


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

 УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
А.И. Демченко
« 22 » 06 2016г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

15.03.01. - «Машиностроение»

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ БАЛКИ ПОВОРОТА
МИКСЕРА

Пояснительная записка

Руководитель  22.06
подпись, дата КТН, доцент А.И. Демченко
инициалы, фамилия

Выпускник  16.05.2016
подпись, дата В.Ю. Резванцев
инициалы, фамилия

Консультант:
Организационно-
экономический
раздел  22.06
подпись, дата КТН, доцент А.И. Демченко
инициалы, фамилия

Нормоконтролер  22.06
подпись, дата ст. преподаватель С.Л. Бусыгин
инициалы, фамилия

Красноярск 2016

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



УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
А.И. Демченко
« 22 » 06 2016г.

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

Студенту В.Ю. Резванцеву.
Группа ЗМТ 11-05Б Направление (специальность) 15.03.01 - «Машиностроение»
Тема выпускной квалификационной работы: «Разработка технологии изготовления балки поворота миксера»
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 – 2 л.;
3. Рабочее место;
4. Кантователь;
5. Плита сварочная;
6. Техничко-экономические показатели.

Консультанты по разделам

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

БР-150301-071106830- ПЗ

Разраб.	Резванцев		6.05.16	Разработка технологии изготовления балки поворота миксера	Лист	Листов		
Пров.	Демченко		22.06		2	86		
Н. контр.	Бусыгин				ПИ СФУ			
Утв.	Демченко		22.06		Каф. «Машиностроение»			

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

В.Ю. Резванцев

(подпись, дата)

Реферат

Данная ВКР является технологической разработкой процесса сборки и сварки металлоконструкций коробчатых балок в условиях производства. Применяемая в данное время ручная технология сборки и сварки металлоконструкций коробчатых балок достаточно трудоёмкая, полностью зависит от квалификации сварщика и качества сборки. В данной работе предлагается полностью отказаться от ручной сварки покрытыми электродами, заменить существующую механизированную сварку в среде CO₂ на механизированную сварку с применением самозащитной проволоки. Рассмотрены преимущества сварки самозащитной проволоки, разработаны режимы сварки, технология сборки и сварки, согласно технологическому процессу выбрано сборочно-сварочное оборудование, спроектирован участок в котором расставлено оборудование.

Объём расчётно-пояснительной записки составляет 86 страниц. В расчётно-пояснительной записке необходимые данные и результаты расчётов сведены в таблицы (15); для пояснения процессов сварки и принятого оборудования для сборки выполнены рисунки (11). В конце расчётно-пояснительной записки приведён перечень используемой литературы.

Перв. примен.

Справ. №

Подпись и дата

Име. № дубл.

Взам. име. №

Подпись и дата

Име. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат

БР-150301-071106830- ПЗ

Лист

4

Содержание

	Стр
ВВЕДЕНИЕ	6
1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	8
1.1 Описание изделия	9
1.2 Описание основного материала	9
1.3 Технические условия на сварочные материалы	11
1.4 Технические условия на сборку и сварку	13
1.5 Заготовительные операции	23
1.6 Изготовление стенки	23
1.7 Изготовление ребер жесткости	25
1.8 Общий технологический процесс сборки сварки балки.....	26
1.9 Выбор способов сварки	27
1.10 Выбор сварочных материалов	28
1.11 Обоснование выбора сварочного оборудования	33
1.11.1 Механизированная сварка порошковой само - защитной проволокой ГОСТ 14771-76.	33
1.11.2 Автоматическая сварка под слоем флюса ГОСТ 8713-79.....	36
1.12 Расчет режимов сварки	39
1.13 Контроль качества сварки и сварных соединений	46
1.13.1 Входной контроль	47
1.13.2 Пооперационный контроль	49
1.13.3 Приемочный контроль.....	50
2. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	53
2.1 Выбор кантователя	54
2.2 Расчет и подбор привода кантователя	54
2.3 Подбор и проверочный расчет призматических шпонок	62
2.4 Определение усилия на прижимные винты кондуктора для сборки продольных стенок	63
2.5 Определение усилия для устранения прогиба продольной стенки	64
2.6 Расчет на вибрационную прочность рамы привода кантователя	65
3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	70
3.1 Расчет нормы времени	71
3.2 Расчет действительного фонда времени работы оборудования и рабочих	73
3.3 Расчет потребности в оборудовании и количестве рабочих	74
3.4 Расчет капитальных вложений	76
3.5 Расчет текущих затрат.....	77
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	85

Перв. примен.	
Справ. №	
Подпись и дата	
Ине. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Ине. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат

БР-150301-071106830- ПЗ

Лист
5

Введение

Современное машиностроение характеризуется применением в широких масштабах сварки при изготовлении машин и оборудования. Бурное развитие процессов сварки началось в годы первой пятилетки, когда строили Уралмашзавод, Ново-Краматорский машиностроительный завод имени В. И. Ленина (НКМЗ), такие гиганты черной металлургии, как Магнитогорский и Кузнецкий металлургические комбинаты. Подготовка, проведенная в 1920-х годах на предприятиях по разработке технологии и оборудования для сварки, создала условия для широкого применения этого прогрессивного технологического процесса при изготовлении строительных конструкций и сварных узлов в машиностроении.

Опыт эксплуатации машин со сварными деталями показал, что они по качеству не уступают литым и во многих случаях экономичнее их.

Существенное изменение в области технологии сварки на заводах машиностроения произошло благодаря разработанному методу сварки в среде углекислого газа. Применение этого способа позволило повысить производительность труда сварщиков в 2–3 раза по сравнению с ручной дуговой сваркой, снизить себестоимость наплавленного металла и улучшить условия труда сварщиков. Сварка в среде углекислого газа обладает большой универсальностью, крайне необходима в единичном и мелкосерийном производствах.

Техническое перевооружение на основе широкой механизации и автоматизации производственных процессов привело к дальнейшему повышению уровня механизации заготовительных и сборочно-сварочных работ. произошли существенные сдвиги в области создания специализированных мощностей по производству сварных конструкций. Были построены уникальные блоки цехов.

Было разработано и внедрено комплексно-механизированное показательное сварочное производство на основе широкого применения

Перв. примен.

Справ. №

Подпись и дата

Име. № дубл.

Взам. име. №

Подпись и дата

Име. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат

БР-150301-071106830- ПЗ

Лист

6

Перв. примен.	<p>высокопроизводительного оборудования, прогрессивных типовых технологических процессов, их механизации, научной организации производства и труда, использования новейших достижений науки и техники.</p> <p>К главным особенностям нового сварочного производства прежде всего следует отнести организацию технологических линий изготовления деталей по определенному диапазону толщин из листового металла и размеров профильного проката и труб в заготовительных цехах. В сборочно-сварочных цехах заложена предметная и технологическая специализация. Все основные и вспомогательные операции комплексно механизированы. Для механизации вспомогательных операций спроектировано большое количество нестандартизированного оборудования.</p> <p>С каждым годом во всех отраслях промышленности, где применяется сварка металлов, все шире внедряются дуговые автоматы и полуавтоматы. Развитие и широкое внедрение в производство новой сварочной техники способствует дальнейшему техническому прогрессу. Повышаются производительность и качество работ, повышаются знания обслуживающего персонала, внедряется передовая более совершенная технология.</p> <p>Кроме того, проводятся работы, направленные на дальнейшее повышение технического уровня сварочного оборудования, сокращение его многотипности, специализацию заводов и организаций, изготавливающих и проектирующих сварочное оборудование.</p> <p>Автоматическая сварка под флюсом плавящимся электродом из всех видов сварки занимает особое место. Ее высокая производительность и маневренность, качество получаемых соединений и ряд других преимуществ явились основанием для ее внедрения во всех основных отраслях промышленности.</p>										
	Справ. №										
Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подпись и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	Лист	7

Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	Справ. №	Перв. примен.
<h1>1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ</h1>						
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	БР-150301-071106830- ПЗ	
					Лист 8	

Перв. примен.	<p>1.1 Описание изделия</p> <p>Миксер – поворотная электропечь сопротивления, предназначен для накопления металла, приготовления литейных сплавов (силуминов) с содержанием кремния 13% (преимущественно сплав А 356.2 с 7 % Si), корректировки по химическому составу, температуре, выдержки и непрерывной разливки сплава в чушки. Кроме сплава будет разливаться первичный алюминий.</p> <p>Миксер предназначен для эксплуатации в районах с умеренно-холодным климатом – вид климатического исполнения УХЛ4 по ГОСТ 15150-69.</p> <p>Основной частью миксера является каркас, который в свою очередь включает в себя балку, за счет которой осуществляется поворот миксера. Балка - листовая конструкция коробчатого сечения. Балка состоит из верхнего и нижнего пояса; двух стенок, одна из которых крепится под наклоном; двух опорных плит, которые крепятся к коробке как непосредственно, так и при помощи восьми косынок.</p>				
	Справ. №				
Подпись и дата	<p>1.2 Описание основного материала</p> <p>Основным материалом для изготовления изделия является низкоуглеродистая сталь Ст3сп. Поставляется в виде сотового проката, в том числе фасонного: ГОСТ 2590-71, ГОСТ 2591-71, ГОСТ 535-79, ГОСТ 2879-69, ГОСТ 19771-74, ГОСТ 19772-74, ГОСТ 8278-83, ГОСТ 8281-80, ГОСТ 8282-83, ГОСТ 8283-77, ГОСТ 380-71, ГОСТ 8509-86, ГОСТ 8510-86, ГОСТ 8239-72. Лист толстый ГОСТ 19903-74. Лист тонкий ГОСТ 19903-74. Лента ГОСТ 503-81, ГОСТ 6009-74. Полоса ГОСТ 103-76, ГОСТ 82-70, ГОСТ 535-79. Трубы ГОСТ 8734-75, ГОСТ 10706-76, ГОСТ 10705-80.</p> <p>Назначение Ст3сп – несущие и ненесущие элементы сварных и не сварных конструкций и деталей, работающих при положительных температурах. Фасонный и листовой прокат (5-й категорий) толщиной до 10 мм для несущих элементов сварных конструкций, работающих при</p>				
	Име. № дубл.	Взам. инв. №	Подпись и дата	Име. № подл.	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	<p>БР-150301-071106830- ПЗ</p>
					<p>Лист</p> <p>9</p>

Перв. примен.

Справ. №

Подпись и дата

Име. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Име. № подл.

переменных нагрузках в интервале от -40 до $+425$ °С. Прокат от 10 до 25 мм для несущих элементов сварных конструкций, работающих при температуре от -40 до $+435$ °С при условии поставки с гарантируемой свариваемостью

Таблица 1.1 – Химический состав стали Ст3

Марка стали	C, %	Si, %	Mn, %	Прочие, %
Ст3сп	0,12 – 0,30	0,05 – 0,15	0,40 – 0,65	Cr. Ni. Cu \leq 0.3

Таблица 1.2– Механические свойства стали Ст3

Марка стали	Толщина проката S, мм	Предел прочности и σ_B , МПа	Предел текучести σ_T , МПа	Относительное удлинение δ , %	Ударная вязкость мдж/м ²	
					при T = 20°С	при T = - 40°С
Ст3сп	4-25	380 – 490	210 – 250	27	0,3	0,3

Свариваемостью называется свойство или сочетание свойств металлов образовывать при установленной технологии сварки соединения отвечающее требованиям, обусловленным конструкцией и эксплуатацией изделия.

Свариваемость главным образом определяется склонностью сварных соединений к образованию трещин. Также свариваемость зависит от склонности к изменению структуры в переходной зоне сварного соединения и образования в этой зоне закалочной структуры. Характеризуется и способностью сохранения сварным соединением специальных физических, механических свойств основного металла (жаропрочности, коррозионной стойкости и др.)

Свариваемость различных металлов и их сплавов различна. Наибольшее влияние на свариваемость стали оказывает количество содержащегося в ней

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат
------	------	----------	---------	-----

БР-150301-071106830- ПЗ

Лист

10

Перв. примен.	<p>углерода и легирующих компонентов. Стали с небольшим содержанием углерода хорошо свариваются всеми способами сварки на любых режимах. Повышение содержания углерода в стали ведет к увеличению твердости и уменьшению пластичности. Металл в сварном соединении будет закаливаться что приведет к появлению трещин. Интенсивное окисление углерода во время сварки вызывает образование большого количества газовых пор.</p> <p>По свариваемости все стали условно разделяются на 4 группы:</p> <p>I – хорошо сваривающиеся</p> <p>II – удовлетворительно сваривающиеся</p> <p>III – ограничено сваривающиеся</p> <p>IV – плохо сваривающиеся</p> <p>т.к. используемая сталь Ст3 относится к I группе, следовательно свариваемость хорошая.</p>				
	Справ. №				
Подпись и дата	1.3 Технические условия на сварочные материалы				
	<p>Сварочные материалы следует выбирать с учетом класса прочности и марки применяемой стали, способа сварки, типа сварного соединения и исполнения конструкции (обычного или северного). Применение других сварочных материалов, в том числе зарубежных, допускается только после проверки их качества по сертификатам и проведения комплексных испытаний контрольных сварных соединений в специализированной лаборатории, занимающейся вопросами технологии сварки балочных конструкций. Применение зарубежных материалов после их испытаний должно быть согласовано с заказчиком и проектной организацией. Кроме того, зарубежные сварочные материалы должны иметь Техническое свидетельство Госстроя Российской Федерации.</p> <p>Качество сплошной холоднотянутой сварочной проволоки должно соответствовать требованиям ГОСТ 2246-70. Поверхность проволоки перед намоткой в кассеты необходимо очищать от ржавчины, жиров,</p>				
	Име. № дубл.				
	Взам. инв. №				
	Подпись и дата				
Име. № подл.					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	БР-150301-071106830- ПЗ
					Лист 11

Перв. примен.	<p>технологической смазки и других загрязнений посредством пропуска через специальные устройства. При наличии смазки проволоку перед очисткой рекомендуется прокалить в печи при температуре 150...200 °С в течение 1,5...2 ч.</p> <p>Для автоматической сварки стыковых соединений и угловых швов в положении "в лодочку" рекомендуется применять сварочную проволоку диаметром 4 и 5 мм. Для автоматической сварки угловых швов в положении "в угол" и полуавтоматической сварки любых соединений рекомендуется проволока диаметром 1,6...2 мм (возможно применение проволоки и меньшего диаметра для угловых швов с катетом 4... 5 мм).</p> <p>Очищенную и намотанную в кассеты сварочную проволоку необходимо хранить в сухом помещении при положительной температуре. Корпуса кассет рекомендуется окрашивать в различные цвета в зависимости от марки проволоки, а на видимой стороне корпуса кассеты делать соответствующие надписи несмываемой краской. Проволока, намотанная в кассеты, не должна иметь резких перегибов.</p> <p>Флюсы должны поставляться по ГОСТ 9087-81 или ТУ заводо-изготовителей (при условии, что качество поставляемых по ТУ флюсов отвечает требованиям ГОСТ 9087), храниться в упаковке поставщика в сухом отапливаемом помещении или в специальной закрытой таре. В сертификате на флюс должен быть указан гарантийный срок хранения. Если флюс хранится дольше указанного срока, необходимо проверить его технологические свойства при сварка на оптимальном режиме с испытанием сварных соединений . Не допускаются засорения флюса окалиной, шлаком и прочими инородными включениями.</p> <p>Перед употреблением флюсы прокаливают по режимам, указанным в сертификатах или ТУ заводо-изготовителей. После прокалики флюсы хранят в сушильных шкафах при температуре 80... 100 °С. На рабочее место флюс следует подавать в количестве, необходимом для работы в течение одной смены.</p>				
					Справ. №
Подпись и дата	Име. № дубл.	Взам. име. №	Подпись и дата	Име. № подл.	
					<p>БР-150301-071106830- ПЗ</p>
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	Лист
					12

Перв. примен.	<p>Флюс для флюсовой подушки применяют той же марки, что и для сварки соединения. Флюсовую подушку заменяют в начале каждой смены.</p> <p>При выборе источников питания сварочной дуги и оборудования для сварочных работ надлежит руководствоваться в первую очередь необходимостью обеспечения стабильных режимов сварки с заданными параметрами, гарантирующими высокое качество сварных соединений. Кратковременные отклонения от установленного режима сварки не должны превышать:</p> <ul style="list-style-type: none"> а) по силе тока $\pm 5\%$; б) по напряжению на дуге ± 2 В; в) по скорости сварки $\pm 10 \%$. <p>Для всех способов сварки мостовых конструкций следует применять источники питания дуги постоянного тока (выпрямители или преобразователи). Сварочные автоматы и полуавтоматы следует подбирать в зависимости от способов сварки, типов сварных соединений и конкретных условий производства сварочных работ.</p> <p>Сечение сварочного кабеля при его длине не более 30 м следует назначать в зависимости от силы сварочного тока. Плотность тока в сварочных кабелях не должна превышать 7... 8 А/мм². Обратный провод должен быть того же сечения, что и прямой. В стационарных условиях допускается обратный провод выполнять в виде шин.</p> <p style="text-align: center;">1.4 Технические условия на сборку и сварку</p> <p>Сборочная оснастка должна обеспечивать плотное прижатие деталей при сборке и сохранение заданной геометрической формы при перемещении и кантовке элементов.</p> <p>Конструкции с болтовыми и фрикционными соединениями собирают на пробках и болтах с плотной стяжкой пакетов.</p> <p>В сборочной оснастке должны беспрепятственно выполняться электроприхватки, а в сборо-сварочной - наложение сварных швов. При</p>				
Подпись и дата					
Взам. инв. №					
Име. № подл.					
БР-150301-071106830- ПЗ					Лист 13

Перв. примен.	<p>сборке-сварке элементов с несимметричными сечениями рекомендуется использовать оснастку, позволяющую жестко фиксировать обратные выгибы деталей для компенсации деформаций от сварки.</p> <p>Детали, поступающие на сборку, должны быть приняты в соответствии с требованиями СТП. Если номера плавок проката, проставленные на деталях, закрываются при сборке, их переносят на наружную поверхность с постановкой рядом клейм работников ОТК.</p> <p>При сборке полотниц под стыковую автоматическую сварку под флюсом на флюсовой подушке зазоры b в стыках для проката толщиной 10...16 мм из сталей по ГОСТ6713-91 должны быть в пределах 0...3 мм; из сталей по ТУ 14-1-5120-92 - в зависимости от толщины листа S:</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>S, мм</td> <td>10...12</td> <td>14...16</td> </tr> <tr> <td>b, мм</td> <td>1...3</td> <td>2...4</td> </tr> </table>				S , мм	10...12	14...16	b , мм	1...3	2...4
	S , мм	10...12	14...16							
b , мм	1...3	2...4								
Справ. №										
Подпись и дата	<p>Для листа толщиной 20...50 мм с X-образной разделкой кромок (рис. 1.1,в) номинальные размеры зазоров должны быть в пределах 2...4 мм независимо от марки стали.</p> <p>Подлежащие сварке кромки листов должны быть прямолинейными. Уступы из плоскости соединения (депланация δ) не должны превышать 0,1 толщины стыкуемых листов, но не более 2 мм (рис. 1.1,а).</p> <p>Уступы Δ в плоскости соединения по торцам листов для свободных кромок, например, поясов двутавровых и коробчатых балок (кроме коробчатых элементов решетчатых ферм) не должно превышать 3 мм для поясов шириной до 400 мм и 4 мм - для поясов шириной более 400 мм (рис. 1.1,а).</p> <p>Уступы Δ кромо по торцам листов в соединениях, входящих в замкнутый контур, например, поясов балок и коробок не должны превышать 2 мм.</p> <p>При сборке стыковых соединений с кромками, имеющими отклонения (в пределах допусков) от перпендикуляра к плоскости листа (например, после</p>									
Име. № дубл.										
Взам. инв. №										
Подпись и дата										
Име. № подл.										
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат						
			БР-150301-071106830- ПЗ							
				Лист 14						

Перв. примен.

Справ. №

термической резки), детали следует размещать таким образом, чтобы зазор в корне шва соответствовал номинальному значению (0...3мм), а плоскость симметрии была вертикальна (см. рисунок 1.1,б).

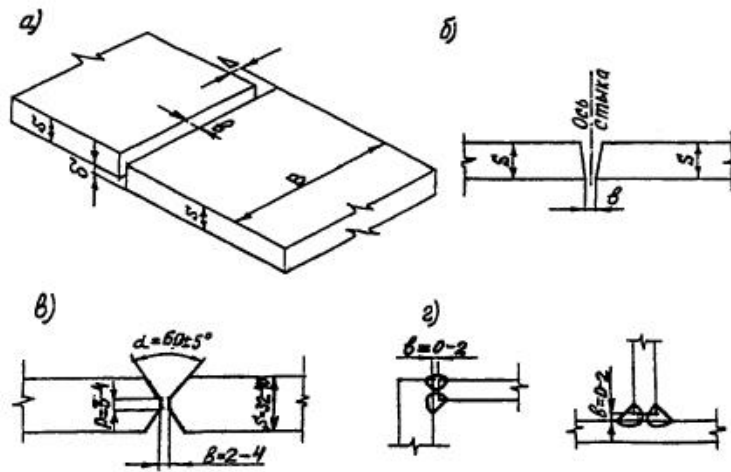


Рисунок 1.1 – Допуски при сборке соединений под сварку
 а - стыковое , б - стыковое с неперпендикулярными кромками , в - стыковое с Х-образной разделкой кромок , г- угловое , тавровое , δ - депланация , Δ – уступ по торцам кромок , в – зазор , р – притупление , В – ширина пояса .

Подпись и дата

Име. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Име. № подл.

При сборке угловых, тавровых и нахлесточных соединений под автоматическую и полуавтоматическую сварку зазоры в стыках должны быть в пределах 0...2 мм независимо от толщины стыкуемых деталей (см. рисунок 1.1,г). Уступы в зонах монтажных стыков при сборке коробчатых элементов ферм должны быть не более 1 мм.

Все неровности и местные уступы, имеющиеся на деталях и препятствующие правильной сборке конструкций, надлежит до сборки устранять повторной правкой или зачисткой абразивным инструментом. При зазорах, превышающих 2 мм, но не более 3 мм на длине до 500 мм, допускается предварительная заварка их полуавтоматом или вручную с соответствующим увеличением катета углового шва.

Переломы ("домики") в заваренных стыках плетей и полотнищ должны выправляться до сборки из них пространственных конструкций (балок, коробок и т.д.).

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат
------	------	----------	---------	-----

БР-150301-071106830- ПЗ

Лист

15

Перв. примен.	<p>Торцы и плоскости деталей, передающие опорное давление, должны плотно прилегать друг к другу. Зазор между фрезерованным торцом ребра илистом пояса следует проверять щупом толщиной 0,3 мм, причем щуп не должен проходить более чем на половину толщины ребра между приторцованными поверхностями деталей.</p> <p>Кромки деталей под сварку обрабатывают в зависимости от принятого в чертежах способа сварки, в соответствии с требованиями ГОСТ 8713-79 и 11533-75 (сварка под флюсом), ГОСТ 14771-76 и 23518-79 (дуговая сварка в защитном газе), ГОСТ 5264-80 (ручная дуговая сварка).</p> <p>Проплавляемые при сварке поверхности и прилегающие к ним зоны металла шириной не менее 20 мм, а также кромки листов в местах примыкания выводных планок перед сборкой-сваркой должны быть очищены от ржавчины, окалины и масляных загрязнений (рисунок 1.2). Способ очистки определяет завод-изготовитель.</p> <p>Во избежание образования конденсационной влаги на кромках в процессе сварки стыковых, тавровых и других типов соединений рекомендуется предварительный подогрев кромок до температуры 60...80 °С для всех толщин проката и марок стали. Для сталей с пределом текучести 400 МПа и более при толщине проката $S \geq 20$ мм необходим предварительный подогрев кромок соединений до температуры 100...120°С непосредственно перед сваркой. Это требование распространяется также на прокат толщиной $S \geq 20$ мм из Ст 3 по ТУ 14-1-5120-92 .</p> <p>Закрепление деталей при сборке отправочных марок под сварку должно осуществляться с помощью прижимных устройств (не препятствующих последующему наложению сварных швов) или электроприхваток .</p> <p>Электроприхватки в сварных соединениях должны полностью проплавляться сваркой основных швов проектного сечения.</p>					
	Справ. №					
Подпись и дата						
	Име. № дубл.					
Взам. инв. №						
	Подпись и дата					
Име. № подл.						
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	БР-150301-071106830- ПЗ	Лист
						16

Перв. примен.

Справ. №

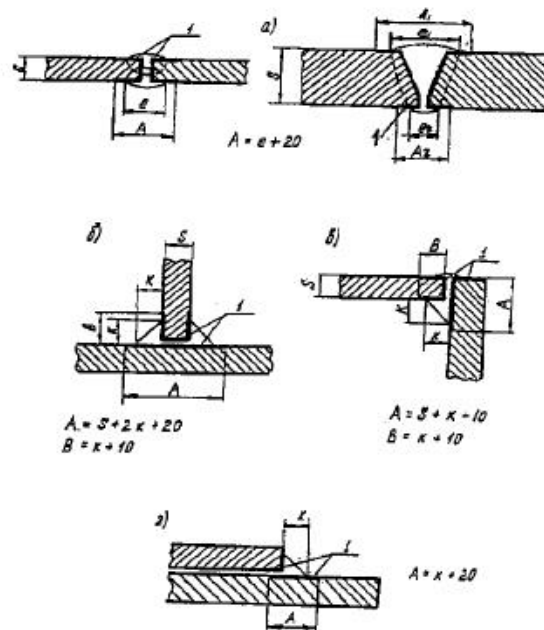


Рисунок 1.2 – Зачистка кромок и поверхности металла перед сваркой соединений . а – стыковых , б – тавровых , в – угловых , г – нахлесточных , 1 – зоны зачистки .

При сборке основных несущих балочных конструкций и их транспортировке допускается приварка технологических и транспортировочных приспособлений с последующим их удалением газовой резкой. После удаления указанных приспособлений тщательно зачищают места сварки на глубину 0,5 мм абразивным инструментом. Риски от абразива должны быть направлены вдоль усилия, действующего в элементе.

Размеры прихваток должны быть:

- для стыковых соединений - глубиной 3...4 мм, шириной 6...8 мм, длиной 50...80 мм;
- для угловых, тавровых и нахлесточных соединений - катет длиной не более 50 % катета углового шва, но не больше 5 мм, длина 50...80 мм.

Максимальные расстояния между прихватками должны быть 300...500 мм. Крайние прихватки следует располагать сразу за выводными планками, причем длина прихватки в начале шва должна быть не менее 50 мм, а в конце - не менее 100 мм.

Подпись и дата

Име. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Име. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат
------	------	----------	---------	-----

БР-150301-071106830- ПЗ

Лист

17

Перв. примен.	<p>При необходимости более прочного закрепления собираемых деталей допускается увеличение длины и числа прихваток.</p> <p>При сборке тавровых соединений (например, ребер жесткости сплошно-стенчатых балок) под сварку двухшовным автоматом прихватки следует располагать с обеих сторон ребра: крайние - одна напротив другой, промежуточные - в шахматном порядке. Крайние прихватки должны отстоять от торца ребра на 40...50 мм.</p> <p>При сварке ребер одношовным автоматом или полуавтоматом прихватки ставят со стороны, противоположной первому шву.</p> <p>При пересечении ребром стыкового шва полотнища (стенки балки или настильного листа плиты) прихватки длиной по 100 мм должны располагаться непосредственно на пересечении стыкового шва с обеих сторон ребра.</p> <p>К металлу прихваточных швов предъявляются такие же требования, как и к металлу основных швов. Прихватки выполняются вручную: в стыковых соединениях электродами типа Э50А, в угловых, тавровых и нахлесточных соединениях - Э42А. Диаметр электродов 4 мм, ток постоянный обратной полярности. Допускается постановка прихваток полуавтоматической сваркой в защитных газах проволокой Св-08Г2С диаметром 1,2.. .2 мм.</p> <p>Прихватки после постановки должны быть очищены от шлака, брызг и проконтролированы внешним осмотром. Не допускаются трещины, наплывы, подрезы, поры и несплавления по кромкам. Дефектные прихватки удаляют либо воздушно-дуговой строжкой, либо абразивным инструментом.</p> <p>При сборке под автоматическую и полуавтоматическую сварку по концам соединений необходимо прикреплять к деталям выводные планки.</p> <p>В стыковых соединениях без разделки кромок с нормальным зазором $\delta = 0...3\text{мм}$, свариваемых двухсторонними автоматными швами, допускается применение сплошных выводных планок из листа той же толщины, что и у стыкуемых деталей (рисунок 1.3, а). При сварке стыковых соединений с</p>					
	Справ. №					
Подпись и дата						
	Име. № дубл.					
Взам. име. №						
Подпись и дата						
Име. № подл.						
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	БР-150301-071106830- ПЗ	Лист
						18

Перв. примен.

Справ. №

Подпись и дата

Име. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Име. № подл.

металлохимической присадкой выводные планки должны повторять конструкцию собранного стыкового соединения.

В стыковых соединениях с разделкой кромок, а также в угловых, тавровых и нахлесточных соединениях следует применять разъемные (сборные) выводные планки (рисунок 1.3,б,в,г). Тип разделки кромок на свариваемых листах и выводных планках должен быть одинаковым. Длину выводных планок всех перечисленных типов принимают равной 80... 150 мм, ширину сплошных - 100 мм, разъемных - не менее 60 мм.

Приварку выводных планок к свариваемым деталям производят по одной (верхней) плоскости. Сварка - ручная электродами типа Э42Д Э50А или полуавтоматическая в среде защитных газов. Допуски на точность установки планок такие же, как для свариваемых деталей.

Выводные планки должны изготавливаться из стали одной из марок, примененных в основных конструкциях. После сварки и контроля качества соединения планки срезают газом с последующей зачисткой кромок абразивным инструментом. Не допускается отбивать планки ударами кувалды или отламывать механически.

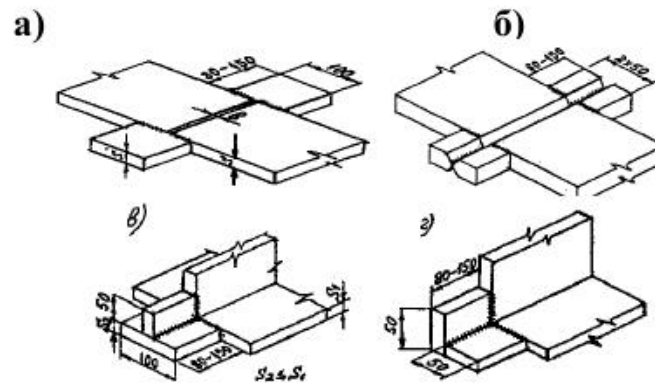


Рисунок 1.3 – Выводные планки .

а – сплошные , б, в, г – разъемные (сборные) для стыковых , тавровых и угловых соединений соответственно .

При разметке монтажных отверстий, установке ребер жесткости, фасонки продольных связей и других деталей, если после этих операций

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат

БР-150301-071106830- ПЗ

Лист

19

Перв. примен.	<p>предстоит сварка, необходимо учитывать укорочение отправочной марки от усадки в продольных и поперечных сварных швах.</p> <p>Припуски по длине деталей на усадку от сварки определяют расчетом либо принимают по таблицам, составленным на основе расчетов и опытно-статистических данных.</p> <p>Сборку и приварку перекрещивающихся между собой ребер жесткости рекомендуется вести в такой последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> -установка и приварка к листу ребер жесткости не прерывающихся в местах пересечения (как правило, продольных); -установка перекрестных ребер жесткости на электроприхватках; -взаимная приварка ребер жесткости в местах пересечения; приварка к листу перекрестных ребер жесткости. <p>При перекантовке и транспортировании собранных, но не сваренных отправочных марок не допускается изменение их формы и остаточное деформирование. Перенос и перекантовка марок тяжелых и крупногабаритных конструкций, собранных только на прихватках, без применения приспособлений, обеспечивающих неизменяемость их формы, не допускаются.</p> <p>При изготовлении сварных балочных конструкций из сталей, надлежит применять преимущественно электродугую автоматическую сварку под флюсом. Допускается применение полуавтоматической сварки под флюсом и в защитных газах (в углекислом газе или в смеси углекислого газа с аргоном), а также ручной дуговой сварки.</p> <p>Сварку конструкций следует производить в соответствии с утвержденным технологическим процессом, устанавливающим последовательность сборочно-сварочных операций, применяемую оснастку и инструмент, оборудование, сварочные материалы, режим сварки и порядок наложения швов, а также операции по контролю качества.</p> <p>Режимы сварки должны назначаться по утвержденным в установленном порядке заводским нормальям в зависимости от класса прочности и марки</p>				
	Справ. №				
Подпись и дата					
	Име. № дубл.				
Взам. име. №					
Подпись и дата					
Име. № подл.					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	БР-150301-071106830- ПЗ
					Лист 20

стали, толщины металла, параметров разделки кромок и способов сварки, указанных в чертежах. При этом необходимо соблюдать следующие условия (рисунок 1.4):

а) коэффициент формы провара должен составлять $e/h \geq 1,2$ для стыковых и угловых швов, а проставление должно быть симметричным для обеих кромок. При многослойной сварке с разделкой кромок, если выдерживается условие $Z \leq P$ допускается $e/h = 1$;

б) глубина проплавления для притупления кромок z при проходе первого шва с X-образными скосами не должна превышать величины притупления P , т.е. $Z \leq P$, при этом необходимо соблюдение условия $Z = (P/2) + 1$ мм для обеспечения проплавления при двухсторонней сварка;

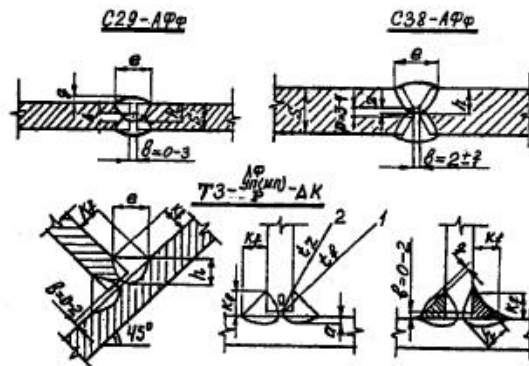


Рисунок 1.4 – Геометрические параметры подготовки кромок и поперечного сечения шва.

h – глубина проплавления, P – притупление, z – глубина проплавления притупления, e – ширина шва, q – высота усиления, K_f – катеты угловых швов, v – зазор, Δ – глубина взаимного проплавления.

в) оптимальным следует считать угловой шов с прямолинейной поверхностью в поперечном сечении и с плавными переходами к основному металлу по зонам сплавления. Допускается выпуклость или вогнутость угловых швов до 30 % их катетов, при этом вогнутость не должна приводить к уменьшению значения катета K_f , установленного при проектировании.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат

Перв. примен.	<p>г) сварка балочных конструкций должна выполняться в отапливаемых цехах при положительной температуре стали и окружающего воздуха.</p> <p>Режимы сварки и применяемые сварочные материалы должны обеспечивать получение сварных соединений со следующими механическими свойствами:</p> <p>а) минимальные значения предела текучести и временного сопротивления не должны быть ниже их значений для основного металла по соответствующим ГОСТ или ТУ;</p> <p>б) максимальные значения твердости металла шва и околошовной зоны должны быть не более 350 единиц по Виккерсу (HV);</p> <p>в) минимальное значение относительного удлинения металла шва стыковых соединений на пятикратных образцах b_s должно быть не менее 18 % для сталей с пределом текучести до 345 МПа и не менее 16 % для сталей с пределом текучести 390 МПа;</p> <p>Сварку конструкций следует выполнять после приемки ОТК операций сборки отправочных марок. Перед сваркой соединение, особенно в местах наложения швов, должно быть очищено от шлака на электроприхватках и других загрязнений. При наличии в соединении пересекаемого заваренного стыкового шва усиление его в месте пересечения должно быть удалено заподлицо с основным металлом на длину не менее 40 мм в каждую сторону.</p> <p>При сварке многопроходных швов каждый последующий спой должен накладываться после тщательной очистки шлака предыдущего слоя и остывания его до температуры 150...300 °С.</p> <p>В случае обрыва дуги в процессе наложения шва кратер и прилегающий к нему участок шва длиной 30...50 мм должны быть очищены от шлака и переварены при новом зажигании дуги. Не допускается зажигание дуги и вывод кратера на основной металл за пределами шва.</p> <p>Начинать и заканчивать сварку следует, как правило, на выводных планках, которые удаляются только после завершения контроля качества сварного шва.</p>				
Подпись и дата	Име. № дубл.	Взам. инв. №	Подпись и дата	Име. № подл.	
					Изм.
БР-150301-071106830- ПЗ					

Перв. примен.	
Справ. №	

По окончании сварки необходимо очистить металл шва и прилегающие к нему участки от шлака и брызг, осмотреть шов и проставить номер (клеймо) сварщика в начале и в конце шва на расстоянии 100 мм от шва и кромки металла. При длине шва меньше 1 м клеймо ставится один раз.

Автоматическую и полуавтоматическую сварку под флюсом всех типов соединений надлежит выполнять постоянным током обратной полярности (плюс на электроде), за исключением отдельной сварки двухслойной коррозионно-стойкой стали, где сварку плакирующего слоя рекомендуется вести постоянным током прямой полярности.

При двусторонней стыковой сварке полотниц на флюсовой подушке перекантовка элемента после наложения шва с одной стороны допускается только после остывания этого шва до температуры, не превышающей 100... 120 °С, с принятием мер против динамических нагрузок.

1.5 Заготовительные операции

Все элементы балок изготавливаются из стали Ст3 , который поставляют в виде листового проката. Деформации проката, допускаемые ГОСТом на его поставку металлургическими заводами, в большинстве своем не приемлемы для деталей пролетных строений мостов .Так, для широкополосной стали ГОСТ 19903 – 74 разрешает отклонения от плоскости до 10 мм на один метр и с ребровой кривизной до 2 мм на метр, а в деталях конструкций эти деформации не должны превышать 1 мм на метр. В связи с этим, перед выполнением операций по изготовлению элементов конструкций, необходимо выполнить ряд операций для подготовки проката, такими операциями являются : очистка металла , правка , разметка и резка .

1.6 Изготовление стенки

Стенки и пояса балки изготавливается из листовой широкополосной стали , которая поставляется размерами 30 x 2500 x 12000 мм . Процесс

Подпись и дата	
Име. № дубл.	
Взам. име. №	
Подпись и дата	
Име. № подл.	

					БР-150301-071106830- ПЗ	Лист 23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

Перв. примен.	<p>изготовление поясов и стенок балки полностью аналогичен, поэтому рассмотрим этот процесс на примере изготовления нижнего пояса балки .</p> <p>Краном с магнитной шайбой листы отгружаются со склада и подаются на очистку. Очистка выполняется для удаления с поверхности металла загрязнений , окалины и ржавчины , и производится дробеметной установкой 24583 . Для очистки используется колотая дробь по ГОСТ 11964 - 66 размерами 0,8 – 1,2 мм .</p> <p>После очистки листа выполняется его правка на многовалковой листопрямильной машине UBR 40 – 3200 .</p> <p>Очищенный и правленный лист подается на стеллаж и выполняется разметка согласно карте раскроя с припусками : на фрезеровку - +5 мм , усадку от сварки - +5 мм , на строжку одной продольной кромки - +5 мм , на строжку второй кромки для прямолинейности стыка - +5 мм . Затем выполняется кислородная резка листов на газорезательной машине «Днепр – 2,5 К» , скорость резки 360 м/ч .</p> <p>Выполняется строгание заготовок по длине со стороны продольного стыка , кромкострогательным станком 7814 . Скорость резания – 4 м/мин , подача – 0,5 мм/ход .</p> <p>Заготовки а и б (в и г) выкладываются на продольную флюсовую подушку с зазором 2 – 3 мм и прихватываются, вставляются и прихватываются выводные планки , устанавливаются направляющие для автомата, листы закрепляются струбцинами к стеллажу и выполняется их сварка . Затем , заготовка кантуется на 180° , зачищается шлифовальной машинкой корень шва и проваривается .</p> <p>После сварки шлифовальной машинкой снимается усиление шва , производится контроль соединения, карты отправляются на правку и строжку кромок по длине .</p> <p>Производится контроль габаритных размеров : отклонения по ширине стенки не +1 , -0 мм ; саблевидность не более 10 мм ; депланация не более 1,2 мм ; уступы кромок не более 1 мм ;</p>				
	Справ. №				
Подпись и дата					
	Име. № дубл.				
Взам. инв. №					
Подпись и дата					
Име. № подл.					
	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат
БР-150301-071106830- ПЗ					Лист
					24

Перв. примен.	<p>Прихватка выполняется механизированной сваркой в среде защитного газа диаметром проволоки 2 мм. Длина прихваток 50 мм , ширина 5 мм , шаг между прихватками 500 мм , последняя прихватка выполняется на расстоянии не менее 200 мм от края деталей .</p> <p>Сварка производится автоматом АДФ 1001 У3 под флюсом, сварочной проволокой Св 08ГА диаметром 5 мм ГОСТ 2246 – 70, флюс АН - 348А с размером зерна 0,5 мм ГОСТ 9087 – 81 .</p>											
	Справ. №	<p>Режимы сварки :</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="padding-left: 20px;">напряжение на дуге</td> <td style="text-align: right;">43 , В ;</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">сварочный ток</td> <td style="text-align: right;">900, А ;</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">скорость сварки</td> <td style="text-align: right;">27,7 , м/ч ;</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">скорость подачи электродной проволоки</td> <td style="text-align: right;">70 , м/ч ;</td> </tr> </table>				напряжение на дуге	43 , В ;	сварочный ток	900, А ;	скорость сварки	27,7 , м/ч ;	скорость подачи электродной проволоки
напряжение на дуге		43 , В ;										
сварочный ток	900, А ;											
скорость сварки	27,7 , м/ч ;											
скорость подачи электродной проволоки	70 , м/ч ;											
Подпись и дата	<p>Слесарная обработка производится шлифовальными машинками ЭП – 1087 , кругами ПП 150x20x32 .</p> <p>Транспортные операции выполняются мостовым краном КМЭ 2x10 , схемы строповок СХ 01 , СХ 04 , СХ 08 . Захваты ГП 26 , ГП 27 , ГП 28 . Траверсы ТР 003000 .</p> <p>Кантовка деталей осуществляется краном КМЭ 2x10 , схемы строповок СХ 03 , СХ 45 , СХ 46 .</p> <p>Аналогично изготавливается стенки балки. Единственное отличие в изготовлении стенки от изготовления пояса - это размеры и число заготовок, а именно стенки изготавливаются из трех полуфабрикатов, а верхний и нижний пояс из двух.</p>											
	Ине. № дубл.	<p>1.7 Изготовление ребер жесткости</p> <p>Ребра жесткости изготавливаются вырезкой их, из листового проката толщиной 14, 25, и 50 мм. Поперечные ребра, в зависимости от их</p>										
Взам. инв. №												
Подпись и дата												
Ине. № подл.												
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	БР-150301-071106830- ПЗ	Лист 25						

Перв. примен.	расположения в конструкции (см. графическую часть лист №1) , могут быть разными размерами и толщиной.				
	После резки выполняется механическая обработка , которая включает в себя , подготовку (строжку) кромок и сверление отверстий под болтовые соединения . Сверление отверстий производится на радиально сверлильном станке 2P53 .				
Справ. №	1.8 Общий технологический процесс сборки сварки балки				
	<p>В базовом варианте изготовления процесс не автоматизирован – все операции по кантовке производятся с помощью мостового крана и кран-балки. В данном проекте разработан участок, включающий универсальную сборочную плиту; металлоконструкцию, по которой перемещаются две катучие балки, а также кантователь (см. план участка в графической части проекта). К катучим балкам крепятся головка АБС и шланг полуавтомата. Таким образом, имеется два универсальных сварочных поста с возможностью производить и механизированную, и автоматическую сварку, причем одновременно. Это дает возможность сэкономить место на участке, а также вспомогательное неперекрываемое время $t_{вн}$ (см. экономический раздел).</p> <p>После изготовления стенок и поясов балки следуют операции сборки-сварки непосредственно самой балки.</p> <p>На универсальной сварочной плите укладывается нижний пояс, к нему пристыковывается стенка под прямым углом, после чего производится прихватка. Далее прихватываются и привариваются ребра жесткости к стенке и к нижнему поясу сплошными швами с полным проваром, не доводя их на 120 мм до поясных швов с целью уменьшения воздействия зон термического влияния. Далее пристыковывается вторая стенка, прихватывается и проваривается, после чего изнутри производится прихватка и сварка опорных плит. Производится прихватка верхнего пояса и производится автоматическая сварка длинных наружных швов; при этом используется</p>				
Подпись и дата	Име. № дубл.	Взам. инв. №	Подпись и дата	Име. № подл.	БР-150301-071106830- ПЗ
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	Лист 26

Перв. примен.	<p>кантователь для позиционирования в удобное положение. Короткие швы провариваются механизированной сваркой порошковой самозащитной проволокой. Завершающей операцией является приварка косынок к опорным ребрам и корпусу балки. После проводится контроль качества, описанный в пункте 1.13.</p> <p style="text-align: center;">1.9 Выбор способов сварки</p> <p>В базовом варианте изготовления, используется два способа сварки: ручная электродуговая сварка покрытыми электродами и механизированная сварка в защитных газах.</p> <p>Ручная электродуговая сварка используется при сборке изделия для прихватки.</p> <p>В проекте предлагается отказаться от ручной дуговой сварки покрытыми электродами, заменив ее механизированной сваркой само - защитной порошковой проволокой. То есть по ходу сборки и внутренней обварки конструкции, будет использоваться механизированная сварка само - защитной порошковой проволокой ГОСТ 14771-76.</p> <p>Применение порошковой проволоки позволяет повысить механические свойства швов. Данный вид сварки имеет высокую производительность, легко поддается автоматизации и позволяет выполнять соединение металлов без применения электродных покрытий и флюсов.</p> <p>Полуавтоматическая сварка порошковой само - защитной проволокой ГОСТ 14771-79.</p> <p>Полуавтоматическая сварка само - защитной порошковой проволокой, как было упомянуто выше, применяется для сборки заготовок на прихватки и внутренней обварки ребер жесткости с боковыми стенками и верхним и нижним поясом.. Полуавтоматическая сварка ведется с двух сторон.</p> <p>Двухсторонняя сварка позволяет сваривать металл толщиной 14 мм. Сварка производится в удобном положении – нижнем. Для обеспечения этого условия, по мере сборки и обварки, конструкция кантуется.</p>				
Подпись и дата	Име. № дубл.	Взам. инв. №	Подпись и дата	Име. № подл.	
					Изм.
БР-150301-071106830- ПЗ					Лист 27

Перв. примен.	<p>Кроме того, в данном проекте предлагается использовать автоматическую сварку под слоем флюса для протяженных поясных швов ГОСТ 8713 – 79 Аф (сварка на весу).</p> <p>Данный способ сварки используется для стыковой сварки поясов балок и боковых стенок, а также длинных наружных швов. Поскольку стыковая сварка поясов и боковых стенок балок производится на весу, без дополнительных способов формирования корня шва, в процессе сварки необходимо уделять внимание точному подбору режимов сварки. Неправильный подбор режимов сварки может привести к дефектам сварного шва, связанных с прожогом или не проваром корня шва.</p> <p>Применение данного вида сварки позволит повысить производительность сварки, качество продукции, за счет получения стабильных геометрических размеров корня шва.</p>
Справ. №	

1.10 Выбор сварочных материалов

Сварочные проволоки служат дополнительным металлом, участвующим в образовании шва, а также для подвода электрического тока в зону сварки.

Механизированная сварка порошковой проволокой. ГОСТ 14771-76.

Общие сведения о порошковых само - защитных проволоках.

Сварка порошковой проволокой – дуговая сварка, выполняемая плавящимся электродом из порошковой проволоки. Сварка порошковой само - защитной проволокой выполняется без дополнительной защиты, в углекислом газе и под слоем флюса. Порошковая проволока представляет собой трубчатую, часто со сложным внутренним сечением, проволоку, заполненную порошкообразным наполнителем - шихтой (рис. 1,5).

Подпись и дата									
Име. № дубл.									
Взам. инв. №									
Подпись и дата									
Име. № подл.									
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	БР-150301-071106830- ПЗ				Лист
									28

Перв. примен.

Справ. №

Подпись и дата

Име. № дубл.

Взам. име. №

Подпись и дата

Име. № подл.

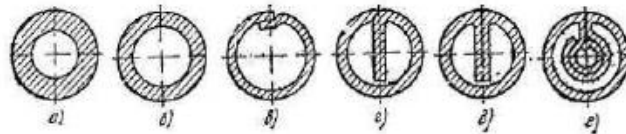


Рисунок 1.5 – Конструкция порошковых проволок.

Оболочку порошковой проволоки изготавливают из стальной, чаще низкоуглеродистой, ленты толщиной 0,2 – 0,5 мм. Наполнитель представляет собой смесь порошков из газо- и шлакообразующих компонентов, а также легирующих компонентов, которые обеспечивают защиту зоны сварки и требуемые свойства сварного шва. Наиболее широко используют порошковую проволоку диаметром 1,6 - 3 мм. Для изготовления нашей сварной конструкции примем проволоку диаметром 2 мм. При сварке такой проволокой расплавляется и трубка и компоненты сердечника. В результате плавления шлакообразующих и разложения органических составляющих шихты обеспечивается газослаковая защита расплавленного металла от воздуха. По составу шихты проволоки делятся на две основные группы – рутилового и основного типа.

Основой шлакообразующих компонентов шихты проволок рутилового типа является двуокись титана (минерал рутил), газовая защита осуществляется введением органических минералов. Эти проволоки малочувствительны к влаге и ржавчине, но относительно малопродуктивны.

В проволоках основного типа используются шлако- и газообразующие компоненты шихты с основными и атмосферными свойствами (мрамор, магнезит). Проволоки этого типа более чувствительны к влаге и ржавчине, не допускают длинной дуги из-за образования пористости шва, однако они производительнее и обеспечивают более высокие механические свойства.

Сварку порошковыми проволоками всех типов обычно выполняют на постоянном токе обратной полярности с использованием источников питания с жесткими внешними характеристиками. При сварке порошковыми

БР-150301-071106830- ПЗ

Лист

29

Изм. Лист № докум. Подпись Дат

Перв. примен.

Справ. №

Подпись и дата

Име. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Име. № подл.

проволоками особое внимание уделяется режимам сварки, отклонение от которых приводит к резкому ухудшению качества сварного соединения.

Преимуществом порошковой проволоки является возможность за счет наполнителя в широких пределах регулировать химический состав шва.

При сварке открытой дугой происходит интенсивное окисление свариваемого и присадочного металла, угар легирующих элементов, парообразование. Для предотвращения этих процессов сварочную проволоку легируют элементами, обладающими большим сродством к кислороду, чем выгораемые элементы. В качестве таких легирующих элементов используют Al, Ti, Zr и редкоземельные элементы (церий, лантан). Эти элементы активно связывают O₂, N₂, S в стойкие неметаллические соединения и за счет этого можно получить свойства сварных соединений по прочности и пластичности на уровне металла шва, получаемого при сварке покрытыми электродами типа Э46 – Э50.

Характеристика порошковой само – защитной проволоки ПП-АН3.

В качестве сварной проволоки для механизированной сварки примем порошковую само - защитную проволоку ПП-АН1 ГОСТ 22271-84.

Таблица 1.3 – Порошковая проволока ПП-АН1. Общие сведения.

Марка	Тип наплавленного металла	Диаметр, мм	Коэффициент наплавки, Г/(А·ч)	Рекомендуемый сварочный ток, А	Положение шва при сварке	Тип проволоки
ПП-АН1	Э46А	2 - 3	15 - 16	350 - 500	Н	Карбонатно-флюоритовые само - защитные

Таблица 1.4 – Механические свойства металла, наплавленного сварочной само – защитной порошковой проволокой общего назначения ПП-АН1.

БР-150301-071106830- ПЗ

Лист

30

Изм. Лист № докум. Подпись Дат

Перв. примен.

Марка	Временное сопротивление, МПа	Предел текучести, МПа	Относительное удлинение, %	Ударная вязкость, Дж /см ²	
				20° С	-40° С
ПП-АН1	550 - 590	300 - 350	24 - 28	167 - 196	98 - 137

Таблица 1.5 – Химический состав металла, наплавленного сварочной само – защитной порошковой проволокой общего назначения ПП-АН1, %.

Марка	С углерод	Mn марганец	Si кремний	S сера	P фосфор
ПП-АН1	0,08 - 0,12	1,0 – 1,2	0,3 – 0,4	0,02 – 0,025	0,025 – 0,030

Справ. №

Автоматическая сварка под слоем флюса ГОСТ 8713-79.

Общие сведения о проволоках.

Стальные сварочные проволоки при автоматической сварке под слоем флюса применяют без покрытий, так называемую голую сварочную проволоку. Поверхность сварочной проволоки перед сваркой тщательно очищается. По виду поверхности проволока делится на омедненную и неомедненную. Омедненная проволока улучшает электрический контакт между изделием и проволокой, а также препятствует ее ржавлению. Для предотвращения загрязнения проволоку упаковывают в водонепроницаемую упаковку. Транспортируется проволока в отдельных чистых, крытых вагонах для предотвращения воздействия атмосферных осадков. Стальную сварочную проволоку изготавливают по ГОСТ 2246 – 70. Она делится на низкоуглеродистую, легированную и высоколегированную.

Характеристика проволоки СВ 08 ГА.

Согласно, нормативных документов на изготовление толстолистовых конструкций при автоматической сварке под слоем флюса стали 09Г2С, в качестве присадочного материала рекомендуется применять сварочную

Подпись и дата

Име. № дубл.

Взам. име. №

Подпись и дата

Име. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат

БР-150301-071106830- ПЗ

Лист

31

Перв. примен.

проволоку СВ 08 ГА с пониженным содержанием серы и фосфора, диаметром 5 мм.

Таблица 1.6 – Химический состав сварочной проволоки СВ 08 ГА по ГОСТ 2246-70.

Марка проволоки	С углерод	Si кремний	Mn марганец	Cr хром	Ni никель	S сера	P Фосфор
						Не более	
СВ 08 ГА	≤0,1	≤0,03	0,8 – 1,1	≤0,1	≤0,25	0,025	0,030

Справ. №

Данная проволока является низкоуглеродистой, марганцовистой проволокой с пониженным содержанием серы и фосфора.

Влияние химического состава проволоки на процесс сварки.

Углерод является сильным раскислителем, предохраняет металл шва от насыщения кислородом и азотом воздуха.

Марганец раскисляет металл шва, снижает количество углерода и препятствует соединению металла с кислородом воздуха. Кроме того, марганец увеличивает твердость и хрупкость.

Кремний, когда он находится в электродном материале в виде тугоплавкого окисла кремния (SiO₂), затрудняет сварку (металл разбрызгивается, шов получается загрязненный). Если же кремний содержится в стали в другой форме, он полезен, так как предохраняет металл шва от насыщения кислородом и азотом воздуха.

Сера и фосфор являются вредными примесями: фосфор вызывает хладоломкость, сера – красноломкость. Сера и фосфор при сварке не выгорают.

Флюс для автоматической сварки.

Для обеспечения процесса автоматической сварки под слоем флюса применяется флюс АН-348А по ГОСТ 9087-81. Основное назначение флюса – это защита сварочной ванны от воздействия окружающей среды.

Таблица 1.7 – Общие сведения о флюсе АН-348А по ГОСТ 9087-81

Подпись и дата

Име. № дубл.

Взам. име. №

Подпись и дата

Име. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат
------	------	----------	---------	-----

БР-150301-071106830- ПЗ

Лист

32

Перв. примен.

Справ. №

Подпись и дата

Име. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Име. № подл.

Марка флюса	Зерна флюса		Объемная масса, г/см ²	Тип	Режим прокалики	Свариваемые стали
	Размер гранул	Цвет				
АН-348А	0,35 - 3	Желтый и коричневый всех оттенков	1,3 – 1,8	Высококремнистый марганцевый	300-420°С 5 часов	Углеродистые и низколегированные конструкционные

Таблица 1.8 – Химический состав флюса АН-348А.

Марка	SiO ₂	MnO	MgO	CaF ₂	CaO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	S	P
АН-348А	41-44	34-38	5-7,5	4-5,5	<6,5	<4,5	<2	<0,15	<0,12

1.11 Обоснование выбора сварочного оборудования

1.11.1 Механизированная сварка порошковой само - защитной проволокой ГОСТ 14771-76.

Для этого вида сварки целесообразно применять полуавтомат, который состоит из ПДГО-510 и выпрямителя ВДУ-506С.

Общие сведения о полуавтомате ПДГО-510 и выпрямителе ВДУ-506С

Полуавтомат предназначен для сварки изделий из стали на постоянном токе стальной и порошковой проволокой в среде защитных газов. Имеет возможность ручной дуговой сварки покрытыми электродами. Полуавтомат состоит из подающего механизма ПДГО-510 и выпрямителя ВДУ-506С. Возможно применение с выпрямителем ВДУ-506М.

Подающий механизм полузащитного типа, внутри которого установлен 4-х роликовый редукторный привод, электромагнитный клапан, плата управления и газовый тракт. Органы управления сварочным режимом расположены на лицевой панели. Снаружи, на отдельном кронштейне расположена кассета и тормозное устройство. Механизм подачи может быть

БР-150301-071106830- ПЗ

Лист

33

Изм. Лист № докум. Подпись Дат

Перв. примен.

Справ. №

Подпись и дата

Име. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Име. № подл.

также использован при работе непосредственно с полной бухтой электродной проволоки, уложенной на разматывающее устройство. Стыковочный узел с горелкой может быть двух видов: с евроразъемом или втычным соединением, что позволяет работать с любым типом современных горелок.

Полуавтомат обеспечивает:

Плавную регулировку и стабилизацию скорости сварочной проволоки и напряжения.

Управление разовым клапаном, подающим механизмом и сварочным источником от кнопки на горелке.

Изменение параметров сварочного режима в процессе сварки.

Регулировку длительности растяжки дуги и продувки газа до и после сварки.

Полуавтомат имеет следующие технические решения:

Использование 4-х роликового редукторного привода обеспечивает повышенное тяговое усилие и возможность работы с горелкой длиной до 5 метров.

Таблица 1.9 – Технические характеристики полуавтомата и источника питания

Напряжение питающей сети, В	ВДУ-506С	ПДГО-510
	3×380	48
Частота питающей сети, Гц	50	-
Номинальный сварочный ток, А(ПВ,%)	500(60%)	-
Пределы регулирования сварочного тока, А	50-500	-
Напряжение холостого хода, В, не более	85	-
Номинальное рабочее напряжение, В	50	-
Диаметр электрода, электродной проволоки, мм		

БР-150301-071106830- ПЗ

Лист

34

Изм. Лист № докум. Подпись Дат

Перв. примен.

Справ. №

Подпись и дата

Име. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Име. № подл.

Стальная	-	1,2-2,0
Порошковая	-	1,6-3,2
Скорость подачи электродной проволоки, м/ч	-	70-1000
Мощность привода, Вт	-	120
Предельная мощность, кВт, не более	34	-
Масса, кг, не более	260	15
Габаритные размеры, мм длина×ширина×высота	750×650×1150	650×215×410

Таблица 1.10 – Комплект поставки полуавтомата

Наименование	Кол - во	Примечание
Выпрямитель ВДУ-506С	1	Без сетевого кабеля
Подающий механизм ПДГО-510	1	
Розетка 2РМД24КПН10Г5В1	1	ЗИП
Канал направляющий	1	ЗИП
Вставка ВМ-600	3	ЗИП
Вилка 2РМД24КПН10Ш5В1	1	ЗИП
Паспорта ПДГО-510 и ВДУ-506С	2	



Рисунок 1,6 – Общий вид ПДГО 510 и ВДУ 506С

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат
------	------	----------	---------	-----

БР-150301-071106830- ПЗ

Лист

35

Перв. примен.

Справ. №

1.11.2 Автоматическая сварка под слоем флюса ГОСТ 8713-79.

Выпрямитель сварочный универсальный ВДУ-1250.

Выпрямитель сварочный в комплекте со сварочной головкой АБС предназначен для автоматической сварки в среде защитных газов и под слоем флюса изделий из сталей. Также может быть использован для воздушно-дуговой резки или строжки угольным электродом. Является полууправляемым тиристорным выпрямителем. Обладает двумя видами жестких внешних характеристик для сварки под слоем флюса и среде защитных газов. Выпрямитель имеет следующие основные технические решения: возможность местного и дистанционного регулирования сварочных параметров; наличие тепловой защиты трансформатора от перегрузки; медные обмотки трансформатора; класс изоляции Н по ГОСТ 8865-70; принудительное охлаждение.

Подпись и дата

Име. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Име. № подл.

Таблица 1.11 – Технические характеристики выпрямителя ВДУ-1250.

Параметр	ВДУ-1250
Напряжение питающей сети, В	3×380
Частота питающей сети, Гц	50
Номинальный сварочный ток, А (ПВ%)	1250(100)
Пределы регулирования сварочного тока, А	250-1250
Напряжение холостого тока, В, не более	55
Номинальное рабочее напряжение, В	44
Потребляемая мощность, кВт, не более	73
Масса, кг, не более	520
Габаритные размеры, мм, не более длина×ширина×высота	790×600×1410

БР-150301-071106830- ПЗ

Лист

36

Изм. Лист № докум. Подпись Дат

Перв. примен.

Справ. №

Подпись и дата

Име. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

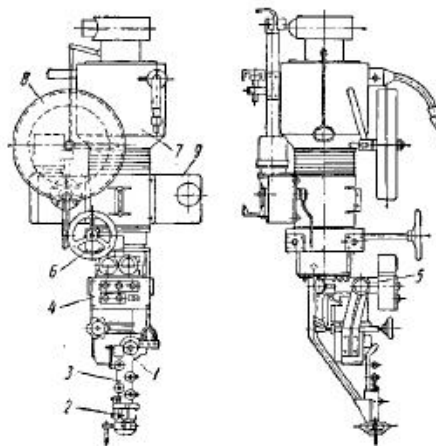
Име. № подл.

Подвесная самоходная сварочная головка типа АБС.

Для осуществления автоматической сварки под слоем флюса стыковых швов поясов и стенок балки, а также угловых продольных швов коробчатой балки в качестве сварочного аппарата предлагается использовать подвесную самоходную сварочную головку типа АБС.

Аппарат АБС (рисунок 1.7) состоит из трех комплектных узлов – А, Б и С, каждый из которых предназначен для выполнения определенных операций.

Универсальный сварочный аппарат типа АБС предназначен для автоматической дуговой сварки продольных и кольцевых швов, стыковых, угловых и нахлесточных соединений металла толщиной 5 - 40 мм. Сварка может производиться под флюсом или в среде защитного газа. Аппарат может быть снабжен специальными приставками, позволяющими осуществлять широкослойную наплавку ленточным электродом или гребенкой из трех электродов, сварку алюминия и меди, сварку расщепленным электродами.



Общий вид головки АБС.

Рисунок 1.7 – Общий вид головки АБС

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат

БР-150301-071106830- ПЗ

Лист

37

Перв. примен.

Справ. №

Подпись и дата

Име. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Име. № подл.

Узел А представляет собой простейшую подвесную сварочную головку, состоящую из подающего механизма 1, мундштука 2, правильного механизма 8, пульта управления 4 и подвески с корректировочным механизмом 5. Узел Б состоит из подъемного механизма 6, флюсоаппарата 7 с отсасывающим устройством и катушки для электродной проволоки 8.

Узел С представляет собой тележку велосипедного типа 9 с отдельным электроприводом.

Таблица 1.12 – Основные технические данные сварочной головки АБС

Технические данные	АБС
Диаметр электродной проволоки, мм	2-6
Скорость подачи электродной проволоки, м/мин	0,48-3,65
Скорость сварки, м/час	14-110
Величина сварочного тока, в А	до 1500
Род сварочного тока	переменный или постоянный
Вертикальная настройка мундштука, в мм	200
Настройка скорости сварки	сменными шестернями
Настройка скорости подачи электрода	сменными шестернями
Система подачи электрода	с постоянной скоростью подачи
Характер связи подачи электрода с движением дуги	отдельный привод
Габариты в мм, длина, ширина, высота	760×710×1750
Вес, кг	160

Данная сварочная головка используется в паре с источником сварочной дуги ВДУ-1250, описание которого представлено в предыдущем пункте.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат
------	------	----------	---------	-----

БР-150301-071106830- ПЗ

Лист

38

Перв. примен.

Справ. №

Подпись и дата

Име. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Име. № подл.

1.12 Расчет режимов сварки

Основными параметрами режима автоматической и полуавтоматической сварки под флюсом, оказывающими существенное влияние на размеры и форму швов, являются: величина сварочного тока; плотность тока в электроде; напряжение на дуге; скорость сварки; химический состав (марка) и грануляция флюса; род тока и полярность подключения.

Определение режимов сварки.

При определении режима сварки необходимо выбрать такие параметры его, которые обеспечат получение швов заданных размеров, формы и качества.

При сварке верхних поясов балки применяется стыковая однопроводная авто сварка (тип соединения С25). Чтобы правильно рассчитать сварное соединение такого типа необходимо иметь основные данные на такого типа соединение:

S – толщину свариваемого металла;

α_n – коэффициент наплавки данного вида проволоки;

γ – плотность наплавленного металла;

a – зазор между свариваемыми деталями;

$\Psi_{пр}$ – коэффициент формы провара;

U_d – напряжение на дуге.

По техническим данным на балку имеем $S=15$ мм; сварочную проволоку св 08 ГА, с плотностью материала $\gamma=7,85$ гр/см³; коэффициент наплавки для данной проволоки составит $\alpha_n=14$ гр/А·час; коэффициент формы провара $\Psi_{пр}$ представляет зависимость $\Psi_{пр}=f(U_d, I_{св})$, которую можно найти по номограмме из которой $\Psi_{пр}=3,2$ и $U_d = 43$ В. По коэффициенту провара найдём ширину валика b :

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат
------	------	----------	---------	-----

БР-150301-071106830- ПЗ

Лист

39

Перв. примен.
Справ. №

$$b = \psi_{np} \cdot S, \tag{1.1}$$

где ψ_{np} – коэффициент формы провара;
 S – толщина свариваемого металла.

$$b = 3,2 \cdot 15 = 32 \text{ мм}$$

Глубину провара примем равной толщине металла, т.к. необходимо проварить всю толщину за один проход, $h = S$.

Так же необходимо найти площадь наплавки F_H , предварительно определив величину сварочного тока и скорость сварки.

Величину тока сварки ориентировочно назначим, имея в виду, что каждые 60-100 А сварочного тока дают глубину провара 1 мм:

$$I_{св} = 60 \cdot h, \tag{1.2}$$

$$I_{св} = 60 \cdot 15 = 900 \text{ А}$$

Далее подберём диаметр электрода. Диаметр электродной проволоки может быть определён относительно плотности тока, которая зависит от множества факторов. Например: плотность тока намного ниже на покрытом электроде, т.к. из-за обмазки хуже протекают процессы охлаждения электрода.

Для электродной проволоки которая не имеет различных покрытий и подается с довольно большой скоростью в сварочную ванну, плотность тока имеет довольно большие значения

Примем $j = 110 \text{ А/мм}^2$.

Диаметр определяется по формуле:

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	БР-150301-071106830- ПЗ	Лист
						40

Перв. примен.

$$d_{\text{эл}} = 1,13 \sqrt{\frac{I_{\text{св}}}{j}},$$

$$d = 4,3 \text{ мм} \quad (1.3)$$

Примем диаметр электродной проволоки равный 5 мм, для более низкой плотности тока, увеличения коэффициента наплавки и для возможности увеличения сварочного тока, в случае необходимости.

Справ. №

Так как для сохранения геометрического подобия сварочной ванны произведение $I_{\text{св}} \cdot v_{\text{св}}$ должно быть постоянным, то скорость может быть определена в зависимости от сварочного тока.

Практически установлено, что при сварке электродной проволокой диаметром 4÷6 мм удовлетворительное формирование имеет место, если произведение $I_{\text{св}} \cdot v_{\text{св}}$ составляет 20000-30000 А·м/час, а при диаметре 2 мм – 8000-12000 А·м/час.

Поэтому скорость сварки может быть определена:

$$V_{\text{св}} = \frac{25000}{I_{\text{св}}} \quad (1.4)$$

$$V_{\text{св}} = \frac{25000}{900} = 27,2 \text{ м/ч}$$

Далее определяем площадь наплавки $F_{\text{Н}}$, по формуле:

$$F_{\text{Н}} = \frac{\alpha_{\text{Н}} \cdot I_{\text{св}}}{3600 \cdot \gamma \cdot v_{\text{св}}}, \quad (1.5)$$

где $\alpha_{\text{Н}}$ – коэффициент наплавки данного вида проволоки;

γ – плотность наплавленного металла;

$I_{\text{св}}$ – сварочный ток;

$v_{\text{св}}$ – скорость сварки.

Подпись и дата

Име. № дубл.

Взам. име. №

Подпись и дата

Име. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат
------	------	----------	---------	-----

БР-150301-071106830- ПЗ

Лист

41

Перв. примен.

$$F_H = 0,646 \text{ см}^2.$$

По ширине шва и коэффициенту полноты валика μ_v определим высоту валика c , опытные данные показывают, что коэффициент изменяется в узких пределах и практически имеет устойчивое значение $\mu_v = 0,73$:

$$c = \frac{F_H}{0,73 \cdot b}, \quad (1.6)$$

$$c = 2,77 \text{ мм.}$$

По высоте валика c и глубине провара h найдём полную высоту шва:

$$H = c + h, \quad (1.7)$$

где H – общая высота шва;

h – глубина провара;

c – высота валика (усиление шва).

$$H = 17,8 \text{ мм}$$

Причем величину H при неизменном режиме для практических целей можно считать постоянной.

Тогда, зная площадь поперечного сечения наплавленного металла, можно определить глубину провара при наличии разделки и зазора в стыке по формуле:

$$h' = H - c', \quad (1.8)$$

Справ. №

Подпись и дата

Име. № дубл.

Взам. име. №

Подпись и дата

Име. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат

БР-150301-071106830- ПЗ

Лист

42

где h' – глубина провара (расстояние от поверхности листов до наиболее удалённой точки, лежащей на изотерме плавления) при наличии разделки, зазора в стыке или зазора и разделки;

c' – высота валика при наличии разделки, зазора в стыке или зазора и разделки;

H – общая высота шва, определённая по формуле (1.7).

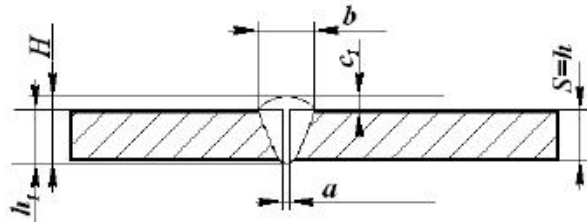


Рисунок 1.8 – Основные параметры стыкового шва

И так при известном зазоре $a=2$ мм, найдем высоту «модифицированного» валика c' :

$$c' = \frac{F_H - H \cdot a}{0,73 \cdot b - a}, \quad (1.9)$$

где F_H – площадь наплавленного металла;

H – общая высота шва;

a – зазор между свариваемыми деталями;

b – ширина валика.

$$c' = 2,04 \text{ мм.}$$

Из условия найдём h' :

$$h' = 17,8 - 2,04 = 15,76 \text{ мм}$$

Перв. примен.	<p>При толщине металла в 15 мм, глубина провара 15,76 мм. Разница в 0,76 мм, обеспечит формирование «обратного» валика.</p> <p>Из расчёта видно, что данный процесс имеет «запас в обе стороны», за счёт того, что была применена проволока большего диаметра, чем расчётного, а также, что форма шва и глубина провара будет зависеть от скорости сварки и сварочного тока, тем самым будет обеспечена «гибкость» процесса.</p> <p>В конечном варианте для одностороннего шва стыкового соединения с X-образной разделкой с использованием электродной проволоки св 08 ГА сплошного сечения</p> <p>Н – высота всего шва.....Н = 17,* мм; h' – глубина провара.....h' = 15,76 мм; b – ширина шва.....b = 32 мм; c' – высота валика (усиление).....c' = 2,04 мм;</p> <p>Исв – сварочный ток.....I = 900 А; dэл- диаметр электрода (проволоки)..... dэл =5 мм; усв – скорость сварки.....усв = 27,2 м/час; Уд- напряжение на дуге..... Уд = 43 В.</p> <p>Порошковая проволока ПП-АНЗ.</p> <p>Сварку порошковыми проволоками всех типов обычно выполняют на постоянном токе обратной полярности с использованием источников питания с жесткими внешними характеристиками. Недостатками самозащитной проволоки является узкий диапазон параметров режима сварки, отклонения от которых приводят к резкому ухудшению качества сварного соединения. Этот недостаток компенсируется при сварке порошковыми проволоками с дополнительной защитой углекислым газом.</p>			
	Справ. №			
Подпись и дата				
	Име. № дубл.			
Подпись и дата				
	Взам. инв. №			
Име. № подл.				
	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись

Таблица 1.12 – Ориентировочные режимы сварки низкоуглеродистых сталей открытой дугой порошковой проволокой ПП-АНЗ.

Диаметр проволоки, мм	Напряжение дуги, В	Сила сварочного тока, А	Скорость сварки, м/ч	Вылет электрода мм
1,8	20—23	220—250	14—20	10—15
2,0	22—25	240—270	16—20	12—15
2,5	22—26	250—300	12—16	10—20
3,0	23—27	300—360	12—18	15—20

В конечном варианте для двухстороннего шва стыкового бескосного соединения с использованием порошковой электродной проволоки ПП-АНЗ (Рисунок) получаем:

H – высота всего шва..... $H = 11,78$ мм;

h' – глубина провара..... $h' = 10,71$ мм;

b – ширина шва..... $b = 32$ мм;

c' – высота валика (усиление)..... $c' = 1,07$ мм;

$I_{св}$ – сварочный ток..... $I = 200-500$ А;

$d_{эл}$ - диаметр электрода (проволоки)..... $d_{эл} = 2$ мм;

$u_{св}$ – скорость сварки..... $u_{св} = 12-18$ м/час;

U_d - напряжение на дуге..... $U_d = 38$ В.

Расчет режимов автоматической сварки под слоем флюса угловых соединений (тип соединений ТЗ).

При назначении режимов для автоматической сварки под слоем флюса тавровых соединений (тип соединений ТЗ) (Рисунок 1.9), методика расчёта идентична той, что описанная выше.

Перв. примен.
Справ. №
Подпись и дата
Име. № дубл.
Взам. име. №
Подпись и дата
Име. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат
------	------	----------	---------	-----

Перв. примен.

Справ. №

Подпись и дата

Име. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Име. № подл.

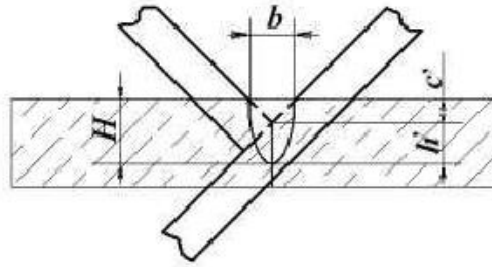


Рисунок 1.9 – Поперечное сечение шва таврового соединения.

В конечном варианте для автоматической сварки под слоем флюса угловых соединений (тип соединений ТЗ) проволокой св 08 ГА (Рис.1.9) получаем:

Н – высота всего шва.....Н = 22 мм;
 h' – глубина провара.....h' = 18 мм;
 b – ширина шва.....b = 12 мм;
 c' – высота валика (усиление).....c' = 3,8 мм;

И_{св} – сварочный ток.....I = 900 А;
 d_{эл} – диаметр электрода (проволоки)..... d_{эл} = 5 мм;
 v_{св} – скорость сварки.....v_{св} = 27,2м/ч
 U_д – напряжение на дуге..... U_д = 43 В.

1.13 Контроль качества сварки и сварных соединений

Контроль качества изготовления балочных конструкций осуществляется на всех стадиях работ инженерно-техническими работниками цехов и технических служб завода, работниками ОТК,

Производственный контроль качества осуществляется под руководством главного инженера завода.

Службы технического контроля должны быть оснащены техническими средствами, обеспечивающими необходимую достоверность и полноту

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат

БР-150301-071106830- ПЗ

Лист

46

Перв. примен.	<p>контроля. Инженерно-технический персонал должен быть ознакомлен с рабочей документацией и нормативными документами.</p> <p>Ответственность за качество изготовленных конструкций на всех этапах работ несут исполнители, руководители данного вида работ и работники технического надзора согласно существующим должностным инструкциям.</p> <p>Основными задачами производственного контроля являются:</p> <ul style="list-style-type: none"> -обеспечение соблюдения технологии изготовления и требований нормативной документации; -своевременное предупреждение и выявление дефектов; -повышение ответственности непосредственных исполнителей за качество выполняемых работ. <p>При изготовлении балочных металлоконструкций выделяют следующие виды контроля качества:</p> <ul style="list-style-type: none"> -входной контроль качества поступающих в производство материалов, технической документации и оборудования; -операционный контроль качества при изготовлении деталей и отправочных марок; -приемочный контроль качества изготовления отправочных марок. 					
	Справ. №	<p>1.13.1 Входной контроль</p> <p>Поступающие на завод основные и сварочные материалы перед употреблением подвергаются обязательной приемке.</p> <p>Качество поставляемых материалов удостоверяется сертификатами или паспортами заводов-поставщиков. Весь заказываемый металлопрокат должен поставляться по действующим ГОСТ или ТУ, иметь маркировку клеймением или быть снабжен бирками с указанием марки стали, номеров плавки, партии, размеров изделий. Применение проката, сварочных</p>				
Подпись и дата	Име. № дубл.	Взам. инв. №	Подпись и дата	Име. № подл.	<p>БР-150301-071106830- ПЗ</p>	Лист
						47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

Перв. примен.	<p>материалов и метизов, не имеющих сертификатов (паспортов) и маркировки, не допускается.</p> <p>Если в сертификатах отдельные данные отсутствуют, завод-изготовитель конструкций проводит необходимые лабораторные испытания в соответствии с требованиями, установленными стандартами. Материал может быть использован для изготовления мостовых конструкций, если результаты этих испытаний удовлетворяют требованиям ГОСТ, ТУ.</p> <p>Периодический контроль качества стального проката должен выполняться не менее одного раза в год. Испытания производят по каждой марке стали каждого завода-поставщика для проката толщиной 12; 14; 20; 30 (50) мм.</p> <p>Объем испытаний назначают в соответствии с указаниями действующей нормативно-технологической документации на прокат.</p> <p>По требованию заказчика или проектной организации качество металлопроката проверяют, проводя стандартные механические испытания для каждой партии проката.</p> <p>Контролируются следующие механические характеристики:</p> <p>а) временное сопротивление разрыву, предел текучести, относительное удлинение по ГОСТ 1497-84;</p> <p>б) величина угла изгиба в холодном состоянии по ГОСТ 14019-80 для конструкций обычного исполнения</p> <p>в) ударная вязкость в состоянии поставки по ГОСТ 9454-78 и после механического старения по ГОСТ 7268-82 при температурах, указанных в сертификатах;</p> <p>Химический анализ стали проводят по ГОСТ 22536.0-87... ГОСТ 22356.13-87; ГОСТ 20813-75; ГОСТ 20560-75; ГОСТ 12344-88...ГОСТ 12361-82.</p> <p>В процессе контроля технического состояния сварочного оборудования и оснастки проверяют наличие и исправность измерительных приборов (амперметров и вольтметров) на сварочных автоматах, выпрямителях и</p>				
	Справ. №				
Подпись и дата					
	Име. № дубл.				
Взам. инв. №					
Подпись и дата					
Име. № подл.					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	<p>БР-150301-071106830- ПЗ</p> <p>Лист 48</p>

Перв. примен.	<p>аппаратных шкафах; исправность ходовой части сварочных автоматов, балластных реостатов, сварочных кабелей; возможность обеспечения оборудованием заданных параметров режима сварки.</p> <p>Правильность показаний измерительных приборов, кроме предварительной проверки, оценивается не реже двух раз в месяц при помощи контрольных приборов.</p> <p>При проверке технического состояния дефектоскопической аппаратуры оценивается соответствие ее основных параметров требованиям нормативно-технологической документации на неразрушающий метод контроля.</p>					
	Справ. №	<p>1.13.2 Пооперационный контроль</p> <p>Выполнение каждой последующей операции при изготовлении стальных конструкций мостов разрешается только после осуществления контроля качества работ на предыдущей. Результаты пооперационного контроля и приемки фиксируются в сопроводительных документах (в актах-предъявках, маршрутных картах и т.п.).</p> <p>Пооперационный контроль проводится ежедневно в соответствии, с разработанными технологическими инструкциями (технологическими картами) контроля, определяющими этапы проведения контроля и лиц, осуществляющих контроль и приемку.</p> <p>При операционном контроле проверяют соблюдение технологии изготовления деталей и элементов, режимов резки и сварки, чистоту и точность обработки деталей, соблюдение проектных размеров, подготовку и соответствие применяемых сварочных материалов заданной технологии сварки.</p> <p>Контроль проводится инженерно-техническими работниками цехов и контролерами ОТК. Результаты заносят в журнал проверки утвержденной технологии и режимов сварки.</p>				
Подпись и дата		Име. № дубл.	Взам. инв. №	Подпись и дата	Име. № подл.	<p>БР-150301-071106830- ПЗ</p>
	Изм.					

Перв. примен.	<p>Элементов под сварку контролируют мастер или контролер ОТК до начала работ. Проверяют правильность фиксирования листов (элементов) в плане, профиле и по длине; соответствие (в пределах допусков) всех размеров и формы подготовленных кромок (величину зазора, притупления, прямолинейность и пр.); величину вертикального и горизонтального смещений стыкуемых кромок, правильность обработки и чистоту свариваемых кромок.</p>					
	Справ. №	<p>1.13.3 Приемочный контроль</p> <p>Сварные стыковые соединения подлежат приемке в деталях непосредственно после выполнения сварки (до сборки отправочных марок).</p> <p>Качество сварных угловых, тавровых, нахлесточных соединений проверяют в процессе приемочного контроля отправочных марок.</p> <p>Все швы сварных соединений подвергают всем видам контроля (см. таблицу 1.11)</p> <p>В ходе приемки сварных швов проводят визуально-измерительный контроль, ультразвуковой контроль и при необходимости уточнения данных ультразвукового контроля, рентгено и гаммаграфический контроль, а также металлографические исследования макрошлифов на торцах соединений.</p> <p>По требованию заказчика может выполняться дополнительный контроль иными неразрушающими методами (рентгено и гаммаграфический магнитопорошковый и др.) сверх установленных в (таблице 1.11) объемов.</p> <p>При визуально-измерительном контроле сварных швов проверяют соответствие их формы и размеров требованиям нормативно-технической документации. Его проводят мастера и контролеры ОТК цехов.</p> <p>Отклонения размеров сечения швов от проектных не должны превышать величин, указанных в ГОСТ 8713 и 11533 (автоматическая и полуавтоматическая сварка под флюсом), ГОСТ 14771 и 23518 (дуговая сварка в защитных газах), ГОСТ 5264 и 11534 (ручная дуговая сварка).</p>				
Подпись и дата		Име. № дубл.	Взам. име. №	Подпись и дата	Име. № подл.	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	БР-150301-071106830- ПЗ	Лист
						50

Перв. примен.

Справ. №

Размеры угловых швов любого очертания должны соответствовать величине катетов по чертежам с учетом максимально допустимого зазора между свариваемыми деталями по вышеперечисленным стандартам. Вогнутость углового шва не должна приводить к уменьшению значения расчетного катета, установленного в чертежах .

Швы сварных соединений должны удовлетворять следующим условиям:

а) иметь гладкую или равномерно чешуйчатую поверхность с плавным переходом к основному металлу;

Таблица 1.11 - Методы и объемы контроля сварных соединений

Методы контроля	Контролируемые швы сварных соединений	Объемы контроля
Визуально-Измерительный контроль	Швы стыковых, угловых, тавровых и нахлесточных соединений всех элементов	100% длины швов
Ультразвуковая дефектоскопия	Швы стыковых и тавровых соединений со сплошным проплавлением	100% длины швов
Просвечивание проникающим излучением	Швы стыковых соединений	Участки швов, результаты проверки которых ультразвуковой дефектоскопией требуют уточнения
Металлографические исследования макрошлифов	Стыковые швы соединений в растянутых или растянуто-сжатых поясах сплошностенчатых конструкций	Каждый третий стыковой шов по указанию контролирующей организации

б) в многопроходных швах облицовочные валики должны перекрывать друг друга на 1/3 ширины, а глубина межваликовых впадин не должна превышать 0,5 мм;

в) все кратеры должны быть заварены;

г) не должны иметь поверхностных дефектов;

Подпись и дата

Име. № дубл.

Взам. име. №

Подпись и дата

Име. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат
------	------	----------	---------	-----

БР-150301-071106830- ПЗ

Лист

51

Перв. примен.					
Справ. №					
Подпись и дата					
Ине. № дубл.					
Взам. ине. №					
Подпись и дата					
Ине. № подл.					
				БР-150301-071106830- ПЗ	
				52	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	Лист

д) механическая обработка шва и околошовной зоны должна соответствовать, чертежам и требованиям документации на неразрушающий контроль.

При несоблюдении хотя бы одного из перечисленных требований сварные швы подлежат ремонту до проведения ультразвукового контроля и повторному визуально-измерительному контролю.

Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.	Подпись и дата	Справ. №	Перв. примен.
<h2>2. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ</h2>						
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	БР-150301-071106830- ПЗ	
					Лист 53	

2.1 Выбор кантователя

Подбор кантователя осуществляют, исходя из грузоподъемности, допустимому моменту на оси вращения, мощности электродвигателя, привода.

Определим момент на оси вращения формуле:

$$M_o = Q \cdot L, \quad (2.1)$$

где M_o – момент относительно оси вращения, кгс·м;
 Q – вес сварного изделия, кгс·м;
 L – расстояние от центра тяжести изделия до оси вращения, м.

$$M_o = 1757 \cdot 0,737 = 1295 \text{ кгс·м}$$

Полученное значение моментов не должно превышать величины допустимых моментов, указанных в паспорте кантователя.

Следовательно, для кантования продольных стенок принимаем кантователь с грузоподъемностью 25 т и допустимым моментом на оси вращения – 1625 кгс·м.

Мощность электродвигателя привода определим по формуле:

$$N_{дв} = (0,7355 \cdot M_{кр} \cdot n) / 71620 \cdot \eta_{об}, \quad (2.2)$$

где n – частота вращения изделия;
 $\eta_{об}$ – КПД всех передаточных звеньев от электродвигателя к изделию $\eta = 0,6$;
 $M_{кр}$ – допустимый момент на оси вращения, кгс·м.

$$N_{дв} = (0,7355 \cdot 1625 \cdot 0,085) / 71620 \cdot 0,6 = 2,86 \text{ кВт} \approx 3 \text{ кВт}$$

2.2 Расчет и подбор привода кантователя

Устройство, состоящее из двигателя, передаточных механизмов и системы управления для приведения в движение машин и механизмов называется приводом (рисунок 2.1).

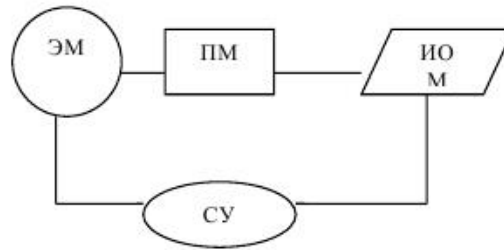


Рисунок 2.1 – Принципиальная схема механического привода

Электротехническая промышленность для общемашиностроительного применения выпускает электродвигатели с синхронной частотой вращения $n_c=3000$ об/мин, $n_c=1500$ об/мин, $n_c=1000$ об/мин и $n_c=750$ об/мин. Рабочие органы технологических машин функционируют при очень большом разнообразии угловых скоростей. Для решения этих противоречий применяют приводы. Ключевым звеном привода является передача.

Передачами в машинах называются устройства, служащие для передачи энергии механического движения на расстояние и преобразование его параметров. Общее назначение передач совмещается с выполнением частных функций, к числу которых относятся: распределение энергии, понижение или повышение скорости, преобразование видов движения, регулирование скорости, пуск, остановки и реверсирование.

Передачи используют как для понижения (редукции), так и для повышения угловой скорости двигателя до заданной угловой скорости звена (органа) машины. В зубчатых передачах первые, называются редукторами, а вторые – мультипликаторами /6, с. 20/.

По способу передачи движения от ведущего вала к ведомого различают передачи трением и зацеплением; непосредственного касания (фрикционные, зубчатые, червячные, глобоидные, гипоидные, волновые, винтовые). Выбор того или иного типа передачи обуславливается габаритами, массой и компоновочной схемой машины, режимом ее работы, частотой и направлением вращения ведущего и ведомого валов, пределами и условиями регулирования их скорости.

Правильный выбор типа привода, кинематической схемы, вида и материала трущихся пар – все это является чрезвычайно важным с точки зрения повышения КПД машины и механизма /6, с. 21/.

Исходные данные: мощность на рабочем валу машины $P=1,8$ кВт; частота вращения рабочего вала $n_p=0,07$ об/мин; синхронная частота вращения вала электродвигателя $n_{c_{эд}}=1000$ об/мин.

1. Определим предварительное значение КПД привода:

$$\eta_{об} = \eta_{12} \cdot \eta_{23} \cdot \eta_{34} \cdot \eta_M \cdot \eta_n^4, \quad (2.3)$$

где $\eta_{об}$ – значение общего КПД привода;
 η_{12} , η_{23} , η_{34} , η_m , η_n – значения КПД отдельных звеньев соответственно червячной $\eta_{12}=0,7$, зубчатой $\eta_{23}=0,94$ и $\eta_{34}=0,96$, муфты $\eta_m=0,98$ и одной пары подшипников $\eta_n=0,99$ (в нашем случае – четыре пары).
 Значения η отдельных звеньев приведены /6, с. 23/.

$$\eta_{об} = 0,7 \cdot 0,94 \cdot 0,96 \cdot 0,98 \cdot 0,99^4 = 0,6$$

2. Определим требуемую мощность на вращаемом валу привода:

$$P_{эд} = \frac{P}{\eta_{об}}, \quad (2.4)$$

где $P_{эд}$ – мощность электродвигателя, кВт;
 $\eta_{об}$ – значение общего КПД привода.

$$P_{эд} = \frac{1,8}{0,6} = 3 \text{ кВт}$$

В общем машиностроении применяют асинхронные электродвигатели трехфазного тока с короткозамкнутым ротором, которые непосредственно включаются в сеть. Их преимущества: простота конструкции, сравнительно низкая стоимость, простота обслуживания и надежность.

Тяговая характеристика трехфазного асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором приведена на рисунке 2.2.

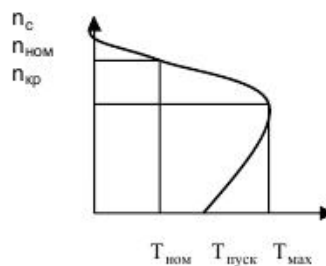


Рисунок 2.2 – Тяговая характеристика асинхронного электродвигателя

При заданном режиме нагрузки механизма не учитываем $T_{пуск}/T_{ном}$ и принимаем по /6, с. 535/, исходя из заданной синхронной частоты вращения $n_{сэд}=1000$ об/мин, электродвигатель новой единой серии RA типа RA132S6 с номинальной мощностью $P_{эд} = 3$ кВт, асинхронной частотой вращения вала $n_{ном}=960$ об/мин, КПД электродвигателя 83%.

3. Определим общее передаточное число и разобьем его по ступеням:

Перв. примен.

Справ. №

$$u_{об} = \frac{n_{ном}}{n_p}, \tag{2.5}$$

где $u_{об}$ – общее передаточное число привода;
 $n_{ном}$ – асинхронная частота вращения вала, об/мин;
 n_p – частота вращения рабочего вала, об/мин.

$$u_{об} = \frac{960}{0,085} = 13714$$

Так как $u_{об} = u_{12} \cdot u_{23} \cdot u_{34}$, редуктор должен иметь стандартное передаточное значение (ГОСТ 2144-76), а привод в целом – компактные габаритные размеры, принимаем /6, с. 190/ червячный редуктор с передаточным числом $u_{12}=35,5$, тогда $u_{23}=25$, $u_{34} = u_{об}/(u_{12} \cdot u_{23})=16$.

4. Определим частоты вращения (угловые скорости) валов привода:

$$n_1 = n_{ном} = 960 \text{ об/мин,}$$

$$\omega_1 = \frac{\pi n_1}{30}, \tag{2.6}$$

где ω_1 - угловая скорость на первом валу привода, c^{-1} ;
 n_1 – частота вращения первого вала привода, об/мин;
 π - 3,14.

$$\omega_1 = \frac{3,14 \cdot 960}{30} = 100,5 \text{ c}^{-1},$$

$$n_2 = \frac{n_1}{n_{12}} = \frac{960}{35,5} = 27 \text{ об/мин,}$$

$$\omega_2 = \frac{\pi n_2}{30} = \frac{3,14 \cdot 27}{30} = 3 \text{ c}^{-1},$$

где ω_2 - угловая скорость на втором валу привода, c^{-1} ;
 n_2 – частота вращения второго вала привода, об/мин;
 π - 3,14.

$$n_3 = \frac{n_2}{n_{23}} = \frac{27}{25} = 1,08 \text{ об/мин,}$$

$$\omega_3 = \frac{\pi n_3}{30} = \frac{3,14 \cdot 1,08}{30} = 0,11 \text{ c}^{-1},$$

Подпись и дата

Име. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Име. № подл.

Перв. примен.

где ω_3 - угловая скорость на третьем валу привода, c^{-1} ;
 n_3 – частота вращения третьего вала привода, об/мин;
 π - 3,14.

$$n_4 = \frac{n_3}{n_{3,4}} = \frac{1,08}{16} = 0,06 \text{ об / мин},$$

$$\omega_4 = \frac{\pi n_4}{30} = \frac{3,14 \cdot 0,06}{30} = 0,007 \text{ c}^{-1}.$$

Справ. №

где ω_4 - угловая скорость на четвертом валу привода, c^{-1} ;
 n_4 – частота вращения четвертого вала привода, об/мин;
 π - 3,14.

5. Определим моменты вращения на валах привода:

$$T_r = \frac{P}{\omega_r}, \quad (2.7)$$

где T_i – вращающий момент на i -ом валу привода, Н·м;
 P – мощность на валах привода, кВт;
 ω_i - угловая скорость на i -ом валу привода, c^{-1} .

Подпись и дата

$$T_1 = \frac{P_1}{\omega_1} = \frac{3 \cdot 10^3}{100,5} = 29,85 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

$$P_2 = P_1 \cdot \eta_m \cdot \eta_{12} \cdot \eta_n^2 = 3 \cdot 0,98 \cdot 0,7 \cdot 0,99^2 = 2,01 \text{ кВт}$$

Ине. № дубл.

$$T_2 = \frac{P_2}{\omega_2} = \frac{2,01 \cdot 10^3}{3} = 670 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

$$P_3 = P_2 \cdot \eta_m \cdot \eta_{23} \cdot \eta_n^2 = 2,01 \cdot 0,98 \cdot 0,7 \cdot 0,99^2 = 1,35 \text{ кВт},$$

Взам. инв. №

$$T_3 = \frac{P_3}{\omega_3} = \frac{1,35 \cdot 10^3}{0,11} = 12272 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

Подпись и дата

$$T_4 = \frac{P_4}{\omega_4} = \frac{3 \cdot 10^3}{0,007} = 428,5 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Таким образом, вращающий момент на быстроходной ступени (колесе)
 $T_1=29,85$ Н·м; вращающий момент на промежуточной ступени (колесе)

Ине. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат

БР-150301-071106830- ПЗ

Лист

58

$T_1=670$ Н·м; вращающий момент на тихоходной ступени (колесе) $T_1=1625$ Н·м.

6. Подбор редукторов

Редуктор служит для уменьшения частоты вращения и соответствующего увеличения вращающего момента.

Редуктор общемашиностроительного применения – редуктор, выполненный в виде самостоятельного агрегата, предназначенный для привода различных машин и механизмов и удовлетворяющий комплексу технических требований, общему для большинства случаев применения без учета каких-либо специфических требований, характерных для отдельных областей применения /6, с. 33/.

Важнейший характеристический размер, в основном определяющий нагрузочную способность, габариты и массу редуктора называют главным параметром редуктора. Главный параметр цилиндрических, червячных и глобоидных редукторов – межосевое расстояние a_w тихоходной ступени.

Выбор типа редуктора будем производить исходя из полученных значений межосевого расстояния.

В нашем случае принимаем одноступенчатый цилиндрический зубчатый редуктор (рисунок 2.4) с передаточным числом $u_{34}=16$, двухступенчатый зубчатый редуктор с передаточным числом $u_{23}=25$ (рисунок 2.3) и червячный редуктор с передаточным числом $u_{12}=35,5$ (рисунок 2.5). Червячные редукторы применяют для передачи момента между перекрещивающимися валами. Благодаря высоким виброакустическим свойствам и возможности получить в одной ступени большие передаточные отношения ($u=10...80$), их широко используют.

В настоящее время серийно выпускают одноступенчатые червячные редукторы типа Ч с универсальным корпусом, позволяющим выполнять различные варианты расположения и сборки червячной пары.

6.1 Выберем редуктор на тихоходной ступени с номинальным моментом вращения $T_{ном}=1625$ Н·м и передаточным числом $u=25$

Определим межосевое расстояние a_w из условия сопротивления контактной выносливости рабочих поверхностей зубьев по формуле:

$$a_w \geq K_a (u \pm 1) \sqrt[3]{\frac{10^3 \cdot T_2 \cdot K_{H\beta}}{u^2 \cdot \psi_{sa} \cdot \sigma_{HP}^2}}, \quad (2.8)$$

где a_w – межосевое расстояние, мм;

K_a – вспомогательный коэффициент (для прямозубых передач $K_a=49,5$);

T_2 – номинальный вращающий момент на колесе, Н·м;

$K_{H\beta}$ - коэффициент, учитывающий неравномерность распределения нагрузки по длине контактной линии, принимают в зависимости от твердости

Перв. примен.

Справ. №

Подпись и дата

Име. № дубл.

Взам. име. №

Подпись и дата

Име. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат
------	------	----------	---------	-----

БР-150301-071106830- ПЗ

Лист
59

рабочей поверхности зубьев, расположения опор и коэффициента ψ_{ad} , принимаем по /6, с. 136/ $\psi_{ad}=1,6$, $K_{HP}=2,4$;

ψ_{sa} - коэффициент назначаем по /6, с. 139/ в зависимости от твердости рабочих поверхностей и расположения колес относительно опор $\psi_{sa}=0,4$;

σ_{HP} - допускаемое контактное напряжение, МПа;

знак «+» ставиться при расчете внешнего, «-» - внутреннего зацеплений;

10^3 - численный коэффициент согласования размерности.

Допускаемое контактное напряжение, не вызывающее опасной контактной усталости материала:

$$\sigma_{HP} = \frac{\sigma_{Hlim} \cdot Z_N}{S_{Hmin}}, \quad (2.9)$$

где σ_{Hlim} - предел контактной выносливости активных поверхностей зубьев, соответствующий базовому числу циклов N_{Hlim} перемены напряжений; значения σ_{Hlim} и N_{Hlim} определяют в зависимости от средней твердости активных поверхностей зубьев, принимаем по /6, с. 404/ $\sigma_{Hlim}=590$ МПа;

S_{Hmin} - минимальный коэффициент запаса прочности (для зубчатых колес с однородной структурой материала $S_{Hmin} = 1,1$);

Z_N - коэффициент долговечности, учитывающий влияние срока службы и режима нагрузки передачи; при длительно работающей передаче, т. е. не менее 36000 ч, принимают $Z_N=1$.

$$\sigma_{HP} = \frac{590 \cdot 1}{1,1} = 492 \text{ МПа},$$

$$a_w \geq 49,5(25+1) \sqrt{\frac{10^3 \cdot 1625 \cdot 2,4}{25^2 \cdot 0,4 \cdot 492^2}} = 400 \text{ мм}$$

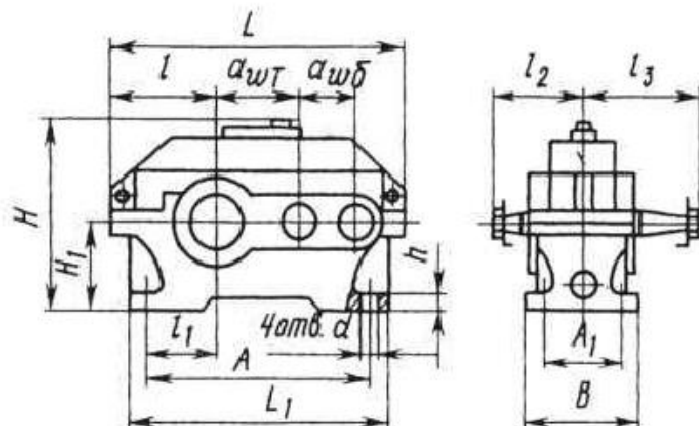


Рисунок 2.3 – Схема сборки цилиндрического двухступенчатого редуктора (ГОСТ 20373-94)

Принимаем на тихоходной ступени двухступенчатый цилиндрический редуктор типа Ц2У-400 по /6, с. 36/.

6.2 Выберем редуктор на быстроходной ступени с номинальным моментом $T_{ном}=29,85$ Н·м, передаточным числом $u=16$

Определим межосевое расстояние a_w из условия сопротивления контактной выносливости рабочих поверхностей зубьев по формуле:

$$a_w \geq K_a(u \pm 1)^3 \sqrt{\frac{10^3 \cdot T_2 \cdot K_{H\beta}}{u^2 \cdot \psi_{sa} \cdot \sigma_{HP}^2}}$$

$$a_w \geq 49,5(16+1)^3 \sqrt{\frac{10^3 \cdot 29,85 \cdot 2,4}{16^2 \cdot 0,4 \cdot 492^2}} = 213 \text{ мм}$$

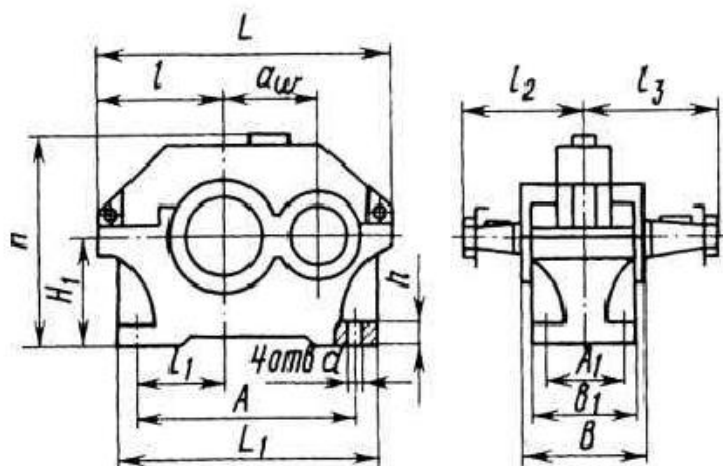


Рисунок 2.4 – Схема сборки цилиндрического одноступенчатого редуктора (ГОСТ 20373-94)

Принимаем на быстроходной ступени одноступенчатый цилиндрический редуктор типа ЦУ-250 по /6, с. 36/.

6.3 Выберем червячный редуктор на промежуточной ступени привода с номинальным моментом $T_{ном}=670$ Н·м, передаточным числом $u=35,5$

Определим межосевое расстояние a_w из условия сопротивления контактной выносливости рабочих поверхностей зубьев по формуле:

Перв. примен.
Справ. №
Подпись и дата
Име. № дубл.
Взам. инв. №
Подпись и дата
Име. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат
------	------	----------	---------	-----

Перв. примен.

Справ. №

$$a_w \geq K_a (u \pm 1) \sqrt[3]{\frac{10^3 \cdot T_2 \cdot K_{H\beta}}{u^2 \cdot \psi_{sa} \cdot \sigma_{HP}^2}}$$

$$a_w \geq 49,5 (35,5 + 1) \sqrt[3]{\frac{10^3 \cdot 670 \cdot 2,4}{35,5^2 \cdot 0,4 \cdot 492^2}} = 180 \text{ мм}$$

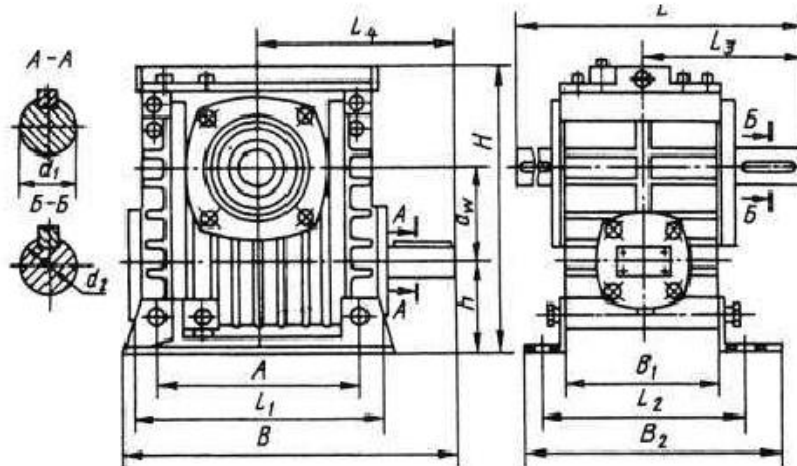


Рисунок 2.5 – Схема сборки червячного одноступенчатого универсального редуктора (ГОСТ 20373-94)

Принимаем червячный редуктор типа РЧН-180 с номинальным моментом $T_{ном} = 670 \text{ Н·м}$ и передаточным числом $u=35,5$.

2.3 Подбор и проверочный расчет призматических шпонок

Для закрепления на валах деталей, передающих момента вращения, с детали на вал и наоборот применяют конструктивные решения в виде шпоночных, штифтовых, профильных и с гарантированным натягом.

Из перечисленных разновидностей наиболее простыми являются соединения призматическими шпонками (рисунок 2.6). Они имеют прямоугольное сечение и изготавливаются из цельнотянутой стали.

Необходимость индивидуальной подгонки каждой шпонки по пазу вала затрудняет обеспечение условия взаимозаменяемости, что объясняет применение призматических шпонок в индивидуальном и мелкосерийном производстве и делает неэкономичным их применение в крупносерийном и массовом производстве.

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат

БР-150301-071106830- ПЗ

Лист

62

Основным критерием работоспособности шпоночного соединения является сопротивление смятию боковых поверхностей.

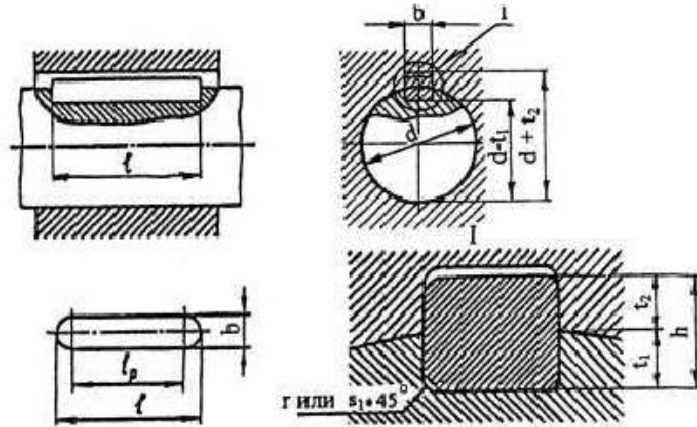


Рисунок 2.6 – Схема призматических шпонок (ГОСТ 23360-78)

Проверим выбранную шпонку на смятие:

$$\sigma_{см} = \frac{2T \cdot 10^3}{d(h-t_1)l_p} \leq [\sigma_{см}], \quad (2.10)$$

где T – передаваемый момент, Н·м;
 d – диаметр вала, мм;
 l_p – расчетная длина шпонки, мм; при скругленных концах шпонки $l_p = l - b = 200 - 40 = 160$ мм;
 $[\sigma_{см}]$ – допускаемое напряжение смятия, принимаемое при стальной ступице 100...120 МПа /6, с. 252/.

$$\sigma_{см} = \frac{2 \cdot 1625 \cdot 10^3}{160(36-13)160} = 5,5 \text{ МПа} \leq [\sigma_{см}]$$

2.4 Определение усилия на прижимные винты кондуктора для сборки продольных стенок

Определим усилия на прижимные винты по формуле:

$$P = \frac{Q \cdot \mu \cdot k}{4}, \quad (2.11)$$

где Q – вес изделия, Н; $Q = 1757 \cdot 9,8 = 17218,6$ Н;

Перв. примен.

Справ. №

Подпись и дата

Име. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Име. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат
------	------	----------	---------	-----

БР-150301-071106830- ПЗ

Лист
63

μ – коэффициент трения скольжения стали по стали, $\mu=0,2$;
 k – коэффициент запаса, $k=1,5$;
 P – усилие, Н.

$$P = \frac{17218,6 \cdot 0,2 \cdot 1,5}{4} = 5165 \text{ Н}$$

2.5 Определение усилия для устранения прогиба продольной стенки

При правке листовых элементов допуск волнистости на 1 метр составляет $f=2$ мм. Очевидно, что для обеспечения плотности прилегания продольной стенки к раме, необходимое усилие для устранения прогиба равно усилию, вызывающему данный прогиб. Принимаем схему расчета в соответствии с /7/. Считаем часть пояса балкой, длиной 1 метр, шарнирно опертую по краям. Усилие, вызывающее максимальный прогиб приложено к середине пролета (рисунок 2.7).

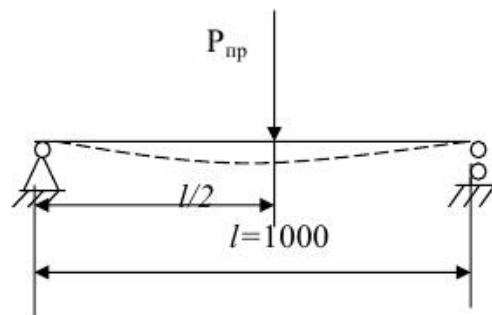


Рисунок 2.7 - Схема нагружения

В соответствии с /7/ максимальный прогиб:

$$f_{\max} = \frac{P_{\text{пр}} \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot J_x}, \quad (2.12)$$

где f_{\max} – максимальный прогиб, м;
 $P_{\text{пр}}$ – сила, вызывающая максимальный прогиб, Н;
 l – длина балки, м;
 E – модуль упругости для стали $E=2,1 \cdot 10^{11}$ Па;
 J_x – момент инерции, м⁴.

Сечение стенки – прямоугольник:

$$J_x = \frac{b \cdot \delta^3}{12}, \quad (2.13)$$

где δ - толщина стенки, м;
 b - ширина стенки, м.

Наибольшее усилие для получения прогиба f_{max} при наибольших значениях δ и b .

$$J_x = \frac{1,413 \cdot 0,008^3}{12} = 0,1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^4$$

$$P_{np} = \frac{f_{max} \cdot 48E \cdot J_x}{l^3}, \quad (2.14)$$

$$P_{np} = \frac{2 \cdot 10^{-3} \cdot 48 \cdot 2,1 \cdot 10^{11} \cdot 0,1 \cdot 10^{-6}}{1^3} = 20,2 \text{ кН}$$

2.6 Расчет на вибрационную прочность рамы привода кантователя

Привод кантователя состоит из рамы в виде швеллеров, на которые установлены электродвигатель и три редуктора (рисунок 2.8). Каждый из компонентов имеет свою массу.

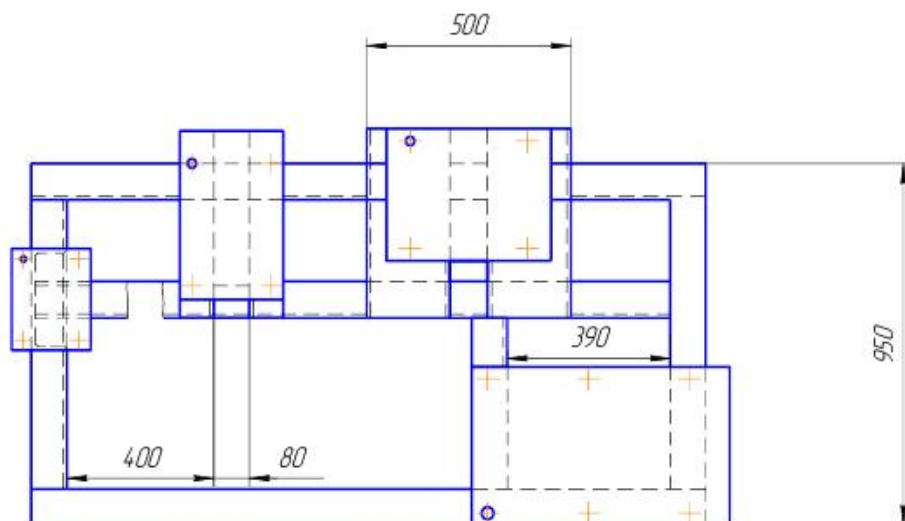


Рисунок 2.8 – Рама привода кантователя

При работе происходит вибрация, которая воспринимается рамой привода. Для расчета рамы на вибрационную прочность необходимо составить расчетную схему (рисунок 2.9).

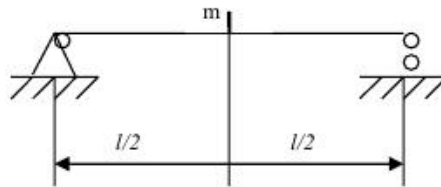


Рисунок 2.9 – Расчетная схема рамы привода кантователя

Наиболее нагруженным является средний швеллер (рисунок 2.8), так как он воспринимает нагрузку от электродвигателя и двух редукторов.

Длина $l=1700$ мм

$$m=m_1+m_2/2+m_3/2, \quad (2.15)$$

где m_1 - масса электродвигателя, 41 кг;
 m_2 - масса редуктора ЦУ-250, 175 кг;
 m_3 - масса редуктора РЧН-180, 170 кг.

$$m=41+87,5+85=213,5 \text{ кг}$$

Для определения прочности, необходимо рассчитать момент, возникающий в сечении швеллера $/9/$. Этот момент определяется из дифференциального уравнения вынужденных изгибных колебаний, которое имеет следующий вид:

$$y'' - \frac{m\omega^2}{EJ} \cdot y = \frac{g(x)}{EJ}, \quad (2.16)$$

где y – прогиб, мм;
 ω - частота собственных колебаний конструкции, Гц;
 E – модуль упругости, МПа;
 J – момент инерции поперечного сечения швеллера, см⁴;
 $g(x)$ – функция нагрузки.

Общий вид решения данного уравнения:

$$Y=C_1S(\alpha x)+C_2T(\alpha x)+C_3U(\alpha x)+C_4V(\alpha x), \quad (2.17)$$

где C_i – постоянные, определяемые из граничных условий;
 S, T, U, V – функции Крылова.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат
------	------	----------	---------	-----

Перв. примен.

Решив дифференциальное уравнение (2.16) при помощи (2.17) для двухопорной балки, нагруженной посередине силой, получим уравнение для определения момента:

$$M = \frac{P}{4\alpha} \left(\operatorname{tg} \frac{\alpha \cdot l}{2} + \operatorname{th} \frac{\alpha \cdot l}{2} \right), \quad (2.18)$$

где P – сила, $P=m \cdot g$, Н;
 g – ускорение свободного падения, $g=9,81$ м/с²;

$$\alpha = \frac{1}{l^2} \cdot \sqrt{\frac{3EJL}{m}}, \quad (2.19)$$

$$P=213,5 \cdot 9,81=2094 \text{ Н}$$

Для изготовления рамы используем швеллеры №24;
 Модуль упругости $E=2 \cdot 10^5$ МПа;
 Момент инерции $J=2910$ см⁴;
 Момент сопротивления $W=243$ см³;

$$\alpha = \frac{1}{1,7^2} \cdot \sqrt{\frac{3 \cdot 2 \cdot 10^{11} \cdot 2910 \cdot 10^{-8} \cdot 1,7}{213,5}} = 87,9$$

$$M = \frac{2094}{4 \cdot 87,9} (\operatorname{tg} 74,7 + \operatorname{th} 74,7) = 387 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Определим напряжение от изгибающего момента:

$$\sigma_{\text{и}} = \frac{M}{W},$$

$$\sigma_{\text{и}} = \frac{387}{243 \cdot 10^{-6}} = 1,6 \text{ МПа}$$

Так как в данном случае нагрузка является динамической, определим динамическое напряжение, введя коэффициент динамичности:

$$\sigma_{\text{д}} = \sigma_{\text{и}} \cdot K_{\text{д}}, \quad (2.20)$$

где $\sigma_{\text{д}}$ – динамическое напряжение, МПа;
 $K_{\text{д}}$ – коэффициент динамичности.

Подпись и дата

Име. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Име. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат

БР-150301-071106830- ПЗ

Лист

67

Перв. примен.

$$K_d = \frac{[\sigma]}{\sigma_{ст}}, \quad (2.21)$$

где $[\sigma]$ – допускаемое напряжение балки, Ст3, МПа;
 $\sigma_{ст}$ – статическое напряжение от силы Р, МПа.

$$[\sigma] = \frac{\sigma_T}{K_z}, \quad (2.22)$$

где σ_T – предел текучести, $\sigma_T = 240$ МПа;
 K_z – коэффициент запаса (1,4÷1,6).

$$[\sigma] = \frac{240}{1,5} = 160 \text{ МПа}$$

Определим статическое напряжение от силы Р (рисунок 2.10):

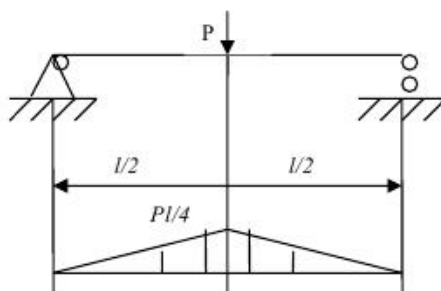


Рисунок 2.10 – Схема статического напряжения от силы Р

Статический момент:

$$M_{cm} = \frac{Pl}{4},$$

$$M_{cm} = \frac{2094 \cdot 1,7}{4} = 1244 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

$$\sigma_{cm} = \frac{M_{cm}}{W_x},$$

$$\sigma_{cm} = \frac{1244}{243 \cdot 10^{-6}} = 5,1 \cdot 10^{-6} \text{ Па} = 5,1 \text{ МПа}$$

Подпись и дата

Име. № дубл.

Взам. име. №

Подпись и дата

Име. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат

БР-150301-071106830- ПЗ

Лист

68

Динамический коэффициент:

$$K_d = \frac{160}{5,1} = 31,4$$

$$\sigma_d = 1,6 \cdot 31,4 = 50,2 \text{ МПа}$$

Динамическое напряжение в раме привода ниже допускаемого, следовательно, условие прочности выполняется.

Перв. примен.

Справ. №

Подпись и дата

Име. № дубл.

Взам. име. №

Подпись и дата

Име. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат

БР-150301-071106830- ПЗ

Лист
69

Перв. примен.				
Справ. №				
Подпись и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подпись и дата	Ине. № подл.
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат

3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

БР-150301-071106830- ПЗ

Перв. примен.	<p>В данной работе разработана технология сборки – сварки балки поворота миксера. Базовый вариант, используемый на предприятии для изготовления пробного образца изделия, включает два вида сварки и характеризуется отсутствием приспособлений вообще. Поэтому в данном проекте произведен расчет для одного типа технологии, при программе выпуска 10 шт/год. Эта технология и будет являться базовой.</p>								
	Справ. №	<p>3.1 Расчет нормы времени</p> <p>При мелкосерийном производстве рассчитываем штучно-калькуляционное время $t_{шт-к}$:</p> $t_{шт-к} = t_{шт} + \frac{t_{пз}}{n} \tag{3.1}$ $t_{шт} = t_o + t_{ин} + t_{обс} + t_{омд} \tag{3.2}$ <p>где $t_{шт}$ – штучное время, н/ч; $t_{пз}$ – подготовительно-заключительное время на партию изделий в серийном производстве, включает в себя время на получение производственного задания, наряда, технической документации, указаний и инструктажа, ознакомление с ними, получение инструментов и приспособлений, наладка оборудования, установка и наладка приспособлений и инструментов, их снятие, сдача выполненной работы, приспособлений, инструментов, технической документации и наряда, н/ч; t_o – основное время сварки изделия (образование сварного шва), н/ч;</p>							
Подпись и дата		Име. № дубл.	Взам. име. №	Подпись и дата	Име. № подл.				
	<p style="font-size: 1.2em;">БР-150301-071106830- ПЗ</p>								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">Изм.</td> <td style="width: 15%;">Лист</td> <td style="width: 15%;">№ докум.</td> <td style="width: 15%;">Подпись</td> <td style="width: 15%;">Дат</td> </tr> </table>				Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	<p>Лист 71</p>
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат					

Перв. примен.				
Справ. №				
Подпись и дата				
Име. № дубл.				
Взам. инв. №				
Подпись и дата				
Име. № подл.				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат

$t_{вн}$ – вспомогательное неперекрываемое время, затрачиваемое на действия рабочего, необходимые для выполнения основной работы: время на установку, кантование в процессе обработки, снятие изделия, клеймение шва, перемещение сварщика с автоматом и инструментом от шва к шву, зачистка свариваемых кромок от окалины, шлака, ржавчины и т.д., н/ч;

$t_{обс}$ – время затрачиваемое рабочим на уход за рабочим местом (механизмом, инструментам), на регулирование и поддержание заданного режима (подналадка оборудования), включение и выключение оборудования и механизмов, н/ч;

$t_{отд}$ – время на отдых и личные надобности рабочего, н/ч;

$$t_o = \frac{l_{ш}}{v_{св}} \tag{3.3}$$

где $l_{ш}$ – длина сварных швов, м;

$v_{св}$ – скорость сварки, м/ч.

Длина сварных швов составляет; для автоматической сварки 47 погонных метров; для механизированной сварки – 15 погонных метров тогда:

$$t_o = \frac{57}{27,7} = 2н / ч.$$

$$t_o = \frac{110}{12} = 9,2н / ч.$$

Суммарное операционное время равно 11,2 н/ч

Принимаем $t_{вн}$ равное 150 н/ч.

$T_{обс}$ рассчитываем в процентах от оперативного времени ($t_o+t_{вн}$).

Перв. примен.

$T_{\text{обс}}$ составляет 10% от $(t_o+t_{\text{вн}})$;

$$t_{\text{обс}}=0,1 \cdot (150+9,2)=15,9 \text{ н/ч.}$$

$T_{\text{отд}}$ составляет 7% от $(t_o+t_{\text{вн}})$;

$$t_{\text{отд}}=0,07 \cdot (150+9,2)=11,1 \text{ н/ч.}$$

$$T_{\text{шт}}=9,2+150+15,9+11,1=186,2 \text{ н/ч.}$$

Справ. №

3.2 Расчет действительного фонда времени работы оборудования и рабочих

Расчет действительного фонда времени работы оборудования производится по формуле [15]

$$F_{\text{д}}^0 = F_{\text{НОМ}}^0 \cdot k_{\text{ПТР}} \quad (3.4)$$

где $F_{\text{д}}^0$ - действительный фонд времени работы оборудования, ч/год.

$F_{\text{НОМ}}^0$ - номинальный годовой фонд времени работы оборудования, ч/год.

k – коэффициент учитывающий время по плану на капитальный и средний ремонт, текущее планово-предупредительное обслуживание,

$$k = 0,97;$$

Номинальный годовой фонд работы оборудования определяется по формуле:

$$F_{\text{НОМ}}^0 = \frac{D_2 \cdot Ч_n}{D_n}, \quad (3.5)$$

где D_2 – число дней работы в году, $D_2 = 252$ дня;

$Ч_n$ – число часов работы в неделю, $Ч_n = 40$ ч;

D_n – число дней работы в неделю, $D_n = 5$ дней;

Подпись и дата

Име. № дубл.

Взам. име. №

Подпись и дата

Име. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат
------	------	----------	---------	-----

БР-150301-071106830- ПЗ

Лист

73

Перв. примен.

Справ. №

$$F_{НОМ}^0 = \frac{252 \cdot 40}{5} = 2016$$

$$F_{\phi} = 2016 \cdot 0,97 = 1955$$

Действительный фонд времени рабочего рассчитывается по формуле:

[15]

$$F_{\phi}^p = F_{НОМ}^p \cdot k_0, \tag{3.6}$$

где F_{ϕ}^p - действительный фонд времени рабочего, ч/год;

$F_{НОМ}^p$ - номинальный фонд времени рабочего, ч/год;

k_0 – коэффициент, учитывающий время по плану на отпуска, болезни, выполнение общественных и государственных обязанностей, $k = 0,88$ [7]

$$F_{НОМ}^p = \frac{D_2 \cdot Ч_н}{D_н}, \tag{3.7}$$

где $Ч_н$ – число часов работы в неделю рабочего, $Ч_н = 40$ ч.

$$F_{НОМ}^p = \frac{252 \cdot 40}{5} = 2016 \text{ ч.}$$

$$F_{\phi}^p = 2016 \cdot 0,88 = 1818 \text{ ч.}$$

3.3 Расчет потребности в оборудовании и количестве рабочих

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

Подпись и дата

Име. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Име. № подл.

$$C_p = \frac{t_{шт-к} \cdot N}{F_d^o \cdot k_b \cdot k_{пр}} \quad (3.8)$$

где $t_{шт-к}$ – штучно-калькуляционное время для изготовления одного изделия на данном типе оборудования, н/ч;

N – годовая программа выпуска изделий, шт;

F_d^o – действительный годовой фонд времени работы оборудования, ч/год;

k_b – 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: для массового $k_{пр}=0,7-0,75$.

$$C_p = \frac{186,2 \cdot 10}{1955 \cdot 1,2 \cdot 0,7} = 0,95 \text{ед.}$$

Так как при производстве используется два типа сварки, поэтому принятое количество сварочного оборудования $C_{пр,с} = 2 \text{шт.} : 1$ комплект для механизированной сварки и один для автоматической сварки.

Расчетное количество основных рабочих P_p^o определяем по формуле:

$$P_p^o = \frac{t_{шт-к} \cdot N}{F_d^p \cdot k_b} \quad (3.9)$$

где F_d^p – действительный фонд времени работы одного рабочего в год, ч/год;

k_b – коэффициент выполнения норм выработки рабочим.

Перв. примен.					
Справ. №					
Подпись и дата					
Име. № дубл.					
Взам. име. №					
Подпись и дата					
Име. № подл.					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	Лист
					75

$$P_p^o = \frac{186,2 \cdot 10}{1818 \cdot 1,2} = 0,85 \text{ чел.}$$

Принятое количество основных рабочих $P_{пр}^o$ определяем по принятому числу единиц оборудования с учетом режима работы предприятия. Принимаем $P_{пр}^o = 2$ рабочих.

3.4 Расчет капитальных вложений

Общие капитальные вложения:

В сварочном производстве обычно ограничиваются расчетом капитальных вложений в оборудование $K_{об}$ и в приспособления $K_{пр}$.

$$K_{общ} = K_{об} + K_{пр} \quad (3.10)$$

Капитальные вложения в оборудование:

Стоимость сварочного полуавтомата с источником питания (ПДГО-510 и ВДУ506С составит 298500 рублей.

Принимаем стоимость сварочной головки с источником питания (АБС+ ВДУ-1250) 450000 рублей.

$$K_{об} = 298500 + 450000 = 748500 \text{ руб.}$$

Капитальные вложения в приспособления:

Стоимость кантователя – 100000 рублей

Стоимость портала – 150000 рублей

Стоимость сварочного стола – 50000 рублей

$$K_{пр} = 200000 \text{ руб.}$$

$$K_{общ} = 748500 + 200000 = 948500 \text{ руб.}$$

Перв. примен.				
Справ. №				
Подпись и дата				
Име. № дубл.				
Взам. име. №				
Подпись и дата				
Име. № подл.				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат
БР-150301-071106830- ПЗ				Лист
				76

Перв. примен.	<h3>3.5 Расчет текущих затрат</h3> <p>Технологическая себестоимость C_T сварочных работ на одно изделие включает затраты на сварочные материалы C_M, на технологическую электроэнергию $C_Э$, заработную плату $C_З$, расходы на эксплуатацию и содержание оборудования $C_{об}$:</p> $C_T = C_M + C_Э + C_З + C_{об} \quad (3.11)$ <p>Затраты на сварочные материалы.</p> $C_M = C_{эл} + C_{ф}. \quad (3.12)$ <p>где $C_Э$- стоимость электродов (затраты на электроды или сварочную проволоку); C_T- стоимость защитного газа; $C_{ф}$- стоимость флюса.</p> <p>Стоимость проволоки $C_{эл}$ рубль/м шва определяют исходя из норм расхода и цены за единицу веса. Норму расхода устанавливают от массы наплавленного металла:</p> $C_{эл} = Q_n \cdot \beta \cdot Ц_{эл} \quad (3.13)$ <p>где Q_n- масса наплавленного металла кг/м шва; β- расход электродов или сварочной проволоки на 1кг наплавленного металла, кг /28/ $Ц_{эл}$- цена 1кг электродов или сварочной проволоки, руб.</p> <p>В таблице 3.1 представлены цены для сварочных материалов, флюса, CO_2 и т.д.</p> <p>Таблица 3.1 – Цены на сварочные материалы.</p>					
	Справ. №					
Подпись и дата						
	Име. № дубл.					
Взам. инв. №						
	Подпись и дата					
Име. № подл.						
	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	БР-150301-071106830- ПЗ

Перв. примен.

Справ. №

Подпись и дата

Име. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Име. № подл.

Наименование	Единица	Цена , руб
Сварочная проволока Св ПП-АН1Ø 2	1 кг	70
Сварочная проволока Св 08 ГА Ø 5	1 кг	45
Флюс АН 348А	1 кг	35

Сварка поясных швов, вертикальных и горизонтальных ребер жесткости.

Сварка поясных швов :

Проволока Ø 5 Св 08ГА, $\beta= 1,02$;

$$Q_n = 32 \cdot 7,8 \cdot 10^{-3} \cdot 168 = 52 \text{ кг.}$$

$$C_{эл} = 52 \cdot 1,02 \cdot 45 = 2386,8 \text{ р.}$$

Сварка вертикальных ребер жесткости и опорных плит:

Проволока Ø 2 Св ПП-АН1, $\beta= 1,1$;

$$Q_n = 18 \cdot 7,8 \cdot 10^{-3} \cdot 341 = 48 \text{ кг.}$$

$$C_{эл} = 48 \cdot 1,1 \cdot 70 = 3696 \text{ руб.}$$

Общие затраты на сварочную проволоку: $C_{эл} = 6082,8$ рублей

Стоимость флюса C_ϕ , руб, определяем:

$$C_\phi = Q_n \cdot P_\phi \cdot Ц_\phi \tag{3.14}$$

где P_ϕ - расход флюса га 1кг плавленого металла, м;

$Ц_\phi$ - цена 1кг флюса,руб.

Сварка поясных швов и сварка стыковых швов стенок и поясов:

$$C_\phi = 52 \cdot 1,1 \cdot 35 = 2002 \text{ руб.}$$

Итого получаем:

$$C_m = 6082,8 + 2002 = 8084,8 \text{ рублей}$$

Затраты на технологическую электроэнергию C_3 в рублях определим по формуле:

Определяем по формуле:

$$C_{эл} = Q_n \cdot g_3 \cdot Ц_{эл} \quad (3.15)$$

где g_3 - расход электроэнергии на 1кг плавленного металла, кВт·ч;

$Ц_{эл}$ - цена 1 кВт·ч электроэнергии, руб. $Ц_{эл}=1,3$ руб/кВт (цена для предприятий группы РУСАЛ)

$$C_{эл}=125,2 \cdot 5 \cdot 1,3= 98,8 \text{ рублей.}$$

Затраты на заработную плату C_3 , руб/изделие, включают в себя основную Z_0 , дополнительную Z_d заработную плату и отчисления на социальное страхование O_c :

$$C_3 = Z_0 + Z_d + C_c \quad (3.16)$$

Основную заработную плату производственных рабочих определим следующим образом:

$$Z_0 = t_{шт-к} \cdot r_T \cdot k_d \quad (3.17)$$

где $t_{шт-к}$ – штучно-калькуляционное время на изготовление изделия по i -ой операции, н/ч;

r_T – часовая тарифная ставка рабочего, руб./ч;

k_d – коэффициент, учитывающий величину доплат к тарифной заработной плате.

Перв. примен.					Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	Лист	79
	БР-150301-071106830- ПЗ										
Справ. №					Взам. инв. №	Ине. № дубл.	Подпись и дата	Ине. № подл.			

Перв. примен.	<p>Штучно-калькуляционное время на изготовление одной балки составляет $t_{шт-к}=186,2$ н/ч.</p> <p>Часовую тарифную ставку рабочего принимаем 70 руб./ч.</p> <p>Принимаем $k_d=1,6$</p> $Z_o = 186,2 \cdot 70 \cdot 1,6 = 20854,4 \text{ руб / изделие.}$				
	Справ. №	<p>Дополнительную заработную плату производственных рабочих рассчитаем в процентах от основной заработной платы:</p> $Z_d = Z_o \cdot \frac{D}{100} \tag{3.20}$ <p>где D – процент дополнительной заработной платы (оплата рабочим отпусков, льготных часов подростков, оплата перерывов кормящим матерям, оплата времени рабочего на выполнение государственных и общественных обязанностей).</p> <p>Принимаем D в размере 15%.</p> $Z_d = 20854,4 \cdot \frac{15}{100} = 3128,16 \text{ руб / изделие.}$ <p>Отчисления на социальные нужды определим в процентах от суммы основной и дополнительной заработной платы:</p> $O_c = (Z_o + Z_d) \cdot \frac{C}{100} \tag{3.21}$ <p>где C – процент отчислений в соцстрах.</p> <p>Принимаем C в размере 34%.</p> $O_c = (20854,4 + 3128,16) \cdot \frac{34}{100} = 6283,4 \text{ руб / изделие.}$			
Подпись и дата					
Име. № дубл.					
Взам. име. №					
Подпись и дата					
Име. № подл.					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	<p style="text-align: center;">БР-150301-071106830- ПЗ</p> <p style="text-align: right;">Лист 80</p>

Перв. примен.

Справ. №

Итого заработная плата за изготовление одной балки составит:

$$C_3 = 20854,4 + 3128,16 + 6283,4 = 30266 \text{ руб.}$$

Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования $C_{об}$ включают амортизационные отчисления A_o , затраты на текущий ремонт и обслуживание $Z_{тр}$ сварочного оборудования:

$$C_{об} = A_o + Z_{тр} \quad (3.22)$$

Затраты на амортизацию сварочного оборудования по изделию определим исходя из его балансовой стоимости и норм амортизационных отчислений:

$$A_o = \frac{\sum S_i \cdot n_i \cdot H_A \cdot \eta_{загр}}{N \cdot 100} \quad (3.23)$$

где S_i – балансовая стоимость единицы оборудования i -типоразмера;
 n_i – количество единиц оборудования i -типоразмера;
 H_A – норма амортизационных отчислений;
 $\eta_{загр}$ – средний коэффициент загрузки оборудования при сварке изделия;
 N – годовая программа выпуска изделий.

$$A_o = \frac{948500 \cdot 1 \cdot 27 \cdot 1}{10 \cdot 100} = 25609,5 \text{ руб.}$$

Затраты на текущий ремонт и обслуживание оборудования определим по формуле:

$$Z_{тр} = \frac{P_o \cdot \sum S_i \cdot n_i \cdot \eta_{загр}}{N \cdot 100} \quad (3.24)$$

где P_o – процент отчислений на текущий ремонт оборудования от его балансовой стоимости S_i .

Подпись и дата

Име. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Име. № подл.

Принимаем $P_0=10\%$.

$$Z_{TP} = \frac{10 \cdot 948500 \cdot 1 \cdot 1}{10 \cdot 100} = 9485 \text{ руб.}$$

$$C_{OB} = 25609,5 + 9485 = 35094,5 \text{ руб.}$$

Итого технологическая себестоимость сварки одной балки составит:

$$C_T = 8084,8 + 98,8 + 30266 + 35094,5 = 73544,1 \text{ руб.}$$

Технологическая себестоимость выполнения годовой программы составит:

$$C_T = 73544,1 \cdot 10 = 735441 \text{ руб.}$$

Приведенные затраты:

$$W = (c_i + E_n \cdot k_i) \cdot N_i \quad (3.25)$$

где c_i – текущие затраты на производство единицы продукции, руб.;

E_n – коэффициент экономической эффективности;

k_i – удельные капитальные вложения;

N_i – годовая программа выпуска продукции.

$$W = (73544,1 + 0,25 \cdot \frac{948500}{10}) \cdot 10 = 972566 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости сварочного оборудования определим по формуле:

$$\tau = \frac{K_{OBS}}{C_T \cdot N} \quad (3.26)$$

$$\tau = \frac{948500}{73544,1 \cdot 10} = 1,28 \text{ года}$$

Перв. примен.

Справ. №

Подпись и дата

Име. № дубл.

Взам. име. №

Подпись и дата

Име. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат
------	------	----------	---------	-----

БР-150301-071106830- ПЗ

Лист

82

Результаты расчетов сведем в таблицу, приведенную в графической части проекта.

<i>Показатель</i>	<i>Единицы измерения</i>	<i>Значение показателя</i>
<i>Годовая программа выпуска</i>	<i>шт.</i>	<i>10</i>
<i>Трудоёмкость</i>	<i>н.ч</i>	<i>186,2</i>
<i>Общие капитальные вложения, всего</i>	<i>руб.</i>	<i>948500</i>
<i>в том числе:</i>		
<i>- в оборудование для сварки</i>	<i>руб.</i>	<i>748500</i>
<i>- в приспособления</i>	<i>руб.</i>	<i>200000</i>
<i>Технологическая себестоимость изготовления балки (годовой программы), всего</i>	<i>руб.</i>	<i>73544,1</i>
<i>в том числе:</i>		
<i>- сварочные материалы</i>	<i>руб.</i>	<i>8084,8</i>
<i>- технологическая электроэнергия</i>	<i>руб.</i>	<i>98,8</i>
<i>- заработная плата рабочих</i>	<i>руб.</i>	<i>30266</i>
<i>- расходы на содержание и эксплуатацию сварочного оборудования</i>	<i>руб.</i>	<i>35094,5</i>
<i>Приведенные затраты</i>	<i>руб.</i>	<i>972566</i>
<i>Срок окупаемости</i>	<i>лет</i>	<i>1,2</i>

Перв. примен.

Справ. №

Подпись и дата

Име. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Име. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат

БР-150301-071106830- ПЗ

Лист

83

Перв. примен.	Заключение					Лист
	<p>В данной выпускной квалификационной работе проанализирована существующая технология сборки и сварки металлоконструкций коробчатых балок, предложена принципиально новая технология сборки и сварки с применением высокопроизводительного оборудования. Произведённый анализ показал, что сборка и сварка металлоконструкций с применением данного оборудования:</p> <p>во-первых, более технологична, так как делает менее зависимым процесс сборки и сварки от «человеческого фактора», автоматизирует и ускоряет процесс сварки;</p> <p>во-вторых, снижается себестоимость сборки и сварки за счёт уменьшения необходимого персонала, уменьшения времени затрачиваемого подготовительные операции;</p> <p>в-третьих, улучшаются условия труда, так как применение данного оборудования исключает ручной труд;</p> <p>Выполненная работа позволит увеличить объемы выпуска продукции на заводе.</p> <p>Данная технология изготовления металлоконструкций может достаточно успешно применяться на многих заводах подобной отрасли.</p>					
Справ. №						
Подпись и дата						
Име. № дубл.						
Взам. инв. №						
Подпись и дата						
Име. № подл.						
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	БР-150301-071106830- ПЗ	

Список использованной литературы

1. Сварочные конструкции Г.А Николаев, С.А. Куркин, В.А.Винокуров. М.: Высшая школа, 1983 – 367 с.
2. Сварные конструкции. Расчет и проектирование. С.А.Николаев, В.А.Винокуров. М: Высшая школа, 1990 – 456 с.
3. Производство сварных конструкций в тяжелом машиностроении. Н.И.Рыжков. М.: Машиностроение, 1980 – 270 с.
4. Электросварка. В.П.Фоминых, А.Б.Яковлев М.: Машиностроение, 1978. Механизация и автоматизация сварочного производства. М.: Машиностроение, 1972 – 544 с.
5. Контроль качества сварки. В.Н. Волченко. М.: Машиностроение, 1978 – 368 с.
6. Автоматизация сварочных процессов (под редакцией В.К.Лебедева, В.Б. Чернышова). Киев: Высшая школа, 1986 – 387 с.
7. Основы проектирования сварочных цехов. И.И.Красовский. М.: Машиностроение, 1980 – 319 с.
8. Технология, механизация и автоматизация производства сварных конструкций С.А.Куркин, В.М.Хомов, А.М.Рыбачук М.: Машиностроение, 1989 – 328 с.
9. Металлургические и технологические основы дуговой сварки. В.П. Демянцевич. МАШГИЗ., Москва, 1962 – 292 с.
- 10.Справочное пособие электросварщика. Ф.А. Хромченко. Энергоатомиздат., Москва, 1989 – 534 с.
- 11.Безопасность жизнедеятельности в техносфере. Учеб. пособие. Под редакцией О.Н.Русака, В.Я. Кондрасенко. Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2001-431с.
- 12.Общетехнический справочник. Е.А. Скороходов, В.П. Законников, А.Б. Пакнис и др. Машиностроение 1990-496с.
13. Механизация и автоматизация сварочного производства. Гитлевич А.Д, Этингоф Л.А. Машиностроение 1979-280с.

Перв. примен.				
Справ. №				
Подпись и дата				
Ине. № дубл.				
Взам. инв. №				
Подпись и дата				
Ине. № подл.				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат
БР-150301-071106830- ПЗ				Лист
				85