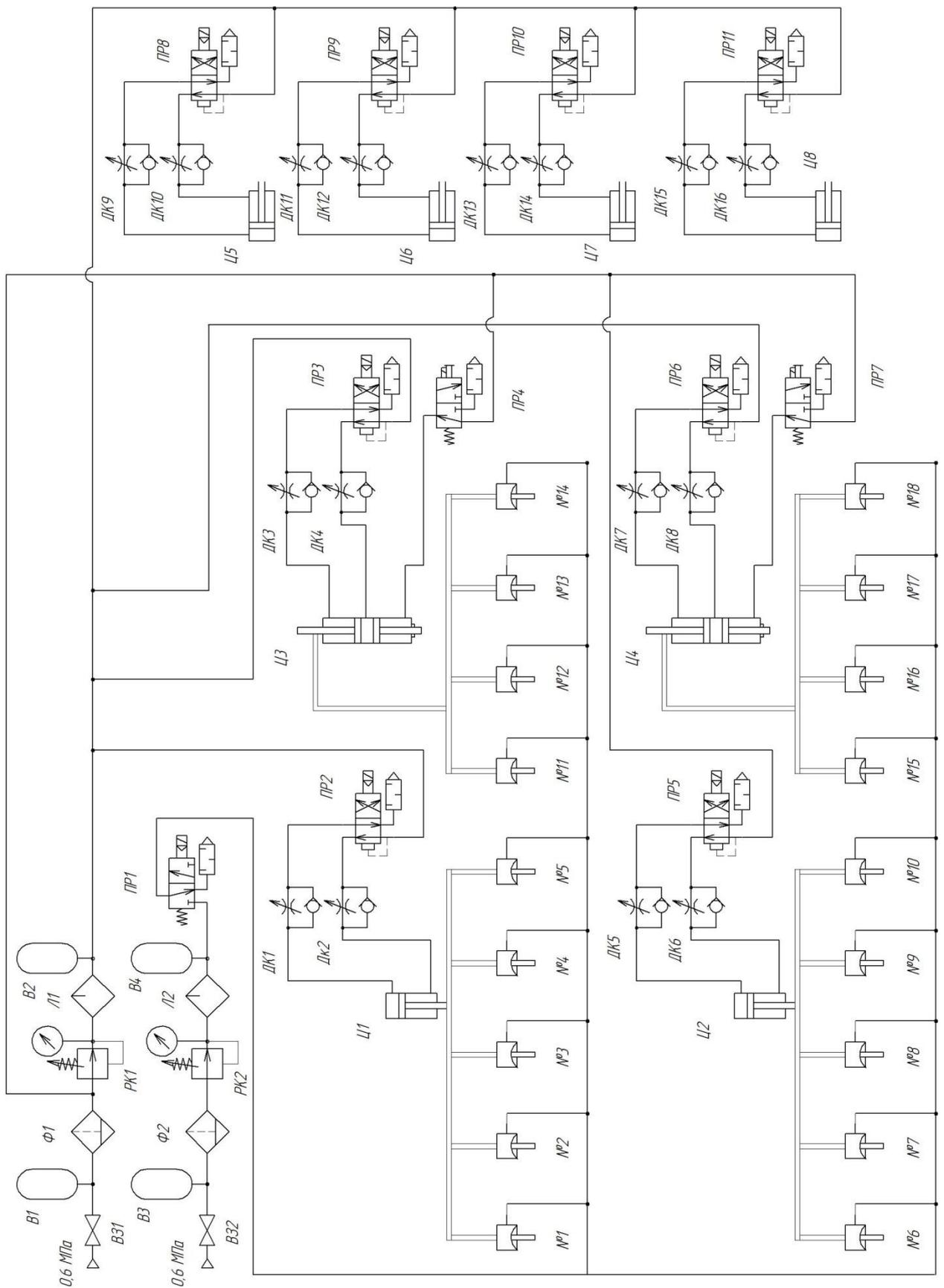


Рисунок 2.6 - Пневматическая схема многоэлектродной сварочной машины

В общем виде пневматическая система проектируемой многоэлектродной сварочной машины (рис. 2.6) содержит: сварочные клещи с пневматическим приводом (18 шт.), вспомогательные пневмоцилиндры (8 шт.), производящие загрузку и позиционирующие сварочные клещи в положение «сварка» после загрузки в машину деталей.

Система работает от сжатого воздуха давлением 0,4...0,6 МПа (4...6 атм), имеет условный проход по ГОСТ 16516-80 16 мм.

Рассчитаем пневматические цилиндры, которые необходимо использовать для механизма подачи сварочных групп к месту сварки – Ц1, Ц2, Ц3 и Ц4.

Расчёт пневмопривода производим по стандартной расчётной схеме (рис. 2.7).

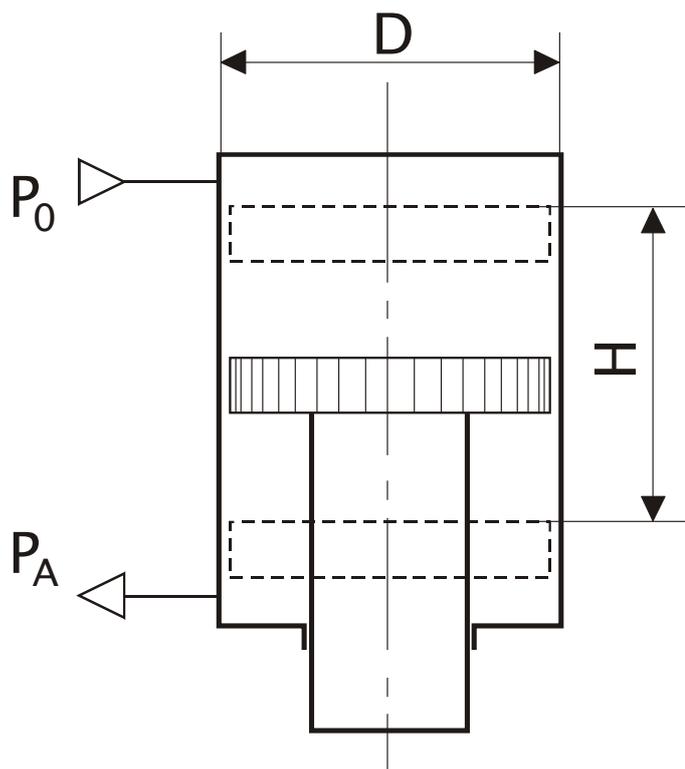


Рисунок 2.7 – Расчётная схема пневмоцилиндра

Основные размеры пневмопривода – диаметры поршня D в метрах можно вычислить при заданном усилии $F_{св}$ по следующей формуле:

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{F \cdot K}{p_0(1 - \beta) - p_a}}, \quad (2.4)$$

где F - требуемое развиваемое усилие, Н (2,5 кН);
 p_0 - номинальное рабочее давление воздуха, Па ($5 \cdot 10^5$ Па);
 p_a - атмосферное давление, Па (10^5 Па);
 K - коэффициент запаса, учитывающий необходимость развития большего усилия или возможность снижения рабочего давления (1,4);
 β - коэффициент, показывающий отношение сил сопротивления и силы тяжести к теоретическом усилию привода $p_0 S$, для современных контактных машин можно принять $\beta=0,05$.

Таким образом, диаметр поршня будет равен:

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{2,5 \cdot 10^3 \cdot 1,4}{5 \cdot 10^5 (1 - 0,05) - 1 \cdot 10^5}} = 0,097$$

Полученное значение диаметра поршня округляем до ближайшего значения по ГОСТ 15608-70 и принимаем $D=10$ см. Длину хода принимаем 200 мм. Для проектируемой МТМ применим цилиндр из стандартного ряда: пневмоцилиндр 1011-100 x 200 ГОСТ 15608-70.

Далее произведём динамический расчёт пневмоцилиндра с целью получения данных по времени нарастания рабочего давления для последующего построения циклограммы работы МТМ. Расчёт ведётся по известной формуле:

$$t = 0,00131 \frac{V_H}{\mu s} \tau, \quad (2.5)$$

где V_H - рабочий объём пневмоцилиндра (рис. 2.7),

$$V_H = H \pi D^2 / 4 = 0,2 \cdot 3,14 \cdot 0,1^2 / 4 = 0,00157 \text{ м}^3;$$

μ - коэффициент расхода воздуха при впуске (принимаем 1);

s - площадь сечения канала для впуска воздуха (принимаем $0,00023 \text{ м}^2$);

τ - относительное безразмерное время, вычисляемое по формуле:

$$\tau = 2,76 \left(1,27 - \frac{p_a}{p_0} \right) \frac{V}{V_H}, \quad (2.6)$$

где V - полный объём рабочей камеры (рис. 2.6), m^3 (принимаем $1,9 V_H$).

Подставляем известные величины и получаем:

$$\tau = 2,76(1,27 - \frac{1 \cdot 10^5}{5 \cdot 10^5})1,9 = 5,6 ,$$

$$t = 0,00131 \frac{0,00157}{1 \cdot 0,00023} \cdot 5,6 = 0,05$$

Таким образом, время подвода электродов составляет 0,05 секунды, скорость перемещения поршня пневмоцилиндра составляет в этом случае 4 м/с.

2.6 Проектирование системы охлаждения

Система охлаждения проектируемой многоэлектродной сварочной машины для сборки-сварки усилителя поперечины панели задка ВАЗ 2123 (рис. 2.8) состоит из вентиля (1), распределителя (2), реле струйного (4), коллектора сливного (8) и соединительных шлангов. Она включает в себя так же: контакторы (3), трансформаторы (5), переключки гибкие (6), клещевины с электродами (7).

В отдельные ветви охлаждения вынесены: клещевины сварочных клещей по группам №№ 1,2,3 и 4 с гибкими переключками (4 ветви), тиристорные контакторы, трансформаторы. Система имеет рабочее давление воды 0,4 МПа (4 атм), условный проход по ГОСТ 16516-80 16 мм (внутренний диаметр шланга).

2.7 Система мониторинга качества

При контактной сварке на формирование ядра точки оказывают влияния различные возмущения [1, 2, 3, 13, 14, 18]. Компенсация этих воздействий может быть осуществлена с привлечением аппаратуры управления с обратной связью, в которой в качестве параметра обратной

связи используются электрические характеристики процесса: ток сварки, напряжение на электродах, сопротивление участка «электрод-электрод» [1, 2., 15, 16] .

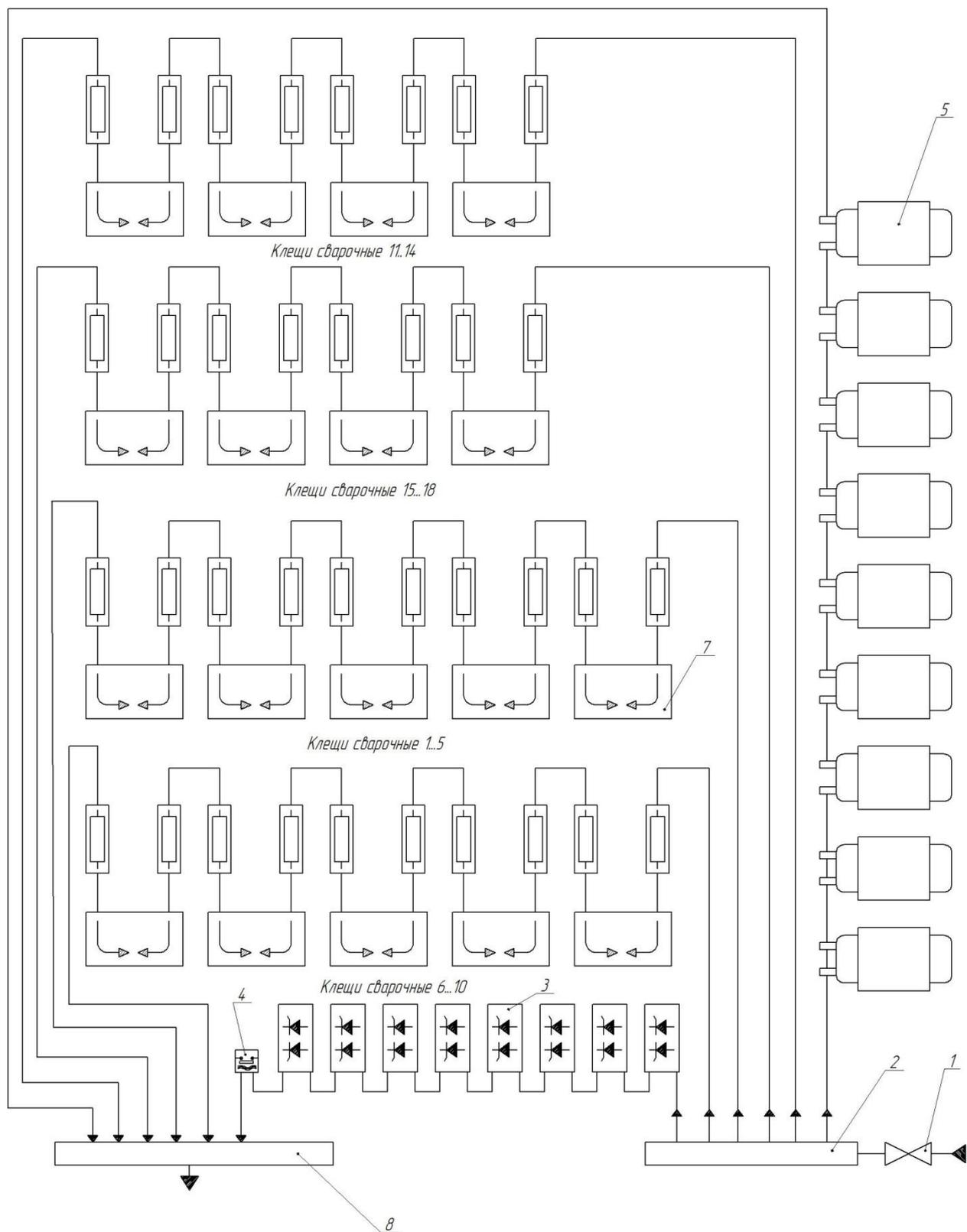


Рисунок 2.8 – Система охлаждения многоэлектродной сварочной машины

2.8 Описание многоэлектродной сварочной машины

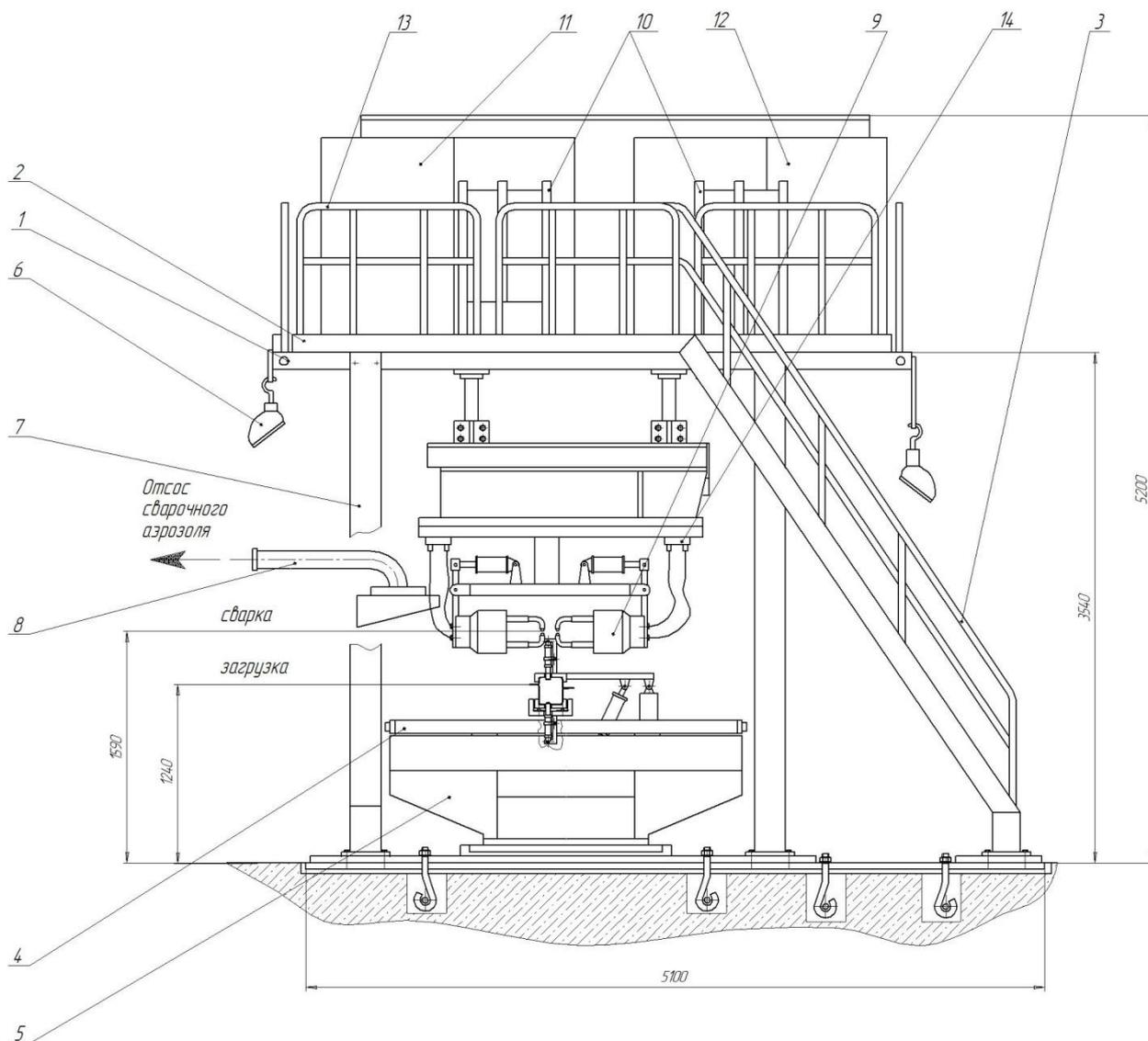
Компоновочная схема проектируемой многоэлектродной сварочной машины выполнена на базе П-образного пресса НР3672-12 (производства «СИЯКИ»). Эксплуатация машины будет происходить в условиях закрытого помещения с температурой воздуха, составляющей не менее +16 °С. При этом предусматривается нормальная влажность воздуха.

Параметрами технической характеристики машины являются:

- по типу машины – многоэлектродная сварочная машина, выполненная на базе П-образного пресса;
- по количеству постов сварки – однопостовая машина;
- по количеству циклов сварки – два цикла сварки;
- по установленной мощности – машина мощностью 1080 кВА;
- по количеству сварочных трансформаторов – 9 сварочных трансформаторов;
- по напряжению питания – напряжение питания первичной обмотки сварочных трансформаторов и системы управления контактной сварочной машины 220 В;
- по типу привода исполнительных механизмов сварочной машины – на машине установлены пневматические привода сжатия и исполнительных механизмов;
- по давлению воздуха в системе – давление сжатого воздуха в пневматической системе сварочной машины 6 кгс/см²;
- по типу охлаждения – в машине предусмотрено водяное охлаждение активных элементов вторичных контуров;
- по массе машины – масса машины составляет 30 тонн.

Компоновочная схема машины состоит из следующих узлов:

Пресса П-образного; верхней и нижней сварочных оснасток; транспортера деталей; каркаса; системы вытяжной вентиляции; накопителя деталей и заготовок; электрооборудования; системы охлаждения; системы смазки.



1 – пресс; 2 – антресоль; 3 – лестница; 4 – стол подъемный; 5 – механизм подъема; 6 – светильник; 7 – колонна прессы; 8 – зонты вытяжной; 9 – клещи сварочные; 10 – пневмопанель; 11 – шкаф тиристорный; 12 – шкаф управления; 13 – ограждение; 14 – трансформатор сварочный

Рисунок 2.9 - Многоэлектродная сварочная машина для сборки и сварки усилителя поперечины панели задка ВАЗ 2123

Сварочный П-образный пресс применяется в массовом производстве при изготовлении узлов с использованием процессов контактной точечной сварки, позволяют устанавливать специальную быстросъемную сварочную оснастку. На прессе осуществляют монтаж каркаса со сварочной оснасткой,

системы вытяжной вентиляции. На антресоли пресса располагают шкафы электрооборудования и пневмопанель.

Верхняя оснастка является набором механизмов, которые подают сварочные группы в зону сварки. На кронштейнах верхней оснастки размещают сварочные трансформаторы в количестве девяти штук. Между вторичными витками трансформаторов и сварочными клещами обеспечивается гальваническая связь с использованием гибких перемычек. Сварочные группы состоят из подвижных сварочных клещей в количестве 18 штук. Привод подачи клещей в зону сварки состоит из универсальных пневматических цилиндров и кареток.

На подъёмном столе пресса располагают нижнюю оснастку, которая состоит из ложементов для укладки свариваемых деталей, прижимов для точной фиксации уложенных деталей, механизмов для осуществления подачи свариваемых деталей.

Транспортер осуществляет автоматическое перемещение свариваемой детали согласно установленной технологической цепочке. Привод транспортера пневматический. Конструкция транспортера представляет из себя кронштейн и ложементы, на которые укладывают свариваемые детали. Кронштейн закреплён на каретке.

На каркасе смонтирована сварочная оснастка - верхняя и нижняя. Каркас выполнен из двух плит – верхней и нижней, которые соединены между собой при помощи стоек передних и задних.

Электрооборудование многоэлектродной сварочной машины включает в себя шкаф главного выключателя, шкаф тиристоров, шкаф управления, пульт управления, переносной пульт, клеммные коробки вспомогательных соединений, коробку освещения, две силовые коробки, сварочные трансформаторы, пневмопанель с электромагнитными клапанами.

На антресоли сварочной машины располагаю шкаф главного выключателя, шкаф тиристоров и шкаф управления. Остальную аппаратуру

располагают на борту машины в местах, которые соответствуют технологическим требованиям.

Шкаф главного выключателя является унифицированным узлом, который состоит из вводного автоматического выключателя, силового контактора, промежуточного реле и понижающего трансформатора. Элементы шкафа, которые необходимы для подключения к общей схеме управления многоэлектродной сварочной машиной, выводятся на клеммную коробку.

Шкаф тиристоров также является унифицированным узлом, состоящим из регуляторов цикла сварки, панели тиристоров с расположенными на ней силовыми тиристорами и элементами защиты тиристоров от перенапряжений. Также в состав шкафа тиристоров входит панель электроаппаратуры и коммутационной аппаратуры, которая осуществляет защиту от короткого замыкания цепей управления шкафа тиристоров и регуляторов цикла сварки. В шкафу тиристоров располагается также аппаратура управления и питания, проточное реле для контроля протока воды через охлаждаемые тиристоры.

Электрическая схема многоэлектродной сварочной машины обеспечивает прохождение процесса сборки и сварки изделия в соответствии с заданной последовательностью выполнения технологических операций. Исполнительные органы машины работают в соответствии с циклограммой. Электрическая схема машины позволяет включать работу элементов машины в режиме наладки и автоматической работы, позволяет обеспечить защиту от перегрузок и коротких замыканий. В составе электрической схемы предусмотрено наличие силовой сварочной цепи и цепи управления технологическим циклом. Работа элементов электрической схемы управляется от кнопок и переключателей, которые установлены на пульте управления.

Перемещение кареток, групп сварки, работа исполнительных элементов привода сжатия сварочных клещей и прижимов деталей,

перемещения транспортёра обеспечивается пневматической схемой машины. Пневматическая схема многоэлектродной сварочной машины включает в себя две пневмопанели, которые расположены на антресоли машины, исполнительные цилиндры, соединительные трубопроводы и гибкие рукава. Работа пневматических цилиндров привода сжатия сварочных клещей обеспечивается с использованием четырехлинейного распределителя с одно- или двухсторонним электрическим управлением. Для регулирования давления в пневматических цилиндрах сжатия сварочных клещей служат редукционные клапана. Команда на выполнение цикла сварки по достижении необходимого давления в пневмоцилиндрах подаётся от реле давления. Для регулирования скорости перемещения штоков пневматических цилиндров сжатия сварочных клещей и других исполнительных элементов применяются дроссели. Давление сжатого воздуха в системе многоэлектродной сварочной машины контролируется с использованием манометров.

Отвод тепла от нагруженных токоведущих частей вторичного контура многоэлектродной сварочной машины осуществляется системой охлаждения. Обеспечивают охлаждение сварочных трансформаторов, клещей, шкафа тиристоров. Для охлаждения применяют рекуперационную воду, поступающую под давлением до 0,4 МПа. Очистку воды от механических примесей осуществляют посредством фильтра, который установлен на входном трубопроводе. Давление воды на входе в систему охлаждения контролируют по манометру. Система охлаждения укомплектована защитой, которая срабатывает в случае снижения давления поступающей воды ниже допустимого, при этом происходит обесточивание системы управления многоэлектродной сварочной машиной и прерывание цикла сварки. Визуальный контроль расхода охлаждающей воды проводится при помощи расходомера, который установлен на выходящем трубопроводе. Подвод воды к охлаждаемым элементам и отвод воды от них осуществлён параллельным способом с применением гибких резиновых рукавов. Для снижения

зарастания отверстий арматура с малыми сечениями выполнена из цветного металла.

Система смазки обеспечивает дозированную подачу смазочного материала к трущимся парам многоэлектродной сварочной машины. Система смазки автоматическая, одномагистральная, периодического действия на последовательных питателях.

2.9 Описание работы многоэлектродной сварочной машины

Работа спроектированной сварочной машины происходит согласно циклограмме (рис. 2.10).

Вначале оператор производит загрузку деталей в сварочную оснастку поста. По окончании загрузки свариваемых деталей на пост машины оператор нажимает кнопку «пуск», от кнопки подается сигнал на срабатывание прижимов первого поста. При этом (рис. 2.11):

- 1) Транспортёр 1 за счёт пневмоцилиндра Ц5 (рис. 2.6) подаёт надставку усилителя поперечины панели задка 2123-5601454 (магнитный схват остаётся включенным в течение всего цикла сварки и работы МТМ);
- 2) Включается электромагнитный схват заглушек левой и правой 2123-5601457 и 2123-5601456;
- 3) Податчик 3 и 4 (рис. 2.11) за счёт пневмоцилиндров Ц7 и Ц8 закладывает заглушки левую и правую на места сварки;
- 4) Пневмоцилиндры 2 – 2 шт. (на схеме не показаны) фиксируют надставку усилителя поперечины панели задка 2123-5601454 и заглушки левую и правую;
- 5) Включается электромагнитный схват панели задка 2123-5601452;
- 6) Податчик 5 (рис. 2.11) за счёт пневмоцилиндра Ц6 подачи панели задка 2123-5601452 укладывает деталь на место сварки;
- 7) Пневмоцилиндры 6 фиксируют панель задка относительно заглушек;
- 8) Отключаются электромагнитные схваты;

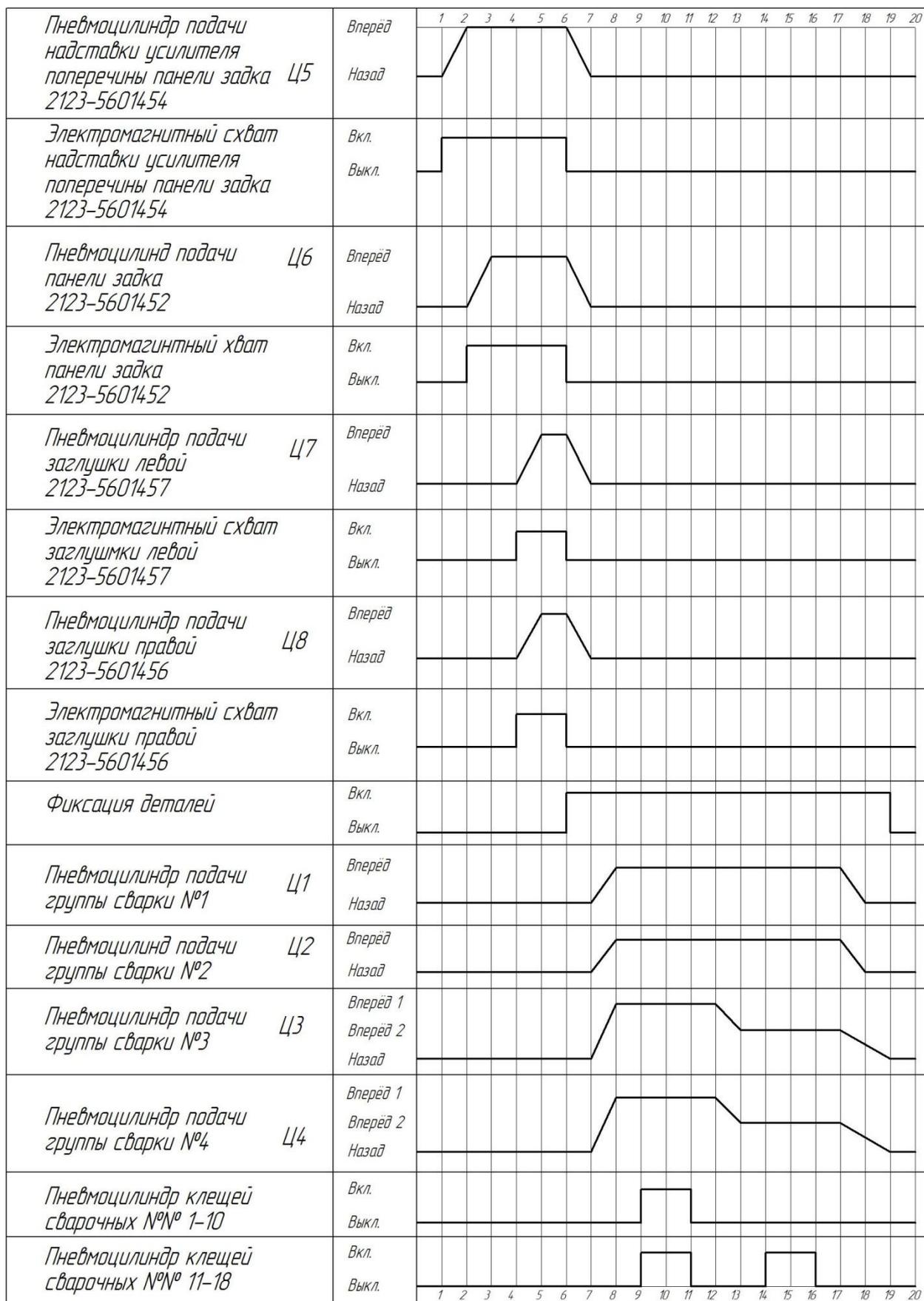


Рисунок 2.10 – Циклограмма работы многоэлектродной сварочной машины

- 9) Стол поднимается в положение «сварка»;
- 10) Сварочные группы 1 и 2 (рис. 2.12) за счёт пневмоцилиндров Ц1 и Ц2 (рис. 2.6) выводятся на положение «сварка»;
- 11) Сварочные группы 3 и 4 за счёт пневмоцилиндров Ц3 и Ц4 (рис. 2.6) выводятся на положение «сварка 1»;

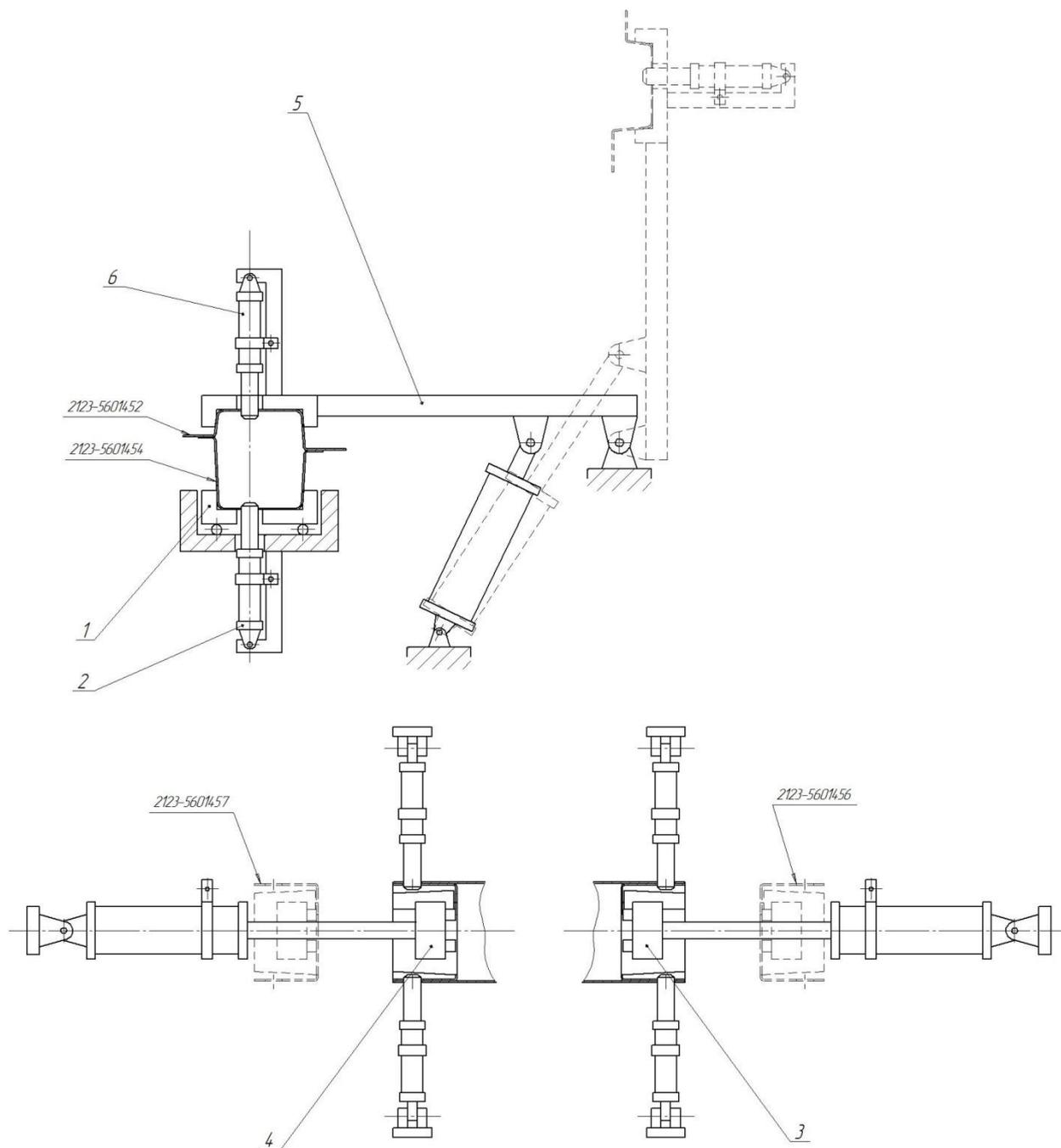


Рисунок 2.11 – Работа механизмов подачи и фиксирования свариваемых деталей

- 12) Происходит сварка 18 точек;
- 13) Сварочные группы 3 и 4 за счёт пневмоцилиндров Ц3 и Ц4 (рис. 2.6) выводятся на положение «сварка 2»;
- 14) Происходит сварка 8 точек;
- 15) Происходит отвод сварочных групп;
- 16) Стол со сварочной оснасткой опускается в положение «вниз»;
- 17) Транспорт переходит в положение вперёд и выбрасывает сваренный усилитель поперечины панели задка из машины.
- 18) Сваренное изделие выходит из зоны сварки и передается далее по технологической цепочке.

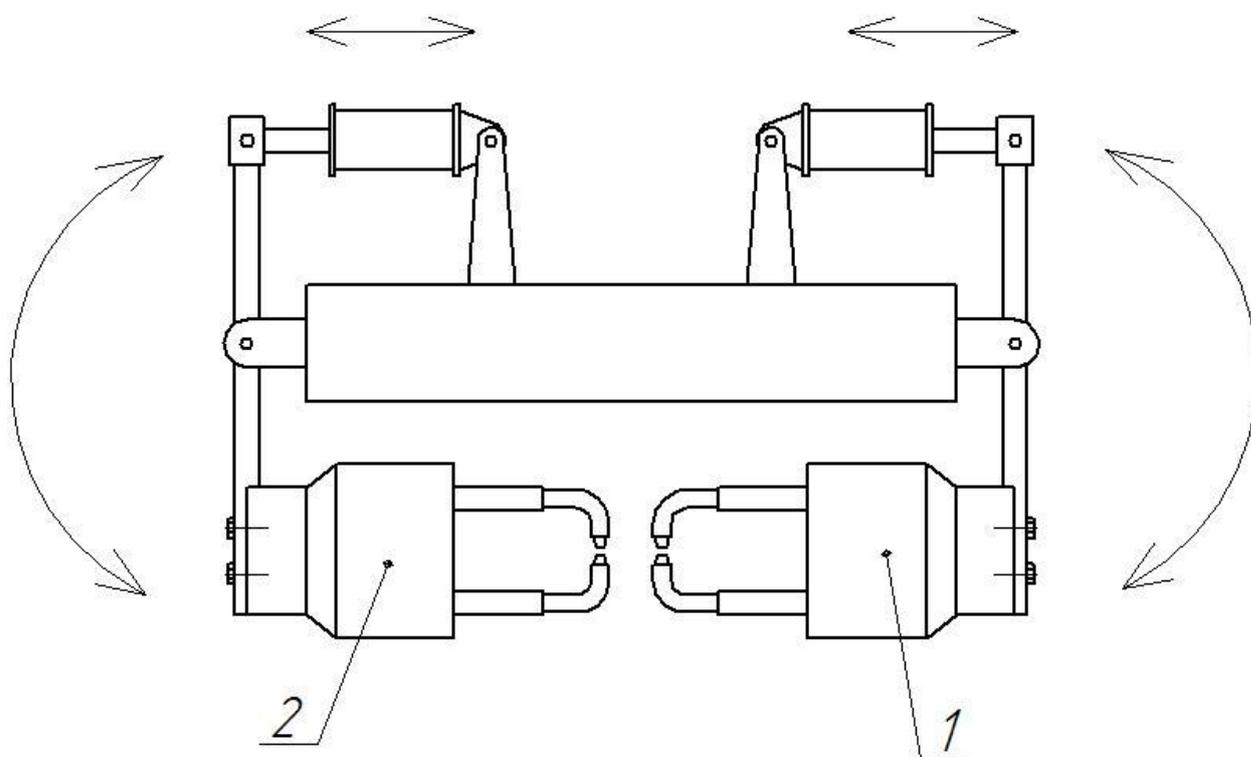


Рисунок 2.12 – Подача сварочных групп 1 (5 клещей) и 2 (5 клещей) к месту сварки

2.10 Технологический процесс сборки-сварки

Мойку деталей производят с применением струйных механизированных агрегатов, которые установлены в поточной линии. Детали подвешивают к конвейерной цепи и пропускают через моечную камеру. Мойку производят с применением горячего (температура до 90 °С) водного раствора 2...1,5% кальцинированной соды. После мойки осуществляют обдув деталей сухим сжатым воздухом. Далее детали подают к сварочной машине.

Осуществляют транспортирование заготовок со склада производственно-диспетчерского бюро цеха. Первоначально заготовки располагаются в оборотной таре, далее сварщик перемещает заготовки на участок, на котором будет производиться сборка и сварка. На сварочном участке заготовки укладывают по ячейкам приспособления.

В приёмные магазины многоэлектродной сварочной машины осуществляют загрузку следующих деталей:

- усилителя поперечины панели задка (деталь 2123-5601452) в количестве 100 штук;
- надставки усилителя поперечины (деталь 2123-5601454) в количестве 100 штук;
- заглушки левой (деталь 2123-5601457) в количестве 100 штук;
- заглушки правой (деталь 2123-5601456) в количестве 100 шт.

Установку деталей на сборочной оснастке и их сварку производят автоматически в соответствии с заданной циклограммой работы технологического оборудования. Параметрами режима сварки являются:

- сила сварочного тока – 8...9 кА;
- длительность импульса сварочного тока – 0,08...0,12 сек;
- усилие сжатия сварочных электродов – 3...3,5 кН.

В процессе сварки транспортер деталей перемещается в крайне заднее положение. После сварки происходит перемещение вниз оснастки нижнего

поста, в результате чего сваренные узлы помещаются на ложементы транспортера. После этого транспортер деталей перемещается в крайнее переднее положение, в результате чего сваренные узлы перемещаются на следующую технологическую операцию.

Для контроля качества сварки применим активный контроль по току и времени сварки. Работой сварочных тиристоров управляет регулятор BOSCH 51В, который поддерживает заданную силу сварочного тока с погрешностью ± 500 А, а длительность импульса сварочного тока с погрешностью в 1 период сетевого напряжения (0,01 секунды). Контроль одного изделия из ста осуществляется работником бюро технического контроля цеха. Изделие, подвергающееся контролю, проверяют на соответствие геометрии с использованием специального кондуктора. После проверки на геометрию осуществляют разрушающий контроль качества сварных точек. Если изделие не прошло контроль, оно бракуется, назначают дополнительный контроль всей партии изделий, выполненных после предыдущего контроля.

Визуальный контроль сварных точек и геометрии предусмотрен 100%.

3 Безопасность и экологичность технического объекта

3.1 Технологическая характеристика объекта

Технология контактной сварки, предусмотренная в качестве основной операции, представляет собой источник опасных и вредных производственных факторов. Этот факт приводит к дополнительному усложнению и повышению стоимости оборудования для сварки. В связи с этим становится необходимым проведение исследований, направленных на изучение взаимосвязи особенностей построения технологического процесса контактной сварки (параметры режима сварки, технологическое оборудование), особенностей протекания процесса сварки и внешних условий, при котором он протекает

Переменные электромагнитные поля широкого частотного диапазона и электромагнитные излучения радиочастотных диапазонов являются основными факторами опасного воздействия на организм электросварщиков. Использование специальной защитной одежды могло бы дополнить известные традиционные способы защиты временем и расстоянием, поскольку их реализация не всегда возможна или целесообразна в связи с объемами и характером работ, выполняемых персоналом. Основной составляющей электромагнитного фона являются низкочастотные ЭМП, которые генерируются линиями электропитания, бытовыми приборами и электрооборудованием промышленных предприятий. Известно, что электрическая составляющая низкочастотного поля легко экранируется с помощью металлических рукавов и корпусов распределительных щитов.

В рамках настоящей выпускной квалификационной работы проблема действия магнитных полей на электросварщика практически устранена, что достигается автоматизацией процесса сборки и сварки деталей.

Таблица 3.1 – Профессиональные риски, возникающие при реализации технологического процесса

Операция, осуществляемая в рамках рассматриваемого технологического процесса	Формулировка опасных и вредных производственных факторов, возникающих в процессе выполнения данной операции при реализации технологического процесса	Источник рассматриваемого фактора, возникающего в процессе выполнения данной операции при реализации технологического процесса
1. Подготовка к сварке	<ul style="list-style-type: none"> - наличие на внешних поверхностях применяемого оборудования, приспособлений и инструмента острых кромок, заусенцев; - перемещающиеся в процессе выполнения подготовительной операции детали и узлы применяемого оборудования, приспособлений; 	Острые края деталей, сварочное оборудование
2. Загрузка деталей в приёмные магазины МТМ	<ul style="list-style-type: none"> - наличие на внешних поверхностях применяемого оборудования, приспособлений и инструмента острых кромок, заусенцев; - перемещающиеся в процессе выполнения подготовительной операции детали и узлы применяемого оборудования, приспособлений; - опасность замыкания на тело рабочего высокого напряжения, питающего производственное оборудование; 	Сварочное оборудование
3. Сварка на МТМ	<ul style="list-style-type: none"> - нагрев внешних поверхностей применяемого на операции оборудования, приспособлений, инструмента, свариваемых деталей до высоких температур; - опасность замыкания на тело рабочего высокого напряжения, питающего производственное оборудование; - наличие на внешних поверхностях применяемого оборудования, приспособлений и инструмента острых кромок, заусенцев; - перемещающиеся в процессе выполнения сборочной операции детали и узлы применяемого оборудования, приспособлений; 	Острые края деталей, сварочное оборудование
4. Контроль качества	<ul style="list-style-type: none"> - опасность замыкания на тело рабочего высокого напряжения, питающего производственное оборудование; - наличие на внешних поверхностях применяемого оборудования, приспособлений и инструмента острых кромок, заусенцев; - перемещающиеся в процессе выполнения сборочной операции детали и узлы применяемого оборудования, приспособлений 	

3.2 Разработанные технические и организационные предложения по уменьшению выявленных при анализе проектной технологии профессиональных рисков

Таблица 3.2 – Предложения по защите от вредных факторов производственного персонала

Перечень опасных и вредных производственных факторов, возникающих в процессе выполнения данной операции при реализации технологического процесса	Разработанные технические и организационные предложения, обеспечивающие минимальное действие вредного фактора на производственный персонал	Предлагаемые защитные средства для снижения действия вредного фактора на производственный персонал
1	2	3
1. Наличие на внешних поверхностях применяемого оборудования, приспособлений и инструмента острых кромок, заусенцев;	Инструктаж производственного персонала	Защитные перчатки, защитная одежда.
2. Перемещающиеся в процессе выполнения сборочной операции детали и узлы применяемого оборудования, приспособлений;	Ограждения перемещающихся деталей и узлов и их предохранительная окраска, предупреждающие плакаты.	-
3. Нагрев внешних поверхностей применяемого на операции оборудования, приспособлений, инструмента, свариваемых деталей до высоких температур	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	-

3.3 Разработанные технические и организационные предложения по обеспечению пожарной безопасности на участке сварки

Таблица 3.3 – Предложения технического характера по обеспечению пожарной безопасности на участке сварки

Средства для тушения возгораний в начальной стадии	Перечень мобильных средств для проведения тушения возгорания	Перечень стационарных систем пожаротушения	Системы пожарной автоматика для проведения тушения возгорания	Пожарное оборудование на участке сварки	Средства индивидуальной защиты и спасения производственного персонала	Установленный на участке инструмент для ликвидации возгораний	Системы связи и оповещения на участке сварки
Ящики с песком, кошма, огнетушитель ОП-5	Специализированные автомобили (вызываются)	Нет	Нет	-	План эвакуации,	Ведро, лопата, багор, топор	Тревожная кнопка

Таблица 3.4 – Анализ опасных факторов возможного пожара участка сварки

Участок, подразделение	Производственное оборудование участка	Возможный класс пожара	Опасные факторы пожара	Дополнительные проявления факторов пожара
Участок, на котором осуществляется контактная сварка	Многоэлектродная сварочная машина	пожары, которые происходят за счет воспламенения и горения веществ и материалов на электроустановках, запитанных электрическим напряжением (Е)	Резкое повышение температуры на участке и вокруг него; выделение при горении токсичных продуктов и угарного газа; выделение аэрозолей, снижающих видимость на участке и вокруг него.	Короткие замыкания на оборудовании, запитанным высоким электрическим напряжением; действие на людей, находящихся в районе возгорания продуктов разложения составов, используемых для пожаротушения.

Таблица 3.5 – Разработанные организационные мероприятия для исключения возгораний на участке сварки

Перечень операций, осуществляемых в рамках разработанного технологического процесса	Наименование мероприятий	Наименование противопожарного оборудования, которым должен быть укомплектован участок
Подготовительная операция, сборочная операция, операция сварки, контрольные операции.	Обучение производственного персонала правилам Пожарной безопасности, размещение на территории производственного участка наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности. Обучение производственного персонала действиям в случае возгорания на производственном участке в режиме учений.	Необходимо следить за наличием на участке средств, предназначенных для тушения пожара в начальной стадии, исправностью тревожной кнопки системы оповещения о пожаре.

3.4 Оценка безопасности для природной среды предлагаемых технических решений

Таблица 3.6 – Анализ негативно влияющих на природную среду факторов предлагаемых технических решений

Анализируемый технологический процесс	Операции, осуществляемые в рамках анализируемого технологического процесса	Факторы, негативно влияющие на атмосферу	Факторы, негативно влияющие на гидросферу	Факторы, негативно влияющие на литосферу
Контактная сварка на многоэлектродной сварочной машине	Подготовка деталей, сборка под сварку, сварка, контроль качества	Выделяемые при сварке газообразные частицы	Отсутствует	Бумажная и полиэтиленовая упаковка от вспомогательных материалов; бытовой мусор, преимущественно стальной металлолом .

Таблица 3.7 – Предлагаемые организационно-технические мероприятия, по уменьшению негативно влияющих на природную среду факторов предлагаемых технических решений

Рассматриваемый технический объект в рамках проектной технологии	Контактная сварка на многоэлектродной сварочной машине
Мероприятия, уменьшающие негативное влияние на литосферу	На участке следует установить контейнеры, обеспечивающие селективный сбор мусора бытового и мусора производственного. Кроме того, отдельный контейнер необходим для сбора металлолома. Производственный персонал следует подробно проинструктировать по правилам сбора мусора и металлолома. На контейнерах должны быть вывешены таблички, разъясняющие их предназначение. .

3.5 Заключение по разделу

При выполнении экологического раздела настоящей выпускной квалификационной работы сформулированы опасные и вредные производственные факторы, возникающие в процессе выполнения операций при реализации технологического процесса. Выполнен поиск и анализ мероприятий, которые позволят устранить и уменьшить опасные и вредные производственные факторы. В ходе выполнения экологического раздела удалось установить, что возникающие в процессе реализации технологии сварки и контроля, опасные и вредные факторы устраняются или уменьшаются до приемлемого уровня путём применения стандартных средств по обеспечению безопасности и санитарии производства. Применительно к рассматриваемой технологии нет необходимости в разработке дополнительных средств и методик по защите персонала и окружающей среды. При внедрении проектной технологии возможно возникновение угроз экологической безопасности. Устранение этих угроз произойдёт при условии соблюдения технологического регламента и производственной санитарии.

4 Оценка экономической эффективности выпускной квалификационной работы

4.1 Исходные данные для выполнения расчетов

Выпускная квалификационная работа посвящена разработке технологических мероприятий по повышению производительности и качества операций контактной сварки кузовных деталей на примере усилителя поперечины панели задка Нива-Шевроле. Одной из основных кузовных деталей является усилитель поперечины панели задка 2123-5601450. При оценке экономической эффективности предлагаемых технологических решений необходимо выполнить экономические расчёты применительно к базовому и проектному вариантам технологии сварки. Увеличение производительности при условии снижения стоимости производства без потери качества возможно только при условии применения специальных сварочных машин, производство и использование которых на ПАО «АТОВАЗ» давно освоено. Это позволит перейти так же на технологии, давно и с успехом используемые на ВАЗе.

Выполнение операций базового технологического процесса предусматривает применение подвесных сварочных клещей для контактной точечной сварки. Это вызывает возникновение значительного числа дефектов и является причиной дополнительных временных затрат на ремонт дефектных участков. Проектный вариант технологии предусматривает применение автоматической контактной точечной сварки с привлечением многоэлектродной сварочной машины. Предложенные технологические решения позволят уменьшить трудоемкость выполнения сварочных работ, достичь повышения стабильности качества соединений.

В таблице 4.1 собраны и систематизированы коэффициенты, и иные данные, которые могут понадобиться при выполнении расчетов.

Таблица 4.1 – Исходные данные для выполнения расчетов

Наименование и сущность экономического показателя	Принятое в расчётах условное обозначение для показателя	Единица измерения рассматриваемого экономического показателя	Величина рассматриваемого показателя в соответствии с вариантом технологического процесса	
			Базовая	Проектная
1	2	3	4	5
Принятое число рабочих смен	Ксм	-	2	2
Значение нормы амортизационных отчислений применительно к рассматриваемому в соответствующей технологии оборудованию	На	%	21,5	21,5
Разряд сварщика	Р.р.		V	V
Значение часовой тарифной ставки	Сч	Р/час	200	200
Величина коэффициента, определяющего долю отчислений на формирование дополнительной заработной платы	Кдоп	%	12	12
Величина коэффициента, определяющего долю доплат к основной заработной плате	Кд		1,88	1,88
Величина коэффициента, определяющего долю отчислений на обеспечение социальных нужд	Ксн	%	30	30
Величина коэффициента, определяющего долю затрат на амортизационные отчисления на площади	На.пл.	%	5	5
Принятое значение стоимости эксплуатации производственных площадей	Сэксп	(Р/м ²)/год	2000	2000
Цена приобретения производственных площадей	Цпл	Р/м ²	30000	30000
Суммарная площадь, занимаемая оборудованием для обеспечения соответствующей технологии	S	м ²	40	100
Величина коэффициента, определяющего долю транспортно-заготовительных расходов	Кт -з	%	5	5

Продолжение таблицы 4.1

1	2	3	4	5
Величина коэффициента, определяющего долю затраты на осуществление монтажа и демонтажа оборудования	Кмонт Кдем	%	3	5
Величина рыночной стоимости технологического оборудования для обеспечения соответствующей технологии	Цоб	Руб.	2000 тыс.	10000 тыс.
Величина коэффициента, определяющего долю затрат на дополнительную производственную площадь	Кпл	-	3	3
Задаваемое значение потребляемой мощности технологического оборудования	Муст	кВт	100	500
Принятое значение стоимость электрической энергии для обеспечения соответствующей технологии	Цэ-э	Р/ кВт	3,02	3,02
Величина коэффициента, определяющего временные затраты на выполнение нормы	Квн	-	1,1	1,1
Величина коэффициента полезного действия	КПД	-	0,7	0,7
Величина коэффициента, определяющего эффективность капитальных вложений	Ен	-	0,33	0,33
Величина коэффициента, определяющего долю цеховых расходов	Кцех	-	1,5	1,5
Величина коэффициента, определяющего долю заводских расходов	Кзав	-	1,15	1,15
Машинное время на проведение сварки одной детали	$t_{\text{маш}}$	час	0,07	0,009

4.2 Расчёт фонда времени

Значение годового фонда времени, в течение которого происходит работа рассматриваемого а базовой и проектной технологии оборудования, вычисляем согласно формуле:

$$F_H = (D_P \cdot T_{CM} - D_{II} \cdot T_{II}) \cdot C, \quad (4.1)$$

где T_{CM} – продолжительность в часах рабочей смены;

D_p – суммарное для одного года число рабочих дней;

D_n – суммарное для одного гола число предпраздничных дней;

T_n – предполагаемые потери рабочего в часах времени от предпраздничных дней;

C – принятое число рабочих смен.

После подстановки соответствующих значений в формулу (4.1) результаты вычисления:

$$F_H = (277 \cdot 8 - 7 \cdot 1) \cdot 2 = 4418 \text{ ч.}$$

Значение эффективного фонда времени, в течение которого происходит работа оборудования по базовому и проектному вариантам технологии вычисляем согласно формуле:

$$F_3 = F_H \cdot \left(1 - \frac{B}{100}\right), \quad (4.2)$$

где B – величина плановых потерь рабочего времени.

После подстановки соответствующих значений в формулу (4.2) результаты вычисления:

$$F_3 = 4418 \cdot \left(1 - \frac{7}{100}\right) = 4108 \text{ ч.}$$

4.3 Расчет нормы штучного времени на изменяющиеся операции технологического процесса

Определение временных затрат, требуемых для выполнения операций технологического процесса по базовому и проектному варианту технологий выполняем согласно формуле:

$$t_{\text{шт}} = t_{\text{МАШ}} + t_{\text{ВСП}} + t_{\text{ОБСЛ}} + t_{\text{ОТЛ}} + t_{\text{П-З}}, \quad (4.3)$$

где $t_{\text{шт}}$ – общий объём времени, затрачиваемого работающим персоналом на операции базовой и проектной технологии;

$t_{\text{МАШ}}$ – объём времени, затрачиваемого рабочим персоналом основные технологические операции базовой и проектной технологии;

$t_{\text{ВСП}}$ – объём времени, затрачиваемого рабочим персоналом на подготовительные операции по базовой и проектной технологии, составляющие 10% от $t_{\text{МАШ}}$;

$t_{\text{ОБСЛ}}$ – объём времени, затрачиваемый рабочим персоналом на проведение обслуживания, текущего и мелкого ремонта оборудования, составляющие 5% $t_{\text{МАШ}}$;

$t_{\text{ОТЛ}}$ – объём времени, затрачиваемого рабочим персоналом на выполнение потребностей в личном отдыхе, составляющий 5% $t_{\text{МАШ}}$;

$t_{\text{П-З}}$ – объём времени, затрачиваемого рабочим персоналом на выполнение подготовительно – заключительных операций, составляющий 1% $t_{\text{МАШ}}$.

После подстановки соответствующих значений в формулу (4.3) результаты вычисления:

$$t_{\text{шт.баз}} = 0,07 \cdot (100\% + 10\% + 5\% + 5\% + 1\%) = 0,085 \text{ ч.}$$

$$t_{\text{шт.проектн.}} = 0,009 \cdot (100\% + 10\% + 5\% + 5\% + 1\%) = 0,011 \text{ ч.}$$

Размер годовой программы проводимого объема работ вычисляем согласно формуле:

$$П_{\Gamma} = \frac{F_{\text{Э}}}{t_{\text{шт}}} \quad (4.4)$$

где $F_{\text{Э}}$ – значение эффективного фонда времени оборудования, принимаемого для реализации проектной и базовой технологии;

$t_{\text{шт}}$ – штучное время, затрачиваемое на сварку одной детали ;

После подстановки соответствующих значений в формулу (4.4) результаты вычисления:

$$П_{\Gamma.\text{баз.}} = 4108/0,085 = 48329 \text{ за год;}$$

$$П_{\Gamma.\text{проектн.}} = 4108/0,011 = 373454 \text{ за год.}$$

Выполнение дальнейшего экономического расчёта будем вести исходя из принятого значения $П_{\Gamma} = 40$ тыс. деталей за год.

Необходимое количество оборудования для реализации проектного и базового технологического процесса вычисляем согласно формуле:

$$n_{РАСЧ} = \frac{t_{шт} \cdot Пг}{Fэ \cdot K_{ВН}} \quad (4.5)$$

где $t_{шт}$ – штучное время, затрачиваемое на сварку одной детали;

$Пг$ – принятая годовая программа;

$Fэ$ – значение эффективного фонда времени оборудования, принимаемого для реализации проектной и базовой технологии;

$K_{ВН}$ – значение коэффициента, определяющего временные затраты на выполнение нормы.

После подстановки соответствующих значений в формулу (4.5) результаты вычисления:

$$n_{РАСЧ.Б} = \frac{0,085 \cdot 40000}{4108 \cdot 1,03} = 0,8$$

$$n_{РАСЧ.ПР} = \frac{0,011 \cdot 40000}{4108 \cdot 1,03} = 0,2$$

По результатам проведённых расчётов следует принять по одной единице технологического оборудования при реализации базовой технологии и проектной технологии.

Значение коэффициента загрузки оборудования вычисляем согласно формуле:

$$Kз = n_{расч}/n_{пр} \quad (4.6)$$

где $n_{РАСЧ}$ – рассчитанное по (4.5) количество оборудования;

$n_{ПР}$ – принятое количество оборудования.

После подстановки соответствующих значений в формулу (4.6) результаты вычисления:

$$Kзб = 0,8/1 = 0,8$$

$$Kзп = 0,2/1 = 0,2$$

4.4 Расчет заводской себестоимости базового и проектного вариантов технологии

По базовому и проектному вариантам применяется контактная сварка, для которой используются электроды БрХЦ. Эти электроды одинаково изнашиваются по обеим технологиям, поэтому затраты на материалы не рассчитываем:

$$Z_{\text{мб}} = Z_{\text{мп}}. \quad (4.7)$$

Размер фонда заработной платы (ФЗП) является суммой основной зарплаты и дополнительной зарплаты. Размер основной зарплаты вычисляем согласно формуле:

$$Z_{\text{осн}} = t_{\text{шт}} \cdot C_{\text{ч}} \cdot K_{\text{д}} \quad (4.8)$$

где $C_{\text{ч}}$ – принятая тарифная ставка;

$K_{\text{д}}$ – величина коэффициента, определяющего долю доплат к основной заработной плате.

После подстановки соответствующих значений в формулу (4.8) результаты вычисления:

$$Z_{\text{осн.баз.}} = 0,085 \cdot 200 \cdot 1,88 = 31,96 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{осн.проектн.}} = 0,011 \cdot 200 \cdot 1,88 = 4,14 \text{ руб.}$$

Размер дополнительной заработной платы вычисляем согласно формуле:

$$Z_{\text{доп}} = \frac{K_{\text{доп}}}{100} \cdot Z_{\text{осн}} \quad (4.9)$$

где $K_{\text{доп}}$ – величина коэффициента, определяющего долю отчислений на дополнительную заработную плату

После подстановки соответствующих значений в формулу (4.9) результаты вычисления:

$$Z_{\text{доп.базов.}} = 31,96 \cdot 12/100 = 3,84 \text{ рублей;}$$

$$Z_{\text{доп.проектн.}} = 4,14 \cdot 12/100 = 0,50 \text{ рублей;}$$

$$\text{ФЗП}_{\text{базов.}} = 31,96 + 3,84 = 35,80 \text{ рублей;}$$

$$\PhiЗП_{\text{проектн.}} = 4,14 + 0,50 = 4,64 \text{ рублей.}$$

Размер отчислений на социальные нужды вычисляем согласно формуле:

$$Осн = \PhiЗП \cdot Ксн / 100, \quad (4.10)$$

где Ксн – величина коэффициента, определяющего долю затрат на обеспечение социальных нужд.

После подстановки соответствующих значений в формулу (4.10) результаты вычисления:

$$Осс_{\text{баз.}} = 35,80 \cdot 34 / 100 = 12,17 \text{ руб.}$$

$$Осс_{\text{проектн.}} = 4,64 \cdot 34 / 100 = 1,58 \text{ руб.}$$

Размер затрат на содержание и эксплуатацию технологического оборудования вычисляем согласно формуле:

$$З_{\text{об}} = А_{\text{об}} + Р_{\text{э-э}}, \quad (4.11)$$

где $A_{\text{об}}$ – амортизация оборудования;

$P_{\text{э-э}}$ – размер затрат на электрическую энергию;

Размер амортизации оборудования вычисляем согласно формуле:

$$A_{\text{об}} = \frac{Ц_{\text{об}} \cdot На \cdot t_{\text{МАШ}}}{F_{\text{э}} \cdot 100} \quad (4.12)$$

где $Ц_{\text{об}}$ – рыночная стоимость оборудования для реализации проектной и базовой технологии;

$На$ – норма амортизации технологического оборудования для реализации проектной и базовой технологии.

После подстановки соответствующих значений в формулу (4.12) результаты вычисления:

$$A_{\text{об.б}} = \frac{2000000 \cdot 21,5 \cdot 0,07}{4108 \cdot 100} = 7,33 \text{ рублей}$$

$$A_{\text{об.пр}} = \frac{10000000 \cdot 21,5 \cdot 0,009}{4108 \cdot 100} = 4,71 \text{ рублей}$$

Размер расходов на электроэнергию вычисляем согласно формуле:

$$P_{\text{э-э}} = \frac{M_{\text{уст}} \cdot t_{\text{маш}} \cdot C_{\text{э-э}}}{\text{КПД}} \quad (4.13)$$

где $M_{\text{уст}}$ – мощность оборудования для реализации проектной и базовой технологии;

$C_{\text{э-э}}$ – стоимость электрической энергии при реализации проектной и базовой технологии;

КПД – значение коэффициента полезного действия оборудования для реализации проектной и базовой технологии.

После подстановки соответствующих значений в формулу (4.13) результаты вычисления:

$$P_{\text{э-эб}} = \frac{100 \cdot 0,07 \cdot 1,75}{0,7} = 17,5 \text{ рублей}$$

$$P_{\text{э-эпр}} = \frac{500 \cdot 0,009 \cdot 1,75}{0,7} = 11,25 \text{ рублей}$$

$$\text{Зоб}_{\text{баз.}} = 7,33 + 17,5 = 24,85 \text{ рублей}$$

$$\text{Зоб}_{\text{проектн.}} = 4,71 + 11,25 = 15,96 \text{ рублей}$$

Размер затраты на содержание и эксплуатацию площадей вычисляем согласно формуле:

$$\text{З}_{\text{пл}} = P_{\text{пл}} + A_{\text{пл}}, \quad (4.14)$$

где $P_{\text{пл}}$ – размер расходов на эксплуатацию и содержание площадей;

$A_{\text{пл}}$ – амортизация площадей.

Размер расходов на содержание площадей вычисляем согласно формуле:

$$P_{\text{пл}} = \frac{C_{\text{экспл}} \cdot S \cdot t_{\text{шт}}}{F_{\text{э}}}, \quad (4.15)$$

где $C_{\text{экспл}}$ – затраты на содержание площадей

S – площадь, занимаемая оборудованием.

После подстановки соответствующих значений в формулу (4.15) результаты вычисления:

$$P_{ПЛБ} = \frac{2000 \cdot 40 \cdot 0,085}{4108} = 1,65 \text{ руб.}$$

$$P_{ПЛПР} = \frac{2000 \cdot 100 \cdot 0,011}{4108} = 0,54 \text{ руб.}$$

Размер расходов на амортизацию площади вычисляем согласно формуле:

$$A_{ПЛ} = \frac{Ц_{ПЛ} \cdot На_{ПЛ} \cdot S \cdot t_{ШГ}}{F_{Э} \cdot 100}, \quad (4.16)$$

где $На_{ПЛ}$ – норма амортизации площади;

$Ц_{ПЛ}$ – стоимость приобретения площадей

После подстановки соответствующих значений в формулу (4.16) результаты вычисления:

$$A_{ПЛБ} = \frac{30000 \cdot 40 \cdot 5 \cdot 0,085}{4108 \cdot 100} = 1,24 \text{ руб}$$

$$A_{ПЛПР} = \frac{30000 \cdot 100 \cdot 5 \cdot 0,011}{4108 \cdot 100} = 0,41 \text{ руб}$$

После подстановки соответствующих значений в формулу (4.14) результаты вычисления:

$$З_{ПЛБ} = 1,65 + 1,24 = 2,89 \text{ руб.}$$

$$З_{ПЛПР} = 0,54 + 0,41 = 0,95 \text{ руб.}$$

Размер технологической себестоимости вычисляем согласно формуле:

$$C_{ТЕХ} = ФЗП + Осс + З_{ОБ} + З_{ПЛ} \quad (4.17)$$

После подстановки соответствующих значений в формулу (4.17) результаты вычисления:

$$C_{ТЕХБаз.} = 35,80 + 12,17 + 24,85 + 2,89 = 75,71 \text{ руб.}$$

$$C_{ТЕХПроектн.} = 4,64 + 1,58 + 15,96 + 0,95 = 23,13 \text{ руб.}$$

Размер цеховой себестоимости вычисляем согласно формуле:

$$C_{ЦЕХ} = C_{ТЕХ} + З_{ОСН} \cdot K_{ЦЕХ} \quad (4.18)$$

где $K_{ЦЕХ}$ – величина коэффициента, определяющего долю цеховых расходов при реализации проектной и базовой технологии.

После подстановки соответствующих значений в формулу (4.18) результаты вычисления:

$$C_{\text{ЦЕХБаз.}} = 75,71 + 1,5 \cdot 31,96 = 75,71 + 47,94 = 123,65 \text{ руб.},$$

$$C_{\text{ЦЕХПроектн.}} = 23,13 + 1,5 \cdot 4,14 = 23,13 + 6,21 = 29,34 \text{ руб.}$$

Размер заводской себестоимости вычисляем согласно формуле:

$$C_{\text{ЗАВ}} = C_{\text{ЦЕХ}} + Z_{\text{ОСН}} \cdot K_{\text{ЗАВ}} \quad (4.19)$$

где $K_{\text{ЗАВ}}$ – величина коэффициента, определяющего долю заводских расходов при реализации проектной и базовой технологии.

После подстановки соответствующих значений в формулу (4.19) результаты вычисления:

$$C_{\text{ЗАВБаз.}} = 123,65 + 1,15 \cdot 31,96 = 123,65 + 36,75 = 160,40 \text{ руб.},$$

$$C_{\text{ЗАВПроектн.}} = 29,34 + 1,15 \cdot 4,14 = 29,34 + 4,76 = 34,10 \text{ руб.}$$

4.5 Калькуляция заводской себестоимости базовой и проектной технологии

Таблица 4.2 – Заводская себестоимость сварки

ПОКАЗАТЕЛИ	Услов. обозн.	Калькуляция., руб	
		Базовый	Проектн.
Фонд заработной платы	ФЗП	35,80	4,64
Отчисления на соц. нужды	О _{СН}	12,17	1,58
Затраты на оборудование	Зоб	24,85	15,96
Затраты на площади	Зпл	2,89	0,95
Себестоимость технологич.	Стех	75,71	23,13
Расходы цеховые	Рцех	47,94	6,21
Себестоимость цеховая	Сцех	123,65	29,34
Расходы заводские	Рзав	36,75	4,76
Себестоимость заводская	С _{ЗАВ}	160,40	34,10

4.6 Капитальные затраты по базовому и проектной технологиям

Размер капитальных затрат, требующихся для реализации базовой технологии, вычисляем согласно формуле:

$$K_{\text{ОБЩБ}} = K_{\text{ОББ}} = n \cdot Ц_{\text{ОБ.Б}} \cdot K_{3.Б.}, \quad (4.20)$$

где K_3 – величина коэффициента, определяющего долю загрузки технологического оборудования;

$Ц_{\text{ОБ.Б}}$ – размер в рублях остаточной стоимости оборудования, определяемый согласно сроку службы;

n – принятое количество единиц оборудования для выполнения заданной производственной программы по базовой технологии.

$$Ц_{\text{ОБ.Б}} = Ц_{\text{ПЕРВ.}} - (Ц_{\text{ПЕРВ.}} \cdot T_{\text{СЛ}} \cdot N_A / 100), \quad (4.21)$$

где $Ц_{\text{ПЕРВ}}$ – рыночная стоимость в рублях приобретения технологического оборудования для реализации базовой технологии;

$T_{\text{СЛ}}$ – срок службы в годах оборудования для реализации базовой технологии на начало внедрения предлагаемых в выпускной квалификационной работе технических решений;

N_A – норма амортизации в процентах оборудования для реализации базового технологического процесса.

После подстановки соответствующих значений в формулу (4.20) и в формулу (4.21) результаты вычисления:

$$Ц_{\text{ОБ.Баз.}} = 2000000 - (2000000 \cdot 3 \cdot 21,5 / 100) = 710000 \text{ рублей}$$

$$K_{\text{ОБЩБаз.}} = 1 \cdot 710000 \cdot 0,8 = 568000 \text{ рублей}$$

Размер общих капитальных затрат для реализации проектной технологии вычисляем согласно формуле:

$$K_{\text{ОБЩПР}} = K_{\text{ОБПР}} + K_{\text{ПЛПР}} + K_{\text{СОПР}} \quad (4.22)$$

где $K_{\text{ОБПР}}$ – принятая величина капитальных вложений в технологическое оборудование;

$K_{\text{ПЛ}}$ – принятая величина капитальных вложений в площади;

$K_{\text{СОП}}$ – принятая величина сопутствующих капитальных вложений.

$$K_{\text{ОБПР}} = C_{\text{ОБПР}} \cdot K_{\text{Т-З}} \cdot K_{\text{ЗБ}} \quad (4.23)$$

После подстановки соответствующих значений в формулу (4.23) результаты вычисления:

$$K_{\text{ОБПР}} = 10000000 \cdot 1,05 \cdot 0,2 = 2100000 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{СОП}} = K_{\text{ДЕМ}} + K_{\text{МОНТ}} \quad (4.24)$$

где $K_{\text{ДЕМ}}$ – размер затрат на демонтаж оборудования для реализации базовой технологии;

$K_{\text{МОНТ}}$ – величина коэффициента, определяющего долю расходов на монтаж оборудования.

$$K_{\text{ДЕМ}} = C_{\text{Б}} \cdot K_{\text{ДЕМ}} \quad (4.25)$$

где $K_{\text{ДЕМ}}$ – величина коэффициента, определяющего долю расходов на демонтаж оборудования.

После подстановки соответствующих значений в формулу (4.25) результаты вычисления:

$$K_{\text{ДЕМ}} = 1 \cdot 2000000 \cdot 0,05 = 100000 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{МОНТ}} = C_{\text{ПР}} \cdot K_{\text{МОНТ}}, \quad (4.26)$$

где $K_{\text{МОНТ}}$ – величина коэффициента, определяющего долю затрат на монтаж оборудования для реализации проектной технологии.

После подстановки соответствующих значений в формулу (4.24) и в формулу (4.26) результаты вычисления:

$$K_{\text{МОНТ}} = 10000000 \cdot 0,05 = 500000 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{СОП}} = 100000 + 500000 = 600000 \text{ руб.}$$

Вычисляем размер затрат на дополнительные площади:

$$K_{\text{ПЛ}} = (100 - 40) \cdot 30000 = 1800000$$

После подстановки соответствующих значений в формулу (4.22) результаты вычисления:

$$K_{\text{ОБЩПР}} = 2100000 + 1800000 + 600000 = 4500000 \text{ руб.}$$

Размер дополнительных капитальных вложений вычисляем согласно формуле:

$$K_{\text{ДОП}} = K_{\text{ОБЩПР}} - K_{\text{ОБЩБ}}. \quad (4.27)$$

После подстановки соответствующих значений в формулу (4.27) результаты вычисления:

$$K_{\text{ДОП}} = 45000000 - 568000 = 3932000 \text{ руб.}$$

4.7 Показатели экономической эффективности проектной технологии

Снижения трудоемкости вычисляем согласно формуле:

$$\Delta t_{\text{ШГ}} = \frac{t_{\text{ШГБ}} - t_{\text{ШГПР}}}{t_{\text{ШГБ}}} \cdot 100\% \quad (4.28)$$

После подстановки соответствующих значений в формулу (4.28) результаты вычисления:

$$\Delta t_{\text{ШГ}} = \frac{0,085 - 0,011}{0,085} \cdot 100\% = 87\%$$

Показатель повышения производительности труда вычисляем согласно формуле:

$$P_T = \frac{100 \cdot \Delta t_{\text{ШГ}}}{100 - \Delta t_{\text{ШГ}}} \quad (4.29)$$

После подстановки соответствующих значений в формулу (4.29) результаты вычисления:

$$P_T = \frac{100 \cdot 87}{100 - 87} = 670\%$$

Снижение технологической себестоимости труда вычисляем согласно формуле:

$$\Delta C_{\text{ТЕХ}} = \frac{C_{\text{ТЕХБ}} - C_{\text{ТЕХПР}}}{C_{\text{ТЕХБ}}} \cdot 100\% \quad (4.30)$$

После подстановки соответствующих значений в формулу (4.30) результаты вычисления:

$$\Delta C_{\text{ТЕХ}} = \frac{75,71 - 23,13}{75,71} \cdot 100\% = 69,4\%$$

Условно-годовую экономию (ожидаемую прибыль) вычисляем согласно формуле:

$$\text{Пр}_{\text{ож.}} = \text{Э}_{\text{у.г.}} = \left(C_{\text{зав}}^{\text{б}} - C_{\text{зав}}^{\text{пр}} \right) \cdot \Pi_{\Gamma} \quad (4.31)$$

После подстановки соответствующих значений в формулу (4.31) результаты вычисления:

$$\text{Э}_{\text{у.г.}} = (160,40 - 34,10) \cdot 40000 = 5052000 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений вычисляем согласно формуле:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_{\text{доп}}}{\text{Э}_{\text{у.г.}}} \quad (4.32)$$

После подстановки соответствующих значений в формулу (4.32) результаты вычисления:

$$T_{\text{ок}} = \frac{3932000}{5052000} = 0,7$$

Годовой экономический эффект в сфере производства вычисляем согласно формуле:

$$\text{Э}_{\Gamma} = \text{Э}_{\text{у.г.}} - E_{\text{н}} \cdot K_{\text{доп}} \quad (4.33)$$

После подстановки соответствующих значений в формулу (4.33) результаты вычисления:

$$\text{Э}_{\Gamma} = 5052000 - 0,33 \cdot 3932000 = 3754440 \text{ руб.}$$

4.8 Заключение по экономическому разделу

Экономический раздел настоящей выпускной квалификационной работы посвящён определению основных экономических показателей, которые могут охарактеризовать проектную и базовую технологии: технологической и заводской себестоимости сварки.

В ходе выполнения расчётов установлено, что проектная технология при внедрении в производство позволит получить положительные эффекты:

уменьшить трудоемкость на 87 %, увеличить производительность труда на 670 %, уменьшить технологическую себестоимость на 69,4 %. Размер расчётной величины условно-годовой экономии составил 5,05 млн. рублей.

Размер годового экономического эффекта, оцененный с учетом капитальных вложений в приобретаемое технологическое оборудование, составил 3,75 млн. рублей. Финансовые затраты на капитальные вложения в технологическое оборудование окупятся за 0,7 года.

Вышеизложенное позволяет сделать вывод о высокой экономической эффективности предлагаемых в выпускной квалификационной работе технологических решений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящей выпускной квалификационной работе была поставлена цель – снижение себестоимости и повышение производительности сварки усилителя поперечины панели задка автомобиля ВАЗ 2123.

В ходе выполнения первого раздела выпускной квалификационной работы был выполнен анализ конструктивных особенностей рассматриваемого сварного узла и условий его эксплуатации. На основании проведённого анализа были сформулированы задачи выпускной квалификационной работы, последовательное выполнение которых позволит достигнуть поставленной цели:

- 1) Рассчитать параметры режима контактной сварки данной детали на многоэлектродной сварочной машине;
- 2) Разработать конструкцию многоэлектродной сварочной машины;
- 3) Разработать технологический процесс сварки данной детали на спроектированной многоэлектродной сварочной машине;
- 4) Предусмотреть меры защиты работников от опасных и вредных производственных факторов;
- 5) Произвести экономическое предложенных технических решений.

В ходе выполнения экологического раздела выполнен анализ экологической безопасности предлагаемых в выпускной квалификационной работе технических решений и предложены меры по защите персонала от вредных и опасных факторов, которые возникают при реализации проектной технологии.

Анализ экономической эффективности предложенных решений позволил установить, что внедрение результатов выпускной квалификационной работы в производство позволит получить годовой экономический эффект в размере 3,75 млн. рублей.

На основании вышеизложенного следует считать поставленную цель достигнутой.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Орлов, Б.Д. Технология и оборудование контактной сварки / Б.Д. Орлов, А.А. Чакалев, Ю.В. Дмитриев [и др.]. – М. : Машиностроение, 1986. – 352 с.
2. Климов, А.С. Основы технологии и построения оборудования для контактной сварки: учебное пособие / А.С. Климов, И.В. Смирнов, А.В. Кудинов, Г.Э. Кудинова // Тольятти: ТГУ, 2008. – 313 с.
3. Кулисон, Э. Новые подходы к управлению качеством в сварочном производстве США / Э. Кулисон, Б. Ирвинг, М.Р. Йонсен // Автоматическая сварка. – 1994. – № 1. – С. 39–47, 53.
4. Иоффе, Ю.Е. Новые разработки ЗАО «Электрик–МИКС» в области контроля и управления сварочными процессами / Иоффе Ю.Е., Жданов В.В., Котов А.В. [и др.] // Сварочное производство. – 2002. – № 4. – С. 39–43.
5. Шишмаков И.А. Аппаратура управления и контроля для контактной сварки / И.А. Шишмаков, М.Я. Левин, Д.К. Симо и др. // Сварочное производство. – 1998. – № 8. – С. 33–36.
6. Банов, М.Д. Технология и оборудование контактной сварки: Учебник для студ. учреждений сред. проф. Образования / М.Д. Баннов. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 224 с.
7. Гуляев, А.Г. Технология точечной и роликовой сварки сталей в массовом производстве / А.Г. Гуляев // М.: Машиностроение. – 1987. – 246 с.
8. Бердичевский А. Е. Многоэлектродные машины для контактной сварки. Л.: Энергоатомиздат, 1984. - 218 с.
9. Лебедев, В.К. Системы питания машин для контактной сварки / В.К. Лебедев, А.А. Письменский // Автоматическая сварка. – 2001. – № 11. – С. 32–36.
10. Орлов, Б.Д. Контроль точечной и роликовой электросварки / Б.Д. Орлов, П.Л. Чулошников, В.Б. Верденский, А.Л. Марченко // М. : Машиностроение, 1973. – 304 с.

11. Кочергин, К. А. Контактная сварка / К. А. Кочергин // Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние. 1987. – 240 с.
12. Оборудование для контактной сварки: Справочное пособие / Под ред. В.В. Смирнова. – СПб.: Энергоатомиздат, 2000. – 848 с.
13. Andrews, D.R. Quality assurance for resistance spot welding / D.R. Andrews, J. Broomhead // Welding Journal. – 1975. – № 5. – P. 158–162.
14. Gedeon, S.A. Measurement of dynamic electrical and mechanical properties of resistance spot welding / S.A. Gedeon, C.D. Sorensen, K.T. Ulrich, T.W. Eagar // Welding Journal. – 1987. – № 65 (12). – P. 378s–385s.
15. Патент № 59215285 Япония, МПК3 В 23 К 11/24. Method and device for controlling electric current for resistance welding machine / Koyakata Masato, Sakai Toyohiko; Заявл. 19.05.83, опубл. 05.12.84.
16. Патент № 5523541 США, МПК6 В 23 К 11/24. Method and apparatus for controlling constant current for resistance welding / Sakaе Ishikawa; Заявл. 12.10.94, опубл. 04.06.96
17. Рыськова З.А. Трансформаторы для электрической контактной сварки / З.А. Рыськова, П.Д. Фёдоров, В.И. Жемерева // Л.: Энергоатомиздат. – 1990. – 424 с.
18. Richard, A.A. Real-time control of nugget formation in spot welds / Alan A. Richard, Alan C. Traub and Riccardo Vanzetti // Euromicro Newsletter . – 1980. – Vol. 6. – P. 296-303.
19. Горина, Л. Н. Обеспечение безопасных условий труда на производстве: учебное пособие / Л. Н. Горина. – Тольятти: ТолПИ, 2000. – 68 с.
20. Левченко, О.Г. Безопасный уровень напряженности электромагнитного поля при контактной сварке / О.Г. Левченко, В.К. Левчук // Автоматическая сварка. – 2008. – № 5. – С. 46–55.
21. Грачева, К. А. Экономика, организация и планирование сварочного производства: учебное пособие для студентов вызов, обучающихся по

специальности "Оборудование и технология сварочного производства" / К. А. Грачева. – М. : Машиностроение, 1984. – 386 с.

22. Панащенко, Н. И. Нормирование расхода материалов и электроэнергии при контактной сварке / Н. И. Панащенко, Ю. В. Скульский, П. Л. Чулошников // Автоматическая сварка, 1996 – №1. – С 45–52.

23. Панащенко, Н. И. Нормирование расхода материалов и электроэнергии при контактной сварке / Н. И. Панащенко, Ю. В. Скульский, П. Л. Чулошников // Автоматическая сварка, 1996 – №1. – С 45–52.

24. Краснопевцева, И. В. Экономическая часть дипломного проекта: метод. указания / И. В. Краснопевцева – Тольятти: ТГУ, 2008. – 38 с.

25. Амирджанова, И.Ю. Правила оформление выпускных квалификационных работ: учебно-методическое пособие / И.Ю. Амирджанова, Т.А. Варенцова, В.Г. Виткалов, А.Г. Егоров, В.В. Петрова – Тольятти : ТГУ, 2019. – 145 с.