

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


УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
А.И. Демченко
« 20 » 06 2016г.

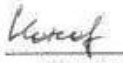
БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА


15.03.01. - «Машиностроение»


ТЕХНОЛОГИЯ СБОРКИ-СВАРКИ ЭЛЕМЕНТОВ КОРПУСОВ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

Пояснительная записка

Руководитель  20.06.16 к.т.н., доцент А.И. Демченко
подпись, дата должность, ученая степень инициалы, фамилия

Выпускник  17.06.2016 А.А. Коновалов
подпись, дата инициалы, фамилия

Консультант:
Организационно-
экономический
раздел  20.06.16 к.т.н., доцент А.И. Демченко
подпись, дата должность, ученая степень инициалы, фамилия

Нормоконтролер  20.06.16 к.т.н., доцент С.Л. Бусыгин
подпись, дата должность, ученая степень инициалы, фамилия

Красноярск 2016

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

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
А.И. Демченко
« 20 » 06 2016г.

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

Студенту А.А. Коновалову.
Группа ЗМТ 11-05Б Направление (специальность) 15.03.01 - «Машиностроение»
Тема выпускной квалификационной работы: «Технология сборки-сварки элементов корпусов распределительных устройств»
Утверждена приказом по университету № 4565/с от 02.05.2016
Руководитель ВКР: А.И. Демченко, ПИ СФУ, 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. Технологическая часть
2. Конструкторская часть
3. Организационно-экономическая часть

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

1. Изделие;
2. Технологический лист;
3. Установка контактной сварки – 2 л.;
4. Пистолет сварочный;
5. Кондуктор зажатия;
6. Техничко – экономические показатели.

Консультанты по разделам

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

				БР – 15.03.01 – 071106896 ПЗ	
Разраб.	Коновалов			Лист	Листов
Пров.	Демченко		20.06	2	68
Н. контр.	Бусьевин		20.06	ПИ СФУ Каф. «Машиностроение»	
Утв.	Демченко		20.06		

КАЛЕНДАРНЫЙ ГРАФИК
выполнения этапов ВКР

№ этапа	Срок	Текстовая часть	Графическая часть
1	с 09.05.2016	ТЧП - 40 %	лист № 1
	по 15.05.2016		
2	с 16.05.2016	КЧП – 40 %	лист № 2
	по 31.05.2016	ТЧП – 40 %	лист № 3
3	с 01.06.2016	КЧП – 60 %	лист № 4
	по 26.06.2016	ОЭЧ – 100 %	лист № 5
		ТЧП – 20 %	лист № 6
Всего	на 25.05.2016	100% по разделам	100%
ТЧП – технологическая часть			
КЧП – конструкторская часть			
ОЭЧ – организационно-экономическая часть			

Руководитель выпускной
квалификационной работы

А.И. Демченко

(подпись, дата)

Задание принял к исполнению

А.А. Коновалов

(подпись, дата)

БР – 15.03.01 – 071106896 ПЗ

Лист

3

Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	Пере. примен.	Справ. №	Реферат.				Лист
							<p>В данной ВКР была разработана технология изготовления дверей, и других аналогичных элементов электротехнического оборудования. Выбран способ сварки, подобрано сварочное оборудование, рассчитаны режимы сварки, определены мероприятия по контролю качества готовой продукции. Также спроектирован участок для сборки и сварки данных изделий.</p> <p>В конструкторской части описаны применяемые приспособления и выполнены соответствующие конструкторские расчеты.</p> <p>Были проведены экономические расчеты и получен годовой экономический эффект в размере 1585782 руб.</p> <p>Расчетно-пояснительная записка содержит 68 страницы, 14 таблиц. Использовано 16 библиографических источников.</p>				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	БР-150301-071106896-ПЗ						

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

СОДЕРЖАНИЕ	5
ВВЕДЕНИЕ	7
1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	9
1.1 ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ И АНАЛИЗ ЕЕ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ.	10
1.2 ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА МАТЕРИАЛА И ОЦЕНКА СВАРИВАЕМОСТИ.	13
1.3. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ	14
1.4. ВЫБОР СПОСОБОВ ПРОИЗВОДСТВА ЗАГОТОВОК.....	14
1.4.1 Предварительная очистка.	14
1.4.2. Правка.....	15
1.4.3 Разметка.....	15
1.4.4 Резка.....	15
1.4.5 Штамповка.	16
1.4.6 Способы производства заготовок.	16
1.4.7 Изготовление деталей.	16
1.5 ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА СПОСОБОВ СБОРКИ.	19
1.6 ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА СПОСОБОВ СВАРКИ	20
1.6.1 Сущность контактной точечной сварки. Процесс сварки на универсальной установке	20
1.7 ПРОЦЕСС СВАРКИ НА УСТАНОВКЕ.....	22
1.7.1 Расчет сварочного тока	22
1.7.2. Расчет сварочного усилия.....	24
1.7.3 Шунтирование тока через ранее сваренную точку.....	25
1.7.4 Рельефная сварка	27
1.7.5 Полуавтоматическая сварка в среде углекислого газа	29
1.8. КОНТРОЛЬ ПРОЦЕССА СВАРКИ	30
1.9 ОКРАСКА	31
2. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	33
2.1. КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ УЧАСТКА СБОРКИ И СВАРКИ	34
2.2 ОПИСАНИЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ СБОРКИ-СВАРКИ ЭЛЕМЕНТОВ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ.....	37
2.2.1. Устройство транспортное.....	40
2.2.2 Электрооборудование установки.....	41
2.2.3 Поверочный расчет трансформатора	41
2.2.4. Расчет сечений элементов вторичного контура	52
2.2.5. Расчет цилиндра сварочного пистолета.	53
2.2.6. Расчет цилиндра кондуктора.....	54
2.2.7 Система управления установкой	55
2.2.8. Техническое обслуживание.....	55
2.2.9 Подготовка установки к работе	56
3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	58

Пере. примен.

Справ. №

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм. Лист № докум. Подпись Дата

БР-150301-071106896-ПЗ

Лист

5

Пере. примен.	3.1. РАСЧЕТ НОРМЫ ВРЕМЕНИ И ФОНДОВ ВРЕМЕНИ ОБОРУДОВАНИЯ И РАБОЧИХ. 59				
	3.2 РАСЧЕТ ПОТРЕБНОСТИ В ОБОРУДОВАНИИ И КОЛИЧЕСТВЕ РАБОЧИХ. 61				
Справ. №	4.3 РАСЧЕТ КАПИТАЛЬНЫХ ВЛОЖЕНИЙ. 62				
	4.4 РАСЧЕТ ТЕКУЩИХ ЗАТРАТ. 63				
	3.5 РАСЧЕТ ГОДОВОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ОТ ВНЕДРЕНИЯ В ПРОИЗВОДСТВО НАИБОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНОГО ВАРИАНТА. 66				
	3.6 ВЫВОД. 67				
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ. 68				
	ЛИТЕРАТУРА 69				
Ине. № подл.	Подпись и дата				Лист
	Ине. № дубл.				
Взам. инв. №	Ине. № дубл.				Лист
	Подпись и дата				
Ине. № подл.	Ине. № дубл.				Лист
	Подпись и дата				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист
					6

БР-150301-071106896-ПЗ

Пере. примен.	Введение					
Справ. №	<p>Развитие науки и техники в области сварки достигло значительных успехов.</p> <p>Коллективы научно-исследовательских организаций и производственных предприятий России, разрабатывают прогрессивные технологические процессы сварки, совершенствуют сварочное оборудование и аппаратуру, создают на заводах автоматизированные линии, участки и цеха, разрабатывают новые методы соединения и резки всевозможных материалов, совершенствуют организацию и экономическую эффективность производства.</p> <p>Сварка - ведущий технологический процесс в машиностроении. Объем информации в области сварки особенно увеличился с появлением новых конструкционных материалов и использованием сварки в различных отраслях техники.</p> <p>Существуют различные виды сварки: ручная дуговая, автоматическая и полуавтоматическая, в защитных газах, электрошлаковая, контактная, газопламенная и др., а также специальные методы: холодная, взрывом, ультразвуковая, трением, диффузионная, электронно - лучевая, в вакууме, светолучевая, плазменная, термитная и др.</p> <p>Все способы контактной сварки основаны на нагреве металла теплотой, выделяющейся при прохождении по деталям электрического тока. Количество теплоты в основном зависит от силы тока, длительности его протекания и сопротивления металла зоны сварки.</p> <p>В настоящее время контактная сварка — один из ведущих способов неразъемного соединения деталей в различных отраслях техники. Она отличается очень высокой степенью механизации, роботизации, автоматизации и, как следствие, высокой производительностью. Благодаря совершенствованию технологического процесса и модернизации оборудования области ее использования непрерывно расширяются.</p> <p>Точечная сварка — способ контактной сварки, при котором детали свариваются по отдельным ограниченным участкам касания (по ряду точек).</p> <p>Точечная сварка - наиболее распространенный способ, на долю которого приходится около 80% всех соединений, выполняемых контактной сваркой.</p> <p>Электродуговая полуавтоматическая сварка в среде углекислого газа нашли</p>					
Подпись и дата						
Инв. № дубл.						
Взам. инв. №						
Подпись и дата						
Инв. № подл.						
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	БР-150301-071106896-ПЗ	Лист 7

Пере. примен.	<p>широкое применение. Преимущество этого вида состоит в том, что сварщик может наблюдать за ходом процесса и горения дуги, которая не закрыта флюсом; не нужны приспособления для подачи и отсоса флюса, усложняющие сварочное оборудование; отпадает необходимость в последующей очистке швов от шлака и остатков флюсов, что особенно важно при многослойной сварке.</p> <p>В данном дипломном проекте основной объем сварных работ выполнен контактной точечной сваркой.</p>				
Справ. №					
Подпись и дата	Подпись и дата				
Ине. № дубл.	Ине. № дубл.				
Взам. инв. №	Взам. инв. №				
Подпись и дата	Подпись и дата				
Ине. № подл.	Ине. № подл.				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	БР-150301-071106896-ПЗ

Справ. №	Пере. примен.					
Подпись и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подпись и дата	Ине. № подл.		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	БР-150301-071106896-ПЗ	
					9	

1. Технологическая часть

Пере. примен.

1.1 Описание конструкции и анализ ее технологичности.

На ОАО "Корневский завод низковольтной аппаратуры" выпускается различное электротехническое оборудование, в том числе распределительные устройства (РУС), в состав которых обычно входят элементы типа дверей (крышек).

Пункты распределительные:

габаритные размеры, мм.	годовая программа выпуска, шт.
869×1050	6000
789×1050	6000
689×850	6000
789×850	6000
689×1250	6000
789×1250	5000
итого	35000

Справ. №

Подпись и дата

Дверь каждой модификации изготавливается из Ст3сп тонкий лист поставляется по ГОСТ 380-88.

Дверь (Рис. 1.1.) состоит из следующих основных элементов:

Штампованных уголков 2 и 3,

Листа 1,

Петель 4,

Скоб 5, 6,

Скобы заземления 7.

Как видно, конструкция является технологичной. Это следует из доступности швов для сварки, возможности применения универсального оборудования и др. По базовому варианту изготавливается с использованием сварки в CO₂. Разные варианты дверей могут отличаться длиной двери, а также расположением вспомогательных элементов (скоб).

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

БР-150301-071106896-ПЗ

Лист

10

Пере. примен.
Справ. №

Подпись и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подпись и дата
Инв. № подл.

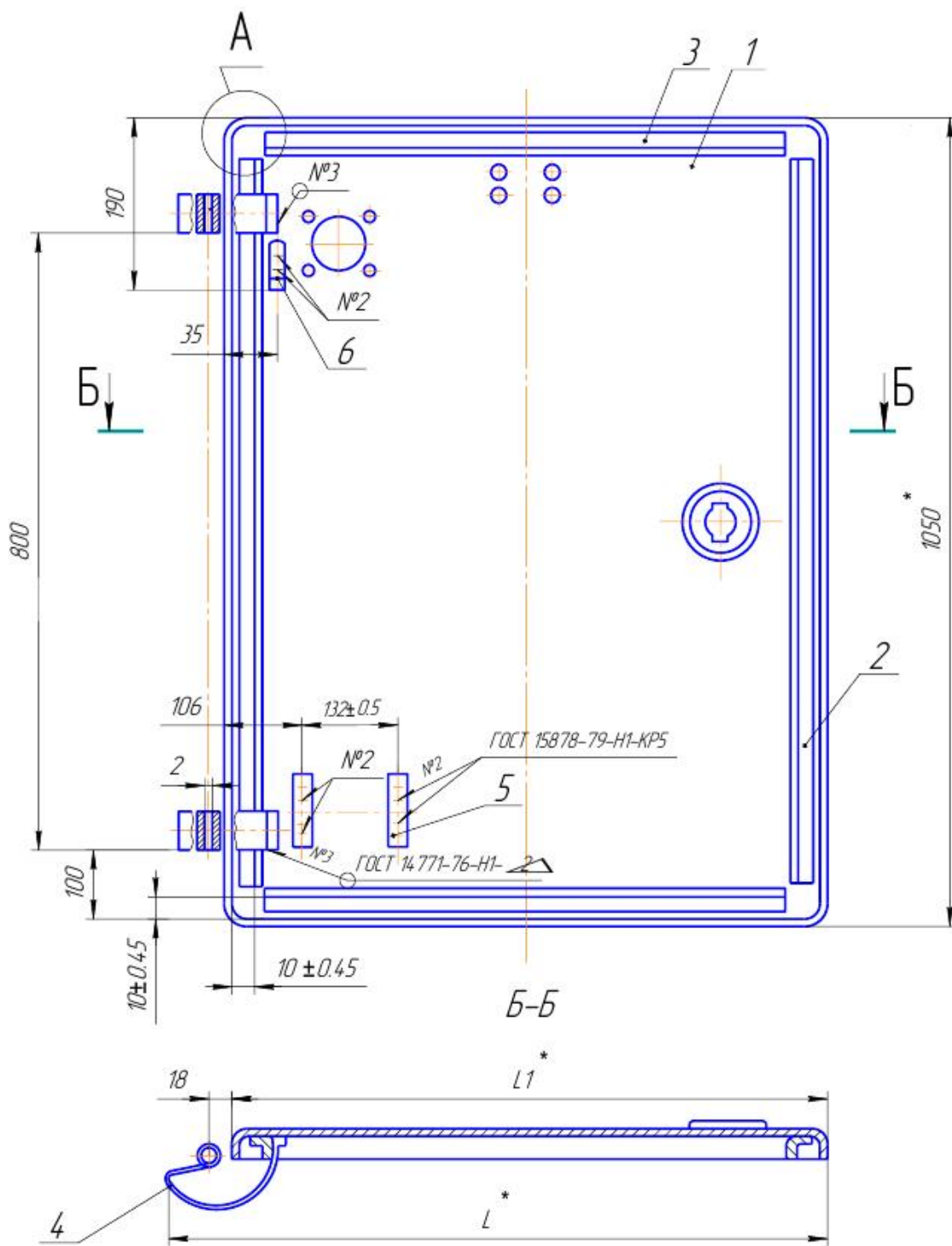


Рис. 1.1 – Дверь

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

БР-150301-071106896-ПЗ

Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	Справ. №	Пере. примен.
--------------	----------------	--------------	--------------	----------------	----------	---------------

Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата
--------------	----------------	--------------	--------------	----------------

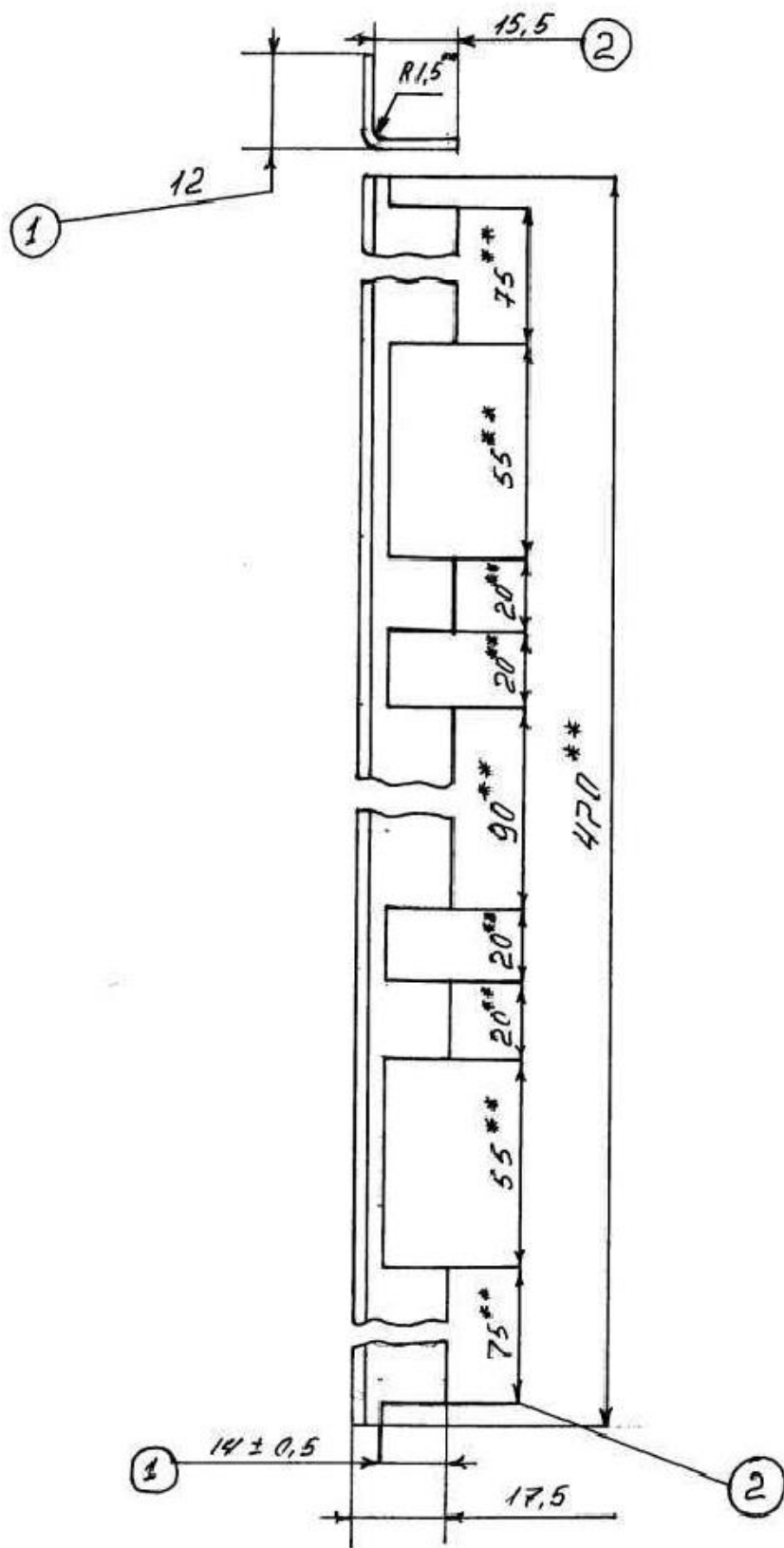


Рис. 1.2 – Уголок

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

БР-150301-071106896-ПЗ

Пере. примен.

Справа. №

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

1.2 Обоснование выбора материала и оценка свариваемости.

Свариваемость - технологическое свойство материалов (металлов) или их сочетаний образовывать в процессе сварки соединения отвечающие конструктивным и эксплуатационным требованиям к ним. Как правило, конструктивные и эксплуатационные требования, предъявляемые к сварным конструкциям, определяются свойствами используемых материалов, поэтому часто под свариваемостью понимают способность материалов образовывать в процессе сварки соединения, не уступающие по своим свойствам свариваемым материалам.

Основной сталью данной конструкции является Ст 3. Это сталь является углеродистой обыкновенного качества. Содержит углерода менее 0,25%. Поэтому обладает хорошей свариваемостью. Это позволяет получить высокое механическое свойства сварных соединений.

Химический состав стали приведен в таблице 1.1, механические характеристики приготовлены в таблице 1.2. В таблице 1.3 приведены значения ударной вязкости при различных температурах.

Таблица 1.1 – Химический состав стали 3% [11]

Марка стали	C	Mn	Si
Ст3	0,14-0,22	0,40-0,65	0,09-0,23

Таблица 1.2 – Механические характеристики стали 3 [11]

Марка стали	Предел прочности при растяжении; кН/см ²	Предел текучести кН/см ²	Относительное удлинение при разрыве;%
Ст3	38-49	25	26

Таблица 1.3 – Ударная вязкость стали [11]

Марка стали	Вид проката	Расположение образца относительно проката	Толщина, мм	КСИ дж/см ² , не менее		
				при температуре, 0С		После механического старения
				Плюс 20	Минус 20	
Ст3	Листовая сталь	Поперек	от 1 до 5	80	40	40

БР-150301-071106896-ПЗ

Лист

13

Изм. Лист № докум. Подпись Дата

Пере. примен.	1.3. Технические условия				
	<p>Двери предназначены для распределительных шкафов в сетях с номинальным напряжением до 600 Вт переменного тока 50 и 60 Гц и напряжением до 220 Вт постоянного тока. Виды климатических исполнений по ГОСТ 15150-69. Высота над уровнем моря до 4300 м.</p> <p>1.3.1 Материалы конструкции – низкоуглеродистая сталь Ст 3 по ГОСТ 380-88</p> <p>1.3.2. Химическая очистка проката производится в растворе NaOH.</p> <p>1.3.3. Резка и штамповка элементов конструкции должна производиться в соответствии с указанием технологического процесса заготовительных операций.</p> <p>1.3.4. Сборка и сварка двери производится в кондукторе в соответствии техническим условиям ТУ 16-95</p> <p>1.3.5. Контроль качества производить внешним осмотром, а также методом технологической пробы (разрушающий контроль) один раз в смену.</p> <p>1.3.6. Контроль процесса сварки производить путем контроля параметров режимов сварки непрерывно.</p> <p>1.3.7. Окраску готового изделия производить в окрасочной камере по ГОСТ 9032-74.</p> <p>1.3.8. Сушку производить при температуре 145 °С в течении 10 мин.</p>				
Справ. №	1.4. Выбор способов производства заготовок				
	<p>После получения листы металла подвергают предварительной обработке: очистке, правке, вырезке заготовок из листового и профильного проката, производимой обычно в целях облегчения его транспортировки и дальнейших операций в целях облегчения его транспортировки и дальнейших операций по изготовлению деталей. В данном дипломном проекте заготовительные операции не изменяются.</p> <p>Последовательность указанных операций может быть различной, но чаще это осуществляется так:</p> <p style="text-align: center;">1.4.1 Предварительная очистка.</p> <p>Очистка прибывшего или взятого со склада листового металла и</p>				
Подпись и дата					Лист
					14
Ине. № подл.					БР-150301-071106896-ПЗ
	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

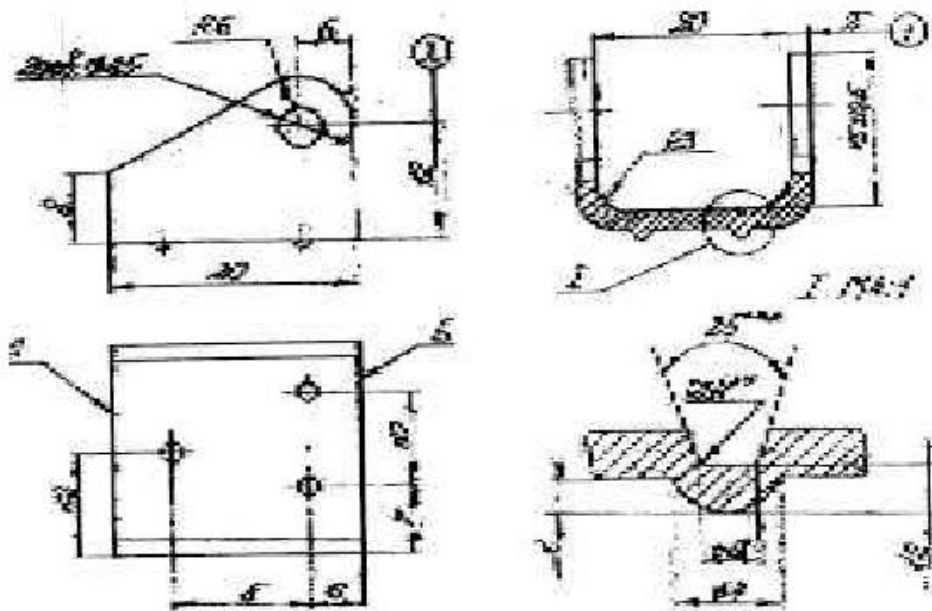
Пере. примен.	<p>проката осуществляется для того, чтобы очистить металл от ржавчины, масла и других загрязнений. Очистка производится на портальной установке, снабженной специальными прижимами. Очищаемый лист зажимается и передвигается посредством посылаемых с пульта оператором сигналов. Портал «подвозит» лист к ваннам с соответствующим содержимым. Сначала в ванну с водой для смыва грязи, далее в ванную со щелочью NaOH смыть масло и прочие загрязнения. Следующая ванна с водой чтобы удалить раствор NaOH. И последующая операция - сушка в сушильной печи. После производства этих операций лист снимается с прижимов и передается далее.</p>					
Справ. №	<p>1.4.2. Правка</p> <p>Правка осуществляется созданием местной пластической деформации и обычно производится в холодном состоянии. Для устранения волнистости листов и полос толщиной от 0,5 до 50 мм, широко используются листопрямительные машины (число валков больше пяти).</p> <p>Исправление достигается при многократном изгибе при пропускании листов между верхними и нижними рядами валков, расположенных в шахматном порядке.</p> <p>1.4.3 Разметка.</p> <p>Прежде чем приступить к непосредственному выполнению любых рабочих операций, изменяющих форму и очертания исходного материала, в большинстве случаев необходимо его разметить. Разметка представляет собой нанесение на подлежащем обработке металле конфигурации изготавливаемых деталей в натуральную величину. Основной целью этой операции служит обеспечение точных, в соответствии с чертежами, размеров вырезанных из металла деталей с соблюдением при этом наименьших возможных отходов.</p> <p>В качестве основного оборудования для выполнения описываемых операций используют различные разметочные столы и плиты необходимых размеров. Средствами для разметки служат разного рода мерительные и чертежные инструменты (стальной метр, стальная рулетка, металлические линейки, чертилка, кернер, циркуль, штангенциркуль, рейсмус и угольник). В целях получения наиболее четкого изображения и контрастных линий чертежа на металле рекомендуется предварительно покрывать поверхность металла белой клеевой краской.</p>					
Подпись и дата	<p>1.4.4 Резка.</p> <p>Резка производится на гильотинных ножницах Н 3218 Б. Гильотинные ножницы, предназначенные для выполнения длинных резов по упору, наметке либо разметке, отличаются значительно более высоким качеством реза. В станках этого типа предусмотрены механизированные зажимы и</p>					
Ине. № дубл.						
Взам. инв. №						
Подпись и дата						
Ине. № подл.						
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	БР-150301-071106896-ПЗ	Лист 15

Пере. примен.	<p>прижимы для закрепления разрезаемого металла с целью устранения возможности его сдвига и искривления, а также для обеспечения скалывания в процессе резки.</p> <p>1.4.5 Штамповка.</p> <p>Применяется холодная штамповка. Лист необходимого нам размера подвергается холодной штамповке, предварительно скругляются углы листа указанного радиуса для уменьшения смятия. Для этой операции применяется пресс К 3534 А, штамп ЮУ 1501-5033.</p> <p>Под холодной штамповкой понимают штамповку без предварительного подогрева заготовок при температуре окружающей среды. При применении холодного выдавливания коэффициент использования металла составляет 98 % вместо 30-60 % при механической обработке.</p> <p>1.4.6 Способы производства заготовок.</p> <p>Заготовки, необходимые для производства конструкций, изготавливаются отдельно и подаются к местам сварки посредством межцехового транспорта.</p> <p>Заготовки – это уголки, сваривающиеся с листом контактной точечной сваркой. В паз, получившийся от приварки уголков к листу, вставляется резиновый шнур для обеспечения герметичности. Скобы, приваривающиеся посредством рельефной сварки, служат для крепления вспомогательных элементов. Петли служат для крепления двери к корпусу (выполняют роль шарниров). Эти заготовки подаются в соответствующие тары на рабочее место сварщика. Далее будет подробно описан процесс изготовления уголков и скоб. Перед изготовлением заготовок, материал подвергает очистке, правке, разметке.</p> <p>1.4.7 Изготовление деталей.</p> <p>Для изготовления уголка необходимой конфигурации из листа на гильотинных ножницах НЗ218Б режутся полосы в размер (1) согласно рисунку 2.2. Далее проверяются размеры (1) штангенциркулем ШЦ-3-250-630-0,10 ГОСТ166-89. На тех же гильотинных ножницах режутся полосы на карточки в размер (2). Опять контроль размеров (2) штангенциркулем ШЦ-3-250-630-0,10 ГОСТ 166-89. Следующей операцией идет, гибка, деталь гнется на прессе К2130, штамп ЮА1601-4014 согласно рисунку. Проверка размеров (1) (2) штангенциркулем ШЦ-3-250-630-0,10 ГОСТ166-89. Далее вырубка на том же штампе и прессе. Вырубаются пазы в детали за две установки согласно рисунку. Последней операцией проверяются размеры (1), (2) штангенциркулем ШЦ-3-250-630-0,10 ГОСТ166-89.</p>				
	Справ. №				
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.	Подпись и дата	Лист
					БР-150301-071106896-ПЗ
					16

Пере. примен.						<p>Скоба</p> <p>Первой операцией при изготовлении скобы является пробивка, вырубка, гибка, отрезка согласно рисунку 2.3 на пресс-автомате PAWN 40/25, штамп ЮУ 1721-4078. Далее галтовать деталь в галтовочном барабане Н-889. Контролировать соответствующие размеры и ведение процесса.</p> <p>Меры безопасности для всех контрольных операций по инструкции №38. Контроль линейных размеров спец. штангенциркулем ЮУ8511-0002, размеры (1); (2); (3). Допуск несоосности относительно общей оси $\pm 0,2$ мм, калибр ЮУ8364-0554. Также контроль внешнего вида детали на присутствие острых кромок.</p> <p>Скоба заземления</p> <p>На некоторых изделиях производится приварка скобы заземления. Поэтому здесь приводится ее изготовление. Резать ленту на многодисковых ножницах NOP750 на заготовки в размер (1), проверить размер (1) штангенциркулем ШЦ-3-250-630-0,10 ГОСТ166-89. Отрезка, пробивка, надрезка, гибка на прессе PAWN40/25/16, штамповка детали по инструкции, очистка в галтовочном барабане Н889. На резьбонарезном полуавтомате 2054М нарезать резьбу согласно рисунку 2.4. Контролировать резьбовое соединение и размеры (1), (2), (3).</p> <p>Далее процесс обезжиривания химического ИОТ№138 скобы в моечном барабане ЮУА46013. Процесс электрохимического цинкования эскобы в автоматической линии АЛГ-128 и кадмирование гайки (ГОСТ5915-VO M8.5.019) в автоматической линии АЛГ-35М.</p> <p>Затем гайка из стали 10кп с покрытием Кд21хр устанавливается в паз нижнего электрода контактной точечной машины МТ2510. Поверх гайки по штырю уложить скобу из стали 08кп с покрытием Ц9Хр. Приварить гайку к скобе контактной точечной сваркой по ГОСТ 15878-79 Н1-Кр. Ориентировочные режимы сварки и сжатие электродов 760 кгс; время сжатия 0,56с; сила тока 10-12кА. Режимы корректируются наладчиком, электроды должны периодически зачищаться.</p> <p>Требования безопасности в ИОТ№22.</p>
Справ. №						
Подпись и дата						
Инв. № дубл.						
Взам. инв. №						
Подпись и дата						
Инв. № подл.						
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист	
					17	
БР-150301-071106896-ПЗ						

Пере. примен.

Справ. №



1. * - Размер для справок.
2. Неуказанные предельные отклонения размеров: отверстий H14, валов h14, остальных $\pm IT15/2$
3. Несоосность отверстий относительно общей оси не более $\pm 0,2$ мм
4. ** - Размеры обеспечены инструментом.
5. На поверхности А и Б допускается технологический выступ от инструмента не более 0,5 мм.

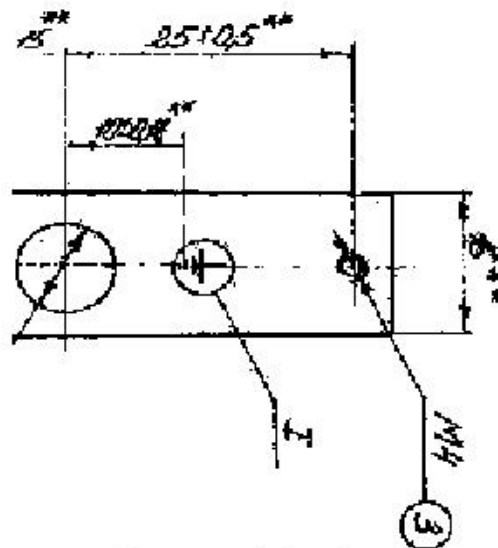


Рисунок 1.3 – Скоба

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм. Лист № докум. Подпись Дата

БР-150301-071106896-ПЗ

Лист

18

Пере. примен.

Справ. №

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

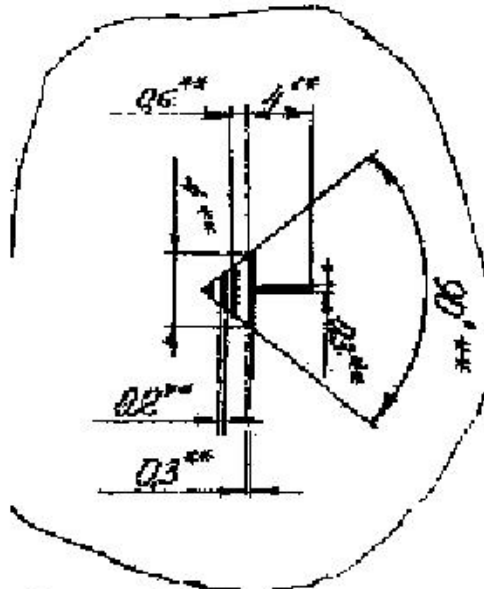
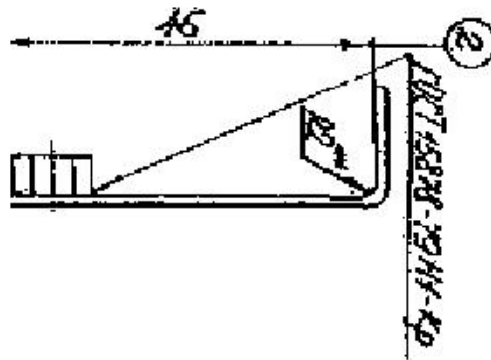


Рисунок 1.4 - Скоба заземления.

1.5 Обоснование выбора способов сборки.

Сборка изделия - уголков и двери перед сваркой осуществляется в кондукторе для сборки и сварки. Кондуктор предназначен не только для сборки и последующей сварки, но и для ориентации, фиксации свариваемых деталей. Кроме того, в кондуктор встроен механизм съема изделия, который облегчает съем сваренного изделия.

Кондуктор состоит из корпуса, двух групп пневмоприжимов, механизма съема изделия и пневмоаппаратуры.

Уголки, находящиеся в таре, укладываются оператором в кондуктор в соответствующие пазы до упора вручную. Далее по посланной с пульта управления команды механизмы переключателя, находящегося над соответствующим кондуктором выполняют захват листа металла из тары с помощью электромагнита, перемещение его в зону загрузки, т.е. над кондуктором и опускание на кондуктор. Оператор ориентирует деталь и включает пневмозажимы. После этого установка готова к сварке. В процессе

Пере. примен.	<p>сварки изделия в первом кондукторе производится загрузка изделий во втором. Для этого механизмы второго переключателя осуществляют функции, указанные выше.</p> <p style="text-align: center;">1.6 Обоснование выбора способов сварки</p> <p>Сварка производится на установке в кондукторах, где была произведена сборка.</p> <p>Свариваемое изделие подвергается следующим видам сварки: 1. Контактная точечная сварка уголков к заготовке. 2. Рельефная сварка скоб. 3. Рельефная сварка скобы заземления (производится на изделиях, где они предусмотрены). 4. Полуавтоматическая сварка петель – шарниров в среде углекислого газа.</p> <p>Затем изделие посылается по следующим операциям.</p> <p>Ниже приведены расчеты режимов сварки и краткое описание процессов конкретной точечной, рельефной и полуавтоматической сварки в CO₂</p>				
Справа. №	<p style="text-align: center;">1.6.1 Сущность контактной точечной сварки. Процесс сварки на универсальной установке</p> <p>Контактная сварка как один из способов получения неразъемного соединения известна с конца прошлого века.</p> <p>Она отличается очень высокой степенью механизации, роботизации, автоматизации и, как следствие, высокой производительностью.</p> <p>Контактная сварка представляет собой процесс получения неразъемных соединений в результате нагрева металла проходящим электрическим током и пластической деформации зоны соединения под действием сжимающего усилия.</p> <p>Способом контактной сварки является точечная. При точечной сварке детали соединяются по отдельным участкам касания (точкам.). При этом детали собираются внахлестку и сжимаются электродами, связанными со сварочным трансформатором, при включении которого детали нагреваются кратковременным (0,01-0,5с) импульсом тока до появления расплавленной точки.</p> <p>В данной установке для сборки-сварки роль второго электрода (нижнего) играет медная пластина, подложенная под места сварки на самой установке.</p> <p>При включении сварочного тока в первую очередь за счет концентрации линий тока разогреваются выступы контакта (рисунок 1.5), а затем и металл, находящийся в непосредственной близости к контакту.</p> <p>Электроды, используемые при данном виде сварки, изготавливают из медных сплавов, имеющих высокую теплопроводность. Чтобы поверхность</p>				
Подпись и дата					
Ине. № дубл.					
Взам. инв. №					
Подпись и дата					
Ине. № подл.					<p style="text-align: center;">БР-150301-071106896-ПЗ</p>
	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
					Лист 20

Пере. примен.

Справ. №

деталей, контактирующих с электродами нагревались медленнее, чем внутренние слои металла зоны сварки, электроды охлаждаются водой.

Ток пропускается до тех пор, пока в центральной, наиболее нагретой зоне металл свариваемых деталей не расплавится. В результате расплавления образуется зона жидкого металла, окружаемая плотным кольцом нагретого металла, в пределах которого имеет место достаточно прочное соединение в пластическом состоянии. Это кольцо-поясок, сжатое при нагреве усилием электродов, является уплотнением, препятствующем выполнению жидкого металла в зазор между свариваемыми деталями. После получения зоны расплавления необходимых размеров сварочный ток выключают, металл охлаждается и в результате его затвердевания - кристаллизации - формируется литое ядро сварной точки (рисунок 1.5).

Усилие после выключения тока сохраняется некоторое время, для того чтобы кристаллизация металла происходила под давлением. Тем самым предотвращается образование дефектов усадочного происхождения - трещин, рыхлот т.п.

По способу подвода тока точечная сварка может быть двусторонней и односторонней. При двусторонней сварке ток подводят к верхней и нижней деталям, а при односторонней к одной из них. /3/.

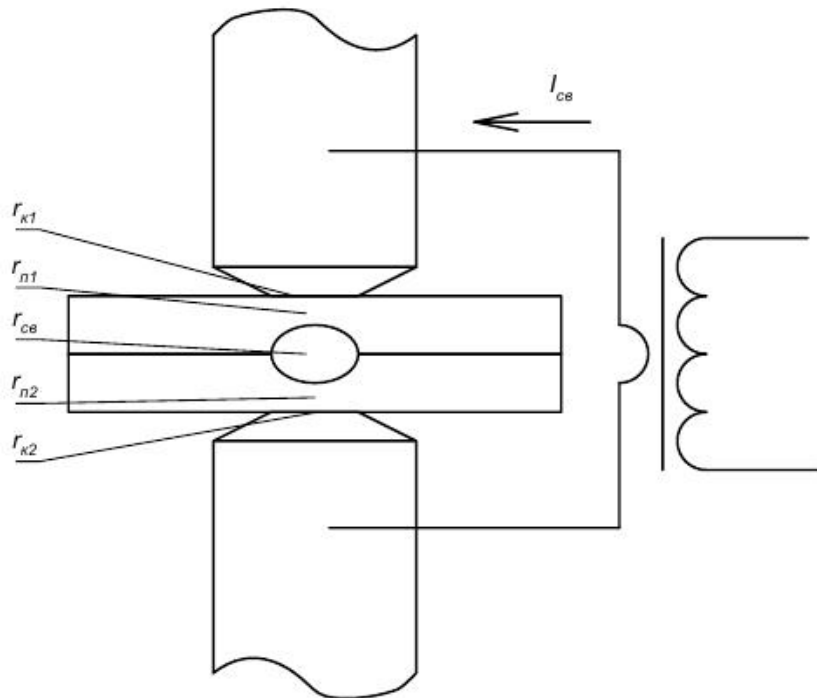


Рисунок 1.5 - Схема процесса контактной точечной сварки.

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

БР-150301-071106896-ПЗ

Лист

21

Пере. примен.

Справ. №

Подпись и дата

Име. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Име. № подл.

1.7 Процесс сварки на установке

После того, как детали уложены в кондуктор и зажаты пневмозажимами, оператор посылает с пульта управления сигнал, после чего порталом и пистолетом будут осуществляться операции, заложенные в программу, т.е. последовательная сварка всех необходимых точек на изделии первого кондуктора. Затем портал со сварочным пистолетом переместится в зону сварки второго кондуктора (он предварительно загружен) при этом сработает блокировка, исключающая незапланированный возврат портала в зону первого кондуктора.

Пока происходит процесс сварки во втором кондукторе автоматически подается сигнал на пневмораспределитель для расфиксации изделия. Рычаги пневмозажимов разжимаются, и съемники выталкивают изделие из кондуктора, удерживая его до тех пор, пока оно не будет выгружено.

Для выгрузки изделия механизмы переключника над соответствующим кондуктором выполняют функции захвата сваренного изделия и перемещение его на конвейер, для последующих операций.

1.7.1 Расчет сварочного тока

Сварочный ток рассчитывается по формуле из закона Джоуля-Ленца:
/4/

$$I_{cc} = \sqrt{Q_{ЭЭ} / (m_r \cdot 2r_{д.к.} \cdot t_{cc})} \quad (1.1.)$$

Где $Q_{ЭЭ}$ - общее количество теплоты, затрачиваемое на образование соединения;

m_r - коэффициент, учитывающий изменение гээ в процессе сварки, для низкоуглеродистых сталей $m_r \sim 1$;

$2r_{д.к.}$ - сопротивление свариваемого контакта по состоянию в конце процесса сварки;

t_{cc} - время сварки. $Q_{ЭЭ}$ по уравнению теплового баланса имеет три составляющих:

$$Q_{ЭЭ} = Q_1 + Q_2 + Q_3 \quad (1.2.)$$

где Q_1 - энергия, необходимая на нагревание до температуры плавления столбика металла высотой, равной толщине свариваемых деталей (4мм) и диаметром, равном диаметру точки;

Q_2 - теплота, расходуемая на нагрев кольца вокруг ядра;

Q_3 - потери теплоты в электродах.

$$Q = \left(\pi d_3^2 / 4 \right) 2sc\gamma T_{пл} \quad (1.3)$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

БР-150301-071106896-ПЗ

Лист

22

Пере. примен.

где C - удельная теплоемкость, для Ст3 $C=0,46\text{кДж/кг}\cdot\text{К}$;
 γ - плотность, для Ст3 $\gamma=7800\text{ кг/м}^3$;
 s - толщина детали, $s=2\text{ мм}$;
 d_3 - диаметр электрода;
 $T_{\text{пл}}$ - температура плавления Ст3, $T_{\text{пл}}=1450\text{ }^\circ\text{C}$.

Диаметр электрода, который примерно равен диаметру точки, равен:

$$d_3 = 5\text{ мм} \quad (1.4)$$

Справ. №

$$Q_1 = (3.14 \cdot 7^2 \cdot 10^{-6} / 4) \cdot 2 \cdot 2 \cdot 0.46 \cdot 7800 \cdot 1450 = 800.9\text{ Дж}$$

$$Q_2 = k_1 \cdot \Pi \cdot x_2 (d_3 + x_2) \cdot 2 \cdot b \cdot c \cdot \gamma \cdot T_{\text{пл}} / 4 \quad (1.5)$$

где k_1 - коэффициент, учитывающий отличие T° кольца от T° плавления, $k_1=0,8$;

x_2 - ширина кольца, находящаяся по формуле (1.6):

$$x_2 = 4\sqrt{a_m \cdot t_{\text{св}}} \quad (1.6)$$

где a_m - коэффициент температуропроводности, для Ст3 $a_m=1.5 \cdot 10^{-6}\text{ м}^2/\text{К}$;

$t_{\text{св}}$ - время сварки, согласно рекомендациям Чулошникова П.Л. /3/ принимаем $t_{\text{св}}=0,3\text{ с}$.

Значения остальных переменных приведены выше.

$$x_2 = 4\sqrt{1.5 \cdot 10^{-6} \cdot 0.3} = 2.7 \cdot 10^{-3}\text{ м}$$

Находим Q_2 :

$$Q_2 = 0,8 \cdot 3,14 \cdot 2,7 \cdot 10^{-3} \cdot (7 \cdot 10^{-3} + 2,7 \cdot 10^{-3}) \cdot 2 \cdot 2 \cdot 0,46 \cdot 7800 \cdot 1450 / 4 = 342,3\text{ Дж}$$

Q_3 находим по формуле (1.7);

$$Q_3 = 2 \cdot k_2 \cdot (\pi \cdot d_3^2 / 4) \cdot x_3 \cdot C_3 \cdot \gamma_3 \cdot T_{\text{пл}} / 8, \quad (1.7)$$

Где k_2 - коэффициент, учитывающий форму электрода, для конического электрода с плоской рабочей поверхностью $k_2=1,5$;

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм. Лист № докум. Подпись Дата

БР-150301-071106896-ПЗ

Лист

23

Пере. примен.

X_3 - длина нагреваемого участка электрода, находится по формуле:

$$X_3 = 4\sqrt{a_3 \cdot t_{cc}} \quad (1.8)$$

где a_3 - температуропроводность материала электрода; для БрХЦР $a_3 = 8 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$

$$X_3 = 4\sqrt{8 \cdot 10^{-5} \cdot 0,3} = 1,96 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

γ_3 - плотность бронзы, $\gamma_3 = 8900 \text{ кг/м}^3$;

C_3 - удельная теплоемкость материала электрода, $C_3 = 0,38 \text{ кДж/кг} \cdot \text{К}$;

$T_{пл}$ - температура плавления бронзы, принимаем $T_{пл} = 1500 \text{ }^\circ\text{C}$;

d_3 - диаметр электрода, $d_3 = 5 \text{ мм}$.

$$Q_3 = 2 \cdot 1,5 \cdot (3,14 \cdot 7^2 \cdot 10^{-6} / 4) \cdot 1,96 \cdot 10^{-2} \cdot 0,38 \cdot 8900 \cdot 1500 / 8 = 1434,2 \text{ Дж}$$

Находим Q_{33} :

$$Q_{33} = 800,9 + 342,3 + 1434,2 = 2577,5 \text{ Дж} = 2,6 \text{ кДж}$$

Чтобы определить значение $I_{св}$ необходимо найти $2 r_{д.к.}$, которое находится по следующей формуле (1.9);

$$2r_{д.к.} = (A \cdot k_p \cdot b_1 \cdot (r_1 + r_2)) / (\pi \cdot d_3^2 / 4), \quad (1.9)$$

Где A - коэффициент, зависящий от отношения d_3/b , здесь $A = 0,8$;

k_p - коэффициент, учитывающий неравномерность нагрева деталей, $k_p = 0,85$;

b_1 - толщина пластины, $b_1 = 0,2 \text{ см}$;

r_1 - удельное сопротивление деталей при $T = 1200^\circ\text{C}$;

r_2 - тоже при $T = 1500^\circ\text{C}$, для Ст3 принимаем $r_1 = r_2 = 140 \text{ мкОм} \cdot \text{см}$.

d_3 - диаметр рабочей поверхности электрода, $d_3 = 0,7 \text{ см}$.

$$2r_{д.к.} = (0,8 \cdot 0,85 \cdot 0,2 \cdot (280 \cdot 10^{-6})) / (3,14 \cdot 0,7^2 / 4) = 9,8 \cdot 10^{-5} \text{ Ом}$$

Подставляя полученные значения в формулу (1.1) находим сварочный ток.

$$I_{св} = \sqrt{\frac{2577,5}{1 \cdot 9,8 \cdot 10^{-5} \cdot 0,3}} = 9762,8 \text{ А} \approx 10 \text{ кА}$$

1.7.2. Расчет сварочного усилия

Сварочное усилие рассчитываем по простейшей формуле (1.10) /4/:

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм. Лист № докум. Подпись Дата

БР-150301-071106896-ПЗ

Лист

24

$$F=(0,2-0,3) \cdot b_c, \text{ [кН]} \quad (1.10)$$

где b_c - суммарная толщина свариваемых деталей, $b_c=4\text{мм}$.

По рекомендациям /3/ принимаем повышенное усилие при сварке для избежания усадочных раковин и трещин. Также понижается вероятность выплеска

$$F=(0,2-0,3)4=(0,4-0,6)=0,6 \text{ кН.}$$

1.7.3 Шунтирование тока через ранее сваренную точку

Рассчитанный выше сварочный ток будет верен только для первого случая сварки, т.е. когда сваривается первая точка. Во время образования других сварных точек ток будет шунтироваться через ранее сваренную точку (рисунок 1.6, рисунок 1.7). Рассчитываем этот ток шунтирования:

$$I_{ш}=I_{св} \cdot \gamma_{зз} / \gamma_{ш}, \quad (1.11)$$

где $I_{св}$ - сварочный ток;

$\gamma_{зз}$ - электрическое сопротивление зоны сварки, принимаем $\gamma_{зз}=2 \cdot \gamma_{д.к.}=98 \text{ мкОм}$;

$\gamma_{ш}$ - электрическое сопротивление шунта (имеется в виду сопротивление участка деталей до соседней сварочной точки), $\gamma_{ш}$ находим по формуле:

$$\gamma_{ш}=K_3 \cdot 2 \cdot \rho \cdot t_{ш} / (b \cdot B_{пр}), \quad (1.12)$$

где $K_3 \sim 0,4$;

ρ - удельное сопротивление, $\rho=130 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{см}$;

b - толщина детали, $b=0,2 \text{ см}$;

$t_{ш}$ - расстояние между точками, $t_{ш} \sim 5\text{см}$;

Пере. примен.

Справ. №

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Пере. примен.	
Справ. №	

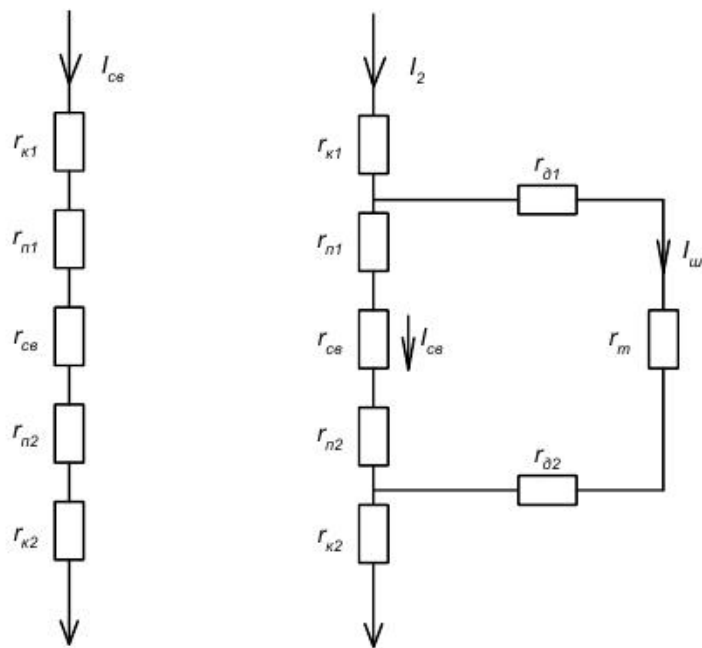


Рисунок 1.6 - Электрическая схема замещения контактной сварки:
а) Двусторонняя сварка, б) Шунтирование тока в ранее сваренную точку

Име. № подл.	
Подпись и дата	
Взам. инв. №	
Инев. № дубл.	
Подпись и дата	

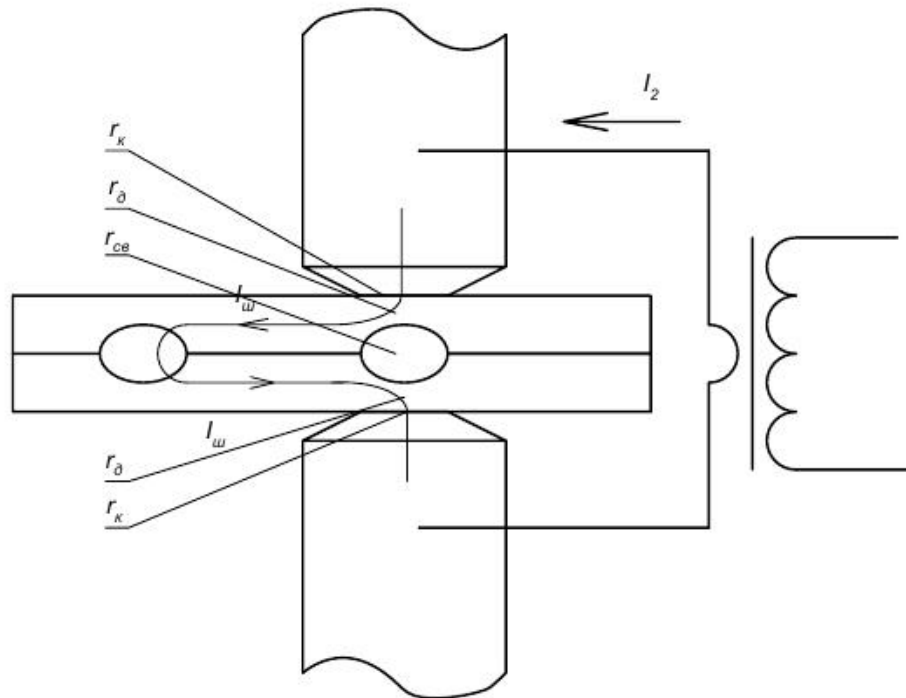


Рисунок 1.7 - Шунтирование тока в ранее сваренную точку.

Пере. примен.	<p>B_{np} - приведенная с учетом растекания точка ширина шунта,</p> $B_{np}=(d_k+d_n)/2, \quad (1.13)$ <p>где d_k - условный диаметр контакта (электрод-деталь и деталь-деталь), $d_k = 0,7\text{см}$; d_n - диаметр пластического пояса</p>				
	Справ. №	$d_n=1,2 \cdot d_k, \quad (1.14)$ $d_n=1,2 \cdot 0,7=0,84 \text{ см}=8,4 \text{ мм}$ $B_{np}=(0,7+0,84)/2=0,77 \text{ см}$ <p>Находим сопротивление шунта:</p> $r_{ш}=(0,4 \cdot 2 \cdot 130 \cdot 10^{-6} \cdot 5)/(0,2 \cdot 0,77)=3376,6 \text{ мкОм}$ <p>Теперь находим ток шунтирования, подставив данные в формулу (1.11):</p> $I_{ш}=(10000 \cdot 98)/3376,6=290 \text{ А}$ <p>Таким образом, для улучшения качества сварного соединения, а конкретно - для стабильности размеров сварных точек рекомендуется при сварке второй, третьей и четвертой точки повышать ток плавной регулировкой на указанную величину.</p> <p>Если это не представляется возможным, то можно немного увеличить время сварки.</p>			
Подпись и дата		<h3>1.7.4 Рельефная сварка</h3> <p>Разновидностью точечной сварки является рельефная. Процессы образования соединений при точечной и рельефной сварке имеют много общего.</p> <p>При рельефной сварке первоначальный контакт деталей происходит по ограниченной рельефами площади. Эти рельефы (выступы), например, в сечении в форме полукруга или трапеции, предварительно механически формируются на деталях. В начальный период сварки наличие рельефа дает возможность обеспечивать концентрированный нагрев в месте контакта при больших плотностях тока. В дальнейшем рельефы постепенно деформируются, и на определенной стадии происходит плавление металла и образование ядра точки. Обычно на поверхности детали выполняют несколько рельефов (как в данном случае на скобе 2-3 рельефа), таким</p>			
Ине. № дубл.					
Взам. инв. №					
Подпись и дата					
Ине. № подл.					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<p style="text-align: center;"><i>БР-150301-071106896-ПЗ</i></p> <p style="text-align: right;">Лист 27</p>

Пере. примен.

Справ. №

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

образом, детали соединяются одновременно в нескольких точках.

По конвейеру детали передаются вручную на машину рельефной сварки МР-3818, где происходит сварка скоб к изделию.

Далее рассчитаем режимы рельефной сварки, необходимые нам для приварки скобы.

Расчет сварочного тока при рельефной сварке.

Расчет сварочного тока при рельефной сварке ведется по плотности тока в зависимости от сварочного тока при контактной точечной сварке, по следующей формуле (1.15), /5/:

$$J=I_{св}/S, \tag{1.15}$$

где J - плотность тока;

$I_{св}$ - сварочный ток при контактной точечной сварке, $I_{св}=10кА$;

S - площадь сварной точки при контактной точечной сварке;

$$S=\pi \cdot d^2/4, \tag{1.16}$$

где d - диаметр сварной точки при контактной точечной сварке, $d_r=7мм$.

$$S = 3.14 \cdot 7^2 / 4 = 38.47 \text{ мм}^2$$

Находим плотность тока:

$$J=10000/38,47=259,9 \text{ А/мм}^2.$$

Далее, рассчитаем площадь сварной точки для рельефной сварки по той же формуле, что и для точечной:

$$S=3,14 \cdot 4^2/4=12,56 \text{ мм}^2.$$

Зная плотность тока и площадь сварной точки из формулы (1.15) выражаем силу сварочного тока при рельефной сварке:

$$I=J \cdot S, \tag{1.17}$$

где J - плотность тока, $J=259,9 \text{ А/мм}^2$;

S - площадь сварной точки при рельефной сварке, $S=12,56 \text{ мм}^2$

$$I=259,9 \cdot 12,56=3264,88 \text{ А}$$

Рассчитанный сварочный ток необходим для расплавления рельефа и

Пере. примен.

образования одной сварной точки, а нам необходимо рассчитать ток для расплавления трех рельефов, следовательно, сварочный ток будет следующим:

$$I_{\text{общ}} = I \cdot 3 = 3264,88 \cdot 3 = 9794,6 \text{ A} \approx 10 \text{ кА.}$$

Таким образом, для расплавления трех рельефов и образования сварных точек необходим сварочный ток равный 10 кА.

Расчет сварочного усилия и выбор времени рельефной сварки

По рекомендациям Гитлевича В.А. /5/ принимаем время рельефной сварки $t_{\text{СВ}} = 0,34 \text{ с.}$

Для определения усилия сжатия электродов воспользуемся элементарной формулой (1.18):

$$P = S \cdot 200, \quad (1.18)$$

где P - усилие сжатия электродов;
S - общая толщина деталей, S=4мм.
Находим P:

$$P = 4 \cdot 200 = 800 = 0,8 \text{ кН.}$$

1.7.5 Полуавтоматическая сварка в среде углекислого газа

Используется для приварки петель – шарниров. Полуавтоматическая сварка (механизированная) представляет собой процесс получения неразъемного соединения при расплавлении основного металла при помощи сварочной проволоки подающейся автоматически.

К достоинствам данного вида сварки относят:

- высокую степень концентрации дуги, обеспечивающую минимальную зону структурных превращений и относительно небольшую деформацию изделия;
- высокую производительность;
- эффективную защиту расплавленного металла;
- возможность наблюдения за ванной и дугой;
- низкая стоимость выполнения сварных работ при применении в качестве защитной среды активные газы (CO_2 , паров воды и смеси газов);
- отсутствие необходимости применения флюсов и обмазок;
- возможность сварки в различных пространственных положениях. /6/.

Оборудование и материалы полуавтоматической сварки в CO_2

Справ. №

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм. Лист № докум. Подпись Дата

БР-150301-071106896-ПЗ

Лист

29

Пере. примен.

Справ. №

В данном случае оборудование для полуавтоматической сварки в среде углекислого газа состоит из сварочного полуавтомата ПДГ-251 (с источником питания).

Углекислый газ соответствует ГОСТ 8050-85, он является активным газом. Под активными газами понимают такие газы, которые химически взаимодействуют с металлом. Они, создавая окислительную атмосферу, тем самым защищают жидкий металл главным образом от азота, объемная доля которого в воздухе около 78%.

Углекислый газ для сварки применяют в сочетании с определенными сварочными проволоками. В данном случае используется легированная проволока св-08Г2С (ГОСТ2246-70). Химический состав проволоки приведен в таблице 1.4. /л/.

Таблица 1.4. - Химический состав легированной проволоки св-08Г2С,%

Марка	C	Si	Mn	Cr	Ni	S	P
Св08Г2С	<0,05-0,11	<0,7-0,95	1,8-2,1	<0,2	<0,2-5	<0,025	<0,03

Выбор режимов сварки в CO₂

Согласно справочным данным при толщине металла 2мм для полуавтоматической сварке в среде углекислого газа выбранные режимы представлены в таблице (1.5) /6/.

Таблица 1.5.-Ориентировочные режимы полуавтоматической сварки в CO₂.

Диаметр сварочной проволоки (СВ- 08Г2С ГОСТ2276-70), мм	Сварочный ток, А	Напряжение дуги, В	Катет шва, мм	Скорость сварки, м/ч	Вылет электрода, мм	Расход газа, л/мин	Полярность
0,8	65-110	18-20	2	16-18	8-10	6-8	обратная

1.8. Контроль процесса сварки

Сложность организации контроля объясняется кратковременностью процесса сварки, большой производительностью работы оборудования, импульсным характером электрических параметров, недоступностью

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

БР-150301-071106896-ПЗ

Лист

30

Пере. примен.						<p>наблюдения за формирующейся зоной соединения и другими факторами.</p> <p>Контроль качества сварного соединения осуществляется в соответствии с действующими отраслевыми стандартами и систематической проверкой выполнения заданного технологического процесса сборки и сварки.</p> <p>В процессе сборки и сварки осуществляется пооперационный контроль на всех этапах изготовления конструкции. Перед сваркой контролируется качество поставляемых деталей, сварочных материалов, аппаратуры. Также согласно графику осуществляется контроль сборочного кондуктора. На стадии сборки проверяют соосность отверстий, параллельность поверхностей. На стадии сварки необходимо выдерживать режимы сварки.</p> <p>Каждую смену перед началом работы производится сварка образцов – свидетелей на провар методом технологической пробы (разрушающий контроль). Образец зажимается в тисках, разрушение в месте сварки производится зубилом, создавая усилие на отрыв, либо на скручивание.</p> <p>После сварки производится визуально – измерительный контроль с применением лупы и линейки (угольника).</p> <p>Контроль качества приварки петель - шарниров в углекислом газе проводится также внешним осмотром и измерениями.</p> <p>Допустимыми дефектами являются наплывы и кратеры. Допускаются также отдельно расположенные поры и шлаковые включения диаметром не более 15% толщины и 2мм в диаметре в количестве четырех дефектов на участке шва длиной 200мм. Расстояние между дефектами должно быть не менее 40мм. Допускается скопление цепочки поверхностных пор и шлаковых включений в количестве не более трех на один квадратный сантиметр площади шва. Расстояние между цепочками, скоплениями поверхностных пор и шлаковых включений должно быть не менее 0,6мм.</p> <p>Недопустимыми дефектами являются трещины, непровар, подрезы.</p> <p>Изделия, отбракованные в процессе контроля, поступают на исправление (доварку). В случае нарушения геометрических размеров (сварили не там, где надо) изделие сдается в металлолом.</p>
Справ. №						<p>1.9 Окраска</p> <p>Окраска готового изделия производится в окрасочной камере. Перед химическим обезжириванием необходима проверка качества деталей, на поверхности не допускается вмятины, забоины, неровно обрезанные кромки, сварочные брызги. Проверка производится визуально ОТК ГОСТ9.032-74.</p> <p>Производится загрузка деталей на подвески подвешенного толкающего конвейера ТП-80 964-Н362 так, чтобы наружная сторона деталей была повернута в сторону навесчика.</p> <p>Далее детали «следуют» в камеру предварительного нагрева на 2-5 минут с температурой 110-120°С; затем, в моечно-сушильном агрегате 964-</p>
Подпись и дата						
Инв. № дубл.						
Взам. инв. №						
Подпись и дата						
Инв. № подл.						
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<p style="text-align: center;">БР-150301-071106896-ПЗ</p> <p style="text-align: right;">Лист 31</p>	

Пере. примен.	<p>Н352 происходит химическое обезжиривание. Моющий препарат МЛ-61 ТУ 84-228-89, после промывка горячей водой и сушка в моечно-сушильном агрегате.</p> <p>Окрашивание происходит в окрасочно-распылительной камере 964-Н309 пневматическим распылителем КРП-10 ТУ 6-10-2137-88 вручную.</p> <p>Затем грунтовка, в качестве материалов применяется либо эмаль 6-МА-1232 ТУ 6-10-2027-85 и вода питьевая ГОСТ2874-82, либо грунтовка ФЛ-ОЗК ГОСТ9109-81 и сальвент каменноугольный Б ГОСТ 1928-79. Расстояние до окрашиваемой поверхности до 350мм.</p> <p>Далее сушка в электротерморadiационно - конвекционной сушильной камере 964-Н344 при температуре 145 °С в течении 8 минут. После сушки охлаждение в камере охлаждения 964-Н378 при температуре 40°С, в течении трех минут.</p> <p>В завершении процесса окраски производится контроль ОТК качества лакокрасочного покрытия.</p>				
Справ. №					
Подпись и дата					
Инв. № дубл.					
Взам. инв. №					
Подпись и дата					
Инв. № подл.					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<p>БР-150301-071106896-ПЗ</p>
					Лист
					32

Справ. №	Пере. примен.					
Подпись и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подпись и дата	Ине. № подл.		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	БР-150301-071106896-ПЗ	
					33	

2. Конструкторская часть

БР-150301-071106896-ПЗ

Лист

33

Пере. примен.

Справ. №

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

2.1. Краткое описание участка сборки и сварки

Участок предназначен для сборки и сварки элементов электротехнического оборудования и предусматривает использование специализированной установки. При внедрении повышается производительность труда, технический уровень сварочного производства, качество выпускаемой продукции, уменьшается доля ручного труда при процессе контактной точечной сварки, повышается культура производства.

Участок должен соответствовать требованиям НТД ЕСТПП и технологичности конструкций. При разборке участок необходимо обеспечить удобством сборки и монтажа проектируемых устройств и механизмов.

На участке должны быть предусмотрены:

1. шины заземления;
2. отводы для слива воды в канализацию или резервуар оборотной воды;
3. подвод воздуха;
4. подвод электроэнергии;
5. для обеспечения стабильной работы установки с программным управлением электроэнергией должна быть подведена от отдельного фидера.

Основные параметры участка приведены в таблице 2.1.

Далее, в таблице 2.2. рассмотрим основные параметры надежности.

Таблица 2.1. - Основные параметры участка

Наименование параметров	Значение
Программа выпуска, шт./год	
Крышек	70000
Дверей	35000
Режим работы, смена	2
Такт выпуска, при 85% загрузке, мин	2,0
Коэффициент загрузки рабочих, %	85
Количество рабочих, чел, в том числе сварщиков, чел	8 6
Производственная площадь, м ²	260

БР-150301-071106896-ПЗ

Лист

34

Изм. Лист № докум. Подпись Дата

Таблица 2.2. - Основные параметры надежности установки для сборки и сварки

Наименование параметров	Значение
Срок службы до первого капитального ремонта (не менее), лет	3
Наработка на отказ, час	100
Среднее время восстановления линии за счет технического обслуживания и ремонта, час	8
Время замены вышедших из строя деталей и узлов, час	1
Назначенный полный ресурс, час	20000
Срок службы при двухсменном режиме работы, лет	5

Критерием для капитального ремонта установки является недопустимый износ направляющих и центрирующих устройств, зубчатых зацеплений, пневмоприводов, шарнирных соединений, приводных пар винт-гайка и т.д.

Критерием отказа электрической системы управления является потеря работоспособности, для восстановления которой потребуются проведение ремонтных работ продолжительностью 0,5-1 час, с заменой комплектующих изделий

Установка должна работать в стационарных условиях, в закрытом отапливаемом помещении, в воздухе которого содержание вредных веществ не должно превышать предельные концентрации, установленные ГОСТ 12.1.005-76.

По устойчивости к воздействию климатических факторов внешней среды установка должна изготавливаться в климатическом исполнении УХЛ для категории размещения 4 согласно ГОСТ 15150-69. Условия эксплуатации:

- температура окружающей среды от +10 до + 35°С;
- влажность воздуха 80% при T = 25 °С;
- атмосферное давление от 630 до 800 мм. рт. ст.;
- температура охлаждающей воды от +1 до + 25 °С.

Установка должна нормально функционировать в процессе воздействия механических факторов, соответствующих М1 по ГОСТ 17516-72. Предельно допустимая концентрация пыли составляет 6 мг/л. Периодическое техническое обслуживание должно включать:

- 1) содержание всех рабочих мест в чистоте;
- 2) устранение утечек сжатого воздуха и воды в соединениях пневмосистем;
- 3) замену уплотнителей по мере их износа;
- 4) периодическое обслуживание, предусмотренное паспортом, вид

Пере. примен.

Справ. №

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

БР-150301-071106896-ПЗ

Пере. примен.

Справ. №

Напряжение питающей сети, В	3х380
Потребляемая мощность, кВА	17,00
Сварочный ток, А (ПВ)	250(60%)
Диаметр сплошной электродной проволоки, мм	0,8-1,4
Скорость подачи проволоки, м/ч	40-950
Количество подающих роликов, шт	1,00
Напряжение холостого хода, В	45,00
Масса, кг	110,00

2.2 Описание установки для сборки-сварки элементов электротехнического оборудования

Установка для контактной точечной сварки с программным управлением представляет собой объемную конструкцию портального типа со встроенными в нее универсальными кондукторами и обеспечивает сборку и автоматическую контактную точечную сварку электротехнического оборудования типа двери, крышки (углов с листом).

Установка может быть применена для контактной сварки других изделий с изменением программы и кондукторов для сборки и фиксации свариваемых деталей.

Основные технические характеристики установки приведены в таблице 2.5.

Таблица 2.5. - Техническая характеристика установки.

№	Наименование параметров	Значение
1	2	3
1.	Номинальное напряжение питающей сети, В.	380
2.	Частота тока питающей сети, Гц.	50
3.	Номинальный сварочный ток, кА.	12,5
4.	Максимальная потребляющая мощность при сварке, кВА, не более	128
5.	Толщина свариваемых деталей, мм.	2+2
6.	Производительность, точек в мин.	25...40

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

БР-150301-071106896-ПЗ

Лист

37

Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	Пере. примен.	Справ. №	7.	Диапазоны регулирования сварочного тока, в % от номинального	40...100
							8.	Количество режимов сварочного тока (величина и длительность), Ед.	4
Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	Пере. примен.	Справ. №	9.	Частота источника питания инверторного типа, Гц,	400... 100?
							10.	Номинальное давление сжатого воздуха питающей сети, МПа.	0,63
Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	Пере. примен.	Справ. №	11.	Давление охлаждающей воды в питающей сети, МПа.	0,15...0,3
							12.	Усилие сжатия сварочного пистолета при номинальном давлении воздуха в сети, Н.	2800
Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	Пере. примен.	Справ. №	13.	Ход подвижного сварочного пистолета, мм.	100
							14.	Масса установки, кг.	8500
Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	Пере. примен.	Справ. №	15.	Масса шкафа питания и управления сварочным током, кг.	300
							16.	Масса шкафа системы программного управления установкой, кг.	300
Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	Пере. примен.	Справ. №	17.	Габариты установки, мм. Высота Ширина Длина	2010 2070 7300
							18.	Габариты шкафов, мм. Высота Ширина Длина	1500 600 1000
Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	Пере. примен.	Справ. №	19.	Тип привода	Электромеханический
							20.	Электродвигатель, тип привода портала	2ПБВ100L E02УХЛ4 N-1,1 кВт, M=100Н·м
Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	Пере. примен.	Справ. №	21.	Привода каретки	ДПУ200- 500-3 Д41- 09 N=0,55 кВт M=1.7 Н·м
							22.	Рабочий ход, мм Портала Каретки	4500 1000
Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	Пере. примен.	Справ. №	БР-150301-071106896-ПЗ		Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					38

Пере. примен.	23. Максимальная скорость перемещения, м/с		
	Портала		0,3
	Каретки		0,3
Справ. №	<p>Составные части установки следующие: тумбы левая и правая, портал, механизм поперечного перемещения, механизм продольного перемещения, пистолет сварочный распорный, стол, электрооборудование, система охлаждения, пульта управления, кондукторы.</p> <p>Ниже будет рассмотрено подробнее устройство установки.</p> <p style="text-align: center;">Тумбы левая и правая</p> <p>Левая и правая тумбы образуют станину, предназначенную для монтажа на ней кондукторов, сварочного оборудования, электро- и пневмооборудования. Станина должна обеспечивать жесткость всей конструкции.</p> <p style="text-align: center;">Портал</p> <p>Портал предназначен для закрепления на нем каретки со сварочным пистолетом, на нем смонтирован механизм поперечного перемещения и ложемент под металлорукав. Целью его является перемещение сварочного пистолета.</p> <p style="text-align: center;">Механизм продольного перемещения</p> <p>Механизм продольного перемещения портала состоящий из электромеханического привода, который через реечную передачу должен перемещать портал вдоль стола на заданный шаг по программе в продольном направлении.</p> <p style="text-align: center;">Пистолет распорный</p> <p>Пистолет сварочный распорный закреплен на портале, перемещаясь по программе, производит контактную точечную сварку. На пистолете имеется токосъемник, который предназначен для контактного соединения траверсы портала с фазой вторичного контура в момент сварки.</p> <p style="text-align: center;">Электрооборудование</p> <p>Электрооборудование предназначено для питания приводов каретки и портала, а также работы системы управления и программного обеспечения. Смонтировано в шкафах и располагается в удобном для потребителя месте.</p> <p style="text-align: center;">Пневмооборудование и система охлаждения</p> <p>Пневмооборудование предназначено для подвода сжатого воздуха к пневмоцилиндрам кондукторов и привода сварочного пистолета. Пневмооборудование и система охлаждения смонтированы в тумбах установки, а их магистрали по металлорукавам выведены на портал к рабочему органу - сварочному пистолету.</p> <p style="text-align: center;">Кондуктор</p> <p>Кондукторы предназначены для сборки, ориентации и фиксации свариваемых деталей. Кроме того, в кондукторы встроены механизмы съема изделия. Кондукторы состоят из корпуса, двух групп пневмоприжимов,</p>		
	Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
Подпись и дата	Подпись и дата	Ине. № дубл.	Подпись и дата
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подпись и дата		

механизма съема изделия и пневмоаппаратуры.

2.2.1. Устройство транспортное

Предназначено для механизированной загрузки деталей на установку контактной точечной сварки, механизированной выгрузки сваренных изделий и подачи их на транспортный конвейер. Транспортное устройство состоит из переключателей, электромагнитного захвата и трассы, по которой перемещается переключатель.

Электрооборудование транспортного устройства, размещено в шкафах, на которых выполнены пульта управления переключателями и состоит из электроприводов ЭПУ 1-2-3417 и программируемых контроллеров.

На пульте управления выполнен переключатель режимов работы электромагнитного захвата, для управления механизмами переключателя в наладочном режиме предусмотрен выносной пульт, разъем которого подключается к розетке XS2 программируемого контроллера.

Для управления переключателем разработан одноплатный программируемый контроллер (ПК) на базе ОМЭВМ К1816ВЕ35. В схеме ПК применены микросхемы К580ИР82, К580ВВ55А, КР573рф2, К572ПА, КР140УД8. Основные технические характеристики ПК приведены в таблице 2.6.

Таблица 2.6. - Технические характеристики программируемого контроллера.

Наименование параметров	Значение
Объем памяти: ОЗУ, байт ПЗУ, кбайт.	64 2
Число гальванически развязанных входов	16
Число дискретных входов	8
Число гальванически развязанных выходов	4
Число аналоговых выходов	2
Разрядность ЦАП	8

Назначение выходов: 1 - блокировка аварийных ограничений;
2 - управление электромагнитными захватами;
3 - вход в зону сварки;
4 - выход из зоны сварки.

Пере. примен.

Справ. №

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Пере. примен.

Справ. №

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

2.2.2 Электрооборудование установки

Электрооборудование состоит из сварочного электрооборудования и системы управления установкой.

Сварочное оборудование

Сварочное оборудование состоит из сварочного выпрямителя и шкафа питания и управлением сварочным током.

Сварочное оборудование обеспечивает питание портальной установки постоянным сварочным током, управление величиной и длительностью тока и управление электропневматическими клапанами, питающими пневмоцилиндры сварочных пистолетов и токосъемников.

Шкаф питания и управления включает в себя источник питания инверторного типа повышенной частоты в пределах от 400 до 1000 Гц и систему управления на базе микро-ЭВМ.

Оборудование присоединяется к сети трехфазного переменного тока напряжением 380В, с частотой 50 Гц с охлаждением от общей системы оборотного водоснабжения при давлении охлаждающей воды от 0,15 до 0,30 МПа.

Система управления осуществляет регулирование сварочного тока в пределах от 40 до 100 % $I_{св.н.}$

Система управления устанавливает один из четырех режимов сварочного тока (величину и длительность тока) в зависимости от команды системы управления установкой при ее работе по программе.

2.2.3 Поверочный расчет трансформатора

Рассчитываем трансформатор К-12.04-11. Исходные данные для расчета трансформатора:

1. $I_{2ном} = 12500 \text{ А}$

2. $U_{1Т} = 325 \text{ В}$

3. $F = 50 \text{ Гц}$

4. Вторичное напряжение холостого хода:

$U_{20ном} = 4 \text{ В}$

$U_{20min} = 2,29 \text{ В}$

$U_{20max} = 4,58 \text{ В}$

5. Число ступеней регулирования вторичного напряжения $n=8$, номинальная ступень-7.

6. Продолжительность включения ПВ=32%.

7. Трансформатор броневое типа

БР-150301-071106896-ПЗ

Лист

41

Изм. Лист № докум. Подпись Дата

Пере. примен.	<p>8. Магнитопровод шихтованный из пластин, вырубленных из электротехнической стали марки 3413 толщиной 0,5 мм.</p> <p>9. Обмотки дисковые, залитые эпоксидным компаундом.</p> <p>10. Класс изоляции обмоток В.</p> <p>11. Охлаждение а) вторичной обмотки - водяное, проточное, б) первичной обмотки - путем теплопередачи дискам вторичного витка, в) магнитопровода - естественное воздушное.</p> <p>12. Тип включающего устройства - тиристорный контактор.</p>			
Справ. №	<p style="text-align: center;">Расчет</p> <p>Принимаем число витков вторичной обмотки $\omega_2=1$. Число витков первичной обмотки на номинальной ступени определяем по формуле (2.1).</p> $\omega_{1H}=U_{1T}/U_{20H}, \quad (2.1)$ $\omega_{1H}=325/4=141 \text{ виток}$ <p>Определяем минимальное число витков (на максимальной ступени)</p> $\omega_{1min}=U_{1T}/U_{20Max}, \quad (2.2)$ $\omega_{1min}=325/4,58=71 \text{ виток}$ <p>Разбиваем напряжение на 8 ступеней и определяем числа витков по секциям: Для первой секции:</p> $\omega_{C1}=U_{1T}/7 \cdot (U_{20Max}), \quad (2.3)$ $\omega_{C1}=325/7 \cdot 4,58=10 \text{ витков;}$ <p>для второй ступени:</p> $\omega_{C2}=2\omega_{C1}$ $\omega_{C2}=2 \cdot 10 = 20 \text{ витков;}$ <p>для третьей ступени:</p> $\omega_{C3}=2\omega_{C2}$ $\omega_{C3}=2 \cdot 20 = 40 \text{ витков.}$ <p>Разбиваем число витков по ступеням: $\omega_{1(1)}=141$ Виток; $\omega_{1(2)}=131$ Виток; $\omega_{1(3)}=121$ Виток; $\omega_{1(4)}=111$ Виток; $\omega_{1(5)}=101$ Виток; $\omega_{1(6)}=91$ Виток; $\omega_{1(7)}=81$ Виток; $\omega_{1(8)}=71$ Виток;</p> <p>Далее находим напряжение на восьми ступенях: Для первой ступени:</p> $U_{(20)1}=U_{1T}/\omega_1 \quad (2.4)$			
Подпись и дата				
Инв. № дубл.				
Взам. инв. №				
Подпись и дата				
Инв. № подл.				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
БР-150301-071106896-ПЗ				Лист 42

Пере. примен.

Для второй ступени:

$$U_{(20)1}=325/141=2,31В;$$

$$U_{(20)2}=U_{1T}/\omega_2$$

$$U_{(20)2}=325/131=2,48В;$$

Для третьей ступени:

$$U_{(20)3}=U_{1T}/\omega_3$$

$$U_{(20)3}=325/121=2,68В;$$

Для четвертой ступени:

$$U_{(20)4}=U_{1T}/\omega_4$$

$$U_{(20)4}=325/111=2,93В;$$

Для пятой ступени:

$$U_{(20)5}=U_{1T}/\omega_5$$

$$U_{(20)5}=325/101=3,23В;$$

Для шестой ступени:

$$U_{(20)6}=U_{1T}/\omega_6$$

$$U_{(20)6}=325/91=3,75В;$$

Для седьмой ступени:

$$U_{(20)7}=U_{1T}/\omega_7$$

$$U_{(20)7}=325/81=4,01В;$$

Для восьмой ступени:

$$U_{(20)8}=U_{1T}/\omega_8$$

$$U_{(20)8}=325/71=4,58В;$$

Полученные значения чисел витков по ступеням и рассчитанные значения напряжений сводим в таблицу (2.7).

Таблица 2.7. - Таблица ступеней

Ступень	Положение ножей переключателя			ω_1	$U_{(20)n}, В$	$I_1, А$	$Q_1, мм$
	N_1	N_2	N_3				
1	2	2	2	141	2,31	17,3	8,4
2	1			131	2,48	19,9	
2	1						
3	2	1		121	2,68	23,4	
4	1			111	2,93	27,8	
5	2	2	1	101	3,25 3,75	33,6	12,5
6	1			91		41,4	
7	2	1		81	4,01	53,2	15,8
8	1			71	4,58		

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

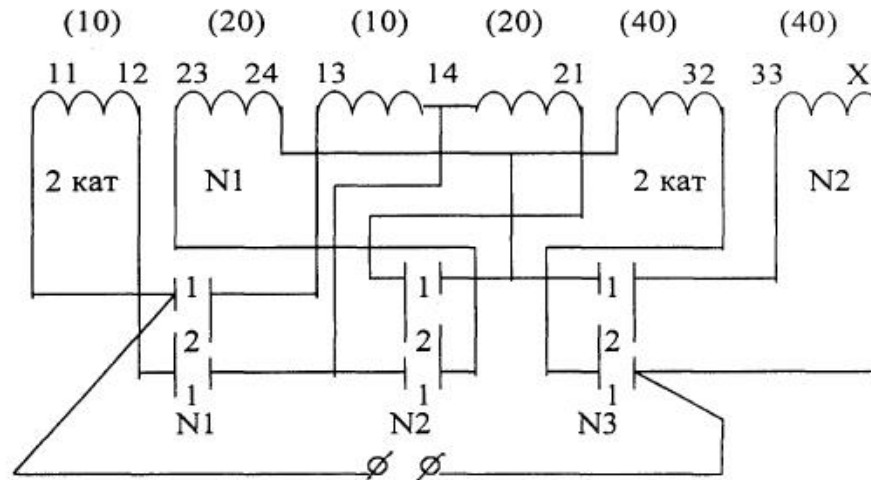
БР-150301-071106896-ПЗ

Лист

43

Изм. Лист № докум. Подпись Дата

Составляем электрическую схему первичной обмотки (рисунок 2.1)



$$U_1=325В$$

Рисунок 2.1 - Электрическая схема первичной обмотки.

Рассчитываем номинальный первичный ток по формуле (2.5).

$$I_{1НОМ} = K_1 \cdot I_{2НОМ} / K, \quad (2.5)$$

где K_1 - коэффициент, учитывающий ток холостого хода;
 K - коэффициент трансформации

$$K_1 = 1 + 0.005 \cdot i_0 \cdot \sqrt{ПВ/100} \quad (2.6)$$

Где i_0 - относительное значение тока холостого хода

$$K_1 = 1 + 0.005 \cdot 20 \cdot \sqrt{32/100} = 1.056$$

$$K = (\omega_1)_{НОМ} / \omega_2, \quad (2.7)$$

Из таблицы ступеней для номинальной (седьмой) ступени имеем
 $(\omega_1)_{НОМ} = 81$

$$K = 81/1 = 81$$

Подставляя полученные значения K_1 и K в формулу (2.5) находим
 $I_{1НОМ}$:

$$I_{1НОМ} = 1,056 \cdot 12500 / 81 = 162,9 \text{ А}$$

Пере. примен.

По формуле (3.9) находим сечение первичной обмотки:

$$q_1 = I_{\text{ном}} / j_1, \quad (2.9)$$

где j_1 - допустимая плотность тока в первичной обмотке, для дисковой катушки, плотно прижатой к дискам вторичного витка, охлаждаемого водой,

$$j_1 = 3,2 / 3,6 \text{ А/мм}^2. /4/.$$

$$q_1 = 162,9 / 3,3 = 49,4 \text{ мм}^2.$$

Расчетный ток:

$$I_1 = I_{1\text{ном}} \cdot \sqrt{ПВ / 100} \quad (2.10)$$

$$I_1 = 162,9 \cdot \sqrt{32 / 100} = 52,34$$

Определяем расчетные токи для каждой ступени:

Для шестой ступени:

$$I_{1(6)} = I_1 \cdot (\omega_{1(7)} / \omega_{1(6)})^2 \quad (3.11)$$

$$I_{1(6)} = 52,3 \cdot (81 / 91)^2 = 41,4 \text{ А}$$

Для пятой ступени:

$$I_{1(5)} = I_1 \cdot (\omega_{1(7)} / \omega_{1(5)})^2$$

$$I_{1(5)} = 52,3 \cdot (81 / 101)^2 = 33,6 \text{ А}$$

Для четвертой ступени:

$$I_{1(4)} = I_1 \cdot (\omega_{1(7)} / \omega_{1(4)})^2$$

$$I_{1(4)} = 52,3 \cdot (81 / 111)^2 = 27,8 \text{ А}$$

Для третьей ступени:

$$I_{1(3)} = I_1 \cdot (\omega_{1(7)} / \omega_{1(3)})^2$$

$$I_{1(3)} = 52,3 \cdot (81 / 121)^2 = 23,4 \text{ А}$$

Для второй ступени:

$$I_{1(2)} = I_1 \cdot (\omega_{1(7)} / \omega_{1(2)})^2$$

$$I_{1(2)} = 52,3 \cdot (81 / 131)^2 = 19,9 \text{ А}$$

Для первой ступени:

$$I_{1(1)} = I_1 \cdot (\omega_{1(7)} / \omega_{1(1)})^2$$

$$I_{1(1)} = 52,3 \cdot (81 / 141)^2 = 17,3 \text{ А}$$

Расчетное значение токов по всем ступеням вписываем в таблицу

Справ. №

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм. Лист № докум. Подпись Дата

БР-150301-071106896-ПЗ

Лист

45

Пере. примен.	<p>ступеней (таблица 2.8). Определяем наибольшие токи для каждой ступени: А) секция 1 рассчитывается на ток 52,3 А. Б) секция 2 - на 41,4 А. В) секция 3 - на 27,8 А.</p> <p>Рассчитываем сечение медного провода по секциям: Для секции 1:</p> $q_{1(1)} = I_{1(1)} / j_1 \quad (2.12)$ <p style="text-align: center;">$q_{1(1)} = 52.3 / 3.3 = 15.8 \text{ мм}^2$</p> <p>Для секции 2:</p> $q_{1(2)} = I_{1(2)} / j_1$ $q_{1(2)} = 41,4 / 3.3 = 12,5 \text{ мм}^2$ <p>Для секции 3:</p> $q_{1(3)} = I_{1(3)} / j_1$ $q_{1(3)} = 27,8 / 3.3 = 8,4 \text{ мм}^2$				
	Справ. №	<p>Полученные данные вносим в таблицу 2.8. Находим суммарное сечение провода первичной обмотки по формуле (2.13):</p> $q_{1\Sigma} = \sum q_{1(1)} + \sum q_{1(2)} + \sum q_{1(3)} = \omega_{1(1)} \cdot q_{1(1)} + \omega_{1(2)} \cdot q_{1(2)} + \omega_{1(3)} \cdot q_{1(3)} \quad (2.13)$ $q_{1\Sigma} = (10 + 10) \cdot 15.8 + (20 + 20) \cdot 12.5 + (40 + 40) \cdot 8.4 = 1488 \text{ мм}^2$ <p>Определяем расчетный ток вторичной обмотки на номинальной ступени по формуле (2.14):</p> $I_2 = I_{2\text{Ном}} \cdot \sqrt{ПВ/100} \quad (2.14)$ $I_2 = 12500 \cdot \sqrt{32/100} = 7071 \text{ А}$ <p>По формуле (2.15) найдем сечение вторичного витка, по рекомендациям /4/, $j_2=4,5 \text{ А/мм}$:</p> $q_2 = I_2 / j_2, \quad (2.15)$ $q_2 = 7071 / 4,5 = 1571,3 \text{ мм}^2$			
Подпись и дата		Име. № дубл.	Взам. инв. №	Подпись и дата	Име. № подл.
	БР-150301-071106896-ПЗ				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	46

Пере. примен.

Определяем суммарное сечение обмоток по формуле (2.16):

$$q = q_{1\Sigma} + q_2 \quad (2.16)$$

$$q = 1488 + 1571,3 \text{ мм}^2$$

Расчет магнитопровода включает определение сечения и размеров стержня: толщины набора, высоты и ширины окна и т.д.

Сечение стержня находим по формуле (2.17):

$$F_c = U_{1T} / (4,44 \cdot f \cdot \omega_{1H} \cdot B_H), \quad (2.17)$$

Где $B_H = 1,3 - 1,8 \cdot T_L$, выбираемая в зависимости от ПВ, мощности трансформатора и формы пластин из которых собран стержень, и марки стали,

$$B_H = 1,55 \cdot T_L \\ F_c = 325 / (4,44 \cdot 50 \cdot 141 \cdot 1,55) = 6,7 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$$

Из-за неплотной сборки стальных листов и наличия изоляции фактическое сечение стержня несколько больше:

$$F'_c = F_c / K'_c, \quad (2.18)$$

$$\text{Где } K'_c = 0,95 \\ F'_c = 6,4 \cdot 10^{-3} / 0,95 = 7,1 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2.$$

Форму сечения стержня принимаем прямоугольную с соотношением сторон $b/v = 1-3$. Размеры окна (d и c) выбирают в зависимости от полного сечения обмоток, которые должны быть уложены в окне, с учетом изоляции, прокладок и каналов охлаждения.

Для размещения обмоток площадью $3059,3 \text{ мм}^2$ потребуется площадь окна около 10000 мм^2 , по расчету $S_o = 11197,4 \text{ мм}^2$ наиболее подходящими пластинами для магнитопровода данного трансформатора будут пластины Ш-образной формы. По рекомендациям /10/ выбираем размеры окна $55 \times 110 \text{ мм}$ и $S_o = 12100 \text{ мм}^2$. Все размеры выбранных пластин даны на рисунке 2.2.

$$S_o = (\sum_1^3 q_1 \omega_1 + q_2) / K_{3.o}. \quad (2.20)$$

Где $K_{3.o}$ - коэффициент заполнения окна, $K_{3.o} = 0,34$

$$S_o = 3023,3 / 0,31 = 9752,6 \text{ мм}^2.$$

Между катушками первичной обмотки трансформатора оставляют

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм. Лист № докум. Подпись Дата

БР-150301-071106896-ПЗ

Лист

47

Пере. примен.

Справ. №

зазор $\Delta_{11}=11\text{мм}$ для размещения отводов и клиньев. Внутренний размер изолированной катушки по ширине выбирают на 8-15мм больше ширины стержня; $B_{1к}=b+(8\div 15)\text{мм}$, а по длине на 20-40мм; $h_{1к}=h+(20\div 40)\text{мм}$ для установки клиньев и свободного надевания катушек.

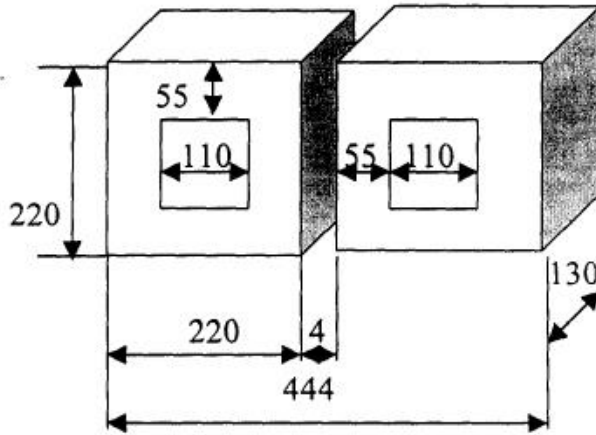


Рисунок 2.2 - Размер магнитопровода.

Находим радиальный размер катушки:

$$W_1 = \omega_k \cdot (a_n + b) + \Delta_1, \quad (2.21)$$

Где ω_k - число витков в катушке;

a_n - толщина обмоточного провода с изоляцией;

b - толщина межвитковой изоляции;

Δ_1 - суммарная толщина наружной изоляции катушки

$$W_1 = 30 \cdot (2,13 + 0,82) + 9 = 97,5 \text{ мм}$$

Определяем толщину катушки:

$$\Delta_1 = b_u + h_u, \quad (2.22)$$

где b_u - высота провода с изоляцией;

h_u - суммарная толщина наружной изоляции.

$$\Delta_1 = 8,36 + 11,9 = 20,26 \text{ мм}$$

При проверке укладки катушек должно соблюдаться условие

$$C \geq H_o + (6 \div 12) \text{ мм}$$

Где H_o - полная высота обмоток в окне,

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм. Лист № докум. Подпись Дата

БР-150301-071106896-ПЗ

Лист

48

Пере. примен.

$$H_0 = \sum \Delta_1 + K_d \cdot \Delta_2 + 2K_d \cdot \Delta_{12} + (K_d - 1) \cdot \Delta_{11} \quad (2.23)$$

Δ_{12} - толщина изоляционных прокладок между первичной и вторичной обмотками;

K_d - число дисков вторичной обмотки.

$$H_0 = 20,26 + 20,26 + 4 \cdot 3,25 + 2 \cdot 4 \cdot 1,23 + (4 - 1) \cdot 11 = 96,36 \text{ мм}$$

$$C = 110 \text{ мм}$$

$$110 \geq 96,36 + 9$$

$$110 \geq 105,36$$

Условие выполняется.

Далее выполняем проверочный расчет трансформатора для определения его потерь, КПД и условий охлаждения. Ток холостого хода находим по формуле (2.24):

$$I_0 = \sqrt{I_{if}^2 + I_{op}^2} \quad (2.24)$$

Активную составляющую тока I_{0a} находим:

$$I_{0a} = K_o \cdot P_o / U_1 T, \quad (2.25)$$

Где $P_o = r_o \cdot G_{ж}$ - потери холостого хода;

r_o - удельные потери в стали;

$G_{ж}$ - масса стали магнитопровода;

$K_o \approx 1,2$ - коэффициент добавочных потерь.

$$I_{0a} = 1,2 \cdot 1,8 \cdot 67,6 / 325 = 0,45 \text{ А}$$

Составляющую тока I_{op} (намагничивающий ток) находим:

$$I_{op} = (H_{cp} \cdot I_{cp.m} + H_{\delta} \cdot n \cdot \delta \cdot 10^5) / (K_r \cdot \omega_{1H} \sqrt{2}) \quad (2.26)$$

Где $H_{cp} \cdot I_{cp.m}$ - магнитодвижущая сила, необходимое для создания магнитного потока в магнитопроводе;

H_{cp} - напряженность магнитного поля, определяется по графику на рисунке 6.22 из /4/;

$I_{cp.m}$ - средняя длина магнитной силовой линии;

$H_{\delta} \approx B_H / \mu_o$ - напряженность магнитного поля в стыке;

N и δ - число и размер ($\delta = 0,005 \text{ см}$) зазоров в магнитной цепи;

K_r - коэффициент, учитывающий уменьшение тока холостого хода из-за наличия высших гармоник.

Справ. №

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм. Лист № докум. Подпись Дата

БР-150301-071106896-ПЗ

Лист

49

Для индукции 1,2-1,8Тл коэффициент K_r может быть определен по соотношению:

$$K_r = 1 / (1,9 - 0,8 \cdot B_n) = 1,06 - 2,17, \quad (2.27)$$

$$K_r = 1 / (1,9 - 0,8 \cdot 1,55) = 1,52$$

$$I_{op} = (0,7 \cdot 2,83 + 1,16 \cdot 3 \cdot 0,005 \cdot 10^5) / (1,52 \cdot 141 \cdot \sqrt{2}) = 5,75 \text{ A.}$$

Подставляя найденные значения I_{oa} и I_{op} в формулу (2.24), находим I_o :

$$I_{op} = \sqrt{0,45^2 + 5,75^2} = 5,77 \text{ A}$$

Относительное значение тока холостого хода не должно быть больше значений (ГОСТ297-80); 20% при токе $I_{2дл.н}$ свыше 5000А.

$$i_0 = I_o \cdot 100\% / I_{1дл.н}, \quad (2.28)$$

$$i_0 = 5,77 \cdot 100\% / 29,3 = 19,7 \%$$

Активное сопротивление обмоток:

$$r_{1T} = p_1 \cdot K_{П1} \cdot I_{1Cp} \cdot \omega_{1H} / q_1, \quad (2.29)$$

$$r_{2T} = p_2 \cdot K_{П2} \cdot I_{2Cp} \cdot \omega_{2H} / q_2,$$

где p_1 - удельное электросопротивление материала первичной обмотки;

p_2 - удельное электросопротивление материала вторичной обмотки;

I_{1Cp} , I_{2Cp} - средняя длина одного витка обмоток;

$K_{П1}$, $K_{П2}$ - коэффициенты поверхностного эффекта.

$$r_{1T} = 0,0175 \cdot 0,47 \cdot 141 / 49,4 = 0,024 \text{ Ом}$$

$$r_{2T} = 0,0175 \cdot 0,39 \cdot 71 / 32,3 = 0,015 \text{ Ом}$$

Потери мощности в обмотках при номинальном режиме работы

$$\begin{aligned} P_{1T} &= r_{1T} \cdot I_{1H}^2, \\ P_{2T} &= r_{2T} \cdot I_{2H}^2, \\ P_k &= P_{1T} + P_{2T} \end{aligned} \quad (2.30)$$

$$P_{1T} = 0,024 \cdot 162,9^2 = 636,8 \text{ Вт}$$

$$P_{2T} = 0,015 \cdot 707,1^2 = 749,9 \text{ Вт}$$

$$P_k = 636,8 + 749,9 = 1386,7 \text{ Ом.}$$

Приведенное к первичной обмотке индуктивное сопротивление обмоток трансформатора с дисковыми обмотками при симметричном их

Пере. примен.

Справа. №

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

расположении.

$$X'T = 25 \cdot f_1 \cdot \Delta \cdot \omega^2_{ин} \cdot b_s \cdot 10^{-8} / (p \cdot I_s), \quad (2.31)$$

Где $\Delta = h_1 + v_{1к}$ - расстояние между серединами обмоток в окне;
 p - число групп катушек;

b_s - эквивалентное расстояние между первичной и вторичной обмотками.

$$\Delta = 97,5 + 125 = 222,5 \text{ мм} = 22,3 \text{ см}$$

$$X'T = 25 \cdot 50 \cdot 22,3 \cdot 141^2 \cdot 2 \cdot 10^{-8} / (2 \cdot 35) = 0,630 \text{ м}$$

Полученное значение $X'T$ увеличивают в 1,2-1,4 раза для учета влияния выводов вторичной обмотки. Полное индуктивное сопротивление обмоток, приведенное к вторичной обмотке:

$$X''T = (1,2 \div 1,4) \cdot X'T / \omega^2_{ин}, \quad (2.32)$$

$$X''T = 1,3 \cdot 0,63 / 141 = 0,005 \text{ Ом}$$

Коэффициент мощности машины при номинальной нагрузке

$$\cos \varphi = (r_{ЭЭ} + r_{2к}) / \sqrt{(r_{ЭЭ} + r_{2к})^2 + X_{2к}^2} \quad (2.33)$$

$$\cos \varphi = (8,9 \cdot 10^{-6} + 23 \cdot 10^{-6}) / \sqrt{(8,9 \cdot 10^{-6} + 23 \cdot 10^{-6})^2 + 27 \cdot 10^{-6}} = 0,02$$

Для теплового расчета трансформатора на рисунке 2.3 дана электрическая схема соединения катушек первичной обмотки на номинальной ступени и распределение тока по параллельным ветвям.

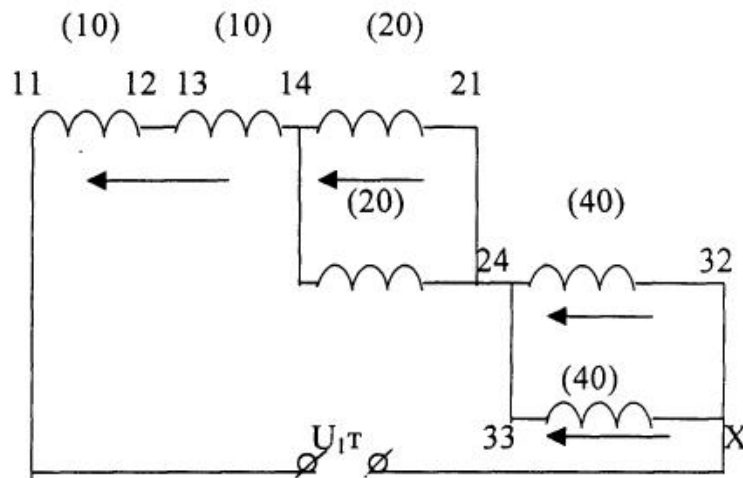


Рисунок 2.3 - Электрическая схема соединения катушек трансформатора.

Находим КПД трансформатора:

$$\eta = 1 - \left[\frac{\sum P}{U_{2T} \cdot I_{CB.H} \cdot \cos\varphi + \sum P} \right]$$

$$\eta = 1 - \left[\frac{783}{4 \cdot 12500 \cdot 0.02 + 783} \right] = 0.76$$

Количество воды, необходимое для охлаждения трансформатора:

$$Q_{ж} = 0,24 \cdot P_{кдл} / \Delta T, \quad (2.35)$$

Где $Q_{ж}$ - расход воды;

$$P_{кдл} = P_{к} \cdot \sqrt{ППВ/100} \quad (2.36)$$

$$P_{кдл} = 1386,7 \cdot \sqrt{32/100} = 784,45 \text{ Вт};$$

$\Delta T = (5 \div 10)^\circ\text{C}$ - перепад температур входящей и выходящей воды.

$$Q_{ж} = 0,24 \cdot 784,4 / 8 = 23,5 \text{ см}^3/\text{с}$$

Диаметр трубки охлаждения d_T обычно равен толщине диска, $d_T = 8,5 \text{ см}$.
Рассчитываем скорость воды в трубке:

$$v = 0,04 \cdot Q_{жс} \cdot (\pi \cdot d_T^2) \leq 3 \text{ м/с} \quad (2.37)$$

$$v = 0,04 \cdot 23,5 \cdot (3,14 \cdot 0,85^2) = 2,1 \text{ м/с}$$

2.2.4. Расчет сечений элементов вторичного контура

Минимальное требуемое сечение любого i -ого элемента вторичного контура контактной машины выбирается прежде всего исходя из температуры допустимого нагрева данного элемента, а затем корректируется в зависимости от требуемых конструктивных форм.

Температура нагрева l -ого элемента обуславливается плотностью тока, соответствующей длительному или расчетному значению тока при ПВ=32%.

Сечение i -ого элемента рассчитывается по формуле (2.38), /7/:

$$q_1 = I_2 \cdot j_1, \quad (2.38)$$

Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подпись и дата	Справа. №	Пере. примен.	<p>Рисунок 2.3 - Электрическая схема соединения катушек трансформатора.</p> <p>Находим КПД трансформатора:</p> $\eta = 1 - \left[\frac{\sum P}{U_{2T} \cdot I_{CB.H} \cdot \cos\varphi + \sum P} \right]$ $\eta = 1 - \left[\frac{783}{4 \cdot 12500 \cdot 0.02 + 783} \right] = 0.76$ <p>Количество воды, необходимое для охлаждения трансформатора:</p> $Q_{ж} = 0,24 \cdot P_{кдл} / \Delta T, \quad (2.35)$ <p>Где $Q_{ж}$ - расход воды;</p> $P_{кдл} = P_{к} \cdot \sqrt{ППВ/100} \quad (2.36)$ $P_{кдл} = 1386,7 \cdot \sqrt{32/100} = 784,45 \text{ Вт};$ <p>$\Delta T = (5 \div 10)^\circ\text{C}$ - перепад температур входящей и выходящей воды.</p> $Q_{ж} = 0,24 \cdot 784,4 / 8 = 23,5 \text{ см}^3/\text{с}$ <p>Диаметр трубки охлаждения d_T обычно равен толщине диска, $d_T = 8,5 \text{ см}$. Рассчитываем скорость воды в трубке:</p> $v = 0,04 \cdot Q_{жс} \cdot (\pi \cdot d_T^2) \leq 3 \text{ м/с} \quad (2.37)$ $v = 0,04 \cdot 23,5 \cdot (3,14 \cdot 0,85^2) = 2,1 \text{ м/с}$ <p>2.2.4. Расчет сечений элементов вторичного контура</p> <p>Минимальное требуемое сечение любого i-ого элемента вторичного контура контактной машины выбирается прежде всего исходя из температуры допустимого нагрева данного элемента, а затем корректируется в зависимости от требуемых конструктивных форм.</p> <p>Температура нагрева l-ого элемента обуславливается плотностью тока, соответствующей длительному или расчетному значению тока при ПВ=32%.</p> <p>Сечение i-ого элемента рассчитывается по формуле (2.38), /7/:</p> $q_1 = I_2 \cdot j_1, \quad (2.38)$
							Изм.
БР-150301-071106896-ПЗ						Лист	
						52	

Пере. примен.

Справа. №

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

где I_2 - расчетный вторичный ток, соответствующий ПВ=32%;
 j_1 - плотность тока 1-ого элемента.

1. Сечение электрода из хромовой бронзы БрХ с интенсивным водяным внутренним охлаждением, $j=30$ А/мм²:

$$q_3 = 10000/30 = 333 \text{ мм}^2$$

2. Сечение электродержателя из хромовой бронзы с интенсивным водяным охлаждением, $j=18$ А/мм²:

$$q_{эд} = 10000/18 = 555,6 \text{ мм}^2$$

3. Сечение консоли выполненной из литой меди МЗ с воздушным охлаждением, $j=2,4$ А/мм²:

$$q_k = 10000/2,4 = 4166,7 \text{ мм}^2$$

4. Сечение соединительных гибких шин из медной ленты МГМ с воздушным охлаждением, $j=3$ А/мм²:

$$q_{ш} = 10000/3 = 3333,3 \text{ мм}^2$$

5. Сечение сплошных шин выполненных из меди М1 с воздушным охлаждением, $j=1,8$ А/мм²:

$$q_{шн} = 10000/1,8 = 5555,6 \text{ мм}^2$$

2.2.5. Расчет цилиндра сварочного пистолета.

Движущаяся сила рассчитывается по формуле /2/

$$P = \pi D^2 p / 4 \quad (2.39.)$$

где P- движущаяся сила, 12 кН (1200Н)

$\pi=3,14$

D – внутренний диаметр цилиндра, м;

p- давление в заполняемой полости, 4 Атм. ($4 \cdot 10^5$ Па)

Отсюда внутренний диаметр цилиндра будет равен:

$$D = \sqrt{4P / (\pi p)} \quad (2.40.)$$

$$D = \sqrt{4 \cdot 12000 / (3,14 \cdot 4 \cdot 10^5)} = 0,195$$

Толщина стенки цилиндра рассчитывается по формуле:

$$S = (pD / (2\varphi\sigma_{доп} - p)) + C + C_1$$

где S – толщина стенки цилиндра, м;

φ - коэффициент, учитывающий наличие сварки, 1;

$\sigma_{доп}$ – допускаемое напряжение, заведенное стандартом для различных

Пере. примен.

материалов и температур, для Ст3 при 20⁰С равняется 14000·10⁴ Па;
 С и С₁ – добавки на коррозию и по технологическим соображениям,
 0,003 и 0 м.

$$S = (4 \cdot 10^5 \cdot 0.195 / (2 \cdot 1 \cdot 14000 \cdot 10^4 - 4 \cdot 10^5)) + 0.003 + 0 = 0.0033$$

Определим напряжение:

$$\sigma = pD / (2\varphi(S - C - C_1)) + P / (2\varphi) \quad (2.41.)$$

$$\sigma = 4 \cdot 10^5 \cdot 0.195 / (2 \cdot 1 \cdot (0.0033 - 0.003 - 0)) + 1200 / (2 \cdot 1) = 1.3 \cdot 10^8$$

Проверка по условию прочности:

$$\sigma \leq \sigma_{доп} \quad (2.42.)$$

$$1,3 \cdot 10^8 \leq 1,4 \cdot 10^8$$

Отсюда следует, что запас прочности соблюдается.

2.2.6. Расчет цилиндра кондуктора

Номинальное давление сжатого воздуха, 200 Па.

$$D = \sqrt{4 \cdot 200 / (3.14 \cdot 4 \cdot 10^5)} = 0.025$$

Толщина стенки цилиндра:

$$S = (4 \cdot 10^5 \cdot 0.025 / (2 \cdot 1 \cdot 14000 \cdot 10^4 - 4 \cdot 10^5)) + 0.003 = 3.04 \cdot 10^{-3}$$

Напряжение:

$$\sigma = 4 \cdot 10^5 \cdot 0.025 / (2 \cdot 1 \cdot (3.04 \cdot 10^{-3} - 0.003)) + 200 / (2 \cdot 1) = 1.25 \cdot 10^8$$

Проверка по условию прочности:

$$1,25 \cdot 10^8 \leq 1,4 \cdot 10^8$$

Отсюда следует, что запас прочности соблюдается.

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм. Лист № докум. Подпись Дата

БР-150301-071106896-ПЗ

Лист

54

Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	Справ. №	Пере. примен.	2.2.7 Система управления установкой				
							<p>Для управления портальной установкой применено серийно выпускаемое устройство с цифровой индикацией (УЦИ) К-5 25. УЦИ обрабатывает электрические сигналы, поступающие с измерительных преобразователей ВЕ-178 соответствующей координаты, и формирует технологические команды управления исполнительными механизмами при измерении и контроле механических перемещений:</p> <p>L₀₅ - разжим зажимов на кондукторе 1; L₀₆ - разжим зажимов на кондукторе 2; L₀₇ - сварка распорным пистолетом, через замыкание контактов реле К1; L₁₅, L₁₆ - выбор режима сварки регулятора сварки (выдача четырех комбинаций состояния контактов реле К₂ и К₃).</p> <p>Формирование команд управления токосъемниками, съемниками реализовано аппаратно, с учетом блокировок на (ИМС) интегральных микросхемах серии К561.</p> <p>Формирователи команд управления переключателями, съемниками, схема блокировки органов управления, выдача команд блокировки движения собраны на плате А1. Формирование команд управления токосъемниками, команды «сварка», команды управления зажимами и съемниками собраны на плате А2.</p> <p>Для управления электроприводами ЭПУ1-1-3417УХЛ4 формируются аналоговые сигналы управления плюс (минус) 7,5В (плата управляющих напряжений).</p> <p>Информация с бесконтактных датчиков состояния БТП поступает на преобразователи входного сигнала, где обеспечивается преобразование уровней, гальваническая развязка и индикация состояний.</p>				
2.2.8. Техническое обслуживание											
<p>Техническое обслуживание установки включает наблюдение за выполнением правил эксплуатации и своевременное устранения мелких неисправностей и регулировку механизмов.</p> <p>Виды и периодичность технического обслуживания установки, а также обслуживающий персонал назначается соответствующими службами завода-потребителя с учетом выполнения технических требований и технических условий всех составных частей установки на основе единой системы планово-предупредительного ремонта и рациональной эксплуатации технологического оборудования.</p> <p>В таблице 2.9 представлена карта смазки установки.</p>											
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	БР-150301-071106896-ПЗ		Лист				
							55				

Пере. примен.

Справ. №

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Таблица 2.9 - Карта смазки установки.

Наименование места смазки	Способ нанесения смазки	Наименование смазочных материалов	Периодичность проверки и замены смазки
Редуктор привода механизма продольного перемещения	Картерный	Масло промышленное И-12А ГОСТ 20799-75	Первая через 1000 часов, последующие через 2000 часов работы
Волновая передача привода поперечного перемещения	ручной	Циатим 203 ГОСТ8773-73	через 1000 часов работы
Направляющая втулка распорного пистолета	ручной	Солидол СКА3/7-2 ГОСТ4366-76	через 100 часов работы
Сепараторы механизма поперечного перемещения	ручной	Солидол СКА3/7-2 ГОСТ4366-76	через 1000 часов работы

2.2.9 Подготовка установки к работе

Перед включением установки необходимо провести ряд подготовительных операций:

- проверить надежность затяжки болтовых соединений и контактных соединений вторичного контура;
- удалить воду из фильтра и ресивера пневматической системы;
- открыть вентиль подачи сжатого воздуха в пневмосистему и убедиться в ее исправности, при этом электроды пистолетов должны разойтись на рабочий ход;
- открыть вентиль подачи воды в систему охлаждения, отрегулировать

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

БР-150301-071106896-ПЗ

Лист

56

Пере. примен.	<p>равномерное распределение воды по всем ветвям охлаждения и убедиться в наличии и слива из воронки;</p> <ul style="list-style-type: none"> - установить нужное давление в ветвях подачи сжатого воздуха с помощью регуляторов давления, осуществляя контроль по манометрам, отрегулировать подачу масла в маслораспылители на 3-5 капель за одно включение клапана; - установить переключатель режимов работы установки в необходимое положение; - уложить в кондуктора свариваемые детали, нажатием кнопки «зажим» зажать детали в кондукторах; - нажать кнопку «пуск программы» произвести пробную сварку изделия по программе. 				
Справ. №					
Подпись и дата					
Инв. № дубл.					
Взам. инв. №					
Подпись и дата					
Инв. № подл.					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	БР-150301-071106896-ПЗ
					Лист 57

Пере. примен.

Справ. №

3. Экономическая часть

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

БР-150301-071106896-ПЗ

Лист

58

Пере. примен.

Справ. №

Задачей проекта является внедрение в производство специализированной установки для сборки и автоматической точечной сварки уголков с листом. Производится реконструкция участка, в ходе которого будет произведено сокращение трудоемкости изготовления изделий при контактной сварке за счет применения нового оборудования,

Для экономического обоснования предлагаемого варианта необходимо выполнить такие расчеты, как:

1. Расчет нормы времени на сварку, фондов времени сварочного оборудования и рабочих - сварщиков.

2. Расчет потребности в сварочном оборудовании и количестве рабочих.

3. Расчет капитальных вложений, требуемых для внедрения предлагаемого варианта,

4. Расчет технологической себестоимости сварки.

5. Расчет годового экономического эффекта от внедрения наиболее эффективного варианта.

3.1. Расчет нормы времени и фондов времени оборудования и рабочих.

Расчет нормы времени зависит от типа производства. При крупносерийном производстве рассчитывается штучное время:

$$t_{шт} = t_o + t_{вн} + t_{обс} + t_{отд} \quad (3.1.)$$

где $t_{шт}$ - штучное время, ч;

t_o - основное время сварки изделия (образование сварного шва) полностью зависит от изделия и вида сварки, ч;

$t_{вн}$ - вспомогательное перекрываемое время, затрачиваемое на действия рабочего, необходимые для выполнения основной работы, ч;

$t_{обс}$ - время, затрачиваемое рабочим на уход за рабочим местом (механизмом, инструментом), на регулирование и поддержание заданного режима (подналадка оборудования), включение и выключение оборудования и механизмов, рассчитываем в процентах от оперативного времени (10%) ч;

$t_{отд}$ - время на отдых и личные надобности рабочего, рассчитываем в процентах от оперативного времени (7%) ч;

$$t_{опер} = t_o + t_{вн} \quad (3.2)$$

Вариант:

базовый

$t_o = 0,204$

$t_{вн} = 0,15$

проектируемый

$t_o = 0,1$

$t_{вн} = 0,062$

Подпись и дата

Име. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Име. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

БР-150301-071106896-ПЗ

Лист

59

Пере. примен.		$t_{\text{обс}} = 10 * 0,354 / 100 = 0,0354$ $t_{\text{отд}} = 7 * 0,354 / 100 = 0,0248$ $t_{\text{опер}} = 0,24 + 0,15 = 0,354$ $t_{\text{шт}} = 0,204 + 0,15 + 0,0354 + 0,0248 = 0,4142 \text{ ч.}$	$t_{\text{обс}} = 10 * 0,162 / 100 = 0,0162$ $t_{\text{отд}} = 7 * 0,16 / 100 = 0,0113$ $t_{\text{опер}} = 0,12 + 0,082 = 0,202$ $t_{\text{шт}} = 0,1 + 0,062 + 0,0162 + 0,0113 = 0,1895 \text{ ч.}$		
Справ. №		<p>Расчет действительного фонда времени работы оборудования производим по формуле:</p> $F_{\text{д}}^{\circ} = F_{\text{ном}} * K_{\text{ппр}} \quad (3.3)$ <p>где $F_{\text{д}}^{\circ}$ - действительный фонд времени работы оборудования, ч/год.; $F_{\text{ном}}$ - номинальный годовой фонд времени работы оборудования, ч/год.; $K_{\text{ппр}}$ - коэффициент, учитывающий время по плану на капитальный и средний ремонты, текущее планово-предупредительное обслуживание, предусмотренное единой системы ППР (зависит от режима работы: при двухсменном – 0,95)</p> <p>Номинальный годовой фонд работы оборудования определяем следующим образом:</p> $F_{\text{ном}} = D_{\text{г}} * r_{\text{н}} / D_{\text{н}} \quad (3.4)$ <p>где $D_{\text{г}}$ - число дней работы в году (календарные дни за минусом праздничных и выходных), 252; $r_{\text{н}}$ - число часов в неделю (зависит от сменности работы). При пятидневной неделе для работы в две смены равен 80 ч.; $D_{\text{н}}$ - число дней работы в неделю, 5;</p> $F_{\text{ном}} = 252 * 80 / 5 = 4032$ $F_{\text{д}}^{\circ} = 4032 * 0,95 = 3830,4$			
Подпись и дата		<p>Действительный фонд времени рабочего рассчитываем по формуле:</p> $F_{\text{д}}^{\text{р}} = F_{\text{ном}} * K_{\text{о}} \quad (3.5)$ <p>где $F_{\text{д}}^{\text{р}}$ - действительный фонд времени рабочего, ч/год; $K_{\text{о}}$ - коэффициент, учитывающий время по плану на отпуска, болезни, выполнение общественных и государственных обязанностей (зависит от длительности отпуска: при отпуске в 24 дня - 12%)</p> $F_{\text{ном}} = 252 * 40 / 5 = 2016$ $F_{\text{д}}^{\text{р}} = 2016 * 12 / 100 = 241,92$ $F_{\text{д}}^{\text{р}} = 2016 - 241,92 = 1774,08$			
Име. № дубл.					
Взам. инв. №					
Подпись и дата					
Име. № подл.					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист
					60
BP-150301-071106896-ПЗ					

3.2 Расчет потребности в оборудовании и количестве рабочих.

Расчетное количество сварочного оборудования, необходимое для выполнения планового задания, следует определять следующим образом:

$$C_p = t_{шт} N / (F^{\circ}_d * k_v * k_{пр}) \quad (3.6)$$

где C_p - расчетное количество сварочного оборудования, необходимое для выполнения планового задания, шт.;

$t_{шт}$ - штучное время для изготовления одного изделия на данном типе оборудования, н.ч.;

N - годовая программа выпуска изделий, $N = 35000$;

k_v - коэффициент выполнения норм выработки, равный 1,2;

$k_{пр}$ - коэффициент, учитывающий простои оборудования в аварийном ремонте, вследствие занятости рабочих-сварщиков при выполнении других работ, его величина зависит от типа производства: при крупносерийном производстве (он равен 0,8-0,85);

базовый $C_p = 0,4142 * 35000 / (3830,4 * 1,2 * 0,8) = 3,94$ $C_{пр} = 4$	проектируемый $C_p = 0,1895 * 35000 / (3830,4 * 1,2 * 0,8) = 1,8$ $C_{пр} = 2$
---	--

Коэффициент загрузки оборудования рассчитываем как отношение расчетного числа оборудования к принятому:

$$\eta_{загр} = C_p / C_{пр} \quad (3.7)$$

где $\eta_{загр}$ - коэффициент загрузки оборудования;

базовый $\eta_{загр} = 3,94 / 4 = 0,98$	проектируемый $\eta_{загр} = 1,8 / 2 = 0,9$
--	--

Расчетное количество основных рабочих определяем по формуле;

$$P^{\circ}_p = t_{шт} N / (F^p_d * k_v) \quad (3.8)$$

где P°_p - расчетное количество основных рабочих, шт.;

Вариант:

базовый $P^{\circ}_p = 0,4142 * 35000 / (1774,08 * 1,2) = 6,8$	проектируемый $P^{\circ}_p = 0,1895 * 35000 / (1774,08 * 1,2) = 3,12$
---	--

Пере. примен.

Справа. №

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

БР-150301-071106896-ПЗ

Пере. примен.	<p>Так как рабочие работают в две смены, то на каждое оборудование требуется по два человека.</p> $P^{\circ}_p = 8$ $P^{\circ}_p = 4$ <p>Коэффициент занятости рабочих рассчитываем как отношение расчетного количества рабочих к принятому:</p> $\eta_{зан} = P^{\circ}_p / P^{\circ}_{пр} \tag{3.9}$ <p>где $\eta_{зан}$ - коэффициент занятости рабочих;</p> <p>Вариант:</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center;">базовый</td> <td style="text-align: center;">проектируемый</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">$\eta_{зан} = 6,8/8 = 0,85$</td> <td style="text-align: center;">$\eta_{зан} = 3,12/4 = 0,78$</td> </tr> </table>					базовый	проектируемый	$\eta_{зан} = 6,8/8 = 0,85$	$\eta_{зан} = 3,12/4 = 0,78$						
базовый	проектируемый														
$\eta_{зан} = 6,8/8 = 0,85$	$\eta_{зан} = 3,12/4 = 0,78$														
Справ. №	<p style="text-align: center;">4.3 Расчет капитальных вложений.</p> <p>Общие капитальные вложения рассчитываем по формуле:</p> $K_{общ} = K_{об} + K_{пр} + K_{зд} \tag{3.10}$ <p>где $K_{общ}$ — общие капитальные вложения, руб.;</p> <p>$K_{об}$ - капитальные вложения в оборудование, руб.;</p> <p>$K_{пр}$ - капитальные вложения в приспособления, руб.;</p> <p>$K_{зд}$ - капитальные вложения в здание, руб.;</p> $K_{об} = K_{ос} \tag{3.11}$ <p>где $K_{ос}$ - капитальные вложения в сварочное оборудование, руб.;</p> $K_{ос} = n * S \tag{3.12}$ <p>где n - количество машин, шт.;</p> <p>n — балансовая стоимость одной установки, руб.;</p> <p>Вариант:</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center;">Базовый</td> <td style="text-align: center;">Проектируемый</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Стоимость ПДГ-312 и выпрямитель</td> <td style="text-align: center;">Стоимость МР - 3818</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">ВДГ-303</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">52000 руб.</td> <td style="text-align: center;">290000 руб.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">$K_{ос} = 4 * 52000 = 208000$</td> <td style="text-align: center;">$K_{ос} = 2 * 290000 = 580000$</td> </tr> </table>					Базовый	Проектируемый	Стоимость ПДГ-312 и выпрямитель	Стоимость МР - 3818	ВДГ-303		52000 руб.	290000 руб.	$K_{ос} = 4 * 52000 = 208000$	$K_{ос} = 2 * 290000 = 580000$
Базовый	Проектируемый														
Стоимость ПДГ-312 и выпрямитель	Стоимость МР - 3818														
ВДГ-303															
52000 руб.	290000 руб.														
$K_{ос} = 4 * 52000 = 208000$	$K_{ос} = 2 * 290000 = 580000$														
Подпись и дата															
Инв. № дубл.															
Взам. инв. №															
Подпись и дата															
Инв. № подл.															
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист										
				БР-150301-071106896-ПЗ	62										

$$K_{\text{пр}} = n * S * \eta_{\text{загр}} \quad (3.13)$$

где n - количество единиц сборочно-сварочных приспособлений,
 S - стоимость одного сборочно-сварочного приспособления, руб.;
 Приспособления используются только в базовом варианте.

$$K_{\text{пр}} = 4 * 8400 * 0,98 = 32928$$

Вариант:

Базовый
 $K_{\text{общ}} = 208000 + 32928 = 240928$ руб

Проектируемый
 $K_{\text{общ}} = 580000$ руб

4.4 Расчет текущих затрат.

Технологическая себестоимость рассчитывается по формуле:

$$C_T = C_M + C_2 + C_3 + C_{\text{об}} \quad (3.13)$$

где C_T - технологическая себестоимость, руб.;
 C_M - затраты на сварочные материалы, руб.;
 C_2 - затраты на технологическую электроэнергию, руб.;
 C_3 - затраты на заработную плату, руб.;
 $C_{\text{об}}$ - затраты на содержание и эксплуатацию оборудования, руб.

$$C_M = C_1 * k_1 + C_2 * k_2$$

где C – стоимость отдельных единиц сварочных материалов;
 k – коэффициент расхода

Комплектующие: сварочная проволока, углекислый газ

При контактной сварке расходуемым материалом являются только электроды для контактной машины, норма расхода которых на одно изделие составляет 1/2000. Поэтому мы их не учитываем

Базовый	Проектируемый
$C_M = 63 * 0,1 + 12,11 * 0,12 = 7,75$	нет

Расход электроэнергии при дуговой сварке определяется по формуле:

$$C_2 = Q_n \cdot q_2 \cdot \rho_2 \quad (3.14.)$$

где Q_n – масса наплавленного металла, кг. $Q_n = 0,2$ кг
 q_2 - расход электроэнергии на 1 кг наплавленного металла, кВт·ч. $q_2 = 5$

Пере. примен.						
Справа. №						
Подпись и дата						
Инв. № дубл.						
Взам. инв. №						
Подпись и дата						
Инв. № подл.						
					БР-150301-071106896-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

Пере. примен.	кВт·ч c_3 - цена 1 кВт·ч электроэнергии, руб. Затраты на технологическую электроэнергию при контактной сварке C_3 определяют по формуле:					
	$C_3 = q_3 * C_3 * n,$ (3.15)					
Справ. №	где q_3 – расход электроэнергии на одну точку, C_3 – цена 1 кВт · ч электроэнергии, $q_3 = 0,024$ кВт · ч; n – количество точек в изделии; $n = 40$ Вариант:					
	Базовый				Проектируемый	
		$C_3 = 0,2 * 5 * 1,05 = 1,05$ руб			$C_3 = 0,024 * 40 * 1,05 = 1,01$ руб	
Затраты на заработную плату равны:						
$C_3 = Z_0 + Z_d + O_c$					(3.16)	
где Z_0 - основная заработная плата рабочих, руб.;						
Z_d — дополнительная заработная плата рабочих, руб.;						
O_c - отчисления на социальное страхование, руб.;						
$Z_0 = t_{шт} * r_T * k_d$					(3.17)	
где r_T - часовая тарифная ставка рабочего, 75 руб.;						
k_d - коэффициент учитывающий величину доплат к тарифной заработной плате, $k_d = 1,6$;						
Вариант:						
		Базовый			Проектируемый	
		$Z_0 = 0,4142 * 75 * 1,6 = 49,7$			$Z_0 = 0,1895 * 75 * 1,6 = 22,74$	
$Z_d = Z_0 * d / 100,$					(3.18)	
где d - процент дополнительной заработной платы, от 8 до 15%; (за вредность производства)						
Вариант:						
		Базовый			Проектируемый	
		$Z_d = 49,7 * 12,5 / 100 = 6,21$			$Z_d = 22,74 * 8 / 100 = 1,82$	
Ине. № подл.						Лист
	<i>БР-150301-071106896-ПЗ</i>					64
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$O_c = (Z_o + Z_d) * c / 100, \quad (3.19)$$

где c - процент отчислений в социальное страхование, $c = 27,2$;

Вариант:

Базовый	Проектируемый
$O_c = (49,7 + 6,21) * 27,2 / 100 = 15,21$	$O_c = (22,74 + 1,82) * 27,2 / 100 = 2,24$
$C_3 = 49,7 + 6,21 + 15,21 = 71,12$	$C_3 = 22,74 + 1,82 + 2,24 = 26,8$

Затраты на ремонт и эксплуатацию оборудования равны:

$$C_{об} = A_0 + Z_{тр}, \quad (3.20)$$

где A_0 - затраты на амортизацию сварочного оборудования, руб.;

$Z_{тр}$ - затраты на текущий ремонт и обслуживание оборудования, руб.;

$$A_0 = S * n * H_a / (N * 100) \quad (3.21)$$

где H_a - норма амортизационных отчислений, 27 %;

Базовый	Проектируемый
$A_0 = 52000 * 4 * 27 / (35000 * 100) = 1,6$	$A_0 = 290000 * 2 * 27 / (35000 * 100) = 4,47$

$$Z_{тр} = P_o * S * n * \eta_{загр} / (N * 100) \quad (3.22)$$

где P_o - процент отчислений на текущий ремонт оборудования от его балансовой стоимости, при работе в две смены: от 15 до 20%;

Базовый	Проектируемый
$Z_{тр} = 17 * 52000 * 4 * 0,98 / (35000 * 100) = 0,99$	$Z_{тр} = 17 * 290000 * 2 * 0,9 / (35000 * 100) = 2,5$

Базовый	Проектируемый
$C_{об} = 1,6 + 0,99 = 2,59$ руб	$C_{об} = 4,47 + 2,5 = 6,97$ руб
$C_{т} = 7,75 + 1,05 + 71,12 + 2,59 = 82,51$ руб	$C_{т} = 1,01 + 26,8 + 6,97 = 34,78$ руб

Пере. примен.

Справ. №

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

3.5 Расчет годового экономического эффекта от внедрения в производство наиболее эффективного варианта.

Приведённые затраты на выполнение годовой программы выпуска [19], определяем по формуле:

$$W = N \cdot C_m + E_H \cdot K_{\text{общ}}, \quad (3.23)$$

где W - приведенные затраты, руб;
 C_m - текущие затраты, руб/шт;
 E_H - нормативный коэффициент экономической эффективности, $E_H = 0,25$;
 $K_{\text{общ}}$ - общие капитальные вложения, руб.

Базовый	Проектируемый
$W_1 = 35000 \cdot 82,51 + 0,25 \cdot 240928$ = 2948082 руб	$W_2 = 35000 \cdot 34,78 + 0,25 \cdot 580000 =$ 1362300 руб.

Годовой экономический эффект \mathcal{E}_r , определяем по формуле

$$\mathcal{E}_r = W_1 - W_2, \quad (3.24)$$

где W_1, W_2 - приведённые затраты по вариантам.

$$\mathcal{E}_r = 2948082 - 1362300 = 1585782 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости капитальных вложений $|\tau_p|$:

$$\tau_p = \frac{K_{\text{общ}}}{\mathcal{E}} \quad (3.25)$$

где $K_{\text{общ}}$ – общие капитальные вложения, руб.

$$\tau_p = \frac{580000}{1585782} = 0,37 \text{ года}$$

Результаты расчётов сведены в таблицу графической части проекта.

Таблица 3.1 – Техничко-экономические показатели участка

Показатель	Един. измерения	Вариант	
		базовый	проектируемый

Пере. примен.	
Справа. №	
Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Пере. примен.	Справ. №	<table border="1"> <tr> <td>1. Годовая программа выпуска</td> <td>шт.</td> <td>35000</td> <td>35000</td> </tr> <tr> <td>2. Трудоемкость изделия</td> <td>н.ч.</td> <td>0,4142</td> <td>0,1895</td> </tr> <tr> <td>3. Количество оборудования</td> <td>шт</td> <td>4</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>4. Количество рабочих</td> <td>чел</td> <td>8</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>5. Общие капитальные вложения, всего</td> <td>руб.</td> <td>240928</td> <td>580000</td> </tr> <tr> <td> в том числе</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td> - в сварочное оборудование</td> <td></td> <td>208000</td> <td>580000</td> </tr> <tr> <td> - в приспособлении уд. капитальные вложения</td> <td></td> <td>32928</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>6,88</td> <td>16,57</td> </tr> <tr> <td>6. Технологическая себестоимость, всего</td> <td>руб.</td> <td>82,51</td> <td>34,78</td> </tr> <tr> <td> в том числе</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td> - материалы</td> <td></td> <td>7,75</td> <td>---</td> </tr> <tr> <td> - технологическая электроэнергия</td> <td></td> <td>1,05</td> <td>1,01</td> </tr> <tr> <td> - заработная плата рабочих</td> <td></td> <td>71,12</td> <td>26,8</td> </tr> <tr> <td> - расходы на содержание и эксплуатацию оборудования</td> <td></td> <td>2,59</td> <td>6,97</td> </tr> <tr> <td>7. Условно-годовой экономический эффект</td> <td>руб.</td> <td colspan="2">1585782</td> </tr> <tr> <td>8. Срок окупаемости</td> <td>лет</td> <td colspan="2">0,37</td> </tr> </table>				1. Годовая программа выпуска	шт.	35000	35000	2. Трудоемкость изделия	н.ч.	0,4142	0,1895	3. Количество оборудования	шт	4	2	4. Количество рабочих	чел	8	4	5. Общие капитальные вложения, всего	руб.	240928	580000	в том числе				- в сварочное оборудование		208000	580000	- в приспособлении уд. капитальные вложения		32928				6,88	16,57	6. Технологическая себестоимость, всего	руб.	82,51	34,78	в том числе				- материалы		7,75	---	- технологическая электроэнергия		1,05	1,01	- заработная плата рабочих		71,12	26,8	- расходы на содержание и эксплуатацию оборудования		2,59	6,97	7. Условно-годовой экономический эффект	руб.	1585782		8. Срок окупаемости	лет	0,37	
		1. Годовая программа выпуска	шт.	35000	35000																																																																				
2. Трудоемкость изделия	н.ч.	0,4142	0,1895																																																																						
3. Количество оборудования	шт	4	2																																																																						
4. Количество рабочих	чел	8	4																																																																						
5. Общие капитальные вложения, всего	руб.	240928	580000																																																																						
в том числе																																																																									
- в сварочное оборудование		208000	580000																																																																						
- в приспособлении уд. капитальные вложения		32928																																																																							
		6,88	16,57																																																																						
6. Технологическая себестоимость, всего	руб.	82,51	34,78																																																																						
в том числе																																																																									
- материалы		7,75	---																																																																						
- технологическая электроэнергия		1,05	1,01																																																																						
- заработная плата рабочих		71,12	26,8																																																																						
- расходы на содержание и эксплуатацию оборудования		2,59	6,97																																																																						
7. Условно-годовой экономический эффект	руб.	1585782																																																																							
8. Срок окупаемости	лет	0,37																																																																							
Подпись и дата	Име. № дубл.	<p align="center">3.6 Вывод</p> <p>Экономический эффект получен за счет снижения трудоемкости, себестоимости продукции по сравнению с базовым вариантом, что привело к уменьшению доли ручного труда, улучшению условий труда, повышению качества сварки и производительности труда.</p> <p>Годовой экономический эффект равен 1585782 руб., соответственно выбираем предложенный вариант, как более экономичный. При этом полученная сумма годового эффекта позволяет перекрыть издержки связанные с покупкой более дорогого оборудования.</p>																																																																							
Име. № подл.	Взам. инв. №	Подпись и дата	Име. № дубл.	Име. № инв.	Име. № подл.																																																																				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист																																																																				
					БР-150301-071106896-ПЗ																																																																				
					67																																																																				

Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.	Подпись и дата	Справ. №	Пере. примен.	Заключение.				
							<p>При проделанной работе была решена проблема отсутствия четкого технологического и конструкторского подхода по проблеме крупносерийного изготовления дверей и крышек.</p> <p>В данной работе разработана технология сборки и сварки элементов распределительных устройств – дверей и крышек. Определена последовательность операций, рассчитаны режимы, подобрано оборудование, проведены конструкторские расчеты.</p> <p>Экономические расчеты показывают, что при внедрении новой универсальной автоматизированной установки достигается существенный экономический эффект.</p>				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	БР-150301-071106896-ПЗ			Лист			
								68			

Литература

1. Технология и оборудование контактной сварки: Учебник для машиностроительных вузов. Орлов Б. Д. и др.; - 2-е изд., перераб. доп.- М.: Машиностроение, 1986.- 352 с.
2. Глебов Л. В. и др. Расчет и конструирование машин контактной сварки - 2-е изд. - Л.: Энергоиздат. Ленингр. отд-е, 1981.- 424 с.
3. Глизманенко Д. Л, Сварка и резка металлов. Изд. 8-е, доп. Учеб. дл проф-техн. училищ, М., «Высш. Школа», 1975.- 479 с.
4. Красовский А. И. Основы проектирования сварочных цехов Учебник для вузов по специальности «Оборудование и технологи сварочного производства». — 4-е изд., перераб. - М Машиностроение, 1980.- 319с.
5. Моцохин С. Б. Контроль качества сварочных соединений и конструкций: Учеб. для техникумов.- М.: Стройиздат, 1985.- 232 с.
6. Шапиро Л. С. Справочник сварщика: Пособие для сварщиков мастеров, технологов, конструкторов. - 3-е изд. - Донецк: Донбасс 1986.-191 с.
7. Денисов Ю. А. Справочник сварщика. М.: Машиностроение, 1983 560 с.
8. Чулошников П. Л. Контактная сварка. В помощь рабочему сварщику. М.: Машиностроение, 1977 - 144 с.
9. Сварка в машиностроении: Справочник в 4-х т. / Редкол.: Николае: Г. А. и др. М.: Машиностроение, 1978 - т.1 / Под ред. Ольшанского Н. А. 1978-504 с.
10. Багрянский К. В. Хромов К. К. Теория сварочных процессов Высшая школа, 1976 - 424 с.
11. Николаев Г. А., Куркин С. А., Винокуров В.А сварные конструкции. М.: Высшая школа, 1983 — 344 с.
12. Кочергин К. А. Контактная сварка. Л.: Машиностроение 1987 - 24 с.
13. Евстифеев Г. А. Средства механизации и автоматизации сварочного производства. М.: Машиностроение, 1977 - 96 с.
14. Кондрасенко В.Я., Жуков А.И. Безопасность жизнедеятельности. Учебное пособие. – Красноярск, КГТУ, 1999г.
15. Кондрасенко В.Я., Жуков А.И. Колот В.В. Безопасность и экологичность проекта. Методические указания по преддипломному проектированию и дипломному проектированию для студентов МТФ. – КрПИ: Красноярск, 1992г.
16. Экономика, организация и экологичность и планирование сварочного производства. М.: Машиностроение, 1985 – 368с.

Пере. примен.						
Справ. №						
Подпись и дата						
Инв. № дубл.						
Взам. инв. №						
Подпись и дата						
Инв. № подл.						
					<p>БР-150301-071106896-ПЗ</p>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69