

Министерство образования и науки Пермского края

ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «КОМИ-ПЕРМЯЦКИЙ  
ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ ОРДЕНА «ЗНАК  
ПОЧЕТА»

(ГБПОУ «КППК»)

К защите допущен

\_\_\_\_\_ (Федосеева А.А.)

заместитель директора по УПР

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 г.

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ  
ФЕРМЫ

КППК.22.02.06.ПЗ.00.ДП

Руководитель проекта

Хорошева И.А. (Ф.И.О.)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 г.

Выполнил обучающийся группы СП-19

Ярков А.С. (Ф.И.О.)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 г.

Кудымкар, 2023

## Содержание

Введение.....	3
ГЛАВА 1 Теоретические аспекты изготовления фермы	
1.1 Характеристика конструкции.....	6
1.2 Характеристика материала.....	8
1.3 Применимые способы сварки .....	11
ГЛАВА 2 Практические аспекты изготовления фермы	
2.1 Технологичность сварной конструкции.....	14
2.2 Обоснование выбора способа сварки.....	17
2.3 Обоснование выбора сварочных материалов.....	22
2.4 Анализ применяемого оборудования.....	24
2.5 Расчет режимов сварки.....	27
2.6 Выбор вспомогательного оборудования и оснастки.....	32
2.7 Назначение методов контроля и анализ характерных дефектов....	48
2.8 Расчет экономических показателей.....	52
2.9 Техника безопасности.....	55
2.10 Технологическая карта.....	59
Заключение.....	61
Перечень литературных источников.....	62

## Введение

С развитием техники возникает необходимость сварки деталей разных толщин из разных материалов и как следствие, расширяется набор применяемых видов и способов сварки. В настоящее время сваривают детали толщиной от нескольких микронов (в микроэлектронике, до десятков сантиметров и даже метров в тяжёлом машиностроении). Наряду с конструкционными углеродистыми и низколегированными сталями всё чаще приходится сваривать специальные стали, лёгкие сплавы и сплавы на основе титана, молибдена, циркония, и других металлов, а также разнородные материалы. От применяемой технологии сварки и качества выполнения сварочных работ во многом зависит качество и надежность готовых изделий, и эффективность производства в целом. Одно из наиболее развивающихся направлений в сварочном производстве – широкое использование механизированной и автоматической дуговой сварки, т.е. механизация и автоматизация как самых сварочных процессов, так и комплексная механизация, и автоматизация, охватывающая все виды работ, связанных с изготовлением сварных конструкций и созданием автоматических производственных линий. Важно, значение при этом отводится созданию специального оборудования и средств оснащения технологических процессов.

## Введение

### ГЛАВА 1 Теоретические аспекты изготовления фермы

1.1 Характеристика конструкции 6

1.2 Характеристика материала 8

1.3 Применимые способы сварки 11

### ГЛАВА 2 Практические аспекты изготовления фермы

2.1 Технологичность сварной конструкции 14

2.2 Обоснование выбора способа сварки 17

2.3 Обоснование выбора сварочных материалов 22

2.4 Анализ применяемого оборудования 24

2.5 Расчет режимов сварки 27

2.6 Выбор вспомогательного оборудования и оснастки 32

2.7 Назначение методов контроля и анализ характерных дефектов 48

2.8 Расчет экономических показателей 52

2.9 Техника безопасности 55

2.10 Технологическая карта 59

## Заключение

## Список использованной литературы

## Приложения

Цель проекта: описать технологию изготовления фермы.

Задачи:

1.Разработка технологической документации: чертеж

Спецификация

Технологическая карта

2.Выбор материалов, оборудования для изготовления;

3.Выбор и описание способа сварки;

4.Выбор режимов сварки;

5.Выбор и описание контроля качества сварного шва;

6.Описание техники безопасности.

# **ГЛАВА 1 Теоретические аспекты изготовления фермы**

## **1.1 Характеристика конструкции**

Ферма — стержневая система в строительной механике, остающаяся геометрически неизменяемой после замены её жёстких узлов шарнирными. В элементах фермы, при отсутствии расцентровки стержней и внеузловой нагрузки, возникают только усилия растяжения-сжатия. Фермы образуются из прямолинейных стержней, соединённых в узлах в геометрически неизменяемую систему, к которой нагрузка прикладывается только в узлах.

К фермам с оговоркой можно отнести шпренгельные балки, представляющие собой комбинацию двух- или трёхпролётной неразрезной балки и подпружной тяги; они характерны для стальных и деревянных конструкций, с верхним поясом из неразрезного прокатного профиля (пиленые брусья или пакеты клеёных досок). Также могут быть шпренгельные железобетонные фермы небольших пролётов.

Выбор материала сварного узла производится с учётом обеспечения прочности и жёсткости при наименьших затратах на его изготовления, с учётом экономии металла, гарантирование условий хорошей свариваемости при минимальном разупрочнении и снижении пластичности в зонах сварных соединений, обеспечения надёжности эксплуатации при заданных нагрузках переменных температурах..

Узлы фермы сваривают последовательно-от середины фермы к опорным узлам. Сначала выполняют стыковые, а затем угловые швы. Если швы-разного сечения, то вначале накладывают швы с большим сечением, а затем с меньшим. Каждый элемент при сборке прихватывают швом длиной 30-40 мм.

Магнитная оснастка сварочного оборудования очень удобна, так как дает возможность в разы сократить временные затраты на сборку конструкций, при этом не снижая их качества. Такие устройства просты и имеют относительно низкую цену, поэтому зажимы наравне со струбцинами, должны быть у каждого мастера.

Визуальный и измерительный контроль выполняют на следующих стадиях изготовления сварных конструкций:

- входной контроль
- изготовление деталей и элементов сварных узлов
- подготовка деталей и элементов сварных узлов к сборке и сварке
- сборка деталей и элементов сварных узлов под сварку
- контроль швов и готовых сварных соединений
- исправление дефектных сварных соединений.

Визуальный и измерительный контроль материалов, предназначенных для изготовления деталей и элементов сварных узлов, производят в целях выявления поверхностных трещин, расслоений, закатов, забоин, рисок, раковин и других дефектов.

Освещенность контролируемых поверхностей для создания оптимального контраста с фоном в зоне контроля должна быть достаточной для надежного выявления дефектов, но не менее 500 лк. При визуальном контроле необходимо обеспечить достаточный угол обзора: поверхность следует осматривать под углом более  $30^\circ$  с расстояния, не превышающего 600 мм. Конструктивное оформление сварных швов должно соответствовать нормам и стандартам.

Для этого металла подойдет механическая очистка. Она заключается в том что, используются проволочные щетки или абразивные диски. Способом

механической зачистки с поверхности соединения удаляют шлаки, окалину, брызги застывшего металла и оксидную пленку.

## 1.2 Характеристика материала

Сталь - это сплав железа и углерода с другим элементами, содержание углерода в нём не более 2,14%. Выбор материала сварного узла производится с учётом обеспечения прочности и жёсткости при наименьших затратах на его изготовления, с учётом экономии металла, гарантирование условий хорошей свариваемости при минимальном разупрочнении и снижении пластичности в зонах сварных соединений, обеспечения надёжности эксплуатации при заданных нагрузках переменных температурах. В данной дипломной работе была выбрана сталь 30ХГСА, которая является среднелегированной

По химическому составу стали делятся на углеродистые и легированные; в том числе по содержанию углерода — на низкоуглеродистые (до 0,25 % С), среднеуглеродистые (0,3—0,55 % С) и высокоуглеродистые (0,6—2,14 % С); легированные стали по

Состав ее регламентируется ГОСТом 4543-71, согласно которому каждая буква и цифра 30ХГСА обозначает определенное содержание определенных химических элементов:

Цифра 30 означает содержание углерода 0,28-0,34%

Х – хром (0,8-1,1%) повышает закаливаемость, коррозионную стойкость и жаропрочность сплава

Г – марганец (0,8-1,1%) удаляет вредные примеси кислорода и серы

С – кремний также как марганец является сильным раскислителем

Буква «А» расшифровывается как улучшенная



Сера (до 0,25%) и фосфор (до 0,25%) относятся к категории вредных примесей

Также в составе 30ХГСА имеется некоторый процент меди и никеля.

Таблица 1 Химический состав стали

Химический состав	% содержание
Железо (fe)	95,7
Кремний (si)	0,9-1,2
Хром (cr)	0,8-1,1
Марганец(mn)	0,8-1,1
Углерод (с)	0,2-0,3
Медь (cu)	До 0,3
Никель (ni)	До 0,3
Фосфор (р)	До 0,025
Сера(s)	До 0,025

Таблица 2 Механические свойства стали

Сортамент	Размер	sB	sT	d5	y	КсU	Термо.
-	мм	МПа	МПа	%	%	Кдж/ М2	-
Трубы, ГОСТ 8731-87		686		11			
Трубы холодн- одеформир.,		490		18			

ГОСТ 8733-74							
Прутки, ГОСТ 4543-71	©20	108	83	10	45	490	
Лист толстый, ГОСТ 11269-76		490-746		20			Нормализация
Лист толстый, ГОСТ 11269-76		108		90		490	Закалка и отпуск
Лист тонкий, ГОСТ 11268-76		490-746		20			Нормализация
Лист тонкий, ГОСТ 11268-76		1080		10			Закалка и отпуск

Свариваемость. Среднегированные стали 30ХГСА и 25ХГСА свариваются всеми видами сварки. Сталь 30ХГСА обладает повышенной склонностью к образованию трещин при газовой и атомно водородной сварке. Сварные конструкции из указанных сталей могут подвергаться термической обработке (закалке и отпуску) или изготавливаться из термически обработанных элементов.

### 1.3 Применимые способы сварки

Технологические составляющие сварочного процесса были известны еще в 17 веке. Тогда они были представлены литьем и кузнечным делом.

«Осовременивание» началось после открытия такого явления как электрическая дуга. Дополнительный толчок развитие сварочного дела получило с изобретением порошкового покрытия для электродов. В настоящее время разделяется три вида сварки, которые отличаются между собой используемым для выполнения работ типом энергии:

Термическая сварка

Электродуговая контактная сварка

ММА – ручная дуговая сварка

Аргоновая сварка TIG

MAG –сварка полуавтоматом

Сварка под флюсом

Газоплазменная

Электрошлаковая

Плазменная

Термическая сварка — это процедура, при которой свариваемый элемент нагревается до состояния полужидкого вещества, но при этом с помощью специального порошка плавится в единый состав.

Ручная дуговая сварка — один из способов сварки, использующий для нагрева и расплавления металла электрическую дугу.

Аргоновая сварка — это разновидность электродуговой сварки, только с неплавящимся электродом и другим принципом защиты сварочной ванны.

Сущность газовой сварки заключается в том, что металл соединяемых заготовок и присадочного материала плавится теплом, выделяемым при сгорании горючих газов.

Область применения плазменной сварки обширная. Таким оборудованием варят фольгу и толстый металл. На прилавках появляется оборудование для промышленного и бытового назначения. Иногда плазменную сварку путают с аргоновой.

Я выбрал полуавтомат, из-за марки стали 30ХГСА, потому что для этой стали лучше подходит полуавтомат.

Полуавтоматическая сварка — процесс сварки, при котором электродная проволока подается с постоянной или переменной скоростью в зону сварки и одновременно в эту же зону поступает активный (к примеру: углекислый газ) или инертный газ (примеру: аргон) или газовые смеси, который обеспечивает защиту расплавленного или нагретого электродного и основного металлов от вредного воздействия окружающего воздуха.

Для марки стали 30ХГСА была выбрана полуавтоматическая сварка сталь нержавеющей, для этой марки РДС не подходит. Плавление кромок соединяемых деталей и присадочного материала, при помощи которого и формируется сварной шов, обеспечивается за счет высокой температуры, создаваемой при горении электрической дуги. Газ (в данном случае аргон) выполняет защитные функции. Сварка легированных сталей, большинства цветных металлов и сплавов на их основе имеет некоторые особенности, заключающиеся в том, что находясь в расплавленном состоянии,

взаимодействуя с кислородом и другими примесями окружающего воздуха, такие металлы активно окисляются. Аргон значительно тяжелее воздуха (на 38%), поэтому он с легкостью вытесняет воздух из зоны выполнения сварочных работ и создает ее надежную защиту.

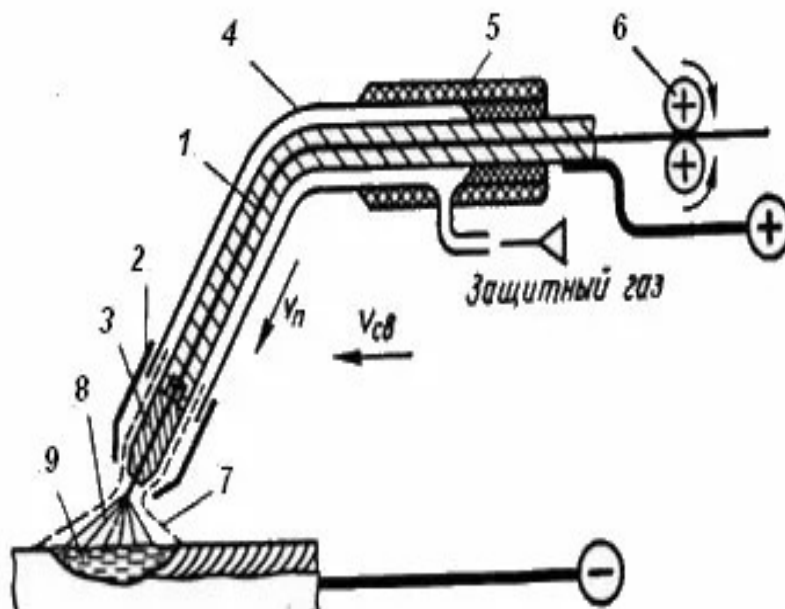
### Преимущества

Главными достоинствами полуавтоматической сварки являются шов высокого качества и практически неограниченный перечень металлов, которые можно сваривать этим способом. Это преимущество приобретает особую ценность, когда необходимо сваривать материалы, которые иным способом сварить невозможно вообще. Второе, что выделяет этот вид сварки - малый нагрев свариваемых изделий.

### Недостатки

К недостаткам обычно относят сравнительную дороговизну метода, сложность необходимого оборудования и необходимость высокой квалификации сварщиков.

На рисунке 1 изображена схема полуавтомата



## **ГЛАВА 2 Практические аспекты изготовления фермы**

### **1.1 Технологичность сварной конструкции**

Совокупность её свойств, определяющих возможность её изготовления с наименьшими затратами труда и материалов методом прогрессивных технологий в соответствии с требованиями к качеству.

Технологичность сварных узлов и конструкции может быть оценена по следующим показателям:

- 1) Свариваемость материалов, из которых изготавливаются свариваемые детали;
- 2) Конфигурация, число, расположение и протяжённость сварных швов;
- 3) Конструктивное оформление свариваемых элементов в соответствии с требованиями нормалей и стандартов (соотношение толщин свариваемых деталей, расстояние от края детали при контактной, точечной и шовной сварки и т. д.);
- 4) Возможность подходов в зону сварки сварочных головок и электродов;
- 5) Возможность подхода для сборки и демонтажа съёмной сварочной оснастки;
- 6) Возможность визуального осмотра и контроля сварных соединений;

7) Необходимость и возможность обработки после сварки механической и термической обработки;

8) Возможность применения механизированных и автоматизированных процессов, стандартного оборудования (автоматов, машин для контактной сварки, сварочных манипуляторов и стенов) без изготовления дополнительной сложной и трудоёмкой специальной оснастки.

### Анализ технологичности конструкции

1) Сварной узел стальной фермы изготавливается из стали марки 30ХГСА. Данная сталь является низкоуглеродистой (С до 0,25%), высоколегированная ( $\sum_{\text{лег.э}}$  более 10%), качественная.

Данная сталь относится к группе свариваемости, так как  $C_{\text{экв}} \leq 0,035 - 0,45\%$ .

Сталь сваривается любым способом

$$C_{\text{экв}} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr+Mo+V}{5} + \frac{Ni+Cu}{13}$$
$$C_{\text{экв}} = 0,12 + \frac{1,8}{6} + \frac{0,3+0,12}{5} + \frac{0,3+0,3}{13} = 0,32$$

2) При изготовлении конструкции используются кольцевые и прямолинейные сварные швы, расположенные на плоских поверхностях и телах вращения, что позволяет применять стандартное, серийно выпускаемое сварочное оборудование (сварочные автоматы, стенов).

3) Конструктивное оформление швов соответствует ГОСТ 14771-76, и дает возможность использовать стандартные и проверенные швы.

4) Подход в зону сварки сварочных головок и электродов затруднен, поскольку конструкция изготавливается на роликовом вращателе и не все элементы имеют открытое, удобное расположение.

5) Сварочная оснастка для проведения сварки не требуется, поскольку конструкция не имеет швов сложной конфигурации.

6) Возможность визуального осмотра и контроля сварных соединений присутствует с затруднениями, поскольку конструкция изготавливается на роликовом вращателе и имеет сварные швы как с внешней так с внутренней стороны изделия.

7) После сварки конструкции желательно, как и любому металлическому изделию, но не обязательно, провести термическую обработку, в виду особенностей стали.

8) Возможность использования механизированных и автоматизированных процессов, стандартного оборудования (сварочные автоматы, стенды) к данной конструкции применима, поскольку не требует дополнительной сложной и трудоемкой специальной оснастки.

По вышеперечисленным показателям технологичности можно сделать вывод, что конструкция является технологичной.



## 2.2 Обоснование выбора способа сварки

Расчет режимов сварки Режимы сварки-это основные физические показатели, которые определяют весь ход процесса сварки металла и устанавливаются.

Параметры режима сварки оказывают существенное влияние на форму и состав шва, и пути изменения их значений можно достичь желаемого результата при различном их сочетании. Основная задача сводится к определению такого сочетания параметров, при котором обеспечивается требуемое качество сварного соединения при максимальной производительности и минимальной стоимости процесса. При сварке соединений необходимо рационально использовать процесс расплавления электродов для того, чтобы заполнить зазор стыковых швов. сварочного, тока.

1) Диаметр электродной проволоки ( $d$ ), мм = 3.

Диаметр электродной проволоки выбирают в зависимости от толщины свариваемого металла. В таблице № 12 представлены значения диаметров электродной проволоки ( $d$ ) в зависимости от толщины свариваемого металла( $S$ ).

Таблица 3 Выбор сварочной проволоки.

$s$ , мм	0,8-1,0	1,0-2,5	2,5-3,5	3,5-5,5	5,5-10,0
$d$ , мм	0,8-1,2	1,2-1,6	1,2-2,0	1,4-3,0	1,6-4,0

## Полуавтоматическая сварка

### Основные параметры режимов сварки.

- сила тока;
- вид полярности тока;
- род тока;
- размер диаметра стержней;
- показатель длины дуги;
- уровень напряжения;
- скорость движения вдоль соединения;
- число проходов.

Сила тока- то отношение электрического заряда, прошедшего через поперечное сечение проводника, ко времени его прохождения.

вид полярности тока- прямая полярность означает, что на электроде находится минус, а на изделии, куда крепится полярный зажим – плюс. В случае с обратной полярностью все выглядит, наоборот – на электроде плюс, а на зажиме минус. Если говорить о сварке самозащищенной порошковой проволокой, то там используется прямая полярность, тогда как при сварочных работах с защитной газовой оболочкой – обратная. Такое положение вещей позволяет извлечь максимум напряжения для полуавтомата, следовательно, аппарат будет работать в наиболее оптимальном режиме.

род тока бывает переменный и постоянный.

Дуга на переменном токе горит менее стабильно, возможно случайное затухание при небольшом изменении зазора между электродом и изделием.

Сварка на постоянном токе отличается стабильной дугой, шов вести легче, контролируя чешуйчатость, ширину и высоту валика. Дуга не трещит, а шелестит.

Я же выбрал род тока постоянный, жидкий металл разбрызгивается меньше, капля лучше переносится на изделие. Постоянный ток более удобен для сварки не только в нижнем, но и в вертикальном и в потолочном положении.

Размер диаметра стержней- диаметр присадочной проволоки подбирается в зависимости от толщины металла в свариваемых заготовках. Так если толщина изделия 3 – 5 мм, то берут проволоку 2 мм, если толщина 5 – 16 мм, то используют проволоку диаметром 3 – 4 мм. Для более толстых листов 7 – 25 мм можно использовать проволоку 7 мм толщиной.

Показатель длины дуги- прежде чем коснуться поверхности металла, сварочная проволока должна выступать на определенное расстояние – именно этот участок проводит сварочный ток. Получается, что с увеличением данного отрезка проволоки происходит уменьшение электрической дуги, а с уменьшением проволочного сегмента дуга увеличится. При увеличении сварочной дуги шов получается наиболее качественным и изящным. Как правило, практикуется длина проволоки от 6 до 13 мм.

уровень напряжения- сварочный полуавтомат получает напряжение 220 V или 380 V из сети, понижает его до 30-90 V и выдает силу тока 120-500 A. Это позволяет легко плавить дугой сталь.

скорость движения вдоль соединения- при сварке полуавтоматом необходимо выставлять две скорости. Обе устанавливает сварщик. Первая из них - это скорость, с которой подается проволока. Правильный выбор обеспечит стабильное горение сварочной дуги. Вторая - скорость сварки зависит от скорости, с которой перемещается горелка. Толстостенные соединения сваривают на высокой скорости с формированием узких швов. При высокой скорости необходимо следить, чтобы при выходе из зоны защиты газом не происходило окисления конца проволоки и поверхности металла.

Число проходов в данной конструкции одно.

Дополнительные параметры сварки.

- вылет стержней;
- вид материала и толщина покрытия проволоки;
- температурные показатели свариваемых изделий;
- вид расположения элементов;
- форма кромок;
- степень подготовки поверхности

Вылет проволоки – это расстояние между концом наконечника и концом проволоки.

Материалы, принадлежащие к этой группе, включают в себя один или несколько металлов (таких как железо, алюминий, медь, титан, золото, никель), а также часто те или иные неметаллические элементы (например, углерод, азот или кислород) в сравнительно небольших количествах.

Атомы в металлах и сплавах располагаются в весьма совершенном порядке.

Кроме того, по сравнению с керамикой и полимерными материалами плотность металлов сравнительно высока.

Что касается механических свойств, то все эти материалы относительно жесткие и прочные. Толщина покрытия проволоки составляет 0,20 мм.

Температурные показатели свариваемых изделий.

Закаливание. Процедура, направленная на улучшение характеристик поверхностного слоя стали. Сталь 30ХГСА закаливается при температуре 880С и подвергается охлаждению в масле, чтобы не допустить нежелательных структурных изменений.

Отпуск. Закаливание стали меняет ее структурные характеристики. После такой внутренней перестройки может возникнуть напряжение, приводящее к трещинам. Чтобы не допустить этого, сталь 30ХГСА подвергают отпуску при температуре 540С. Для охлаждения можно использовать воду.

Ковка. В результате ковки структура металла становится более прочной. Сталь 30ХГСА коуют после нагревания до 1240 С и охлаждают на открытом воздухе.

Форма кромок:

ГОСТ 5264-80 ТЗ- тавровое, без скоса кромок

ГОСТ 5264-80 У5- угловой, без скоса кромок

При осмотре без применения увеличительных приборов поверхность должна быть свободной от масла, консистентной смазки и грязи, а также от большей части прокатной окалины, коррозии, лакокрасочных покрытий.

### **2.3 Обоснование выбора сварочных материалов**

Сварочные материалы — материалы, используемые в процессе сварки изделий. Сварочные материалы должны обеспечить: получение наплавленного металла заданного химического состава и свойств; получение сварных беспористых швов, стойких к образованию трещин; стабильное горение дуги; экономичность сварки. К сварочным материалам относят широкий спектр разнообразных используемых при сварке материалов. К сварочным материалам относят широкий спектр разнообразных используемых при сварке материалов. Это сварочная проволока (стальная, алюминиевая, медная); наплавочная проволока; порошковая проволока; неплавящиеся (угольные, графитовые, вольфрамовые) и плавящиеся электроды; сварочные флюсы; защитные газы; прутки; ленты; порошки и др. Изначально сталь 30ХГСА предназначалась для авиастроения, но благодаря своим отличными характеристикам нашла более широкое применение. У нее имеется и другое название (по входящим в состав химическим элементам-добавкам) – «хромансил» (хром + марганец + кремний). 30 ХГСА – это российское обозначение марки стали. Расшифровав название марки, по ГОСТ 4543-71 мы получим наличие углерода в 0,3%, хрома (буква «х»), марганца (г), кремния (с) в долях, не превышающих 1%. Этот сплав содержит незначительные примеси серы и фосфора – 0,025%. Последняя буква говорит о высоком качестве марки. Поскольку количество присадок не превышает 10%, сталь 30ХГСА соответствует классу среднелегированных. Для сварки низко и среднелегированных сталей подходят следующие марки

сварочной проволоки: Св-08ГС, Св-08Г2С, Св-18ХГС. Для полуавтоматической сварки использовать сварочную проволоку, желательно омедненную, диаметром 1-4 мм, также нельзя использовать ржавую и гнутую сварочную проволоку. При сварке фермы я использовал проволоку Св-08Г2С-О. Омеднение защищает проволоку от окисления и улучшает токоподвод. Основные характеристики Св-08Г2С-О: Проволока выпускается диаметром 0,8; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6; 2,0; 2,5; 3,0; 3,8; 4,0; 5,0 мм. Обработка поверхности: без покрытия, омедненная, полированная (остаточная смазка менее 0,03%), химически полированная проволока. Тип тока: постоянный обратной полярности. Защитным газом в данной сварке выступает углекислый газ (CO<sub>2</sub>). Углекислый газ является активным, это значит, что он защищает зону сварки от воздуха, растворяется в жидком металле, либо вступает с ним в химическое взаимодействие. Углекислый газ бесцветный, со слабым запахом, с резко выраженными окислительными свойствами, хорошо растворяется в воде. Тяжелее воздуха в 1,5 раза, может скапливаться в плохо проветриваемых помещениях, в колодцах, приямок. Для снижения влажности CO<sub>2</sub>, рекомендуется установить баллон вентиляем вниз и через 1-2 ч открыть вентиль на 8-10 с для удаления воды. Перед сваркой из нормально установленного баллона выпускают небольшое количество газа, чтобы удалить попавший внутрь воздух.

## **2.4 Анализ применяемого оборудования**

На сегодняшний день существует несколько аппаратов для сварки в защитном газе, например: инверторы, трансформаторы, выпрямители. Сварка полуавтоматом – это отличный способ сварки, так как можно освоить необходимые базы рабочего процесса, так же полуавтомат отлично подходит для сварки чёрных, так и цветных металлов.

Классификации полуавтоматов. По виду защитного газа: в активных (Г); в инертных (И). По способу регулирования скорости подачи проволоки: плавная, ступенчатая, комбинированная. По типу механизма подачи проволоки: толкающего, тянущего, универсального.

Виды полуавтоматов в зависимости от назначения

По характеру защитной среды сварочные полуавтоматы различаются:

- для сварки под флюсом. Такие аппараты применяются на крупных предприятиях, поскольку использование флюса осложняет процесс. Они оборудованы специальной воронкой для засыпки флюса. Более мощный аппарат подачи проволоки позволяет применять проволоку большего диаметра и отсюда главные преимущества – возможность сварки на большую глубину за один проход, высокое качество швов и экономичность процесса;
- для сварки порошковой проволокой с применением специальной конструкции подающих роликов. Отличается высокой производительностью;
- универсальные сварочные полуавтоматы, которые можно использовать также для других типов сварки, например, ручной дуговой.



Снабжены дополнительными устройствами, позволяющими применять их для различных способов сварки. Небольшой вес и применение энергосберегающих технологий удачно совмещено с высокой скоростью и легкостью управления режимов резания.

Полуавтоматический сварочный аппарат MIG DC 180 M - однофазный инверторный источник питания (180А 35%).

На рисунке 2 изображён полуавтомат MIG DC 180 M



Данный аппарат имеет следующую расшифровку MIG-сварка неплавящимся электродом DC-род тока постоянный 180-сила тока 180А M-механическим регулированием.

Таблица 3 Техническая характеристика MIG DC 180 M

d электрической проволоки мм	1,5-4,0
Вес, кг	10,3
Напряжение, В	220
Min ток, А	5

Наличие световой вилки	Нет
Охлаждение горелки	Воздушное
Режим работы	DC
Импульсный режим	Нет
Режим работы горелки	4-х тактный

#### Преимущества MIG DC 180 M

Сварочный ток можно отрегулировать от 5 до 180А, а два потенциометра позволяют соответственно наклонить вниз и регулировать функцию пост-газа.

В режиме MIG дуга запускается либо на высокой частоте, либо путем контакта через лифтовую систему.

Он оснащен 2-ступенчатой / 4-ступенчатой клавишей выбора.

Он настроен для дистанционного управления с помощью педального управления, стандартного дистанционного управления или управления сверху на факеле.

## 2.5 Расчет режимов сварки

### 1.МЕТОДИКА ТЕХНИЧЕСКОГО НОРМИРОВАНИЯ СВАРОЧНЫХ РАБОТ

Техническая норма времени состоит из нормы штучного времени, задаваемого рабочему на выполнение данной работы  $T_{шт}$ , и нормы подготовительно-заключительного времени  $T_{п.з}$

Составными частями нормы штучного времени являются: основное время  $T_{осн}$ ; вспомогательное время  $T_{всп}$ ; время на обслуживание рабочего места  $T_{обсл}$ ; время на отдых и естественные надобности  $T_{отд.}$ .

Норма штучного времени рассчитывается по формуле

$$T_{шт} = T_{осн} + T_{всп} + T_{обсл} + T_{отд.} + t_{з.к} + t_{п.з}$$

Сумма основного и вспомогательного времени составляет время оперативной работы

$$T_{оп} = T_{осн} + T_{всп}$$

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{обсл} + T_{отд.}$$

Если норма времени устанавливается на одно изделие, то к нему надо прибавить подготовительно-заключительное время.

Если же нормируемое время определяется на партию изделий из  $n$  шт., то полная норма времени на всю партию.

$$T_{нар} = T_{шт} n + T_{п.з.}$$

При определении основного времени сварки  $T_{осн}$  необходимо вводить следующие поправочные коэффициенты  $K$  в зависимости от положения, виды и длины шва:

нижнее	- $K=1$
вертикальное	- $K=1,25$
горизонтальное	- $K=1,3$
потолочное	- $K=1,6$
кольцевые швы с поворотом изделия	- $K=1,1$
кольцевые швы без поворота изделия	- $K=1,35$
при длине шва:	
от 200 до 500 мм	- $K=1,1$
при длине шва:	
менее 200 мм	- $K=1,2$

При определении  $T_{осн}$  на сварку труб небольших диаметров (до 2 м) нужно вводить следующие поправочные коэффициенты: по отношению к вертикальному неповоротному стыку  $K=1$ , для горизонтального неповоротного  $K=1,1$ , для поворотного  $K=0,85^*$ .

Нормативы и расчеты норм времени для всех видов сварки и резки даны с учетом производства работ в стационарных условиях, на сварочной

площадке. При производстве работ непосредственно на монтаже или строительном участке, с переходами и передвижкой аппаратуры полученные по расчетам нормы времени нужно умножать на коэффициент 1,1. При производстве сварки или резке с люлек полученные нормы времени надо уложить на коэффициент до 1,5; с подмостей и лестниц - на коэффициенте до 1,2.

При затрудненном допуске у конструкции, работе лежа или в неудобном согнутом положении норму времени и расценки умножать на коэффициент 1,25.

## 2. НОРМИРОВАНИЕ РУЧНОЙ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ СВАРКИ

Основное время- это время, в течение которого происходит образование сварного шва.

$T_{осн}$  подсчитывается по формуле 
$$T_{осн} = \frac{P_n \times 60}{\alpha_n \times I}$$

Если

$$P_n = F \times L \times \gamma$$

где

$P_n$ -вес наплавленного металла в Г;

$F$ -площадь поперечного сечения шва в см<sup>2</sup>

$L$ -длина шва в см;

$\gamma$ -удельный вес наплавленного металла в Г/см<sup>3</sup>, для малоуглеродистых сталей =7,8 Г/см<sup>3</sup>

$\alpha_n$ - коэффициент наплавки в Г/ α-г;

$I$ -сварочный ток в α;

60-коэффициент для перевода часов в минуты

Диаметр электродной проволоки (d.), мм = 3,0.

Общая длина швов- L=1064 см

$$F = 1,2 \frac{h^2}{2} - \text{подсчет площадей}$$

$$F = 1,2 \frac{0,5^2}{2} = 0,15 \text{ см}^2$$

$$P_n = F \times L \times \gamma$$

$$0,15 \times 1064 \times 7,8 = 1244,88 \text{ г}$$

$$T_{\text{осн}} = \frac{P_n \times 60}{\alpha_n \times I}$$

$$T_{\text{осн}} = \frac{1244,88 \times 60}{6,61 \times 160} = 70,62 \text{ мин}$$

Вспомогательное время делится на время, связанное со швом, и время, связанное со свариваемым изделием.

Вспомогательное время, связанное со швом, включает время на смену св. проволоки ( $t_1$ ), на измерение и осмотр шва ( $t_2$ ), на зачистку шва и кромок ( $t_3$ ), поворот и снятие изделия ( $t_4$ ), на переходы сварщика и клеймение шва ( $t_5$ ).

$$T_{\text{всп}} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5$$

$$t_1 = V_{\text{н.ме}} \times K = 159,6 \times 0 = 0$$

$$V_{\text{н.ме}} = F \times L = 0,15$$

Измерение и осмотр шва

$$t_2 = 1064 \times 0,35 = 372,4 \text{ мин.}$$

Время на зачистку швов и кромок определяется по формуле

$$t_3 = L \times [0,6 + 1,2(n-1)] \text{ мин}$$

$$t_3 = 1064 \times [0,6 + 1,2(1-1)] = 639 \text{ мин.}$$

Поворот и снятие изделия. Время на установку, повороты, и снятие конструкции составляет:

2,8 мин-подвести и уложить

2,7 мин-повернуть изделие

2,8 мин-снять и унести

$$t_4 = 2,8 + 2,7 + 2,8 = 8,3 \text{ мин}$$

$t_5 = t_{\text{клеймение шва}} = 0,03$ , 1 клеймо.

$$T_{\text{всп}} = 0 + 372,4 + 639 + 8,3 + 0,03 = 1019,73 \text{ мин.}$$

Время на обслуживание полуавтомата 6-10%, удобное положение 5%,  
неудобное положение 9%

$$T_{\text{оп}} = T_{\text{осн}} + T_{\text{всп}}$$

$$T_{\text{оп}} = 1019,73 + 70,62 = 1090,35 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{обсл}} = 0,1 \times 5451,75 = 545,175 \text{ мин}$$

$$T_{\text{отд}} = 5\% - \text{удобное}$$

$$T_{\text{отд}} = \frac{1136,43 \times 5}{100} = 568,215 \text{ мин}$$

$$T_{\text{п.з}} = 3 + 3 + 3 + 6 + 2,8 + 9 + 0,2 + 1,3 + 5,5 + 3 = 36,8 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{осн}} + T_{\text{всп}} + T_{\text{обсл}} + T_{\text{отд}} + t_{\text{п.з}}$$

$$T_{\text{шт}} = 70,62 + 1019,73 + 545,175 + 568,215 + 36,8 = 2139,74 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт}} = 2139,74 \text{ мин} = 35 \text{ ч. } 39,74 \text{ мин}$$

$$P_{\text{эл}} = P_n \times K_9 = 1244,88 \times 1,03 = 1282,22$$

$$A = 2,7 \times 1244,88 = 3361,28 \text{ квт/ч}$$

## **2.6 Выбор вспомогательного оборудования и оснастки**

### **Правка**

При изготовлении деталей сварных конструкций правка применяется для выправления исходного проката до его обработки и заготовок после вырезки. Правка проката и заготовок обеспечивает точность и качество последующей обработки, сборки и сварки сварных узлов. Прокат подвергается правке в зависимости от степени его искривления.

Правку следует производить с нагревом стали до температуры 900 1150° С и заканчивать правку при температуре не ниже 700° С.

По принципу действия оборудование для правки делится на три группы: ротационные машины, прессы и растяжные правильные машины. К ротационным машинам относятся листоправильные многовалковые машины и сортоправильные многороликовые машины. К прессам, используемым для правки деталей сварных конструкций, относятся гидравлические правильно-гибочные прессы, винтовые прессы, правильные одностоечные и правильно-гибочные горизонтальные прессы.

Машина сортоправильная 9х500 передвижная.

Предназначена для поштучной правки в холодном состоянии продольной кривизны стального сортового проката в пределах приведенных ниже параметров выправляемого проката и технической характеристики машины. Сортоправильная машина 9х500 передвижная относится к машинам открытого типа с консольно расположенными рабочими роликами.



Конструкционно ее можно разбить на четыре узла

1. Клеть рабочая.
2. Привод.
3. Механизм передвижения.
4. Секции рольганга.

Клеть имеет жесткую конструкцию рамного типа. Состоит из двух станин - нижней и верхней. Между собой станины соединены 4-мя колоннами. В клетки установлены 9 роликов в шахматном порядке. Пять роликов расположено вверху, а 4 - внизу. Четыре нижних валка установлены в подушках, имеющих возможность индивидуального перемещения в вертикальной плоскости от электромеханических приводов. Это необходимо для настройки валков на определенный сортамент правки. Помимо этого, все валки имеют осевую (в горизонтальной плоскости) регулировку от электромеханических приводов. Все положения валков контролируются датчиками перемещения. Информация о их положении выводится на пульт оператора. Со стороны задачи проката установлены два направляющих ролика, имеющих механизм перемещения в горизонтальной плоскости.

Все ролики приводные, с возможностью регулировки вращения с помощью преобразователей частоты. Передача крутящего момента от вала электродвигателя к валкам осуществляется через редуктор, шестеренную клетку и карданный вал. Все вращающиеся части привода ограждаются кожухами.

В процессе правки создается знакопеременный изгиб проката во время его поступательного движения между роликами путем прогиба выправляемого проката верхними роликами относительно нижних.

Рабочие ролики являются сменным инструментом. Их замена производится с помощью крана.

Если правка профиля не требуется, то у машины имеется возможность сместиться в сторону, чтобы не замедлять транспортировку профилей. Для этого необходимо включить механизм передвижения машины. В этом случае на место правильной машины устанавливается секция рольганга.

Передвижение машины и секции рольганга осуществляется по направляющим балкам. Привод осуществляется от гидроцилиндров.

Смазка узлов сортоправильной машины густая централизованная от системы, поставляемой с машиной и густая закладная. Смазка редукторов жидкая заливная.

На рисунке 3 изображена сортоправильная машина 9х500



Таблица 4 Характеристика сортоправильной машины 9х500

Название	Параметры
Ролики	9
Шаг между осями роликов	500 мм
Мощность электродвигателя привода	5,5 кВт
Привод механизма Передвижения	гидравлический
Масса машины	85 000 кг
Габаритные размеры правильной машины (длина, ширина, высота)	13,2 x 3,7 x 4,05м
Род тока и напряжение питающей сети	Переменный 380 В

#### Очистка и подготовка поверхности.

При изготовлении сварных конструкций очистку применяют для удаления с поверхности металла средств консервации, загрязнений, смазочно-охлаждающих жидкостей, ржавчины, окалины, заусенцев и грата, затрудняющих процесс сварки, вызывающих дефекты сварных швов и препятствующих нанесению защитных покрытий. Наиболее тщательно

требуется очищать металл при применении контактной точечной и роликовой сварки и при сварке цветных металлов.

В зависимости от вида и состояния поверхности материала, назначения и способа изготовления деталей и сварных узлов очистку осуществляют перед запуском проката в обработку или после изготовления деталей до их сборки. Холоднокатаный прокат, поступающий в законсервированном виде, очищают от смазки и загрязнения перед обработкой. Детали из холоднокатаной стали, поставляемой в травленном состоянии, перед сваркой подвергают только обезжириванию. Горячекатаный прокат очищают от окалины и ржавчины в большинстве случаев до его обработки. Заусенцы и грат зачищают после штамповки резки.

Станок SGPS-B-200 для очистки круглой и профильной трубы от ржавчины  
Станок предназначен для очистки внешней поверхности труб от ржавчины и других загрязнений корд щётками или с применением лепестковых барабанов. Виды сечения труб: квадратные, прямоугольные, круглые. Размер сечения от 20 до 200мм длиной от 1200мм до 12000мм (возможно уменьшение минимальной длины заготовки). При длине заготовки более 3м рекомендуется использовать роликовую подпорную стойку или рольганг.

Для поддержания чистоты на производственном участке в станке предусмотрено подключение к аспирационной установке. Станок изготавливается полностью закрытым, с защитой со всех 6 сторон. Открытыми остаются окна загрузки и выгрузки заготовок. По требованию возможно изготовления пыленепроницаемой кабины. В этом случае обязательным является использование аспирационной установки с производительностью от 3000м<sup>3</sup>/час.

На рисунке 4 изображен станок для очистки SGPS-B-200



Таблица 5 Технические характеристики SGPS-B-200

Наименование оборудования/тип	SGPS-B-200
Длина обрабатываемой детали	1200-12000мм (возможно уменьшение минимальной длины заготовки)
Размер сечений по внешнему диаметру	20-200мм
Протяжка трубы	Автоматическая вход-выход
Рабочий инструмент	Корд щётка 200*25мм-32шт(по 8 шт. на ось, всего 4 оси) –поставляется в комплекте  Лепестковый шлифовальный барабан диаметром 200мм шириной 50мм –16 шт. (по 4шт на ось). Барабаны в комплекте не

	поставляется.
Скорость подачи	8,5 м/мин
Регулировка очистного механизма под размер детали	Ручной (автоматическая –опция)
Регулировка скорости подачи профильной трубы	Отсутствует (возможность регулировки – опция)
Регулировка скорости подачи круглой трубы	Есть , поворотом подающего узла
Габаритные размеры (ДхШхВ)	2370x1040x1570
Масса	900 кг.
Мощность	9,1кВт, 380В , 3ф
Страна происхождения	Россия , г.Владимир

## Резка

### Процессы резки и виды оборудования

При изготовлении деталей сварных конструкций применяются следующие виды резки: резка на ножницах, резка на отрезных станках, термическая резка, резка в штампах на прессах.

## Отрезные станки

При изготовлении деталей сварных конструкций отрезные станки применяются для резки сортового, фасонного материала и труб. Наибольшее применение имеют отрезные станки с зубчатым диском и трубоотрезные станки.

Отрезные станки с зубчатым диском. Станки предназначены для отрезки под углом  $90^\circ$  сортового и фасонного проката: круга, квадрата, двутавра, швеллера, уголка труб.

Основными узлами станка являются станина, бабка пильного диска, механизмы зажима, подъема и передвижения материала, и гидравлический привод.

Таблица 6 Выбор резки металла

Ножницы листовые с наклонным ножом.	Прямолинейная продольная и поперечная резка листового материала толщиной до 40 мм. Специальные конструкции ножниц позволяют производить скос кромок под сварку.
Ножницы высечены.	Прямолинейная, круговая и фигурная резка листового материала толщиной до 12 мм. Ножницы позволяют производить также отбортовку и рифление листового материала.
Ножницы двухлистовые одностоечные с наклонными	Прямолинейная, круговая и фигурная резка листового материала

ножами.	толщиной до 25 мм, Ножницы позволяют производить косой срез под сварку, а также отбортовку и гибки листового материала.
Ножницы однодисковые с наклонным ножом.	Скос прямолинейных и криволинейных кромок деталей из листового материала под сварку. Наибольшая ширина скоса 25 мм, угол скоса 25-50°.
Ножницы многодисковые.	Продольная резка рулонного и листового материала.
Пресс-ножницы комбинированные.	Резка сортового, фасонного и листового материала, пробивка отверстий и выполнение зарубок. Наибольшие размеры сечения разрезаемого материала: толщина листа 32 мм, сечение полосы 40+180 мм, уголок под прямым углом 200+200+ 20 мм, швеллер и двутавр № 33, диаметр круга 75 мм, сторона квадрата 65 мм, диаметр пробиваемого отверстия до 42 мм при наибольшей толщине металла.
Ножницы комбинированные.	Резка сортового, фасонного и листового материала. Наибольшие размеры сечения разрезаемого



	материала: толщина листа 32 мм, сечение полосы 40+180 мм, уголок под прямым углом 200 +200 +20 мм, швеллер и двутавр № 33, диаметр круга 75 мм, сторона квадрата 65 мм.
Ножницы сортовые.	Резка сортового и фасонного материала. Наибольшие размеры разрезаемого материала: сторона квадрата 56 мм, диаметр круга 65 мм, уголок под прямым углом 180X180X18 мм, двутавр и швеллер до № 30
Ножницы для резки уголка.	Резка уголка размером от 50 +50 +5 мм до 250 +250 +28 мм
Ножницы для резки швеллеров и двутавров.	Резка швеллера № 8-40 и двутавра № 10-40
Ножницы ручные пневматические и электрические.	Прямолинейная и фигурная резка листового материала толщиной до 10 мм. Специальные конструкции ножниц позволяют производить скос кромок под сварку
Отрезные станки с дисковыми пилами.	Резка сортового, фасонного проката и труб; диаметр круга до 500 мм, швеллер и двутавр до №

	60.
Трубоотрезные станки.	Отрезка концов труб, разрезка труб на части, снятие наружных фасок и зачистка заусенцев. Наружный диаметр труб до 530 мм
Отрезные станки с шлифовальными кругами.	Резка труб с наружным диаметром до 150 мм.

### Трубоотрезной станок

Таблица 7 Станок для резки и зачистки концов труб СРЭТ- 1М

Диаметр обрабатываемых труб, мм	14-76 мм
Размеры шлифовальных кругов, мм	
отрезного	400x4 мм
зачистного	60x20 мм
Длина зачищаемой наружной поверхности трубы, мм	25 мм
Частота вращения шпинделя отрезного устройства, об/мин	1610 об/мин
Скорость резания, м/с	-
Время отрезки и зачистки трубы	

размером, мм	70x3 мм
Время отрезки трубы размером S 108X4 мм, с -	- 108x4 мм
Мощность электродвигателей, кВт: отрезного устройства	3
зачисткой головки	1,1
общая мощность	-
Габаритные размеры, мм	
Масса, т	1800x1280x920
Организация, разработавшая конструкцию. Производственное объединение «Ритм»	1,1 т Научно-

Таблица 8 Трубоотрезной станок 91a11

Диаметр трубы, мм	11-114 мм
Толщина стенки трубы, мм	2-30 мм
Наибольший размер наружной фаски, снимаемой на трубе, мм	6x6 мм
Наибольший размер внутренней фаски, снимаемой на трубе, мм	-
Длина отрезаемого конца трубы при работе с упором, мм	30-500 см 140 мм
Диаметр отверстия в гильзе шпинделя, мм	63-800 об/мин
Частота вращения изделия, об/мин	8-300 мм/мин

Подача отрезных суппортов, мм/мин	10,5 кВт
Мощность привода главного движения, кВт	2550x1875x1640 мм
Габаритные размеры (длина X ширина X высота), мм	14,4 т
Масса, т	
Изготовитель Тбилисская	

Станок для волоконной лазерной резки Senfeng SF-6020T предназначен для резки различных видов металлических труб и профилей с высокой скоростью и качеством.

Это промышленное оборудование подходит для средних и крупных промышленных предприятий.

Станок оснащен защитой корпуса, обеспечивающей безопасное и эффективное удаление продуктов сгорания из зоны резки.

Надежные комплектующие от ведущих мировых компаний, отличные конструкторские решения и качество сборки выгодно отличают производителей и модели от конкурентов в этом классе техники.

Данная модель может комплектоваться излучателями (Raycus/IPG Photonics/Senfeng Laser) мощностью от 1000Вт до 12000Вт.

На рисунке 5 изображена лазерная резка Senfeng SF-6020T



Таблица 9 Технические характеристики Senfeng SF-6020T

Рабочая зона: Длина заготовки: макс. 3000 мм / макс. 6000 мм

Возможные размеры труб/профилей (сечений):

Круглые трубы: 16 мм - 200 мм.

Квадратная труба: 15x15 мм - 150x150 мм.

Профили: 25x30 мм - 150x150 мм

Тип зажима: механический/пневматический

Тип лазерного излучателя: оптоволоконный иттербиевый

Лазерный излучатель: Raycus / IPG Photonics / Senfeng Laser

Номинальная мощность лазера: 1000–4400 Вт

Максимальная скорость перемещения: 130 м/мин.

Максимальная скорость резки: 35 м/мин.

Охлаждение радиатора: водяное с системой защиты

Время работы лазерного излучателя: до 100 000 часов

Интерфейс управления: контроллер DSP + панель управления

Дополнительные газы: кислород, азот, воздух

Напряжение питания: 380 В ± 10%, 50 Гц.

Размер: 9000\*2900\*2400мм

Вес:  $\leq 4600$  кг

## Гибка

### Процессы гибки и виды оборудования.

Процесс гибки заключается в пластическом изгибе заготовки, при котором внутренние слои металла сжимаются и укорачиваются, а наружные растягиваются и удлиняются. Гибку выполняют при деформациях, исключающих образование трещин.

По принципу действия оборудование для гибки делится на две группы на ротационные машины и прессы. К ротационным машинам относятся листогибочные трех и четырехвалковые машины, листогибочные машины с поворотной гибочной балкой, профилегибочные валковые станы, зигмашины, сортогибочные роликовые машины, трубогибочные машины, труб профилегибочные станки с индукционным нагревом.

Таблица 10 Выбор машины для гибки металла

Машины листогибочные трехвалковые.	Гибка цилиндрических и конических обечаек из листового материала толщиной до 30 мм.
Машины листогибочные четырехвалковые.	Гибка цилиндрических и конических обечаек из листового материала толщиной до 100 мм

<p>Машины листогибочные с поворотной гибочной балкой.</p>	<p>Гибка различных профилей, кромок, замкнутых контуров из листового полосового материала толщиной до 10 мм</p>
<p>Профилегибочные станы Многовалковые.</p>	<p>Изготовление гнутых профилей из ленточного и полосового материала толщиной до 8 мм в массовом и крупносерийном производстве</p>
<p>Зигмашины.</p>	<p>Гибка кромок, закатка соединений кромок, рельефная формовка и резка тонкостенных листовых деталей толщиной до 4 мм</p>
<p>Листогибочные прессы кривошипные и гидравлические.</p>	<p>Гибка различных профилей из листового и 1 полосового материала толщиной до 40 мм. На прессах можно производить пробивку отверстий и другие штамповочные операции</p>
<p>Сортогибочные роликовые машины.</p>	<p>Гибка дуг и колец из сортового и фасонного материала: уголка сечением до 200X200X25 мм, швеллеров: до № 36, полосы до 400X60 мм</p>
<p>Гибочные станки с индукционным нагревом.</p>	<p>Гибка труб и фасонного материала: трубы диаметром от 50 до 426 мм</p>

	при толщине стенки до 25 мм. уголка до № 25, швеллера до № 40, двутавра до № 50
Трубогибочные машины.	Гибка труб диаметром 6-160 мм с толщиной стенки до 5 мм
Прессы правильно-гибочные горизонтальные.	Гибка деталей из сортового и фасонного проката: двутавров

## **2.7 Назначение методов контроля и анализ характерных дефектов**

Контроль качества – это комплекс мероприятий и нормативных документов, направленных на поддержание качества продукции на заданном уровне.

Различают 3 вида контроля:



Предварительный контроль – это ознакомление с технической документацией на изделия, проверка качества средств механизации сборки и сварочного оборудования.

Текущий контроль – это ознакомление с технической документацией на изделия, проверка качества средств механизации сборки и сварочного оборудования.

Контроль качества после сварки – это контроль на наличие дефектов.

Контроль сварных соединений производится с помощью следующих методов контроля: визуальный осмотр, металлографическим анализом, химическим анализом, с помощью механических испытаний, просвечивание рентген или гамма лучами, ультразвуковая дефектоскопия, магнитная дефектоскопия, гидроиспытание.

Всякий контроль качества начинается с визуального осмотра, с помощью которого можно выявить не только наружные дефекты, но и некоторые внутренние. Визуальный контроль прежде всего выявляет наружные дефекты, они определяются с помощью дополнительных инструментов: рулетка, катетометр, лупы, УШС и др.

Характерными дефектами и повреждениями железобетонных стропильных ферм с арочным верхним поясом могут быть:

трещины 1 в раскосах, с шириной их раскрытия, превышающей расчетную, и возникающие от перегрузок, смещения арматуры и т.п., трещины 2 в нижнем растянутом поясе, с шириной раскрытия более 0,1 мм и возникающие от недостаточного натяжения арматуры при изготовлении, от перегрузки и т.п.

силовые трещины 3 в опорной части фермы, возникающие из-за нарушения анкеровки арматуры и перегрузки

усадочные и температурные, а также силовые трещины 4, причиной появления которых, помимо усадки и температуры, может служить заклинивание в форме при отпуске натяжения, смещении арматуры и т.п.

продольные сквозные вертикальные трещины 5 по нижнему поясу между узлами, возникающие от поперечных растягивающих напряжений при передаче предварительного напряжения на бетон и при отсутствии замкнутых хомутов или недостаточном перепуске поперечных стержней, продольные трещины 6 на нижних гранях поясов, возникающие от расслоения бетона при изготовлении ферм;

продольные трещины 7 вдоль арматурных стержней, возникающие от коррозии арматуры (могут иметь ширину раскрытия до 2 - 3 мм).

Причинами появления дефектов и нарушения работоспособности конструкций являются механические удары и повреждения при изготовлении, транспортировки, монтаже или эксплуатации, изменения геометрических параметров при деформации грунтов, неправильный расчет, несоблюдение технологии монтажа, регулярные перегрузки, многократный ремонт, отсутствие необходимых мер по защите несущих конструкций от коррозии, вибрации от вентиляционного оборудования и т.д.

Для данной конструкции есть 3 этапа проверки дефектов:

- 1) Визуальное обследование фермы;

В ходе визуального обследования фермы выполняются следующие работы:

обнаружение дефектов и повреждений с их замерами и фотофиксацией;  
определение аварийных участков конструкции;  
определение участков элементов ферм с большой степенью износа;  
выявление нарушений и несоответствий проекту, нормативам, договору;  
составление дефектной ведомости;  
определение причинно-следственной связи для выявленных дефектов;  
оценка условий эксплуатации ферм;  
уточнение составление схемы мест отбора проб для детального обследования конструкций;  
осмотр места расположения для определения факторов, влияющих на ферму.  
На основании визуального обследования составляется акт осмотра, в котором перечисляются выявленные дефекты, повреждения, несоответствия проектной и нормативной документации.

## 2) Инструментальное обследование фермы

Работы по инструментальному обследованию фермы включают:  
замер геометрических параметров конструкций;  
определение пространственного положения конструкции и отдельных элементов;  
определение фактических и прогнозируемых нагрузок;  
неразрушающие методы обследования ферм;  
отбор проб и лабораторные испытания.  
При инструментальном обследовании ферм из металла выполняется исследование марки стали, проверка болтовых, сварных соединений.  
Инженеры уделяют внимание трещинам в металлических конструкциях, узлам с высоким напряжением, перепадам сечений элементов, местам коррозии металла и сварных соединений, местам подрезов основного

металла, стыковым соединениям на накладках, дефектам сварных швов, отверстиям с необработанными кромками, местам крепления узловых фасок поясам фермы, качеству усиления, если оно производилось.

### 3) Лабораторные испытания при обследовании ферм

При обследовании ферм выполняются два вида лабораторных испытаний:

Определение физико-механических и деформационных свойств металла.

Определение химического состава свойств металла.

Вырезка проб металла из фермы, изготовление и испытание образцов выполняется по ГОСТ 7564-97. Вскрытие фермы производится только с согласия заказчика. При проведении лабораторных испытаний и анализов оформляются протоколы, которые прилагаются к техническому заключению.

Камеральная обработка результатов

Во время камеральной обработки инженеры выполняют проверочные и конструкторские расчеты. Составляются ведомости выявленных нарушений, несоответствий нормам, проекту, договору поставки. Специалисты оценивают необходимость ремонтно-восстановительных работ, рассчитывают их стоимость. Инженеры выполняют чертежи, планы, разрезы. Из всех 3 этапов проведения осмотра, я выбираю 2, так как удобно, и точно.

## **2.8 Расчет экономических показателей**

Издержки производства.

Знание издержек на производстве товара является одним из важнейших условий эффективности.

Издержки - это денежное выражение затрат Производственных факторов, необходимых для осуществления предприятием своей производственной и коммерческой деятельности.

Смета необходима не только для снижения затрат по их элементам, но и для составления материальных балансов, нормирования оборотных средств, разработки финансовых планов и др. Для предприятий всех отраслей промышленности установлена следующая обязательная номенклатура затрат на производство по экономическим элементам:

1. Материальные затраты (за вычетом стоимости возвратных отходов);
2. Затраты на оплату труда (все виды оплаты труда и другие выплаты);;
3. Отчисления на социальные нужды (единый социальный налог);
4. Амортизация основных фондов;
5. Прочие затраты.

В элементе «материальные затраты» отражается стоимость: приобретаемых сырья и материалов, которые входят в состав изготавливаемой продукции или обеспечивают нормальное течение технологического процесса и изготовления упаковки;

покупных комплектующих изделий и полуфабрикатов, подвергающихся в дальнейшем монтажу или дополнительной обработке на данном предприятии;

приобретаемого со стороны топлива всех видов;

покупной энергии всех видов (электрической, тепловой, сжатого воздуха, холода и др.).

В элемент «затраты на оплату труда» включаются заработная плата и премии; стимулирующие и компенсирующие выплаты; стоимость продукции, выдаваемой в порядке натуральной оплаты; оплата труда работников по заключенным договорам; прочие выплаты.

В элементе «отчисления на социальные нужды» отражаются обязательные отчисления по установленной законодательством норме единого социального налога (ЕСН) в размере 26% от фонда оплаты труда.

В элементе «амортизация основных фондов» отражается сумма амортизационных отчислений на полное восстановление основных производственных фондов предприятия.

В состав прочих затрат включаются налоги, сборы, отчисления в специальные внебюджетные фонды, платежи за предельно допустимые выбросы (сбросы) загрязняющих веществ, по обязательному страхованию имущества, плата за аренду и др.

Таблица 11 Стоимость материалов

№	Наименование	Кол-во	Ед. изм.	Стоим. за ед	Всего
1	Профильная труба(160x40x5)	168	П.м	2100	8400
	Профильная труба(250x80x5)	120	П.м	3000	6000
	Профильная труба(100x100x5,5)	40	П.м	1400	1400
	Профильная труба(250x80x5,5)	160	П.м	1460	5840
	Профильная труба(140x100x7)	44	П.м	1540	3080
	Профильная труба(160x100x7)	160	П.м	7200	14400
2	Сварочная проволока, d 3мм СВ-08Г2С	5,5 кг.	м	1120	2240
3	Нарезной круг d 25 мм Ст 45, 6,06	25	шт	13,4	335

Итого: 41695

Амортизация основных производственных фондов

$$\text{ФОТ} = P_{o.3} + P_{d.3}$$

$$P_{d.3} = 0,1 \times P_{o.3}$$

$P_{o.3}$  – основная з.п(зарплата)

$P_{o.з}$  – дополнительная з.п (зарплата)

Ценовая себестоимость продукции.

$$C_c = C_{\text{матер.}} + \Phi_{з.п} + O_{сн} - \text{стоимость материалов}$$
$$O_{сн} = 0,26 \times \Phi_{з.п}$$

Отчисление на соц. Нужды: отчисления установления законодатель. норма (ЕСН)

Амортизация ОФ- отчисление по себестоимости так и по арендованным фондам налоги, сборы, отчисления в спец. Внебюджетные фонды, платежи за пред. Допустимые выборы.

$$A_{м} = (C_{\text{мат}} + \Phi_{з.п} + O_{сн}) \times 0,15$$

Ст- материалов (стоимость материалов) = 41695 руб.

$P_{o.з} = 350$  руб. за 1 уровень сварщика.  $\times$  Кол-во затраченных часов =  $350 \times 30,6 \text{ч} = 10710$  руб.

$$P_{o.з} 0,1 \times P_{п.з} = 10710 \times 0,1 = 1071 \rightarrow \Phi_{з.п} + P_{o.з} + P_{п.з} = 10710 + 1071 = 11781 \text{ руб.}$$

$$O_{сн} = 0,26 \times \Phi_{з.п} = 0,26 \times 11781 = 3063,06 \text{ руб.}$$

$$A_{м} = 0,15 (C_{\text{мат}} + \Phi_{з.п} + O_{сн}) = 0,15 (41695 + 11781 + 3063,06) = 8480,85 \text{ руб.}$$

$$C_c = C_{\text{матер.}} + \Phi_{з.п} + O_{сн} + A_{м} = 41695 + 11781 + 3063,06 + 8480,85 = 65019,91 \text{ руб.}$$

## 2.9 Техника безопасности

Нельзя думать только о сварке, открывая кейс с инструментами и приступая к рабочему процессу. Для начала необходимо подумать и о своей безопасности. Ведь сварные швы не стоят ни потерянного зрения из-за некачественной маски, ни возможных ожогов и высоковольтных ударов током. Здоровье в этих случаях не вернется, будь сварщик, который работал

без должной защиты, хоть трижды профессионал. Поэтому перед началом сварки ещё раз прочитайте инструкцию по технике безопасности при сварке конкретно Вашего устройства. Важно знать, какие меры нужно предпринять, чтобы не пострадать, узнать какие опасности в основном могут подстеречь во время рабочего процесса и как их избежать. К главным аспектам, на которые обязательно стоит обращать внимание перед началом процесса сварки, можно отнести обеспечение должного уровня техники безопасности в следующих моментах:

Электробезопасность

Противопожарная защита

Оптическая защита

Использование специальной защитной одежды

Рассмотрим их более подробно:

Электробезопасность при сварке

Во время использования сварочного аппарата, независимо от его типа и технических характеристик, нужно помнить, что это электрический прибор, и работает он от сети, а значит необходимо обеспечить должную защиту от возможного удара током как самого сварщика, так и окружающих его людей.

Техника противопожарной безопасности при сварочных работах.

Здесь особое внимание стоит обратить как на сам процесс поджига сварной дуги, так и на то, что нужно постоянно следить за ее горением, поскольку этот процесс относится к периоду более высокой опасности и отвлекаться ни на что не следует.

Оптическая защита при проведении сварки

Как ни странно, но очень часто пользователи не обращают внимания на такую важную часть техники безопасности при сварочных работах как специализированная маска или очки.



Многие либо игнорируют их вообще, либо существенно экономят на их приобретении и покупают некачественный товар или используют старые допотопные маски, после которых «кровавые зайчики» в глазах гарантированы на несколько дней вперед.

Каждая фирма, производящая электрооборудование для сварки, выпускает свою собственную линейку аксессуаров для предохранения глаз, поэтому уже при покупке инвертора Вы можете сразу подобрать себе соответствующую маску.

Это значит, что затемнение происходит только в тот момент, когда производится поджиг дуги. Такая оптическая защита дает одно удовольствие от рабочего процесса – нет нужды подносить ее к лицу туда-сюда и можно самостоятельно настроить нужную Вам степень затемнения, а многие из более продвинутых моделей оснащены и другими дополнительными опциональными возможностями, которые делают рабочий процесс невероятно легким и комфортным.

Защитная одежда для сварки.

Настоятельно Вам рекомендуем пользоваться крагами из искростойких материй, ботинок из кожи и войлока, курткой и брюками или комбинезоном из защитной ткани.

Например, последней новинкой на рынке стал костюм сварщика от торговой марки «Сварог», выполненный из арамидной ткани. Такой материал применяется в самолето и ракетостроении, а также в химической промышленности, и обладает высокими защитными параметрами при относительно небольшом весе.

Арамидная ткань при изготовлении пропитывается специальными составами и ее волокна отличаются особым построением переплетения, в которое также вкрапляется тонкая металлическая нить. Сварочные работы на

высоте следует выполнять с лесов, подмостей, навесных люлек или приставных лестниц, имеющих огражденные рабочие площадки с настилом из негорючих материалов.

При невозможности или нецелесообразности установки указанных средств подмащивания сварочные работы можно вести с ранее смонтированных конструкций, имеющих ограждения или обеспечивающих возможность закрепления предохранительных поясов.

Электросварщики и газорезчики должны пользоваться предохранительными поясами при работе на высоте более 1,5 м (от земли или перекрытия). При сварке на высоте запрещается

Бросать огарки запрещается. Запрещается привлекать сварщиков к работам, не связанным с их специальностью.

#### Размещение сварочного оборудования

Размещение сварочного оборудования должно обеспечивать безопасный и свободный к нему доступ. В помещениях для электросварочных установок должны быть предусмотрены достаточные по ширине проходы (не менее 0,8 м), обеспечивающие удобство и безопасность при сварочных работах.

Сварочные установки, а также все вспомогательные приборы и аппараты к ним, устанавливаемые на открытом воздухе, должны быть в брызгопылезащитном исполнении. Основные правила техники безопасности при работе со сварочным полуавтоматом следующие:

корпус сварочного аппарата должен заземлён;

запрещается использовать устройство даже при незначительных механических повреждениях или любых других неисправностях;

при значительных перерывах в работе следует обязательно отключать устройство от электрической сети и выключать подачу защитного газа;

не проводить работы рядом со легковоспламеняющимися и взрывоопасными веществами;

во время работы использовать защитную маску и перчатки.

## 2.10 Технологическая карта

Таблица 12

№ позиции	Название операции	Оборудование, инструменты,	Режимы
-----------	-------------------	-------------------------------	--------

		вспомогательные средства	
1	Скомплектовать входящие в сборку детали согласно ведомости деталей.		
2	Зачистить детали перед сваркой от ржавчины и грязи с внешней и внутренней стороны от края стыка.	щётка по металлу, напильник,	См. Таблицу №4
3	Установить – опорную стойку позиция 1, на панель позиция 2, по чертежу выдержав зазор	шаблон	
4	Прихватить опору поз. 1,7,6,8,10, 4,5,11,12,2,3 к основанию поз.9 с 2-х сторон.	TIG DC 180M	См. таблицу №4
5	Приварить опору	TIG DC 180M	См. таблицу

	поз. к основанию поз. согласно чертежу.		№4
6	Зачистить сварной шов и прилегающую поверхность от брызг металла.	молоток, щетка по металлу, напильник	
7	Контролировать сваренный узел: -размеры- -перпендикулярность -катет шва- -качество сварки- -качество зачистки-	Контрольная плита, линейка, угольник, щуп, рулетка, УШС, катетометр, лупа	
8	Переместить узел на место складирования.	Тара цеховая	

### Заключение

Описание конструкции предназначено для того, чтобы иметь общее представление, что за конструкция и для чего она предназначена.

Выбор и описание сварочного оборудования подбирали для того, чтоб узнать, каким аппаратом лучше производить сварку.

Описание марки стали необходимо, чтобы узнать, из какого материала данная конструкция будет прочнее и надежней.

Способ сварки ввел в детальные подробности того, как ведется сварка.

Выбор и описание сварочных материалов заключается в том, чтобы узнать и подобрать, какая проволока лучше подходит для сварки подобной стали.

Выбор режимов сварки заключается в том, чтобы узнать, какие точные режимы необходимы для хорошего процесса сварки.

Контроль качества швов нужен для того, чтоб убедиться в их качестве, а в случае обнаружения дефектов, устранить.

Технологическая карта разрабатывается для точной последовательности данной работы.

В данной дипломной работе рассмотрена разработка технологического процесса изготовления фермы, изготовленная из конструкционной стали марки 30ХГСА. Элементы сварной конструкции соединены угловыми швами, установленные по ГОСТ 5264-80 "Ручная дуговая сварка. Соединения сварные.

Был выбран полуавтомат MIG DC 180 M который удовлетворяет основным требованиям.

## **Перечень литературных источников**

1. ГОСТ- [14771-76](#) Сварка полуавтоматом, сварные соединения, основные типы, конструктивные элементы и размеры.

2. ГОСТ [380-2005](#) Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки (Новый).
3. ГОСТ 1050-88 Сталь углеродистая качественная конструкционная (со спец. Отделкой)
4. ГОСТ [19281-89](#) Сталь повышенной прочности (классов прочности 265, 295, 315, 325, 345, 355, 375, 390, 440).
5. ГОСТ 2246-70 Сварочная проволока
6. Виноградов, В.С. Оборудование и технология дуговой автоматической и механизированной сварки / В.С. Виноградов. - М.: Академия, 2017. - 319 с.
7. Сварочное дело: Сварка и резка металлов: учебник для нач. проф. Образования/Г.Г. Чернышев.-8-е изд., стер-М.: Издательский центр «Академия», 2016.-496 с ISBN 978-5-7695-9633-9
8. Сварочные работы: учебник для нач. проф. Образования/ В.И. Маслов.- 10-е изд., перераб. И доп. - М.: Издательский центр «Академия» 2018. - 288 с.ISBN 978-5-7695-6467-3.
9. Овчинников. В. В. Оборудование, техника и технология сварки и резки металлов / В.В. Овчинников. - М.: КноРус, 2020, - 304 с.

#### Электронные источники (сайты):

1. Онлайн справочник о сварке [Электронный ресурс]. Режим доступа [http: // osvarke.net/mig-mag/rezhimy-mig-mag/](http://osvarke.net/mig-mag/rezhimy-mig-mag/) (дата обращения 12.10.2021)

2. Онлайн справочник о сварочной проволоке [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://svarka-piter.ru/provoloka/sv08a/?yclid=6075908472484170236> (дата обращения 25.11.2021)
3. Сваркавед [Электронный ресурс].-Режим доступа <https://svarkaed.ru/svarka/obuchenie-svarke/vybor-i-raschet-rezhima-svarki.html> (дата обращения 25.11.2021)
4. Сварочные полуавтоматы [Электронный ресурс].- Режим доступа <https://docs.cntd.ru/document/1200013245> (дата обращения 25.11.2021)
5. Цены на металлопрокат [Электронный ресурс]. -Режим доступа <https://metall-Metalloprokat.ru/perm/kudymkar/cena-metalloprokata> (дата обращения 02.10.2021)
6. Сварка просто [Электронный ресурс].- Режим доступа <https://svarkaprost.ru/tehnologii/defekty-svarnyh-shvov> (дата обращения 15.11.2021)
7. Охрана труда при сварке. Инструкция по технике безопасности при сварочных работах.[Электронный Ресурс].-Режим доступа <https://svarkaed.ru/svarka/poleznaya-informatsiya/ohrana-truda-pri-svarke.html> (дата обращения 17.11.2021)
8. Сваркавед [Электронный ресурс]. -Режим доступа <https://svarkaed.ru/svarka/obuchenie-svarke/vybor-i-raschet-rezhima-svarki.html> (дата обращения 24.11.2021)



