

# Дипломный проект №

Проектирование производственного участка сборки и сварки двутавровой балки

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

# Содержание

## Введение

1. Общая часть
  - 1.1. Описание изделия
  - 1.2. Технические условия на изготовление сварной конструкции
  - 1.3. Определение типа производства
  - 1.4. Анализ технологичности
2. Технологическая часть
  - 2.1. Выбор технологического процесса
    - 2.1.1 Заготовительные операции
    - 2.1.2 Сборка
  - 2.2. Выбор методов сварки
  - 2.3. Расчет и выбор режимов сварки
  - 2.4. Выбор сварочных материалов
  - 2.5. Выбор приспособлений
  - 2.6. Выбор сварочного оборудования
  - 2.7. Контроль сварных соединений
  - 2.8. Разработка маршрутной технологии сборки и сварки
3. Расчетная часть
  - 3.1. Нормирование сварных работ
  - 3.2. Расчет потребности материалов
  - 3.3. Расчет потребности электроэнергии
4. Организационная часть
  - 4.1. Разработка плана участка
    - 4.1.1. Расчет ширины и длины пролета проектируемого участка
    - 4.1.2. Расчет высоты пролета проектируемого участка
  - 4.2. Организация контроля
5. Экономическая часть

ДР.22.02.06ПЗ

Лит.	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Драгушенко		
Пров.		Гкаченко		
Г. контр.				
Н. контр.		Шпак		
УТВ.				

Проектирование участка сборки и сварки  
Лит. двт. 2  
Листовой банк  
ГБПОУ РО Тагмет  
Гр. 41

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.



## Введение

Данная дипломная работа выполнена по теме «Проектирование производственного участка сварки двутавровой балки».

*Актуальность темы* заключается в том, что конструкция «Балка двутавровая» является типовой (очень часто используемой в производстве), поэтому проектирование технологического процесса изготовления подобной конструкции осуществляется, как правило, на каждом машиностроительном предприятии.

*Проблема исследования* заключается в том, что нельзя спроектировать технологический процесс сварочной конструкции «Балка двутавровая» однозначно. Маршруты сборки-сварки могут быть разными. Важно выбрать из массы альтернативных вариантов самый оптимальный технологический процесс, с учетом имеющегося технологического потенциала и возможностей снижения технологической себестоимости изготовления сварочной конструкции.

*Цель исследования:* ознакомиться с существующими технологическими процессами производства конструкции «Балка двутавровая», оценить их эффективность с технологической и экономической точек зрения и выбрать лучший вариант с точки зрения технико-экономических показателей работы предприятия.

*Объект исследования:* проблема повышения эффективности сварочного производства за счет технологических инноваций.

*Предмет исследования:* технологический процесс конструкции типа «Балка двутавровая».

*Гипотеза исследования:* эффективность сварочного производства повысится, если будет спроектирован технологический процесс изготовления сварной конструкции типа «Балка двутавровая», адекватный имеющемуся технологическому потенциалу предприятия и современному состоянию науки «Сварочное производство».

*Задачи исследования:*

ДР.22.02.06ПЗ

Лист

3

Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.

1. Описать конструкцию типа «Балка двутавровая», ее служебное назначение и условия ее работы в сборочной единице.

2. Произвести анализ технологичности конструкции, обосновать выбор способа сварки и сварочных материалов.

3. Сделать технологический расчет режимов сварки аналитическим методом.

4. Составить технологический процесс изготовления конструкции выполнить расчет норм времени на операции.

*Методы исследования:*

- анализ геометрической формы конструкции, ее технологичности;
- изучение ее служебного назначения и условий работы;
- расчеты режимов сварки и норм времени на операции;

*Практическая значимость исследования:* заключается в том, что спроектированный технологический процесс изготовления конструкции типа «Балка двутавровая» может быть реализован на любом сварочном предприятии, так как он обеспечивает достижение качества изготовления конструкции и технико-экономические показатели вполне доступными методами.

*Структура работы:* соответствует логике исследования и включает в себя введение, теоретическую часть, заключение, список источников и литературы, общую часть и 1 приложение (МК).

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

ДР.22.02.06ПЗ				
Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата

Лист
3

# 1. Общая часть

## 1.1. Описание изделия

Балки двутавровые больше известны как элементы перекрытий каркасов промышленных зданий, имеющих большие пролеты. Их используют также при возведении мостов и других подвесных путей, колонн и тому подобного во всех тех местах, где присутствуют повышенные нагрузки и им необходимо противостоять. Они воспринимают нагрузку от вертикального поперечного воздействия, которая одновременно отражается на стенах, колоннах и других опорах. Работают в особо тяжелых условиях или подвергаются непосредственному воздействию динамических, вибрационных или подвижных нагрузок (подкрановые балки, балки рабочих площадок, элементы конструкций бункерных и разгрузочных эстакад, непосредственно воспринимающих нагрузку от подвижных составов).

В нашем случае изделие используется в качестве подкрановой балки мостового крана. Испытывает повышенные динамические нагрузки, к ней предъявляются требования повышенной прочности и коррозионной стойкости с ограничением массы. Балка двутавровая изготовлена из стали марки 10ХСНД. Расшифровка стали 10ХСНД: 0,10% углерода, до 1% хрома, до 1% кремния, до 1% никеля, до 1% меди. Сталь конструкционная низколегированная для сварных конструкций. Используется в элементах сварных металлоконструкций и различных деталях, к которым предъявляются требования повышенной прочности и коррозионной стойкости с ограничением массы и работающие при температуре от -70°С до 450°С. Согласно СНиП II-23-81 сталь данной марки относится к I группе.

Выбор конкретной стали зависит от характера нагрузок, воздействующих на металлическую конструкцию, климатических условий ее эксплуатации и регламентируется СНиП II-23-81

Состав изделия (рис.1.1):

- полка – 2ш.;

ДР.22.02.06ПЗ

Лист

3

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Лит. Изм. № докум. Подп. Дата

- стенка – 1 шт.;

- ребро – 6 шт.

Размеры балки двутавровой: длина 12000 мм, ширина 350 мм, высота 700 мм.

Вес балки 3370кг.

Рис.1.1. Балка двутавровая.

1,2 –полки, 3 - ребро, 4 – стенка.

## 1.2. Технические условия на изготовление сварной конструкции

Технические условия на изготовление определенного типа конструкций содержат перечень требований, которые следует предъявлять к материалам, оборудованию и выполнению технологических операций на различных этапах изготовления конструкции.

**Требования к материалам.** Соответствие всех сварочных материалов требованиям стандартов должно подтверждаться сертификатом заводов-поставщиков, а при отсутствии сертификата – данными испытаний лабораторий завода.

При сварке в углекислом газе должна применяться проволока не ниже Св-08Г2С по ГОСТ 2246-70.

ДР.22.02.06ПЗ

Лист

3

Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Сварочная проволока не должна иметь ржавчины, масла и других загрязнений.

На рабочее место сварщика флюс и электроды должны подаваться только в просушенном или прокаленном состоянии в количестве, необходимом для работы в одной смене.

**Требования к заготовительным операциям.** Правку деталей в горячем состоянии выполнять в диапазоне температур от 800 °С до 1000 °С. Резка на ножницах при отрицательных температурах воздуха не допускается. Кислородная резка при отрицательной температуре воздуха должна осуществляться с подогревом металла в зоне реза до 100 °С.

Продольные кромки нижнего пояса балки после кислородной резки или резки на ножницах должны подвергаться механической обработке на глубину не менее 2 мм.

Детали, поступающие на сварку, должны быть приняты ОТК.

**Требования к сборке.** Применение при сборке элементов балки прихваток в местах, где не предусмотрено в дальнейшем наложение швов, не допустимо.

Все местные уступы и неровности на собираемых деталях, препятствующие их плотному прилеганию, необходимо устранить наплавкой либо зачисткой.

Кромки и поверхности деталей в местах расположения сварных швов на ширину 25-30 мм должны быть очищены от ржавчины, масла и других загрязнений непосредственно перед сборкой под сварку.

Детали с трещинами и надрывами, образовавшимися при изготовлении, к сборке под сварку не допускаются.

Сечение прихваток допускается размером до половины сечения сварного шва. Прихватки должны ставиться в местах расположения сварных швов. Наложённые прихватки должны быть очищены от шлака.

Прихватка элементов сварных конструкций при сборке должна выполняться с использованием тех же присадочных материалов и требований, что и при выполнении сварных швов.

ДР.22.02.06ПЗ

Лист

3

Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.



**Требования к сварке.** К сварке ответственных сборочных единиц должны допускаться только аттестованные сварщики, имеющие удостоверение, устанавливающее их квалификацию и характер работы, к которой они допущены.

Изготовление стальных сварных конструкции должно производиться в соответствии с чертежами и разработанным на их основе техпроцессом сборки и сварки.

Зажигать дугу и выводить кратер на основной металл конструкции за пределы шва запрещается.

### Требования точности

Таблица 1.1. Требования к точности изготовления балки

Стрела выгиба оси	До 0,001 длины балки, но не более 10 мм
Перекося полки относительно стенки и грибовидность:	
а) в местах сопряжения с другими элементами и на опорах	До 0,005 В, но не более 1 мм (где В - ширина полки)
б) в местах примыкания ребер жесткости к поясам балок и прочих местах	До 0,01 В
Винтообразность элементов	До 1 мм на длине 1 м, но не более 10 мм
Отклонение оси стенки от оси полки	До 2 мм
Выпучивание стенки балок с вертикальными ребрами	До 0,006 высоты стенки
Выпучивание стенки балок без вертикальных ребер	До 0,003 высоты стенки
Отклонения по длине балок цельносварных пролетных строений	От 0 до - 4 мм
Отклонение ширины поясных элементов:	
а) в зоне узлов и стыков	От 0 до -2 мм
б) на прочих участках	$\pm 4$ мм
Отклонение высоты балок:	
а) в зоне узлов и стыков	$\pm 2$ мм
б) вне зоны стыков и узлов	$\pm 4$ мм

Все ожоги на поверхности основного металла должны быть зачищены абразивным инструментом на глубину не менее 0,5 мм. Сварку элементов балки выполнять в кондукторах - кантователях в закрепленном состоянии. Сварные

ДР.22.02.06ПЗ

Лист

3

Лит Изм. № докум. Подп. Дата

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.

швы должны иметь гладкую и равномерно-чешуйчатую поверхность. Угловые швы должны иметь плавные переходы к основному металлу.

### 1.3. Определение типа производства

В разработке проектов сварочного производства большое значение имеет определение наиболее целесообразных форм организации производственных процессов для выпуска заданной продукции. Большую роль при этом играет принадлежность проектируемого производства к определенному типу производства (единичное, мелкосерийное, серийное, крупносерийное, массовое).[2]

Тот или иной тип производства выбирается исходя из массы и габаритов сварной конструкции, а также заданной программы выпуска, с учётом особенностей каждого типа производства (таблица 1.2.).

Таблица 1.2. Зависимость типа производства от программы выпуска (шт) и массы изделия

Показатель	Пределы годового выпуска продукции (тыс. шт.) для производства		
	мелкосерийного и единичного	серийного	крупносерийного
Масса сборочных единиц на изделие, кг:			
до 25	до 5	5—200	200—400
25—100	2—8	2—100	100—800
100—500	0,5—2,5	0,5—150	30—350
500—1 000	0,3—0,6	0,3—10	5—100
1 000—5 000	0,2—1	0,2—17,5 0,1	3,5—125
5 000—25 000	0,1- 0,5	—10	2—25
25 000 -100 000	0,05—0,2	0,05—4	1—10
более 100 000	до 0,01	более 0,01	-

ДР.22.02.06ПЗ

Лист

3

Задавшись годовой программой выпуска 500шт, определим тип производства как серийное. Рабочие места при серийном производстве оснащают специализированными приспособлениями, применение которых позволяет увеличить производительность труда и повысить качество продукции. В серийном производстве заготовки обычно изготавливают более точно, поэтому объем пригоночных работ минимален.

#### 1.4. Анализ технологичности

При проектировании технологического процесса, выборе и конструировании сварочного приспособления, как правило, возникает необходимость анализа технологичности сварных конструкций, а часто и их изменения. Особое внимание при этом должно быть обращено на конфигурацию деталей, входящих в сборочную единицу, точность изготовления заготовок и состояние их поверхностей. Конфигурация деталей должна обеспечивать их легкую установку при сборке и съеме изделия, доступность к местам прихватки, сварки или наплавки. Технологичные сварные конструкции позволяют применять более простые и дешевые приспособления для их изготовления.

Конструкция разделки обеспечивает требуемую точность при сборке, достаточную простоту и легкость сварки.

Для установки в удобное для сварки положение используют сборочно-сварочное приспособление, типа кантователя.

Важным показателем технологичности изделия является свариваемость материала. Свариваемость – способность металла образовывать при установленной технологии сварки сварное соединение, металл шва которого имел бы механические свойства, близкие к основному металлу.

Свариваемый (основной) металл

Сталь 10ХСНД ГОСТ 19282-73 - конструкционная низколегированная сталь. Назначение данной стали - элементы сварочных конструкций и различные детали, к которым предъявляются требования высокой прочности и

ДР.22.02.06ПЗ

Лист

3

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

Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата

коррозионной стойкости с ограничением массы и работающие при температуре от - 70 до 450оС.

Химический состав представлен в таблице 1. 3 [3].

Таблица 1.3 Химический состав стали 10ХСНД

С, не более %	Cr %	Si %	Ni %	Cu %	Mn %	S, не более %	P, не более %
0,12	0,6-0,9	0,8-1,1	0,5-0,8	0,4-0,6	0,5-0,8	0,04	0,035

Механические свойства представлены в таблице 1.4. [4]

Таблица 1.4. Механические свойства стали 10ХСНД

Предел прочности $\sigma_b$ , Н/мм <sup>2</sup>	Предел текучести $\sigma_t$ , Н/мм <sup>2</sup>	Относительное удлинение $\delta_5$ , %
530	390	19

Температура ковки, °С: начала 1200, конца 850.

Склонность к отпускной хрупкости - малая склонность.

Сталь относится к хорошо сваривающимся материалам. Поэтому при сварке никаких ограничений не накладывається. Правда, сварка конструкций без подогрева допускается только при положительной температуре окружающей среды. Равнопрочность металла шва основному металлу достигается в результате легирования элементами, переходящими в шов из основного металла. Чтобы снизить склонность металла шва к кристаллизационным трещинам, стремятся изменять содержание углерода в металле шва и площадь проплавления основного металла [7].

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

ДР.22.02.06ПЗ					Лист
					3
Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата	

**2. Технологическая часть**  
**2.1. Выбор технологического процесса**  
**2.1.1. Заготовительные операции**

Выбор методов получения заготовки имеет целью установление рациональных способов и последовательности рабочих операций по изготовлению деталей, входящих в заданную сварную конструкцию. От степени совершенства методов получения заготовок и деталей в значительной степени зависит расход металла, количество операций и их трудоемкость, себестоимость процесса изготовления деталей и изделия в целом. На выбор способа получения заготовок и деталей изделия в целом влияют следующие факторы: марка материала, его физико-механические свойства, размеры и конструктивные формы деталей, тип производства и объем выпуска продукции, характер применяемого оборудования.

Весь прокат, поступающий в заготовительное производство, проходит ряд операций: разметка, резка, зачистка, правка, подготовка кромок, очистка.

*Разметка.* Прежде, чем подступить к выполнению рабочих операций, изменяющих форму и очертание исходного материала, в большинстве случаев необходимо этот металл разметить. Разметка представляет собой нанесение на металл конфигурации изготавливаемых деталей в натуральную величину. Основной целью этой операции служит обеспечение точных, в соответствии с чертежами, размеров вырезаемых из металла деталей. В качестве оборудования используются разметочные плиты и столы. Средствами для разметки служат разного рода мерительные и чертежные инструменты.

*Резка.* В большинстве случаев непосредственно после разметки или наметки

ДР.22.02.06ПЗ

Лист

3

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

следует рабочая операция резки металла. Наиболее универсальным и широко распространенным способом резки незакаливающихся сталей является газопламенная резка. Рентабельность применения этого способа резки ограничивается минимальной толщиной подлежащего резке металла, равной 6 мм. С увеличением толщины разрезаемого металла экономические и технические преимущества кислородной резки по сравнению с механической резкой повышаются, и при толщине металла более 25 мм эти преимущества кислородной резки во всех случаях становятся бесспорными. Газопламенная вырезка деталей может выполняться вручную резаками, на газопламенных машинах или более современными способами. Сравнение эксплуатационных характеристик автоматической, полуавтоматической и ручной кислородной резки, в основном, приводят к следующим данным - скорость полуавтоматической и автоматической резки выше, чем ручной;

- чистота реза повышается с увеличением автоматизации процесса резки и за счет использования новейших технологий. В этом случае можно сразу производить чистую разделку кромок деталей под сварку.

*Зачистка.* Для удаления с поверхности кромок окалины и шлаков, получаемых после вырезки деталей газовым пламенем, кромки зачищают. Эту операцию в большинстве случаев выполняют наждачными кругами. Для этого используют шлифовальные машины

*Правка деталей и заготовок.* Выпрямление деталей и заготовок из листового либо широкополосного материала, искривленных в процессе вырезки их газовым пламенем производят на листопрямительных вальцах.

*Подготовка кромок.* Тавровые соединения бывают без подготовки кромок и с подготовкой кромок (т.е. с разделкой или, иначе, с притуплением кромок). В соединениях без подготовки кромок возможен непровар корня шва. По этой причине такие соединения плохо работают при переменных и ударных нагрузках. Односторонний и двусторонний скосы кромок обеспечивают полный провар соединяемых элементов. Эти соединения имеют хорошую прочность при любых нагрузках

ДР.22.02.06ПЗ

Лист  
3

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

Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата

*Очистка.* Детали, соединяемые посредством сварки плавлением, в ряде случаев требуют очистки от окалины или окислов. Эта подготовительная операция может быть выполнена одним из способов:

- газопламенной обработкой;
- пескоструйными либо дробеструйными аппаратами;
- переносными наждачными кругами;

### 2.1.2. Сборка

Сборочные операции осуществляются с целью обеспечения правильного взаимного расположения деталей собираемого под сварку узла. Фиксируют собранные детали с помощью прихваток – коротких прерывистых швов, служащих для предварительного соединения подлежащих сварке деталей. Собранный на прихватках узел должен обладать необходимой жесткостью и прочностью, что позволяет его транспортировать к месту сварки и кантовать для позиционирования в удобное для сварки положение. Прихватки также уменьшают временные сварочные деформации, которые могут вызвать искажение геометрической формы изделия (изгиб, коробление и т.п.). Выполняются прихватки ручной дуговой сваркой или механизированной (полуавтоматической) дуговой сваркой в углекислом газе. При сборке применяется сборочная оснастка – приспособления и вспомогательные устройства для выполнения сборочных работ (стеллажи, сборочные плиты, универсальная сборно-разборная сварочная оснастка, специализированные приспособления).

Применяют четыре основных способа сборки сварных двутавровых балок:

- по разметке с применением простейших универсальных приспособлений,
- на универсальных плитах с пазами, снабженных упорами, фиксаторами и различными зажимами;
- в кондукторе с винтовым или пневматическим прижимным устройством ,
- с помощью сборочных порталов.

ДР.22.02.06ПЗ

Лист  
3

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

Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата

Способ сборки двутавровых элементов по разметке применяют в случае, когда собирают балки из небольшого количества одинаковых элементов. Сборка по разметке малопроизводительна и применяется только в индивидуальном производстве. При этом изделие собирают следующими двумя способами: на плите с помощью клиньев и на направляющих с помощью скоб.

На универсальных плитах сборку ведут в том случае, когда в проекте заданы однотипные по габаритам сварные конструкции.

Способ сборки двутавровых балок в кондукторах с винтовыми или пневматическими прижимными устройствами целесообразно применять при больших партиях одинаковых элементов, так как настройка кондуктора требует значительных затрат времени.

Они обеспечивают требуемое расположение входящих в узел деталей и точность сборки изготавливаемого узла в соответствии с требованиями чертежа технических условий на сборку. Кроме того, сборочные приспособления обеспечивают сокращение длительности сборки и повышение производительности труда, облегчение условий труда, повышение точности работ и улучшение качества готовой сварной конструкции. Собираемые под сварку детали крепятся в приспособлениях и на стендах с помощью различного вида винтовых, рычажных, пневматических и других зажимов, также электродуговой сваркой прихватками.

Винтовой кондуктор для сборки сварных двутавровых балок представлен на рис. 1.2.

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

ДР.22.02.06ПЗ					Лист
					3
Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата	



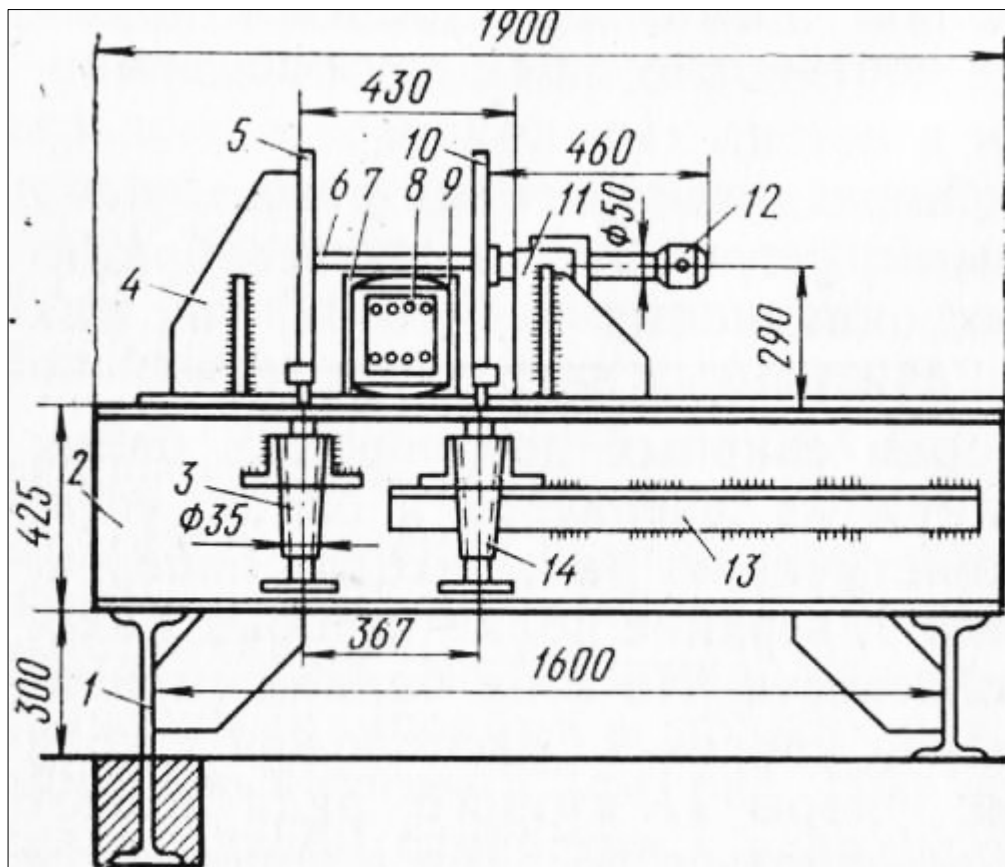


Рис. 2.1. Винтовой кондуктор для сборки сварных двутавровых балок: 1 — рама, 2 — поперечная балка рамы, 3, 14 — винты, 4, 11 — неподвижный и подвижный упоры, 5, 10 — полки собираемого двутавра, 6 — стенка собираемого двутавра, 7, 8, 9 — элементы опоры под стенку собираемого двутавра, 12 — винт подвижного упора, 13 — направляющий уголок подвижного упора.

Винтовой кондуктор для сборки стержней Н-образного сечения состоит из рамы 1, сваренной из швеллеров и балок, установленной на полу цеха. В конструкцию рамы входят поперечные двутавровые прокатные балки 2, верхние полки которых находятся в одной горизонтальной плоскости. На этих балках смонтировано два ряда упоров: один ряд упоров 4 расположен у края балок и закреплен неподвижно, упоры 11 второго ряда имеют прижимные винты 12 и могут перемещаться по раме в поперечном направлении. Упоры представляют собой сварные стойки, рабочие кромки которых простроганы под прямым углом к плоскостям опорных плит. Между упорами 4 и 11 вертикально установлены полками внутрь два швеллера 7 и 9, соединенные между собой диафрагмами 8.

ДР.22.02.06ПЗ

Лист

3

Лит Изм. № докум. Подп. Дата

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Перемещением швеллера 9 поперек рамы может изменяться расстояние между швеллерами в зависимости от размера собираемого элемента. Вдоль кондуктора в нижней его части имеются вертикальные винты 3 и 14. Винты 3, размещенные вблизи неподвижных упоров, прикреплены к поперечной балке неразъемно. Винты 14 могут перемещаться поперек кондуктора по уголку 13. Они всегда устанавливаются вблизи подвижных упоров. Как видно из рисунка, швеллеры 7 и 9 служат для укладки стенки собираемого элемента; винты 3 и 13 — для поддержания полок; неподвижные и подвижные упоры — для плотного стягивания элемента и для обеспечения прямого угла между стенкой и полками.

До начала сборки очередной партии элементов, отличающихся по размерам от предыдущих сборок, сборщики настраивают кондуктор. Настройка состоит в следующем: подвижные упоры, освобожденные от болтов, крепящих их к раме кондуктора, перемещают поперек кондуктора в положение, при котором расстояние от вертикальной кромки неподвижного упора до опорной поверхности прижимных винтов было бы на 50—75 мм больше высоты сечения элемента, и в этом положении упоры закрепляют болтами; затем поворачиванием маховичков устанавливают вертикальные винты так, чтобы расстояние их опорной поверхности до верхней плоскости полок швеллеров равнялось половине ширины полки собираемого элемента, уменьшенной на половину толщины вертикальной стенки.

На настройку кондуктора затрачивается до одного часа работы двух сборщиков. Использование кондуктора особенно эффективно при большой партии одинаковых элементов, так как частая перенастройка его на сборку элементов различного размера связана с непроизводительной затратой времени.

Приступая непосредственно к сборке, сборщики сначала укладывают в кондуктор стенку элемента 6, а затем в зазоры между продольными кромками стенки и стойками кондуктора заводят полки 5 и 10. Винтами 12 листы слегка прижимаются к неподвижным упорам 4. Прежде чем окончательно стянуть сечение, совмещают торцы листов 5, 6, 10 с одного конца элемента, после чего

ДР.22.02.06ПЗ

Лист

3

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № докл.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Лит Изм. № докум. Подп. Дата

собранные листы элемента плотно сжимаются винтами кондуктора. Сборщики проверяют, всей ли поверхностью прилегает вертикальная стенка элемента к полкам швеллеров и выдержан ли прямой угол между стенкой и полками. Если имеются выпуклости горизонтального листа, то в этих местах он прижимается к швеллерам.

Поджатие листа производят клином, забиваемым в зазор между стенкой и специально привариваемым к полке элемента временным уголком. Для этого может быть также использован стяжной хомут.

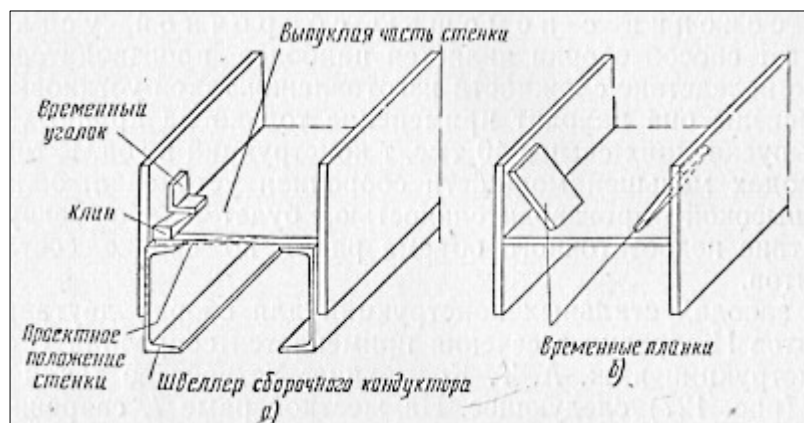


Рис.2.2. а — подтяжка выпуклой части стенки к кондуктору, б — подкосные планки, временно устанавливаемые на концах балки.

Чтобы в процессе наложения первых односторонних электросварных швов и при последующем транспортировании элемента не изменилось взаимное положение листов, у концов элемента сборщики ставят временные планки. Подручный сборщика ставит электроприхватки вдоль обеих кромок стенки, после чего бригадир, проверив количество и качество прихваток, при отсутствии замечаний вместе с подручным отвинчивают винты, зацепляют стропами элемент, вынимают его из кондуктора и укладывают вблизи на свободное место. Производственный мастер осматривает партию собранных элементов и отправляет их на автоматическую сварку. При сборке двутавровых стержней в кондукторе имеется доступ для постановки электроприхваток только с одной стороны стенки, поэтому необходимо следить, чтобы электроприхватки были достаточно прочными.

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

При сварке автоматом надо заваривать швы в первую очередь на стороне, не имеющей прихваток. В модернизированных установках винтовые прижимы заменены пневматическими.

Со сборочных стеллажей балки снимают и транспортируют цепями или канатами с крюками соответствующей грузоподъемности рис.1.4.

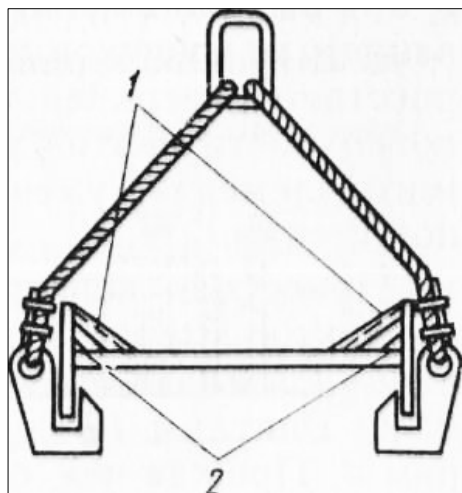


Рис. 2.3. Приспособление для транспортирования собранных балок.

Сборка балки двутавровой существенно зависит от быстрого действия и надежности механизма зажатия элементов. Закрепление и освобождение элементов балки по всей длине с помощью винтов занимает много времени. Значительно производительнее и удобнее в работе приспособления, оснащенные пневматическими зажимами с питанием от заводской сети сжатого воздуха. В этом случае зажатие и освобождение балки осуществляется переключением крана подачи воздуха, рис.2.4.

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

ДР.22.02.06ПЗ					Лист
					3
Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата	

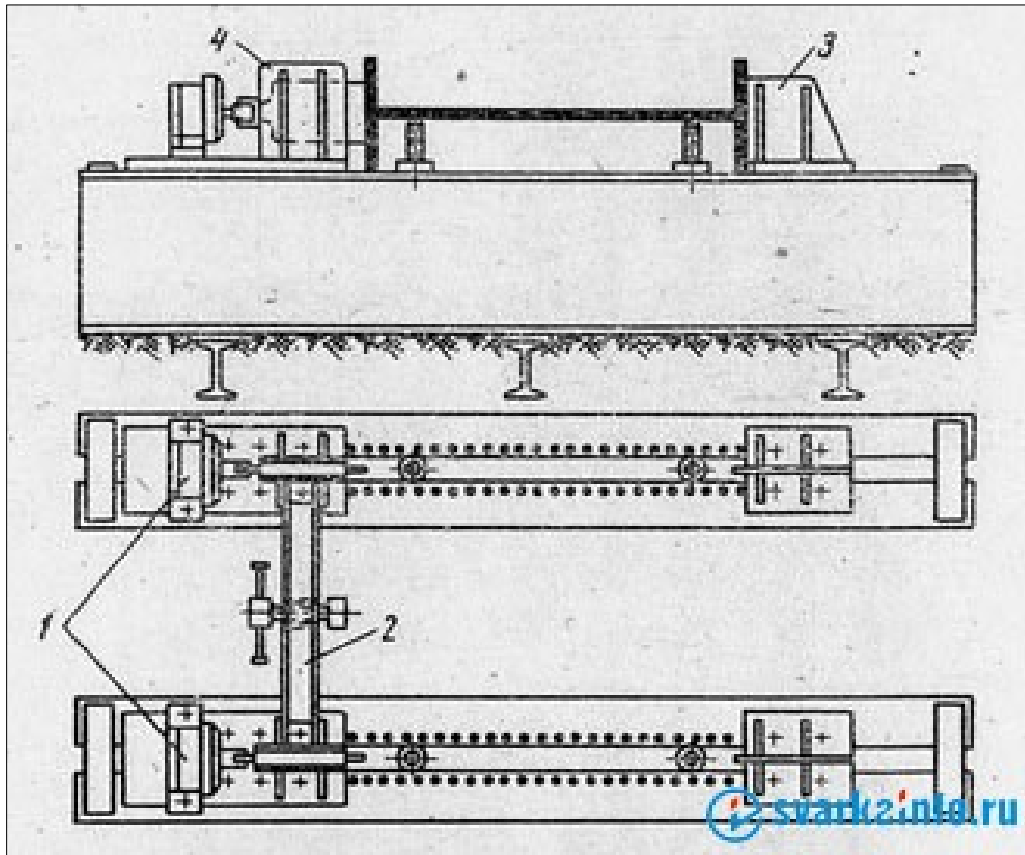


Рисунок 2.4. Устройство сборочного кондуктора с пневматическими прижимами: 1 — пневматические цилиндры; 2 — переносная траверса; 3 — неподвижный упор; 4 — направляющие подвижного упора.

Сейчас большее распространение получили сварочные порталы с перемещением балки по входному и выходному рольгангам относительно портала.

Для сборки двутавровой балки используем порталную сборочную установку с пневматическими прижимами и с передвижением балки по рольгангам.

## 2.2. Выбор методов сварки

Основным способом сварки двутавровых балок является электрическая дуговая сварка [4].

При этом возможно использование следующих ее видов:

- ручная дуговая сварка покрытыми электродами;

ДР.22.02.06ПЗ

Лист

3

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Лит. Изм. № докум. Подп. Дата

- механизированная сварка в среде защитных газов;
- автоматическая сварка под слоем флюса.

Конструкция имеет протяженные тавровые швы, при сборке имеется необходимость выполнения прихваток.

Для выполнения прихваток возможно применение ручной дуговой сварки или механизированной в среде защитного газа. Механизированный способ сварки по сравнению с ручным обладает большей маневренностью. Кроме того преимуществами полуавтоматической сварки в среде защитных газов являются более лучшая защита сварочной ванны, а также сокращение затрат на зачистку швов от брызг.

Для выполнения швов большой протяженности на металле средних и больших толщин целесообразно применение автоматической сварки под флюсом. При сварке под флюсом вылет электрода значительно меньше, чем при ручной дуговой сварке. Поэтому можно, не опасаясь перегрева электрода и отделения защитного покрытия, в несколько раз увеличить силу сварочного тока, что позволяет резко увеличить производительность сварки, которая в 5-20 раз выше, чем при ручной дуговой сварке, коэффициент наплавки достигает 14-16 г/Ач в некоторых случаях даже 25-30 г/Ач.

Плавление электродного и основного металла происходит под флюсом, надёжно изолирующим их от окружающей среды. Флюс способствует получению чистого и плотного металла шва, без пор и шлаковых включений, с высокими механическими свойствами. Введение во флюс элементов-стабилизаторов и высокая плотность тока в электроде позволяет производить сварку металла значительной толщины без разделки кромок. Практически отсутствуют потери на угар и разбрызгивание электродного металла. Процесс сварки почти полностью механизирован [4].

Основные технологические и технико-экономические характеристики ручной дуговой сварки покрытыми электродами, механизированной в углекислом газе или смеси газов и автоматической сварки под флюсом приведены в таблице 2.1.

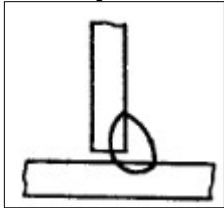
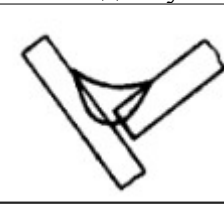
ДР.22.02.06ПЗ

Лист  
3

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

Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата

Таблица 2.1. Основные технологические и технико-экономические характеристики видов сварки [6].

Технологические, технико-экономические характеристики	Виды сварки		
	ручная дуговая	механизированная в углекислом газе и смеси газов	автоматическая под флюсом
Доступность сварочного инструмента к месту сварки	Ограничивается длиной и углом наклона электрода	Ограничивается размерами и углом наклона головки шлангового полуавтомата	Ограничивается размерами сварочного трактора или св-й головки
Пространственное положение шва при сварке	Любое	Любое	«Нижнее» и «в лодочку»
Возможность выполнения криволинейных швов	Возможно	Возможно	Затруднительно
Выполняемые типы сварных соединений	Все типы	Все типы	Все типы
Катет углового шва, выполняемого в один проход при положении сварного соединения, : в угол	9.5	8	8
			
в лодочку	12	12	16
			
Трудоемкость сварки при выполнении 1 м шва для тавровых соединений, чел.-ч/м при толщине деталей, мм:			
20	0,8	0,3	0,2
40	3	1,2	0,6
Потери сварочного материала	Наибольшие из-за наличия огарков	Высокие из-за разбрызгивания*	Наименьшие
Качество сварки	Нестабильное, зависит от квалификации сварщика	Зависит от квалификации	Стабильное, высокое

ДР.22.02.06ПЗ

Лист

3

Лит Изм. № докум. Подп. Дата

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.

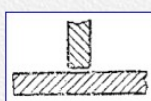
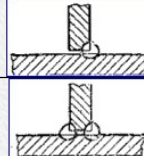
Возможность увеличения производительности сварки	Путем применения высокопроизводительных электродов	сварщика —	Путем применения сварки с присадочным порошковым материалом или двухдуговой сварки
Капитальные затраты	Наименьшие	Средние	Высокие

Выбираем автоматическую сварку под флюсом.

### 2.3. Расчет и выбор режимов сварки

Основные типы соединений, выполняемых под флюсом, регламентированы ГОСТ 8713-79 – «Сварка под флюсом, соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры».

Тип соединения	Форма подготовленных кромок	Характер сварного шва	Форма поперечного сечения		Способ сварки	Толщина свариваемых деталей, мм	Условное обозначение сварного соединения
			подготовленных кромок	сварного шва			

Тавровое	Без скоса кромок	Односторонний			АФ: МФ	3,0-40,0	T1
		Двусторонний					T3

Наряду с технологическими средствами повышения точности сварной конструкции большое значение имеют конструктивные элементы сварных соединений. Поэтому при проектировании металлоконструкций необходимо применять минимальные расчетные катеты сварных швов. Завышение катета сварного шва при проектировании ведет к дальнейшему его увеличению в производственных условиях, а следовательно, и к увеличению деформации конструкции в целом. Однако, если по расчету нужен односторонний шов значительного катета, то следует применить двусторонние швы меньшего сечения. Так же качество сварного шва во многом определяется правильным выбором режима сварки.

ДР.22.02.06ПЗ

Лист

3

Лит Изм. № докум. Подп. Дата

Подп. и дата

Взам. инв. №

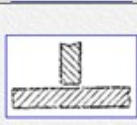
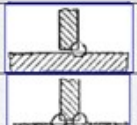
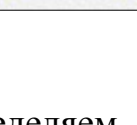
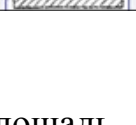
Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.



Рассчитаем режим автоматической сварки таврового соединения под слоем флюса. В соответствии с ГОСТ 8713-79[10, табл.1 ] для таврового соединения без скоса кромок для толщины свариваемых деталей (3 – 40)мм применим шов АФ-ТЗ-□6.

Таблица 1							
Тип соединения	Форма подготовленных кромок	Характер сварного шва	Форма поперечного сечения		Способ сварки	Толщина свариваемых деталей, мм	Условное обозначение сварного соединения
			подготовленных кромок	сварного шва			
Тавровое	Без скоса кромок	Односторонний			АФ: МФ	3,0-40,0	T1
		Двусторонний					T3

Зная катет шва (K), определяем площадь поперечного сечения наплавленного металла по формуле:

$$F_H = \frac{K^2}{2} K_y,$$

где  $K_y$  – коэффициент увеличения, учитывающий наличие зазоров и выпуклость шва. Для  $K = 6$   $K_y = 1,35$  [8].

$$F_H = \frac{6^2}{2} \cdot 1,35 = 24,3 \text{ мм}^2$$

Для катета  $K = 6$  выбираем сварочную проволоку  $d_s = 4$ мм.

Для принятого диаметра электрода подбирают плотность тока, затем определяют силу сварочного тока по формуле:

$$I_{св} = \frac{\pi d_{эл}^2}{4} j$$

где  $j$  – допустимая плотность тока в электродной проволоке при сварке угловых швов (табл. 2.2), выбираем  $j = 40 \text{ А/мм}^2$ ;  $d_{эл}$  – диаметр электродной проволоки, мм.

Таблица 2.2. Допустимая плотность тока в электродной проволоке при сварке угловых швов

Диаметр электродной проволоки, мм	5	4	3	2
Допустимая	30-40	35-50	50-85	60-150

ДР.22.02.06ПЗ

Лист  
3

Лит Изм. № докум. Подп. Дата

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.

ПЛОТНОСТЬ тока, А/мм <sup>2</sup>				
--------------------------------------	--	--	--	--

$$I_{св} = \frac{3,14 \cdot 4^2}{4} \cdot 40 = 502 A$$

Напряжение на дуге устанавливают в зависимости от способа сварки, а также от марки и диаметра электрода. Для сварки под флюсом на токах до 1000А

$$U_d = 19 + 0,037 I_{св} [8].$$

$$U_d = 19 + 0,037 \cdot 502 = 38 В.$$

Зная площадь наплавки за один проход, сварочный ток и коэффициент наплавки, определяем скорость сварки, м/час

$$V_{св} = \frac{L_H \cdot \alpha_{св}}{F_H \cdot \gamma},$$

где  $\alpha_H$  - коэффициент наплавки электродной проволоки, г/А·час;

$I_{св}$  – сила сварочного тока, А;

$F_H$  – площадь наплавленного металла, мм<sup>2</sup>;

$\gamma$  – удельный вес наплавленного металла, г/см<sup>3</sup> (7,8 г/см<sup>3</sup> – для стали).

При сварке угловых швов без разделки кромок рекомендуется выбирать постоянный сварочный ток обратной полярности.

Коэффициент наплавки  $\alpha_H$  при сварке постоянным током обратной полярности  $\alpha_H = 11,6 \pm 0,4$  г/А ч, принимаем  $\alpha_H = 12$  г/А ч.

$$V_{св} = \frac{12 \cdot 502}{24,3 \cdot 7,8} = 31,8 \frac{М}{ч}$$

Скорость подачи электродной проволоки определяется по формуле, м/ч

$$V_{III} = \frac{4 \cdot \alpha_n \cdot I_{св}}{\pi \cdot d_{эв}^2 \cdot \gamma}.$$

Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата	ДР.22.02.06ПЗ	Лист
						3

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.

$$V_{III} = \frac{4 \cdot 12 \cdot 502}{3,14 \cdot 4^2 \cdot 7,8} = 61,5 \frac{м}{ч}$$

Результаты расчета режима сварки и размеров угловых швов следует свести в табл.2.3.

Таблица 2.3. Режимы сварки и размеры угловых швов.

Зазор в стыке/катет, мм	Режимы сварки				
	d <sub>эл</sub> , мм	I <sub>св</sub> , А	U <sub>д</sub> , В	V <sub>св</sub> , м/ч	V <sub>пп</sub> , м/ч
(0 ÷ 1,5)/6	4	502	38	31,8	61,5

## 2.4. Выбор сварочных материалов

Основным требованием к материалам для сварки является обеспечение при оптимальных режимах сварного соединения, которое бы по своим эксплуатационным характеристикам не уступало основному металлу. Это, в случае автоматической сварки под флюсом, достигается применением специальной сварочной проволоки и флюса. Выбор сварочной проволоки для автоматической сварки под флюсом производится исходя из состава самого флюса. Состав флюса и химический состав сварочной проволоки очень сильно влияют на химический состав металла сварного шва, поэтому выбор проволоки происходит одновременно с выбором флюса. При этом не допускают содержание кремния и марганца в металле шва больше, чем 0,2-0,4%. На практике используют три распространенные системы *сварочная проволока-флюс*:

- 1) Низкоуглеродистые марки сварочной проволоки, такие как Св-08, Св-08А и подобные им. В сочетании с ними используется высокомарганцевый и высококремнистый флюс, содержащий 35-40% оксида марганца MnO и 40-45% оксида кремния SiO<sub>2</sub>. При выборе данной системы марганец и кремний переходят в металл шва из флюса;
- 2) Вторая распространенная система – это низкоуглеродистая сварочная проволока, содержащая до 2% марганца. Например, Св-10Г2 и, в сочетании с

ДР.22.02.06ПЗ

Лист

3

Лит Изм. № докум. Подп. Дата

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.

ней, высококремнистый флюс, в состав которого входит 40-45% оксида кремния  $SiO_2$ , но при этом содержание оксида марганца  $MnO$  не превышает 15%. При такой системе металл сварного шва легируется марганцем за счет сварочной проволоки, а кремний переходит в металл из флюса;

- 3) третья система – это сварочная проволока, содержащая в составе 1% марганца, например, Св-08ГА или Св-10ГА и среднемарганцевый высококремнистый флюс, содержащий в составе около 30% оксида марганца и 40-45% оксида кремния. В таком случае легирование сварного шва марганцем происходит и за счет электродной проволоки и за счет флюса. А легирование кремнием происходит только за счет флюса.

Остановимся на третьей системе *сварочная проволока-флюс*.

Выбираем для нашего случая сварочную проволоку Св-08ГА - омедненный материал, который применяется для сварки автоматом и полуавтоматом. Хорошо взаимодействует с углеродистыми сталями и металлами с низким содержанием легирующих элементов, которые обладают высокой прочностью.

Для этой проволоки выбираем высококремнистый среднемарганцевый флюс марки АН-348А. Флюс АН-348А является окисленным флюсом, содержащим в основном окислы  $MnO$  и  $SiO_2$ , его часто применяют для сварки низколегированных сталей.

Очищенную и намотанную в кассеты сварочную проволоку хранят в сухом помещении при положительной температуре. Флюс поставляется на завод по ГОСТ 9087-81 или ТУ заводов изготовителей, хранится в упаковке поставщика в сухом отапливаемом помещении или в специальной закрытой таре.

## 2.5. Выбор приспособлений

Для уменьшения трудоемкости и продолжительности работы, повышения качества и снижения себестоимости изделия применяют механизированные приспособления для сборки свариваемой конструкции и перемещения ее в процессе сварки. К этому оборудованию относятся: приспособления

ДР.22.02.06ПЗ

Лист

3

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Лит Изм. № докум. Подп. Дата

и механизмы для укладки, наклона и вращения свариваемых изделий (стенды, стеллажи, кондукторы, кантователи, манипуляторы); для крепления и перемещения сварочных аппаратов (колонны, тележки, порталы); для подъема и перемещения элементов конструкции.

Для сборки двутавровой балки выбираем *Стан сборки двутавровой балки на прихватках из полос СБ-101 производства "СИТЕК"*.



Рис.2.5. Стан предназначен для сборки тавровых и двутавровых балок, посредством прихваток дуговой сваркой в среде углекислого газа.

Стан позволяет собирать тавровые, двутавровые равнополочные и не равнополочные симметричные балки, а также балки переменного сечения с углом наклона полки до  $15^\circ$ .

Конструкция станка: Станок состоит из портала, системы главной тяги, входного и выходного конвейера, гидравлической системы, а также электрической системы управления (ЧПУ). Основные компоненты стана имеют сварную конструкцию и обладают такими свойствами как небольшой вес и высокая степень надежности. Процесс изготовления: на входной рольганговый путь укладывается первая полка и фиксируется механизмом предварительной сборки. На полку устанавливается стенка в вертикальном положении и фиксируется механизмом предварительной сборки стенки. Производится подача тавра в механизм центрирования и сборки к месту выполнения первой

ДР.22.02.06ПЗ

Лист

3

Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл

«прихватки» основной станины. Включается автоматически режим для зажатия заготовки, подвода горелок и выполняется сборка тавра. На входной рольганговый путь укладывается вторая полка и фиксируется механизмом предварительной сборки. Собранный тавр снимается с выходного рольганга, кантуется и устанавливается на вторую полку и фиксируется механизмом предварительной сборки стенки. Производится подача балки в механизм центрирования и сборки к месту выполнения первой «прихватки» основной станины. Включается автоматически режим для зажатия заготовки подвода горелок и выполняется сборка балки.

Технические характеристики:

- высота балки, мм 150-1500;
- ширина балки, мм 150-800;
- длина балки, мм до 15000;
- толщина стенки, мм 6-32;
- толщина полки, мм 6-40;
- габаритные размеры, мм (ДхШхВ) 12500x1500x1000;
- входной конвейер мм 2600 х 3 шт. (одна рама приводная);
- выходной конвейер мм 2600 х 3 шт. (одна рама приводная);
- масса, кг 6000;
- скорость сборки, м/мин 0,5-2;
- мощность главного привода, кВт 18
- мощность привода рольганга, кВт 1,5;
- давление в пневматической системе, Мпа 0,6;
- сварочный инвертор, А 2x350.

Балки после сборки на прихватках переносят для сварки в кантователи, чтобы обеспечить удобство проведение сварочных работ с обеих сторон двутавровой балки. Вращение грузов кранами – сложная, ответственная операция, выполнение которой поручается наиболее опытным стропальщикам и основана на принудительном смещении центра тяжести груза. Когда центр тяжести выходит за пределы опорной поверхности, груз переворачивается и

ДР.22.02.06ПЗ

Лист  
3

Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Инв. № подл.
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

падает на другую плоскость. В момент опрокидывания груза стропы ослабевают, а затем снова натягиваются, причем в наклонном положении. Это приводит к рывкам, которые невозможно устранить полностью, т. к. скорость падения груза всегда превышает скорость механизмов крана. Кантователи помогают легко и бережно поворачивать без повреждений: крупногабаритные, громоздкие или хрупкие грузы, оборудование с дорогостоящим покрытием и не требуют привлечения большого количества техники и рабочих при проведении работ. В данной работе применим цепной кантователь КЦР-3, рис.2.6.

Кантователь сборно-сварочный КЦР-3 предназначен для установки деталей прямоугольной, квадратной или круглой формы в поперечном сечении (например балки, трубы, колонны, металлоконструкции и т. д. в положение, удобное для выполнения сварочных, сборочных и других работ, требующих ее поворота вокруг горизонтальной оси на любой угол.



Рис.2.6. Кантователь сборно-сварочный КЦР-3.

Таблица 2. 4. Технические характеристики

№	Наименование показателя	Модель
		КЦР-3(цепной)
1.	Габаритные размеры кантуемых изделий, мм.:	
	Квадратных, со стороной	1150
	Диаметр цилиндрических деталей	1600

ДР.22.02.06ПЗ

Лист

3

Лит Изм. № докум. Подп. Дата

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл

	Длина	2000-15000
2.	Грузоподъемность (max), кг	3000
3.	Частота вращения (для колонны 500x500мм), об/мин	0,7
4.	Тип вращательного устройства	Круглозвенная цепь
5.	Питающая сеть (50 Гц),В	3x380
6.	Габаритные размеры одной рамы кантователя, мм.:	
	Длина	1310
	Ширина	2060
	Высота	2800
7.	Масса двух рам кантователя, кг	1000

Для установки ребер жесткости используем *сборочно-сварочную плиту с комплектом УСПС* (УСПС - универсальное сборное приспособление для сборки под сварку).

Подберем станок для правки грибовидности.

*Станок для правки грибовидности СПГ 100 производства "СИТЕК".*

Толщина полки, мм 6-40

Ширина полки, мм 200-800

Мин. высота стенки, мм 160

Скорость правки, м/мин. 17

Габаритные размеры станка (Д×Ш×В), м 3,6x1,2x1,7

Вес, кг 9500

Потребляемая мощность, кВт 24,2

Для торцовки кромок используем *торцефрезерный станок ТФС-2*

ДР.22.02.06ПЗ

Лист

3

Лит Изм. № докум. Подп. Дата

Подп. и дата

Взам. инв. №

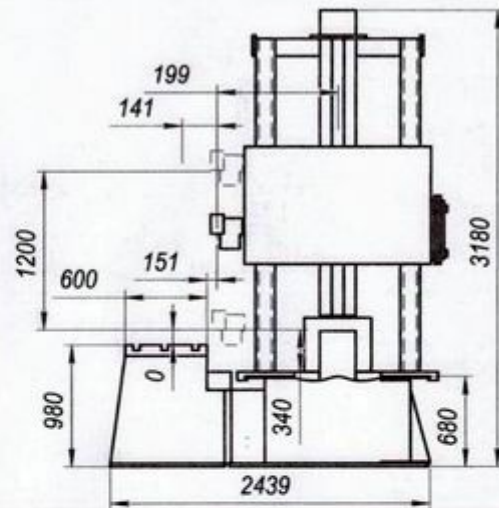
Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.



**Технические характеристики ТФС-2**



**Техническая характеристика ТФС-2**

<b>Диаметр фрезы</b>	200 мм	
<b>Число оборотов шпинделя</b>	259 об/мин	322 об/мин 415 об/мин
<b>Скорости резания</b>	163 м/мин	202 м/мин 250 м/мин
<b>Глубина резания</b>	при вертикальной подаче 4 мм при горизонтальной подаче 6 мм	
<b>Скорость подачи (верт., горизонт.)</b>	205 мм/мин	
<b>Скорость холостого хода</b>	750 мм/мин	
<b>Длина горизонтального перемещения фрезы</b>	3600 мм	
<b>Высота подъема фрезы над столом</b>	от 40 до 1240 мм	
<b>Обрабатываемая площадь</b>	1200x3600 мм	
<b>Выход шпинделя</b>	141 мм	
<b>Электродвигатель шпинделя</b>	А-51-4, N=10 кВт, n=1450 об/мин	
<b>Электродвигатель вертикальной подачи</b>	А-51-4, N=45 кВт, n=1440 об/мин	

Для подъема двутавровой балки используем захват для закрепления и подъема и перемещения двутавровых балок ТГ-ДвБ-5,0, грузоподъемность – 5т, интервал раскрытия – 360мм.



ДР.22.02.06ПЗ

Лист

3

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

Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата

Рис. 2.7. Захват для закрепления, подъема и перемещения двутавровых балок ТГ-ДвБ-5,0.

Сборка поперечных ребер жесткости происходит по разметке на сборочно-сварочную плиту с комплектом УСПС..

## 2.6. Выбор сварочного оборудования

Для дуговой сварки под флюсом весьма широкое применение нашли сварочные автоматы тракторного типа. В табл. 2. приведены технические характеристики наиболее распространенных, серийно выпускаемых одноэлектродных автоматов тракторного типа.

Таблица 2.5. Сварочные тракторы

Технические данные	Тип трактора				
	АДС-1000-2	ТС-17М-У	ТС-35	ТС-32	АДФ-500
Напряжение питающей сети, В	220 или 380	220 или 380	220 или 380	220 или 380	220 или 380
Номинальный сварочный ток (ПВ = 60%), А	1000	1000	1000	1000	500
Пределы регулирования сварочного тока, А	400-1200	400-1200	-	-	-
Диаметр электродной проволоки, мм	3-6	1,6-5	2-6	2-5	1,6-2,5
Скорость подачи электродной проволоки, м/ч	30-120	32-403	30-300	137-284	75-120
Скорость сварки, м/ч	15-70	16-126	12-120	24-50	15-70
Масса электродной проволоки в барабане, кг	12	До 8	10	-	8
Емкость бункера для флюса, дм <sup>3</sup>	12	6,5	6	-	4
Масса трактора без проволоки, кг	62	45	45	77	28
Габариты, мм:					
длина	1010	715	850	765	570
ширина	350	345	365	500	265
высота	660	540	490	550	425

Большое распространение на заводах получили относительно легкие и надежные в эксплуатации универсальные сварочные тракторы ТС-17М-у, АДС-1000-2, ТС-35. Тракторы предназначены для сварки металла под слоем флюса в нижнем положении. Они могут сваривать стыковые швы с разделкой и без разделки кромок, угловые швы наклонными электродами и нахлесточные соединения. В производстве балки используем сварочный автомат ТС-17М-У тракторного типа.

ДР.22.02.06ПЗ

Лист

3

Лит Изм. № докум. Подп. Дата

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № докл.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Сварочный автомат ТС-17М-У тракторного типа предназначен для сварки под флюсом переменным током стыковых соединений с разделкой и без разделки кромок, а также угловых, тавровых и нахлесточных соединений.

Автомат разработан по схеме с постоянной скоростью подачи электродной проволоки, не зависящей от напряжения дуги. Настройка его на заданную скорость подачи проволоки производится сменными зубчатыми колесами механизма подачи.

Автомат состоит из сварочного трактора, шкафа управления и источника питания дуги. Основные технические данные автомата приведены в табл. 2. Общий вид сварочного трактора, состоящего из механизма подачи электродной проволоки и механизма движения трактора (ходового механизма), приводимых в движение асинхронным трехфазным электродвигателем мощностью 0,18 кВт, 36 В, 2800 об/мин, показан на рис. 2.8

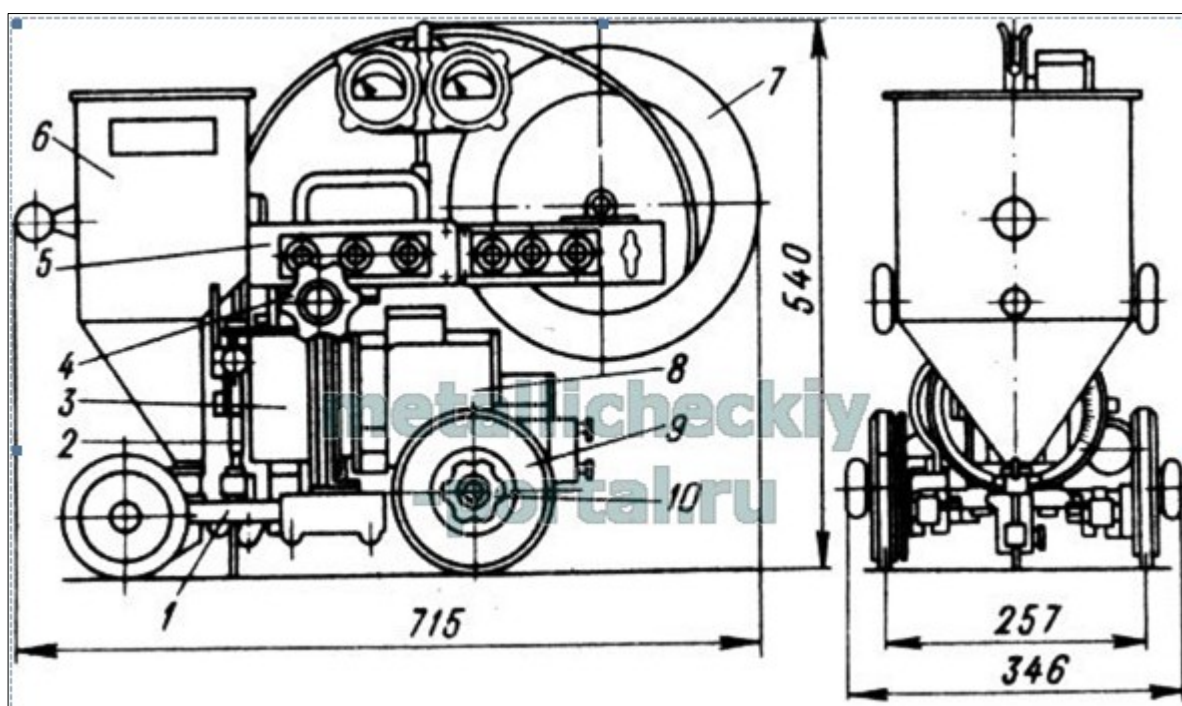


Рис.2.8. Общий вид сварочного трансформатора ТС-17М-У.

Характерной особенностью трактора является наличие только одного общего электродвигателя 8, который приводит в движение механизм подачи электродной проволоки 3 и механизм движения трактора 9. Оба механизма

смонтированы с электродвигателем в один блок, являющийся несущим корпусом трактора, на котором закреплены все остальные механизмы: мундштук 2 для подвода сварочного тока, пульт управления 5, бункер для флюса 6, кассета с электродной проволокой 7.

В процессе сварки трактор передвигается непосредственно по изделию или по легкой направляющей линейке, уложенной на изделии.

Механизм подачи (сварочная головка) электродной проволоки состоит из редуктора с червячными и цилиндрическими зубчатыми передачами и двух роликов, подающих проволоку.

Правильный механизм для выпрямления электродной проволоки состоит из трех роликов, расположенных непосредственно над механизмом подачи. Режим правки регулируется упорным винтом верхнего ролика.

Корректировочный механизм служит для смещения электрода поперек шва и для поперечного наклона мундштука вместе с головкой, кронштейном и катушкой. Кроме того, при сварке по контуру он служит для точной установки электрода в плоскости копира. Корректировочный механизм состоит из червяка, закрепленного на кронштейне, и червячного сектора, неподвижно закрепленного на корпусе электродвигателя. На оба конца червяка насажены маховики 4. При вращении маховика червяк обкатывается по неподвижному сектору и поворачивает всю сварочную головку.

Механизм движения трактора (ходовой механизм) состоит из редуктора с червячными и сменными цилиндрическими зубчатыми передачами, двух ведущих бегунков с резиновыми шинами. Для ручного перекачивания трактора на валу бегунков имеется фрикционная муфта с маховиками 10, при помощи которой вал можно отключать от электропривода.

Переднее шасси 1 трактора состоит из траверсы, закрепленной на корпусе двигателя, и двух выдвижных штанг, на которых закрепляются передние бегунки или копирные ролики. Число передних бегунков и копирных роликов зависит от типа свариваемого соединения и способа его сварки. При сварке стыковых соединений без разделки кромок, а также нахлесточных швов на переднем шасси

ДР.22.02.06ПЗ

Лист

3

Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.

монтируют два одинаковых обрешиненных бегунка. Вылет бегунков впереди электрода зависит от конструкции свариваемого изделия и конфигурации шва. При сварке стыковых соединений с разделкой кромок или с зазором не менее 2 мм на одной штанге закрепляют копир, состоящий из двух стальных роликов, связанных балансиром. Копирные ролики ставят в разделку впереди электрода, и при движении трактора во время сварки копир автоматически направляет дугу по шву. На другой штанге переднего шасси рекомендуется поставить нормальный обрешиненный бегунок. Штангу надо установить на минимальном вылете. При сварке бегунок не должен касаться изделия. В конце шва при выходе копира из разделки при доводке шва трактор должен опираться на этот бегунок.

При сварке угловых швов "в лодочку" на переднем шасси монтируют только один копир, закрепленный на специальной штанге. Во время сварки он катится по углу свариваемого изделия впереди мундштука и направляет дугу по шву. Для того чтобы трактор не сползал по изделию вниз, сзади, на корпусе ходового механизма, ставится штанга с упорным роликом.

При сварке угловых швов наклонным электродом переднее шасси монтируют из двух штанг с нормальными обрешиненными бегунками. В отверстия бегунков и сзади, на корпусе ходового механизма, закрепляют штанги с упорными роликами.

Бункер для флюса имеет сменный патрубок. Перемещением патрубка по высоте регулируется толщина слоя флюса. На патрубке закреплена игла - указатель, при помощи которой оператор контролирует направление дуги по шву.

В аппаратном шкафу автомата размешены: двухполюсный контактор, включающий и выключающий сварочную цепь; трансформатор для питания цепей управления; трансформатор тока к амперметру;

Из универсальных сварочных тракторов этот трактор получил наибольшее распространение в промышленности. Достоинством его является простота схемы и конструкции, компактность, малая масса, большая надежность в эксплуатации,

ДР.22.02.06ПЗ

Лист

3

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Лит Изм. № докум. Подп. Дата

удобство сварки угловых швов в лодочку и наклонным электродом. Трактор особенно удобен серийном производстве, где нет необходимости в частой перестройке.

Итак, для автоматической дуговой сварки под флюсом используем сварочное оборудование, приведенное в таблице 2.5.

Таблица 2.5. Сварочное оборудование

Вид сварки	Источники питания		Аппараты для сварки	
	Наименование, тип	Ток $I_{св}, А$	Наименование, тип	Основные характеристики
Автоматическая дуговая под флюсом	Сварочный трансформатор ТСД – 1000	400 – 1200	Сварочный автомат ТС – 17МУ	$d_s=1,6 – 5\text{мм}$ $I_{св}$ до 1000А $V_{np}=50 – 403\text{м/ч}$ $V_{ce}=16 – 126\text{м/ч}$

## 2.7. Контроль сварных соединений

При изготовлении металлоконструкций работники технического контроля, производят проверку собранных и сваренных узлов и конструкций [16].

Для проверки качества изготовления подкрановой балки выбираем следующие методы контроля сварных соединений: визуальный контроль и рентгенографический контроль.

Визуальный контроль.

*Контроль качества сборки*

При осуществлении технического контроля проверяют следующее:

- основные размеры узлов или полностью собранного изделия по чертежу;
- стыковые и угловые соединения элементов в узлах и конструкциях. При этом по техническим условиям, нормам и чертежу выдерживают допуски на зазоры, углы скоса и притупление кромок;

ДР.22.02.06ПЗ

Лист

3

Лит Изм. № докум. Подп. Дата

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № докл.

Подп. и дата

Инв. № подл.





Визуально измерительный контроль производится с помощью лупы 4-х-10-ти кратного увеличения и измерительных инструментов: шаблонов и катетометров.



Рис 2. 9 Набор катетометров сварщика кмс-3-16.

Измерительный контроль является более совершенным, т.к. осуществляется с помощью разнообразных технических средств контроля.

Проверка размеров разделки кромок производится специальными шаблонами, а исправление – при помощи повторной или дополнительной механической обработки.

Контроль размеров зазоров производится специальными шаблонами – щупами.

Предлагаю проверять с помощью визуального контроля 100% длины швов.

#### *Рентгенографический контроль*

Предлагаю проверять рентгенографическим контролем – 20% суммы длины швов. Рентгеновские лучи проникают сквозь металл и понижают свою интенсивность вследствие поглощения их металлом. Лучи ослабляются сильнее в тех случаях, когда они встречают на своём пути более плотный металл. Имеющиеся в сварном шве шлаковые включения, газовые поры, трещины или другие дефекты будут в большей степени пропускать рентгеновские лучи, чем плотный металл шва. Рентгеновские лучи оказывают такое же действие на рентгеновскую плёнку, как и световые, лучи. При рентгеновском просвечивании сварного шва в местах его пороков на негативе получаются более темные пятна

ДР.22.02.06ПЗ

Лист

3

Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл



и полосы, имеющие форму порока, вследствие более интенсивного прохождения лучей через эти дефектные места. На снимках дефектные места видны в виде светлых пятен и полос такой же формы.

Рентгеновское просвечивание стальных элементов целесообразно производить при толщине детали до 100 мм.

По каждому рентгеновскому снимку составляется длина просвеченного участка шва в мм, характер дефектов, их размеры в мм, и количество дефектов на этом участке.

По характеру распределения дефекты объединяются в следующие группы (ГОСТ 7512-82):

Группа А – отдельные дефекты

Группа Б – цепочка дефектов

Группа В-скопление дефектов

Оценка качества шва по рентгеновским снимкам устанавливается путём сравнения с другими снимками, принятыми за эталоны для данного типа конструкции.

Она состоит из следующих операций:

– разметка изделия для выделения участков сварных швов подлежащих просвечиванию;

– выбор режима просвечивания/по таблицам и графикам;

– установка рентгеновской трубки и кассеты с пленкой;

– облучение шва;

– фотообработка пленки;

– определение качества снимка по чувствительности, вычисляемой с помощью эталонов;

– оценки качества шва.

Кассеты для рентгено съемки изготавливают из черной бумаги, резины, алюминия или других материалов, непроницаемых для обычных световых лучей, и имеют наиболее ходовой размер 300x80 мм.

ДР.22.02.06ПЗ

Лист

3

Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.

В зависимости от толщины контролируемого металла применяется один из четырех типов эталонов, регламентируемых ГОСТ 7512-82 и представляющих собой пластинки из того же материала, что и просвечиваемое изделие, с канавками разной глубины.

Сварные соединения следует просвечивать по схеме (рис. 2), рекомендуемой ГОСТ 7512–82.

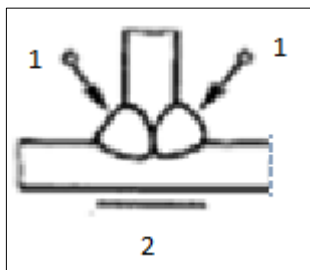


Рис.2.10. Схема просвечивания таврового соединения. 1 – источник излучения; 2 – кассета с радиографической пленкой.

## 2.8. Разработка маршрутной технологии сборки и сварки

Маршрутная карта оформляется в соответствии с ГОСТ 3.1118-82 и применяется при разработке технологических процессов изготовления или ремонта изделий в основном и вспомогательном производствах. Маршрутная карта (МК) является составной и неотъемлемой частью комплекта технологических документов. Формы МК являются унифицированными, и их следует применять независимо от типа и характера производства и степени детализации описания технологических процессов.

При маршрутном и маршрутно-операционном описании технологического процесса МК является одним из основных документов, в котором описывается весь процесс в технологической последовательности выполнения операций.

При операционном описании технологического процесса МК выполняет роль сводного документа, в котором указывается адресная информация (номер цеха, участка, рабочего места, операции), наименование операции, перечень документов, применяемых при выполнении операции, технологическое оборудование и трудозатраты.

ДР.22.02.06ПЗ

Лист

3

Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Оформление форм, бланков и документов осуществляется по ГОСТ 3.1130-93.

Обе операции – сборка и сварка – излагаются подробно в одном документе, чередуясь в том порядке, какой требуется для изготовления изделия.

Схема сборки и сварки двутавровой балки представлена на рис.2.10

Рисунок 2.10. Схема сборки и сварки двутавровой балки.

Маршрутная технология сборки и сварки двутавровой балки включает в себя следующие операции (таблица 2.6).

Таблица 2.6. Операции сборки и сварки двутавровой балки (рис.1.1)

№ операции	Наименование операции Содержание перехода
1	2
005	Подготовка
	1) Скомплектовать детали согласно чертежу и спецификации;
	2) Проверить геометрические размеры заготовок по чертежу;
	3) Зачистить места соединений под сварку до чистого металла на ширину 20 мм.
010	Узел 1 Сборка
	1) Установить на опорную балку стенку поз. 4
	2) Установить верхнюю полку поз. 1 и нижнюю полку поз. 2 – вдоль балок на опорные винты
	3) Поджать стенку поз. 4, верхнюю полку поз. 1 и нижнюю полку поз. 2 пневмоприжимами
	4) Прихватить полуавтоматической сваркой в среде углекислого газа стенку поз. 3

ДР.22.02.06ПЗ

Лист

3

Лит Изм. № докум. Подп. Дата

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.

	с верхней полкой поз. 1 и нижней полкой поз. 2 тавровыми двусторонними швами, $L_{пр.} = 50-60$ мм, количество - 2.
	5) Включить портал, передвинуть к месту следующей прихватки, на шаг прихватки 350-400 мм
	6) Прихватить полуавтоматической сваркой в среде углекислого газа стенку поз. 4 с верхней полкой поз. 1 и нижней полкой поз. 2 тавровыми двусторонними швами, $L_{пр.} = 50-60$ мм, количество -2.
	7) Повторить переходы 5,6 – 19 раз.
	8) Отвести портал;
	9). Отжечь прижимы;
	10). Проверить качество сборки внешним осмотром;
	11) Сдать ОТК – ВИК-100%.
	12). Передать на сварку
015	Узел 1 Сварка
	1) Установить узел 1 на цепной кантователь прихватками вниз;
	2) Сварить автоматической сваркой под флюсом в нижнем положении угловые швы тавровых соединений ТЗ-Д6 без разделки кромок однопроходным швом.
	3) Кантовать узел на 180°;
	4) Повторить переход 3.
	5). Проверить качество сварки внешним осмотром;
	6) Сдать ОТК – ВИК-100% и 20% сварных швов контролировать рентгенографическим способом.
	7). Передать на сборку
020	Узел 2. Сборка
	1). Установить узел 1 на сборочно-сварочную плиту;
	2). Разметить под установку ребер жесткости поз. 3 – 6 шт. стенку поз. 4, верхнюю полку поз. 1 и нижнюю полку поз.2.
	3). Пристыковать ребро жесткости поз. 3 по разметке к стенке поз. 3, верхней полке поз. 1 и нижней полке с помощью угольника поверочного;
	4). Прихватить полуавтоматической сваркой в среде углекислого газа ребро поз. 3 со стенкой поз. 4, верхней полкой поз.1 и нижней полкой поз. 2 тавровыми двусторонними швами ТЗ- Д6, $L_{пр.} = 20-30$ мм, по две на стык стенки с ребром и по одной на стыки верхней полкой поз.1 и нижней полкой поз. 2 с ребром, общее количество прихваток – 8.

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл

ДР.22.02.06ПЗ

Лист

3

Лит Изм. № докум. Подп. Дата

	5) Повторить переходы 3,4 – 6 раз.
	6) Проверить качество сборки внешним осмотром;
	7) Зачистить сварные швы и околошовную зону от брызг после сварки;
	8) Проверить качество сборки внешним осмотром;
	9) Сдать ОТК – ВИК-100%.
025	Узел 2. Сварка
	1) Сварить полуавтоматической сваркой в среде углекислого газа ребра жесткости поз. 3 к стенке поз. 4 с верхней полкой поз.1 и нижней полкой поз. 2 тавровым однопроходным швом ТЗ-Δ6
	3) Сдать ОТК – ВИК-100%.; рентгенографический контроль – 20% суммарной длины швов
030	Правка грибовидности
035	Фрезерование торцов балки.

Заполненная маршрутная карта на технологический процесс сборки и сварки двутавровой балки размещена в приложении 1.

Подп. и дата						Лит				
	Взам. инв. №						Изм.			
		Инв. № дубл.						№ докум.		
									Подп.	
Подп. и дата						Дата				
Инв. № подл	ДР.22.02.06ПЗ					Лист				
						3				

### 3. Расчетная часть

#### 3.1. Нормирование сварных работ

*Нормирование сборочных работ*

Операция 010. Сборка Узел1

Нормирование произведем по укрупненным нормативам [14].

$$t_{шт.сб} = \left( t_{уст} \cdot n_{поз} + t_{фикс} \cdot n_{поз} + \frac{L_{шв} \cdot t_{прихв}}{l_{шаг}} + t_{кант} \cdot n_{кант} + t_{п.св} \cdot n_{п.св} + t_{всп} \right) \cdot K_1,$$

Подберем нормы штучного времени по таблицам.

где  $t_{уст}$  - время на установку одной позиции,  $t_{уст} = 1,5-2$  мин;

$n_{поз}$  - число позиций, из которых собирается узел;

$t_{фикс}$  - время на фиксацию одной позиции,  $t_{фикс} = 1,0-1,5$  мин;

$n_{фикс}$  - число фиксаций на собираемый узел,  $n_{фикс} = 2$ ;

$L_{шв}$  - суммарная длина швов собираемого узла, м;

$t_{прихв}$  - время на одну прихватку,  $t_{прихв} = 0,5$  мин;

$l_{шаг}$  - шаг прихваток,  $l_{шаг} = 0,5$  м;

$t_{кант}$  - время на один полный поворот при кантовке изделия,

$t_{кант} = 0$  мин;

$n_{кант}$  - число кантовок на узел;

$t_{п.св}$  - время на один переход сварщика в процессе сборки узла,

$t_{п.св} = 0,1$  мин;

$n_{п.св}$  - число переходов сварщика,  $n_{п.св} = L_{шв} / 2l_{шаг}$  ;

$t_{всп}$  - вспомогательное время,  $t_{всп} = 2,5$  мин/изд;

$$t_{шт.сб} = \left( 1,75 \cdot 3 + 1,5 \cdot 2 + \frac{48 \cdot 0,5}{0,5} + 0 + 0,1 \cdot \frac{48}{2 \cdot 0,5} + 2,5 \right) \cdot 1,13 = 70 \text{ мин} = 1,2 \text{ час}$$

для

двутавра.

ДР.22.02.06ПЗ

Лист

3

Лит Изм. № докум. Подп. Дата

Операция 015. Сварка Узел1

Используем расчетно-аналитический метод [1].

Расчет штучного времени автоматической сварки производится по формуле, мин:

$$T_{шт} = [(T_o + T_{вн})l_{ш} + T_{ви}] K_1$$

где  $T_o$  – основное время,  $T_{вн}$  – вспомогательное время, зависящее от длины шва, мин/пог. м,  $T_{ви}$  – вспомогательное время, связанное с изделием и работой оборудования, мин,  $K_1$  – коэффициент, учитывающий затраты времени на обслуживание рабочего места, отдых и на естественные надобности сварщика, по таблице 89 [1]  $K_1 = 1,12$ .

Рассчитаем норму штучного времени на сварку узла 1.

Основное время сварки одного погонного метра однопроходного шва определяется по формулам, мин, автоматической сварки:

$$T_o = \frac{60F\gamma}{I_{св} \alpha_n}$$

$$T_o = \frac{60 \cdot 24,3 \cdot 7,8}{502 \cdot 12} = 1,89 \text{ мин}$$

$T_{вн}$  рассчитываем по таблице 85 [1]:

- зачистка и осмотр свариваемых кромок (без скоса) – 0,30 мин/пог.м;
- корректировка электрода относительно оси шва с перемещением автомата вручную – 0,15 мин/пог.м;
- возврат сварочного трактора в исходное положение – 0,10 мин/пог.м;
- сбор флюса со шва и сыпка его в бункер – 0,40 мин/пог.м;
- очистка шва от шлака и промер шва – 0,40 мин/пог.м.

$$T_{вн} = 0,30 + 0,15 + 0,10 + 0,40 + 0,40 = 1,35 \text{ мин/пог.м.}$$

$T_{ви}$  рассчитывается по таблице 87 [1]:

- время на установку изделия – 4,7 мин;
- время на поворот кантователем – 0,35 мин;
- время на снятие – 3,1 мин;
- время установку трактора – 2,7 мин;

ДР.22.02.06ПЗ

Лист

3

- время на установку головки трактора – 1,0 мин;
- время на засыпку флюса в бункер, установку электродной проволоки, опускание проволоки – 1,6 мин.

$$T_{ви} = 4,7 + 0,35 + 3,1 + 2,7 + 1,0 + 1,6 = 11,85 \text{ мин.}$$

$$\text{Длина шва } l_{ш} = 12 \cdot 4 = 48 \text{ м.}$$

Тогда

$$T_{ш} = [(1,89 + 1,35)48 + 11,85] \cdot 1,12 = 187,5 \text{ мин} = 3,13 \text{ час.}$$

Операция 020. Сборка Узел 2.

Производим нормирование по укрупненным нормативам [14].

$$T_{п.з} = 10 \text{ мин.} = 0,17 \text{ час}$$

$$T_{ш} = (1,93 + 0,08) \cdot 1,1 = 2,01 \cdot 1,1 = 2,22 \text{ час}$$

$$T_{шк.} = 2,22 + 0,17 = 2,39 \text{ час}$$

Операция 025. Сварка Узел 2.

Применим укрупненные нормативы времени [13].

$$T_{ш} = [(T_o + t_{в.ш}) \cdot L_{ш} + t_{в.и}] \cdot K_2, \text{ мин}$$

Подберем нормы штучного времени по таблицам.

$$T_o = 5,7 \text{ мин.}$$

$$t_{в.ш} = t_3 + t_k + t_{пер.}$$

$$t_{в.ш} = 0,3 + 0,4 + 0,15 = 0,85 \text{ мин}$$

$$L_{ш1} = 1995 \text{ мм} = 19,95 \text{ м.}$$

$$t_{ви} = t_y + t_{сн} + t_{кант} + t_{вкл\ уст} + t_{кл} + t_{пер} + t_{уг}$$

$$t_{ви} = 3,8 + 3,7 \cdot 3 + 2,4 + 5,0 + 0,1 \cdot 14 \cdot 2 + 0,1 \cdot 14 \cdot 2 + 0,1 \cdot 14 \cdot 2 + 0,1 \cdot 4 + 0,2 \cdot 14 \cdot 2 + 0,2 \cdot 4 + 0,1 \cdot 3 = 48,6 \text{ мин}$$

$$K_2 = 1,12$$

$$T_{ш} = [(5,7 + 0,85) \cdot 19,95 + 48,6] \cdot 1,12 = 215,14 \text{ мин} = 3,59 \text{ час.}$$

Общее время сборки – 1,17 + 3,39 = 4,56 час.

Общее время сварки – 3,13 + 3,59 = 6,72 час.

### 3.2. Расчет потребности материалов

ДР.22.02.06ПЗ

Лист

3

Лит Изм. № докум. Подп. Дата

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.



### Определение расхода сварочной проволоки

$$H_{\text{св. пр.}} = H_{\text{сварки}} + H_{\text{прихватки}}$$

Расход сварочной проволоки на сварку:

$$H_{\text{сварка}} = M_{\text{нм}} \cdot k_{\text{н}}$$

где  $k_{\text{н}} = 1,03$  - коэффициент, учитывающий неизбежные потери при наладке автомата - возможные обрывы в процессе работы и неиспользованные концы проволоки в бухте;  $M_{\text{нм}}$  - масса наплавленного металла.

$$M_{\text{нм}} = F_{\text{н}} \cdot \gamma \cdot L_{\text{ш}} \cdot 0,001$$

$$M_{\text{нм}} = 24,3 \cdot 7,85 \cdot 48 \cdot 0,001 = 9,16 \text{ кг}$$

$$H_{\text{сварка}} = 9,16 \cdot 1,03 = 9,43 \text{ кг.}$$

Норма расхода сварочных материалов на все виды прихваточных работ при толщине металла свыше 12мм – 12% от норм расхода на сварку

$$H_{\text{прихватки}} = 0,12 \cdot H_{\text{сварка}} = 0,12 \cdot 9,43 = 1,13 \text{ кг.}$$

Расход сварочной проволоки

$$H_{\text{св. пр.}} = 9,43 + 1,13 = 10,56 \text{ кг.}$$

### Определение расхода флюса.

При определении расхода флюса учитывают образование шлаковой корки, неизбежные потери флюса в процессе сварки. Практически расход флюса можно принять равным расходу электродной проволоки с коэффициентом  $K = 1,13$ .

$$H_{\text{ф}} = K \cdot H_{\text{св. пр.}}$$

$$H_{\text{ф}} = 1,13 \cdot 10,56 = 11,93 \text{ кг.}$$

### 3.3. Расчет потребности энергии

Если известна масса наплавленного металла  $M_{\text{нм}}$ , то расход электроэнергии  $W$  (кВт·ч) можно вычислить из удельного расхода электроэнергии по формуле:

$$W = \rho_{\text{э}} \cdot M_{\text{нм}},$$

где  $W$  - расход электроэнергии, кВт·ч;

ДР.22.02.06ПЗ

Лист

3

Лит Изм. № докум. Подп. Дата

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

$M_{\text{нм}}$  - масса наплавленного металла, кг;

$\rho_3$  - удельный расход электроэнергии на 1 кг наплавленного металла, кВт·ч/кг. Для автоматической сварки под флюсом  $\rho_3 = 2,8 - 3,3$  кВт·ч/кг.

$$W = 3,0 \cdot 9,16 = 27,48 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$$

#### 4. Организационная часть

##### 4.1. Разработка плана участка

Сборочно-сварочный участок должен быть оснащён необходимым технологическим оборудованием для производства работ по сборке и сварке. Цех должен быть обеспечен средствами пожаротушения, технической водой, электроэнергией для работы кранов, механизмов, сварочного и другого оборудования, а также для освещения.

Общие требования при проектировании сборочно-сварочных участков.

Проектирование сборочно-сварочных участков (цехов) должно удовлетворять общим требованиям, предъявляемым к машиностроительным предприятиям.

К ним относятся:

1. Размеры участка (ширина пролёта, высота и длина) должны соответствовать нормам проектирования.

2. Компоновка оборудования и оснастка рабочих и складочных мест должна удовлетворять требованиям наибольшей нагрузки.

3. Не должно возникать возвратных перемещений деталей.

4. Согласно нормам проектирования объём участка (цеха) должен быть не менее  $15 \text{ м}^3$  на человека.

5. Проект должен удовлетворять ГОСТам, ЕСКД и нормам проектирования.

6. Согласно ГОСТ 2.428-84 на планировке технологическое оборудование должно быть:

- габаритные контуры оборудования в положении покоя, обозначаются толстой сплошной серой линией;

ДР.22.02.06ПЗ

Лист

3

Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.

- контуры подвижных частей оборудования, обозначаются тонкой штрих пунктирной линией;
- должны быть обозначены осевые линии;
- место обслуживающего персонала [15].

#### 4.1.1. Расчет ширины и длины пролета проектируемого участка

При проектировании сборочно-сварного участка планировку оборудования, оснастки, складочных и рабочих мест выполняют рядами. На практике наиболее рациональным является двухрядное расположение оборудования и рабочих мест.

Применим двухрядное расположение оборудования и рабочих мест. Считаем, что на сварочно-сборочный участок поступают заготовки, нарезанные на полосы, прошедшие операции очистки, правки, сварки в стык до необходимой длины.

Для предложенного расположения рабочих и складочных мест ( см. графическую часть) ширину пролета можно рассчитать по формуле:

$$(b_{\text{пр}})_{\text{min}} = 2(b_1 + b_m) + b_p$$

$b_1$  – расстояние от тыльной стороны рабочего места до оси продольного ряда колонны или стены здания цеха (обычно  $b_1 = 1-2\text{м}$ ). Принимаем  $b_1 = 1\text{м}$ .

Ширина рабочего места ( $b_m$ ) в сборочно-сварочном отделении обусловлена шириной сборочно-сварочного устройства, а так же шириной проходов, которые необходимы для перемещения рабочих в процессе выполнения работ на данном рабочем месте.

$$b_m = b_{\text{об}} + b_{\text{св}},$$

где  $b_{\text{об}}$  – ширина оборудования, в данном случае ширина сборочно-сварочного стана СБ 101,  $b_{\text{об}} = 3,4\text{м}$ ;

$b_{\text{св}}$  – ширина проходов для сварщика,  $b_{\text{св}}=1\text{ м}$ .

$$b_m = 3,4 + 1 = 4,4\text{м};$$

ДР.22.02.06ПЗ

Лист

3

$b_n$  – ширина проезда между двумя линиями рабочих мест (обычно  $b_n = 3-4$  м, что достаточно для проезда двух электрокар.). Принимаем  $b_n = 4$  м.

$$b_{пр} = 2(1 + 4,4) + 4 = 14,8 \text{ м.}$$

Для цехов машиностроительных заводов установлены унифицированные типовые секции, основной из которых является секция (для продольных пролетов) размерами с сеткой колонн  $24 \times 12$  м и  $18 \times 12$  м, где 12 м – расстояние между осями соседних колонн, а 18 и 24 м – ширина пролетов.

Исходя из рассчитанной ширины пролета, для проектируемого участка выбираем ближайшую ширину пролета равную 18 м.

При планировке участка необходимо строго соблюдать нормы технологического проектирования, согласно которым расстояние между колоннами принимается равным 12 м (реже 6 м), а ширина пролета равна 18, 24-30 м.

При проектировании участка необходимо обеспечивать прямолинейность технологического процесса, отсутствие возвратных перемещений заготовок изделий, осуществлять наиболее полную загрузку оборудования и подъемно-транспортных устройств и их рациональное размещение [2].

#### 4.1.2. Расчет высоты пролета проектируемого участка

Высота пролета сборочно-сварочного проектируемого участка обусловлена размерами подлежащей изготовлению в нем сборочных единиц или конструкции в целом, габаритными размерами запроектированного к установке оборудования большой высоты и предусмотренным применением либо отказом от применения верхнего транспорта.

Согласно технологии изготовления изделия в сборочно-сварочном отделении запроектировано применение верхнего транспорта в виде мостового крана.

ДР.22.02.06ПЗ

Лист

3

Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Рис.4.1. Поперечное сечение пролета участка.

Высота пролета проектируемого сборочно-сварочного участка выбирается, исходя из подлежащих изготовлению в них изделий, габаритными размерами применяемого оборудования и наличием или отсутствием использования верхнего транспорта (мостовых кранов, кран-балок, подвесных тележек и так далее). Разрез цеха приведен нарис.4.1.

При наличии верхнего транспорта высота пролета для сборочно-сварочного участка рассчитывается следующим образом:

$$H_p \geq h_1 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6 ;$$

$$H_n \geq H_p + h_7 + h_8 ,$$

где  $H_p$ - высота пролета участка от пола до головки рельса подкранового пути;

$H_n$ - высота пролета участка от пола до низа перекрытия;

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

Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата

$h_1$  – наибольшая высота применяемого оборудования, в данном случае это высота сборочного стана СБ 101,  $h_1=4,9$  м;

$h_3$  – расстояние от уровня поверхности головки рельса до наиболее низкой точки подъемного крюка в его наиболее высоком положении, принимаем  $h_3=1$  м;

$h_4$  – расстояние между наиболее низкой точкой крюка крана и наиболее высокой точкой транспортируемого груза, принимают равным 0,5 ширины балки, но не менее 1 м. Принимаем  $h_4=1,0$  м;

$h_5$  – наибольшая высота груза,  $h_5=0,3$  м;

$h_6$  – расстояние между наиболее низкой точкой поднятых грузов и самим высоким оборудованием,  $h_6=0,8$  м;

$h_7$  – расстояние от уровня поверхности головки рельса подкранового пути до высшей точки оборудования тележки мостового крана,

$h_7=1,3$  м;

$h_8$  – место для размещения в пролете светильного освещения цеха,  $h_8=1,2$  м.

$$H_p = 4,9 + 1 + 0,3 + 1,3 + 0,8 = 8,3 \text{ м}$$

Ближайшая стандартная величина высоты пролета цеха от пола до уровня головки подкрановых путей  $H_{п} = 9,65$  м. ГОСТ 23837-79.

$$H_3 = 9,65 + 1,3 + 1,2 = 12,15 \text{ м}$$

Ближайшая стандартная величина высоты пролета цеха от пола до нижнего уровня затяжки стропил перекрытия  $H_3 = 12,6$  м.

Поперечное сечение пролета сборочно-сварочного участка показано в графической части проекта [2].

## 4.2. Организация контроля

Контроль качества изготовления сварных конструкций осуществляется на всех стадиях работ инженерно-техническими работниками ОТК.

ДР.22.02.06ПЗ

Лист

3

Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Ответственность за качество изготовленных конструкций на всех этапах работ несут исполнители, руководители данного вида работ и работниками технического надзора. Производственный контроль качества осуществляется под руководством главного инженера завода.

Согласно СТП 012-2000 при изготовлении мостовых конструкций выделяют следующие виды контроля качества:

-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.

*Входной контроль охватывает:*

-проверку полноты проектно-технической документации и ее составления требованиям норм;

-контроль качества поступающих в производство основных, сварочных и окрасочных материалов;

-проверку состояния оборудования;

-проверку режимов сварки и механических характеристик сварных соединений;

-проверку квалификации электросварщиков, газосварщиков, дефектоскопистов.

*Пооперационный контроль*

Одной из форм хорошей организации технического контроля является пооперационный контроль сборки и сварки узлов. Контроль, производимый после выполнения отдельных операций при изготовлении изделия, выявляет дефекты по этим операциям, указываем причины и способы их устранения, и таким образом, исключаем возможность появления брака.

При операционном контроле проверяют соблюдение технологии изготовления деталей и элементов, режимов резки и сварки, чистоту и точность

ДР.22.02.06ПЗ

Лист

3

Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.

обработки деталей, подготовку и соответствие применяемых сварочных материалов заданной технологии сварки.

*Приемочный контроль*

Все швы сварных соединений подвергают видам контроля в объемах, предусмотренных таблицей 4.1.

Таблица 4.1. Методы и объемы контроля сварных соединений.

Методы контроля	Контролируемые швы сварных соединений	Объемы контроля
Визуально-измерительный контроль	Швы стыковых, угловых, тавровых, нахлесточных соединений всех элементов.	100 % длины швов
Ультразвуковая дефектоскопия	Швы стыковых и тавровых соединений со сплошным проплавлением по чертежам	100 % длины швов
Рентгенографический контроль	Швы стыковых соединений	Участки швов, результаты проверки которых УЗД требует уточнения
Металлографические исследования микрошлифов	Стыковые швы соединений в растянутых или в растянуто – сжатых поясах	Каждый третий стыковой шов по указанию контролирующей организации

Перед ультразвуковым контролем, выполняемым дефектоскопистами, проводится повторный внешний осмотр сварного соединения для оценки качества шва.

Ультразвуковой контроль сварных соединений проводится звеном из двух дефектоскопистов. Швы, проверенные каждым звеном, подвергаются выборочному инспекционному ультразвуковому контролю в объеме 5 %, но не менее одного соединения. Ультразвуковой контроль швов осуществляют в соответствии с инструкцией по ультразвуковой дефектоскопии швов сварных соединений в пролетных строениях мостов.

ДР.22.02.06ПЗ

Лист  
3

Лит Изм. № докум. Подп. Дата

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл



На проектируемом участке будем использовать визуально-измерительный контроль – 100% длины швов и рентгенографический контроль – 20% длины швов.

Подп. и дата						
Взам. инв. №						
Инв. № дубл.						
Подп. и дата						
Инв. № подл.						
Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата	ДР.22.02.06ПЗ	Лист 3

## 5. Экономическая часть

### 5.1 Расчет статей плановой себестоимости изготовления изделия

Таблица 5.1. Плановая калькуляция себестоимости выпуска продукции [9]

Наименование статей	Сумма, %
1	2
Основные и вспомогательные материалы, комплектующие	Согласно технологическому процессу
Основная заработная плата	
Дополнительная заработная плата	40% от п.2
Отчисления единого социального налога	26% от п.2 + п.3
Цеховые расходы, ВСЕГО:	133% от п.2
Амортизация и текущий ремонт зданий	41% от п.5
Эксплуатация здания (отопление, вода, освещение)	37% от п.5
Заработная плата АУП	20% от п.5
Прочие расходы	2% от п.5
Ремонт, содержание и эксплуатация оборудования, ВСЕГО:	112% от п.2

Продолжение таблицы 7

1	2
Амортизация оборудования	61% от п.6

ДР.22.02.06ПЗ

Лист

3

Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Эксплуатация оборудования (сил. электроэнергии, текущий ремонт)	30,5% от п.6
Износ режущего и мерительного инструмента, приспособления	8% от п.6
Прочие расходы (вспомогательный материал)	0,5 от п.6
Общие расходы УПМ (охрана труда, экология и т. п.)	5% от п.6
Себестоимость выпуска продукции (работ) в УПМ	Сумма п.1-п.7
Внепроизводственные расходы	1% от п.2
Общая себестоимость	Сумма п.8, п.9
Плановая прибыль	26% от п.10
Оптовая цена	п.10 + п.11
НДС	18% от п.12
Отпускная цена	п.12 + п.13

### 5.1.1 Расчет затрат на основные материалы

Основной материал подкрановой балки – сталь марки 10ХСНД, стоимость проката 52000руб/т. Вес изделия 3,37т.

$$C_{o.m.} = 3,37 \cdot 55000 = 185369 \text{руб}$$

### 5.1.2 Расчет затрат на сварочные материалы

ДР.22.02.06ПЗ

Лист

3

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Лит Изм. № докум. Подп. Дата

Стоимость сварочной проволоки Св-08ГА Ø4 мм составляет 49руб/кг, расход проволоки на изделие 10,56кг.

Стоимость проволоки на изделие

$$C_{\text{пр}} = 49 \cdot 10,56 = 517,44 \text{руб}$$

Стоимость флюса АН-348А составляет 61руб/кг, расход флюса на изделие 11,93кг.

Стоимость флюса на изделие

$$C_{\text{ф}} = 61 \cdot 11,93 = 727,73 \text{руб.}$$

Стоимость сварочных материалов

$$C_{\text{св.м.}} = C_{\text{пр}} + C_{\text{ф}} = 517,44 + 727,73 = 1245,17 \text{руб.}$$

### 5.1.3 Расчёт фонда основной заработной платы рабочих

Для выполнения требуемого изделия необходим следующий перечень операций:

- правка;
- разметка;
- плазменная резка;
- сборка узла 1
- сварка узла 1
- сборка узла 2
- сварка узла 2

Сборка всех узлов осуществляется сборщиком третьего разряда.

Сварка всех узлов осуществляется сварщиком четвертого разряда.

Для того чтобы рассчитать основную заработную плату рабочих необходимо рассчитать сдельные расценки на выполнение операций согласно технологическому процессу. Сдельные расценки есть произведение часовых тарифных ставок на норму времени, затраченную на выполнение той или иной работы.

ДР.22.02.06ПЗ

Лист

3

Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

Время сборки Узла1 – 1,7час.

Время сборки Узла2 – 2,39час.

Время сварки Узла1 – 3,13час.

Время сборки Узла2 –3,59.

Общее время сборки – 3,53 час.

Общее время сварки – 9,53 час.

Заработная плата рассчитывается на основании тарифных ставок,  
приведенных в таблице 11

Таблица5.2. Рабочие тарифные ставки

Вид работ	Тарифные ставки за 1 норма/час (руб.)				
	Разряды квалификационные				
	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6
Слесарные работы	30,1	40,5	60,7	70	80
Станочные работы	30,5	40,2	55,5	67,9	73,2
Сборочные работы	30,1	40,5	65,9	80	90
Сварочные работы	30,1	40,5	65,9	80	90
Электромонтажные работы	27,4	39,1	52,8	66,4	71,6
Работа по наладке технологического оборудования	28,6	31,2	55,1	69	74,1

Слесарные, станочные и сборочные операции выполняют рабочие 3-его разряда, сварочные – 4-ого разряда.

Рассчитаем сдельные расценки по всем позициям

$$C_{с.р.} = C_{чтс} \cdot t, \text{ руб}$$

Правка

ДР.22.02.06ПЗ

Лист

3

Лит Изм. № докум. Подп. Дата

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл

$$C_{с.р. \text{ прав.}} = 55,5 \cdot 1,45 = 88,02 \text{ руб.}$$

Разметка

$$C_{с.р. \text{ разм.}} = 60,7 \cdot 0,17 = 10,32 \text{ руб.}$$

Плазменная резка:

$$C_{с.р. \text{ плазм.}} = 65,9 \cdot 6,53 = 436,92 \text{ руб.}$$

Сборка узла 1

$$C_{сб.1} = 65,9 \cdot 1,17 = 71,02 \text{ руб.}$$

Сборка узла 2

$$C_{сб.2} = 65,9 \cdot 2,39 = 157,50 \text{ руб.}$$

Сварка узла 1

$$C_{св.1} = 80 \cdot 3,13 = 250,4 \text{ руб.}$$

Сварка узла 2

$$C_{св.2} = 80 \cdot 3,59 = 287,2 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата рабочих есть сумма всех сдельных расценок:

$$ЗП_0 = \Sigma C$$

$$ЗП_0 = C_{с.р. \text{ прав.}} + C_{с.р. \text{ разм.}} + C_{с.р. \text{ плазм.}} + C_{сб.1} + C_{сб.2} + C_{св.1} + C_{св.2} = 88,02 + 10,32 + 436,92 + 71,02 + 157,50 + 250,4 + 287,2 = 1301,01 \text{ руб.}$$

Таблица 5.2. Расчет основной заработной платы

Наименование операций согласно технологическому процессу	Профессия рабочего	Разряд работы	Норма времени на операцию Тшк., час	Часовые тарифные ставки (ЧТС), руб.	Сдельные расценки (СР), руб.
1	2	3	4	5	6
Правка	слесарь	3	1,45	60,7	88,02
Разметка	слесарь	3	0,17	60,7	10,32

ДР.22.02.06ПЗ

Лист

3

Лит Изм. № докум. Подп. Дата

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Плазменная резка	Сварщик резчик	3	6,53	65,9	436,92
Сборка узла I	Сборщик металлоконструкций	3	1,26	65,9	83,03
Сборка узла II	Сборщик металлоконструкций	3	2,39	65,9	157,50
Сварка узла I	сварщик	4	6,5	80	520
Сварка узла II	сварщик	4	4,3	80	344
Итого					1301,01 руб

Дополнительная заработная плата рабочих составляет 40% от основной заработной платы.

$$ЗП_d = 40\% ЗП_o$$

$$ЗП_d = 1301,01 \cdot 0,4 = 520,4 \text{ руб.}$$

Отчисления единого социального налога ЕСН 26% от  $ЗП_o + ЗП_d$

$$ЕСН = 0,26 \cdot (1301,01 + 520,4) = 473,57 \text{ руб.}$$

#### 5.1.4 Расчёт цеховых расходов

Они включают в себя заработную плату администрации цеха, включают амортизацию и затраты на содержание и ремонт зданий и сооружений цеха, на инвентарь общего назначения, используемый в цеху, а также на рационализацию и изобретательство [9].

Цеховые расходы – это 133% от основной заработной платы.

$$ЦР = 133\% \cdot ЗП_o$$

$$ЦР = 1,33 \cdot 1301,01 = 1730,34 \text{ руб.}$$

ДР.22.02.06ПЗ

Лист

3

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Лит Изм. № докум. Подп. Дата

Расходы на амортизацию и текущий ремонт зданий составляют 41% от цеховых расходов.

$$A = 41\% \cdot ЦР$$

$$A = 0,41 \cdot 1730,34 = 709,44 \text{ руб.}$$

Затраты на эксплуатацию зданий (отопление, вода, освещение) составляют 37% от цеховых расходов.

$$\text{ЭЗ} = 37\% \cdot ЦР$$

$$\text{ЭЗ} = 0,37 \cdot 1730,34 = 640,23 \text{ руб.}$$

Заработная плата административно-управленческого персонала составляет 20% от цеховых расходов.

$$ЗП_{\text{ауп}} = 20\% \cdot ЦР$$

$$ЗП_{\text{ауп}} = 0,2 \cdot 1730,34 = 346,07 \text{ руб.}$$

Прочие расходы составляют 2% от цеховых расходов.

$$ПР = 2\% \cdot ЦР$$

$$ПР = 0,02 \cdot 346,34 = 34,61 \text{ руб.}$$

Расходы на ремонт, содержание и эксплуатацию оборудования это 112% от основной заработной платы.

$$РЭ = 112\% \cdot ЗП_0$$

$$РЭ = 1,12 \cdot 1301,01 = 1457,13 \text{ руб.}$$

Расходы на амортизацию оборудования составляют 61% от расходов на ремонт, содержание и эксплуатацию оборудования.

$$A_0 = 61\% \cdot РЭ$$

$$A_0 = 0,61 \cdot 1457,13 = 888,95 \text{ руб.}$$

Расходы на эксплуатацию оборудования составляют 30,5% от расходов на ремонт, содержание и эксплуатацию оборудования.

$$\text{Э}_0 = 30,5\% \cdot РЭ$$

$$\text{Э}_0 = 0,305 \cdot 1457,13 = 444,42 \text{ руб.}$$

Расходы на износ режущего и измерительного инструмента, приспособлений составляют 8% от расходов на ремонт, содержание и эксплуатацию оборудования.

ДР.22.02.06ПЗ

Лист

3

Лит Изм. № докум. Подп. Дата

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № докл.

Подп. и дата

Инв. № подл.



$$И = 8\% \cdot РЭ$$

$$И = 0,08 \cdot 1457,13 = 116,57 \text{ руб.}$$

Затраты на прочие расходы составляют 0,5% от расходов на ремонт, содержание и эксплуатацию оборудования.

$$ПР = 0,5\% \cdot РЭ$$

$$ПР = 0,005 \cdot 1457,13 = 9,27 \text{ руб.}$$

Общие расходы составляют 5% от расходов на ремонт, содержание и эксплуатацию оборудования.

$$ОР = 5\% \cdot РЭ$$

$$ОР = 0,05 \cdot 1854,24 = 72,86 \text{ руб.}$$

Себестоимость выпуска продукции равна сумме всех вышеперечисленных затрат затрат на основные и вспомогательные материалы, комплектующие; основной заработной платы; дополнительной заработной платы; отчислений ЕСН; цеховых расходов; расходов на ремонт, содержание и эксплуатацию оборудования; общих расходов.

$$С = З_{\text{ом}} + ЗП_{\text{o}} + ЗП_{\text{д}} + ЕСН + ЦР + РЭ + ОР$$

$$С = 185369 + 1245,17 + 1301,01 + 520,4 + 473,57 + 1730,34 + 1457,13 + 72,86 = 192169,48 \text{ руб.}$$

Внепроизводственные расходы составляют 1% от основной заработной платы.

$$ВПР = 1\% \cdot ЗП_{\text{o}}$$

$$ВПР = 0,01 \cdot 1301,01 = 13,01 \text{ руб.}$$

Общая себестоимость выпуска продукции составляет сумму себестоимости продукции и внепроизводственных расходов.

$$С_{\text{o}} = С + ВПР$$

$$С_{\text{o}} = 192169,48 + 13,01 = 192182,01 \text{ руб.}$$

Плановая прибыль составляет 26% от общей себестоимости выпуска продукции.

$$П = 26\% \cdot С_{\text{o}}$$

$$П = 0,26 \cdot 192182,01 = 49967,32 \text{ руб.}$$

ДР.22.02.06ПЗ

Лист

3

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Лит. Изм. № докум. Подп. Дата

Оптовая цена на продукцию складывается из общей себестоимости выпуска продукции и плановой прибыли.

$$Ц = C_o + П$$

$$Ц = 192182,01 + 49967,32 = 242149,33 \text{ руб.}$$

НДС составляет 18% от оптовой цены данного изделия.

$$\text{НДС} = 18\% \cdot Ц$$

$$\text{НДС} = 0,18 \cdot 242149,33 = 43586,88 \text{ руб.}$$

Отпускная цена продукции равна сумме оптовой цены и налога на добавленную стоимость.

$$Ц_o = Ц + \text{НДС}$$

$$Ц_o = 242149,33 + 43586,88 = 285736,21 \text{ руб.}$$

Таблица 5.2. Плановая калькуляция себестоимости выпуска продукции

Наименование статей	Сумма, руб.
1	2
Основные и вспомогательные материалы, комплектующие	14659,09
Основная заработная плата	1655,57
Дополнительная заработная плата	662,23
Отчисления единого социального налога	606,63
Цеховые расходы, ВСЕГО:	2201,91
Амортизация и текущий ремонт зданий	902,78
Эксплуатация здания (отопление, вода, освещение)	814,70
Заработная плата АУП	440,4
Прочие расходы	44,04

ДР.22.02.06ПЗ

Лист

3

Лит Изм. № докум. Подп. Дата

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Ремонт, содержание и эксплуатация оборудования, ВСЕГО:	1854,24
Амортизация оборудования	1131,08
Эксплуатация оборудования (сил. электроэнергии, текущий ремонт)	564,54
Износ режущего и мерительного инструмента, приспособления	148,34
Прочие расходы (вспомогательный материал)	9,27
Общие расходы УПМ (охрана труда, экология и т. п.)	92,7
Себестоимость выпуска продукции (работ)	21732,37
Внепроизводственные расходы	16,56
Общая себестоимость	23215,73
Плановая прибыль	5654,72
Оптовая цена	27403,65
НДС	4932,66
Отпускная цена	32336,31

### 5.2. Расчет рентабельности продукции

Рентабельность продукции равна отношению прибыли к общей себестоимости:

$$P = \Pi / C_o \times 100\%$$

$$P = 49967,32 / 192182,01 \cdot 100\% = 0,26 \cdot 100\% = 26\%$$

Рентабельность продукции высокая.

ДР.22.02.06ПЗ

Лист

3

Лит Изм. № докум. Подп. Дата

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.

## 6. Охрана труда

### 6.1. Техника безопасности при сварочных работах

К сварочным работам допускаются лица не моложе 18 лет после сдачи техминимума по правилам техники безопасности.

Организация каждого рабочего места должна обеспечивать безопасное выполнение работ.

Рабочие места должны быть оборудованы различного рода ограждениями, защитными и предохранительными устройствами и приспособленными.

Для создания безопасных условий работ сварщиков необходимо учитывать кроме общих положений техники безопасности на производстве и особенности выполнение различных сварочных работ. Такими особенностями являются возможные поражения электрическим током, отравления вредными газами и парами, ожоги излучением сварочной дуги и расплавленным металлом, поражения от взрывов баллонов со сжатыми и сжиженными газами.

Электрическая сварочная дуга излучает яркие видимые световые лучи и невидимые ультрафиолетовые и инфракрасные. Световые лучи оказывают ослепляющие действия. Ультрафиолетовые лучи вызывают заболевания глаз, а при продолжительном действии приводят ожогам кожи.

Для защиты зрения и кожи лица применяют щитки, маски или шлемы, в смотровые отверстия вставляют светофильтры, задерживающие и поглощающие лучи. Для предохранения рук сварщиков от ожогов и брызг расплавленного металла необходимо использовать защитные рукавицы, а на тело надевать брезентовую спец. одежду.

В процессе сварки выделяется значительное количество аэрозоля, которое приводит к отравлению организма. Наиболее высока концентрация пыли и вредных газов в облаке дыма, поднимающегося из зоны сварки, поэтому сварщик должен следить за тем, чтобы поток не падал за щиток. Для удаления

ДР.22.02.06ПЗ

Лист

3

Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.

вредных газов пыли из зоны сварки необходимо устройство местной вентиляции, вытяжной и общеобъемной приточно – вытяжной. В зимнее время приточная вентиляция должна подавать в помещение подогретый воздух. При отравлении пострадавшего необходимо вынести на свежий воздух, освободить от стесненной одежды и предоставить ему покой до прибытия врача, а при необходимости следует применить искусственное дыхание

## 6.2. Электробезопасность

Электробезопасность — система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Меры обеспечения электробезопасности.

1. Необходимо надежно заземлять корпуса сварочных машин, аппаратов и установок, зажимы вторичной цепи сварочных трансформаторов, служащие для подключения обратного провода, а также свариваемые изделия и конструкции.
2. Не следует касаться голыми руками (без диэлектрических перчаток) токонесущих частей сварочных установок, а также проводов без изоляции или с поврежденной изоляцией.
3. Перед началом работ необходимо проверять исправность изоляции сварочных проводов, сварочного инструмента и оборудования, а также надежность всех контактных соединений сварочной цепи.
4. При длительных перерывах сварочного процесса источник сварочного тока следует отключать.
5. Применять в качестве обратного провода сварочной цепи металлические конструкции и трубопроводы (без горячей воды или взрывоопасной среды) только в случаях, когда их сваривают в процессе строительства. Запрещается использовать в качестве обратного провода сварочной цепи контуры

ДР.22.02.06ПЗ

Лист

3

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл

Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата

заземления, трубы санитарно-технических устройств, металлоконструкции законченных зданий и технологического оборудования.

6. При прокладке сварочных проводов и при каждом их перемещении не допускать: повреждения изоляции; соприкосания проводов с водой, маслом, стальными канатами, рукавами (шлангами) и трубопроводами с горючими газами и кислородом, а также с горячими трубопроводами.
7. Гибкие провода электроуправления сварочной установки при значительной их протяженности должны находиться в резиновых или брезентовых рукавах. Следует защищать сварочные провода от повреждений и при необходимости дополнительно обматывать их брезентовой лентой.
8. Необходимо надежно заземлять металлический корпус осциллятора, конструкция которого должна обеспечивать автоматическое выключение тока при открывании его дверцы.
9. Нельзя ремонтировать сварочное оборудование и установки, находящиеся под напряжением.
10. При сварке в особо опасных условиях (внутри металлических емкостей, трубопроводов, в тоннелях, на понтонах) необходимо:

- оснащать электросварочные установки устройством автоматического отключения напряжения холостого хода или ограничения его до напряжения 12В с выдержкой не более 0,5 с;

- выделять подсобного рабочего, который должен находиться вне замкнутого пространства для наблюдения за безопасностью работы сварщика, Сварщик должен быть снабжен поясом с веревкой, конец которой длиной не менее 2 м должен быть в руках подсобного рабочего;

- сварщикам (резчикам) использовать диэлектрические перчатки, коврики, галоши.

11. При сварке или резке с использованием электрического тока не допускается работать в мокрых рукавицах, обуви и спецодежде.

12. Шкафы, пульты и станины контактных сварочных машин, внутри которых расположена аппаратура с открытыми токоведущими частями, находящимися

ДР.22.02.06ПЗ

Лист

3

Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.

под напряжением, должны иметь блокировку, обеспечивающую снятие напряжения при их открывании.

13. Педальные пусковые кнопки контактных машин необходимо заземлять и контролировать надежность верхнего ограждения, предупреждающего произвольные включения.

14. При поражении электрическим током необходимо:

- срочно отключить ток ближайшим выключателем или отделить пострадавшего от токоведущих частей, используя сухие подручные материалы (шест, доску и др.), после чего положить его на теплую подстилку и по возможности согреть;

- немедленно вызвать медицинскую помощь, учитывая, что промедление свыше 5—6 мин может привести к непоправимым последствиям;

- при бессознательном состоянии пострадавшего следует освободить от стесняющей одежды, очистить рот от посторонних предметов (включая съемные зубные протезы), принять меры против западания языка и немедленно приступить к искусственному дыханию, продолжая его до прибытия врача или восстановления нормального дыхания.

### 6.3. Охрана окружающей среды

При сварочных работах воздушная среда производственных помещений загрязняется сварочными аэрозолями, в состав которых могут входить оксиды марганца, хрома, цинка и кремния, фтористые и другие соединения, а также газы (оксиды углерода и азота, озон и др.). Эти вещества оказывают неблагоприятное воздействие на окружающую среду.

При изготовлении двутавровых балок воздушная среда производственных помещений загрязняется сварочными аэрозолями, в состав которых могут входить оксиды марганца, хрома, цинка и кремния, фтористые и другие соединения, а также газы (оксиды углерода и азота, озон и др.). Эти вещества оказывают неблагоприятное воздействие на окружающую среду.

ДР.22.02.06ПЗ

Лист

3

Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.

В зависимости от количества выделяющихся веществ возможно возникновение необходимости в проведении мероприятий по удалению пыли, паров, вредных веществ и т. п.

Расчетное часовое загрязнение воздуха выделяющимися при указанных выше способах сварки вредными веществами определяется по формуле:

$$Q = G \cdot \sum V_i / (\Phi_d \cdot V);$$

где G- масса наплавленного металла;

$V_i$ - отношение веса  $i$ -го вещества, выделяющегося при сварке, к весу расходуемых электродов;

$\Phi_d$ - действительный фонд времени работы сварщика,  $\Phi_d = 3765$  ч;

V- объем вентилируемого помещения.

Подсчитаем примерное содержание вредных веществ при автоматической сварке под слоем флюса для спроектированного участка.

Объем вентилируемого помещения составляет 21772,8 м<sup>3</sup>.

Масса наплавленного металла в год при автоматической сварке составляет 123029 кг.

Расчетные данные загрязнения воздуха выделяющимися при автоматической сварке под слоем флюса вредными веществами занесены в таблицу 6.1.

Таблица 6.1. Расчетные данные при автоматической сварке под слоем флюса

Вредные вещества	$V_i$ , г/кг	$G \cdot V_i$ , г	Q, мг/м <sup>3</sup> ч	ПДК <sub>сс</sub> , мг/м <sup>3</sup>	Q/ПДК <sub>сс</sub> , мг/м <sup>3</sup>	$A_i$ , Усл.т./г	$A_i \cdot m_i$ , Усл.т./г
Пыль	0,1	12032,9	0,15	0,1	1,5	5	0,0005
Mn	0,024	2952,7	0,036	0,001	36	130	0,0312
SiO <sub>2</sub>	0,05	6151,4	0,075	0,05	1,5	10	0,0005

ДР.22.02.06ПЗ

Лист

3

Лит Изм. № докум. Подп. Дата

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.



		5					
Фториды	0,16	19684,	0,024	0,01	24,5	120	0,12
		6	5				
NO <sub>2</sub>	0,001	123,02	0,001	0,04	0,0375	115	0,00011
		9	5				5
Итого:			0,507		63,5		0,04387
			5				

Так как  $Q/ПДК_{cc} > 1$ , необходима очистка воздуха.

Сварочная пыль на 99 % состоит из частиц размером от 0,001 до 0,1 мк м , что соответствует группе очень мелкодисперсной пыли. Кроме того, выделяются аэрозоли, соответствующие подгруппе – топкий туман

Охрана воздушного бассейна предусматривает мероприятия по обезвреживанию вредных для человека и окружающей среде веществ, выбрасываемых с отходящими газами: сооружения очистных установок в виде мокрых сухих пылеуловителей, для химической и электрической очистки газов, а также для улавливания ценных веществ, утилизации отходов и др.

Деятельность предприятия не должна нарушать нормальных условий работы других предприятий и организации, ухудшать бытовые условия населения. С этой целью предусматриваются меры борьбы с производственными шумами, вибрациями, воздействиями электрических и магнитных полей. Шум, создаваемый сварочным оборудованием, должен быть минимальным.

Источники питания сварочной дуги, а также ряд электрических устройств, применяемых в сварочных автоматах и полуавтоматах, создают помехи и радио- и теле приему. С целью устранения этого явления во всех типах сварочного оборудования, создающего такие помехи, устанавливаются помехозащитные устройства.

#### 6.4. Пожаробезопасность

ДР.22.02.06ПЗ

Лист

3

Лит Изм. № докум. Подп. Дата

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Причинами пожара при сварочных работах могут быть искры и капли расплавленного металла и шлака, неосторожное обращение с пламенем горелки при наличии горючих материалов вблизи рабочего места сварщика.

Для предупреждения пожаров необходимо соблюдать следующие противопожарные меры: нельзя хранить вблизи от места сварки огнеопасные или легковоспламеняющиеся материалы, а также производить сварочные работы в помещениях, загрязненных промасленной ветошью, бумагой, древесными отходами;

Запрещается пользоваться одеждой и рукавицами со следами масел, жиров, бензина, керосина и других горючих жидкостей; нельзя выполнять сварку и резку свежескрашенными масляными красками конструкций до полного их высыхания;

Запрещается выполнять сварку аппаратов, находящихся под электрическим напряжением, и сосудов, находящихся под давлением.

Нужно постоянно иметь противопожарные средства – огнетушители, ящики с песком, лопаты, ведра, пожарные рукава и следить за их исправным состоянием, а также содержать в исправности пожарную сигнализацию; после окончания сварочных работ необходимо выключить сварочный аппарат, а также убедиться в отсутствии горящих или тлеющих предметов.

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

					ДР.22.02.06ПЗ
Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата	

Лист
3

## Заключение

В данном дипломном проекте был выполнен проект сварочного участка по изготовлению двутавровой балки.

В ходе работы рассмотрена конструкция изделия, проведен анализ ее технологичности, которая признана удовлетворительной. Определен тип производства – серийный.

В технологической части выбран технологический процесс изготовления балки, определен перечень заготовительных операций, выбраны методы сборки и сварки, наиболее соответствующие серийному производству данного изделия. Осуществлен выбор конкретных типов приспособлений и сварочного оборудования.

В расчетной части произведено нормирование сварочных работ, произведен расчет потребного количества основных и сварочных материалов, определена потребность в электроэнергии.

В организационной части определено оптимальное размещение оборудования, разработана планировка участка, предложена организация проведения контроля качества.

В экономической части рассчитана плановая себестоимость изделия, определена предполагаемая рентабельность.

Рассмотрены вопросы охраны труда на производстве.

ДР.22.02.06ПЗ

Лист

3

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

## Список литературы

1. Гитлевич, А.Г., Животинский Л.А, Жмакин Д.Ж. Техническое нормирование технологических процессов в сварочных цехах. Издательство Москва. 1962 г.
2. Красовский А.И. Основы проектирования сварочных цехов. М. Машиностроение 1980 – 322с.
3. Китаев А.М., Китаев А.Я. Справочная книга сварщика. –М.: Машиностроение, 1985. – 256с.
4. Мамлин Г.А. Производство конструкций стальных мостов.-М.: Транспорт, 1994.-391с.
5. Михайлов А.И. Сварные конструкции. - М.: Стройиздт. 1993. - 366 с.
6. Орлов А. С., Померанцев. А.П. Разработка технологии сборки и сварки элемента металлической конструкции: Методические указания к выполнению квалификационной работы бакалавра / Воронежский государственный архитектурностроительный ун-т; – Воронеж. 2014. с.
7. Томас К.И. Т 56 Технология сварочного производства: учебное пособие Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 247 с.
8. Шевцов О.А. Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине “Технологические основы сварки плавлением и давлением”
9. Яковлев В.И. Расчёт показателей сравнительной экономической эффективности. 2002г. .Методическое пособие для выполнения

ДР.22.02.06ПЗ

Лист

3

Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл

курсовой работы по дисциплине Экономика и управление предприятиями. Издательство ГОУ Петровский колледж, под редакцией В.И. Яковлева. 2002г. Санкт-Петербург.

10. ГОСТ 8713-79. Сварка под флюсом. соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.
11. ГОСТ 3.1407-86 ЕСТД. Формы и требования к заполнению и оформлению документов на технологические процессы (операции), специализированные по методам сборки.
12. ГОСТ 14771-76. Дуговая сврка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.
13. Общемашиностроительные укрупненные нормативы времени на ручную дуговую сварку. Москва экономика 1990.
14. Общемашиностроительные нормативы времени на слесарно-сборочные работы при сборке металлоконструкций под сварку (утв. Госкомтрудом СССР)
15. ОНТП09-88. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий машиностроения, приборостроения и металлообработки. Сборочно-сварочные цеха. Минавтопром СССР.
16. РД 34.15.132-96. Руководящий документ. Сварка и контроль качества сварных соединений металлоконструкций зданий при сооружении промышленных объектов.

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

