


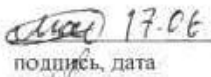


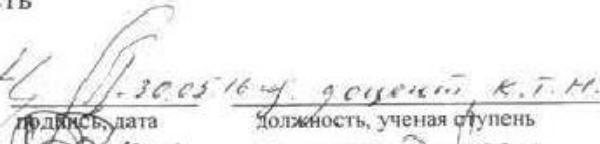
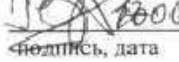
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
Кафедра «Машиностроение»

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

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

150205.65 – «Оборудование и технология сварочного производства»
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРИВАРКИ
ШИПОВ К НАСТИЛУ ГРУЗОВОГО ПОЛА

Пояснительная записка

Руководитель	 подпись, дата	к.т.н., доцент должность, ученая степень	А.И.Демченко инициалы, фамилия
Выпускник	 подпись, дата		В.М.Мартынов инициалы, фамилия
Рецензент	 подпись, дата	к.т.н. должность, ученая степень	М.Р. Колесников инициалы, фамилия
Консультанты: Организационно- экономический раздел	 подпись, дата	доцент, к.т.н. должность, ученая степень	Е.Е.Качуровская инициалы, фамилия
Раздел безопасность и экологичность проекта	 подпись, дата	доцент, к.т.н. должность, ученая степень	О.В.Чурбакова инициалы, фамилия
Нормоконтролер	 подпись, дата	ст. преподаватель должность, ученая степень	С.Л.Бусыгин инициалы, фамилия

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

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

**ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
В ФОРМЕ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА**

Студенту В.М. Мартынову
Группа ЗМТ 10-05 Направление (специальность) 150202.65 - «Оборудование и
технология сварочного производства»

Тема выпускной квалификационной работы: «Разработка технологии и
оборудования для приварки шипов к настилу грузового пола»

Утверждена приказом по университету № 4280/с от 29.03.2016

Руководитель ВКР: А.И. Демченко, ПИ СФУ, к.т.н., доцент
(инициалы, фамилия, место работы и должность)

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

Перечень рассматриваемых вопросов (разделов ВКР):

1. Состояние вопроса
2. Технологическая часть
3. Расчетно-конструкторская часть
4. Организационно-экономическая часть
5. Безопасность и экологичность проекта

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

Настил пола – 1 лист; Временная диаграмма работы устройства – 1 лист;
Сварочная тележка с контактной машиной МТ –4019 – 3 листа; Сварочная тележка
– 1 листа; Крепеж подающего устройства – 1 лист; Подающее устройство – 1 лист;
Стенд для сварки титанового полотнища – 1 лист; Экономическая часть – 1 лист;

Консультанты по разделам

Наименование раздела ВКР	Инициалы, фамилия преподавателя-консультанта по разделу
Организационно-экономический раздел	Е.Е. Качуровская
Раздел безопасности жизнедеятельности и экологичности проекта	О.В. Чурбакова

ДП – 150202.65 – 071010308 ПЗ						
Разраб.	Мартынов		16.06	Разработка технологии и оборудования для приварки шипов к настилу грузового пола	Лист	Листов
Пров.	Демченко А.И.		17.06		2	114
Н. контр.	Бусьгин С.П.		18.06		Каф. «Машиностроение»	
Утв.	Демченко А.И.		17.06			

КАЛЕНДАРНЫЙ ГРАФИК
выполнения этапов ВКР

№ этапа	Срок	Текстовая часть	Графическая часть
1	с 08.03.2016	ТЧП - 50 %	лист № 1
	по 15.03.2016		
2	с 16.03.2016	КЧП – 50 % ТЧП – 40 %	лист № 2 лист № 3
	по 31.03.2016		
3	с 01.04.2016 по 15.04.2016	КЧП – 50 %	лист № 4
		Б и ЭП – 40 %	лист № 5
		ОЭЧ – 25 %	
		ТЧП – 10 %	
4	с 16.04.2016 по 30.04.2016	Б и ЭП – 40 %	лист № 6
		ОЭЧ – 25 %	лист № 7
			лист № 8
5	с 01.05.2016 по 25.05.2016	ОЭЧ – 50 %	лист №9
Всего	на 25.05.2016	100% по разделам	100%

ТЧП – технологическая часть

КЧП – конструкторская часть

Б и ЭП – безопасность и экологичность проекта

ОЭЧ – организационно-экономическая часть

Руководитель выпускной
квалификационной работы

_____ А.И. Демченко
(подпись, дата)

Задание принял к исполнению

_____ В.М. Мартынов
(подпись, дата)

РЕФЕРАТ

Пояснительная записка к проекту состоит из введения, пяти основных разделов (технологический раздел, конструкторский раздел, организационно - экономический раздел, безопасность и экологичность проекта), заключения и приложений.

В основных разделах изложены результаты работы над проектом: охарактеризован материал изделия, его свариваемость, технические требования и условия на изготовление, предложена технология приварки шипов к настилу грузового пола с учетом изменений, внесенных в базовую технологию. Кроме этого, предложены приспособления для приварки шипов к настилу, чье применение подтверждено соответствующими расчетами. Рассчитаны также технико – экономические показатели. Рассмотрены вопросы безопасности и экологичности.

Объем расчетно-пояснительной записки составляет 114 страниц. В них 12 иллюстраций, 10 таблиц, 31 источник использованной литературы.

Содержание

1	СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА	9
1.1	Описание изделия.....	9
1.2	Характеристика материала изделия и его свариваемость.....	10
1.3	Выбор способа сварки	17
2.	ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	27
2.1	Описание выбранных способов сварки	27
2.1.1	Импульсная аргодуговая сварка	27
2.1.2	Точечная сварка.....	29
2.2	Выбор оборудования для точечной сварки	40
2.3	Выбор сварочных материалов	41
2.3.1	Выбор сварочных материалов для аргодуговой сварки неплавящемся электродом	41
2.3.2	Выбор материалов для приварки шипов	43
2.4	Технологический процесс изготовления титановых настилов	44
3.1	Техническое описание машины МТ-4019	49
3.2	Установка для приварки шипов к настилу пола из титана	55
3.2.1	Сварочная тележка.....	55
3.2.2	Подающий механизм	59
3.3	Сварочное оборудование для сварки настила.....	62
3.4	Расчет элементов выбранного оборудования	69
3.4.1	Расчет элементов сварочной тележки.....	69
3.4.2	Описание роликового конвейера.....	73
3.4.3	Определение потребной мощности и выбор электродвигателя.....	74
3.4.4	Определение передаточного числа привода и его разбивка по ступеням передач.	77
3.4.5	Выбор стандартного редуктора	78
3.5	Расчет клавишного зажимного устройства	78
4	ОРГАНИЗАЦИОННО – ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	87
4.1	Штучно-калькуляционное время.....	88
4.2	Расчет потребного количества оборудования.....	89

4.4 Расчет заработной платы	91
4.5 Расчет капитальных вложений	92
4.6 Амортизация оборудования	95
4.7 Определение затрат на силовую энергию	95
4.8 Затраты на ремонт и техническое обслуживание	96
4.9 Расчет годового эффекта	97
5. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ	100
5.1 Анализ санитарно-гигиенических условий на рабочем месте сварщика.....	100
5.2 Расчет искусственного освещения	104
5.3 Пожарная безопасность на предприятии	106
5.4 Правила поведения и действия работников предприятия при чрезвычайных ситуациях	109
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	112
ЛИТЕРАТУРА	113

Введение

Цель данного проекта - разработка технологии и оборудования для приварки шипов к настилу грузового пола транспортного самолета.

Современный этап научно-технического прогресса предъявляет все более высокие эксплуатационные требования к сварным конструкциям. Повышение качества и производительности при изготовлении сварных конструкций можно достичь как путем совершенствования и разработки новых технологических процессов дуговой сварки, так и в результате роста уровня механизации и автоматизации сварочных работ. Важнейшая роль в этом принадлежит разработке и освоению в производстве оборудования, отвечающего современным требованиям.

Технологический процесс сварки должен не только обеспечить получение надежного сварного соединения, отвечающего всем эксплуатационным требованиям, но и допускать максимальную степень комплексной механизации и автоматизации всего производственного процесса изготовления изделия, а также быть наиболее экономически выгодным по расходу энергии, сварочных материалов, затрат человеческого труда.

Из титановых сплавов изготавливают различные детали в конструкциях самолетов военных и транспортной гражданской авиации (Ил-96 – Ил-96 М/Т, Ту-204 и др.) [1].

Одним из таких деталей является настил пола в грузовых самолетах. При эксплуатации военно-транспортных и транспортных самолетов выдвигаются особые требования к настилам грузовых полов: во-первых, они должны быть силовыми, т.е. выдерживать значительные нагрузки, во-вторых, иметь высокие противоскользящие характеристики, и, в-третьих, быть герметичными и коррозионно-стойкими. До определенного времени в авиации для вышеуказанных целей применялись, как правило, рифленые листы из высокопрочного алюминиевого сплава типа Д16АТ; рифление

					<i>ДП – 150202.65 – 071010308 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		7

выполнялись прессованием или прокаткой при высоких температурах, но в связи с увеличением веса и изменением характеристик перевозимых грузов, например составляющих топлива двигателей ракет, возникла необходимость изготавливать настилы пола из сплавов титана [2].

В данном проекте разрабатывается технологическое оборудование, которое позволит частично автоматизировать процесс приварки шипов к настилу грузового пола транспортного самолета и сварку листов между собой.

					<i>ДП – 150202.65 – 071010308 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		8

1 СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА

1.1 Описание изделия

Материал изделия из титана BT5C (рис 1.1). Изделие – лист, на который навариваются шипы (рис 1.2). После приварки шипов листы свариваются между собой встык. Изделие применяется для настила площадки пола грузового отсека самолета.

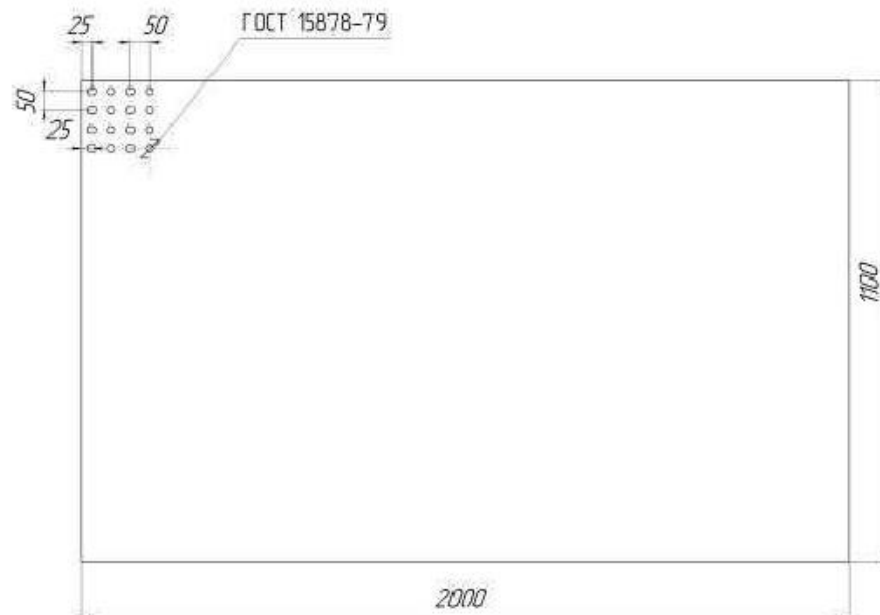


Рис. 1.1 – Размещение шипов на листе

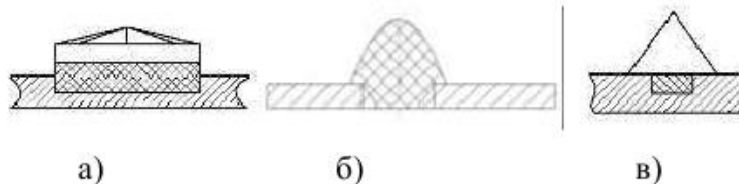


Рис. 1.2 – Шипы: а – приварка контактной сваркой диска с одновременным формированием поверхности трения; б – наплавка в аргоне; в – приварка контактной сваркой, конической заготовки; двойной штриховкой показана область расплавления металла

Приваренные шипы должны выдерживать условия эксплуатации и отвечать предъявляемым требованиям. Основными требованиями к изделию являются: высокая прочность сварных швов на уровне с прочностью основного металла. Изделие должно изготавливаться с четким рельефом наружной поверхности.

1.2 Характеристика материала изделия и его свариваемость

Благодаря особым физико-химическим свойствам (малая плотность, высокая прочность при нормальной и повышенных температурах, коррозионная стойкость во многих агрессивных средах и др.) титан и сплавы на его основе находят все большее применение в разных отраслях промышленности. Успехи, достигнутые в области металлургии химически активных металлов, способствовали тому, что за короткий период титан и его сплавы стали доступными конструкционными материалами [1].

Основное применение в сварных конструкциях находят сплавы, обладающие важными достоинствами - термической стабильностью, хорошей свариваемостью, экономическими преимуществами. Однако в тех областях промышленности, где применение титановых сплавов диктуется стремлением к снижению массы конструкции, особый интерес представляют сплавы высокой прочности. Только при определенном уровне прочности возможна заметная экономия массы по сравнению со стальными конструкциями (табл. 1) [3].

Таблица 1.1 Характеристика сплава BT5-C

Группа сплавов	Сплав	Химический состав, % по массе (титан-остальное)	σ_A , МПа	, %

α - сплавы	BT5-C	5A1, 2,5Sn	750-950	8-16
-------------------	-------	---------------	---------	------

Титановые сплавы содержат примеси, попадающие в металл из сырья (титановой губки и лигатур) и в процессе производства полуфабрикатов. К ним относятся кислород, азот, водород. В отличие от легирующих элементов, образующих с титаном твердые растворы замещения, примеси благодаря небольшим размерам их атомов внедряются в кристаллическую решетку α - и β - фаз и образуют растворы внедрения. С точки зрения влияния на температуру полиморфного превращения и стабилизации α - и β - фаз примеси внедрения можно разделить следующим образом. Кислород и азот являются весьма эффективными α -стабилизаторами, с увеличением их содержания в металле повышается температура полиморфного превращения и расширяется область α - твердого раствора. Водород расширяет β - область, однако при температуре 335° С уже происходит эвтектонидный распад с образованием гидрида титана [1].

α - сплавы титана не упрочняются термической обработкой, поэтому их свойства определяются только степенью легирования твердого раствора. Основным легирующим элементом таких сплавов является алюминий.

α - сплавы титана технологичны. Они обладают удовлетворительной пластичностью при обработке давлением. Из этих сплавов изготавливаются листы, полосы, плиты, поковки, штамповые заготовки, прессованные профили, трубы, проволоку. Они хорошо свариваются, обладают высокой коррозионной стойкостью в атмосферных условиях и агрессивных средах. Обычно эти сплавы применяют для изготовления конструкций, работающих при температуре до 500° С [1].

Легирующие α - сплавов титана незначительным количеством β - стабилизаторов, практически не изменяющих фазового состава сплавов, позволяет значительно повысить прочность металла при высокой

пластичности и технологичности. Псевдо α - сплавы хорошо штампуются, гнутся, обрабатываются резанием [3].

Термическая обработка является основным средством изменения структуры титановых сплавов и достижения комплекса механических свойств, необходимых при эксплуатации изделий. Обеспечивая высокую прочность при достаточной пластичности и вязкости, а также стабильность этих свойств в процессе эксплуатации, термическая обработка имеет не меньшее значение, чем легирование.

Основными видами термической обработки титановых сплавов являются: отжиг, закалка и старение. Находят применение также термомеханические методы обработки [4].

Рекристаллизационный отжиг титана и его сплавов приводит к разупрочнению или устранению внутренних напряжений, что может сопровождаться изменением механических свойств.

Отжиг позволяет улучшить пластические характеристики и технологические свойства сплавов.

Неполный (низкий) отжиг применяют с целью устранения только внутренних напряжений, образовавшихся в результате сварки, механической обработки, листовой штамповки и др. [4].

Свариваемость титана и сплавов на его основе зависит от их физико-химических свойств. Наиболее важными из этих свойств являются: высокая активность титана к газам атмосферы при повышенных температурах, значительная склонность к росту зерен при нагреве и возможность образования хрупких фаз при охлаждении сварного соединения.

Образование окислов титана имеет преимущественное развитие, так как скорость взаимодействия титана с кислородом в 50 раз больше, чем с азотом. Резкое увеличение скорости реакции титана с этими газами наблюдается при температурах выше 600°C . Повышение температуры до 850°C способствует растворению, пленки окислов в титане с последующей диффузией кислорода в глубь металла [3].

сильное вредное влияние водорода вызывает гидридное превращение, протекающее с изменением объема.

Начальный этап зарождения трещин - это упруговязкое течение по границам зерен с последующим развитием упругопластической деформации в объемах, прилегающих к вершинам границ зерен. Концентрация деформации по границам постепенно понижается, и металл оказывается способным воспринимать более заметную внутризеренную информацию. Увеличение содержания β - стабилизирующих упрочняющих элементов и примесей (кислорода, азота) выше определенных пределов может вызвать локализацию пластической деформации по границам зерен. Такое же действие оказывает интенсивное насыщение границ зерен вакансиями. В результате гидридного превращения происходит значительная локальная деформация по границам зерен и плоскостям скольжения, что приводит к избыточной концентрации вакансий и способствует этим зарождению холодных трещин [4].

Трещины чаще всего возникают в тех соединениях, при выполнении которых допускали нарушение технологии по обеспечению защиты шва в процессе сварки. Отжиг после сварки понижает остаточные напряжения и устраняет склонность швов к образованию трещин с течением времени.

Как правило, допускаемое содержание примесей внедрения в швах сплавов титана ниже, чем при сварке технического титана. Это вызвано охрупчивающим действием примесей и отрицательным влиянием на склонность к образованию холодных трещин, а также затруднениями, возникающими при термической обработке сварных соединений. Установлено, что содержание газовых примесей в металле шва титане не должно превышать 0,12-0,15 % по массе O_2 , 0,03-0,04% по массе N_2 и 0,01-0,015% по массе H_2 . Допускаемая концентрация кислорода и азота зависит от типа и системы легирования. В швах сплавов системы Ti - Al - V содержание 0,2 % O_2 и 0,08 % N_2 не вызывает еще заметного понижения

					<i>ДП – 150202.65 – 071010308 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		14

пластичности. Наиболее жесткие требования по чистоте швов предъявляют при сварке сплавов титана с молибденом [4].

Водород и кислород могут вызывать пористость в металле шва. Поры в швах - наиболее распространенный дефект соединений при сварке титановых сплавов. Основной причиной пористости является водород, присутствующий в свариваемом металле в зоне дуги. Установлено, что поры образуются в результате изменения растворимости водорода в металле при повышении температуры. Предполагается, кислород также может вызвать пористость, взаимодействуя с водородом. Азот без примесей других газов не вызывает образования пор [4].

Азот, кислород, и водород атмосферы не основная причина пористости швов. К образованию пор приводит главным образом загрязнение основного металла и быстрое охлаждение соединения. Очистка основного металла перед сваркой и замедленное охлаждение после сварки препятствуют образованию пор. Основными причинами образования пор в сварных швах являются загрязнения и твердые частицы на свариваемых кромках, на поверхности присадочной проволоки и стенках газопроводящей системы [4].

Поры в швах титановых сплавов могут вызвать трещины. Появление холодных трещин обусловлено потерей пластичности в микрообъемах металла вблизи пор. Более склоны к потере пластичности швы, выполненные неплавящимся электродом, по сравнению с соединениями, сваренными плавящимся электродом. Это явление объясняют более длительным пребыванием металла в расплавленном состоянии. Время пребывания металла шва в расплавленном состоянии определяет его насыщение примесями - газами [4].

Пути устранения склонности титановых швов к образованию пор при сварке в среде инертных газов хорошо известны и реализуются в производственных условиях: зачистка кромок непосредственно перед сваркой шабровкой или «тепловым» способом, осветление свариваемых кромок и присадочной проволоки в кислотном растворе (3-5 % HF, 30-35 %

					<i>ДП – 150202.65 – 071010308 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		15

HNO₃, остальное - вода), выбор оптимальных параметров процесса для сварки металла данной толщины и др. [3].

Помимо большой химической активности титана при повышенных температурах затруднение при сварке вызывает склонность к росту зерна при нагревах металла выше критических температур $\alpha \rightarrow \beta$ превращения. В начальный момент рост зерна происходит путем скачкообразного перемещения границ. По мере увеличения размеров зерен их рост замедляется, однако с повышением температуры увеличение зерен вновь ускоряется.

В зоне термического влияния при сварке титановых сплавов рост β - зерен зависит в первую очередь от максимальной температуры нагрева. Длительность пребывания при этой температуре и скорость охлаждения околошовных участков больше сказывается на внутризеренной структуре, чем на величине зерна [4].

Рост зерна в прилегающих к линии сплавления участках зоны термического влияния способствует понижению прочности и пластичности сварных соединений. Крупнокристаллическая структура металла шва и околошовной зоны на титановых сплавах вызывает серьезные затруднения при упрочняющей термической обработке. Как известно, крупнозернистая структура термодинамически менее устойчива и при последующих обработках может привести к нежелательному изменению свойств.

Высокую трещинноустойчивость при высоких температурах обуславливает характерное сочетание физико - механических свойств титана, малый температурный интервал хрупкости, относительно низкое значение модуля упругости и коэффициента линейного расширения, склонность к вязкому разрушению и повышенная прочность при высоких температурах.

Накопленный большой производственный опыт подтверждает, что титановые сплавы не склонны к горячим трещинам при сварке.

При сварке высокопрочных сплавов возникают дополнительные затруднения, вызванные спецификой фазовых и структурных превращений,

протекающих под воздействием сварочного термического цикла и нередко приводящих к охрупчиванию швов [5].

Сплав BT5C относится к α титану. Сплавы этой группы титана не упрочняются термической обработкой, по этому их свойства определяются только степенью легирования. Основными легирующими элементами данного сплава являются: алюминий, - который увеличивает прочность сплава без заметного падения пластичности и вязкости, а так же олово, которое повышает предел ползучести и увеличивает длительную прочность. Сплав BT5C обладает хорошей свариваемостью и удовлетворительной пластичностью. После сварки изделия из данного сплава подвергаются только отжигу, для снятия остаточных напряжений [5].

1.3 Выбор способа сварки

Титан и его сплавы в расплавленном и в твердом состояниях при температуре выше 400°C , в условиях сварочного цикла обладают высокой химической активностью по отношению к вредным примесям: кислороду, азоту, водороду, что значительно затрудняет их сварку [6].

Высокая химическая активность в сочетании с низкой теплопроводностью и высокими электросопротивлением и температурой плавления, а также склонность к росту зерна в околошовной зоне определяют особенности сварки титана и его сплавов, Вследствие высокой химической активности нельзя применять для сварки титана дуговую сварку с использованием флюсов и покрытий, содержащих окислы и другие элементы, загрязняющие шов, кислородно-ацетиленовую сварку, аргонодуговую сварку с односторонней защитой сварного соединения [5].

Непременным условием для получения качественного соединения при сварке плавлением титана, является полная двусторонняя защита сварного соединения от взаимодействия с воздухом и вредными примесями не только

сварочной ванны, но и нагретого выше 400° С, основного металла и металла шва [6].

В зависимости от характера источника теплоты, используемого для сварки, можно выделить четыре основных вида сварки титана плавлением: электрическую дуговую, электрошлаковую, электроннолучевую и токами радиочастоты (рис. 1.4) [6].

Дуговая и электрошлаковая сварка нашли широкое применение в промышленности. Электроннолучевая сварка и сварка токами радиочастоты пока используются в значительно меньшем объеме, однако масштабы их применения с каждым годом увеличиваются.

Исходя из того, что программа выпуска изделия рассчитана на серийное производство, поэтому исключаем способ ручной дуговой сварки, т.к. он малопроизводителен и уступает по качеству автоматической сварке.



Рис. 1.4 – Возможные виды сварки титана

Сварка титана в камерах с инертным газом. При сварке в стационарных камерах (рис.1.5) [6] защита зоны сварки обеспечивается при заполнении камеры инертным газом с предварительным удалением из нее воздуха.

Роль инертного газа сводится к физической защите от взаимодействия с воздухом свариваемого и присадочного металлов, а также сварного соединения, нагретых выше 400°C .

Наиболее надежная защита достигается при сварке деталей в камерах. В зависимости от размеров и формы свариваемых (наплавляемых) деталей и узлов в настоящее время разработаны и применяются стационарные камеры, насадки и камеры, в которых находится сварщик (или сварщики) в процессе сварки [6].

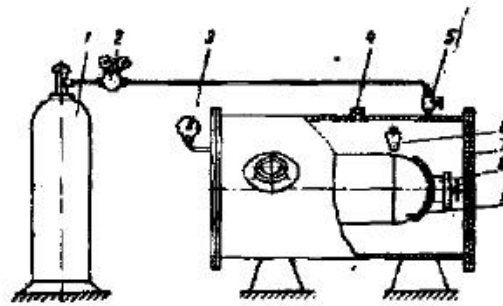


Рис. 1.5 – Дуговая сварка титана в камере с инертным газом 1-баллон с инертным газом; 2-редуктор; 3-вакууметр; 4-предохранительный клапан; 5-запорный вентиль; 6-сварочная головка, крышка; 8-приспособление; 9-свариваемый узел

Однако данный вид сварки не применяем, из-за трудностей возникающих при сварке листов в данных камерах, а так же большой стоимости оборудования.

Дуговая точечная сварка. При дуговой точечной сварке соединение деталей внахлестку осуществляется путем сквозного проплавления неподвижной дугой верхней детали и сплавления ее с нижней (рис. 1.6) [1].

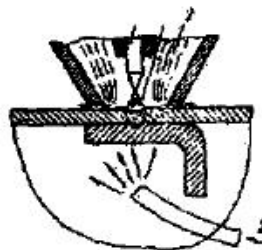


Рис. 1.6 – Дуговая точечная сварка в среде инертных газов 1-дуга; 2- инертный газ; 3-вольфрамовый электрод

Дуга и сварное соединение защищены от действия атмосферы так же, как и при дуговой - сварке непрерывным швом. При этом способе сварки, в отличие от контактной точечной сварки, не требуется большого давления для соединения свариваемых деталей. Поэтому точечную дуговую сварку применяют только при изготовлении конструкций с односторонним доступом к месту сварки. Точечную сварку можно выполнять в нижнем и вертикальном положениях вручную и автоматически. Сварка производится постоянным током прямой полярности. При этом толщина верхней детали должна быть меньше толщины нижней детали. Толщина нижней детали не ограничивается, а верхней должна быть не более 2 мм.

Для получения точек без подрезов, трещин и пор необходимо обеспечить замедленную кристаллизацию сварочной ванны. Это достигается включением сварочного тока двумя импульсами или плавным уменьшением его при одноимпульсной сварке [1].

Дуговая точечная сварка производится главным образом в среде аргона, поэтому в литературе этот способ называют аргонодуговой точечной сваркой.

Данный способ сварки может использоваться для приварки шипов, но он требует полной защиты от внешней среды и большие затраты на сварочный материал.

Автоматическая и полуавтоматическая сварка плавящимся электродом. В качестве защитного газа используют (аргон, смесь гелия с аргоном с высоким содержанием гелия (до 80%) или чистый гелий. Применение этих газов позволяет повышать тепловую мощность дуги и производительность расплавления электрода и проплавления основного металла [7].

Качество сварки плавящимся электродом определяется главным образом характером переноса металла в дуге. Рядом исследователей установлено, что высокое качество сварных соединений и наплавляемых поверхностей

достигается при мелкокапельном или струйном переносе металла. Такой перенос металла

происходит при повышении плотности тока на электроде. Вылет электрода не должен превышать 20 мм. Сварку деталей толщиной до 10 мм можно выполнять в один проход, толщиной более 10 мм—в несколько проходов.

Сварка плавящимся электродом в защитных газах не подходит из-за того, что при данном виде сварки не может быть обеспечена достаточная защита сварного шва и околошовной зоны [7].

Электродуговая сварка под флюсом. Впервые автоматическая сварка титана и его сплавов под флюсом была разработана С. М. Гуревичем в Институте электросварки имени Е.О. Патона. Применяемые при данном способе сварки высокотемпературные бескислородистые флюсы АН-Т1 и АН-Т3 обеспечивают защиту зоны сварки титана в условиях дуговой сварки [6].

Автоматическая сварка применяется главным образом для сварки (наплавки) деталей толщиной более 3мм постоянным током обратной полярности. Для сварки деталей толщиной до 6мм применяется флюс АН-Т1, а для толщин более 6 мм – АН-Т3. Швы могут быть стыковые, угловые и нахлесточные. Встык детали толщиной 3— 5 мм удобнее сваривать на остающихся подкладках. Стыковые соединения деталей больших толщин можно сваривать как на остающихся подкладках, так и на флюсомедной подкладке или флюсовой подушке. Высокая производительность процесса и стабильность проплавления свариваемых кромок и зоны наплавки являются основными преимуществами автоматической сварки (наплавки) титана под флюсом [6].

Так как титан обладает большим электросопротивлением, то во избежание перегрева электрода, а также загрязнения его газами, сварку под флюсом производят при малых вылетах электрода (не более 14 мм).

Чтобы исключить появление пор и трещин в металле шва и в наплавляемом металле, необходимо перед сваркой флюс просушивать при температуре 200 – 250° С в течение 1 ч. Образование сварного соединения титана под флюсом и защита расплавленного и нагретого металла происходят так же, как и при сварке сталей, за исключением необходимости удаления флюсовой корки только после остывания шва ниже 400° С.

Автоматическая сварка под слоем флюса не подходит, потому что данным способом сварки можно сваривать и наплавлять на толщины от 3мм. А в нашем случае толщина листа составляет 1,5мм [6].

Электрошлаковая сварка. Электрошлаковая сварка применяется для работы с деталями из титана больших толщин. Этот вид сварки характеризуется высокой производительностью, не требует сложной разделки кромок при любой толщине металла и обеспечивает высокое качество сварных соединений и наплавляемых поверхностей.

При электрошлаковой сварке титана шлаковая ванна образуется путем расплавления гранулированного флюса, заполняющего пространство между основным металлом и специальными охлаждаемыми водой приспособлениями, плотно прижатыми к поверхности свариваемых деталей. В начале процесса флюс плавится дугой, а затем шунтированием тока через расплавленный шлак. Электрод и основной металл плавятся за счет тепла, выделяемого расплавленным шлаком. Ток подводится к шлаковой ванне от источника переменного тока. В качестве электродов при сварке применяются пластины из титана [5].

Расплавленный основной и электродный металл образуют жидкую ванну, которая защищается от воздуха расплавленным шлаком и дополнительно инертным газом. Электрошлаковая сварка, как правило, ведется при вертикальном положении свариваемых деталей. Электрошлаковый процесс нашел применение при сварке больших плит из титана под флюсом АН-Т2 специализированным аппаратом конструкции Института электросварки им. Е. О. Патона. Электрошлаковую сварку не

применяем т.к. она используется для соединения заготовок из титана больших толщин [5].

Электроннолучевая сварка. При электроннолучевой сварке энергия, расходуемая на плавление металла, выделяется в результате интенсивной бомбардировки свариваемого металла в месте соединения быстро движущимися электронами в вакууме [6].

Комплекс устройств, предназначенных для получения и фокусировки электронов, называется электронной пушкой. Для усиления эмиссии и ускорения движения электронов к катоду и изделию подводится выпрямленный ток от высоковольтного источника. Попадая на свариваемые кромки, электроны тормозятся и их кинетическая энергия превращается в тепловую, образуется сварочная ванна. Высокая концентрация тепла обеспечивает большую глубину проплавления и минимальные размеры зоны термического влияния [6].

Наблюдение за процессом сварки ведется через смотровое окно в камере. Место сварки заметно по раскаленному пятну. Вследствие использования в установке высокого напряжения необходимо применять биологическую защиту обслуживающего персонала от рентгеновского излучения. Большая концентрация энергии и отсутствие потерь, теплоты в окружающую среду (эффективный коэффициент полезного действия источника достигает 90 %) обеспечивают высокую производительность процесса сварки (наплавки), в 1,5—2,0 раза большую, чем при дуговой сварке в аргоне.

Из-за сложности и высокой стоимости установки электроннолучевой сварки (наплавки) титана пока имеет ограниченное применение [6].

Сварка титана токами радиочастоты. Наряду с дуговой сваркой плавлением в последние годы стала применяться сварка с нагревом токами радиочастоты (высокой частоты) с приложением давления к свариваемым кромкам. Качество сварного соединения определяется величиной сварочного давления, температурой и временем нагрева. Давление и температура в некотором узком интервале режимов могут быть взаимозаменяемыми, т. е. некоторое снижение температуры можно компенсировать соответствующим

изменением давления. Металл в месте сварки может нагреваться до температуры выше ликвидуса. Эти обстоятельства, а также большая скорость нагрева особенно важны при сварке титана, который имеет ярко выраженную склонность к росту зерна при перегреве и требует защиты нагретых участков от воздействия атмосферных газов [5].

Сварка листов из титана токами радиочастоты (т. в. ч.) характеризуется высокой степенью концентрации энергии при нагреве металла. Поэтому процесс сварки осуществляется за десятые или даже сотые доли секунды. Вследствие этого скорость сварки, а значит и производительность изготовления сварных листов, в десятки раз превышает скорость и производительность аргонодуговой сварки.

Высокая частота тока позволяет также уменьшить расход энергии по сравнению с дуговой и даже контактной сваркой. Энергия к месту сварки может передаваться индукторами и скользящими контактами [5].

Из-за сложности и высокой стоимости оборудования, относительно аргонодуговой сварки, этот способ не применяем.

Точечная сварка. Для приварки шипов можно использовать точечную сварку, т.к. она имеет ряд преимуществ перед наплавкой:

- точечную сварку проще автоматизировать, что позволит выполнять операцию приварки сварщику не высокой квалификации.
- меньший расход сварочного материала по сравнению с наплавкой.
- не требуется защита от атмосферы.
- более, лучшие гигиенические условия труда сварщика.

Исходя из выше перечисленных преимуществ, для приварки шипов выбираем точечную сварку.

Импульсная аргонодуговая сварка неплавящимся электродом. Из дуговых способов сварки титана самым распространенным является сварка неплавящимся вольфрамовым электродом в среде инертных газов. Этот способ наиболее универсален.

Качество сварных соединений при данном виде сварки определяется главным образом надежностью защиты зоны сварки и чистотой инертного газа. Для сварки в основном применяют аргон и гелий высокой чистоты. Аргон намного дешевле гелия и по этому его применяют намного чаще [5].

К особенностям импульсной аргонодуговой сварки относятся:

– Высокая степень концентрации дуги, обеспечивающая минимальную зону структурных превращений и относительно не большие деформации изделия.

– Высокая производительность.

– Высоко эффективная защита расплавленного металла.

– Возможность наблюдения за ванной и дугой.

– Возможность сварки металлов различной толщины.

– Отсутствие необходимости применения флюсов или обмазок.

– Широкая возможность механизации и автоматизации.

– Возможность сварки в различных пространственных положениях.

Выбираем данный вид сварки, т.к. он наилучшим образом подходит для сварки титановых листов и отвечает всем необходимым требованиям.

1.4 Выводы и постановка задач работы

На основании проведенного анализа конструкции и материала изделия наиболее эффективным способом для приварки шипов к настилу пола является точечная контактная сварка, а для сварки листов встык – **импульсная** аргоно – дуговая сварка. На основании этого в разделах данного проекта будут решены следующие задачи:

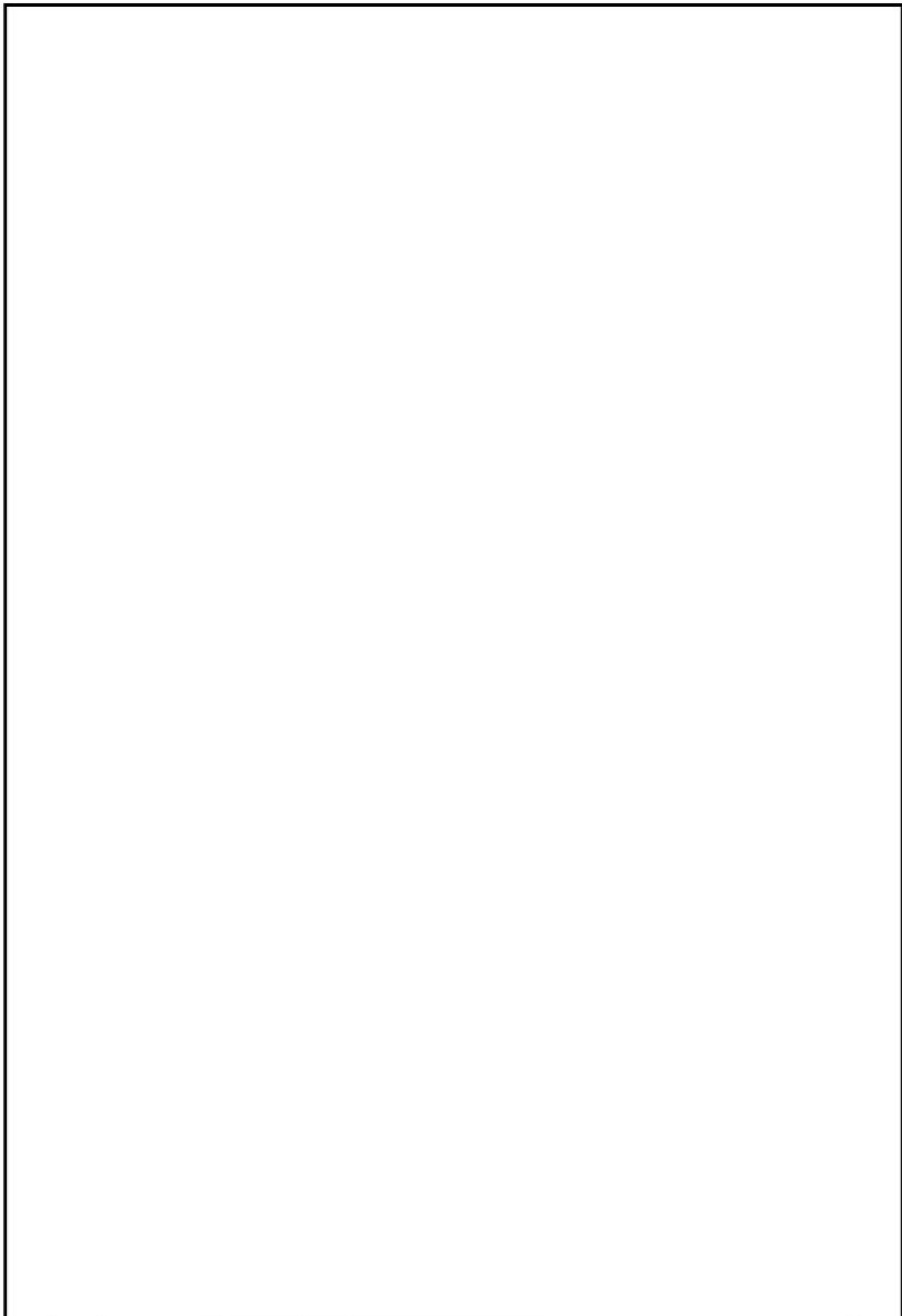
– разработана технология приварки шипов к настилу пола;

– подбор оборудования для данного способа сварки;

– разработаны приспособления для сборки и приварки шипов;

– разработан технологический процесс сборки и приварки шипов;

					ДП – 150202.65 – 071010308 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25



					<i>ДП – 150202.65 – 071010308 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		26

2. Технологический раздел

2.1 Описание выбранных способов сварки

2.1.1 Импульсная аргодуговая сварка

При сварке в зону дуги 1, через сопло 2 непосредственно подается защитный газ 3 (рис.2.1) [6]. Теплотой дуги расплавляется основной металл 4 и, если сварку выполняют неплавящимся электродом, то расход неплавящегося вольфрамового электрода вызван в основном испарением металла или частичным оплавлением при повышенном допустимом сварочном токе. Образование шва происходит за счет расплавления кромок основного металла [6].

При сварке титановых сплавов толщиной менее 4 мм сварку выполняют неплавящимся вольфрамовым электродом. Присадочный пруток подают при толщине металла более 1,5 мм. Лучшие результаты при сварке дает применение электродов не из чистого вольфрама, а из итрированного или лантанированного вольфрама. Добавка в вольфрам при изготовлении электродов 1,5 - 2,0 % окислов иттрия или лантана повышает их стойкость и допускает применение повышенных на 15 % сварочных токов. Перед сваркой рабочий конец электрода обычно затачивают на конус с углом 60 ° на длине двух-, трех диаметров. Форма заточки электродов влияет на форму и размеры шва. С уменьшением угла заточки и диаметра притупления в некоторых пределах глубина проплавления возрастает.

Технологические свойства дуги в значительной мере определяются родом и полярностью сварочного тока. При прямой полярности на изделии выделяются до 70 % теплоты дуги, что обеспечивает глубокое проплавление основного металла. При обратной полярности напряжение дуги выше, чем при прямой полярности. На аноде-электроде выделяется большое количество

энергии, что приводит к значительному его разогреву и возможному оплавлению рабочего конца [6].

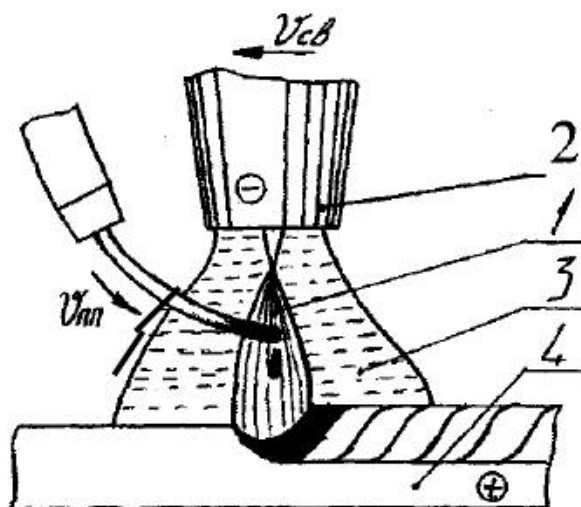


Рис. 2.1 – Дуговая сварка в среде защитных газов неплавящимся электродом

Для получения качественной сварки, особенно тонколистовых конструкций, следует обеспечить точную подготовку и сборку кромок прихватками вручную вольфрамовым электродом или в специальных сборочно-сварочных приспособлениях.

Качество сварных соединений при данном виде сварки определяется главным образом надежностью защиты зоны сварки и чистотой газа. В основном применяют аргон первого сорта, а в ряде случаев - аргон высшего сорта. В связи с высокой химической активностью титана при повышенных температурах, и особенно в расплавленном состоянии основной трудностью при его сварке плавлением является обеспечение надежной защиты от атмосферы не только сварочной ванны и корня шва, но и остывающих участков сварного соединения, нагретых выше 400° С т. е. до тех температур, при которых начинается заметное взаимодействие титана с газами атмосферы. В данном случае применяем струйную защиту зоны сварки, осуществляемую непрерывным обдувом сварочной ванны, а для остывающих участков соединения используют насадки, закрепленные на горелке. Защита корня шва и

его формирование происходит при помощи медной подкладки, в которой имеются отверстия для подачи защитного газа.

2.1.2 Точечная сварка

Точечная сварка – способ контактной сварки, при котором детали свариваются по отдельным ограниченным участкам касания (по ряду точек). При точечной сварке детали собираются внахлестку, сжимаются усилием электродами, к которым подключен источник электрической энергии (например сварочный трансформатор). Детали нагреваются при кратковременном прохождении сварочного тока до образования зоны взаимного расплавления деталей, называемой ядром. Нагрев зоны сварки сопровождается пластической деформацией металла в зоне контакта деталей (вокруг ядра), где образуется уплотняющий пояс, надежно предохраняющий жидкий металл от выплеска и от окружающего воздуха. Поэтому специальной защиты зоны сварки не требуется. После выключения тока расплавленный металл ядра быстро кристаллизуется и образуются металлические связи между соединяемыми деталями. Таким образом, образование соединения при точечной сварке происходит с расплавленным металлом.

Нагрев при точечной сварке проводят импульсами переменного тока промышленной частоты 50 Гц (реже повышенной частоты 1000 Гц), а также импульсами постоянного или униполярного тока.

По способу подвода тока к сварочным деталям различают двустороннюю и одностороннюю сварку. В первом случае электроды подводят к каждой из деталей, а во втором – к одной из деталей (например верхней). Для повышения плотности тока в точках касания деталей нижнюю деталь прижимают к медной подкладке, которая одновременно выполняет роль опоры [8].

Чаще всего за цикл сварки получают одну точку (одноточечная сварка) и реже одновременно две, и более точек (многоточечная сварка). Иногда при точечной сварке применяют комбинированные соединения (клеесварные и сварно-паяные). Клей и припой вводят под нахлестку для повышения прочности и коррозионной стойкости соединений.

Получить стабильно качественные точки можно при нагреве металла в зоне соединения до расплавления с образованием между заготовками общего литого ядра определенных размеров. Размеры эти регламентированы ГОСТ 15878-79. Основным из них является диаметр ядра точки

Важным условием получения качественных сварных точек является выбор оптимального режима сварки с обеспечением этого режима путем подбора соответствующей контактной машины и настройки её. Режим сварки выбирают в зависимости от толщины заготовок и теплофизических свойств металла. Затем его корректируют с учетом конкретных условий, сваривая и испытывая опытные образцы. Уточненный (оптимальный) режим фиксируют в соответствующей технологической документации и выдают разрешение на сварку промышленных изделий [8].

Параметрами режима сварки, от которых зависят размеры, структура и прочность сварной точки, являются:

- сварочный ток - $I_{св}$, А;
- время сварки (время протекания тока через заготовки) - $t_{св}$, с;
- усилие сжатия заготовок электродами – Р, Н;
- диаметр или радиус сферы контактной поверхности электрода - $d_3(R_3)$, мм;

Нарушение технологического процесса и отклонение от оптимальных режимов сварки приводят к образованию дефектов в сварочном соединении:

- занижение размеров литого ядра точки или полное его отсутствие (не провар);

- выплеск расплавленного металла из под электродов (наружный выплеск);
- нарушение сплошности литого ядра или околошовной зоны (рыхлости, раковины, трещины);
- перенос металла электродов на поверхность заготовок;
- ухудшение структуры и свойств металла ядра и околошовной зоны.

Машина для точечной сварки должна обеспечивать в соответствии с установленной циклограммой выполнение в определенной последовательности и в строго заданные по длительности отрезки времени, следующие операции сварки, обозначенные на регуляторе циклов.

- «Сжатие» - сжатие деталей между электродами перед включением сварочного тока.

- «Сварка» - нагрев заготовок импульсом сварочного тока до образования между ними расплавленного ядра.

- «Проковка» - выдержка заготовок в сжатом состоянии после выключения тока с усилием согласно заданному циклу до полной кристаллизации ядра.

- «Пауза» - раскрытие электродов и пребывание их в этом положении заданное время для перемещения свариваемых заготовок на шаг точек.

Циклограмма сварки может быть более сложной в зависимости от свариваемости материала заготовок, их толщины и требований к качеству сварного соединения [8].

Титан имеет качественные соединения при циклограмме А.

Общая схема формирования соединения:

Процесс сварки характерен весьма малым временем сварки при больших сварочных токах и усилиях, обеспечивающих локальное плавление металла. Необходимым условием формирования соединения являются образование общей зоны расплавления заданных размеров, что обеспечивает важнейшие эксплуатационные свойства – прочность герметичность соединения. Размеры ядра или шва регламентируются ГОСТ 15878-79.

При рассматриваемых способах сварки образование соединения происходит в значительной мере по единой схеме, состоящей из трех этапов рис. 2.2.

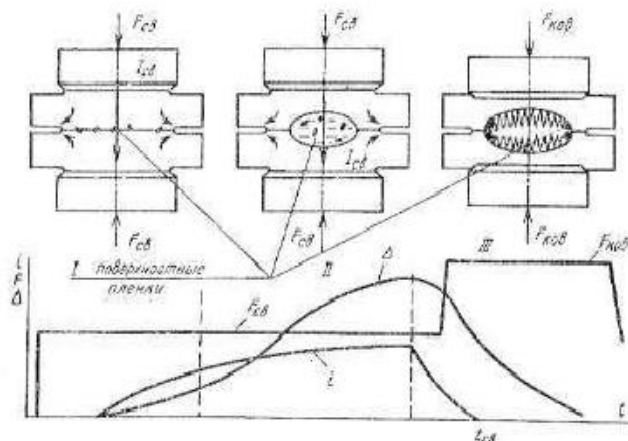


Рис. 2.2 – Этапы образования соединения при точечной сварке

Первый этап начинается с момента обжатия деталей, вызывающего пластическую деформацию микронеровностей в контактах электрод – деталь и деталь – деталь. Последующее включение тока и нагрев металла облегчают выравнивание микрорельефа, разрушение поверхностей пленок и формирование электрического контакта. При рельефной сварке на данном этапе начинается осадка рельефа. Нагретый металл деформируется преимущественно в зазор между деталями, и образуется уплотняющий пояс.

Второй этап характеризуется расплавлением металла и образованием ядра. По мере прохождения тока ядро растет до максимальных размеров – по высоте и диаметру. При этом происходит перемешивание металла, удаление поверхностных пленок и образование металлических связей в жидкой фазе. Продолжается процесс пластической деформации и тепловое расширение металла. К концу этого этапа отмечается почти полная осадка рельефа [8].

Третий этап начинается с выключения тока, сопровождающегося охлаждением и кристаллизацией металла. Образуется общее для деталей литое ядро. При охлаждении уменьшается объем металла и возникают

остаточные напряжения. Для снижения уровня этих напряжений и предотвращения усадочных трещин и раковин требуется значительные усилия.

Для получения следующего соединения цикл через определенную паузу вновь повторяется.

Чтобы получить в целом качественные соединения, необходимо знание всего процесса формирования, который с целью анализа условно можно расчленить на отдельные физические процессы (рис. 2.3). В зависимости от роли этих процессов в формировании соединения выделим среди них основные – нагрев и кристаллизацию металла; пластическую деформацию, удаление поверхностных пленок за счет процесса электромагнитного перемешивания расплавленного металла; сопутствующие процессы. На основании многолетнего практического опыта и теоретических представлений предложено несколько циклограмм сварки, обеспечивающих получение качественных сварных соединений различных конструкционных металлов [8].



Рис. 2.3 – Основные и сопутствующие процессы при образовании соединений

Однако все они имеют общую основу, поэтому с целью уточнения взаимосвязи основных и сопутствующих процессов рассмотрим один из типовых электротермодеформационных циклов сварки (рис 2.2).

На первом этапе сопутствующие процессы ввиду относительно малой деформации и низкой температуры зоны сварки не получают большого развития. При появлении на втором этапе расплавленного ядра резко возрастает тепловое расширение металла, появляется опасность выплеска, вследствие теплопроводности отмечается нагрев околошовной зоны, изменение исходной структуры металла, массоперенос в контакте электрод – деталь. На третьем этапе при охлаждении металла происходит кристаллизация металла ядра, образование литой структуры и значительных остаточных напряжений, продолжается теплопередача в околошовную зону и изменение структуры металла в этой части соединения. Степень развития сопутствующих процессов и изменения первоначальных свойств металла может быть уменьшена, например, за счет уменьшения скорости нагрева (роста сварочного тока) и увеличения усилия на стадии охлаждения.

Обеспечения высокого качества сварки и максимальной производительности процесса для данной толщины, формы и материала изделий для получения качественного соединения.

Режим сварки – совокупность электрических, механических и временных параметров, обеспечиваемых сварочным оборудованием для получения качественного соединения.

Кроме того, качество соединений зависит от техники сварки, формы электродов, качества сборки и подготовки поверхности, сварочного оборудования, системы контроля и от других конструктивно – технологических факторов.

В зависимости от роли процессов тепловыделения и теплоотвода различают жесткие и мягкие режимы сварки [8].

Жесткий режим характеризуется кратковременным мощным импульсом тока, когда $t_{cs} < 0,02_s$ (с) при сварке деталей толщиной 1 – 4 мм. Температурное поле в этом случае определяется преимущественно тепловыделением: изотерма температуры ликвидуса имеет при этом в сечении форму, близкую к прямоугольнику, углы которого вытянуты в сторону областей с повышенной плотностью тока (к периферии контактов), а $Q_2 + Q_3 \leq 20\%Q_{30}$. Жесткий режим характеризуется высокими скоростями нагрева и охлаждения. При этом обычно увеличивается склонность к образованию выплеска, и для его предотвращения повышают сварочное усилие.

Мягкие режимы характерны значительной длительностью протекания тока ($t_{cs} > 0,6,1_s$) относительно малой силы. При этом происходит значительный теплообмен внутри деталей и с электродами ($Q_2 + Q_3 \geq 80\%Q_{30}$). Изотерма температуры ликвидуса имеет в сечении форму овала или эллипса. Скорость нагрева и охлаждения, а также величина F_{cs} меньше, чем на жестких режимах.

Точечной сваркой чаще всего соединяют детали толщиной 0,5 – 6 мм. Однако нижний предел может достигать до 2 мкм, а верхний – до 30мм. Толщина свариваемых деталей может быть одинаковой или различной (при соотношении толщин до 1 : 5, а в микросварке до 1 : 100 и более). Материал деталей может быть одноименным и разноименным.

Основными конструктивными элементами являются расчетный диаметр ядра. Их измеряют в плоскости сопряжения деталей и обозначают d . Эти размеры устанавливают из условия получения необходимой и стабильной прочности.

Максимальные размеры ядра ограничивают из –за возможности появления различных дефектов, снижения стойкости электродов, устанавливаются верхние пределы на 15 – 25% больше минимального допустимых (при $s \geq 0,5$ мм).

					<i>ДП – 150202.65 – 071010308 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		35

Другими конструктивными элементами соединений являются величина проплавления, глубина вмятины от электрода, расстояние между центрами соседних точек в ряду (шаг), между осями соседних рядов точек и др. [8].

Величина проплавления $h(h_1)$ в большинстве случаев должна находиться в пределах 20 – 80% толщины детали. Ее измеряют отдельно для каждой детали. Минимальные значения соответствуют проплавлению деталей неравной толщины. На титановых сплавах верхний предел увеличивают до 95%.

Глубина вмятины $g(g_1)$ не должна превышать 20% толщины детали, однако при сварке деталей не равной толщины и в труднодоступных местах она может достигать 30%. Глубокие вмятины ухудшают внешний вид и обычно уменьшают прочность точек.

Минимальное расстояние между центрами соседних точек в ряду устанавливают из условия незначительного шунтирования тока при сохранении прочности шва [8].

Особенности приварки точечной сваркой шипов: зона расплавления равна размеру детали, нагрев всей детали (шипа) до температуры пластического состояния для формирования соединения. Поэтому режим о.б. завышен и подбирается экспериментально.

Расчет параметров режима точечной сварки

Выбор режима точечной сварки применительно к заданной толщине и марке материала заключается в подготовке электродов, поверхности свариваемых образцов и в нахождении оптимальных значений параметров режима сварки.

Подготовка электродов заключается в выборе и проверке диаметра их рабочей поверхности. В зависимости от толщины образцов диаметр рабочей поверхности электрода устанавливается, мм

$$d_s = 2\delta + 3, \quad (2.1)$$

$$d_s = 2 \cdot 1,5 + 3 = 6 \text{ мм}$$

К параметрам режима точечной сварки относятся: усилие сжатия, сварочный ток, время сварки.

Усилие сжатия оказывает существенное влияние на электрическое сопротивление сварочного контакта и условия деформирования металла. С увеличением усилия сжатия при неизменных остальных параметрах уменьшается сопротивление контакта, выделение в нем тепла и размеры сварочной точки.

Величина усилия сжатия в зависимости от материала выбирается из соотношений, Н

$$P_{сж} = (2,5 - 3,0) \delta \cdot 10^6 \quad (2.2)$$

$$P_{сж} = (2,5 - 3,0) \cdot 1,5 \cdot 10^6 = 4,5 \cdot 10^6 \text{ Н}$$

Усилие сжатия электродов зависит от давления в цилиндре контактной машины, которое устанавливается воздушным редуктором. В соответствии с рассчитанным усилием сжатия электродов по таблице, расположенной на корпусе или верхней консоли машины, определяется давление сжатого воздуха, которое отсчитывается по манометру [8].

Сварочный ток определяет характер разогрева металла. Величина сварочного тока зависит от усилия сжатия, материала и толщины свариваемых листов. Сварочный ток считаем по формуле

$$I_{св} = \sqrt{\frac{[1,57d_2^2 + 1,25X(d_2 + X)]T_{пл} \cdot c \cdot \gamma \cdot \delta + 0,25K \cdot d_2^2 X_2 \cdot c_2 \cdot \gamma_2 \cdot T_{пл}}{m_r \cdot 2r_{ок} \cdot t_{св}}} \quad (2.3)$$

$$I_{св} = \sqrt{\frac{[1,57 \cdot 0,006^2 + 1,25 \cdot 0,005(0,006 + 0,005)] \cdot 1668 \cdot 540 \cdot 4,5 \cdot 0,0015 + 0,25 \cdot 1,5 \cdot 0,0015^2 \cdot 0,024 \cdot 376 \cdot 8900 \cdot 1668}{1,4 \cdot 4642,3 \cdot 10^{-6} \cdot 0,45}} = 9500 \text{ А.}$$

Где: d_2 – диаметр рабочей поверхности электродов, м;

δ – толщина одного свариваемого листа 1,5;

c, γ – удельная теплоемкость, Дж/(кг С); плотность $\text{кг}/\text{м}^3$;

$T_{пл}$ – температура плавления свариваемого металла, С ;

X- ширина кольца нагретого металла, окружающего ядро, м;

Для титановых сплавов $X=0,0075 \sqrt{t_{св}}$;

K- коэффициент формы электродов. Для плоских электродов K=2,0;

$X_s = 0,0036 \sqrt{t_{св}}$ – длина нагреваемого участка электродов,

$c_s = 376 \text{ Дж/(кгК)}$ удельная теплоемкость, $\gamma = 8900 \text{ кг/м}^3$ – плотность металла электродов(допускаются принят для температуры 20 С).

m_s – коэффициент, учитывающий сопротивление заготовок в процессе сварки. Для титановых сплавов – 1,4;

$t_{св}$ – время сварки, с;

$r_{\delta k}$ – среднее сопротивление нагретых пластин, Ом

$$2r_{\delta k} = \frac{3,4 * A_o * \delta}{\pi * d_s^2} (\rho'_T + \rho''_T) \quad (2.4)$$

$$2r_{\delta k} = \frac{3,4 \cdot 0,8 \cdot 0,0015}{3,14 \cdot 0,0015^2} (160,8 + 160,64) \cdot 10^{-6} = 4642,3 \cdot 10^{-6} \text{ Ом}$$

Где A_o – коэффициент, учитывающий характер электрического поля в свариваемых заготовках.

$$\rho'_T = \rho_0 (1 + \alpha T_{нл}) \quad (2.5)$$

$$\rho'_T = 160 (1 + 0,4 \cdot 10^{-4} \cdot 1668) = 160,8 \cdot 10^{-6} \text{ Ом}$$

$$\rho''_T = \rho_0 (1 + 0,8 \alpha T_{нл}) \quad (2.6)$$

$$\rho''_T = 160 (1 + 0,8 \cdot 0,4 \cdot 10^{-4} \cdot 1668) = 160,64 \cdot 10^{-6} \text{ Ом}$$

α – температурный коэффициент электросопротивления.

Общая сила тока, протекающего через сварочный контур

$$I_2 = I_{св} + I_{ш}, \quad (2.7)$$

$$I_2 = 9500 + 3344 = 12844 \text{ А}$$

					ДП – 150202.65 – 071010308 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

Где $I_{ш}$ – ток шунтирования, А

$$I_{ш} = I_{св} \frac{2r_{ок}}{r_{ш}} \quad (2.8)$$

$$I_{ш} = 123 \cdot \frac{4642.3 \cdot 10^{-6}}{309} = 3344 \text{ А}$$

Где $r_{ш}$ – активное сопротивление шунтирования, Ом

$$r_{ш} = 2m\rho_{ш} \frac{\alpha}{\lambda\delta} \quad (2.8)$$

$$r_{ш} = 2 \cdot 1,24 \cdot 160,45 \cdot \frac{0,05}{0,008 \cdot 0,0015} = 309 \text{ Ом}$$

Где m – коэффициент поверхностного эффекта.(1,24)

$\rho_{ш}$ – удельное сопротивление металла на участке шунтирования, Ом м.

Рассчитывается из условий нагрева до температуры 50 – 250 С;

α – шаг точек, м;

δ – толщина листа, м;

h – ширина токопроводящей полосы, м

$$h = \frac{\pi a}{\ln\left(\frac{2a}{d_s}\right)} \quad (2.9)$$

$$h = \frac{3,14 \cdot 0,05}{\ln\left(\frac{2 \cdot 0,05}{0,006}\right)} = 0,41 \text{ мм}$$

Время сварки – один из основных параметров режима точечной сварки, существенно влияющий на размеры сварной точки и ее прочность. Выбирается в зависимости от марки и толщины свариваемого металла по приближенной формуле [9].

$$t_{св} = (0,15 - 0,3)\delta, \quad (2.10)$$

$$t_{св} = 0,3 \cdot 1,5 = 0,45 \text{ с.}$$

2.2 Выбор оборудования для точечной сварки

Сварочное оборудование – комплекс устройств (механических и электрических), обеспечивающих выполнение заданной технологии производства сварных конструкций. Оборудование состоит из машины, средств механизации и автоматизации, аппаратуры управления технологическим процессом сварки [8].

Машина состоит из двух частей: 1) механической части, включающей конструктивные элементы, создающие жесткость и прочность (корпус, станина, кронштейн), приводы для сжатия и перемещения деталей и элементы вторичного контура машины (консоли, электрододержатели, электроды); 2) электрической части, состоящей из источника сварочного тока (сварочного трансформатора, выпрямителя, преобразователей тока, аккумулятора электрической энергии – батареи конденсаторов и т.д.) и вторичного контура для подвода тока от источника питания к электродам.

Средства механизации и автоматизации представляют собой приспособления к универсальным машинам, роботы, автоматические устройства, которые обеспечивают сборку, установку деталей перед сваркой, перемещение их во время сварки и съём сваренных узлов, формоизменение деталей до и после сварки (удаление грата), зачистку деталей, электродов и роликов и т.п.

Аппаратура управления определяет заданную последовательность и продолжительность всех или части операций сварочного процесса, управление и регулирование основных электрических и механических параметров режима сварки, контроль и управление процессом сварки по обобщающим параметрам (в том числе по статистическим многофакторным моделям процесса), управление приводами средств механизации и автоматизации, а также сбор и обработку информации о состоянии приводов машины, о простоях, о количестве соединений и качестве сварки за смену,

сутки и т.п. В ряде случаев аппаратура управления с ограниченными функциями встраивается в машину [8].

Для приварки шипов к настилу пола выбираем сварочную машину МТ – 4019, исходя из параметров режима $F_{св}$, E (энергия), $I_{св}$.

2.3 Выбор сварочных материалов

2.3.1 Выбор сварочных материалов для аргонодуговой сварки неплавящимся электродом

Защитные газы. В качестве защитных газов при сварке применяют инертные газы. Инертными или благородными называют газы, имеющие целиком, заполненные наружные электронные оболочки, не способные к химическим реакциям и практически нерастворимые в металлах. Инертные газы представляют собой одно атомные газы. Для сварки титана и его сплавов применяют инертные газы — аргон, гелий и их смеси (табл.2.1) [9].

Таблица 2.1 Характеристика некоторых инертных газов

Газ	Атомный вес	Вес 1л в г	Температура кипения в °С	Теплопроводность в кал
Аргон	39,944	1,7833	185,5	$0,378 \cdot 10^4$
Гелий	4,003	0.17847	268,9	$3,32 \cdot 10^4$

Вследствие высокой химической активности титан, аргон и гелий должны быть чистыми в отношении с держания активных газов и влаги. Применяем аргон высшего сорта, чистота которого составляет 99,99% по ГОСТу 10157—79. Допускаемые примеси в аргоне составляют не более 0,003% O_2 , 0,01% M_2 и 0,03% H_2O .

Аргон имеет более широкое применение при сварке титана, чем гелий, по следующим причинам:

– Аргон тяжелее гелия в 10 раз (табл. 3) и на 25% тяжелее воздуха, поэтому достигается лучшая защита зоны сварки при расходе аргона меньше на 30—35% чем гелия.

– Стоимость аргона значительно ниже, чем гелия.

– При сварке плавящимся электродом на постоянном токе в среде аргона достигается струйный перенос металла.

– Напряжение дуги при сварке в аргоне ниже в 1,5— 2,0 раза, чем в гелии. При одном и том же токе при сварке в среде аргона выделяется

меньше тепла, чем в среде гелия. Поэтому при дуговой сварке в среде аргона легче управлять процессом сварки и, особенно, при сварке титана малых толщин.

Гелий и смесь гелия с аргонem применяют в качестве защитного газа при дуговой сварке плавящимся электродом титана и его сплавов больших толщин 10— 40мм. Лучшие результаты сварки получаются при использовании смеси из 20% Ar и 80% He.

Из-за очень дорогой стоимости гелия выбираем аргон. Аргон - газообразный и чистый, поставляется по ГОСТ 10157-79. Для защиты лицевой и обратной стороны шва будем использовать аргон высшего сорта, с содержанием аргона 99,99 %. Примесями 0,01 % служат кислород, азот и влага.

Хранится и транспортируется аргон в стальных баллонах под давлением 150 атм., емкостью 40 л. Из такого баллона можно получить 6 кубометров газа. Баллон для хранения аргона окрашен в серый цвет, с надписью зеленого цвета «Аргон чистый» [5], [6].

Неплавящийся электрод. В качестве неплавящихся электродов при сварке в среде защитных газов наибольшие распространения получили вольфрамовые электроды. Поскольку вольфрам имеет высокую температуру плавления (3377 ° С), температура кипения вольфрама 4700 ° С. В соответствии с ГОСТ 23949-80

					ДП – 150202.65 – 071010308 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

предусмотрено изготовление вольфрамовых прутков трех типов, используемых в качестве неплавящихся электродов при дуговой сварке в среде защитных газов: из лантанированного вольфрама (с добавкой окиси лантана до 2 %) (ЭВЛ); из нитрированного вольфрама (с добавкой окиси иттрия до 2 %) (ЭВИ); из вольфрама без специальных добавок (ЭВЧ). Добавки снижают эффективный потенциал ионизации, что облегчает зажигание, обеспечивает устойчивое горение дуги. В этом случае для горения дуги требуется меньшее напряжение, это приводит к тому, что расход электрода резко снижается.

Например: Расход ЭВЧ составляет 0,12 гр. на 1м шва, а ЭВИ - 0,012гр. на 1м шва.

Все электроды на основе вольфрама требуют при сварке защиты их инертными газами, т.к. вольфрам легко окисляется кислородом воздуха [5].

На основе выше изложенного, а так же по ГОСТ 23949-80 для данной сварки выбираем лантанированный вольфрамовый электрод углом заточки 60° предназначенного для сварки на постоянном токе прямой полярности.

2.3.2 Выбор материалов для приварки шипов

Выбор электрода для точечной сварки. Титановые сплавы соединяют электродами с плоским или сферической рабочей поверхностью из материалов с пониженной электропроводимостью до 45% и повышенной твердостью до 160 – 240 МПа.

Выбираем электрод марки МЦ2 (никелькремниевая бронза) с электропроводимостью 45 – 50%, твердостью 150 – 180 НВ.

Выбор проволоки под заготовки. В настоящее время отечественная промышленность располагает достаточно большим набором титановых, которые позволяют решать задачи связанные с созданием сварных конструкций, работоспособных в любых условиях эксплуатации.

Наиболее эффективность от применения титана в промышленности может быть достигнута только при использовании сплавов, упрочняемых в результате термической обработки и особенно сложной проблемой является получение высокопрочных, достаточно пластичных соединений, приближающихся по показателям физико-химическим свойствам к термически упрочненному основному металлу. В большинстве случаев оптимальные режимы упрочняющей термической обработки сварных соединений отличаются от режимов, рекомендуемых для основного металла. Это объясняется особенностью структуры сварных соединений и спецификой превращений и фазовых изменений, протекающих в них при термической обработке.

Решением задачи сварки плавлением высокопрочных средне- и высоколегированных титановых сплавов следует искать прежде всего в выборе оптимального состава металла шва, который, как правило, отличается от состава основного металла.

В этом отношении большую роль играет создание сварочной проволоки требуемого состава для сплавов разного титанов. В последние годы разработан ряд электродных проволок, обеспечивающих хорошие свойства сварных швов [8].

Для заготовок под шипы выбираем проволоку СП15 диаметром 7 мм. Разработана система и выбран состав комплексно-легированной титановой проволоки СП15 с временным сопротивлением более 850МПа. Эквивалент молибдена этой проволоки позволяет применять её для сварки двухфазных сплавов большого диапазона.

2.4 Технологический процесс изготовления титановых настилов

Типовой технологический процесс сварки конструкций из титана

Типовой технологический процесс начинается с подготовки деталей к сварке, сварки, контроля качества и исправления дефектов.

					<i>ДП – 150202.65 – 071010308 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		44

Подготовка деталей к сварке

– После окончания штамповки, как в холодном состоянии, так и с нагревом производить отжиг для снятия внутренних напряжений с последующим травлением.

– Основным условием подготовки деталей к сварки является обеспечение чистоты сварочной поверхности.

– Для отчистки листа от газонасыщенного слоя использовать гидропескоструйную или дробеструйную обработку (лучше дробеструйную, она менее вредная для здоровья) с последующим травлением поверхности металла в смеси кислот.

Для оценки полноты удаления слоя использовать металлографические исследования под микроскопом специально подготовленных шлифов, включая травленую поверхность металла.

– Непосредственно перед сваркой поверхность листа зачищают металлической щеткой и обезжиривают спиртом-ректификатором.

– Заготовки под шипы после термической обработки, дегазированной в вакууме (для очистки от водорода), стравленной (осветленной поверхностью).

Заготовки обезжирить спиртом и поместить в контейнер, который тоже обезжирить и закрыть.

Приварка шипов

На листе делают разметку под первый шип.

Затем лист помещают на сварочную тележку устанавливая в исходное положение и закрепляют струбцинами.

Заготовки изготавливаются из сварочной проволоки СП15 диаметром

Оператор устанавливает первую заготовку в пуансон (смотри лист 7, позиция 14) вручную (после включения подающего механизма подача заготовок автоматическая) и включает сварку, происходит приварка шипа.

					<i>ДП – 150202.65 – 071010308 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		45

Перемещение листа вдоль сварочной тележки и подача следующих заготовок автоматическое.

После приварки последнего шипа в ряду цикл приварки отключается. После этого оператор включает поперечный привод сварочной тележки, который контролируется системой путевого контроля, обеспечивающий перемещение на один шаг, как и для поперечного перемещения.

Затем оператор переключает двигатель продольного перемещения на обратное движение и повторяет цикл приварки ряда шипов в противоположном направлении.

Контроль и исправление дефектов

Перед началом сварки первой партии настилов, на образцах для подбора режима произвести приварку 2-3 шипов на образец.

- Провести визуальный осмотр шипов.
- Провести испытания на отрыв шипа.
- Провести металлографические исследования образцов.
- В зависимости от обнаруженного дефекта, провести устранения причин ведущих к нему.

- Проводить такие испытания через каждые 3 000 приваренных шипов.

После приварки всех шипов на листах настила, производится их сварка встык

Подготовка деталей к сварке

Сварка листов между собой встык осуществляется на роликовом конвейере.

- Основным условием подготовки деталей к сварки является обеспечение чистоты свариваемых кромок.

- При химической подготовки заготовок и особое внимание нужно обращать на качество промывки. Появление белого налета на наружной и внутренней поверхностях деталей из-за плохой промывки недопустимо.

Сварку и прихватку титанового настила производить постоянным током прямой полярности.

Контроль и исправление дефектов. После процесса сварки готовое изделие должно пройти контроль качества сварных швов. Первый контроль выполняется визуальным осмотром после зачистки швов. Если видимых дефектов не обнаружено, швы подвергаются более тщательной проверке.

В нашем случае изделие будет подвергаться рентгенографическому методу контроля.

Допускается оставлять без изменения:

– Отдельные рассеянные поры и включения вольфрама d 40-60% от толщины материала (не более 2х на 100мм длинны шва при условии сохранения прочности).

– Скопления мелких пор и вольфрамовых включений (не более 1 на 100мм длинны шва при условии сохранения прочности).

– В зоне термовлияния цвета побежалости: соломенный, желтый, голубой.

Не допускаются дефекты швов в виде трещин, непроваров, прожогов, кратеров, подрезов, а так же окисленная поверхность шва.

Подварку одного и того же места разрешается производить не более 1 раза для швов первой категории не более 2х для швов второй категории. Перед подваркой концы трещин засверлить сверлом d 1.5-2.0мм. Подварку дефектных мест производить ручной сваркой с обязательной защитой обратной стороны шва.

Трещины прожоги и подрезы, выходящие на основной материал, а так же сварные швы серого цвета или с белым налетом допускаются к исправлению путем вырезки дефектного места и сварки встык вставки прямоугольной формы.

Завышенные размеры усиления и проплава швов, не зависимо от их протяженности, исправлять путем обработки напильником, специальным наждачным кругом для титана или металлической шарошкой [11].

					ДП – 150202.65 – 071010308 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

3. КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

3.1 Техническое описание машины МТ-4019

Назначение

1. Машина типа МТ-4019 (рис. 3.1) предназначена для электрической контактной точечной сварки алюминиевых сплавов, титана, низкоуглеродистых, жаропрочных закаливающих и нержавеющей сталей.

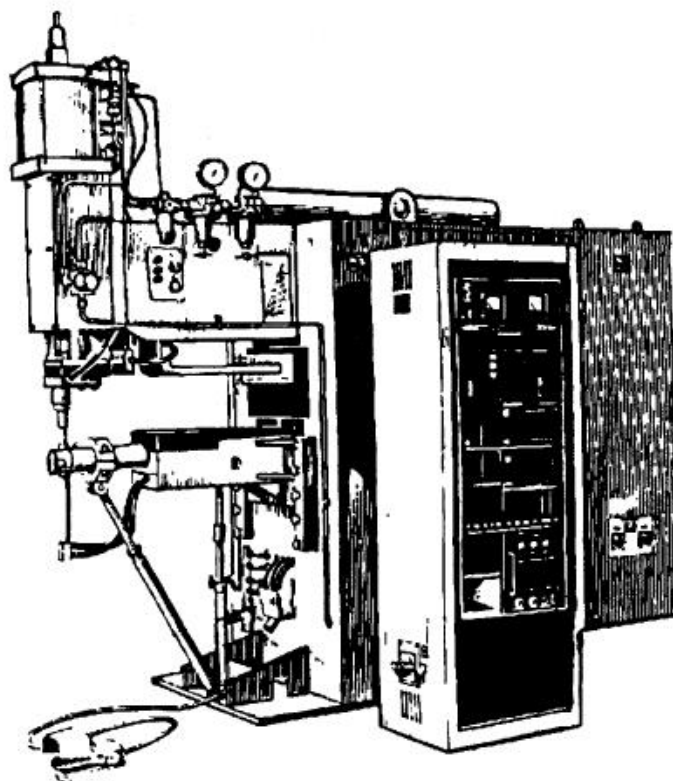


Рис. 3.1 – Точечная машина МТ-4019

2. Машина должна эксплуатироваться в закрытых помещениях на высоте не более 1000 м над уровнем моря при температуре охлаждающей воды от +5°C до +25°C.

3. Машина изготавливается в исполнениях:

УХЛ4 – для работы в районах умеренного климата при температуре окружающего воздуха от +1°C до +35°C с относительной влажностью не более 80% при температуре +25°C.

4. – для работы в районах тропического климата при температуре окружающего воздуха от +1°С до +45°С с относительной влажностью не более 98% при температуре +35°С.

5. Окружающий воздух не должен содержать вредные газы, разрушающие металлы, лакокрасочные покрытия и изоляцию.

Технические характеристики

1. Машина изготавливается в соответствии с заказ-нарядом на питание от однофазной питающей сети одного из напряжений:

380 В при частоте 50 Гц;

380 В при частоте 60 Гц;

415 В при частоте 50 Гц;

440 В при частоте 60 Гц.

2. Технические параметры машины приведены в табл. 3.1 [12].

Таблица 3.1 Технические параметры машины МТ-4019















Наименование параметра	Норма
Наибольший вторичный ток, А	40000±4000
Номинальный длительный вторичный ток, А, не менее	10000
¹ Номинальный сварочный ток, А	32000
Номинальная мощность, кВА, не более	350
Наибольшая мощность при коротком замыкании, кВА, не более	416
¹ Мощность при ПВ=50%, кВА	155
Номинальное усилие сжатия, даН (кгс)	1600 (~1600)±128
Наибольшее усилие сжатия (наибольшее ковочное усилие) при давлении сжатого воздуха 0,53 МПа (~5,3 кгс/см ²), даН (~кгс), не менее	1700 (~1700)

Наименьшее усилие сжатия при давлении сжатого воздуха 0,1 МПа (~1,0 кгс/см ²), даН (~кгс), не более	160 (~160)
Номинальный вылет, мм	+50 500 –25
Раствор, мм	+22
номинальный	220 –11
наибольший, не менее	300
наименьший, не менее	150
Регулирование сварочного тока	смешанное
Число ступеней регулирования, не менее	8
Номинальная ступень	8
Ход верхнего электрода, мм	
наибольший полный, не менее	100
наибольший рабочий, не менее	30
наименьший рабочий, не более	5
Сопrotивление вторичного контура машины постоянному току, $\mu\Omega$	35
Расчетный расход свободного воздуха при номинальном усилии сжатия и рабочем ходе 10 мм, м ³ /100 ходов	1,15
Расчетный расход охлаждающей воды, л/час, не более	800
Коэффициент мощности при коротком замыкании при номинальном растворе	0,29
Пределы регулирования операций цикла сварки, с	0+3,96

<p>Рекомендуемый диапазон свариваемых деталей из:</p> <p>алюминиевых сплавов толщиной, мм</p> <p>на жестком режиме</p> <p>на мягком режиме</p> <p>титана, жаропрочных, закаливающих и нержавеющей сталей, толщиной, мм</p> <p>на жестком режиме</p> <p>на мягком режиме</p> <p>низкоуглеродистых сталей толщиной, мм</p> <p>на жестком режиме</p> <p>на мягком режиме</p>	<p>от 0,3+0,3</p> <p>до 1,0+1,0</p> <p>до 1,5+1,5</p> <p>от 0,5+0,5</p> <p>до 1,5+1,5</p> <p>до 3,0+3,0</p> <p>от 0,5+0,5</p> <p>до 2,0+2,0</p> <p>до 5,0+5,0</p>
<p>Наибольшая длительная производительность при сварке деталей толщиной 1,0+1,0 мм при рабочем ходе 6 мм, сварок/мин., не менее</p> <p>из низкоуглеродистой стали</p> <p>из алюминиевых сплавов</p>	<p>150</p> <p>60</p>
<p>Масса машины, кг, не более</p>	<p>1300</p>

3. Коэффициенты трансформации по ступеням приведены в табл. 3.2

Таблица 3.2 Коэффициенты трансформации по ступеням

Ступень трансформатора		1	2	3	4	5	6	7	8
Коэффициент трансформации при напряжении и частоте	380 В 50 Гц	104	94	81	71	69	59	46	36
	440 В 60 Гц								
	380 В 60 Гц	91	82	72	63	59	50	40	31
	415 В 50 Гц	115	104	90	79	75	64	50	39
Положение ручек переключателя	1								
	2								
	3								

Порядок работы

1. Прежде, чем приступить к сварке деталей на машине необходимо ее наладить и опробовать в действии при включенном сварочном токе, для чего:

- откройте вентили, подводящие сжатый воздух и воду в машину (вентиль продувки системы охлаждения не открывать);
- подайте напряжение на машину, переводом рукоятки автоматического выключателя в положение “Включено”;
- установите тумблер S3, расположенный на пульте управления машины, в положение “Сжатие”;
- установите оптимальную величину рабочего хода верхнего электрода в зависимости от толщины, материала и конфигурации свариваемой детали;

– установите требуемое для сварки усилие сжатия электродов, что достигается подбором давления, подводимого сжатого воздуха пневмоклапаном по манометру ;

– нажмите педаль ножной кнопки ;

– отрегулируйте винт маслораспылителя на подачу 1-2 капель масла за 12-20 ходов верхнего электрода;

– установите тумблер S3, расположенный на пульте управления машины, в положение “Сварка”, а тумблер “Ток” на передней панели регулятора в положение “Выключено”;

– нажмите педаль ножной кнопки и проверьте работу машины по циклу без сварочного тока.

2. После опробования машины на холостом ходу можно приступить к наладке режимов сварки.

Оптимальный режим сварки определенных деталей устанавливается путем подбора величины усилия сжатия электродов, величины сварочного тока, времени прохождения тока через свариваемые детали, времени проковки и паузы.

Подбор ступени работы трансформатора может быть произведен по нагрузочным характеристикам отдельно для каждого раствора.

В соответствии с выбранным режимом сварки:

– установите требуемую ступень сварочного трансформатора при помощи ручек переключателя ступеней;

– установите требуемое усилие сжатия электродов в соответствии с графиком;

– установите тумблер “Ток”, расположенный на передней панели регулятора, в положение “Включено”. Тумблер S3 на пульте управления машины должен быть в положении “Сварка”;

– установите время отдельных операций на передней панели регулятора;

– приступите к пробной сварке.

					<i>ДП – 150202.65 – 071010308 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		54

3. При кратковременном прекращении работы машины (обеденный перерыв) обесточьте машину, переводом рукоятки автомата в положение “Выключено”, и прекратите подачу воды [12].

3.2 Установка для приварки шипов к настилу пола из титана

Для приварки шипов на титановый лист был разработан ряд технологического оборудования, состоящий из установки контактной точечной сварки, вибробункер с подающим механизмом, который автоматизирует процесс подачи заготовок под электрод, сварочной тележки перемещающего изделие в процессе всего технологического цикла.

3.2.1 Сварочная тележка

Сварочная тележка (3.2) устраняет необходимость наносить разметку на лист. Сварочная тележка имеет привод, что также устраняет необходимость перемещать тележку вручную. В ее состав входят:

- Двигатель (рис. 3.10);
- Редуктор (рис. 3.11);
- Соединительные муфты (смотри лист 6, позиция 4);
- Уголки (смотри лист 6, позиция 7);
- Швеллер (смотри лист 6, позиция 9);
- Ролики (смотри лист 6, позиция 2);
- Колеса (два приводных и два не приводных) (смотри лист 6, позиция 12);
- Струбцины (смотри лист 6, позиция 1);
- Механизм перемещения листа (рис. 3.3);

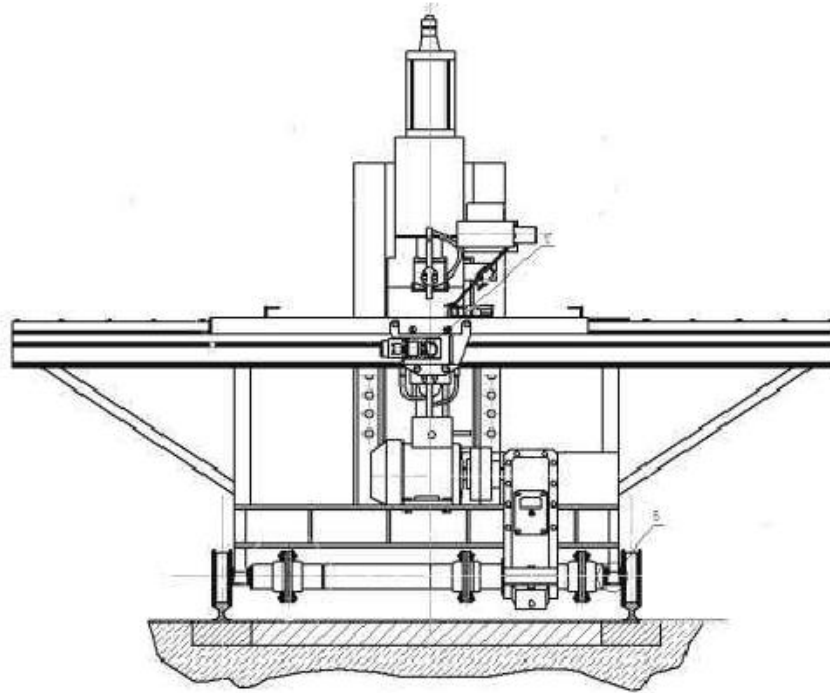


Рис. 3.2 – сварочная тележка

Передвижение листа вдоль сварочной тележки осуществляется двигателем, который управляется системой путевого контроля, обеспечивающей перемещение на один шаг автоматикой.

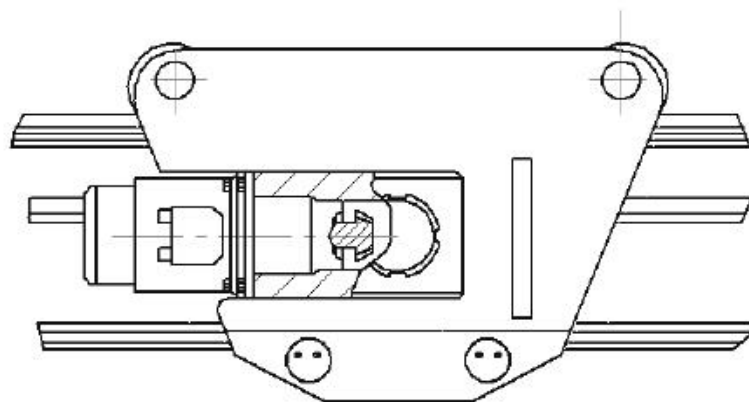


Рис. 3.3 – Механизм перемещения листа

Система автоматической установки шага точек имеет текстолитовый корпус 1, с высверленными отверстиями друг против друга, в которые

устанавливаются лампочка HL2, и фотодиод VD73, а также имеется гребёнка 4 проходящая через лампочку и фотодиод корпуса. Гребёнка представляет собой пластину с имеющимися технологическими прорезями представленной на рис. 3.4.

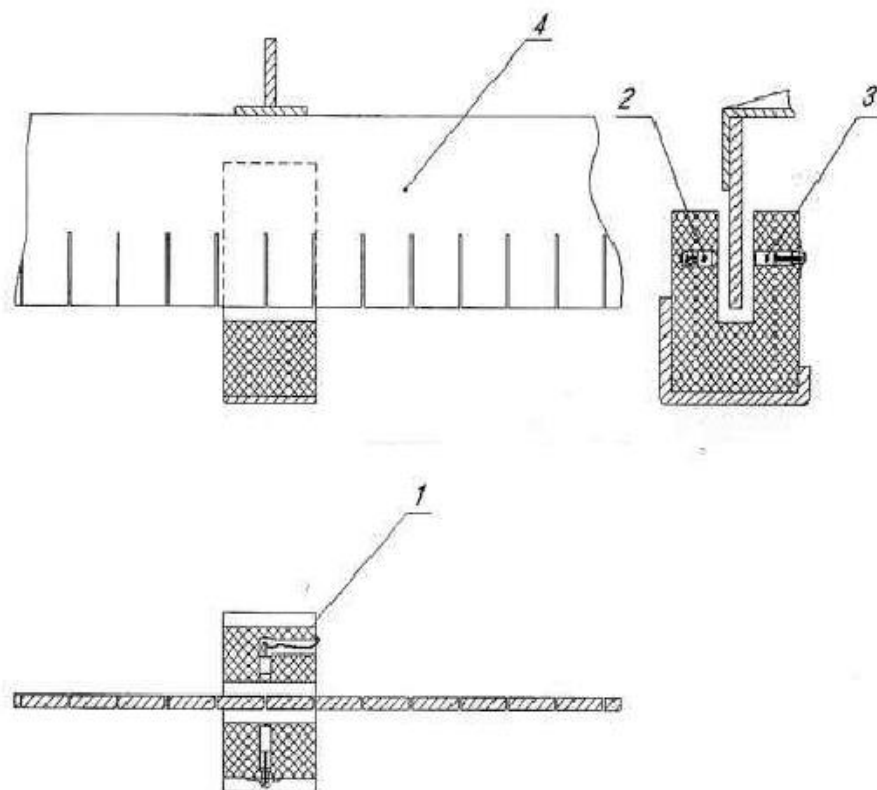


Рис. 3.4 – Гребенка

Назначение схемы автоматизации, исключить предварительную разметку всех сварочных точек, и таким образом уменьшить время подготовки под сварку. Разметка остаётся лишь для первой точки каждого стрингера.

Электрическая схема системы автоматической установки шага точек, показана на рисунке 3.5.

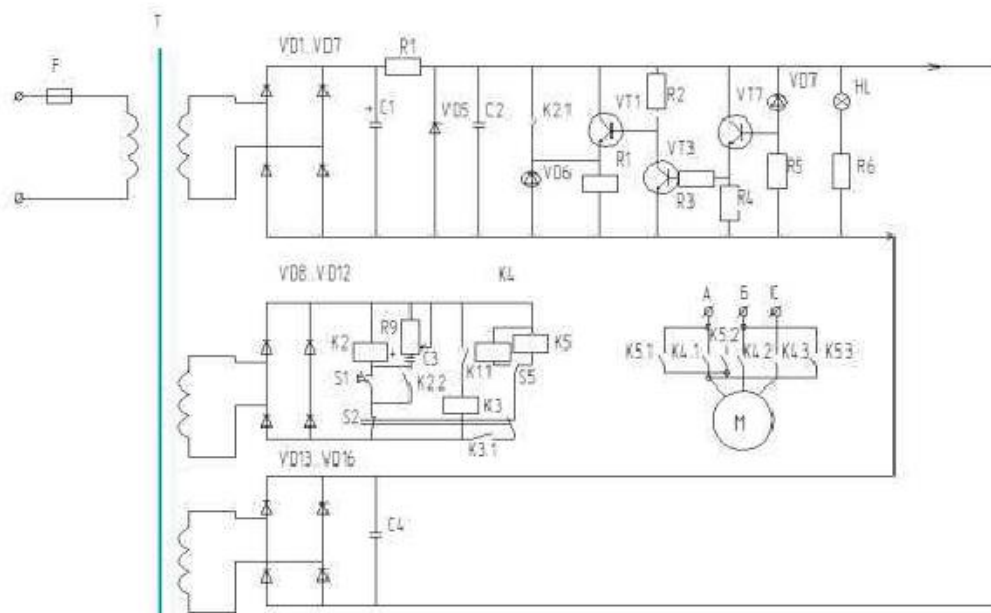


Рис. 3.5 – Электрическая схема установки

Схема работает следующим образом. После подключения трансформатора Т к сети, запитывается вся цепь системы и загорается лампа HL. Электронная часть питается через параметрический стабилизатор VD, R1, обеспечивающий рабочее напряжение 5В. Перед началом работы необходимо установить электрод сварочной машины над размеченной первой точкой, а гребёнку с шагом точек установить таким образом, чтобы первый вырез обеспечивал попадание света с HL на фотодиод VD7.

После этого нажимается педаль сварочной машины и производится сварка первой точки. Одновременно педалью включается кнопка S1 и запитывается реле K2, которое контактом K2.1, включает реле K1, а контактом K2.2 блокирует S1. Реле K1 включает промежуточное реле K3, которые контактом K3.1 подготавливает к включению магнитные пускатели K4 или K5, осуществляющие подключение двигателя перемещения тележки манипулятора в ту или другую сторону, в зависимости от положения переключателя S3. После окончания сварки точки педаль отпущена, а реле остаются включенными т.к. S1 заблокирована K2. После этого нажимается и держится кнопка S2 и подключается один из пускателей K4 или K5 и тележка

начинает движение. При этом разрывается цепь реле K2, но оно остаётся включенным, т.к. имеет цепь задержки отпускания S3, R9. Время задержки устанавливается таким образом, чтобы тележка с гребёнкой переместилась на расстояние, при котором свет от HL перестанет попадать на фотодиод VD7. Как только световой луч будет перекрыт, сопротивление VD7 увеличивается и эмитерный повторитель на транзисторе VT4 отключается, входной транзистор VT3 двух усилителя, а VT4 откроется и реле R1 получит питание через VT1 независимо от K2(K2.1). Далее реле K2 включается и движение продолжается.

При совпадении гребёнки, соответствующий шагу точки, фотодиод освещается лампочкой HL, его сопротивление резко падает, транзисторы VT4 и VT3 открываются, цепь базового тока VT1 шунтируется и он закрывается, а K1 открывается, отключая K3 и соответственно K4(K5) и двигатель останавливается, останавливая тележку. После этого кнопку S2 необходимо отпустить и произвести сварку, нажав педаль и соответственно S1. Далее происходит повторение вышеописанного.

После приварки последнего шипа в ряду цикл приварки отключается. Оператор включает поперечный привод сварочной тележки и она передвигается к машине МТ – 4019 на шаг 50 мм. После этого оператор переключает двигатель продольного перемещения на обратное движение и повторяет цикл приварки ряда шипов в противоположном направлении.

3.2.2 Подающий механизм

Подающий механизм служит для автоматической подачи заготовок под электрод. Он состоит из самого вибробункера (рис 3.6), в котором есть вращающийся крюк, имеющий меньшую толщину, чем заготовки, скользит по поверхности основания, загоняя заготовки в паз, который отводит их к отверстию в центре, там они по направляющей под силой собственного веса,

скатываются к подающему электромагнитному механизму, который подает заготовки к электроду.

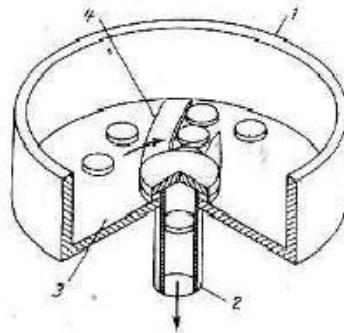


Рис. 3.6 – вибробункер

Подающий механизм разделяется на три взаимосвязанных устройства:

- Механизм поворота штанги (рис. 3.7).
- Механизм подачи заготовки в бандаж (рис. 3.8).
- Механизм отсечки заготовок (рис. 3.9).

Механизм поворота штанги приводится в движение электромагнитом и необходим для подачи заготовки от направляющей под электрод.

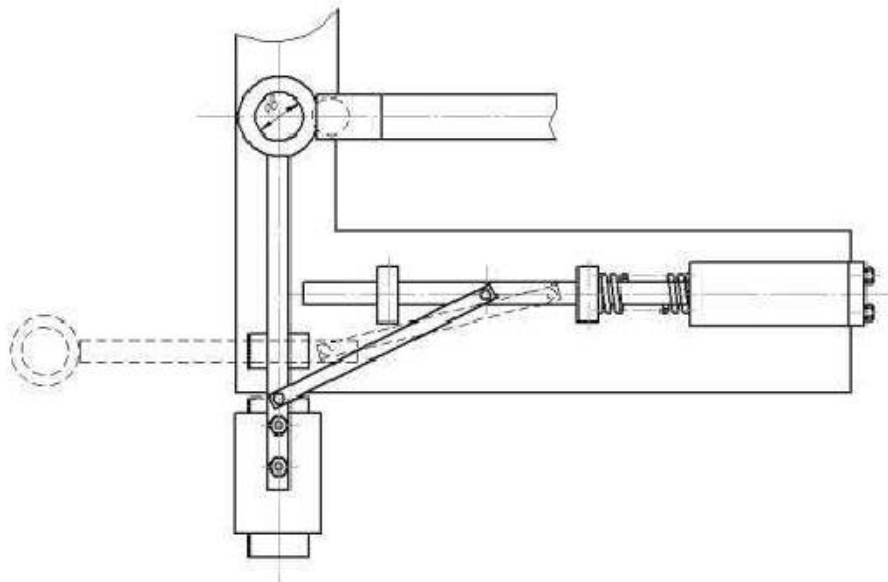


Рис. 3.7 – Механизм поворота штанги

Механизм подачи заготовки в бандаж тоже приводится в движение электромагнитом. Он подталкивает заготовку в бандаж (смотри лист 7, позицию 12), где она засасывается воздухом, который непрерывно проходит через него.

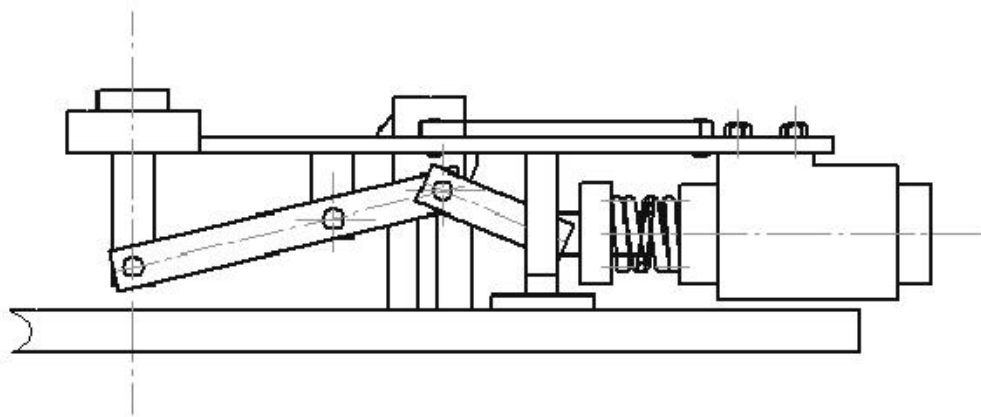


Рис. 3.8 – Механизм подачи заготовки

Механизм отсечки заготовок приводится в движение электромагнитом. Это устройство производит дозировку заготовок по направляющей.

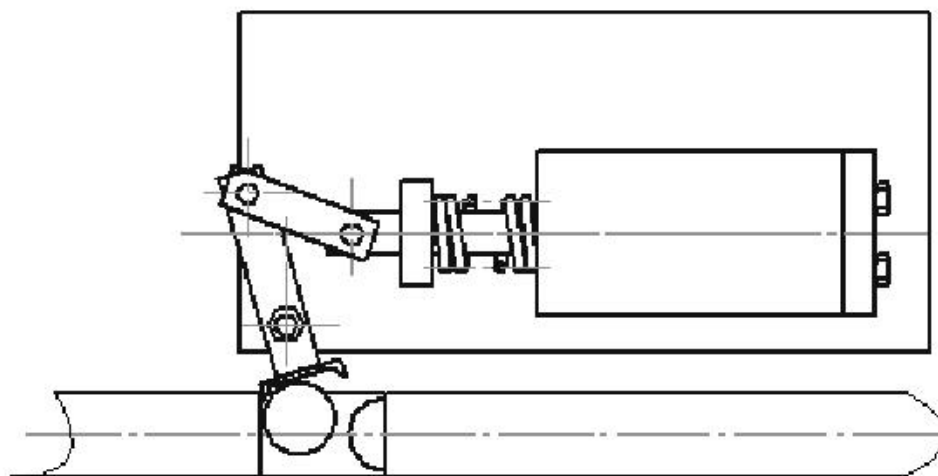


Рис. 3.9 – Механизм отсечки заготовки

3.3 Сварочное оборудование для сварки настила

На основании анализа типового технологического процесса сварки поперечных стыков титановых настилов, для обеспечения необходимого качества изделия были подобраны режимы сварки (таб. 3.3) [8].

Таблица 3.3 Режимы аргонодуговой автоматической сварки титановых полотнищ в стык

Толщина материала, мм.	Диаметр электрода, мм.	I, А	Длина дуги, мм.	Уд, В	Расход аргона л/мин			Скорость сварки, м/ч	t _{им} , с	t _п , с
					Q _{гз}	Q _{го}	Q _{гн}			
1,5	2		1,2							

Чтобы обеспечить данные режимы, необходимо применить специальную установку, которая должна включать сварочную головку с блоком автоматического регулирования сварки, и обеспечивать:

- скорость сварки
- необходимый сварочный ток
- напряжение дуги постоянного тока прямой полярности
- длину дуги
- необходимый расход аргона для защиты дуги, шва и обратной стороны шва
- необходимое усилие зажатия изделия
- необходимое время для заварки кратера
- минимальный ток заварки кратера

Возможен следующий вариант установки для сварки титановых труб. Это применение клавишных прижимов. В этом случае кромки титанового листа прижимаются прижимами, а сверху по направляющим вдоль оси шва движется головка.

В связи с тем, что для изготовления титановых настилов требуется особая защита шва и остывающих участков изделия целесообразно применить насадку, прикрепляемую на сварочную горелку, для обеспечения защиты остывающих участков сварного соединения.

Для подобранных сварочных режимов выбираем сварочную головку.

Головка ГСУ-9. Предназначена для автоматической сварки поперечных и продольных швов в защитных газах неплавящимися электродами конструкций из легких сплавов средней толщины. Она состоит из механизмов горизонтального и вертикального перемещений горелки, кронштейна подвески головки, горелки для сварки и источника питания.

Механизм горизонтального перемещения предназначен для настройки горелки на свариваемый стык, он расположен в верхней части головки и состоит из корпуса, внутри которого смонтирован ходовой винт, приводящийся во вращение приводом. Скорость перемещения горелки регулируется изменением числа оборотов двигателя. Ход механизма - 40 мм.

Механизм вертикального перемещения горелки предназначен для регулирования величины зазора между изделием и неплавящимся электродом, он состоит из корпуса, внутри которого смонтирован шток с внутренней трапецидальной резьбой. Поступательное движение штока осуществляется двигателем постоянного тока. Возможно перемещение штока и вручную с помощью маховика. Ход механизма - 60мм [13].

Технические характеристики ГСУ-9.

Сварочный ток $I_{св}$, А _____ 315

Номинальное напряжение питающей сети, В _____ 380

					<i>ДП – 150202.65 – 071010308 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		63

Максимальная потребляемая мощность, кВт _____ 19.5

Диаметр вольфрамового электрода, мм _____ 2 - 5

Скорость сварки $V_{св}$, м/ч _____ 20-100

Масса, кг _____ 35

Устойчивость горения дуги зависит от соотношения форм внешней характеристики источника питания заданной форме статической характеристики дуга. Для автоматической сварки в защитных газах неплавящимся электродом, когда характеристика дуги, падающая или жесткая, внешняя характеристика источника питания должна быть крутопадающей. В соответствии с этим и по рекомендациям справочной литературы [5] выбираем для автоматической аргодуговой сварки неплавящимся электродом выпрямитель ВСВУ-400.

Источник питания серии ВСВУ предназначен для автоматической сварки изделий и обычных, коррозионно-стойких и жаропрочных сталей и сплавов, титановых сплавов открытой и сжатой дугой в непрерывном и импульсном режимах.

Источники серии ВСВУ обеспечивают:

- стабилизацию установленного сварочного тока $\pm 2,5$ % при изменениях напряжения сети ± 10 %, длины от дуги от 0,5 до 6 мм и температуры окружающей среды от +5 до +35°C

- плавное, регулируемое во времени, автоматическое нарастание тока в начале сварки от минимального до заданного значения, благодаря чему, происходит равномерный разогрев конца вольфрамового электрода и повышается его стойкость;

- работу в непрерывных импульсных режимах;

- модулирование формы импульса, практически от прямоугольной до треугольной;

- плавное, регулируемое во времени, снижения тока от рабочего до минимального значения в конце сварки при заварке кратера.

					<i>ДП – 150202.65 – 071010308 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		64

Независимость сварочного тока от температуры окружающей среды достигается благодаря тому, что элементы электрической схемы источника, чувствительные к изменению температуры среды, помещены в термостат специальной конструкции, входящий в блок регулирования. Техническая характеристика источника питания ВСВУ-400 приведена в таблице 3.4 [13].

Таблица 3.4 Техническая характеристика ВСВУ-400.

Параметры.	ВСВУ-400
1. Номинальный сварочный ток, А.	400
2. Пределы регулирования тока, А: сварочного дежурной дуги	8-450 8-150
3. Режим работы ПН %	60
4. Продолжительность цикла сварки, мин.	60
5. номинальное рабочее напряжение, В.	30
6. Номинальное напряжение питающей сети, В.	380
7. Габаритные размеры, мм.	520*800*1200
8. Масса, кг (не более).	420

Примечание: Климатическое исполнение, категория размещения ВСВУ-400-УЗ;

Нижний предел температуры окружающего воздуха +5 °С.

Для управления сварочной головкой предназначен комплект БАРС.

БАРС-2В. Система блоков автоматического регулирования «БАРС-2В» обеспечивает стабилизацию, программное управление сварочным током с источником ВСВУ-400, скоростями сварки (в непрерывном и импульсном режимах), частотой колебаний электрода, слежение по напряжению сварочной дуги и используется со сварочными головками типа ГСП, АНС, ГНС, ГСУ, АСТВ.

Техническая характеристика блока Барс-2В

- напряжение питания 220В±10%, 50Гц;
- мощность потребления при номинальной нагрузке не более 2,4 кВт,
- выходная мощность регуляторов (при токе якоря до 5А и напряжении

до 60В) не более 300 Вт;

- выходная мощность регулятора сварочного тока (при токе нагрузки до 10А и напряжении до 60В) не более 600 Вт;
- пределы регулирования напряжения на якоре исполнительного двигателя от 2В до $U_{ном}$, где $U_{ном.}=27$ или 60 В,
- уменьшение напряжения на якоре исполнительного двигателя при изменении тока якоря в пределах от 0 до $U_{ном}$ не более 1%;
- зона нечувствительности при слежении не более 0,15 В;
- диапазон слежения за напряжением сварочной дуги 8,5-27 В;
- диапазон изменения длительности импульса и паузы при импульсной подаче проволоки 0,5-5 (с шагом 0,5 с);
- число ступеней программирования 4;
- диапазон регулирования времени ступени 2-10 с или 10-50 с,
- время нарастания сварочного тока до 20 с;
- время спада сварочного тока до 30 с.

Для возбуждения дуги неконтактным способом в источниках питания серии ВСВУ использован осциллятор последовательного включения типа ОСПЗ-300 М-1. Уровень помех, создаваемый при работе источников серии ВСВУ, снабженных осциллятором, не превышает пределы установленных норм. Техническая характеристика осциллятора ОСШТЗ-300 М-1 приведена в таблице 3.5 [13]

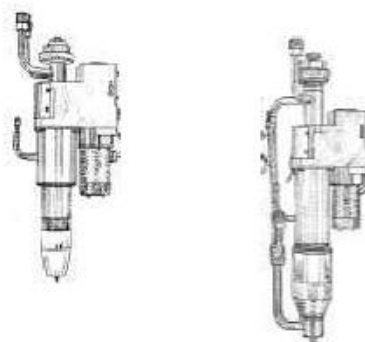
Таблица 3.5 Техническая характеристика осциллятора ОСПЗ-300 М-1.

Параметры.	ОСПЗ-300 М-1
1. Номинальный ток цепи, в которую включается осциллятор, А: При ПН%=100	240 400
2. Частота следования импульсов, кГц.	15-20
3. Амплитуда импульсов напряжения, В.	5000

4. Межэлектродный пробиваемый промежуток мм: среде аргона	3
5. Напряжение питающей сети, В.	220
6. Габаритные размеры, мм.	225*290*156
7. Масса, кг.	5,6

Описание горелки. В настоящее время на установках для автоматической сварки применяются системы автоматического регулирования напряжения дуги (АРНД), работа которых основана на существующей зависимости между длиной дуги и ее напряжением.

В ИЭС им. Е.О. Патона была разработана принципиально новая конструкция горелки с системой АРНД. Отличительная особенность их состоит в том, что подвижной частью является только цангодержатель с неплавящимся электродом, а это приводит к значительному снижению инерции подвижных частей горелки и позволяет существенно повысить скорость перемещения электрода.



I

II

Рис. 3.10 – Сварочные горелки А-1736

Конструкция горелки включает в себя электродвигатель со встроенным планетарным редуктором типа МН-145, который передает движение

					ДП – 150202.65 – 071010308 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

цангодержателю с неплавящимся электродом. Перемещение только электрода относительно изделия, а не горелки, позволяет сохранять постоянное расстояние между срезом сопла и изделием, обеспечивая качественную защиту зоны сварки инертным газом.

Учитывая необходимость выполнять сварку в широком диапазоне токов, горелки имеют два исполнения.

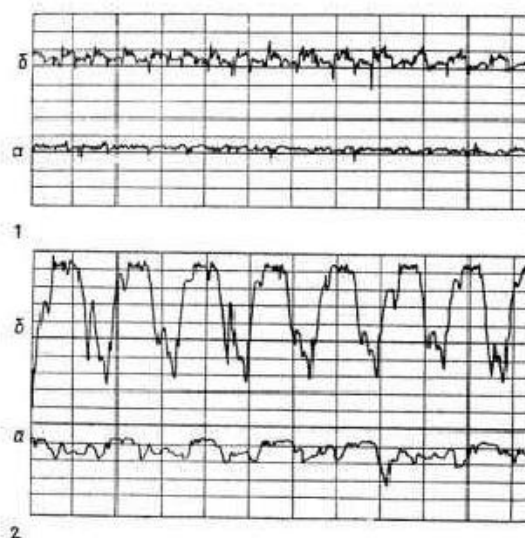


Рис. 3.11 – Осциллограмма отклонений напряжения дуги от номинального значения при скорости сварки 20 – (а), 60 м/ч – (б) и воздействии внешних периодических возмущений на систему АРНД: 1- применение горелки А-1736, 2 – сварочной головки

Техническая характеристика горелок типа А-1736:

	1	2
Номинальный сварочный ток, А	315	630
Диаметр неплавящихся электродов, мм	2-5	4-10
Скорость перемещения электрода, мм/с	5-6	
Ход электрода относительно среднего положения, мм	±10	
Охлаждение	водяное	

На рис. 3.11 [14] показаны осциллограммы отклонения напряжения дуги от номинального значения при наличии внешних периодических возмущений, полученные с помощью горелок А-1736 (а) и сварочной головки (б). Видно, что отклонение напряжения дуги в первом случае гораздо меньше при скорости сварки 20, так и 60 м/ч.

Исходя из выше сказанного, выбираем сварочную горелку А-1736 первого типа. Водное охлаждение в данном случае не требуется, так как при сварке титановых листов толщиной 1,5мм используются токи порядка 80-120А [14].

3.4 Расчет элементов выбранного оборудования

3.4.1 Расчет элементов сварочной тележки

Сопротивление передвижению.

Сопротивление передвижению тележки с номинальным грузом, приведенное к ободу ходового колеса, определяется по формуле

$$W_{mp} = \frac{Q + G_T}{D_{x.k.}} (2\mu + fd) k_p, \quad (3.1)$$

где: Q- вес номинального груза (15,2 кг.);

G_T -собственный вес тележки (560 кг.);

$D_{x.k.}$ -диаметр поверхности катания ходового колеса тележки (200 мм.);

d-диаметр цапфы вала ходового колеса (35 мм.);

μ -коэффициент трения качения (0,03 см.);

f-коэффициент трения в опоре вала колеса(0,015);

k_p -коэффициент, учитывающий сопротивление трения реборд ходовых колес и торцов ступиц колеса (2,5);

$$W_{mp} = \frac{15,2 + 360}{20} * (2 * 0,03 + 0,015 * 3,5) * 2,5 = 5,2 \text{ кг.}$$

					ДП – 150202.65 – 071010308 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

Выбор электродвигателя и редуктора. Выбор электродвигателя для механизма передвижения сварочной тележки производится по максимально допустимому пусковому моменту двигателя, при котором обеспечивается надлежащий запас сцепления ходового колеса с рельсом, исключающий возможность буксования при передвижении тележки без груза и в процессе пуска.

При пуске максимально допустимое значение ускорения тележки, при котором обеспечивается заданный запас сцепления 1,2, определяется по уравнению

$$a_{\max} = \left[\frac{n_{np}}{n_k} \left(\frac{\varphi}{1,2} + f \frac{d}{D_{х.к.}} \right) - (2\mu + fd) \frac{k_p}{D_T} \right] g; \quad (3.2)$$

где: n_{np} -число приводных колес (2);

n_k -общее число ходовых колес (4);

φ -коэффициент сцепления ходового колеса с рельсом, принимаемый равным 0,2, если сварочная тележка работает в помещении;

g -ускорение силы тяжести;

$$a_{\max} = \left[\frac{2}{4} \left(\frac{0,2}{1,2} + 0,015 \frac{3,5}{20} \right) - (2 * 0,03 + 0,015 * 3,5) \frac{2,5}{20} \right] 9,81 = 0,69 м / сек.^2$$

Необходимый пусковой момент электродвигателя

$$M_{пуск} = M_c + 1,2 \frac{GD_{\partial\alpha}^2 n_{\partial\alpha}}{375 t_n} + \frac{G_r D_{x.к.}^2 n_{\partial\alpha}}{375 t_n i_0^2 \eta_0}; \quad (3.3)$$

В этой формуле неизвестными величинами, кроме $M_{пуск}$, являются маховый момент ротора двигателя $GD_{\partial\alpha}^2$, число оборотов электродвигателя $n_{\partial\alpha}$, передаточное число редуктора и к. п. д. механизма. Так как нами принят в качестве передачи цилиндрический зубчатый редуктор типа ВК, то к. п. д.

передачи при установке ходовых колес на подшипниках качения можно принять равным $\eta_0 = 0,9$.

Определим мощность двигателя по статическому сопротивлению при перемещении тележки с номинальным грузом:

$$N_{cm} = \frac{W_{mp} v_T}{102 * 60 \eta_0} = \frac{5,2 * 50}{102 * 60 * 0,9} = 1,4 \text{ кВт}; \quad (3.4)$$

В каталоге на двигатели наименьшую мощность, равную 2,2 кВт, имеет двигатель МТ 11-6(885 об/мин. При ПВ 25%). Маховый момент ротора $GD_{\text{дв}}^2 = 0,17 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$. Кратность максимального момента 2,3. Число оборотов ходовых колес.

$$n_{x.k} = \frac{v_T}{\pi D_{x.k}} = \frac{50}{3,14 * 0,20} = 8; \quad (3.5)$$

Передаточное число редуктора

$$i_0 = \frac{n_{\text{дв}}}{n_{x.k}} = \frac{885}{8} = 110; \quad (3.6)$$

По нормали на редукторы выбираем редуктор типа ВК. Наиболее подходящим для установки на тележке является редуктор ВК475 с передаточным числом $i = 109,61$. Этот редуктор рассчитан на передачу мощности 2,3 кВт при числе оборотов ведущего вала 1000 в минуту.

Тогда фактическое число оборотов в минуту ходовых колес

$$n_{x.k} = \frac{n_{\text{дв}}}{i_0} = \frac{885}{109,61} = 8 \text{ об / мин.} \quad (3.7)$$

Фактическая скорость передвижения тележки

$$v_T = \pi D_{x.k} n_{x.k} = 3,14 * 0,2 * 8 = 5 \text{ м / мин.} \quad (3.8)$$

Требуемая при этом мощность двигателя

$$N_{с.треб.} = \frac{5,2 * 5}{102 * 60 * 0,9} = 1,4 \text{ кВт.}$$

Время пуска при максимально допустимом ускорении

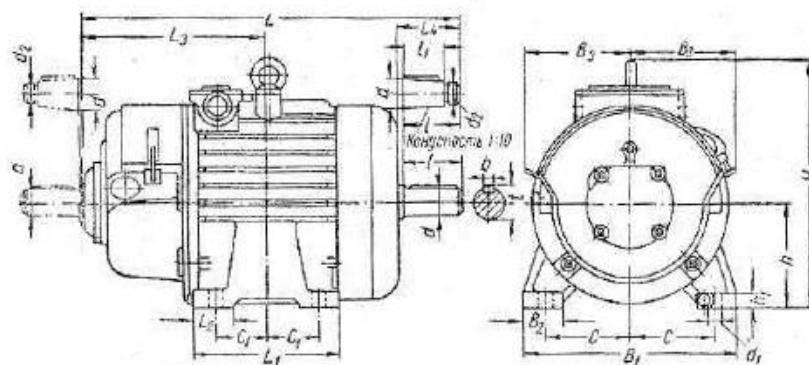


Рис. 3.12 – Двигатель МТ 011 – 6

Таблица 3.6 Габаритные размеры двигателя МТ 011-6

L	L1	L3	B1	B2	B3	C	C1	d	H	h
515.5	200	313	230	50	133	90	25	19	313	125

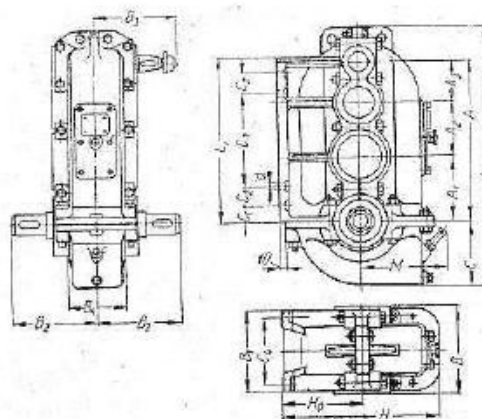


Рис. 3.13 – Редуктор ВК-475

Таблица 3.7 Габаритные размеры редуктора ВК-475

Межцентровые расстояния				Основные размеры					C	L ₁	B ₁	C ₁	B ₄	H ₀	M
A	A ₁	A ₂	A ₃	B	H	L	B ₂	B ₃							
475	210	160	105	255	450	790	255	242.5	200	482	250	50	165	220	325

3.4.2 Описание роликового конвейера

В серийном производстве для транспортировки грузов широко используют различные конвейеры и их отдельные элементы (направляющие ролики, поворотные опоры, подъемные ролики и т.д.).

В данном курсовом проекте используется приводной роликовый конвейер, состоящий из двух частей с индивидуальными приводами, которые осуществляют перемещение титановых листов по горизонтали. По всей длине роликового конвейера, которая равняется длине всего изделия, расположены направляющие ролики, предотвращающие перекося или закусывание листов во время движения.

Привод конвейера включает в себя три основных узла:

1. Двигатель
2. Редуктор
3. Передаточный механизм (ролик конвейера)

Для перемещения листов с заданной скоростью (лист 2) необходимо правильно выбрать двигатель и редуктор:

3.4.3 Определение потребной мощности и выбор электродвигателя

Расчетная мощность электродвигателя в киловаттах определяется по зависимости [16]:

$$P_p = \frac{T_E \cdot \omega}{\eta_0} \quad (3.15)$$

где T_E – постоянный вращающий момент на валу исполнительного механизма, эквивалентный переменному моменту, заданному графиком нагрузки ($T_E = 0,25$ кНм);

ω - угловая скорость вращения вала исполнительного механизма конвейера, рад/с;

η - общий коэффициент полезного действия привода (0,85).

Угловая скорость вращения вала ИМ [16]:

$$w = \frac{2000 \cdot v}{Dp}, \quad (3.16)$$

где v – скорость тягового элемента конвейера, м/с;

Dp – диаметр ролика, мм.

В нашем случае:

$$w = \frac{2000 \cdot 0,03}{57} = 1,05 \text{ с}^{-1}$$

Полученные значения подставим в формулу 2

$$P_p = \frac{T_E \cdot w}{\eta_0} = \frac{0,25 \cdot 1,05}{0,85} = 0,308 \text{ кВт} \quad (3.17)$$

Частота вращения вала ИМ [16]:

$$n_{ИМ} = \frac{30 \cdot w}{\pi}, \quad (3.18)$$

где W – угловая скорость вала ИМ.

В нашем случае:

$$n_{ИМ} = \frac{30 \cdot w}{\pi} = \frac{30 \cdot 1,05}{3,14} \approx 10,03 \text{ об/мин.}$$

Для однозначного выбора электродвигателя одной расчетной мощности недостаточно. Необходимо также знать расчетную частоту вращения вала электродвигателя или возможный диапазон ее изменения.

$$n_{двиг \text{ max}} = n_{ИМ} \cdot U_{оmax} \quad (3.19)$$

$$n_{двиг \text{ min}} = n_{ИМ} \cdot U_{оmin},$$

где $n_{двиг \text{ max}}$, $n_{двиг \text{ min}}$ – соответственно максимальная и минимальная частота вращения вала электродвигателя, об/мин. $U_{оmax}$, $U_{оmin}$ – соответственно максимальное и минимальное общее передаточное число кинематической схемы привода.

Таким образом [16]:

$$n_{двиг \text{ max}} = n_{ИМ} \cdot U_{оmax} = 10,03 \cdot 100 = 1003 \text{ об/мин}$$

$$n_{\text{двиг min}} = n_{\text{им}} \cdot U_{\text{оmin}} = 10,03 \cdot 15,75 = 157,9 \text{ об/мин}$$

Выбираем электродвигатель по условиям [22]:

$$P_p \leq P_{\text{табл.}} \quad (3.20)$$

$$n_{\text{дв min}} < n_{\text{таб}} < n_{\text{дв max}}$$

$P_{\text{табл}}$, $n_{\text{таб}}$ – табличные значения соответственно мощности, кВт и частоты вращения вала, об/мин.

Далее производим проверку выбранного двигателя на перегрузку. Она преследует цель предотвратить “ опрокидывание ” (остановку двигателя под нагрузкой) при резком увеличении нагрузки. Проверку производят при возможных неблагоприятных условиях эксплуатации, когда напряжение в электросети понижено на 10%, а нагрузка достигает максимального значения

$$P_{\text{таб}} \geq 0,13 \frac{T_{\text{max}} \cdot n_{\text{таб}}}{\Psi_n \cdot U \cdot \eta_0}$$

[16].

где $P_{\text{табл}}$ – номинальная мощность двигателя по каталогу, кВт;

T_{max} – максимальный момент при эксплуатации (по графику нагрузки);

$N_{\text{табл}}$ – асинхронная частота вращения вала электродвигателя по каталогу;

Ψ_n – кратность пускового момента по каталогу на двигатель;

Если это условие не выполняется, то выбираем двигатель большей мощности.

Таким образом, по справочнику [17], стр. 535 выбираем два электродвигателя, которые удовлетворяют условиям (3.19)

4A71A6Y3 $P_{\text{таб}} = 0,37 \text{ кВт}$ $n_{\text{таб}} = 1000 \text{ об/мин}$

4A80A8Y3 $P_{\text{таб}} = 0,37 \text{ кВт}$ $n_{\text{таб}} = 750 \text{ об/мин}$

4A71A6Y3 4A80A8Y3

$$a_6=0,37 \text{ кВт}$$

$$n_{\text{таб}}=1000 \text{ об/мин}$$

$$P_{\text{таб}} \geq 0,13 \cdot \frac{T_{\text{max}} \cdot n_{\text{вт}}}{\Psi_n \cdot \eta_o \cdot U_{\text{вт}}} =$$

$$= \frac{0,02 \cdot 1000}{2,0 \cdot 0,85 \cdot 99,7} = 0,12 \text{ кВт}$$

$$U_{\text{общ1}} = \frac{n_{\text{вт}}}{n_{\text{ш}}} = \frac{1000}{10,03} = 99,7$$

$$T_{\text{max}}=1,7T=1,7 \cdot 0,01425=0,02 \text{ кНм}$$

$$P_{\text{таб}}=0,37 \text{ кВт};$$

$$n_{\text{таб}}=750 \text{ об/мин}$$

$$P_{\text{таб}} \geq 0,13 \cdot \frac{T_{\text{max}} \cdot n_{\text{вт}}}{\Psi_n \cdot \eta_o \cdot U_{\text{вт}}} =$$

$$= \frac{0,02 \cdot 750}{2,0 \cdot 0,85 \cdot 74,7} = 0,12 \text{ кВт}$$

$$U_{\text{общ2}} = \frac{n_{\text{вт}}}{n_{\text{ш}}} = \frac{750}{10,03} = 0,12$$

$$T_{\text{max}}=1,7T=1,7 \cdot 0,01425=0,02 \text{ кНм}$$

Оба электродвигателя удовлетворяют условию (3.19). Для удобства расчеты в дальнейшем будет производиться по двигателю серии 4А80А8У3.

3.4.4 Определение передаточного числа привода и его разбивка по ступеням передач.

Редуктор цилиндрический двухступенчатый.

Общее передаточное число привода определяется по формуле [16]:

$$U_0 = \frac{n_{\text{таб}}}{n_{\text{ш}}}, \quad (3.22)$$

$$U_{\text{ред1}} = \frac{U_{\text{вт1}}}{U_{\text{ш}}} = \frac{99,7}{2,5} \approx 39,8$$

$$U_{\text{ред2}} = \frac{U_{\text{общ2}}}{U_{\text{ш}}} = \frac{74,7}{2,5} = 29,8$$

Из стандартного ряда чисел $U_{\text{ред1}}=40$

$U_{\text{ред2}}=20$

$$U_{\text{мин1}} = 0,88 \sqrt{U_{\text{ред1}}} = 0,88 \cdot \sqrt{40} \approx 5,5$$

$$U_{\text{мин2}} = 0,88 \sqrt{U_{\text{ред2}}} = 0,88 \cdot \sqrt{20} \approx 4$$

$$U_{\text{быст1}} = \frac{U_{\text{ред1}}}{U_{\text{мин1}}} = \frac{40}{5,5} \approx 7,3$$

$$U_{\text{быст2}} = \frac{U_{\text{ред2}}}{U_{\text{мин2}}} = \frac{20}{4} = 5$$

Не подходит, так как $U_{\text{быст1}} > U_{\text{рек}}$, где

$$U_{\text{рек}}=(1,0 \dots 5,0).$$

						Лист
					ДП – 150202.65 – 071010308 ПЗ	77
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

После определения общего передаточного числа редуктора производится его разбивка по отдельным ступеням передач. Передаточные числа цилиндрических и конических редукторов, проектируемых для серийного производства, выбираются из рядов:

1-й ряд	2,0	2,5	3,15	4,0	5,0	6,3	8	10	12,5
2-й ряд	2,24	2,8	3,55	4,5	5,6	7,1	9	11,2	-

$$U_6=5, U_7=4, U_{ред}=5.$$

3.4.5 Выбор стандартного редуктора

Редуктор – передача зацеплением, заключённая в герметичный корпус, предназначенная для повышения крутящего момента и понижения частоты вращения валов кинематической цепи от двигателя к рабочему органу. Из технического задания нам известно, что в нашем приводе конвейера используется червячный редуктор. Выбор редуктора будем производить по следующим параметрам:

- По типу
- По передаточному числу
- По крутящему моменту на тихоходном валу [17]:

$$T=T_3 \cdot K \tag{3.23}$$

где T_3 – крутящий момент на тихоходном валу ($T_3 = 20 \text{ Н} \cdot \text{м}$).

K – коэффициент запаса ($K = 1,75$).

В нашем случае

$$T=20 \cdot 1,75=35 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Таким образом, по вышеуказанным условиям выбираем редуктор Ц2У – 100 [11], [20], [17].

3.5 Расчет клавишного зажимного устройства

Расчет клавишного зажимного устройства производится в две стадии: определение необходимых усилий зажатия собираемых деталей и расчет конструкции сборочно-сварочного устройства на прочность и жесткость под действием этих усилий.

В сборочно-сварочном устройстве могут действовать следующие силы:

- силы, необходимые для удержания изделия от деформирования в процессе сварки и последующего остывания, в том числе и силы, возникающие при остывании и усадке сварных швов.
- усилия, необходимые для предварительного деформирования изделия с целью компенсации остаточной деформации.
- локальные усилия для подгибки деталей при сборке с целью их плотного прижатия к соседней детали и устранения местных зазоров.

Для листовых полотнищ основными видами сварочных деформаций являются:

- местные выпучены – овалы или округлы.
- перемежающиеся выступы и впадины цилиндрической формы (волнистость).
- угловая деформация в виде так называемого “домика” по оси стыкового шва.
- скручивание.

В расчетах на прочность следует учитывать главным образом те реактивные усилия, которые возникают на зажимных стендах в результате образования выпучен и “домиков” под действием температурных и усадочных изгибающих моментов.

Расчетное удельное усилие на кромку определяется следующим образом [18]:

$$P_{дон} = \frac{\sigma_m * \delta^2}{6 * l} , \quad (3.24)$$

где σ_T – допускаем напряжение ($\sigma_T = 2500 \text{ кгс/см}^2$);

					<i>ДП – 150202.65 – 071010308 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		79

δ – толщина листа, см;

l – расстояние от оси стыка до прижима.

$$P_{\text{доп}} = \frac{2500 * (0,15)^2}{6 * 2,1} = 4,46 \text{ кгс/см}$$

Расчетное удельное усилие на обе кромки определяется следующим образом [18]:

$$Q_{\text{доп}} = 2 * 100 * P_{\text{доп}} = 200 * 4,46 = 920 \text{ кгс/м} \quad (3.25)$$

Определяем значения прогибов следующим образом [18]:

$$f_0 = \frac{4 * P * l^3}{E * \delta^3}, \quad (3.26)$$

где E – модуль упругости, кгс/см (для титана $E = 2,1 * 10^6$ кгс/см);

$$f_0 = \frac{4 * 20 * (2,1)^3}{2,1 * 10^6 * (0,15)^3} = 0,104 \text{ см}$$

$$f = l * \text{tg} \alpha, \quad (3.27)$$

где $\text{tg} \alpha$ – величина угловой деформации ($\text{tg} \alpha = 0,01$)

$$f = 2,1 * 0,01 = 0,21 \text{ см}$$

Величина возможного зазора определяется следующим образом [18]:

$$f' = f - f_0 = 0,21 - 0,104 = 0,106 \text{ см} \quad (3.28)$$

Удельное усилие прижимов на кромку определяется следующим образом [18]:

$$p = \frac{\delta^3 * \text{tg} \alpha * E}{4 * l^2} = \frac{(0,15)^3 * 0,01 * 2,1 * 10^6}{4 * (2,1)^2} = 4,02 \text{ кгс/см}, \quad (3.29)$$

Напряжение в изгибе металла шва определяется следующим образом [7]:

$$\sigma_u = \frac{p * l * 6}{\delta^2} = \frac{4,02 * 2,1 * 6}{(0,15)^2} = 2251,2 \text{ кгс/см}^2 \quad (3.30)$$

Напряжение в изгибе металла шва не превышает допустимого напряжения, т.е. $\sigma_{и} < \sigma_{т}$, следовательно, искомую критическую величину угловой деформации “домика” определяется следующим образом [18]:

$$\operatorname{tg} \alpha_{кр} = \frac{2}{3} * \frac{l * \sigma_m}{E * \delta} = \frac{2}{3} * \frac{2,1 * 2500}{2,1 * 10^6 * 0,15} = 0,015 \quad (3.31)$$

Действительная угловая деформация $\operatorname{tg} \alpha_{кр} = 0,01$, т.е. значительно меньше критической, и поэтому расчет усилий на прижимах произведен по формуле [19].

Необходимое усилие шланга, приходящееся на единицу длины определится из уравнения [18]:

$$Q = 1,05 * p * \frac{l}{l_3}, \quad (3.32)$$

где p – необходимое усилие прижатия кромки листа к стенду, кгс/см;

l, l_3 - плечи действия сил, см.

$$Q = 1,05 * 20 * \frac{55}{39} = 30 \text{ кгс/см}$$

Необходимое усилие возвратной пружины определяется следующим образом [18]:

$$P_1 = \frac{G * l_2 + 0,05 * p * l}{l_1}, \quad (3.33)$$

где G – собственный вес клавиш, кгс;

l_1, l_2 – плечи действия сил, см.

$$P_1 = \frac{0,5 * 29 + 0,05 * 20 * 55}{17,5} = 4 \text{ кгс/см}$$

Необходимое давление на каждую клавишу определяется следующим образом [18]:

$$Q_{кв} = Q * t, \quad (3.34)$$

где t – шаг клавишей, мм.

$$Q = 30 * 35 = 1050 \text{ кгс}$$

Усилие возвратной клавишной пружины определяется следующим образом [18]:

$$P_{\text{пруж}} = p * t = 4 * 35 = 140 \text{ кгс} \quad (3.35)$$

По условиям эксплуатации стенда и ввиду возможной волнистости листов достаточно, чтобы вертикальный ход прижимного конца клавиш был 30мм. К этой величине надо прибавить величину вертикальной деформации несущих балок, которая равна 9мм. Таким образом, общий ход клавишей должен быть $h_k = 40$ мм.

С учетом соотношения плечо рычага – клавиша соответствующий ход шланга определяется следующим образом [18]:

$$h = 40 * \frac{l_3}{l} = 40 * \frac{390}{550} = 29 \text{ мм} = 2,9 \text{ см} \quad (3.36)$$

Ход возвратной пружины определяется следующим образом [18]:

$$x = 40 * \frac{l_1}{l} = 40 * \frac{175}{550} = 13 \text{ мм} \quad (3.37)$$

При давлении воздуха 5ати необходимый диаметр шланга определится следующим образом [18]:

$$d_{\text{ш}} = \frac{2 * Q}{\pi * q} + h + \Delta, \quad (3.38)$$

где q – давление воздуха, кгс/см² ($q = 5$ кгс/см²).

Δ - остаточный зазор внутри полости сплющенного шланга в его не рабочем состоянии, для зажимных устройств можно принимать $\Delta = 3 - 5$ мм.

$$d_w = \frac{2 * 30}{3,14 * 5} + 2,9 + 0,5 = 7,2 \text{ см}$$

Выбираем прорезиненный пожарный рукав с внутренним диаметром $d = 75$ мм.

Допускаемое давление на регуляторе определяется следующим образом [18]:

$$q_{доп} = \frac{\pi}{2} * q * (d_w - h - \Delta) = \frac{3,14}{2} * 5 * (7,5 - 2,9 - 0,5) = 4,6 \text{ атм} \quad (3.38)$$

Прочность клавиша на изгиб под действием шлангового пневматика определяется следующим образом [18]:

$$P = p * t = 20 * 25 = 500 \text{ кгс} \quad (3.39)$$

Наибольший изгибающий момент, действующий под шлангом, определяется следующим образом [18]:

$$M_u = P * l_4 = 500 * 16 = 8000 \text{ кгс} \cdot \text{см} \quad (3.40)$$

При ширине пластины 10 см и толщине $\delta = 2$ см напряжение изгиба определяется следующим образом [18]:

$$\sigma_u = \frac{M_u * 6}{b * \delta^2} = \frac{8000 * 6}{10 * 2^2} = 1200 \text{ кгс/см}^2 \quad (3.41)$$

Размеры возвратной клавишной пружины подбираются или рассчитываются по необходимому усилию $P_{\text{пруж}} = 100$ кгс и ходу пружины $x = 13$ мм.

Диаметр проволоки пружины определяется следующим образом [18]:

$$d_n = 1,6 * \sqrt{\frac{K * P_{\text{пруж}} * c}{[\tau]}}, \quad (3.42)$$

где $c = D_{\text{пруж}}/d_n$ - отношение среднего диаметра пружины к диаметру проволоки ($c = 6$);

K – поправочный коэффициент, учитывающий кривизну витков ($K = 1,24$);

$[\tau]$ – допускаемое напряжение кручения ($[\tau] = 50$ кгс/мм²).

$$d_n = 1,6 * \sqrt{\frac{1,24 * 100 * 6}{50}} = 6 \text{ мм}$$

Средний диаметр пружины определяется следующим образом [18]:

$$D_{\text{пруж}} = c * d_n = 6 * 6 = 36 \text{ мм} \quad (3.43)$$

Наружный диаметр пружины определяется следующим образом [18]:

$$d_{\text{пруж}} = D_{\text{пруж}} + d_{\text{пруж}} = 36 + 6 = 42 \text{ мм} \quad (3.44)$$

По ГОСТ 13764 – 68 – 13776 – 68 на винтовые цилиндрические пружины выбираем пружину III класса 2 разряда из стали 60С2А.

Необходимое число витков i пружины и ее длины производится исходя из заданного рабочего хода x и минимального усилия пружины P_{min} (при сплюсненном шланге) определяется следующим образом [18]:

$$i = \frac{x}{\lambda_1 * (P_{\text{пруж}} - P_{\text{min}})}, \quad (3.45)$$

где $\lambda_1 = \frac{8 * c^3}{G * d_n}$ - сжатие витка от единичной силы;

G – модуль сдвига (для стали $G = 8000$ кгс/см²).

$P_{\min}=0,8*P_{\text{пруж}}$ и, следовательно, расчетное число витков определяется следующим образом [18]:

$$i = \frac{x * G * d_n}{8 * c^3 * 0,2 * P_{\text{пруж}}} = \frac{13 * 8000 * 6}{8 * 6^3 * 0,2 * 100} = 18 \text{ витков}$$

Полное число витков определяется следующим образом [18]:

$$i_0 = i + 2 = 18 + 2 = 20 \text{ витков} \quad (3.46)$$

Длина пружины в рабочем сжатом состоянии определяется следующим образом [18]:

$$L_p = i_0 * (d + 1) = 20 * (6 + 1) = 140 \text{ мм} \quad (3.47)$$

Длина пружины в свободном состоянии определяется следующим образом: [18]

$$L_0 = L_p + \frac{x}{u} = 140 + \frac{13}{0,2} = 205 \text{ мм} \quad (3.48)$$

Коэффициент u оценивает, какую часть полной осадки пружины составляет ее рабочий ход x , соответствующий изменению силы от $P_{\text{пруж}}$ до P_{\min} . Так как упругая осадка пружины пропорциональна изменению силы, то значение этого коэффициента определится из выражения [18]:

$$u = \frac{P_{\text{пруж}} - P_{\min}}{P_{\text{пруж}}} = \frac{P_{\text{пруж}} - 0,8 * P_{\text{пруж}}}{P_{\text{пруж}}} = 0,2 \quad (3.49)$$

Шаг навивки винтовой пружины определяется следующим образом [18]:

					<i>ДП – 150202.65 – 071010308 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		85

$$S = \frac{L_0}{i_0} = \frac{205}{20} = 10,2_{мм} \quad (3.50)$$

Приведенный выше расчет пневмошлангового зажимного устройства произведен исходя из заданной величины рабочего хода клавишей с учетом прогиба несущих балок посередине их длины [18].

					<i>ДП – 150202.65 – 071010308 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		86

4 ОРГАНИЗАЦИОННО – ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

4.1 Расчет капитальных вложений

Цель данного проекта - разработка технологии и оборудования для приварки шипов к настилу грузового пола транспортного самолета.

Свариваемое изделие – настил грузового пола.

Изготавливается из титана BT5C

Годовой объем выпуска 200 штук (по заданию на дипломный проект).

Базовая технология: изготовление изделия осуществляется при помощи контактной сварки.

Проектируемая технология: изготовление изделия осуществляется при помощи контактной сварки.

Отличие проектируемого варианта от базового заключается в модернизации установки контактной сварки (автоматизация перемещения титановых листов относительно сварочных электродов), благодаря чему существенно сократится $T_{вс}$ - вспомогательное время, а следовательно, и штучно-калькуляционное время. В свою очередь, это способствует сокращению расходов на заработную плату и др., что позволит получить экономический эффект.

Для расчета экономического эффекта необходимо установить годовой объем капиталовложений по базовому и проектируемому вариантам, себестоимость годового объема продукции по базовому и проектируемому вариантам [21].

Экономическая эффективность рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{E} = (C_{\bar{o}} + E_H \cdot k_{\bar{o}\bar{o}}^{\bar{o}}) - (C_n + E_H \cdot k_{\bar{o}\bar{o}}^n), \quad (4.1)$$

\mathcal{E} – экономический эффект, руб.;

$C_{\bar{o}}$ - себестоимость при базовой технологии, руб.;

C_n - себестоимость проектируемой технологии, руб.;

E_H - нормативный коэффициент экономической эффективности, $E_H = 0,2$;

$k_{об}^6$ - капитальные вложения, руб.;

$k_{об}^n$ - капитальные вложения, руб.

$C_{тех}$ - технологическая себестоимость, руб.

Себестоимость технологическая вычисляется по формуле:

$$C_{тех} = C_{зи} + C_{ам} + C_{эл} + C_{си} + C_{рм}; \quad (4.2)$$

где $C_{зи}$ - заработная плата персонала, руб.;

$C_{ам}$ - амортизация оборудования, руб.;

$C_{эл}$ - затраты на технологическую энергию, руб.;

$C_{си}$ - затраты на силовую энергию, руб.;

$C_{рм}$ - затраты на ремонт и обслуживание оборудования, руб.

4.1 Штучно-калькуляционное время

Штучно-калькуляционное время по проектируемому варианту на одно изделие рассчитываем по формуле [22]:

$$T_{шт}^n = T_{общ} * k, \quad (4.3)$$

где $T_{шт}^n$ - норма штучно – калькуляционного времени по проектируемому варианту на одно изделие, мин;

$T_{общ}$ - общее время, затрачиваемое на сварку соединения, мин.;

k - коэффициент, учитывающий время на обслуживание рабочего места ($k=1,1$).

$$T_{общ} = T_{осн} + T_{вс}, \quad (5.4)$$

где $T_{осн}$ - время, затраченное непосредственно на образование шва.

На лист приваривается 600 штук шипов с помощью контактной точечной сварки, время на приварку одного шипа 3 с. $3*600 = 1800$ с. =30 мин.

$T_{вс}$ - вспомогательное время, за которое механизмы перемещают лист и подают заготовку под электрод, от одного приваренного шипа до другого 15 с. (шаг), эта операция повторяется 600 раз. $600 \cdot 15 = 9000 \text{ с.} = 150 \text{ мин.}$

$$T_{шт}^n = (30 + 150) \cdot 1,1 = 183 \text{ (мин.)}$$

Штучно-калькуляционное время по базовому варианту на одно изделие рассчитываем по формуле:

$$T_{шт}^n = T_{общ} \cdot k, \quad (4.5)$$

где $T_{шт}^n$ - норма штучно – калькуляционного времени по проектируемому варианту на одно изделие, мин;

$T_{общ}$ - общее время, затрачиваемое на сварку соединения, мин.;

k - коэффициент, учитывающий время на обслуживание рабочего места ($k=1,1$).

$$T_{общ} = T_{осн} + T_{вс},$$

где $T_{осн}$ - время, затраченное непосредственно на образование шва. На лист приваривается 600 штук шипов с помощью контактной точечной сварки, время на приварку одного шипа 3 с. $3 \cdot 600 = 1800 \text{ с.} = 30 \text{ мин.}$

$T_{вс}$ - вспомогательное время, в базовом варианте лист перемещают рабочий вручную, 40 с затрачивается на одно перемещение, таких перемещений будет 600 штук. $40 \cdot 600 = 24000 \text{ с} = 400 \text{ мин.}$

$$T_{шт}^o = (30 + 400) \cdot 1,1 = 473 \text{ (мин.)}$$

4.2 Расчет необходимого количества оборудования

Расчет требуемого количества оборудования определяется [22]:

$$N_0 = \frac{T_z}{\Phi_o \cdot k_{ин}}, \quad (4.7)$$

					<i>ДП – 150202.65 – 071010308 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		89

где N_o - требуемое количество оборудования, шт.;

Φ_o - действительный годовой фонд времени работы оборудования, час;

k_{en} - коэффициент, учитывающий выполнение норм времени ($k_{en} = 1,1$).

$$\Phi_o = \Phi_{ном} \cdot \left(1 - \frac{\alpha}{100}\right), \quad (4.8)$$

где $\Phi_{ном}$ - номинальный годовой фонд времени работы оборудования, час;

α - коэффициент потерь времени работы оборудования на планово – предупредительный ремонт (по паспортным данным оборудования ($\alpha = 7\%$)).

$$\Phi_{ном} = (T - T_{вых}) \cdot q \cdot s, \quad (5.9)$$

где T - количество дней в году ($T = 365$ дней);

$T_{вых}$ - количество выходных дней в году ($T_{вых} = 116$ дней);

q - длительность одной рабочей смены, час;

s - количество смен, когда работает установка.

$$\Phi_{ном} = (365 - 116) \cdot 8 \cdot 1, = 1992 \text{ (час.)}$$

$$\Phi_o = 1992 \cdot \left(1 - \frac{7}{100}\right) = 1852,5 \text{ (час.)}$$

Трудоемкость рассчитывается по формуле:

$$T_z = \frac{T_{шт} \cdot N}{60}; \quad (4.10)$$

где N-годовой объем выпуска по заданию на дипломный проект (200 шт.);

Трудоемкость по базовому варианту:

$$T_z^o = \frac{473 \cdot 200}{60} = 1576 \text{ (н/час)}$$

					ДП – 150202.65 – 071010308 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		90

Трудоемкость по проектируемому варианту:

$$T^n = \frac{183 \cdot 200}{60} = 610 \text{ (н/час)}$$

Расчет требуемого количества оборудования по проектируемому варианту [22]:

$$N_o^n = \frac{610}{1852,5 \cdot 1,1} = 0,29$$

Принимаем 1 единицу оборудования.

Расчет требуемого количества оборудования по базовому варианту:

$$N_o^b = \frac{1576}{1852,5 \cdot 1,1} = 0,77$$

Принимаем 1 единицу оборудования.

Оборудование является специализированным, $k_{заг}$ принимаем равным 1.

Так как на установке работает один человек, то численность рабочих определяется количеством требуемого оборудования.

Количество рабочих по проектируемому варианту: $P_p^n = 1$ чел.

Количество рабочих по базовому варианту: $P_p^b = 1$ чел. [22].

4.4 Расчет заработной платы

Зарплата персонала рассчитывается по формуле [22]:

$$C_{zi} = C_{чи} \cdot k_{бр} \cdot k_{ЕСН} \cdot k_{дол} \cdot k_{пр} \cdot t_i; \quad (4.11)$$

$C_{чи}$ - часовая тарифная ставка рабочего, занятого выполнением i -ой операции, руб./час;

t_i - норма времени на выполнение i -ой операции, мин.;

$k_{\text{бpi}}$ - коэффициент, учитывающий численность бригады при выполнении i -той операции ($k_{\text{бpi}} = 1$);

$k_{\text{допi}}$ - коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату на i -той операции ($k_{\text{допi}} = 1,14$);

$k_{\text{есн}}$ - коэффициент, учитывающий отчисления на социальные нужды ($k_{\text{есн}} = 1,312$);

$k_{\text{нpi}}$ - коэффициент, учитывающий премию рабочих ($k_{\text{нpi}} = 1,5$).

Считаем заработную плату, принимая тарифную ставку оператора сварочной установки четвертого разряда – 80 руб/час.

Заработная плата по базовому варианту [22]:

$$C_{zi}^{\text{б}} = 80 * 7,8 * 1 * 1,5 * 1,14 * 1,312 = 1358,8 \text{ (руб.)}$$

Заработная плата по проектируемому варианту:

$$C_{zi}^{\text{н}} = 80 * 3,05 * 1 * 1,5 * 1,14 * 1,312 = 525,72 \text{ (руб.)}$$

Годовой фонд заработной платы рассчитываем по формуле:

$$C_{\text{годi}} = C_{zi} * N; \quad (4.12)$$

где N – количество изделий по заданию, шт;

$C_{\text{год}}$ - годовой фонд заработной платы, руб.

Рассчитываем годовой фонд заработной платы при базовом варианте:

$$C_{\text{годi}}^{\text{б}} = 1358,8 * 200 = 271766,86 \text{ (руб.)}$$

Годовой фонд заработной платы при проектируемом варианте [22]:

$$C_{\text{годi}}^{\text{н}} = 525,72 * 200 = 105144,48 \text{ (руб.)}$$

4.5 Расчет капитальных вложений

Капитальные вложения в оборудование для выполнения годового объема работ по варианту техники определяется по формуле [22]:

					ДП – 150202.65 – 071010308 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		92

$$K_{об} = K_{обj} * n_{npj} * k_{заг}, \quad (4.13)$$

$$K_{обj} = Ц_{обj} * (1 + k_{Т-М}), \quad (4.14)$$

где $Ц_{обj}$ - цена оборудования, руб. Оборудование на проектируемый вариант и базовый варианта одно и то же (162000).

$k_{Т-М}$ - коэффициент, учитывающий транспортно – заготовительные расходы, связанные с приобретением оборудования, затраты на монтаж и т.п. (0,12).

По проектируемому варианту:

Электромагнит ГОСТ 19264-82 (3 штуки) – 1755 р.

Колеса (не гостированы)– 9600 р.

Швеллер ГОСТ 8240-97– 1100 р.

Уголок ГОСТ 8509-93– 690 р.

Ролики ГОСТ 22646-77– 3000 р.

Двигатель (не гостирован) – 15800 р.

Двигатель (не гостирован) – 3000 р.

Редуктор ГОСТ 27701-88– 25000 р.

Бункер (не гостирован)– 10000 р.

Всего 69945 руб. + кТ+ М = 71343,9 руб.

По базовому варианту:

Колеса – 9600 р

Уголок ГОСТ 8509-93– 690 р.

Швеллер ГОСТ 8240-97– 1100 р.

Ролики ГОСТ 22646-77 – 3000 р.

Всего 14390 + кТ+М = 14677.8 руб.

Время сборки базового приспособления – 60 мин.

Время сборки проектируемого приспособления – 200 мин.

					<i>ДП – 150202.65 – 071010308 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		93

На предприятии принята сдельная форма оплаты труда. Заработная плата слесаря – сборщика четвертого разряда составляет 50 руб/ч (по данным завода Полет)

Заработная плата на сборку приспособления составляет:

$$C_{zi} = C_{\text{ш}} \cdot k_{\text{бр}} \cdot k_{\text{ЕСН}} \cdot k_{\text{дон}} \cdot k_{\text{пр}} \cdot t_i; \quad (4.15)$$

$C_{\text{ш}}$ - часовая тарифная ставка рабочего, занятого выполнением i -ой операции, руб./час;

t_i - норма времени на выполнение i -ой операции, мин.;

$k_{\text{бр}}$ - коэффициент, учитывающий численность бригады при выполнении i -той операции ($k_{\text{бр}} = 1$);

$k_{\text{дон}}$ - коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату на i -той операции ($k_{\text{дон}} = 1,14$);

$k_{\text{ЕСН}}$ - коэффициент, учитывающий отчисления на социальное страхование ($k_{\text{есн}} = 1,312$);

$k_{\text{пр}}$ - коэффициент, учитывающий премию рабочих ($k_{\text{пр}} = 1,5$).

Считаем заработную плату, принимая тарифную ставку слесаря пятого разряда – 100 руб/час.

Заработная плата по базовому варианту [22]:

$$C_{zi}^{\text{б}} = 100 * 1 * 1 * 1,5 * 1,14 * 1,312 = 215,46 \text{ (руб.)}$$

Заработная плата по проектируемому варианту:

$$C_{zi}^{\text{п}} = 100 * 3,3 * 1 * 1,5 * 1,14 * 1,312 = 711 \text{ (руб.)}$$

Следовательно:

$$K^{\text{п}} = 162000 + 71343,9 + 711 = 234054,9 \text{ руб (проектируемому вариант)}$$

$$K^{\text{б}} = 162000 + 14677,8 + 215,46 = 176893,26 \text{ руб (базовый вариант)}$$

4.6 Амортизация оборудования

Рассчитываем по формуле [22]:

$$C_{ai} = \frac{k_{обj} \cdot H_a \cdot t}{100 \cdot T_d \cdot k_{заг} \cdot k_e}, \quad (4.16)$$

где $k_{обj}$ - балансовая стоимость единицы оборудования j -того типа размера, используемого при выполнении i -той операции, руб;

H_a - норма годовых амортизационных отчислений, %;

T_d - годовой фонд времени, час;

t - норма времени на выполнение операции;

$k_{заг}$ - коэффициент загрузки оборудования;

k_e - коэффициент, учитывающий выполнение норм времени. ($k_e = 1,1$)

$$H_a = \frac{1}{T_{пн}} \cdot 100\%, \quad (4.17)$$

где $T_{пн}$ - срок полезного использования оборудования, лет.

$$H_a^6 = \frac{1}{6} \cdot 100 = 16.6\% ;$$

Амортизация оборудования при проектируемом варианте [22]:

$$C_a^6 = \frac{234054.9 \cdot 16.6 \cdot 3.05}{100 \cdot 1852.5 \cdot 1.1} = 58,15 \text{ (руб.)};$$

Амортизация оборудования при базовом варианте [22]:

$$C_a^n = \frac{176893.26 \cdot 16.6 \cdot 7.8}{100 \cdot 1852.5 \cdot 1.1} = 112,4 \text{ (руб.)}$$

4.7 Определение затрат на силовую энергию

В данном случае к затратам на силовую энергию относятся затраты на работу двигателей только в проектируемом варианте. Они рассчитываются по формуле:

					ДП – 150202.65 – 071010308 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		95

Стоимость потребляемой электроэнергии определяется по формуле [22]:

$$C_{эi} = \frac{N_j * k_m * k_e * t_i * Ц_э}{k_{н.д.} * k_{эi}}; \quad (4.18)$$

Где N_j - установленная мощность электродвигателей j -го типоразмера;

k_m - коэффициент загрузки электродвигателей по мощности; (0,51)

k_e - коэффициент загрузки электродвигателей по времени(1);

$k_{н.д.}$ - коэффициент полезного действия электродвигателей(0,95);

$Ц_э$ - стоимость потребленного кВт/ч активной энергии(2,087).

$$C_{эi}^б = \frac{5.7 * 0,57 * 1 * 2,087 * 3.05}{0,95 * 1,1} = 15.5(\text{руб.})$$

4.8 Затраты на ремонт и техническое обслуживание

Затраты на ремонт и техническое обслуживание оборудования в общем виде [22]:

$$C_{pi} = \frac{k_{обj} * H_p * t}{100 * k_{заг} * k_e}, \quad (4.19)$$

где $k_{обj}$ - балансовая стоимость единицы оборудования j -того типа размера, используемого при выполнении i -той операции, руб;

H_p - норма отчислений на ремонт, % ($H_p = 5\%$);

t - норма времени на выполнение операции;

$k_{заг}$ - коэффициент загрузки оборудования;

k_e - коэффициент, учитывающий выполнение норм времени. ($k_e = 1,1$)

Затраты на ремонт и техническое обслуживание при базовом варианте [22]:

					ДП – 150202.65 – 071010308 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		96

$$C_p^6 = \frac{176893,26 * 5 * 7,8}{100 * 1 * 1,1 * 1852,5} = 33,9 \text{ (руб.)}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание при проектируемом варианте [22]:

$$C_p^n = \frac{234054,9 * 5 * 3,05}{100 * 1 * 1,1 * 1852,5} = 17,5 \text{ (руб.)}$$

Затраты на годовой выпуск по проектируемому варианту:

$$C_p^n = 17,5 * 200 = 3503,21 \text{ (руб.)}$$

Затраты на годовой выпуск по базовому варианту:

$$C_p^n = 33,9 * 200 = 6780 \text{ (руб.)}$$

Итого затраты на эксплуатацию и ремонт оборудования:

$$C_{\text{ЭР}}^6 = 112,4 + 33,9 = 146,3 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{ЭР}}^{\text{пр}} = 58,15 + 17,5 = 75,65 \text{ руб.}$$

Итого себестоимость одного изделия равна:

$$C_6 = 1358,8 + 112,4 + 33,9 = 1505,1 \text{ руб}$$

$$C_{\text{пр}} = 525,72 + 58,15 + 17,5 + 15,5 = 616,87 \text{ руб}$$

На годовую программу:

$$C_{6\text{ГОД}} = 1505,1 * 200 = 301020 \text{ руб}$$

$$C_{\text{прГОД}} = 616,87 * 200 = 123374 \text{ руб}$$

4.9 Расчет годового эффекта

Экономический эффект получаем [22]:

$$\text{Э} = (C_{6\text{ГОД}} + E_H \cdot k_{об}^6) - (C_{\text{прГОД}} + E_H \cdot k_{об}^{\text{пр}}),$$

$$\text{Э} = (301020 + 0,2 \cdot 176893,26) - (123374 + 0,2 \cdot 234054,9) = 166213,67 \text{ (руб.)}$$

Расчеты сводим в таблицу 4.1.

Таблица 4.1. Сводная таблица выбора варианта:

					ДП – 150202.65 – 071010308 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		97

Показатель	Вариант	
	Базовый	Проектир.
1. Общие капитальные вложения	176893,26 руб.	234054,9 руб.
3. Технологическая себестоимость; В том числе:	1505,1 руб.	616,87 руб.
- сварочные материалы;	-----	-----
- технологич. электроэнергия;	-----	15,5руб.
- заработная плата рабочих;	1358,8 руб.	525,72 руб.
- расходы на содержания и эксплуатацию оборудования;	146,3 руб.	75,65 руб.
4. Выбранный вариант		+

Результаты расчетов сводим в таблицу графической части проекта 4.2.

Таблица 4.2 – Техничко– экономические показатели участка.

Показатель	Единица измерения	Вариант	
		Базовый	Проектируем
1. Готовая программа выпуска	шт.	200	200
2. Трудоемкость изделия	мин.	473	183
3. Количество оборудования	Шт.	1	1
4. Количество рабочих	Чел.	1	1
5. Общие капитальные вложения	Руб.	176893,26	234054,9
6. Технологическая себестоимость, в т.ч.:	руб.	1505,1	616,87
6.1. Затраты на сварочные матер.	руб.	-----	-----
6.2. Затраты на электроэнергию	руб.	-----	15,5
6.3. Заработная плата	руб.	1358,8	525,72

6.4. Затраты на ремонт и эксплуатацию оборудования	руб.	146,3	75,65
7. Условно – годовой экономический эффект	руб.	166213,67	

Вывод:

Модернизация установки контактной сварки, которая предлагается по сравнению с базовой технологией, позволит значительно сократить трудоемкость сборочно-сварочных работ. За счет этого сокращаются затраты на заработную плату и увеличиваются капитальные вложения, что, в свою очередь, позволит получить экономический эффект 166213,67 рублей.

5. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

5.1 Анализ санитарно-гигиенических условий на рабочем месте сварщика

При выполнении сварочных работ на работающих могут воздействовать вредные и опасные производственные факторы. К ним относятся:

- загрязненность воздуха рабочей зоны;
- микроклимат РМ;
- повышенный уровень шума в рабочей зоне;
- недостаточная освещенность рабочей зоны (недостаток естественного освещения);

При сварке в зону дыхания работающих могут поступать сварочные аэрозоли, содержащее в составе твердой фазы оксиды различных материалов, и другие соединения, а также токсичные газы. Количество и состав сварочных аэрозолей, их токсичность зависит от химического состава сварочных материалов и свариваемых материалов, вида технического процесса. При подготовке титанового листа под сварку используют такие вещества, как бензин и этиловый спирт. В процессе сварки эти вещества испаряются, что приводит к их разложению в пар, содержащий вредные вещества типа углеводородов. При сварке титана, так же выделяются вредные пары в виде аэрозолей. Воздействие на организм выделяющихся вредных веществ (углеводородов и паров титана), может быть причиной острых и профессиональных хронических заболеваний и отравлений [23].

Содержание вредных веществ в воздухе не должно превышать предельно допустимые концентрации (ПДК), которые принято оценивать в мг/м³. Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе регламентируется ГН 2.2.5.686-98.

					ДП – 150202.65 – 071010308 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		100

Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны в таблице 5.1.

Таблица 5.1 Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны

Наименование вещества	Величина ПДК, мг/м ³	Преимущественное агрегатное состояние в условиях производства	Класс опасности
Бензин	100	Пары	V
Спирт	1000		
Титан	6		

Фактические ПДК:

Бензин – 120 мг/м³;

Спирт – 850 мг/м³;

Титан - 7 мг/м³;

При проектировании новых технологических процессов и оборудования не обходимо добиваться исключения или резкого уменьшения выделения вредных веществ в воздухе производственных помещений. Этого можно достичь, например, заменой токсичных веществ на нетоксичные и т.д.

Микроклимат. Согласно санитарным нормам микроклимата производственных помещений СанПиН 2.2.4548-96 нормируемые величины температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне сварщика приведены в таблице 5.2 [23].

Таблица 5.2 Нормируемые величины микроклимата.

Период года	Категория работ	Температура, С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с, не более	
		опт.	доп.	опт.	доп.	опт.	доп.

Холодный и переходный	Средней тяжести - П б	17-19	15-21	40-60	75	0,2	0,4
Тёплый	Средней тяжести-П б	19-22	16-27	40-60	70 при 25°С	0,3	0,2-0,5

Фактическая температура 18°С,

Фактическая относительная влажность 50%,

Фактическая скорость движения воздуха 0,3м/с.

Вредные химические вещества. Требуемое состояние воздуха рабочей зоны может быть обеспечено выполнением определенных мероприятий. (В частности - механизация и автоматизация производственных процессов, дистанционное управление ими).

Эти мероприятия имеют большое значение для защиты от воздействия вредных веществ, теплового излучения. Автоматизация процессов, сопровождающихся выделением вредных веществ, не только повышает производительность, но и улучшает условия труда, поскольку рабочие выводятся из опасной зоны. Например, внедрение автоматической сварки с дистанционным управлением в место ручной дает возможность резко оздоровить условия труда сварщика.

Применение технологических процессов и оборудования, исключающих образование вредных веществ или попадания их в рабочую зону. Устройство вентиляции и отопления что имеет большое значение для оздоровления воздушной среды в производственных помещениях [23].

Нормативным документом, регламентирующим уровни шума для различных категорий рабочих мест служебных помещений, является ГОСТ 12.003-83.

Допустимые по ГОСТ 12.1.003-83 уровни звукового давления в октавных полосах частот, уровня звука и эквивалентные уровни звука в дБ

(А) на рабочих, местах производственных помещений и на территории предприятия приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 Допустимые уровни шума

Рабочие места	Уровни звукового давления, дБ, в октановых полюсах со среднегеометрическими частотами, Гц			Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБ,(А)
Постоянные рабочие места и рабочие зоны в сборочно-сварочных цехах и на территории предприятий	31.5	63	125	80
	107	95	87	80
Фактические уровни	102	97	85	83

Фактический эквивалентный уровень шума – 83дБ.

Для снижения шума в сборочно-сварочных цехах должны использоваться методы звукоизоляции и звукопоглощения. Если есть возможность, шумные машины нужно закрывать звукоизолирующими кожухами. Защита органов слуха осуществляется наушниками с каской ВНИОТ-2М ТУ-2№ 16-70 (завод "Респиратор" г. Орехово-Зуево).

Освещение. В соответствии со СНиП 23.05-95 "Естественное и искусственное освещение" нормируемые величины освещения для данного рабочего места приведены в таблице 5.4 [23].

Таблица 5.4 Нормируемые величины освещения

Характеристика зрительной работы	Высокой точности
----------------------------------	------------------

Наименьший размер объекта различения, мм		0,3-0,5	
Разряд зрительной работы		ШБ	
Искусственное освещение. Освещенность, лк	При системе комбинированного освещения	Всего	1000
		Общее	200
	При системе общего освещения	300	
	Сочетание нормируемых величин показателя ослепленности и коэффициента пульсации	P	40
k, %		15	
Совмещенное освещение, КЕО, е, %	При верхнем или комбинированном	0,3	
	При боковом	1,2	

Фактическое освещение – КЕО = 0,2%.

При отсутствии естественного освещения и недостаточной освещённости рабочей зоны следует использовать следующие примерные типы источников света в соответствии со СНиП 23.05-95: для общего освещения ЛБ (или ЛХБ), МГЛ; для местного освещения ЛБЦТ, ЛДЦ, ЛДЦУФ.

5.2 Расчет искусственного освещения

Было рассмотрено, что при освещении производственных помещений используют искусственное и естественное освещение. Произведём расчёт искусственного освещения..

При проектировании искусственного освещения необходимо решить следующие задачи: выбрать систему освещения, тип источников света, тип светильников, расположить светильники [23].

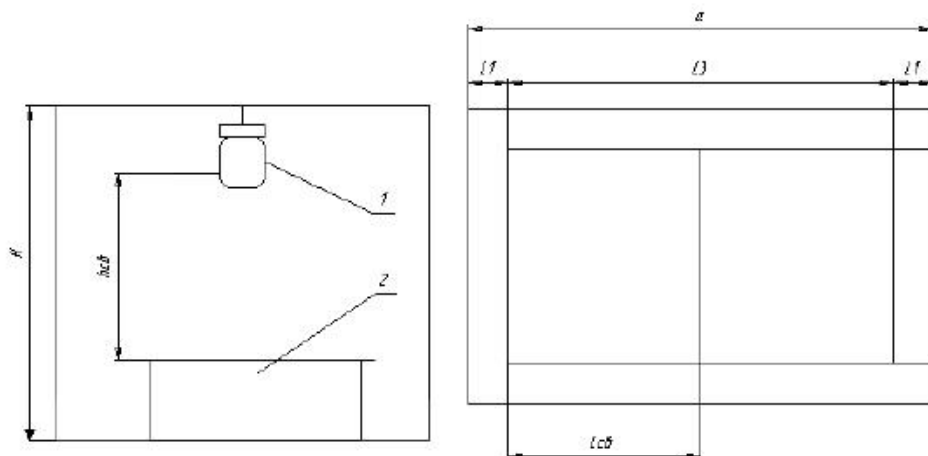


Рис. 5.1 Расположение светильников

а) В разрезе помещения: 1-светильник; 2-уровень рабочей поверхности;

б) В плане: Н-высота; $h_{св}$ -высота подвески светильника над рабочей поверхностью;

L_1 -расстояние от стен до крайнего ряда светильников по ширине и длине; L_2 -расстояние между крайними рядами светильников по ширине; L_3 -расстояние между крайними рядами светильников по длине; $L_{св}$ -расстояние между светильниками.

Исходные данные: $H=2,7$ м; $h_{св}=1,5$ м; $a=9$ м; $b=6$ м; $L_1=1,5$ м; $L_2=3$ м; $L_3=6$ м; $L_{св}=3$ м.

Световой поток одной лампы рассчитывается по формуле:

$$F_{л} = E_{мин} \cdot k \cdot z \cdot S_{п} / (n_{св.общ} \cdot \eta_{л}), \quad (5.1)$$

где $F_{л}$ - расчетный световой поток одной лампы, лм;

$E_{мин}$ - минимальная освещенность, лк, $E_{мин}=200$ лк;

k - коэффициент запаса, $k=1,5$;

z -коэффициент, учитывающий неравномерность освещения, $z = 1,2$;

$S_{п}$ -площадь освещаемого помещения, m^2 ; $S_{п}=a \cdot b=9 \cdot 6=54 m^2$.

$n_{св.общ}$ -общее расчетное число светильников;

η_n -коэффициент использования светового потока.

η_n зависит от типа светильника, коэффициентов отражения от стен, потолка, пола и от геометрической характеристики помещения, определяемой индексом помещения:

$$i = \frac{S}{H(a+b)} = \frac{54}{2,7(6+9)} = 1,33$$

По таблице $\eta_n=27\%$

Общее расчетное число светильников по ширине и по длине помещения определяем по формуле:

$$n_{\text{св.общ.}} = n_{\text{св.ш.о.}} \cdot n_{\text{св.д.о.}} \quad (5.2)$$

где $n_{\text{св.ш.о.}}$, $n_{\text{св.д.о.}}$ -общее число рядов светильников, соответственно, по ширине и длине помещения, определяем выражением:

$$n_{\text{св.ш.о.}} = L_2/L_{\text{св}} + 1, \quad (5.3)$$

$$n_{\text{св.д.о.}} = L_3/L_{\text{св}} + 1, \quad (5.4)$$

$$n_{\text{св.ш.о.}} = 3/3 + 1 = 2;$$

$$n_{\text{св.д.о.}} = 6/3 + 1 = 3;$$

$$n_{\text{св.общ.}} = 3 \cdot 2 = 6 \text{ шт.}$$

Тогда $F_{\text{л}} = 200 \cdot 1,5 \cdot 1,2 \cdot 54 / (6 \cdot 0,27) = 12000 \text{ лм.}$

По величине светового потока одной лампы $F_{\text{л}}$ (ГОСТ 2239-70) и напряжению в сети, по таблице выбираем мощность электролампы $W_{\text{л}} = 500 \text{ Вт}$, $F_{\text{л}} = 8200 \text{ лм.}$

Действительную освещенность рассчитываем по формуле [23]:

$$E_{\text{действ.}} = F_{\text{л.табл.}} \cdot n_{\text{св.общ.}} \cdot \eta_n / (k \cdot z \cdot S_n), \quad (5.5)$$

где $E_{\text{действ.}}$ -действительная освещенность ламп, лк;

$F_{\text{л.табл.}}$ -световой поток одной лампы, лм, $F_{\text{л.табл.}} = 210 \text{ лм.}$

Значения $n_{\text{св.общ.}}$, η_n , k , z , S_n смотрим выше.

$$E_{\text{действ.}} = 210 \cdot 6 \cdot 47 / (1,5 \cdot 1,2 \cdot 54) = 609,2 \text{ лк.}$$

5.3 Пожарная безопасность на предприятии

						Лист
					ДП – 150202.65 – 071010308 ПЗ	106
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Данное помещение - цех и участок в своём рабочем пространстве имеет электрооборудование, которое в случае аварии (все электрооборудование) и в случае нормальной работы (сварочное основное и вспомогательное оборудование) представляет опасность возникновения пожара из-за наличия искрообразования, раскаленного и расплавленного металла, горения сварочной дуги. Также имеются горючие жидкости (бензин и спирт этиловый) для обезжиривания поверхностей свариваемых кромок, которые являются легко испаряющимися в виде паров. Выше описанные факторы являются пожароопасными [23].

Учитывая характеристику веществ и материалов, находящихся в помещении «горючие и трудно горючие жидкие, твердые горючие и трудно горючие вещества и материалы, вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой или друг с другом только гореть...» согласно НГШ 105-95 рассматриваемое помещение относится к пожароопасной категории В.

Предприятия машиностроительной промышленности нередко отличаются повышенной пожарной опасностью, так как их характеризует сложность производственных установок, значительное количество легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, сжиженных горючих газов, твердых сгораемых материалов, большое количество емкостей и аппаратов, в которых находятся пожароопасные продукты под давлением; большая оснащённость электроустановками.

Причины пожаров технического характера, возникающих в сварочных цехах машиностроительных предприятий:

- нарушение технического режима;
- неисправность электрооборудования;
- плохая подготовка оборудования к ремонту;
- искры при газосварочных работах;
- конструктивные недостатки оборудования.

Нарушение технологического режима связано с большим разнообразием и сложностью технических процессов.

					<i>ДП – 150202.65 – 071010308 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		107

Требуется разработка комплекса мероприятий по противопожарной защите. Этот комплекс включает в себя мероприятия профилактического характера и устройства систем пожаротушения и взрывозащиты.

Количество огнетушителей и других первичных средств пожаротушения для сварочных цехов и участков должно выбираться в соответствии с типовыми правилами. Помещения, в которых выполняется газовая сварка и резка металлов должны быть построены из элементов конструкций по 4 категории противопожарной безопасности (противопожарная стойкость не менее двух часов). Места, отведенные для сварочных работ, установки оборудования должны быть очищены от легковоспламеняющихся материалов в радиусе не менее 5 метров.

Запрещается: производить сварку свежеокрашенных конструкций до полного высыхания краски, а так же сосудов, аппаратов, трубопроводов находящихся под напряжением, с избыточным давлением, заполненных горючими и токсичными материалами [23].

В близи хранилища карбида кальция должны быть размещены средства пожаротушения (сухой песок, углекислотные огнетушители, тетрахлорные или порошковые огнетушители).

Стационарные установки предназначены для тушения пожаров в начальной стадии их возникновения без участия людей. По применяемым огнетушащим средствам их подразделяют на водяные, пенные, газовые, порошковые и паровые. Стационарные установки могут быть автоматическими и ручными с дистанционным пуском.

Огнетушители по виду огнетушащих средств подразделяются: жидкостные, углекислотные, химические пенные, воздушно-пенные, хладоновые, порошковые и комбинированные. В жидкостных огнетушителях применяют воду с добавками (для улучшения смачиваемости, понижения температуры, замерзания и т.п.). В углекислотных огнетушителях применяют сжиженную двуокись углерода. В химических пенных огнетушителях

применяют водные растворы кислот и щелочей, в хладоновых - 1114В2, 13В1, в порошковых - порошки ПС, ПСБ-3, ПФ, П-1А, СИ-2.

Углекислотные огнетушители предназначены для тушения загораний различных материалов и установок напряжением до 1000В, химические пенные для тушения загорания твердых материалов и горючих жидкостей на площади до 1м². Воздушно-пенные огнетушители - для тушения загораний легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, а так же твердых и тлеющих материалов (кроме металлов и установок под напряжением). Хладоновые огнетушители используют для тушения загораний легковоспламеняющихся и горючих газов. Порошковые огнетушители используют для тушения загораний различных материалов, установок под напряжением до 1000 В. Комбинированные огнетушители используют для тушения загораний легковоспламеняющихся и горючих жидкостей [23].

5.4 Правила поведения и действия работников предприятия при чрезвычайных ситуациях

При обнаружении признаков отравляющих веществ (по сигналу «Химическая тревога») надо срочно надеть противогаз, а в случае необходимости и средства защиты кожи; если поблизости есть убежище - укрыться в нем. Перед тем как войти в убежище следует снять использованные средства защиты кожи и верхнюю одежду и оставить их в тамбуре убежища; эта мера предосторожности исключает занос ОВ в убежище. Противогаз снимается после входа в убежище. При пользовании укрытием (подвалом, перекрытой щелью и т. д.) не следует забывать, что оно может служить защитой от попадания на кожные покровы и одежду капельно-жидких ОВ, но не защищает от паров или аэрозолей отравляющих веществ, находящихся в воздухе. При нахождении в таких укрытиях в условиях наружного заражения обязательно надо пользоваться противогазом.

					<i>ДП – 150202.65 – 071010308 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		109

Находиться в убежище (укрытии) следует до получения распоряжения на выход из него. Когда такое распоряжение поступит, необходимо надеть требуемые средства индивидуальной защиты (лицам, находящимся в убежищах, - противогазы и средства защиты кожи, лицам, находящимся в укрытиях и уже используемым противогазы, - средства защиты кожи) и покинуть сооружение, чтобы выйти за пределы очага поражения [23].

Выходить из очага химического поражения нужно по направлениям, обозначенным специальными указателями.

Если нет ни указателей, то двигаться следует в сторону, перпендикулярную направлению ветра. Это обеспечит быстрее выход из очага поражения, поскольку глубина распространения облака зараженного воздуха (она совпадает с направлением ветра) в несколько раз превышает ширину его фронта.

На зараженной отравляющими веществами территории надо двигаться быстро, но не бежать и не поднимать пыль. Нельзя прислоняться к зданиям и прикасаться к окружающим предметам (они могут быть заражены). Не следует наступать на видимые капли и мазки ОВ.

На зараженной территории запрещается снимать противогазы и другие средства защиты. В тех случаях, когда неизвестно, заражена местность или нет, лучше действовать так, как будто она заражена.

Особая осторожность должна проявляться при движении по зараженной территории через парки, сады, огороды и поля. На листьях и ветках растений могут находиться осевшие капли ОВ, при прикосновении к ним можно заразить одежду и обувь, что может привести к поражению.

Пораженные места следует обработать раствором из противохимического пакета или путем тщательной промывки теплой водой с мылом.

После выхода из очага химического поражения как можно скорее проводится полная санитарная обработка. Если это невозможно сделать быстро, проводится частичные дегазация и санитарная обработка [23].

					<i>ДП – 150202.65 – 071010308 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		111

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном проекте разрабатывалась технология и оборудование оборудования для приварки шипов к настилу грузового пола транспортного самолета. В результате проведения работы были решены следующие задачи:

- произведен подбор оборудования для данного способа сварки контактная точечная машина МТ–4019;
- разработаны приспособления для сборки и приварки шипов состоящие из сварочной тележки и подающего механизма;
- разработан технологический процесс сборки и приварки шипов;
- произведен расчет предполагаемого годового экономического эффекта от внедрения установки и технологии;
- освещены вопросы охраны труда;

Предложенная технология обеспечивает безопасные условия труда, отвечает всем требованиям пожарной безопасности, обеспечивает высокую степень механизации и автоматизации процесса приварки шипов.

После внедрения новой технологии годовой экономический эффект составит 166213,67 рублей.

					<i>ДП – 150202.65 – 071010308 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		112

ЛИТЕРАТУРА

1. Технологические основы сварки и пайки в авиастроении: Учебник для вузов / В.А. Фролов, В.В. Пешков, А.Б. Коломенский, В.А. Казаков; Под общей ред. В.А. Фролова. – М.: Интермет Инжиниринг, 2002. – 456с.: ил.
2. Сварка в самолетостроении под ред. Б.Е. Патона. Авторы: Г.А. Кривов, В.Р. Рябов и др.; Изд-воМИИВЦ, 1998г.
3. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением. Под ред. акад. Б.Е. Патон. М., “Машиностроение”, 1974. – 768с.
4. Морозов Л.С. Титан и его сплавы. Ленинград: Электроатомиздат, 1960. – 516 с.
5. Ольшанский В.А., Анурьев В.И., Винокуров В.А., Зорина Ю.Н. Сварка в машиностроении. Справочник в 4 томах. – М.: Машиностроение, 1966. – 360 с.
6. Третьяков Ф.Е. Сварка плавлением титана и его сплавов. – М.: Машиностроение, 1967. – 143 с.
7. Шоршов М.Х., Назаров Г.В. Сварка титана и его сплавов. – М.: Машгиз, 1959.-136с.
8. Технология и оборудование контактной сварки Орлов Б.Д. Чакалев А.А. 1986 –352 с.
9. Технология и оборудование контактной сварки / Под ред. Б.Д. Орлова. – М.: Машиностроение, 1986. – 351 с
10. Расчет экономической эффективности новой сварочной техники. Методические указания. – Омск: Изд-во ОмПИ, 1981. – 36с.
11. Анурьев, В. И. Справочник конструктора- машиностроителя. В 3-х т. Т. 2 / В. И. Анурьев. – 7-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1992. – 784 с.
12. Паспорт – Машина контактной сварки типа МТ – 4019.
13. Технология и оборудование сварки плавлением : Учебник для вузов по специальности “Оборудование и технология сварочного

						ДП – 150202.65 – 071010308 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			113

производства” и “Металлургия и технология сварочного производства” / Г.Д. Никифоров, Г.В. Бобров, В.М. Никитин, В.В. Дьяченко; Под общ. ред. Г.Д. Никифоров. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. – 320с.: ил.

14. Стебловский Б.А., Будник В.П., Завирюха В.И. Горелки с регулируемым перемещением электрода для газозлектрической сварки. Институт электросварки им. Е.О. Патона АН УССР. 1980

15. Руденко Н. Ф. Курсовое проектирование грузоподъемных машин, 1971 – 464с.

16. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением. Под ред. акад. Б.Е. Патон. М., “Машиностроение”, 1974. – 768с.

17. Анурьев В.И Справочник конструктора – машиностроителя : В 3-х томах ТЗ – 7-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение. 1992 – 720 с.

18. Конструирование и расчет механического сварочного оборудования / Севбо П.И. – Киев, Наук. думка, 1978. – 400с.

19. Технология, механизация и автоматизация производства сварных конструкций.: Атлас: Учеб. пособие для студентов машиностроительных специальностей вузов / С.А. Куркин, В.М. Ховов, А.М. Рыбачук. – М.: Машиностроение, 1989. – 328с.; ил.

20. Анурьев В.И Справочник конструктора – машиностроителя : В 3-х томах Т1 – 7-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение. 1992 – 784 с.

21. Техничко–экономическое обоснование дипломных проектов: учебн. Пособие / Л.А. Астеина, В.В. Балдесов, В.К. Беклешов и др.; под ред. В.К. Беклешова.– М.: Высш. Шк. 1991. –176с.

22. Расчет экономического эффективности новой техники. Методические указания. – Омск: Изд – во ОмПИ, 1981.–36с.

23. Белов С.В. Безопасность производственных процессов. –М.: Машиностроение, 1985. –448 с.

24. 19. Безопасность жизнедеятельности в техносфере: Учеб. пособие / Под ред. О.Н. Русака, В.Я Кондрасенко. Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2001.431 с.

					ДП – 150202.65 – 071010308 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		114

25. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

26. ГОСТ 12.1.003-83. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.

27. СНиП II-12-77 “Защита от шума”.

28. СНиП 2.04.05-91* Отопление, вентиляция и кондиционирование.

29. ГОСТ 12.1.038-82. ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.

30. СНиП 21-01-97*. Пожарная безопасность зданий и сооружений.

31. ГОСТ 12.1.004-76. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.

					<i>ДП – 150202.65 – 071010308 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		115