

**Приложение 4. Методические рекомендации
по выполнению дипломного проекта
к ОП по специальности
22.02.06 Сварочное производство**

Методические указания

по выполнению

ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

для студентов специальности

22.02.06 Сварочное производство

ВВЕДЕНИЕ

Дипломное проектирование является заключительным этапом обучения студентов в учебном заведении и направлено на закрепление у студентов теоретических знаний по общетехническим и специальным дисциплинам, совершенствование навыков выполнения технологических работ, развитие самостоятельности и творческих способностей при решении производственных задач.

В ходе выполнения и защиты дипломного проекта студент должен показать знания, умения и навыки самостоятельной деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой техника по специальности 22.02.06.

Дипломный проект по своему характеру должен отвечать современным требованиям в области сварочного производства и направлен на решение конкретной задачи. При работе над дипломным проектом студент должен проявить организованность и последовательность в выполнении проектного задания и всегда быть готовым дать подробный отчет руководителю о проделанной работе.

Дипломный проект выполняется студентом под руководством преподавателя. По организационно-экономической части проекта назначаются консультанты с соответствующего профиля. Также может быть назначен консультант по исследовательской части проекта, по моделированию процессов.

За принятые в проекте конструкторско-технологические решения, правильность и обоснованность приведенных расчетов, оформления чертежей, технологических процессов, расчетно-пояснительной записки и другой документации несет ответственность студент-дипломник, автор проекта. Подписи руководителя и консультантов на материалах проекта только удостоверяют соответствие проекта заданию и, что решения, принятые в проекте, принципиально правильные и выполнены студентом-дипломником самостоятельно.

ТЕМАТИКА ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТОВ

Тема дипломного проекта должна быть нацелена на решение конкретной

производственной задачи на основе комплексной механизации и автоматизации, обеспечивающей создание производства, способного быстро перестраиваться в соответствии с потребностями рынка. В зависимости от конкретных условий, способностей и наклонностей студента-дипломника тема проекта может быть технологической или исследовательской. Однако, независимо от направленности, каждый дипломный проект должен содержать все необходимые разделы. Желательно, чтобы тема дипломного проекта была тесно связана с ранее выполненными студентом курсовыми проектами.

ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ПРОЕКТА

Дипломный проект состоит из графической части (5 листов формата А1, или **не для всех** альбома чертежей формата А3 в случае представления защиты мультимедийной системой), расчетно-пояснительной записки (50-70стр, формата А4), приложений к проекту.

Графическая часть проекта включает:

– Сборочный чертеж конструкции с обозначением сварных швов.

В зависимости от направленности проекта в его графическую часть могут не входить пооперационная технология или план участка (по решению руководителя). Пояснительная записка, независимо от направленности проекта, должна включать следующие разделы:

- задание,
- содержание,
- аннотация
- введение

1 Технологическая часть

- 1.1 Техническое описание конструкции
- 1.2 Технические условия на материалы для изготовления конструкции
- 1.3 Технологичность конструкции. Разбивка конструкции на узлы и под узлы
- 1.4 Выбор и обоснование методов заготовки
- 1.5 Технология сборки и сварки
- 1.6 Нормирование операций технологического процесса
- 1.7 Мероприятия по снижению сварочных напряжений и деформаций
- 1.8 Контроль качества

2 Охрана труда

- 2.1 Охрана труда на рабочем месте
- 2.2 Техника безопасности при полуавтоматической сварке в среде CO₂
- 2.3 Организационно-технические мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.

-Вывод

-Информационные источники.

Графический материал на отдельных листах

ПРИЛОЖЕНИЕ А – Чертеж общего вида

Записка должна излагаться кратко, логично, технически и стилистически грамотно. Не допускается дословно воспроизведение текста из литературных источников; не рекомендуется помещать в записке обширные описания стандартного оборудования, других общеизвестных материалов. Достаточно привести техническую характеристику и принципиальные особенности, имеющие значение для проекта.

Методические указания по выполнению разделов дипломного проекта

Аннотация

В ней приводится краткое содержание проекта (всех составляющих его элементов). Объем составляющих его элементов. Аннотация излагается в пределах одной страницы.

Введение

Во введении рассматривается общее положение в данной отрасли машиностроения на текущий момент, перспективы и пути дальнейшего его развития, возможности механизации и автоматизации производственных процессов, возможности внедрения современного технологического оборудования и новых перспективных способов сварки, позволяющих повысить качество изготовления сварной конструкции и снизить трудоемкость и себестоимость изготовления. Формулируются технологические задачи, и определяется их актуальность. Ставится задача дипломного проектирования. Цель исследования (какой результат будет получен?) Цель должна заключаться в решении исследуемой проблемы путем ее анализа и практической реализации. Цель всегда направлена на объект. Задачи исследования (как идти к результату?), пути достижения цели. Задачи соотносятся с гипотезой. Определяются они исходя из целей работы. Формулировки задач необходимо делать как можно более тщательно, поскольку описание их решения должно составить содержание разделов проекта. Как правило, формулируются 3-4 задачи. Перечень рекомендуемых задач: «На основе теоретического анализа литературы разработать...» (ключевые понятия, основные концепции). «Определить...» (выделить основные условия, факторы, причины, влияющие на объект исследования). «Раскрыть...» (выделить основные условия, факторы, причины, влияющие на предмет исследования). «Разработать...» (средства, условия, формы, программы). «Апробировать...» (что разработали) и дать рекомендации... Структура проекта – это завершающая часть введения (что в итоге в проекте представлено). В завершающей части в назывном порядке перечисляются структурные части проекта, например: «Структура работы соответствует логике исследования и включает в себя введение, технологическую часть,..., заключение, список литературы, 5 приложений». Здесь допустимо дать развернутую структуру дипломного проекта и кратко изложить содержание глав. (Чаще содержание глав дипломного проекта излагается в заключении). Таким образом, введение должно подготовить к восприятию основного текста работы. Комментарий к формулировке Актуальность темы Почему это следует изучать? Раскрыть суть исследуемой проблемы и показать степень ее проработанности. Цель исследования Какой результат будет получен? Должна заключаться в решении исследуемой проблемы путем ее анализа и практической реализации. Задачи

работы Как идти к результату? Определяются исходя из целей работы и в развитие поставленных целей. Формулировки задач необходимо делать как можно более тщательно, поскольку описание их решения должно составить содержание разделов проекта. Рекомендуется сформулировать 3 – 4 задачи. Структура работы (завершающая часть введения) Что в итоге в проекте представлено. Краткое изложение перечня и/или содержания разделов проекта.

1 Технологическая часть

1.1 Техническое описание конструкции

Необходимо пояснить назначение, общее устройство, принцип работы, характер внешних нагрузок. Изделие обязательно должно быть изображено на рисунке (чертеже) с основными размерами (габаритными, толщиной металла.), позициями и названиями элементов, характеристикой сварных швов. Приводятся сведения об основных материалах изделия (механические свойства, химический состав, область применения), технические условия изготовления. Оценивается свариваемость с обоснованием, в случае необходимости применения специальных технологических приемов (предварительный подогрев, термообработка).

1.2 Технические условия на материалы для изготовления конструкции.

В данном разделе нужно привести характеристику материала деталей конструкции. Указывается марка, ГОСТ, химический состав, механические свойства (оформляется в виде таблиц), технологические свойства, область применения. Свариваемость материалов, допускаемые отклонения и деформации, трудоемкость изготовления. Анализируются конструктивные элементы конструкции в технологическом отношении, выявляются труднодоступные для сварки места. Даются предложения по повышению технологичности сварной конструкции. В конце данного раздела необходимо сделать обоснованный вывод.

Таблица 1-Химический состав в % по ГОСТ 19282

Cu	Si	Mn	Cr	Ni	N	P	S	As
					не более			

Таблица 2-Механические свойства по ГОСТ 19282

ГОСТ	Состояние поставки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	$\delta, \%$
			МПа		
			Не менее		

19282 -73	Листы	до 10 вкл.			
	горячекатаные	20			

Далее необходимо привести Технические условия на сварочные материалы. На механические и физико-химические свойства металла шва весьма существенное влияние оказывает его химический состав. Поэтому для получения свойств, удовлетворяющих требованиям надежности конструкции при эксплуатации, важным является правильный выбор сварочных материалов.

При выборе сварочных материалов следует исходить из следующих условий:

- возможности осуществлять сварку в тех положениях, в каких будет находиться во время сварки изделие;
- возможности получения плотных беспористых швов;
- возможности получения металла шва, обладающего высокой технологической прочностью, т.е. не склонного к образованию горячих трещин;
- возможности получения металла шва, имеющего требуемую эксплуатационную прочность;
- низкой токсичности;
- экономической эффективности.

В зависимости от предъявляемых к изделию специальных требований, при выборе сварочных материалов необходимо учитывать дополнительное требование – получение металла шва, обладающего комплексом специальных свойств (коррозионной стойкостью, жаропрочностью, износостойкостью и др.). Выбор сварочных материалов должен прежде всего обосновываться по условиям получения требуемого химического состава, требуемых эксплуатационных свойств, обеспечения качества сварного шва и соединения в целом. Варианты, равноценные по этим признакам, сопоставляются по технологическим, санитарно-гигиеническим и другим показателям с учетом специфики операций и производства. Обосновывается также выбор марки и конструкции электродов для контактной сварки. Для выбранных материалов указывается обозначение, ГОСТы, ТУ и нормативы.

Таблица 3-Химический состав проволоки ... (%) по ГОСТ 2246:

C	Si	Mn	Cr	Ni	Ti	P	S	Mo	прочие

1.3 Технологичность конструкции. Разбивка конструкции на узлы и под узлы

Технологичность конструкции - это совокупность свойств, определяющих возможность ее изготовления с наименьшими затратами труда и материалов методами технологии в соответствии с требованиями качества.

Анализ технологичности конструкции проводится на этапе технического предложения и дорабатывается на этапе эскизного проекта по ГОСТ 14201. Существуют 2 подхода к определению технологичности: качественный и количественный.

Качественный анализ технологичности производится по характеру рабочих нагрузок и по техническим параметрам.

Количественный анализ проводится при определении марки основного и наплавленного металла, из которого будет изготавливаться конструкция, точности изготовления детали или конструкции, подбора оптимальных и конструктивных рабочих баз и размерных цепей, выбора способов сварки, мест эксплуатационных и технологических разъемов, толщины соединения деталей, размеров швов. Возможности автоматизации и механизации в процессе изготовления и применения стандартного оборудования.

Большое влияние на технологичность сварных конструкций оказывает свариваемость - способность данной конструкции при данном материале обеспечить высокое качество сварных соединений.

Свариваемость- это свойство металлов или сочетания металлов образовывать при определенной технологии сварки соединения, отвечающие требованиям, обусловленным конструкцией или эксплуатацией изделия.

Проверку свариваемости произвести по эквиваленту углерода (C_{Σ}) с учетом толщины металла.

$$C_{\Sigma} = C + Mn / 20 + Ni / 15 + (Cr + Mo + V) / 10 + 0,0025 \times S \quad (1)$$

для легированных сталей;

где C, Mn, Ni и т.д. верхнее содержание легирующих элементов в стали.

$C_{\Sigma} \geq 0,45$ - критический показатель эквивалента углерода для легированных сталей, если показатель расчетный превышает это значение, то необходим предварительный подогрев основного металла перед сваркой.

Свариваемость рассматривается, как степень соответствия сварных соединений одноименным свойствам основного металла, или нормативным значениям свойств.

После определения C_{Σ} нужно дать ответ на следующие вопросы:

1. Требуется ли предварительный подогрев основного металла перед сваркой?
2. Удовлетворяют ли выбранное сечение элементов и виды проката эксплуатационным требованиям?
3. Обладает ли конструкция жесткостью и сопротивляемостью деформации?
4. Есть ли возможность выполнения сварки всех сварных швов в нижнем положении с использованием различных приспособлений (крана, кантователя, кондуктора, портала)?
5. Доступны ли все сварные швы, если металлоконструкцию расчленить на отдельные узлы?

Расчленение металлоконструкции на узлы позволяет применять универсальные и специальные приспособления, автоматизировать процесс сварки, что облегчает ее изготовление, обеспечивает высокую точность сварного изделия.

6. Автоматизируется и механизмуется ли процесс сварки?

7. Требуется ли механическая обработка после сварки?

8. Можно ли исключить за счет выше перечисленных пунктов, при внедрении технологической оснастки пооперационный контроль ОТК и доверить производить его рабочему?

9. Есть ли возможность использовать рациональные, производительные и объективные методы контроля ВИК- 100%, сварных швов и рентгенографический контроль – 20% длины сварных швов?

10. Требуется ли термическая обработка после сварки для снятия внутренних напряжений?

На основании проведенного анализа, нужно сделать вывод, что металлоконструкция технологична: выбранные материалы конструкции отвечают эксплуатационным требованиям изделия и на основе вышеперечисленных пунктов можно получить металлоконструкцию высокого качества при минимальных затратах, т.е. с минимальной трудоемкостью и энергоемкостью техпроцесса.

1.4 Выбор и обоснование методов заготовки

Важным этапом технологического процесса изготовления сварных и паяных металлоконструкций являются заготовительные работы. Для таких работ в основном используют детали образованные из заготовок листового полуфабриката, труб или профилей, а также отливок, поковок и т.д.

Заготовительные работы можно разделить на два основных этапа:

- раскрой – разрезание полуфабриката;
- формообразование деталей из полученных заготовок.

При необходимости иногда вводится предварительная зачистка и правка полуфабриката.

Качество и способы выполнения заготовительных работ оказывают большое влияние на трудоемкость и качество выполнения последующих операций сварки и пайки, в значительной степени определяя возможность использования специализированной оснастки и средств автоматизации, а, следовательно, возможность сокращения производственного цикла.

Заготовительные операции необходимы для изготовления комплектов деталей металлоконструкции по позициям.

При изготовлении заготовок применяю следующие виды обработки металла:

1) Зачистка

2) Правка проката перед дальнейшими технологическими операциями.

Правка основана на пластической деформации, т. е. растяжении металла до предела текучести.

Правка листовой стали производится механическим путем на листопрямильных 5-23-х валковых машинах.

Правку мелких деталей целесообразно производить на вальцах, используя подкладной лист.

3) Разметка – наметка.

Разметка - ручная с помощью мерительного инструмента.

4) Термическая резка.

Термическую резку – плазменную применяю для изготовления деталей сложной конфигурации.

Плазменная резка бывает ручная и машинная. Возможны два метода резки: Резка в размер, или чистовая, и резка заготовительная, т.е. с последующей обработкой.

I класс – вырезка деталей, сопрягаемых с другими впритык, или же для сварки в стык. Допуск при этом ± 1 мм.

Каждый из видов резки применяются непосредственно в зависимости от механических свойств, химического состава, и толщины металла.

Выбор заготовительного оборудования производится с учетом типа материала, его марки и толщины.

Заготовительное оборудование должно обеспечивать высокую производительность и по возможности иметь не большие габариты. Выбранное оборудование, должно быть охарактеризовано паспортными данными.

Для обеспечения выбранного технологического процесса заготовки выбрать оборудование:(в качестве примера)

Для зачистки:

Абразивный инструмент:

Машинка шлифовальная ИП-2009Б

Давление воздуха, кгс/см² 5

Скорость вращения шпинделя, об/мин

На холостом ходе – 12100

Мощность – 0,44 кВт

Расход воздуха м³ / мин 0,88

Для правки:

Листопрямильная машина предназначена для правки листов, полос и листовых заготовок в холодном состоянии.

Листопрямильная машина МП№3 Стан 2800/1700

Таблица 4 Технические характеристики:

Размеры выправляемого листа, мм

Толщина- 7-60

Наибольшая ширина правильных валков -2700

Число правильных валков -9

Диаметр правильных валков, 360мм

Шаг правильных валков, мм 400

Скорость правки, 0,16м/с

Мощность электродвигателей привода, кВт:
Вращения валков 125x2

Подъёма-опускания верхних валков 22
Подъёма направляющих валков 3,5x2

Габаритные размеры, мм:
Длина 12000
Ширина 4900
Высота 6338
Масса, 219т

Для термической резки:

Портальную плазменную машину с УЧПУ «Комета» 2,5 Пл

Таблица 5 Технические характеристики:

Наибольший размер разрезаемых листов, мм
длина 8000
ширина 2500
Наибольшая толщина резки, 100мм
Скорость перемещения резака, мм/мин 50 – 12000
Максимальное отклонение от контура, мм 0,35
Тип УЧПУ 2P32M

Таблица 6 Плазмо-режущая установка **АПР – 401**
Число резаков 2
Энергопитание трёхфазная цепь переменного тока
Напряжение, 380В
Частота, 50Гц
Потребляемая мощность, 260кВ·А
Расход, м³/ч
Сжатый воздух до 20
охлаждающей воды 0,6
Давление, МПа
сжатого воздуха-0.6
охлаждающей воды-0.4
Ширина калии направления, мм 3300
Габаритные размеры, мм:
длина – 20600;
ширина – 6000
; высота - 2550
Масса, кг
- ходовой части 1230
комплекта 8430

При выборе технологического процесса необходимо ориентироваться на наиболее совершенные высокопроизводительные методы заготовительных операций.

Следует выбирать такой метод раскроя металла, который обеспечивает получение наименьших отходов.

В зависимости от типа производства применяются три вида раскроя:

- Первый метод, имеющий наибольшее практическое значение, состоит в том, что листы разрезаются на полосы, предназначенные для штамповки или изготовления одноимённых деталей.

- Второй метод получил название смешанного раскроя. В этом случае раскрой выполняют с учётом изготовления разноимённых деталей и получения необходимой комплектности деталей на изделии.

- Третий или групповой метод начинается с раскроя полос для деталей большого размера, а оставшиеся от основного раскроя полосы используют для деталей меньшего размера.

Для резки заготовок металлоконструкции использовать полосовой, групповой и смешанный методы раскроя.

Этот метод имеет наибольшее практическое применение и состоит в том, что листы полностью используются для одной детали или их разрезают на полосы, предназначенные для вырезки одноимённых деталей.

Листы применяются с обрезной кромкой.

Остатки металла после раскроя поступают на склад как деловой отход.

Раскрой и расчёт процента отхода производится по формуле:

$$\%_{\text{отх}} = (F_{\text{л}} - \sum F_{\text{з}}) / F_{\text{л}} \times 100 \quad (2)$$

$F_{\text{л}}$ – площадь листа.

$F_{\text{з}}$ – площадь заготовки.

Следующим шагом является:

1. Выбор размера листа для раскроя;
2. Определение количества элементов по каждой позиции металлоконструкции;
3. Расчёт процента отхода.

1.5 ТЕХНОЛОГИЯ СБОРКИ И СВАРКИ

Сборка под сварку является наиболее трудоемкой и важной операцией технического процесса.

Сборкой называют технологический процесс последовательного соединения и скрепления деталей между собой прихватками или в сборочном приспособлении для образования отправочного элемента (узла или сборочной единицы). От качества выполнения этой операции больше всего зависит качество сварной конструкции и трудоемкость сварочно-сборочных работ.

Хорошее качество сборки – первое необходимое условие для достижения высокого качества сварки. При выполнении сборочных операций необходимо точно выдерживать геометрические размеры, необходимые зазоры, обеспечивать точное расположение способностей собираемых элементов. При установлении

последовательности сборочных операций, необходимо следить за тем, чтобы предыдущая сборочная операция не затруднила осуществления последующей.

Технологический процесс сборки сварных конструкций должен обеспечивать высокое качество собираемого изделия, минимальный цикл сборки, минимальную трудоемкость слесарно-сборочных работ, применение механизации повышает производительность труда и безопасность условия выполнения сварочных работ.

Сборка под сварку – это размещение элементов конструкции в порядке, указанном в технологической карте, и предварительное скрепление между собой с помощью приспособлений и наложением прихваток, что обеспечивает требуемое взаимное положение деталей.

Технологический процесс сборки должен удовлетворять следующим требованиям:

1. Соблюдение полной последовательности сборки конструкции и ее элементов.

2. Применение инструмента и приспособлений, повышающих производительность труда.

3. Полная согласованность сборочных и сварочных операций.

4. Проведение работниками технического контроля пооперационного контроля качества сборки.

5. Соблюдение правил охраны труда при выполнении установленных операций и приемов сборки.

В зависимости от сложности сварной конструкции сборку можно производить:

- по разметке с помощью простейших универсальных приспособлений с последующей прихваткой и приваркой.

- по первому изделию, если его конфигурация позволяет пользоваться им как шаблоном. Применяются при этом простейшие приспособления, что и при разметке.

- на универсальных приспособлениях, плитах с пазами, снабженными упорами, фиксаторами и различными зажимными устройствами, позволяющими собирать однотипные, но разные по габаритам изделия.

Применяются в мелкосерийном и среднесерийном производстве.

- при помощи шаблонов накладываемых на детали для установки элементов жесткости или упорных элементов.

- по выступам и углублениям на штампованных деталях из тонколистовой стали или контуров деталей, которые были вырезаны плазменной или лазерной резкой, а также деталей полученных механическим путем на специальных стендах и приспособлениях.

Возможны следующие схемы технологического процесса сборки и сварки:

1. Сборка узла или конструкции с последующей сваркой.
2. Последовательная сборка и сварка.
3. Сборка и сварка узлов, затем сборка и сварка конструкции из узлов.

4. Сборка и сварка узлов с последующей сваркой конструкции из узлов и наращиванием отдельных элементов.

По I схеме: изделия полностью собираются на прихватках на одном рабочем месте, затем передается на другое рабочее место для выполнения операции сварка.

По II схеме: Последовательная сборка и сварка конструкции из отдельных элементов производится в тех случаях, когда сварка полностью собранной конструкции невозможна или есть возможность автоматизировать процесс сборки, когда нельзя обеспечить необходимую точность размеров конструкции в силу ее недостаточной жесткости. При этой схеме точность конструкции обеспечивается промежуточными операциями правки.

По III схеме: Применение узловой сборки чаще всего ограничивается грузоподъемностью транспортных средств, общая деформация конструкции получается меньше, так как жесткость узлов всегда больше жесткости отдельных деталей, есть возможность контролировать промежуточные геометрические размеры, что дает возможность производить параллельную сборку и сварку отдельных узлов, что сокращает производственный цикл изготовления всей конструкции. Этот способ дает возможность проверки отдельных узлов при стыковке на стенде и отправки на монтаж в разобранном виде.

Последовательность сборки и сварки во многих случаях определяет точность узла или конструкции.

Необходимая точность размеров достигается следующими способами сборки:

1. По первому способу сначала собирают каркас конструкции, который благодаря своей большой жесткости обеспечивает сохранение заданных основных размеров при его сборке и последующей приварке к нему деталей. Соединения встык и тавр собирают без зазора, чтобы уложиться в заданный допуск. Таким образом, сварка конструкции производится на базе предварительно жестко собранного узла.
2. При сборке по второму способу на прихватках нормальной длины и сечения, после сварки в зависимости от конфигурации и типа соединений конструкция может иметь значительное отклонение от заданных размеров.
3. Для получения точных базовых размеров применяется третья схема - полужесткая сборка, выполняется прихватками небольшой толщины и малого поперечного сечения с учетом возможности их разрушения. Сварка после сборки производится в такой последовательности, чтобы соединения, определяющие базовый размер, сваривались последними.

Третья схема дает возможность по максимуму механизировать и автоматизировать сборочно-сварочные операции, применять элементарные сборочно-сварочные приспособления, параллельно применять комплекс операций сборки и сварки других узлов и снизить время производственного цикла изготовления конструкции в целом.

Исходя из выше изложенного выполнить следующее:

1. Выбрать и описать схему технологического процесса сборки.
2. Выбрать способ сборки.

3. Выбрать инструменты и приспособления для сборки.

4. Составить схему сборки и сварки. (на примере металлоконструкции собираемой из 2 узлов)

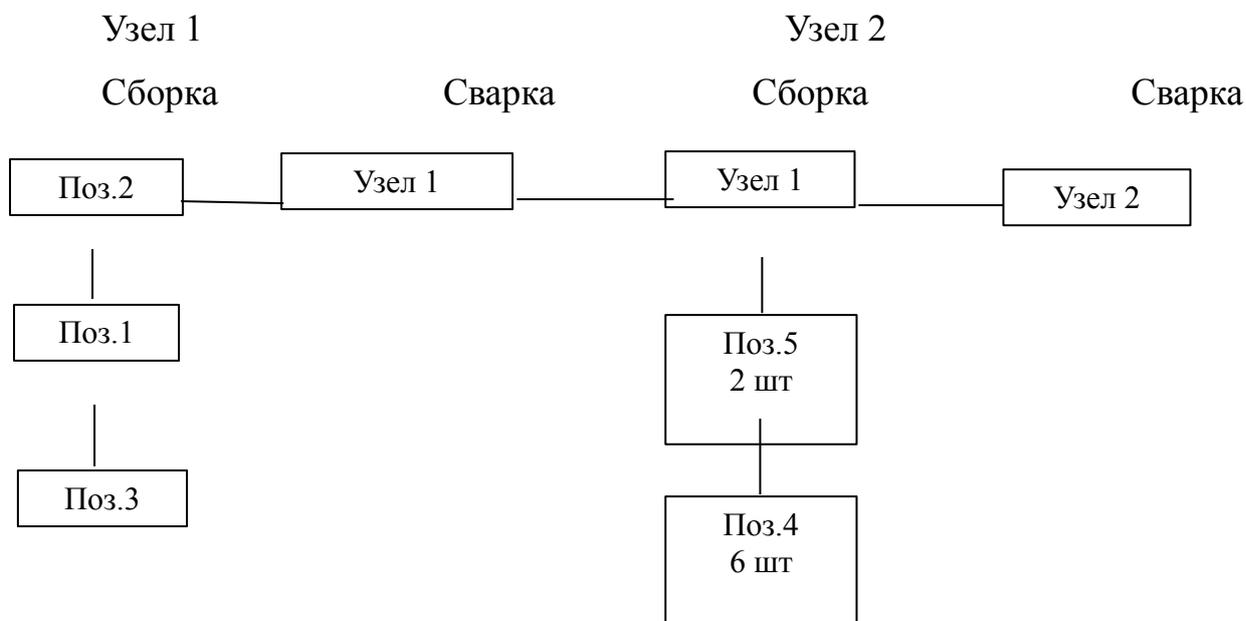


Рисунок 1 Схема сборки и сварки

На основании определенных ранее способов сборки, выбрать и описать:

1. Выбрать сборочное оборудование на основе технико-экономического анализа и соответствия его технических характеристик требуемым параметрам технологии.

2. Описать применение сборочного оборудования для каждого узла конструкции, с указанием позиций.

В записке приводится конкретный, фирменный тип оборудования с указанием его основных технических данных. При разработке проекта необходимо предусмотреть максимально возможный уровень механизации и автоматизации.

Сборочные операции осуществляют с целью обеспечения правильного взаимного расположения и закрепления деталей собираемого узла. Применение механизированных приспособлений позволяет повысить производительность труда и улучшить качество сборки. Собранный узел должен обладать жесткостью и прочностью, необходимой как при извлечении его из сборочного приспособления и транспортировке к месту сварки, так и для уменьшения временных сварочных деформаций. Поэтому собранные детали наиболее часто фиксируют с помощью прихваток.

Необходимым условием правильной сборки является такой способ фиксации соединяемых деталей, при которых возможно некоторое их смещение во время сварки. Слишком большая жесткость закрепления свариваемых элементов приводит к возникновению значительных температурных и усадочных напряжений, которые могут вызывать трещинообразование в основном или наплавленном металле шва и коробление всего изделия. Самым жестким элементом крепления является прихватка.

Рекомендуется выполнять сборку в кондукторах и приспособлениях допускающих известную свободу деформаций при сварке, вместо сборки на прихватках, которая увеличивает жесткость закрепления.

Размеры и расположение прихваток выбирают из условий жесткости и прочности, а также из соображения их полной переварки при укладке основных швов.

При использовании сборочно-сварочных приспособлений сварка непосредственно после сборки, без выема изделия из приспособления, позволяет в некоторых случаях обходиться без прихваток. Собранное под сварку изделие устанавливают в различные положения с помощью приспособлений. Сварочные приспособления обеспечивают не только кантовку изделия, но и перемещение сварочной головки относительно изделия или изделия относительно головки со скоростью сварки.

Эффективность использования сборочно-сварочной оснастки определяется ее соответствием конструкции изделия, принятой технологии изготовления и программе выпуска. Универсальные приспособления общего назначения используют для сборки и сварки изделий широкой номенклатуры и различных размеров. Они должны изготавливаться в централизованном порядке.

Специальные приспособления одноцелевого назначения используют для выполнения определенных операций применительно к конкретному изделию. Значительные затраты труда, времени и материалов предопределяют индивидуальный подход к созданию приспособления при изготовлении изделий в условиях крупносерийного и массового производства. Для мелкосерийного и единичного производства целесообразно комплектовать приспособления из нормализованных элементов, изготавливаемых централизованно. В этом случае имеется возможность многократного использования нормализованных элементов в различных приспособлениях для изготовления изделий широкой номенклатуры. При проектировании приспособления расчеты на прочность и жесткость должны отражать особенности его работы в зависимости от назначения. Для сборочного приспособления необходимо учитывать силу тяжести и усилия от прижимов применительно к прочности конструкции и ограничения искажения базовых размеров в пределах заданных допусков. Для сварочного приспособления, необходимо дополнительно учитывать усилия, которые могут возникнуть в результате усадки изделия от сварки. При этом следует учитывать требования, предъявляемые к приспособлению для снижения сварочных напряжений деформаций изделия. Если цель уменьшения деформации не ставится, то следует предусмотреть возможность смещения изделия относительно приспособления в

процессе сварки и остывания, либо допустить упругую деформацию приспособления совместно с изделием.

Основным назначением сборочного оборудования является фиксация и закрепление деталей собираемого сварного узла в заданном положении. В большинстве случаев, сборочное и сборочно-сварочное оборудование (кондукторы, стенды установки) является специализированным, рассчитанным на изготовление изделий одного типоразмера или группы однотипных изделий.

Однако узлы сборочного оборудования (установочные и закрепляющие элементы, поворотные устройства, основания) имеют универсальное значение и используются в различном сборочном оборудовании.

Установочные и закрепляющие элементы разделяют на упоры, опоры, призмы, фиксаторы, шаблоны и домкраты.

Упоры предназначены для фиксации деталей по базовым поверхностям. Откидные, отводные и поворотные упоры используют в случаях, когда постоянный упор затрудняет свободную установку детали или съем свариваемого изделия. Упоры, расположенные в горизонтальной плоскости, называют опорами.

Фиксаторы используют для фиксации деталей по отверстиям. Их выполняют постоянными, съемными, отводными и откидными. Для быстрого отвода в исходное положение фиксаторы и упоры оснащают пневматическим приводом.

Шаблоны применяют для установки деталей в заданное положение по другим, ранее установленным деталям собираемого узла. Они могут быть съемными, отводными или постоянными.

При сборке металлоконструкций, необходимо обеспечить правильное взаимное расположение и прижатие друг к другу по всей длине деталей, составляющих изделие. В серийном производстве используют сборочные поворотные и неповоротные кондукторы и иногда применяются стенды с передвижными сборочными порталами.

Для сборки металлоконструкций можно использовать стенд для сборки двутавровых балок с передвижным сборочным порталом и сборочно-сварочную плиту с комплектом УСПС.

Таблица 7 Технические характеристики стенда

Размеры, собираемых балок, мм:	
Длина.....	до 15000
Высота.....	460-2000
Ширина полки.....	до 800
Толщина полки.....	до 50
Скорость передвижения портала, /мин.....	36
Усилие, обеспечивающее прижимами, кгс:	
Вертикальными:.....	2500
Горизонтальными.....	5000
Габаритные размеры стенда, мм:	
Длина	16500
Ширина.....	4300

Высота.....1750

Масса, т.....13,8

УСПС представляет собой набор нормализованных деталей и узлов, из которых многократно komponуют приспособления для сборки и сварки различных сварных узлов. После изготовления партии сварных узлов приспособления разбирают, а детали и узлы используют для компоновки новых приспособлений.

УСПС наиболее рационально использовать в единичном, опытном и мелкосерийном производстве, когда использовать специальное оборудование экономически невыгодно.

Участки УСПС рекомендуется создавать в цехе металлоконструкций.

Площадь участка зависит от числа планируемых к внедрению компоновок УСПС и должна быть не менее 30м².

УСПС предназначены для сборки различных сварных узлов.

В комплект приспособлений УСПС входят: стенд и набор вышеперечисленных нормализованных и унифицированных зажимных, упорных, фиксирующих и установочных элементов.

Таблица 8 Технические характеристики:

Размеры плиты,мм		960×1200
Число плит,шт.	7	
размеры собираемых изделий, мм	Определяются размерами стенда	
Размер, мм:		
паза плиты		16
междупазами		120
габаритные размеры,мм	960×8400×210	
Масса стенда(безэлементов),кг		6125

Для разработки и проектирования металлоконструкции применяется, в качестве основного металла, сталь подобранная в разделе 1.21.В результате оценки свариваемости должны быть получены конкретные рекомендации для выбора способа сварки, сварочных материалов, режима сварки и дополнительных технологических мер.

Выбор критериев оценки свариваемости материала изделия производится в зависимости от его назначения, особенностей конструкции, условий эксплуатации и других факторов. Основными критериями оценки свариваемости являются:

- стойкость сварного соединения против образования горячих и холодных трещин;
- минимальные различия механических свойств сварного соединения и основного металла.

В зависимости от предъявляемых к изделию специальных требований, свариваемость оценивается дополнительными критериями (стойкость сварного соединения против коррозии, ползучесть, переход в хрупкие состояния и т.д.).

В данном разделе необходимо подробно описать особенности выбранного

способа сварки.

По учебной и технической литературе необходимо сделать анализ способов сварки материала заданной толщины и химического состава. Оценить преимущества и недостатки существующих способов сварки. Отразить современные достижения науки и техники в области сварки данного материала.

Выбор того или иного способа сварки в каждом конкретном случае должен производиться с учетом ряда факторов, главными из которых являются:

- свойства свариваемого металла;
- толщина материала, из которого изготавливается конструкция (изделие);
- габариты конструкции (изделия);
- экономическая эффективность.

Свойства свариваемого материала в ряде случаев имеют определяющее значение в выборе способа сварки и иногда существенно ограничивают число возможных способов. Толщина свариваемого материала, габариты конструкции еще в большей мере ограничивают ряд возможных способов. Однако в большинстве случаев указанные факторы позволяют использовать при изготовлении конструкции несколько способов сварки, каждый из которых обеспечивает получение готовой сварной конструкции, соответствующей всем требованиям условий. В этом случае выбор того или иного способа сварки должен обосновываться определением его экономической эффективности. (Учитывая, что параллельно выполняется курсовая работа, в которой производится экономическое обоснование способов сварки, в данном курсовом проекте допускается выбирать способы сварки без расчета экономической эффективности).

Следует также помнить, что в пределах целесообразного при изготовлении сварной конструкции необходимо применять наименьшее количество способов сварки.

Обоснование режимов сварки следует осуществлять по рекомендациям в нормативно-технической документации либо путем расчета, по существующим методикам на основе рассмотренных показателей, свариваемости металла, выбранного способа сварки и сварочных материалов. При этом следует исходить из следующих условий:

- получения швов с оптимальными размерами и формой;
- обеспечения такого термического цикла, который обеспечит оптимальные свойства зоны термического влияния и металла шва.

Расчет режимов сварки должен быть проведен по одному основному шву каждого способа сварки. Режим остальных швов выбирают по таблицам.

Основными параметрами механизированных процессов дуговой сварки являются следующие:

- диаметр электродной проволоки $d_{эл}$, мм;
- вылет ее $l_{эл}$, мм;
- скорость подачи электродной проволоки $V_{пп}$, мм/с;
- сила тока $I_{св}$, А;
- напряжение $U_{св}$, В;

- скорость сварки $V_{св}$, мм/с;

- расход CO_2 , кг.

Полуавтоматическую сварку в углекислом газе выполняют короткой дугой на постоянном токе обратной полярности. Расстояние от сопла горелки до изделия не должно превышать 25мм.

Угловые соединения сваривают с таким же наклоном в направлении сварки и с наклоном поперек шва под углом $40 - 50^\circ$ к горизонтали, смещая электрод на 1 – 1,5 мм от угла на горизонтальную полку. Тонкий металл сваривают без колебательных движений, за исключением мест с повышенным зазором.

Швы катетов 4 – 8 мм накладывают за один проход, перемещая электрод по вытянутой спирали.

При сварке необходимо обеспечить защиту от сдувания газа и подсоса воздуха через зазор.

Для уменьшения разбрызгивания в сварочную цепь можно последовательно включить дроссель или использовать газовые смеси аргона и CO_2 .

Расчет режимов сварки на примере сварных швов подкрановой балки:

1) Определить толщины основного металла и катеты сварных швов, мм по чертежу: S = 12; ТЗΔ8; У6Δ 8.

Таблица 9 Зависимость диаметра электродной проволоки от толщины и катета свариваемого металла

Показатель	Толщина свариваемого металла или катет шва, мм											
	0,6-1,0		1,2-2,0		3,0-4,0		5,0-8,0		9,0-12,0		13,0-18,0	
Диаметр электродной проволоки. мм $d_{эл}$	0,5	0,8	0,8	1,0	1,0	1,2	1,4	1,6	2,0	2,0	2,5	3,0

2) Определить диаметр электродной проволоки для механизированной и автоматической сварки, мм по таблице 9:

$$D_{эл} = 2,0 \text{ мм};$$

3) Вылет электрода;

$$L_{эл} = 10 \times D_{эл} \quad (3)$$
$$L_{эл} = 2,0 \times 10 = 20 \text{ мм}$$

4) Рассчитать силу сварочного тока.

$$I_{св} = j \times F_{эл}, \text{ А} \quad (4)$$

где j – плотность тока, A/mm^2 (диапазон плотностей сварочного тока от 100 до 200 A/mm^2);

Большие значения плотности тока соответствуют меньшим диаметрам электродных проволок.

Устойчивое горение дуги при сварке плавящимся электродом в углекислом газе достигается при плотности тока свыше 100 A/mm^2 .

Принять для расчетов

$$j = 100 \text{ А} / \text{мм}^2$$

$F_{эл}$ – площадь поперечного сечения электродной проволоки, mm^2 .

Так как определение основного параметра режима сварки основывается на интерполировании широкого диапазона рекомендованных плотностей тока, то силу сварочного тока необходимо уточнять по таблице.

4.1 Определить площадь поперечного сечения электродной проволоки, мм²

$$F_{эл} = \pi \times d_{эл}^2 / 4 \quad (5)$$

$$F_{эл} = 3,14 \times 2^2 / 4 = 3,14 \text{ мм}^2$$

4.2 Определить силу сварочного тока, А.

$$I_{св} = 100 \times 3,14 = 314, \text{ А}$$

5 Определить коэффициент расплавления α_p г/А*с

$$\alpha_p = (0,83 + 0,22 \times I_{св} / D_{эл}) \times 10^{-4} \text{ г/А} \times \text{с} \quad (6)$$

$$\alpha_p = (0,83 + 0,22 \times 314 / 2) \times 10^{-4} = 3,53 \times 10^{-3} \text{ г/А} \times \text{с},$$

где $I_{св}$ - сила сварочного тока, А;

0,83 и 0,22 – эмпирические коэффициенты.

6 Определить скорость подачи проволоки.

$$V_{пш} = 4 \times \alpha_p \times I_{св} / (\pi \times D_{эл}^2 \rho_{эл}) \quad (7)$$

$$V_{пш} = 4 \times 3,53 \times 10^{-3} \times 314 / (3,14 \times 2^2 \times 7,8 \times 10^{-3}) = 45,256 \text{ мм/с},$$

7 Определить напряжение на дуге:

$$V_d = 23-27 \text{ В}$$

8 Определить коэффициент наплавки.

$$\alpha_n = \alpha_p \times (1 - \psi / 100) \quad (8)$$

$$\alpha_n = 3,53 \times 10^{-3} (1 - 0,1) = 3,177 \times 10^{-3} \text{ г/А} \times \text{с}$$

где α_n - коэффициент наплавки, г/А*с

9 Определить площадь наплавки:

T3 Δ8

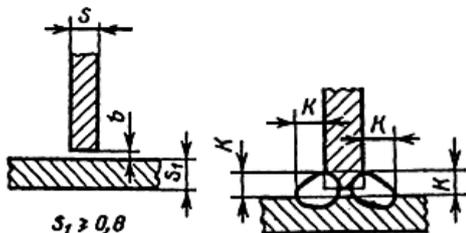


Рисунок 2-определение площади наплавки таврового соединения

$$\sum F_{нT3 \Delta 8} = 2 \times k^2 / 2 + 2 \times 1,05 \times k \times g \quad (9)$$

$$\sum F_{нT3 \Delta 8} = 2 \times 8^2 / 2 + 2 \times 1,05 \times 8 \times 1 = 80,8 \text{ мм}^2$$

$$F_{н2} = k^2 / 2 + 1,05 \times k \times g = 8^2 / 2 + 1,05 \times 8 \times 1 = 48,8 \text{ мм}^2,$$

где k – катет шва, мм.

У6Δ8

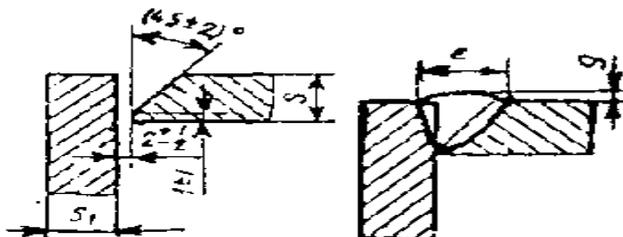


Рисунок 3-определение площади наплавки углового соединения

$$F_{H_{Y6\Delta 8}} = k^2/2 + 2 \times 1,05 \times k \times g = 2 \times 8^2/2 + 2 \times 1,05 \times 8 \times 1 = 48,8 \text{ мм}^2$$

где k – катет шва, мм.

10 Определить скорость сварки для швов ТЗ Δ8; У6Δ8 по формуле:

$$V_{св} = 0,9 \times \pi \times d_{эл}^2 \times V_{пп} / 4 \times F_H, \text{ мм / с}, \quad (10)$$

$$V_{св \text{ ТЗ}\Delta 8} = 0,9 \times 3,14 \times 2^2 \times 45,256 / 4 \times 48,8 = 2,62 \text{ мм / с},$$

$$V_{св \text{ У6}\Delta 8} = 0,9 \times 3,14 \times 2^2 \times 45,256 / 4 \times 48,8 = 2,62 \text{ мм / с}.$$

где $V_{св}$ – скорость сварки, мм/с

F_H – площадь поперечного шва, мм²

0,9 – коэффициент, учитывающий потери металла на угар и разбрызгивание

11. Определить вес наплавленного металла

$$Q_{\text{ТЗ}\Delta 8} = F_H \times L_{ш} \times \rho \quad (11)$$

где $L_{ш}$ – длина шва, мм.

Длина шва $L_{ш}$ складывается из суммы тавровых двухсторонних швов

$$L_{ш} = 5970 \times 4 + 918 \times 4 + 800 \times 12 + 344 \times 8 + 190 \times 12 = 42184$$

$$Q_{\text{ТЗ}\Delta 8} = F_H \times L_{ш} \times \rho = 48,8 \times 42184 \times 7,8 \times 10^{-3} = 16056,917 \text{ г} = 16,056917 \text{ кг}$$

$$Q_{\text{У6}\Delta 8} = F_H \times L_{ш} \times \rho = 48,8 \times 1400 \times 7,8 \times 10^{-3} = 532,896,8 \text{ г} = 0,532 \text{ кг}$$

Длина швов приварки опорное ребро с верхний пояс

$$L_{ш} = 1400$$

12 Определить расход сварочной проволоки

$$Q_{пр} = Q_H \times K_1 \quad (12)$$

$$Q_{пр} = (16,056917 + 0,532) \times 1,35 = 22,39 \text{ кг}$$

где $K_1 = 1.35$ – коэффициент потерь на угар и разбрызгивание

13 Определить расход защитного газа

$$Q_G = Q_H \times K_2 \quad (13)$$

$$Q_G = (16,056917 + 0,532) \times 1,7 = 28,2011 \text{ кг}$$

где $K_2 = 1,7$ – коэффициент защиты

Далее в разделе, пользуясь каталогами, необходимо обоснованно выбрать современные типы сварочных автоматов и полуавтоматов, сварочные установки, стремясь к наибольшей автоматизации и механизации сварочных процессов. Рациональное использование сварочного оборудования возможно только в том случае, если при его выборе учитываются конкретные условия, в которых это оборудование должно работать. Для обеспечения устойчивости горения дуги источники питания для дуговой сварки должны удовлетворять следующим требованиям:

- иметь напряжение холостого хода, т.е. напряжение на зажимах источника тока при разомкнутой сварочной цепи, достаточное для легкого возбуждения дуги и ее устойчивого горения, но не превышать норм техники безопасности, т.е. не более 90 В;

- обладать достаточной мощностью для выполнения сварочных работ;

- обеспечивать ток короткого замыкания, не превышающий установленных значений, чтобы источник тока выдерживал продолжительные короткие замыкания сварочной цепи без перегрева и повреждения обмотки, при достаточной стабильности процесса;

- обладать хорошими динамическими свойствами, т.е. обеспечивать быстрое восстановление напряжения дуги после коротких замыканий;
- иметь устройство для плавного регулирования силы сварочного тока;
- обладать заданной внешней характеристикой.

Для питания сварочной дуги применяют источники переменного тока – сварочные трансформаторы и источники постоянного тока: сварочные генераторы с приводом от двигателя внутреннего сгорания и полупроводниковые сварочные выпрямители.

Для обеспечения высокого качества сварного соединения, которое выражается в идентичности параметров полученного шва по всей его длине необходимо, чтобы сварочная аппаратура обеспечивала выполнение следующих операций:

- подвод к электроду и изделию сварочного тока;
- нагрев электродного или присадочного металла и свариваемых кромок;
- подачу в сварочную ванну электродного металла со скоростью равной скорости его плавления;
- перемещение электрода вдоль шва с необходимой скоростью;
- защиту зоны сварки от воздействия атмосферного влияния.

В зависимости от необходимого конкретного технического режима, аппаратура должна обеспечивать и некоторые вспомогательные операции (колебания электрода, искусственное формирование ванны, и т. д.).

Эти операции выполняют вручную или с помощью сварочного аппарата.

При дуговой сварке качество шва получается стабильным, если на протяжении его выполнения сохраняется заданный режим сварки, т. е. совокупность следующих параметров:

Основные:

- 1) сила сварочного тока, А;
- 2) скорость подачи электродной проволоки, м/ч;
- 3) сечение электродной проволоки, мм²;
- 4) напряжение на электроде при холостом ходу и горении дуги, В;
- 5) скорость образования шва (скорость сварки), м/ч;
- 6) отклонение электрода от оси шва, мм.

Дополнительные:

- 1) поперечное перемещение электрода:
 - а) размах, мм;
 - б) частота, Гц;
- 2) вылет электрода, мм;
- 3) состав и строение защитного газа;
- 4) температура плавления основного металла;
- 5) наклон электрода или проволоки;
- 6) расход защитного газа, л/мин;
- 7) положение изделия в месте сварки.

Полуавтоматы для дуговой сварки имеют высокие эксплуатационные свойства за счет применения тонкой сварочной проволоки (диаметром до 2,5 мм) при высоких, до 200 А/мм², плотностях тока.

Процесс саморегулирования режима горения дуги происходит достаточно интенсивно и позволяет компенсировать все колебания длины дугового промежутка, возникающие при ручном ведении сварочной головки вдоль стыка. В этих условиях скорость подачи электрода устанавливается в соответствии с необходимым режимом сварки и остается неизменной в течение времени всего выполнения шва.

Исходя из расчетов режимов сварки, выбранному методу сварки и для обеспечения качественных сварных соединений, в качестве примера можно применить следующее сварочное оборудование:

Для сварки коротких и средних швов подкрановой балки применить:

Полуавтомат сварочный OPTIPULS 500IW

Предназначен для дуговой сварки в среде защитных газов металлоконструкций из низкоуглеродистых и легированных сталей, алюминиевых сплавов в цеховых условиях. В комплект поставки полуавтомата входят источник питания, устройство для подачи проволоки DV44i 10M, горелка PROMIG 441 W3M.

Таблица 10 Техническая характеристика

Наибольший сварочный ток ,А	500
Диаметр электродной проволоки, мм	0,8-2,4
Скорость подачи электродной проволоки, м\мин	1-20
Регулирование скорости подачи проволоки	плавное
Длина шланга горелок, м	3
Габаритные размеры, мм	1090*610*970
Масса, кг	107

Для протяженных швов при сварке стенки с поясами нижнем и верхнем предлагаю использовать автомат А-1406.

Автомат А-1406 предназначен для автоматической сварки на постоянном токе плавящимся электродом в среде защитных газов металлоконструкций из различных сталей.

Головка для исполнения имеет и состоит из сварочной горелки; механизма подачи проволоки; механизма вертикального перемещения горелки, обеспечивающего автоматическое слежение по длине дуги; механизма поперечного перемещения горелки для наведения электрода на стык; механизма продольного перемещения горелки, обеспечивающего настройку электрода на необходимый радиус свариваемого стыка; механизма подачи присадочной проволоки; механизма поворота горелки вокруг вертикальной оси; кассеты с внешней намоткой электродной проволоки.

Таблица 11 Технические характеристики

Номинальное напряжение питающей сети, В	380;
Номинальный сварочный ток, при ПВ	60% – 500 А;
Диаметр электродной проволоки, мм:	
Сплошной	1,2 – 2,0;

Порошковой	2,0 – 3,0;
Скорость подачи проволоки, м/ч;	
1 диапазон	17 – 553;
Перемещение головки:	
вертикальное, ход, мм	500
поперечная	± 70
Угол наклона электрода	± 30
Габаритные размеры	
головки	1010; 890; 1725;
Масса головки, кг	185.

Для сварки автоматом А-1406 предлагаю укомплектовать их источником питания ВДУ-506. Он предназначен для комплектации сварочных автоматов для дуговой сварки в среде защитных газов, под флюсом и порошковой проволоки, могут быть использованы для ручной сварки штучным электродом.

Таблица 12 Технические характеристики ВДУ-506

Номинальное напряжение питающей сети, В	
при частоте 50Гц	220, 230, 240, 380, 400, 445,
при частоте 60Гц	220, 380 или 440
Номинальный сварочный ток	500
Пределы регулировки сварочного тока	50-500
Пределы регулировки рабочего напряжения	
крутопадающая	22-46
жесткая	18-50
Габаритные размеры	830×620×1080
Масса, кг	-290

Сварочные принадлежности

Горелки

Выпускаются длиной 2, 3 и 5 метров.

Серию сварочных горелок «АВІМІG» отличает высокая эргономика и дизайн.

Встроенный механический газовый клапан повышает их надежность и уменьшает расход защитного газа.

Сварочная горелка «АВІМІG» 450 Т

Таблица 13 Технические характеристики:

Нагрузка	460 А
ПВ	60 %
Проволока	Ø 1,0 – 2,0
Комплекующие горелки:	
-термоизоляторы;	
-сопло;	
-контактные наконечники;	
-спирали для проволоки 1,0 – 2,0 мм;	
-защитные прокладки	

Сварочные зажимы используются для присоединения массы к свариваемому изделию. Рассчитаны на токи от 300 А до 500 А. Впускаются длиной 3 или 4 метра. Отличаются повышенной надежностью контакта и удобствами в работе.

Далее в разделе необходимо проработать сборочно- сварочные операции элементов изделия. Для сборочных, сборочно-сварочных и сварочных операций рекомендуется полное (операционное) описание, которое выполняется в технологических картах в соответствии с ГОСТ 3.1407-86 «ЕСТД. Формы и требования к заполнению и оформлению документов на технологические процессы (операции), специализированные по методам сборки». Правила записи операций и переходов приведены в 7-й группе ЕСТД. На основании принципиальной технологии разрабатывается рабочая технология, которая отражается в рабочей технологической документации. Степень подробности изложения технологического процесса в рабочей документации зависит от ряда условий: типа производства, сложности конструкции, ее ответственности, от уровня оснащенности цеха приспособлениями, квалификации рабочих.

Технологическая карта – основной производственный документ, в котором приведены все данные по заготовке, сборке и сварке изделия. При составлении технологической карты технолог должен придерживаться схемы, утвержденной принципиальной технологией. Составленная карта должна быть понятна без пояснительной записки.

Технологические карты составляют на заготовку, сборку и сварку. При этом существует две схемы изложения технологического процесса сборки и сварки:

1. Сборочные и сварочные операции излагаются отдельно в двух разных технологических документах.

2. В документе на сборку подробно описываются сборочные операции, а относительно сварочных дается краткое указание «сварить».

3. В документе на сварку, наоборот, сварочные операции описываются подробно, а сборочные формулируются словом «собрать». Таким образом, в обоих документах устанавливается одинаковая очередность операций.

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

Изложить обе операции – сборка и сварка на примере подкрановой балки:

05 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 20мм.

10 Узел 1. Сборка

- 1) Установить на опорную балку стенку поз.3.;
- 2) Установить верхний пояс поз.1 и нижний пояс поз.2 – вдоль балок на опорные винты;
- 3) Поджать стенку поз.3 с верхний пояс поз.1 и нижний пояс поз.2 пневмоприжимами;

- 4) Прихватить полуавтоматической сваркой в среде углекислого газа стенку поз.2 с верхний пояс поз.1 и нижний пояс 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.3 с верхний пояс поз.1 и нижний пояс поз.7, 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

15 Узел 1 Сварка

- 1) Установить узел 1 на рычажный кантователь прихватками вниз;
- 2). Установить с торцов балки винтовые стяжки – 2шт;
- 3) Сварить автоматической сваркой в среде углекислого газа в положении в «лодочку» угловые швы тавровых соединений ТЗΔ8 без разделки кромок однопроходным швом, во избежание сварочных деформаций сварку производить в шахматном порядке от середины к краям.
- 4) Кантовать узел на 180°;
- 5) Повторить переход 3.
- 6). Проверить качество сварки внешним осмотром;
- 7) Сдать ОТК - ВИК-100% и 20% сварных швов контролировать рентгенографическим способом.
- 8). Передать на сборку

20 Узел 2. Сборка

- 1) Установить узел 1 на сборочно-сварочную плиту;
- 2) Разметить под установку ребер жесткости поз.4 - 6 шт. стенку поз.3 и верхний пояс поз. 1
- 3) Пристыковать ребро жесткости поз.4 по разметке к стенке поз.3 и верхний пояс поз.1 с помощью угольника поверочного;
- 4) Прихватить полуавтоматической сваркой в среде углекислого газа ребро поз.4 со стенкой поз3 и верхний пояс поз.1, тавровыми двухсторонними швами ТЗ Δ8, $L_{пр.} = 20-30$ мм, по две на стык стенки с ребром и по одной на стык пояса с ребром, общее количество прихваток - 8.
- 5) Повторить переходы 3,4 - 6 раз.
- 6) Проверить качество сборки внешним осмотром;
- 7) Разметить под установку опорных ребер поз.5 - 2 шт. стенку поз.3 и пояс нижний поз.2 и верхний пояс поз.1;
- 8) Пристыковать опорное ребро поз.5 по разметке к стенке поз.3 и нижней пояс поз.2 и верхней пояс поз.1 с помощью угольника поверочного;

9) Прихватить полуавтоматической сваркой в среде углекислого газа опорное ребро поз.5 со стенкой поз.3, и нижним поясом поз.2, тавровыми двухсторонними швами ТЗ Δ8 верхним поясом поз.1 угловыми односторонними У6Δ8, L_{пр.}= 20-30 мм, по две на стык стенки с ребром и по одной на стык поясов с ребром, общее количество прихваток - 8.

10) Повторить переходы - 3 раза.

11) Зачистить сварные швы и околошовную зону от брызг после сварки;

12) Проверить качество сборки внешним осмотром;

13) Сдать ОТК - ВИК-100%.

25 Узел 2. Сварка

1) Сварить полуавтоматической сваркой в среде углекислого газа ребра жесткости поз.4 к стенки поз.3 и верхнему поясу поз.1 тавровым однопроходным швом ТЗΔ8

2) Сварить полуавтоматической сваркой в среде углекислого газа опорное ребро Поз.5 к стенки поз.3 и поясу верхнему поз.1 тавровым швом ТЗΔ8 и верхний пояс поз. 1 угловым У6Δ8

3) Сдать ОТК – ВИК-100%.; рентгенографический контроль - 20% суммарной длинны швов

1.6 Нормирование операций технологического процесса

Цель технического нормирования – установление для конкретных организационно-технических условий затрат времени, необходимого на выполнение заданной работы, то есть установление технических норм времени или норм выработки, при этом предусматривается наиболее рациональное использование производственных мощностей.

Технические нормы – главный критерий при расчетах потребного количества и загрузки оборудования, определения числа рабочих для выполнения заданий.

Обязательные условия для установления обоснованных технических норм времени или выработки – расчленение технологического процесса на

его составные части: операции, переходы, комплексы приемов (тоже переходы), приемы и движения, анализ продолжительности этих частей процесса в зависимости от влияющих на них факторов и проектирование наиболее экономичного состава последовательности элементов технического процесса.

Наряду с техническими нормами времени на практике применяются опытно-статические нормы (договорные).

Состав технической нормы времени:

1. Нормируемые затраты – это те которые необходимы для выполнения заданной работы и подлежат включению в состав времени на изготовление изделия.

2. Ненормируемые затраты – это простои вынужденные в результате неправильной организации производства. Не включаются в состав норм времени.

3. Все рабочее время сборщика или сварщика делится на:

Основное (техническое время) – T_o ;

Вспомогательное время – t_v ;

Время на обслуживание рабочего места – $t_{об}$;

Подготовительно-заключительное время – $t_{п.з.}$;

Прибавочное время – t_d . (определяется коэффициентом переработки);

Время на перерыв, на отдых и естественные надобности – обозначают коэффициентом k_1 или k_2 в зависимости от серийности производства.

Основное время определяется затратами труда на технологическую операцию по изменению формы, размеров, структуры и отделки изделия.

В зависимости от вида технологического процесса T_o может быть ручным, механизированным, машинным или машинно-ручным. Зависит от того, какой труд мы применяем, какие механизмы используем, какую оснастку и инструмент используем. Также учитывается, какой вид энергии используется оборудованием.

В сварочных процессах T_o – это время на выполнение шва длиной 1м, но разной конфигурации.

$T_{п.з.}$ – подготовительно-заключительное время. К нему относятся затраты рабочего времени на выполнение следующих элементов работы: получение производственного задания, наряда, непосредственно чертежа и тех. процесса.

$T_{п.з.}$ включает в себя:

1. Получение производственного задания, чертежа, тех. карты, инструктаж.
2. Ознакомление с заданием и тех. документацией (занимает до 20мин от всего времени).
3. Наладка оборудования на заданный режим работы, получение в кладовой инструментов и приспособлений.
4. В конце смены снятие приспособлений и сдача инструмента.
5. Сдача выполненной работы.

Подготовительно-заключительное время задается или на партию деталей или на дневное задание, если идет единая номенклатура изделий (детали одинаковые) и зависит от сложности выполняемой работы, оборудования и организации работы на участке.

Вспомогательное время подразделяется на время, связанное с изделием: кантовка, снятие, перемещение, измерение размеров, – оно, так же как и основное, может быть ручным и механизированным.

Время на обслуживание рабочего места складывается из затрат времени на поддержание рабочего места в порядке, складывание инструмента, подналадка оборудования, уборка огарков. В ряде случаев оно связано (вспомогательное время) со смазкой, очисткой от стружки и металлической пыли.

К нормируемому времени относится также время перерывов на отдых и естественные надобности.

Сумма затрат основного и вспомогательного времени в общем виде включается в штучное время. Тшт., которое и служит нормативом для оплаты труда, равно:

$$T_{шт} = T_0 + t_v + t_{об} + t_{отд} \quad (14)$$

Оперативное время дает сумма основного и вспомогательного:

$$T_{оп} = T_0 + t_v \quad (15)$$

Норма времени на изготовление партии изделий определяется:

$$T_{пар} = T_{пз} + T_{шт} \times n, \quad (16)$$

где n – количество изделий, шт.

штучно-калькуляционное время – это сумма штучного и доли подготовительно-заключительного:

$$T_{шк} = T_{шт} + T_{пз} / n. \quad (17)$$

Норма времени на изготовление какой-либо продукции может быть выражена количеством этой продукции изготовленной в единицу времени (мин.) – норма выработки:

$$N_v = T_{см} / T_{шк}, \quad (18)$$

где $T_{см}$ – время рабочей смены.

Далее нужно провести нормирование заготовительных операций. Техническое нормирование технологического процесса производится с целью определения трудоемкости работ и продолжительности операций и переходов. Рекомендуется производить подробное нормирование операций, для которых применено операционное (полное) описание. Остальные операции можно нормировать укрупненными методами. Расчет времени ведется по табличным значениям, взятым из «Общемашиностроительных норм времени».

Определить $T_{шт}$ для заготовительных операций:

Правка

$T_{н.о.} = \dots;$

$T_{н.о}$ неполное оперативное время, мин.

$$T_{шт} = T_{н.о} \times K_1 \times K_2 \times K_3 \quad (19)$$

где K_1 , K_2 и K_3 – коэффициенты соответственно учитывающие количество деталей в партии, прогиб листа и вид материала.

$$T_{шк.} = T_{шт.} + T_{п.з.} / n$$

где n – число деталей в партии, шт

$T_{п.з.}$ подготовительно-заключительное время, мин.

$T_{п.з.} = \dots$ мин.

Плазменная резка

$$T_{шт.} = [(T_0 + t_{в.р.}) \times L_p + t_{в.и.}] \times k_1 \quad (20)$$

$T_0 = 3,3$ мин.; $T_{н.ш.} = 4,4$; $T_{п.з.} = 17,3$ мин

Следующим шагом производится нормирование сборочно-сварочных операций. Для ускорения и упрощения нормирования сборки металлоконструкций под сварку применяют типовые нормы. Типовые нормы разрабатываются на группу аналогичных по конструкции узлов, собираемых в одинаковых

организационно-технических условиях и различающихся между собой только размерами (например, балки тавровые и коробчатые, фермы, раскосы, цилиндрические обечайки, корпуса аппаратов, фланцы, штуцеры, тройники, отводы и т. д.).

Типовые нормы очень просты и удобны для оперативного нормирования, однако их серьезным недостатком является малая универсальность, ограниченная заданной группой типовых узлов и организационно-техническими условиями сборки.

Норма штучного времени на сборку металлоконструкций в целом (из отдельных деталей и узлов) определяется как сумма затрат времени на установку и крепление всех деталей и узлов.

Основное время сборки $T_{ш}$ это время сборки металлоконструкции под сварку в течение, которого происходит координация, соединения и крепления входящих в изделие деталей и узлов.

Вспомогательное время затрачивается на доставку деталей и узлов к месту сварки, проверку их качества, измерения, разметку места установки деталей.

При сборке металлоконструкции под сварку элементы основной и вспомогательной работы неразрывно связаны между собой, дополняют друг друга и практически трудноотделимы, поэтому расчет норм времени производят по нормативам операционного времени ($T_{ш}$), представляющего собой сумму основного и вспомогательного времени.

$$T_{ш} = T_{y,i} + T_{сн} + T_{кр,i} + T_{прихв,i} + T_{пов,i}, \text{ мин} \quad (21)$$

где $T_{y,i}$ -суммарное время на установку отдельных деталей в минутах.

$T_{сн}$ - время снятия собранного узла и установка на место складирования.

$T_{кр,i}$ - показывает время затрачиваемое на крепление и открепления деталей, при сборке с помощью различных видов зажимов.

$T_{прихв,i}$ - зависит от длины прихватки, вида соединения, толщины металла, марки материала и способа сварки.

$T_{пов,i}$ - это время затрачиваемое на установку узла или детали в другое положение.

В операционное время также входит в виде коэффициента от основного времени время на обслуживание рабочего места, отдых и естественные надобности.

$$T_{ш.к} = T_{ш} \times K_1 + T_{пз}/n \quad (22)$$

$T_{ш.к}$ - штучное калькуляционное время, по которому производится оплата за выполненную операцию.

где n - количество деталей в партии на которую выдается задание.

K_1 -коэффициент учитывающий время на обслуживание рабочего места, отдых и естественные надобности, равен 1,1.

$$T_{ш} = [(T_0 + t_{в.ш}) \times L_{ш} + t_{в.и}] \times K_2, \text{ мин} \quad (23)$$

где T_0 - основное время сварки необходимое для выполнения одного метра шва, мин.

$t_{в.ш}$ - вспомогательное время связанное со швом, мин.

$$t_{в.ш} = t_3 + t_k + t_{пер}. \quad (24)$$

где t_3 – время на зачистку и осмотр кромок до сварки, мин

t_k - время на зачистку и осмотр шва после сварки, мин

$t_{\text{пер.}}$ – время на переход рабочего к началу шва, мин

$t_{\text{в.и}}$ - время связанное с изделием, мин

$$t_{\text{в.и}} = t_{\text{у.}} + t_{\text{сн}} + t_{\text{кант.}} + t_{\text{вкл.уст.}} + t_{\text{кл.}} + t_{\text{пер.}} + t_{\text{у.г}} \quad (25)$$

где $t_{\text{у.}}$ -время на установку изделия на месте сварки, мин

$t_{\text{вкл.уст.}}$ - время на включение сварочного оборудования = 5мин.

$t_{\text{кл}}$ – время клеймения узла = 0,1мин на установку одного знака, мин

$t_{\text{у.г.}}$ = 0,1мин на установку горелки к началу каждого шва;

$t_{\text{пер.}}$ - время на переходы рабочего к месту сварки;

$t_{\text{кант.}}$ – время на повороты изделия во время проведения сварочных работ, мин

$K_2=1,12$ – коэффициент, учитывающий обслуживание рабочего места и естественные надобности;

$L_{\text{ш.}}$ - длина шва в метрах.

Произвести нормирование по укрупненным нормативам на примере подкрановой балки.

10 Сборка - Узел 1

$T_{\text{п.з}} = 10$ мин.

$$T_{\text{шт.}} = \sum T_{\text{у.и}} + \sum T_{\text{кр.и}} + \sum T_{\text{пов.и}} \text{ [мин]}, \quad (26)$$

$$T_{\text{шт1}} = (2,9 + 0,5 + 4,0 + 6,2 + 0,7 \times 5 + 6,2 + 0,7 \times 5 + 3,5 + 0,13 \times 2 + 0,5 \times 20 + 42 \times 0,45) \times 1,1 = 65,5 \text{ мин.}$$

где $K_1=1,1$ – коэффициент, учитывающий обслуживание рабочего места и естественные надобности;

$$T_{\text{шк.}} = T_{\text{шт.}} + T_{\text{п.з.}} / n$$

где n – число деталей.

$$T_{\text{шк.}} = 65,5 + 10/3 = 68,8 \text{ мин} = 1,14 \text{ час.}$$

15 Сварка Узел 1

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

$T_{\text{о}} = 8,5$ мин.

$$t_{\text{в.ш}} = t_3 + t_k + t_{\text{пер.}}$$

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

$$L_{\text{ш1}} = 5970 \times 4 = 23,800 \text{ мм} = 23,8 \text{ м.}$$

$$t_{\text{в.и}} = t_{\text{у.}} + t_{\text{сн}} + t_{\text{кант.}} + t_{\text{вкл.уст.}} + t_{\text{кл.}} + t_{\text{пер.}} + t_{\text{у.г}}$$

$$t_{\text{в.и}} = 3,8 + 3,7 + 2,4 + 5,0 + 0,1 \times 3 + 0,1 \times 4 \times 2 \times 2 + 0,1 \times 4 + 0,2 \times 8 = 18,8 \text{ мин}$$

$T_{\text{о}} = 5,7$ мин.

$$L_{\text{ш2}} = 3770 \times 2 = 7540 \text{ мм} = 7,54 \text{ м}$$

$K_2=1,12$

$$T_{\text{ш}} = [(8,5 + 0,85) \times 23,8 + (5,7 + 0,85) \times 7,54 + 18,8] \times 1,12 = 348,8 \text{ мин} = 5,49 \text{ час}$$

$T_{\text{п.з.}} = 15,6$ мин

$$T_{\text{шк.}} = 348,8 + 15,6 = 364,4 \text{ мин} = 6,07 \text{ час}$$

20 Сборка Узел 2

Произвожу нормирование по укрупненным нормативам

$T_{\text{п.з}} = 10$ мин. = 0,17 час

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

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

25 Сварка Узел 2

$$T_{ш} = [(T_0 + t_{в.ш}) \times L_{ш} + t_{в.и}] \times K_2, \text{ мин}$$

$$T_0 = 5,7 \text{ мин.}$$

$$t_{в.ш} = t_3 + t_k + t_{пер.}$$

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

$$L_{ш1} = 19952 \text{ мм} = 19,952 \text{ м.}$$

$$t_{в.ш} = t_3 + t_k + t_{пер.}$$

$$t_{в.и} = t_{у.} + t_{сн.} + t_{кант.} + t_{вкл.уст.} + t_{кл.} + t_{пер.} + t_{у.г}$$

$$t_{в.и} = 3,8 + 3,7 \times 3 + 2,4 + 5,0 + 0,1 \times 14 \times 2 + 0,1 \times 14 \times 2 + 0,1 \times 14 \times 2 + 0,1 \times 4 + 0,2 \times 14 \times 2 + 0,2 \times 4 + 0,1 \times 3 = 48,6 \text{ мин}$$

$$K_2 = 1,12$$

$$T_{ш} = [(5,7 + 0,85) \times 19,952 + 48,6] \times 1,12 = 215,14 \text{ мин}$$

$$T_{п.з.} = 15,6 \text{ мин}$$

$$T_{шк.} = 215,14 + 15,6 = 230,74 \text{ мин} = 3,46 \text{ час}$$

Общее время сборки – 3,53 час.

Общее время сварки – 9,53 час.

1.7 Мероприятия по снижению сварочных напряжений и деформаций

Определить, какие виды сварочных деформаций, перемещений и напряжений возникают при сварке данного изделия, какое отрицательное воздействие они оказывают. Рассчитать величину деформаций и разработать мероприятия по их уменьшению или исправлению. Эти мероприятия должны найти отражение в технологическом процессе.

В случае применения термообработки для снятия остаточных напряжений определить ее режим. Выбрать необходимое оборудование для устранения сварочных деформаций и напряжений.

Сварка, как и другие процессы обработки металлов (штамповка, литьё, термическая обработка) вызывает возникновение в изделиях собственных напряжений. Собственными напряжениями называется напряжение, которое существует в изделии без приложения внешних сил. Поэтому в начальный момент создания сварных металлоконструкций при их проектировании необходимо считаться с возможностью появления в них значительных остаточных напряжений и деформаций, которые могут изменить проектные формы и размеры.

В зависимости от причины, вызвавшей напряжение, различают:

- 1) тепловые напряжения, вызванные неравномерным распределением температуры при сварке;
- 2) структурные напряжения, возникающие вследствие структурных превращений, сопровождающихся перерождением аустенита в околосшовной зоне и образованием продуктов закалки мартенсита, объем которого больше объема исходной структуры.

Структурные напряжения не могут существовать при отсутствии тепловых напряжений, тогда как тепловые напряжения могут существовать при отсутствии структурных.

В зависимости от времени существования собственных напряжений и деформаций различают:

1) временные (переменные), существующие в конструкции лишь в определенный момент времени, если при этом возникшее напряжение не превышает предела упругости, временное напряжение и деформация исчезает после охлаждения изделия.

2) остаточные остаются в изделии после вызвавшей их причины. Эти напряжения деформации также возникают вследствие их неравномерного нагрева, но при этом в отдельных объемах нагреваемого изделия должны иметь место термопластические деформации или структурные превращения с образованием продуктов закалки.

В зависимости от размеров области, в пределах которой имеют место и взаимно уравниваются внутренние напряжения, они делятся:

- 1) напряжения первого рода;
- 2) напряжения второго рода;
- 3) напряжения третьего рода.

В проектируемой конструкции рассматриваем напряжения первого рода – это те напряжения, которые действуют и уравниваются в крупных объемах, соизмеримых с размерами изделий, или отдельных его частей. Эти напряжения могут быть определены экспериментально или расчетным путем.

К напряжениям первого рода относятся, как правило, внутренние напряжения, вызванные неравномерным нагревом и остыванием, либо неравномерной пластической деформацией. Поэтому рассматриваемые ниже сварочные напряжения являются напряжениями первого рода.

По направлению действия различают продольные напряжения вдоль оси шва и поперечные - поперек шва.

Продольные и поперечные деформации это изменения, которые образуются при выполнении всех типов швов и соединений. Это сокращение размеров сваренных элементов соответственно по длине и ширине. Остаточные продольные деформации зависят от ширины и толщины свариваемых элементов, способа сварки размеров швов и других факторов. Поперечные деформации в конструкциях и их конечные размеры зависят от длины швов.

В зависимости от изменения форм и размеров при сварке различают:

1. Деформации в плоскости проявляются в изменении формы и размеров детали или конструкции в их плоскости. Они могут быть продольными, поперечными и изгиба. Деформации изгиба проявляются при сварке листов, стержней и оболочек, и является следствием несимметричного расположения швов относительно центра тяжести сечения, одновременного выполнения симметрично расположенных швов или одновременного заполнения разделки кромок валиками сварного шва. Неравномерные по толщине пластические деформации образуют угловое перемещение.

2. Деформации из плоскости (угловые деформации) – проявляются в образовании поперечных или продольных волн, изломов плоскости свариваемых листов или элементов изделий, в «грибовидном» изгибе пояса при сварке тавровых и двутавровых сечениях и других изменениях формы детали.

«Грибовидность» - эти деформации тем больше, чем меньше толщина полки и больше катет сварного шва таврового соединения.

Сварка протекает в широком интервале температур, при этом интенсивному нагреву подвергается шов и околошовная зона, а удаленные от шва участки могут вовсе не подвергаться нагреву.

Существуют также другие деформации, например:

Деформации скручивания – образуются вследствие несимметричного расположения швов относительно центра изгиба стержней или неодновременного наложения швов.

Деформации потери устойчивости – вызываются сжимающими напряжениями, образующимися в процессе выполнения сварных соединений, или после остывания конструкции. Особенно большие деформации возникают при сварке тонколистовых конструкций.

В сварных конструкциях могут быть не только общие, но и местные деформации в виде выпучин и волн. Длинные и узкие листы, сваренные в стык под действием угловых деформаций и собственной массы, образуют волнистость.

При изготовлении сварных тавров, состоящих из двух листов, вследствие продольных и поперечных напряжений, а также укорочений возникают деформации стенки и пояса тавра.

В разрабатываемой металлоконструкции «Балки подкранового пути» могут возникнуть следующие виды деформаций и напряжений: в плоскости – сжатия и растяжения и угловые – такие как выгиб, прогиб, скручивание.

Вследствие неравномерного сокращения слоев по сечению шва или зон соединения, нагретых при действии источника теплоты выше температуры пластических деформаций, наряду с деформациями в плоскости соединяемых деталей наблюдаются и деформации свариваемых листов из плоскости – так называемые угловые деформации.

Границы проплавления основного металла при наплавке валика и выполнении шва определяются изотермической поверхностью, соответствующей температуре плавления данного металла, а участки пластических деформаций сжатия – температурой, определяемой по уравнению

$$\sigma_T = \alpha \times T \times E, \quad (27)$$

$$T = \sigma_T / \alpha \times E, \quad (28)$$

где T – температура, °С;

α – коэффициент литейного теплового расширения. С повышением температуры возрастает

E – модуль упругости.

Угловые деформации при сварке соединений с угловыми швами возникают по тем же причинам, что и в стыковых соединениях.

Итак, чтобы угловые деформации были минимальными, необходимо, чтобы угол раскрытия был меньше, а разница в размерах верхних и нижних волокон зон разогрева была бы значительно меньше.

Следует также иметь в виду, что на характер деформаций листов из плоскости и угловых деформаций влияет ряд технологических факторов: размер свариваемых листов, наличие закрепления, число проходов и др.

В сварочных деталях и изделиях в процессе сварки, под действием нагрева основного металла и структурных превращений в ЗТВ, возникают упругие и пластические деформации, нарушающие размеры и форму элементов в сварных конструкциях, вызывающие их укорочение, изгиб, потери устойчивости. Эти нарушения выражаются в перемещениях, которые зависят от формы сварной конструкции, расположения швов, толщины металла.

Существует много методов и технологических процессов регулирования и уменьшения напряжений и деформаций, возникающих при сварке. В принципиальном соотношении они могут быть сведены к трем группам.

1. Уменьшение объема металла, участвующего в пластической деформации, возникшей на стадии нагрева металла (определение разделки кромок, ведение сварки на оптимальных режимах);
2. Создание пластичных деформаций противоположного знака, в тех зонах, которые оказались вовлеченными в пластическую деформацию на стадии нагрева;
3. Использование принципа компенсаций возникающих пластичных деформаций, симметричное расположение швов, возможность свободной усадки, создание пластических деформаций в других зонах, чтобы получить равномерную усадку всего элемента.

При разработке технологии сварки учитываю следующие положения:

1. Правильный выбор конфигурации сварных швов;
2. Порядок наложения сварных швов, направление движения сварщика (от середины к краям или от центра выполнения шва к центру тяжести);
3. Необходимость подогрева;
4. Уровень жесткости конструкции;
5. Возможность коробления конструкции;
6. Положение сварных швов в пространстве.

Во многих случаях от порядка наложения швов может зависеть появление трещин. При сварке жестких узлов рекомендуется накладывать швы обратноступенчатым методом.

Необходимость подогрева устанавливается расчетным, экспериментальным или справочным (табличным) путем в зависимости от марки стали и сплава.

Коробление конструкций является одним из главных недостатков сварных изделий.

Меры борьбы с короблением.

1. Сварка конструкции в жестких приспособлениях;
2. Установка при сборке минимальных зазоров;

3. Применение способов сварки с концентрированными источниками нагрева;

4. Подогрев перед наложением сварных швов.

Подогрев перед сваркой применяется для уменьшения скорости охлаждения наплавленного металла и около шовной зоны, чтобы избежать получения подкаленной хрупкой структуры; в целом ряде случаев подогрев позволяет устранить образование горячих и холодных трещин.

Одним из важнейших методов снятия остаточных напряжений и выравнивания структур сварных соединений из сталей и сплавов является «отпуск».

Наиболее эффективным способом полного снятия напряжений является термическая обработка, которой довольно часто подвергают сварные изделия из легированных сталей.

Для снятия напряжений назначается высокий отпуск. При такой термической обработке сварочные напряжения снимаются за счет того, что при нагреве предел текучести материала сильно падает и при температуре 600°C близок к нулю; поэтому материал не оказывает сопротивления пластическим деформациям, благодаря чему внутренние остаточные напряжения полностью исчезают.

Проведенные исследования показали, что применение термической обработки сварных изделий может быть рекомендовано, когда необходимо исключить искажение формы сварных конструкций после механической обработки в процессе эксплуатации вследствие перераспределения напряжений и пластических деформаций.

Практика показала, что сварные конструкции, к которым предъявляются высокие требования по точности обработанных поверхностей, и если они не подвергались термической обработке перед механической обработкой, в процессе механической обработки могут быть удалены участки, имеющие напряжения одного знака, вследствие чего произойдет перераспределение напряжений, и точность механически обработанных поверхностей будет нарушена. Это может также произойти в процессе эксплуатации этого изделия.

Целесообразность назначения термической обработки для сварных конструкций в каждом конкретном случае определяется в зависимости от применяемых материалов, технологии изготовления конструкции и условий ее эксплуатации.

Пластической деформацией сварных швов и около шовной зоны можно достичь уменьшения и даже полного снятия сварочных напряжений, а также остаточных деформаций. Это может быть достигнуто путем местной обработки швов и околошовной зоны, при которой в них создаются дополнительные пластические деформации растяжения, устраняющие деформации сжатия, возникающие при сварке. Такая обработка швов достигается проколачиванием или проковкой. Проколачивание шва в горячем состоянии следует производить при температурах металла не ниже 500°C , чтобы не попасть в интервал температур пониженной его пластичности. Проколачивание в горячем состоянии обычно производится при горячей сварке; прибегать к специальному нагреву для осуществления этой операции и в других случаях нет необходимости, так как исследованиями установлено, что проколачивание швов при температурах от 100°C и ниже

является весьма эффективным методом снятия напряжений. Холодное проколачивание шва и околошовной зоны производят от температуры, не превышающей 100°С, до обычной. Удары при этом производятся вручную, молотком массой 0,6 - 1,2 кг с закругленным бойком или пневматическим молотком с плоской чеканкой при слабом нажиме в направлении обратном наложению сварного шва.

Проколачивание металла однопроходного шва после его полного охлаждения должно производиться при плотном его прилегании к плите или стеллажам. Проколачивание при многослойной сварке должно производиться по каждому слою, за исключением первого, так как при сварке первого слоя на весу (обычно малого сечения) в корне шва могут образоваться несплошности по форме надреза, которые в период проколачивания могут распространиться в виде трещин в металл шва.

Практикой и исследованиями установлено, что на остаточные деформации и напряжения при сварке наряду с неравномерностью распределения температуры в свариваемом металле существенное влияние оказывает неодновременность наложения шва по длине и сечению шва, последовательность и направление выполнения швов.

При сварке широко применяются такие методы выполнения швов по длине: напроход от середины к краям, вразброс; а по сечению – однопроходный, многопроходный, каскадный, блочный, горкой и др.

Наряду с выбором методов и последовательности сварки необходимо также уделить внимание выбору направления наложения отдельных швов, так как направление сварки отдельных швов заметно влияет на деформацию изделия.

Предлагаю производить сварку металлоконструкции «Балка подкранового пути» двумя сварщиками с движением от центра металлоконструкции к краям, а выполнение сварки в направлении обратном движению сварщика. Во избежание деформаций и напряжений предлагаю для проектируемой металлоконструкции «Балка подкранового пути» швы сваривать обратно-ступенчатым способом. Это относится почти ко всем деталям данной конструкции, обратно – ступенчатый способ не дает перегрева и перераспределяет сварочные напряжения.

В процессе сварки конструкции нельзя допускать излишних усилений швов заданных по чертежу.

Для уменьшения общих сварочных деформаций целесообразно собирать металлоконструкцию из отдельного, заранее сваренного узла, с наращиванием отдельных элементов.

Для снижения напряжений и деформаций необходимо основное количество швов располагать параллельно тому направлению, в котором нужно иметь наименьшие общие деформации, поскольку продольное укорочение сварных соединений значительно меньше поперечного.

Для снижения напряжений и деформаций следует придерживаться технологии. Внедрен метод сварки автоматической и механизированной сварки в среде CO₂, который не дает перегрева металлоконструкции.

При изготовлении металлоконструкции «Балка подкранового пути» предлагаю применить жесткое закрепление в приспособлении с помощью пневмоприжимов – сборка на прихватках, собирать в последовательности обеспечивающей снижение деформаций и напряжений, сварку швов производить последовательно от середины к краям, снимать прижимы и вынимать изделие из приспособления после его полного остывания.

Жесткое закрепление обеспечивается прикреплением полок перед сваркой к плите и использованием распорных струбцин.

Вследствие жесткого закрепления увеличивается пластическая деформация в зоне шва, а это может значительно снизить остаточный прогиб и довести его до таких размеров, что последующее исправление балок не потребуется.

При обеспечении закрепления прихватками сварка их может производиться по одному из ранее рассмотренных приемов.

Из сказанного следует, что вышеперечисленные приемы можно рекомендовать для снятия сварочных напряжений при сварке металлоконструкции «Балка подкранового пути» и, соответственно, предлагаю провести проковку швов при температурах от 100°С и ниже, которая является весьма эффективным методом снятия напряжений.

Термическая обработка для снятия внутренних напряжений для металлоконструкции «Балка подкранового пути» не целесообразна в связи с ее габаритами и достаточной жесткостью.

Когда деформации сварных изделий выходят за пределы допустимых, возникает необходимость их исправления правкой. Сварочные деформации можно устранить механической или термической правкой.

Механическая правка заключается в растяжении сжатых участков деформированной детали.

Термическая правка (правка нагревом) достигается за счет пластических деформаций сжатия растянутых участков. Нагрев можно осуществить газовой горелкой, электрической дугой.

При необходимости, в случае возникновения деформаций, предлагаю применять механическую или термическую правку.

Далее провести расчет сварных соединений на прочность на примере подкрановой балки.

Металлоконструкция балки подкранового пути сваривается нахлесточными и тавровыми соединениями, т.е. угловыми швами.

В соединениях, выполняемых сварными угловыми швами, всегда имеет место концентрация напряжений (основной фактор – геометрический концентратор).

Прочность угловых швов зависит от типа соединения, формы поперечного сечения шва (прямоугольной, выпуклой, вогнутой) и напряжения усилия относительно шва (лобовые или фланговые швы).

Угловые швы в зависимости от характера погонных нагрузок могут испытывать все три вида напряжённого состояния (одноосное, двуосное, объёмное). Например, лобовой шов испытывает одновременно растяжение, срез и изгиб.

Угловыми сварными швами выполняются соединения – нахлесточные, тавровые и угловые. Расчётная площадь сечения углового шва, являясь плоскостью среза шва определяются по выражению.

$$F_{ш} = h_p \times l_{ш}; \quad (29)$$

где $h_p = \beta \times K$ – расчётная высота поперечного сечения углового шва;

β – коэффициент для определения расчётной высоты шва в зависимости от формы его поперечного сечения (нормального, выпуклого, вогнутого), вида и способа сварки, применяемый равным: 1 – для автоматической сварки, 0,9 – для однослойной механизированной и многослойной автоматической, 0,8 – для многослойной механизированной, 0,7 – для ручной сварки

K – катет углового шва, мм;

$l_{ш}$ – расчётная длина шва, мм;

При расчёте сварных соединений с угловыми швами необходимо учитывать следующие требования:

а) катеты угловых швов следует принимать по расчёту, но не более $1,2 \times S$;

б) расчётная длина углового шва должна быть не менее $4 \times K$ (или 40 мм);

в) расчётная длина флангового шва не должна превышать $50 \times K$ (из условия обеспечения наименьшего объёма сварочных напряжений и деформаций), за исключением швов, в которых усилие действуют на всём протяжении шва;

г) величина нахлёста должна быть не менее 5 толщин наиболее тонкого из свариваемых элементов;

д) соотношения величин катетов швов следует применить 1:1 при действии статических и не менее 1:1,5 – динамических нагрузках;

При действии на угловые швы (лобовые или фланговые) продольной, поперечной силы или изгибающего момента их проверяют на условный срез по формулам:

$$\tau_{ш} = N / (n \times \beta \times K \times L_{ш}) \leq [\tau']; \quad (30)$$

$$\tau_{ш} = Q / (n \times \beta \times K \times L_{ш}) \leq [\tau']; \quad (31)$$

$$\tau_{ш} = M / W_{ш} \leq [\tau']; \quad (32)$$

где – $W_{ш}$ момент сопротивления шва.

$$W_{ш} = \beta \times K \times L_{ш}^2 / 6 \quad (33)$$

Таблица 6-Расчетные схемы сварных швов

Тип соединения	Тип сварного шва	Род усилия на соединение	Расчетная схема сварного шва	Расчетные формулы
Тавровое	Угловой	Продольная сила (растягивающая или сжимающая)		$\tau_{ш} = \frac{P}{2\beta K l_{ш}} \leq [\tau']$
				$\sigma_{ш} = \frac{P}{2s_{min} l_{ш}} \leq [\sigma'_P]$

Нагрузка статическая - $P = N = 508173 \text{ Н}$.

Определяю допускаемые напряжения:

$$[\sigma_p'] = \sigma_T / 1,6 \quad (34)$$
$$[\sigma_p'] = 345 / 1,6 = 215 \text{ МПа},$$

где 1,6 коэффициент запаса прочности для низколегированных сталей.

$$[\tau'] = 0,6 \times [\sigma_p'] \quad (35)$$
$$[\tau'] = 0,6 \times 215 = 129,38 \text{ МПа};$$

Определяю продольную силу (растягивающая или сжимающая)

- $P = N = 508173 \text{ Н}$.

Определяю напряжения возникающие в сварных швах:

$$\sigma_{ш} = P / F_{ш} \leq [\tau']; \quad (36)$$

где $P = N = 508173 \text{ Н}$

$$F_{ш} = 2 \times \beta \times K \times l_{ш} \quad (37)$$

$l_{ш} = 5970 \text{ мм}$

$F_{ш} = 2 \times 1 \times 8 \times 5970 = 95520 \text{ мм}^2$

$\sigma_{ш} = 508173 / 95520 = 5,32 \text{ МПа}$

$5,32 \text{ МПа} < 215 \text{ МПа}$

Условие прочности от действия продольной силы - выполнено.

Расчет прочности от действия поперечной силы

$$\tau_{ш} = Q / F_{ш} \leq [\tau']; \quad (38)$$

где $Q = P$

$$F_{ш} = S \times l_{ш} \quad (39)$$

$F_{ш} = 10 \times 5970 = 59700 \text{ мм}^2$

$\tau_{ш} = 508173 / 59700 = 8,51 \text{ МПа}$

$8,51 \text{ МПа} < 129,38 \text{ МПа}$

Условие прочности от действия поперечной силы - выполнено.

Расчет прочности от действия изгибающего момента

$$\sigma_{ш}(\tau_{ш}) = M / W_{ш} \leq [\sigma_p']; \text{ МПа} \quad (40)$$
$$W_{ш} = S \times l_{ш}^2 / 6 \text{ мм}^3$$

$$M = P \times l_{ш}, \text{ Н} \times \text{мм} \quad (41)$$

$M = 508173 \times 5970 = 3039792810 \text{ Н} \times \text{мм}$

$W_{ш} = 10 \times 5970^2 / 6 = 59401500 \text{ мм}^3$

$\sigma_{ш}(\tau_{ш}) = 3039792810 / 59401500 = 51,17 \text{ МПа}$

$51,17 \text{ МПа} < 129,38 \text{ МПа}$

$51,17 \text{ МПа} < 215 \text{ МПа}$

Условие прочности от действия изгибающего момента - выполнено.

Расчет прочности от совместного действие изгибающего момента и продольной силы

$$\sigma_{рез} = \sigma_{ш}^N + \sigma_{ш}^M \leq [\sigma_p']; \quad (42)$$

где $\sigma_{ш}^M = 6 \times M / W_{ш}$

$\sigma_{ш}^M = 6 \times M / S \times l_{ш}^2 = 3039792810 / 356409000 = 8,52 \text{ МПа}$

$$\sigma_{ш}^N = N / S \times l_{ш} \quad (43)$$

$\sigma_{ш}^N = N / S \times l_{ш} = 508173 / 59700 = 8,51 \text{ МПа}$

$\sigma_{рез} = 8,51 + 8,52 = 17,03 \text{ МПа} < 215,6 \text{ МПа}$

Условие равнопрочности выполнено.

Проверочный расчет по предельному состоянию балки:

$$N = [\sigma_p'] \times F_{ш} \quad (44)$$
$$N = 215 \times 59700 = 12835500 \text{ Н.}$$

Максимальная нагрузка - 12835500 Н

Вывод:

Проведенные расчеты показали, что прочность в угловых швах «Балки подкрановой» обеспечена.

Равнопрочность сварного шва и основного металла обеспечена геометрическими параметрами угловых сварных швов.

1.8 Контроль качества

Установить характер возможных дефектов сборки и сварки, дать анализ причин возможного брака. Выбрать применительно к данной конструкции и методу ее изготовления наиболее эффективные методы контроля качества. Предусмотреть необходимое количество контрольных операций, которое гарантирует качество выпускаемой продукции. Выбрать необходимое для контроля качества оборудование, указать места, подлежащие контролю, методику контроля. Указать, в соответствии с какими правилами и техническими условиями производится контроль качества. Разработать профилактические меры предупреждения появления дефектов, а также методы исправления возможного брака.

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

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 осуществлении технического контроля качества сборки 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, нормами и чертежу выдерживают допуски на зазоры, углы скоса и притупление кромок.
- Правильное расположения прихваток обеспечивающих такое скрепление собранных элементов узла или конструкции, которое не вызывало бы увеличения внутренних напряжений после сварки данного узла или конструкции.
- Поверхность металла в местах наложения швов соединяемых элементов. Загрязнение, ржавчина и влажность поверхности металла не допускаются, во избежание образования недоброкачественных швов.

- Поверхности и кромки металла в целях выявления дефектов, которые могли быть не обнаружены на заготовительном участке. К таким дефектам относятся: трещины, расслоение металла, раковины и вмятины на поверхности металла.

Контроль качества сварки состоит в следующем:

- Проверяют последовательность и режим сварки узла или конструкции согласно заданному технологическому процессу.

- Проверяют качество сварных швов и их размеры соответственно чертежу наружным осмотром, шаблонами и другими способами, указанными в технологическом процессе.

- В зависимости от типа изготавливаемой конструкции производится (согласно технологии) проверка квалификации сварщиков. Например, к сварке конструкций, подведомственных Ростехнадзору, допускаются только сварщики, имеющие специальные удостоверения от Ростехнадзора. Кроме того, проверяют сварку пробных образцов, заданных технологией и результаты механический испытаний этих образцов.

- Выявляют отклонения от прямолинейности сваренных узлов и изделий в пределах допусков.

Для проверки качества изготовления изготавливаемой конструкции выбрать следующие методы контроля сварных соединений:

Визуальный осмотр производится на предмет выявления наружных дефектов: трещин всех видов и направлений в швах и околошовной зоне, подрезов; незаваренных кратеров, пор, шлаковых включений, непроваров, геометрических отклонений: невыдержанные размеры швов в поперечном и продольном сечении, смещение кромок, которые выявляются специальными шаблонами (УШС-3), а также - нарушение формы и размеров изделия.

Внешний осмотр проводится на всех стадиях сварочного производства: проверка заготовок и сборки, наблюдение за процессом сварки, осмотр готовых изделий.

Обычно внешний осмотр предшествует всем другим методам контроля. Это наиболее дешевый, оперативный и достаточно информативный метод контроля.

Контроль заготовки и сборки:

1 Проверяется материал (может браковаться при наличии вмятин, заусенцев, окалины);

2 Качество подготовки и разделки кромок;

3 Величина зазоров;

4 Смещение кромок состыкованных деталей.

Качество отдельных слоев шва можно проверить путем сравнения с эталоном. Наблюдение может, проводится дистанционно с помощью специальных оптических приборов. На готовых изделиях осмотру подвергается сварной шов и зона прилегающего основного металла на расстоянии не менее 20мм. от шва, после очистки от шлака, брызг и загрязнений. Проверяется наличие трещин, подрезов, свищей, прожогов, натеков, не проваров корня шва и не проваров по кромкам, дефектов формы шва.

Осмотр швов, не допустимых для прямого наблюдения проводится с помощью оптических приборов – эндоскопов.

Предлагаю проверять ВИК - 100% длины швов.

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

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.

В процессе изготовления металлоконструкции балки подкранового пути идет постоянное наблюдение ОТК за правильным выполнением сварочных работ – 100%.

По наружному осмотру: при этом проверяется отсутствие подрезов больше, чем 0,5 мм глубиной и 20 мм длиной, трещин, пористости. Допускается отклонение размеров катетов швов от заданных чертежом в пределах + 1 мм.

Предлагается 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 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):

Группа А- отдельные дефекты

Группа Б- цепочка дефектов

Группа В- скопление дефектов

Для сокращенного обозначения вида дефекта применяются специальные значки.

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 проявления и фиксирования;
- 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 300x80мм.

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

Схема просвечивания различных типов сварных швов и соединений:

Сварные соединения следует просвечивать по схемам (рис.2), рекомендуемым ГОСТ 7512-82.

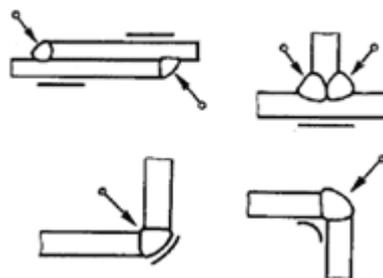


Рисунок 4 – Схемы просвечивания сварных соединений

1 - источник излучения;

2 - кассета с радиографической пленкой.

2 ОХРАНА ТРУДА

2.1 Охрана труда на рабочем месте

Сварка относится к работам повышенной опасности, что обуславливает неукоснительное выполнение ряда требований, касающихся их организации и управления.

Основными опасностями, предупреждающими рабочего при выполнении сварочных работ, являются:

- поражение электрическим током, при выполнении сварочных работ дуговой сваркой;
- ожоги кожного покрова и органов зрения излучающей энергией электрической дуги и брызгами расплавленного металла;
- отрицательное воздействие на организм человека газов, паров и пыли, выделяющихся в процессе сварочных работ;
- механический травматизм в процессе сварочных работ и подготовке деталей к сварке;
- взрывоопасность баллонов с горючим газом и ацетиленовых генераторов;
- пожарная опасность при всех видах огневых работ;
- радиационное поражение при радиационном методе контроля сварных соединений;
- фактор высоты при монтажных работах;

Ввиду повышенной опасности сварочных работ к ним допускаются лица, достигшие 18-летнего возраста и прошедшие специальную подготовку и медицинское обследование.

Основными законодательными актами, регламентирующими деятельность в области безопасного ведения сварочных работ, являются Федеральный закон от 17 Июля 1999 г. №181-ФЗ «Об основах охраны труда в Российской Федерации» и Трудовой кодекс Российской Федерации (ТК РФ).

Средства индивидуальной защиты применяются в тех случаях, когда безопасность работ не может быть обеспечена конструкцией оборудования, организацией производственных процессов, архитектурно-планировочными решениями и средствами коллективной защиты.

В зависимости от назначения, средства индивидуальной защиты подразделяют согласно ГОСТ 12.4.011-89 на следующие классы:

- специальная одежда (комбинезоны, полукомбинезоны, куртки, брюки, костюмы, полушубки, фартуки, жилеты, нарукавники);
- специальная обувь (сапоги, ботинки, галоши, боты);
- средства защиты головы (каска, подшлемники, шапки, береты);
- средства защиты органов дыхания (противогазы, респираторы);
- средства защиты лица (защитные щитки и маски);
- средства защиты глаз (защитные очки);
- средства защиты органов слуха (противошумовые шлемы, наушники, вкладыши);
- предохранительные приспособления (диэлектрические коврики, ручные захваты, манипуляторы, наколенники, налокотники, наплечники, предохранительные пояса);
- средства защиты рук (рукавицы, перчатки);
- защитные дерматологические средства (пасты, крема, мази, моющие средства);

Электросварщик допускается к выполнению работ при наличии следующих средств индивидуальной защиты:

-брезентового костюма с защитными свойствами <T_p> или костюма для сварщика;

-кожаных ботинок с защитными свойствами <T_p>;

-щитка сварщика (ТУ 36-2455-82) или наголовного щитка с каской для электросварщика (ТУ 5.978-13373-82);

-предохранительного пояса для строителей (исполнение <С>).

Газосварщик (газорезчик) допускается к выполнению работы при наличии следующих средств индивидуальной защиты:

-брезентового костюма с защитными свойствами <T_p> или костюма для сварщика;

- кожаных ботинок с защитными свойствами <T_p>;

- брезентовых рукавиц типа <Е> с защитными свойствами <T_p>;

- двойных защитных очков ОД2 со светофильтрами Г-1 ,Г-2 В-1 или В-2;

- предохранительного пояса для строителей (исполнение <С>).

Средства индивидуальной защиты должны выдаваться в соответствии с Типовыми отраслевыми нормами, бесплатной выдачи рабочим и служащим специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты, утвержденными Постановлением Министерства труда и социального развития Российской Федерации от 16 декабря 1997 г. № 63.

Специальная защитная одежда в соответствии с ГОСТ 12.4.011-89 предусматривает для сварщиков костюмы, куртки и брюки с защитными свойствами <T_p>, обеспечивающие защиту от искр и расплавленного металла. В зимнее время используется спецодежда с защитными свойствами <T_p>, обеспечивающая защиту от воздействия холодного воздуха (<T_н 30>- до температуры- 30°С).

В соответствии с ГОСТ 12.4.130-83 специальная обувь для сварщиков в тёплый период-это кожаные ботинки с защитными свойствами <T_p>, имеющие наружные металлические носки и предназначенные для защиты ног от теплового излучения, контактами с нагретыми поверхностями, от окалины,

искр и брызг расплавленного металла. В зимний период предусматриваются валенки.

На участках (определенной администрацией), где имеется опасность травмирования головы, сварщики должны носить защитные каски. Для удобства в работе сварщиков рекомендуется применение касок, совмещенных с защитными щитками.

Индивидуальные средства защиты органов дыхания применяются в исключительных случаях, когда средствами вентиляции не возможно обеспечить предельно допустимые концентрации пыли и газов в зоне дыхания работника.

Если при сварке концентрация газов (озон, оксиды углерода и азота) в зоне дыхания не превышает предельно допустимую, а концентрация пыли больше допустимой, то сварщики должны быть обеспечены противопылевыми респираторами, например типов «Снежок» ШБ-1, «Лепесток» или «Астра».

В случае превышения предельно допустимой концентрации пыли и газов при работе в замкнутых и труднодоступных помещениях (ёмкостях) сварщики

обеспечиваются дыхательными приборами с принудительной подачей чистого воздуха. К приборам такого типа относятся и шланговые противогазы ПШ-2-57 и РМП-62 или дыхательные автоматы АСМ.

Для защиты лица и глаз от воздействия излучения электрической дуги и брызг расплавленного металла сварщики должны пользоваться щитками или масками, а газорезчики и подсобные рабочие - очками.

Закрытые очки с непрямой вентиляцией, обеспечивающие защиту от вредного воздействия прямых лучей, предназначены для подсобных рабочих при электро- и газосварочных работах.

Такие очки могут быть снабжены светофильтрами, защищающими глаза от прямых ультрафиолетовых и инфракрасных лучей, а также слепящего действия видимого излучения.

Выбор щитка или маски диктуется характером работы.

Для защиты глаз от лучистой энергии применяют щитки, соответствующие ГОСТ 12.4.035-78, со светофильтрами согласно ГОСТ 12.4.080-79. Защитные светофильтры имеют различную оптическую плотность. Выбор той или иной марки светофильтра обусловлен силой сварочного тока при выполнении конкретной работы:

Назначение светофильтра	Марка
Для электросварщиков при силе тока, А:	
30-75	Э-1
75-200	Э-2
200-400	Э-3
Более 400	Э-4
Для подсобных рабочих:	
в цехах	В-1, В-2
на открытых площадках	В-3

Облегчённые маски серии «КСЕЛЮКС» обычного дизайна отличаются друг от друга применяемыми светофильтрами, обеспечивающими различную степень затемнения, которая автоматически изменяется в зависимости от мощности сварочной дуги. Основные технические характеристики светофильтров таковы: размер активного окна 90x35 мм; время срабатывания 0,5 мс; время перехода из темного состояния в светлое 0,1-1,0 с

При защите глаз при зачистке швов от окалины и пыли следует пользоваться защитными очками закрытого типа с бесцветными стеклами.

При высоком уровне шума, превышающем предельно допустимый, сварщики должны быть обеспечены антифонами.

При невозможности или нецелесообразности устройства защитных ограждений рабочих мест на высоте 1 м и более рабочие должны быть обеспечены предохранительными поясами. Места крепления карабина предохранительного пояса заранее указываются руководителем работ.

Выдаваемые для пользования предохранительные пояса должны быть испытаны на воздействие апатической нагрузки 3 кН (300 кгс), о чём на поясе делается отметка. Испытания пояса проводятся каждые 6 месяцев.

Промышленностью выпускается предохранительный пояс «Строитель» (ТУ 401-07-82-78), предназначенный для защиты работающих от падений при монтаже крупнопанельных зданий, выполнения каменных и отделочных работ. Пояс снабжен синтетическим фалом с амортизатором, обеспечивающим энергопоглощение при уровне динамической нагрузки не выше 4 кН.

Для защиты от соприкосновения с влажной, холодной землёй и снегом, а также с холодным металлом, как при наружных работах, так и в помещении, сварщики должны обеспечиваться тёплыми подстилками, матами,

наколенниками и подлокотниками из огнестойких материалов с эластичной прослойкой.

Одним из распространенных видов средств индивидуальной защиты рук являются рукавицы и перчатки. Специальные рукавицы (ГОСТ 12.4.010-75) в зависимости от используемых тканей могут быть предназначены для защиты от механических воздействий, воды, воздействия высоких температур и кислот различной концентрации.

Для сварщиков предусмотрены рукавицы с защитными свойствами $\langle T_p \rangle$, $\langle T_n \rangle$. Это брезентовые рукавицы с наладонником и без него, а также с крагами для защиты рук от контакта с нагретыми поверхностями, искр и брызг расплавленного металла.

Для удобства рабочего, выполняющего сварку неплавящимся электродом, брезентовые рукавицы могут быть заменены перчатками.

Срок носки спецодежды и спецобуви исчисляется со дня фактического получения их работниками. Если спецодежда (спецобувь) пришла в

негодность до истечения установленного нормами срока носки по причинам, не зависящим от работника, её заменяют другой спецодеждой (спецобувью) или ремонтируют. При этом администрация совместно профсоюзным комитетом составляет соответствующий акт. Если же спецодежда (спецобувь) по истечению установленного срока носки пригодна к использованию, то

администрация имеет право продлить его. Бывшая в употреблении спецодежда (спецобувь) стирается, дезинфицируется, ремонтируется и может быть вновь

выдана работникам. При этом новый срок носки в зависимости от степени изношенности устанавливает комиссия из представителей администрации и профсоюзного комитета.

2.2 Техника безопасности при полуавтоматической сварке в среде CO₂

Поражение электрическим током. При дуговой полуавтоматической сварке в среде CO₂ сварке используют источники тока с напряжением холостого хода от 45 до 80 В, при постоянном токе от 55 до 75 В, при переменном токе от 180 до 200 В при плазменной резке и сварке. Поэтому источники питания оборудуются автоматическими системами отключения

тока в течение 0,5 - 0,9 с при обрыве дуги. Человеческое тело обладает собственным сопротивлением и, поэтому безопасным напряжением считают напряжение не выше 12 В.

При работе в непосредственном контакте с металлическими поверхностями следует соблюдать следующие правила техники безопасности:

а) Надежная изоляция всех токоподводящих проводов от источника тока и сварочной дуги.

б) Надежное заземление корпусов источников питания сварочной дуги (рис. 4).

в) Применение автоматических систем прерывания подачи высокого напряжения при холостом ходе.

г) Надежная изоляция электрододержателя для предотвращения случайного контакта с токоведущими частями электрододержателя с изделием.

д) При работе в замкнутых помещениях (сосудах) кроме спецодежды следует применять резиновые коврики (калоши) и источники дополнительного освещения.

е) Не допускается контакт рабочего с клеммами и зажимами цепи высокого напряжения.

При обращении с газовыми баллонами и их хранение рекомендуется соблюдать следующие практические меры. При транспортировке и складировании необходимо дополнительно принимать во внимание указания официальных органов.

1. К обращению с газовыми баллонами допускать только лиц, имеющих достаточный опыт и квалификацию.

2. Газовый баллон представляет собой сосуд под высоким давлением и с ним необходимо обращаться осторожно.

3. Никогда не снимать и не портить этикетки, прикрепленные изготовителем на баллонах.

4. До того как использовать баллон, убедитесь в правильном его содержании.

5. До того как использовать газ, ознакомьтесь с его свойствами и риском, связанным с его использованием.

6. В случае неуверенности в правильном обращении с каким-нибудь газом, связаться с изготовителем газа.

1. Всегда пользоваться защитными перчатками.

2. Не поднимать баллон за клапан и крышку.

3. Для перемещения баллонов всегда пользоваться тележкой или ящиком для баллонов.

4. При перемещении баллонов защитный колпак должен всегда находиться на своем месте.

5. Для выявления утечек использовать только мыльный раствор.

6. Всегда пользоваться регулятором давления, предназначенный для данного газа. Использование вставки запрещено.

7. Перед подключением оборудования к баллону проверить его правильный класс.

8. Предотвратить обратный поток газа в баллон (например, обратным клапаном), прежде чем подключить баллон.

9. Вентиль баллона открывать медленно.
10. Никогда не нагревать газовый баллон.
11. Подача газа из баллона в другой баллон запрещена.
12. Никогда не пользоваться баллон в качестве катка или рабочей подставке.
13. Содержать вентиль баллона и оборудование чистыми от масла и грязи.
14. Не допускать падение баллона.
15. Защитить баллоны от механических ударов.
16. Всегда, когда баллоном не пользуются, закрывать вентиль.
17. С пустыми баллонами всегда обращаться как с полным.

В случае повреждения баллона в работе, он должен быть четко замаркирован и возвращен поставщику. Ни в коем случае не пытаться ремонтировать баллон или скрывать дефекты, так как это может вызвать риск опасности для других.

1. Баллоны должны храниться в отведенном для них хорошо вентилируемом месте.
2. Баллоны хранить в помещении с отсутствием риска пожара и расположенном далеко от источников тепла и возгорания.
3. Склад баллонов должен содержаться в порядке с разрешением доступа в него только уполномоченным лицам. Территория должна быть четко отмечена надлежащими щитами.
4. Курение и открытое пламя на складе и вблизи него запрещены.
5. Газовые баллоны храниться в вертикальном положении. Вентили баллонов должны быть хорошо закрыты с установленными на место колпаками.
7. На складе баллоны с разными видами газов хранить отдельно от других.

2.3 Организационно - технические мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Организационно - технические мероприятия включают всебя: организацию пожарной охраны (профессиональной, добровольной), обучение рабочих и служащих правилам пожарной безопасности, составление инструкций по порядку работы с пожароопасными веществами и материалами, отработку действий администрации, рабочих и служащих в случае возникновения пожара и эвакуации людей, применение средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности и т.п.

Ответственность за пожарную безопасность организации возлагается на ее администрацию. Она назначает должностных лиц, ответственных за пожарную безопасность отдельных объектов (цехов, участков, складов и т.д.). В помощь пожарной охране в каждой организации создаются пожаротехнические комиссии и добровольные пожарные дружины, в задачи которых входят, выявление нарушений правил пожарной безопасности, содействие органам пожарного надзора в их работе, организация массовой разъяснительной работы среди персонала и т.п.

Постоянные места проведения огневых работ на открытых площадках и в специальных мастерских, оборудованных в соответствии с правилами пожарной безопасности, устанавливаются приказом руководителя организации.

Места проведения временных сварочных работ в действующих цехах организаций определяются письменным разрешением лица, ответственного за пожарную безопасность объекта.

Без письменного разрешения огневые работы на строительных площадках и в местах, не опасных в пожарном отношении, могут выполнять высококвалифицированные специалисты, прошедшие обучение по программе пожарно-технического минимума.

Список специалистов, допущенных к самостоятельному проведению огневых работ без получения письменного разрешения, объявляется распоряжением или приказом руководителя организации.

При авариях и стихийных бедствиях огневые работы выполняются без письменного разрешения, под наблюдением руководителя работ.

Лицо, ответственное за проведение временных огневых работ, обязано проинструктировать непосредственных исполнителей этих работ в мерах пожарной безопасности, определить противопожарные мероприятия по подготовке места работ, оборудования и коммуникаций в соответствии с требованиями пожарной безопасности.

Вывод

Учитывая, что проектирование технологического процесса производится впервые и некоторые положения принимаются без достаточного обоснования (например, при выборе способа сварки допускается не делать экономического расчета), решения в проекте не всегда оптимальны. В этой связи необходимо критически оценить результаты проектирования, привести возможные, более рациональные решения отдельных вопросов. При этом необходимо учитывать технико-экономические показатели, полученные как при работе над проектом, так и в курсовой работе, по экономике промышленности.

Организация защиты дипломных проектов

Порядок допуска проекта к защите

Полностью законченный дипломный проект (чертежи, альбом, спецификации, пояснительную записку, технологический процесс), согласованный с консультантами по проекту (консультанты ставят свою подпись в задании, на титульном листе пояснительной записки и на соответствующих листах графической части), студент-дипломник представляет руководителю в сроки указанные в задании на дипломный проект. Руководитель просматривает проект, если нет существенных замечаний, подписывает.

С целью качественной подготовки проектов к защите в колледже организуется «предварительная защита» проектов у руководителей дипломных проектов. В предусмотренный графиком срок, студент-дипломник должен представить дипломный проект на комиссию. Комиссия выносит заключение о законченности и качестве проекта, готовности дипломника к публичной защите его перед ГАК. При положительном заключении комиссии и исправлении замечаний студент представляет проект на подпись заместителю директора по УПР.

В отзыве руководителя дается характеристика общетеоретической и специальной подготовки студента, проявленных им навыков и умения к профессиональной деятельности, способностях, дисциплине при выполнении проекта. Дается оценка качества проекта и заключение о возможности присвоения студенту квалификации техника по специальности 22.02.06. Заместитель директора по УПР окончательно решает вопрос о допуске студента к защите, назначает дату и направляет проект на рецензию (как правило, специалистами работодателя). Рецензент в трехдневный срок просматривает проект и дает письменную рецензию. После рецензирования никакие исправления в проекте не допускаются. Студент-дипломник за три дня до защиты должен сдать все необходимые документы секретарю ГАК (зачетную книжку, задание на дипломный проект, отзыв руководителя, рецензию). Непосредственно перед защитой предъявляется паспорт.

Перед защитой серьезное внимание следует уделить подготовке доклада (при консультации руководителя). Доклад должен быть рассчитан на 10-15 мин. За это время кратко должны быть доложены все основные вопросы проекта. Для подготовки доклада можно придерживаться следующего плана:

- краткий анализ состояния вопроса и постановка задачи на проектирование с учетом конкретных перспектив развития производства на базовом предприятии;
- характеристика, критический анализ конструкции изделия, обоснование, предлагаемого его совершенствования;
- критическая оценка существующего технологического процесса, сопоставление возможных вариантов его совершенствования, обоснование принятых решений, пояснение к разработанному технологическому процессу;
- краткие пояснения к планировке участка;
- обоснования и пояснения к выполненным конструкторским разработкам;
- технико-экономические показатели проектируемого участка (установки);
- сведения о принятых мерах по обеспечению безопасности и экологичности.

Время на разделы доклада устанавливается, исходя из важности и степени новизны предлагаемых решений.

После доклада студенту-дипломнику присутствующие на защите задают вопросы. Затем зачитывается рецензия и отзыв руководителя.

Студент, не защитивший проект, допускается к повторной защите в течение пяти лет после отчисления из техникума(колледжа). Если защита проекта признается неудовлетворительной, устанавливается, может ли студент представить к повторной защите тот же дипломный проект с доработкой, определяемой комиссией, или же обязан разрабатывать новую тему.

Информационные источники

Оснoвные источники:

1. Овчинников В.В. Подготовительные и сборочные операции перед сваркой.-М. Академия, 2016
2. Овчинников В.В. Основы технологии сварки и сварочное оборудование: учебник.- М.: Академия, 2016

Дополнительные источники:

1. Овчинников В.В. Оборудование, механизация и автоматизация сварочных процессов: Практикум: Учебное пособие для сред. проф. образования. - 1-е изд. - М.: Издательский центр «Академия», 2010. -128 с.
2. Овчинников В.В. Технология и оборудование контактной сварки: Лабораторно-практические работы: Учебное пособие для сред. проф. образования. - 1-е изд. - М.: Издательский центр «Академия», 2010. -160 с.

Интернет-ресурсы:

Информационный портал ООО СиликатПром «Мир сварки». Форма доступа: <http://mirsvarky.ru/>

Электронная интернет библиотека для «технически умных» людей «ТехЛит.ру». Форма доступа: <http://www.tehlit.ru/>

Профессиональный портал «Сварка. Резка. Металлообработка» autoWelding.ru. Форма доступа: <http://autowelding.ru/>

Информационный сайт для мастеров производственного обучения и преподавателей спецдисциплин «О сварке». Форма доступа: <http://o.svarke.info/>

Электронная справочная система для строителей «Стройтехнолог». Форма доступа: <http://www.tehexpert.ru/>

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Подразделение сталей на типы, классы

Тип, класс стали	Марка стали
Углеродистый	Ст3, 10, 20, 15К, 16К, 18К, 20К, 22К, 20ЮЧ
Низколегированный марганцовистый, марганцово-кремнистый	16ГС, 17ГС, 17Г1С, 09Г2С, 10Г2СФ, 09Г2, 10Г2С1, 10Г2, 10Г2С1Д, 09Г2СЮЧ, 16ГМЮЧ, 09Г2СФБ
Мартенситный *	15Х5, 15Х5М, 15Х5ВФ, 12Х8ВФ, 20Х13, Х9М, 12Х13
Ферритный	08Х13, 08Х17Т, 15Х25Т
Аустенитно-ферритный	08Х22Н6Т, 12Х21Н5Т, 08Х18Г8Н2Т, 15Х18Н12С4ТЮ
Аустенитный	10Х14Г14Н4Т, 08Х18Н10Т, 08Х18Н12Б, 10Х17Н13М2Т, 08Х17Н15М3Т, 03Х17Н14М3, 12Х18Н12Т, 02Х18Н11, 02Х8Н22С6, 03Х19АГ3Н10Т, 07ХГ3АГ20, 12Х18Н10Т, 12Х18Н9Т, 03Х21 Н21М4ГБ
Сплавы на железо-никелевой и никелевой основе	06Х28МДТ, 03Х28МДТ, ХН32Т
Низколегированный хромомолибденовый и хромомолибденованадиевый	12МХ, 12ХМ, 15ХМ, 10Х2М1, 10Х2ГНМ, 12Х1МФ, 10Х2М1ФБ, 15Х2МФА, 18Х2МФА, 25Х2МФА, 25Х3МФА

* Стали указанного типа и класса склонны к подкалке

Марка стали, обозначение стандарта или технических условий ПРИЛОЖЕНИЕ 2 Перечень	Технические требования	Рабочие условия		Виды испытаний и требования	Примечания, данные в конце таблицы
		температура стенки, °С	давление среды, МПа (кгс/см ²),		
1	2	3	4	5	6
СтЗсп, СтЗпс, СтЗкп2 ГОСТ 380 ГОСТ 14637	ГОСТ 14637	От 10 до 200	1,6 (16)	ГОСТ 14637	п. 1
СтЗсп, СтЗпс, СтЗГпс категорий 3, 4, 5 в зависимости от рабочей температуры ГОСТ 380 ГОСТ 14637	ГОСТ 14637 ТУ 14-13023 группы 1,2	От минус 20 до 425	5(50)	ГОСТ 14637 ТУ 14-1-3023	пп. 2, 4, 5, 7, 8
16К, 18К, 20К, 22К категорий 3, 5, 11, 17, 18 в зависимости от рабочей температуры ГОСТ 5520	ГОСТ 5520	От минус 20 до 475	Не ограничено	ГОСТ 5520	пп. 4, 5, 8
22К ТУ 108.11-543	ТУ 108.11-543	От минус 20 до 350	Не ограничено	ТУ 108.11543	пп. 7, 8
15,20 ГОСТ 1050	ГОСТ 1577	От минус 20 до 425	5(50)	ГОСТ 1577	пп. 3, 7, 8

09Г2С, 10Г2С1 категорий 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 в зависимости от рабочей температуры ГОСТ 5520	ГОСТ 5520	От минус 70 до 475	Не ограничено	ГОСТ 5520	пп. 4, 8
17ГС, 17Г1С, 16ГС категорий 3, 4, 5, 6, 12, 18 в зависимости от рабочей температуры ГОСТ 5520	ГОСТ 5520	От минус 40 до 475	Не ограничено	ГОСТ 5520	пп. 4, 8
09Г2С-Ш ТУ 14-1-2072	ТУ 14-1-2072	От минус 60 до 475	Не ограничено	ТУ 14-1-2072	п. 7
1	2	3	4	5	6
09Г2СЮЧ, 09ХГ2СЮЧ ТУ 14-1-5065	ТУ 14-1-5065	От минус 70 до 475	Не ограничено	ТУ 14-1-5065	п. 7
17ГС, 17Г1С, 16ГС, 14Г2, 09Г2С категорий 1, 2, 3, 4, 12 в зависимости от рабочей температуры ГОСТ 19281	ГОСТ 19281	От минус 40 до 475	Не ограничено	ГОСТ 19281	пп. 6, 7, 12
14Г2АФ, 16Г2АФ ГОСТ 19281	ГОСТ 19281	От минус 60 до 475	Не ограничено	ГОСТ 19281	пп. 6, 7, 12
09Г2ФБ, 10Г2ФБ ТУ 14-1-4083	ТУ 14-1-4083	От минус 60 до 420	10 (100)	ТУ 14-1-4083	п. 7
09Г2БТ, 10Г2БТ, 07ГФБ-У ТУ 14-1-4083	ТУ 14-1-4083	От минус 70 до 200	Не ограничено	ТУ 14-1-4083	п. 7
Е40, Е32 ГОСТ 5521	ГОСТ 5521	От минус 40 до 200	Не ограничено	ГОСТ 5521	п. 7
10ХСНД, 15ХСНД ГОСТ 19281	ГОСТ 19281	От минус 40 до 400	Не ограничено	ГОСТ 19281	пп. 6, 7, 12
ГОСТ 5521	ГОСТ 5521	От 0 до 200	Не ограничено	ГОСТ 5521	пп. 2, 7, 8
Д32, Д40 ГОСТ 5521	ГОСТ 5521	От минус 20 до 200	Не ограничено	ГОСТ 5521	
12МХ ГОСТ 20072	ТУ 14-1-5093	От минус 40 до 540	Не ограничено	ТУ 14-1-5093	
12ХМ ТУ 14-1-642 ТУ 24-10-003	ТУ 24-10-003 ТУ	От минус 40 до 560		ТУ 24-10-003 ТУ 108.1263	
12ХМ категории 3 ГОСТ 5520	ГОСТ 5520	От минус 40 до 560	Не ограничено	ГОСТ 5520	
12ХМ ТУ 14-1-2304	ТУ 14-1-2304			ТУ 14-1-2304	

12ХМ, 15ХМ ТУ 302.02.031	ТУ 302.02.031	От минус 40 до 550	Не ограничено	ТУ 302.02.031	
20ЮЧ ТУ 14-1-4853	ТУ 14-1-4853	От минус 40 до 475	Не ограничено	ТУ 14-1-4853	
09ХГ2НАБЧ ТУ 14-1-3333	ТУ 14-1-3333	От минус 40 до 475	Не ограничено	ТУ 14-1-3333	
15Г2СФ ТУ 14-1-4502	ТУ 14-1-4502	От минус 60 до 350	Не ограничено	ТУ 14-1-4502	
15Г2СФ категорий 1, 2,3,4,5,6,12,13,14 В зависимости от рабочей температуры ГОСТ 19281	ГОСТ 19281	От минус 60 до 350	Не ограничено	ГОСТ 19281	пп. 6, 7

1	2	3	4	5	6
10Х2ГНМ ТУ 108.11-928	ТУ 108.11 - 928	От минус 40 до 550	Не ограничено	ТУ 108.11928	
16ГНМА ОСТ 108.030.118	ОСТ 108.030.118	От минус 20 до 350	Не ограничено	ОСТ 108.030.118	
10Х2М1А-А ТУ 302.02.121	ТУ 302.02.121	От минус 40 до 560	Не ограничено	ТУ 302.02.121	
10Х2М, 10Х2М1ФБ ТУ 14-1-3409	ТУ 14-13409	От минус 40 до 510	Не ограничено	ТУ 14-1-3409	
16ГМЮЧ ТУ 14-1-4824	ТУ 14-14824	От минус 40 до 520	Не ограничено	ТУ 14-1-4824	
15Х5М ГОСТ 20072	Группа М26 ГОСТ 7350 ТУ 14-12657	От минус 40 до 650	Не ограничено	ГОСТ 7350 ТУ 14-1-2657	
12Х2МФА ТУ 108.131	ТУ 108.131	От минус 40 до 500	Не ограничено	ТУ 108.131	
15Х2МФА-А ТУ 302.02.014	ТУ 302.02.014	От минус 40 до 510	Не ограничено	ТУ 302.02.014	
		Свыше 510 до 560	10 (100)		
15Х2МФА ТУ 108.131	ТУ 108.131	От 0 до 500	Не ограничено	ТУ 108.131	
18Х2МФА, 25Х2МФА, 25Х3МФА ТУ 108.131 ТУ 5.961-11060	ТУ 108.131 ТУ 5.961-11060 без п.2.13е	От 0 до 500	Не ограничено	ТУ 108.131 ТУ 5.96111060	
38ХНЗМФА ГОСТ 4543	ТУ 108.11.906	От 0 до 500	Не ограничено	ТУ 108.11.906	

10X14Г14Н4Т ГОСТ 5632	Группа М26 ГОСТ 7350 Группы М2а и М3а ГОСТ 5582	От минус 196 до 500	Не ограничено	ГОСТ 7350 ГОСТ 5582	п. 10
08X22Н6Т, 08X21 Н6М2Т ГОСТ 5632	Группа М26 ГОСТ 7350 Группы М2а и М3а ГОСТ 5582	От минус 40 до 300	Не ограничено	ГОСТ 7350 ГОСТ 5582	п. 10
03X19АГЗН10 ТУ 14-1-2261	ТУ 14-12261	От минус 253 до 450	Не ограничено	ТУ 14-1-2261	
03X21Н21М4ГБ ГОСТ 5632	Группа М26 ГОСТ 7350	От минус 70 до 450	Не ограничено	ГОСТ 7350	п. 10
08X18Г8Н2Т ГОСТ 7350	Группа М26 ГОСТ 7350	От минус 20 до 300	5(50)	ГОСТ 7350	п. 10

07X13АГ20 ТУ 14-1- 2640 ТУ 14-1-3342	ТУ 14-12640 ТУ 14-13342	От минус 70 до 300	5(50)	ТУ 14-1-2640 ТУ 14-1-3342	
08X18Н10Т ГОСТ 5632	Группа М26 ГОСТ 7350	От минус 253 до 610	Не ограничено	ГОСТ 7350	п. 10
08X18Н12Б ГОСТ 5632	Группа М26 ГОСТ 7350	От минус 196 до 610	Не ограничено	ГОСТ 7350	п. 10
03X18Н11 ГОСТ 5632	ТУ 14-13071 ТУ 141-2144 Группы М2а и М3а ГОСТ 5582	От минус 270 до 450	Не ограничено	ТУ 14-1-3071 ТУ 14-1-2144 ГОСТ 5582	п. 10
04X18Н10 ГОСТ 5632	Группа М26 ГОСТ 7350	От минус 270 до 600	5(50)	ГОСТ 7350	п. 10
02X18Н11 ТУ 14-1- 3071	ТУ 14-13071	От минус 270 до 450	Не ограничено	ТУ 14-1-3071	
08X17Н13М2Т 10X17Н13М2Т ГОСТ 5632	Группа М26 ГОСТ 7350 Группы М2а и М3а ГОСТ 5582	От минус 253 до 700	Не ограничено	ГОСТ 7350 ГОСТ 5582	п. 10
10X17Н13М3Т ГОСТ 5632	Группа М26 ГОСТ 7350 Группы М2а и М3а ГОСТ 5582 ТУ 14- 1394, группа А	От минус 196 до 600	Не ограничено	ГОСТ 7350 ГОСТ 5582 ТУ 14-1-394	п. 10

08X17H15M3T ГОСТ 5632	Группа М26 ГОСТ 7350	От минус 196 до 600	Не ограничено	ГОСТ 7350	п. 10
ОЗХН28МДТ, 06ХН28МДТ ГОСТ 5632	Группа М 26 ГОСТ 7350 Группы М2а и М3а ГОСТ 5582	От минус 196 до 400	Не ограничено	ГОСТ 7350 ГОСТ 5582	п. 10
03X17H14M3 ГОСТ 5632	ТУ 14-15071 ТУ 14-15056 ТУ 14-15073 ТУ 14-15054	От минус 196 до 450	Не ограничено	ТУ 14-1-5071 ТУ 14-1-5056 ТУ 14-1-5073 ТУ 14-1-5054	п.10

1	2	3	4	5	6
08X18H10 ГОСТ 5632	Группа 2 ГОСТ 5582 Группа М26 ГОСТ 7350	От минус 270 до 600	Не ограничено	ГОСТ 5582 ГОСТ 7350	п.10
12X18H9Т 12X18H10Т ГОСТ 5632	Группа М26 ГОСТ 7350 ГОСТ 5582	От минус 270 до 610	Не ограничено	ГОСТ 7350	п.10
08X13 ГОСТ 5632	Группа М26 ГОСТ 7350 группы М2а и М3а ГОСТ 5582	От минус 40 до 550	Не ограничено	ГОСТ 7350 ГОСТ 5582	пп.10, 13
08X18H10Т 08X18H12Б 12X18H10Т ГОСТ 5632	Группа М26 ГОСТ 7350 ГОСТ 5582	От 610 до 700	5(50)	ГОСТ 7350	п.10
20X13,12X13 ГОСТ 5632	Группа М26 ГОСТ 7350	От минус 40 до 550	Не ограничено	ГОСТ 7350	пп.10, 13
ХН32Т ТУ 14-1-625	ТУ 14-1-625	От минус 70 до 900	Не ограничено	ТУ 14-1-625	п.10
15X18H12C4ТЮ ГОСТ 5632	ТУ 14-11337	От минус 20 до 200	2,5 (25)	ТУ 14-1-1337	п.10
ХН65МВУ	ТУ 14-14253	От минус 70 до 500	5(50)	ГОСТ 7350, группа А	
Н70МФ-ВИ ТУ 14-14253		От минус 70 до 300	1(10)	ГОСТ 5582 и п. 3.2 ОСТ 26-01- 858	

08сп, 08Г ТУ 14-1-3172	ТУ 14-13172	От минус 20 до 300	2,5 (25)	ТУ 14-1-3172	п.11
08ГТ ТУ 14-1-3899	ТУ 14-13899	От минус 20 до 300	2,5 (25)	ТУ 14-1-3899	п.11

Примечания

1. Толщина листа не более 16 мм.
2. Допускается применять листовой прокат сталей марок СтЗсп, СтЗпс категории 3 толщиной не более 40 мм; сталей марок СтЗсп, СтЗпс категорий 4 и 5 толщиной не более 25 мм, стали марки СтЗГпс толщиной не более 30 мм.
3. Объем и виды испытаний сталей марок 15 и 20 по ГОСТ 1577 должны быть проведены по ГОСТ 5520 в том же объеме, что и для сталей марок 15К, 16К, 18К и 20К соответствующих категорий.
4. Механические свойства листов толщиной менее 12 мм проверяются на листах, взятых от партии.
5. Испытание на механическое старение проводится в том случае, если при изготовлении сосудов или их деталей, эксплуатируемых при температуре выше 200°С, сталь подвергается холодной деформации (вальцовка, гибка, отбортовка и др.).
6. Листы по ГОСТ 19281 должны поставляться с обязательным выполнением пп. 2.2.1, 2.2.2, 2.2.3, 2.2.7, 2.2.9, 2.2.12 ГОСТ, а также должен проводиться контроль макроструктуры по ГОСТ 5520 от партии листов.
7. Испытания проводятся полностью при температуре эксплуатации ниже минус 30°С, выше 200°С или давлении более 5 МПа (50 кгс/см²) при толщине листа 12 мм и более.
8. Допускается снижение температурного предела применения углеродистых и низколегированных сталей на 20°С (но не ниже -70°С) для сосудов с толщиной стенки до 36 мм, если при расчете на прочность допускаемые напряжения уменьшены не менее чем в 1,35 раза и проведена термообработка сосуда. Если при расчете на прочность допускаемые напряжения уменьшены не менее чем в 2,85 раза, то температурный предел применения указанных сталей может быть снижен на 20°С (но не ниже -70°С) без проведения термообработки сосуда.
9. Для сталей, поставляемых по ГОСТ 5521, при температуре эксплуатации выше 200°С необходимо проведение старения.
10. Допускается применение листа по ГОСТ 7350 с качеством поверхности по группам МЗб и М4б при условии, что в расчете на прочность учтена глубина дефекта.
11. Для эмалированных сосудов.
12. ГОСТ 19281 распространяется на прокат из сталей повышенной прочности, применяемых для сосудов, не подвергаемых термической обработке. Возможность применения проката из сталей по ГОСТ 19281 для сосудов, подвергаемых термической обработке, должна согласовываться со специализированной научно-исследовательской организацией.
13. Для изготовления деталей, не подлежащих сварке.

Стальные трубы

Марка стали, обозначение стандарта или технических условий	Технические требования	Рабочие условия		Виды испытаний и требования	Примечания, данные в конце таблицы
		Температура стенки, °С	Давление среды, МПа (кгс/см ²), не более		
1	2	3	4	5	6
СтЗспЗ, СтЗпсЗ ГОСТ 380 ГОСТ 14637	Трубы водогазопроводные (усиленные) по ГОСТ 3262	От 0 до 200	1,6 (16)	ГОСТ 3262	
СтЗкп ГОСТ 380 ГОСТ 14637	Трубы электросварные по ГОСТ 10706	От 10 до 200	1,6 (16)	ГОСТ 10706	п. 8
СтЗсп, СтЗпс категорий 4, 5 в зависимости от рабочей температуры ГОСТ 380 ГОСТ 14637	Трубы электросварные по ГОСТ 10706	От минус 20 до 400	5(50)	ГОСТ 10706,	п. 1
СтЗспЗ, СтЗпсЗ ГОСТ 380 ГОСТ 14637	Трубы электросварные по ГОСТ 10706	От 0 до 200	5(50)	ГОСТ 10706,	п. 8

10,20 ГОСТ 1050	Трубы электросвар- ные ТУ 14-3- 624	От минус 30 до 400	4(40)	ТУ 14-3-624	
	ГОСТ 550, ГОСТ 8733, ГОСТ 8731	От минус 30 до 475	5(50)	ГОСТ 550 ГОСТ 8733, ГОСТ 8731,	пп. 2, 3, 4
	ГОСТ 550, ГОСТ 8733	От минус 30 до 475	16 (160)	ГОСТ 550 ГОСТ 8733,	
	ТУ 14-3-190	От минус 30 до 425	6,4 (64)	ТУ 14-3-190	
20 ТУ 14-3-460	ТУ 14-3-460	От минус 30 до 475	Не ограничено	ТУ 14-3-460	п. 3
20ЮЧ ТУ 14-1-4853 ТУ 14-3-1652 ТУ 14- 3-1745	ТУ 14-1-4853 ТУ 14-3-1652 ТУ 14-3-1745	От минус 40 до 475	Не ограничено	ТУ 14-1-4853 ТУ 14-3.1652 ТУ 14-3-1745	
15ГС ТУ 14-3-460	ТУ 14-3-460	От минус 40 до 450	Не ограничено	ТУ 14-3-460	п. 3, 9
09Г2С ГОСТ 19281	ТУ 14-3-500 ТУ 14-3-1128	От минус 60 до 475	Не ограничено	ТУ 14-3-500 ТУ 14-3-1128	

1	2	3	4	5	6
10Г2ФБ ТУ 14- 3-1464	ТУ 14-3-1464	От минус 60 до 420	10(100)	ТУ 14-3-1464	
13ГС, 13Г1С-У ТУ 14-3-1464	ТУ 14-3-1464	От минус 40 до 300	5,5 (55)	ТУ 14-3-1464	
10Г2 ГОСТ 4543	ГОСТ 550, ГОСТ 8733, ГОСТ 8731,	От минус 70 до минус 31	Не ограничено	ГОСТ 550	п. 7
		От минус 30 до 475		ГОСТ 550 ГОСТ 8733 ГОСТ 8731	
15ХМ ТУ 14-3-460	ТУ 14-3-460	От минус 40 до 560	Не ограничено	ТУ 14-3-460	
12Х1МФ ГОСТ 20072	ТУ 14-3-460	От минус 20 до 56130	Не ограничено	ТУ 14-3-460	
15Х5 ГОСТ 20072	ГОСТ 550,	От минус 40 до 425	Не ограничено	ГОСТ 550	
15Х5М, 15Х5М- У, 15Х5ВФ ГОСТ 20072	ГОСТ 550	От минус 40 до 650	Не ограничено	ГОСТ 550	
15Х5М-У ГОСТ 20072	ТУ 14-3-1080	От минус 40 до 650	Не ограничено	ТУ 14-3-1080	
12Х8ВФ ГОСТ 20072	ГОСТ 550	От минус 40 до 650	Не ограничено	ГОСТ 550	
Х9М ТУ 14-3-457	ТУ 14-3-457	От минус 40 до 650	Не ограничено	ТУ 14-3-457	

X8 ГОСТ 550	ГОСТ 550	От минус 40 до 475	Не ограничено	ГОСТ 550	
10X14Г14Н4Т ТУ 14-3-1905	ТУ 14-3-1905	От минус 196 до 500	Не ограничено	ТУ 14-3-1905	
08X22Н6Т ГОСТ 5632	ГОСТ 9940 ГОСТ 9941 ТУ 14-3-1905	От минус 40 до 300	Не ограничено	ГОСТ 9940 ГОСТ 9941 ТУ 14-3-1905	
08X21Н6М2Т ГОСТ 5632	ТУ 14-3-1905	От минус 40 до 300	Не ограничено	ТУ 14-3-1905	
08X18Г8Н2Т ТУ 14-3-1596	ТУ 14-3-1596	От минус 20 до 300	2,5 (25)	ТУ 14-3-1596	
03X19АГ3Н10 ТУ 14-3-415	ТУ 14-3-415	От минус 253 до 450	Не ограничено	ТУ 14-3-415	
03X17Н14М3 ГОСТ 5632	ТУ 14-3-396	От минус 196 до 450		ТУ 14-3-396	
08X18Н10Т, 10X18Н10Т ГОСТ 5632	Трубы электросварн ые ТУ 14-3- 1391	От минус 273 до 610	5(50)	ТУ 14-3-1391	
12X18Н10Т ГОСТ 5632	ГОСТ 9940 ГОСТ 9941	От минус 270 до 610	Не ограничено	ГОСТ 9940 ГОСТ 9941	

1	2	3	4	5	6
12X18Н12Т ТУ 14-3-460	ТУ 14-3-460	От минус 270 до 610	Не ограничено	ТУ 14-3-460	
02X18Н11 ТУ 14-3-1401	ТУ 14-3.1401	От минус 270 до 450	Не ограничено	ТУ 14-3-1401	
08X18Н10Т ГОСТ 5632	ГОСТ 9940 ГОСТ 9941	От минус 270 до 610	Не ограничено	ГОСТ 9940 ГОСТ 9941	
03X18Н11 ГОСТ 5632	ТУ 14-3-1401	От минус 270 до 450	Не ограничено	ТУ 14-3-1401	
08X18Н 12Б ГОСТ 5632	ГОСТ 9940 ГОСТ 9941	От минус 196 до 610	Не ограничено	ГОСТ 9940 ГОСТ 9941	
10X17Н13М2Т ГОСТ 5632		От минус 253 до 700	Не ограничено		
08X17Н15М3Т ГОСТ 5632		От минус 196 до 600	Не ограничено		
08X18Н10Т, 08X18Н12Б, 12X18Н10Т ГОСТ 5632	ГОСТ 9940 ГОСТ 9941	От 610 до 700	5(50)		
03ХН28МДТ ГОСТ 5632	ТУ 14-3-694	От минус 196 до 400	5(50)	ТУ 14-3-694	
08X13,12X13 ГОСТ 5632	ГОСТ 9941	От минус 40 до 550	Не ограничено	ГОСТ 9941	п. 10
ХН32Т ТУ 14- 3-489	ТУ 14-3-489	От минус 70 до 900	Не ограничено	ТУ 14-3-489	

14ХГС ТУ 14-3-433	ТУ 14-3-433	От минус 50 до 370		ТУ 14-3-433	
30ХМА ТУ 14-3-433		От минус 50 до 450			
15Х18Н12С4ТЮ ГОСТ 5632	ТУ 14-3-310	От минус 50 до 500	Не ограничено	ТУ 14-3-310 ГОСТ 9941	
		От минус 70 до 300			
Н70МФ-ВИ ТУ 14-3-1227	ТУ 14-3-1227	От минус 70 до 300	1(10)	ГОСТ 11068 и пп. 2.3.2, 2.3.3 ОСТ 2601-858 ТУ 14-3-1227	
ХН65МВУ, ХН65МВ ТУ 14-3-1227		От минус 70 до 500	5(50)		

Примечания.

1. При заказе необходимо требовать поставку труб для магистральных тепловых сетей.
2. При заказе труб по ГОСТ 550, предназначенных для изготовления теплообменных труб.
3. Допускается применять трубы толщиной стенок не более 12 мм при температуре эксплуатации от минус 40°С.
4. Трубы с толщиной стенки 12 мм и более по ГОСТ 8731 должны быть испытаны на ударную вязкость при температуре 20°С в организации- изготовителе.
5. При условии испытания на сплющивание.
6. При условии испытания на сплющивание и проверки макроструктуры.
7. При условии испытания на ударную вязкость при рабочей температуре.
8. Проверка механических свойств сварного соединения у каждой десятой трубы одной партии радиационным методом или ультразвуковой дефектоскопией сварного шва каждого корпуса, изготовленного из труб в соответствии с требованиями настоящих Правил.
9. Трубы из стали марки 15ГС при температуре стенки ниже -30 °С должны испытываться на ударный изгиб при температуре -40 °С. Значение ударной вязкости должно быть не менее 30 Дж/см² (3,0 кгс м/см²).
10. Для трубных пучков, не подлежащих сварке.