

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
ИНСТИТУТ СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ПРИАЗОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИСПО ФГБОУ ВО «ПГТУ»



И.Ф. Литвиненко

2023 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
ДЛЯ НАПИСАНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

ПО МОДУЛЮ  
ПМ.02 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И  
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИЗДЕЛИЙ  
по дисциплинарному курсу  
МДК.02.02 Основы проектирования технологических процессов

по специальности 22.02.06 Сварочное производство

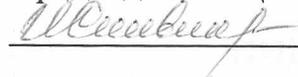
Мариуполь  
2023

ОДОБРЕНО

Цикловой комиссией  
Сварочного производства

Протокол № 2 от 19.09.2023 г.

Председатель ЦК



И.В. Сивирин

Разработаны на основе  
Федерального государственного  
образовательного стандарта  
среднего профессионального  
образования

22.02.06 Сварочное производство

(Приказ Минобрнауки России от  
21.04.2014 г. № 360)

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора  
по учебно-методической работе



Т.С. Олейникова  
« 19 » 09 2023 г.

Разработчик:

Букша Н.В. преподаватель специальных дисциплин ИСПО ФГБОУ ВО «ПГТУ»,  
первая квалификационная категория

## СОДЕРЖАНИЕ

Задачи курсового проектирования	4
Содержание курсового проекта	4
Методические рекомендации по разработке содержания пояснительной записки	6
Методические рекомендации по выполнению графической части	28
Список рекомендуемой литературы	29
Приложение	30

## ЗАДАЧИ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Целью курсового проектирования является выработка у обучающихся привычек самостоятельного решения технологических и организационных задач по изготовлению сварных конструкций на основе знаний, полученных во время изучения специальных дисциплин в процессе прохождения практики, научить пользоваться технической литературой, нормативами, государственными стандартами и другими справочными материалами. Проект дает возможность установить степень усвоения обучающимися знаний, полученных из специальных дисциплин, умение применять эти знания, а также подготовить обучающегося к выполнению дипломного проекта.

## СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Пояснительная записка содержит:

Введение

1 Общая часть

1.1 Технологический анализ конструкции

1.2 Технические условия

2 Специальная часть

2.1 Схема техпроцесса заготовительных операций заготовок

2.2 Выбор способа сборки и стендов для сборки

2.3 Выбор способов сварки

2.4 Выбор сварочных материалов

2.5 Выбор рода тока и расчет режимов сварки

2.6 Выбор сварочного оборудования, установки для сварки и транспортных средств

2.7 Выбор методов контроля качества при изготовлении конструкции

2.8 Разработка технологического процесса сборки и сварки конструкции в технологических картах

2.9 Нормирование техпроцесса сборки и сварки конструкции

2.10 Расчет расхода сварочных материалов и электроэнергии

2.11 Мероприятия по охране труда и защите окружающей среды

Приложение

Список литературы

3 Графическая часть проекта

Лист 1 Чертеж общего вида заданной сварной конструкции

Лист 2 Чертеж сборочного, сборочно-сварочного стенда или установки для сварки

# МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К РАЗРАБОТКЕ СОДЕРЖАНИЯ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

## ВВЕДЕНИЕ

Во введении необходимо раскрыть такие вопросы:

- данные о развитии и применении сварки;
  - роль и значение сварки в той отрасли промышленности, к которой относится заданная сварная конструкция;
  - достижения в этой отрасли сварочного производства и недостатки, которые надо решать;
  - перспективы развития отрасли промышленности, к которой относится сварная конструкция (необходимо указать актуальность разрабатываемой темы).
- Литература [1, 2, 4].

## 1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

### 1.1 Технологический анализ конструкции

Эти вопросы следует раскрыть в такой последовательности:

- указать название, назначение и область применения сварной конструкции, условия ее работы, характер нагрузок, действующих на сварную конструкцию, требования к сварным швам;
- по ее чертежу охарактеризовать конструкцию, указать габаритные размеры, массу;
- указать материал конструкции, привести химический состав, механические свойства материала конструкции, дать оценку свариваемости металла конструкции;
- выполнить анализ технологичности конструкции.

Механические свойства и химический состав металла выбирают из литературы [1, 4, 6], приводят в виде таблиц, образцы которых приведены ниже.  
Таблица 1 — Химический состав стали ... ГОСТ ...

Марка стали	Содержание элементов, %							
	C	Mn	Si					

Таблица 2 — Механические свойства стали ... ГОСТ ...

Марка стали	ГОСТ	Временное сопротивление разрыву $\sigma_B$ , Н/мм <sup>2</sup>	Предел текучести $\sigma_T$ , Н/мм <sup>2</sup>	Относительное удлинение $\delta$ , %	Ударная вязкость А, Дж/см <sup>2</sup>

Определение группы свариваемости по эквиваленту углерода для легированных сталей осуществляется по формуле [6, с. 58]

$$C_э = C + 1/9(Mn + Cr) + 1/18Ni + 1/13Mo, \quad (1)$$

где  $C$ ,  $Mn$ ,  $Cr$ ,  $Ni$ ,  $Mo$  — процентное содержание элементов в данной марке стали

Влияние толщины свариваемого металла учитывается поправкой к эквиваленту углерода  $C_э$ , которую определяем по формуле

$$N = 0,005 \cdot S \cdot C_э, \quad (2)$$

где  $N$  - поправка к эквиваленту углерода,

$S$  - толщина свариваемого металла, мм

Полный эквивалент углерода будет составлять:

$$C_э' = C_э + N, \quad (3)$$

Если  $C_э' < 0,45$  % - сталь хорошо сваривается, если  $C_э' > 0,45$  % - сталь ограниченно сваривается.

В случае необходимости предварительного подогрева, температуру его определяем по формуле

$$T_{подогр} = 350 \sqrt{C_э' - 0,25}, \quad (4)$$

Свариваемость высоколегированных аустенитных сталей определяют соотношением эквивалентов хрома к никелю.

$$Cr_{экр} = Cr + 1,5Si + Mo + 0,5V + Nb + W + 2Al + 2Ti \quad (5)$$

$$Ni_{экр} = Ni + 0,5Mn + Co + 30C + 30N + 12B \quad (6)$$

Если,  $(Cr_{экр} / Ni_{экр}) \geq 1,3$  — сталь хорошо сваривается,

$(Cr_{экр} / Ni_{экр}) = 1,0 - 1,3$  — ограниченная свариваемость,

$(Cr_{экр} / Ni_{экр}) < 1,0$  — сталь плохо сваривается

Технологичность конструкции — это форма, размеры и материалы, которые обеспечивают высокие эксплуатационные качества конструкции при экономичном ее изготовлении.

Технологичность следует оценить по косвенным признакам.

Косвенными признаками технологичности являются:

- возможность применения совершенных методов заготовки деталей;

- рациональная форма подготовки кромок;
- возможность поузловой сборки и сварки деталей;
- возможность применения автоматизированных и роботизированных способов сварки;
- комплексная механизация и автоматизация сборочно-сварочных процессов;
- уменьшение металлоемкости, энергоемкости и себестоимости конструкции;
- снижение деформаций отдельных узлов и всего изделия и способы их предотвращения;
- возможность применения современных методов контроля качества сварных соединений;
- возможность использования стандартных узлов.

## 1.2 Технические условия

Технические условия — это совокупность условий, которых необходимо придерживаться при изготовлении изделий относительно основных и сварочных материалов, и контроля качества конструкции.

### 1.2.1 Технические условия на изготовление сварной конструкции

В этом вопросе следует указать:

- требования к материалу для изготовления сварной конструкции;
- требования к поверхности металла, к дефектам, которые допускаются на поверхности;
- способы получения заготовок (прокат, штамповка, поковка и т.д.) для изготовления данной конструкции или способы заготовки деталей;
- требования к подготовке и состоянию поверхности кромок, которые свариваются, к сборке и конструктивным элементам сварных соединений согласно ГОСТ, который указан на чертеже данной конструкции;
- требования к прихваткам;
- требования к внешнему виду сварных швов;
- требования к сварочным материалам согласно ГОСТ на них.

Литература: [1], ГОСТ 9466-75, ГОСТ 2246-70, ГОСТ 26271-84, ГОСТ 9087-81, ГОСТ 8050-85, ГОСТ 10157-75, ГОСТ 5783-78, технические условия.

### 1.2.2 Технические условия на контроль качества

Контроль качества должен выполняться систематически на протяжении всего производственного цикла.

Сварную конструкцию должен проверять производственный мастер, контроль должен выполнять контролёр ОТК.

Технические условия на контроль качества и приемку сварной конструкции разрабатывают в соответствии с условиями эксплуатации и ответственностью конструкции.

Технические условия должны включать:

- требования к форме и размерам сварных швов согласно стандартам на сварные соединения, которые указываются на чертеже данной сварной конструкции;

- требования к дефектам сварных соединений, их допустимость или недопустимость при контроле;

- методы неразрушающего и разрушающего контроля, которые могут обеспечить выявление указанных дефектов;

- объемы контроля в процентах (%) или количество единиц продукции на этапе контроля готовой продукции.

После исправления сварные швы должны повторно контролироваться выбранными методами контроля.

Качество сварной конструкции должно обеспечиваться на условиях пооперационного контроля

Порядок контроля должен указываться в технологических картах.

## 2 СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

### 2.1 Схема технологического процесса заготовительных операций заготовок

Данный вопрос необходимо рассматривать в виде схемы, на которой представить заготовительные операции в порядке их выполнения для каждой детали (однотипные детали объединяют в соответствующие группы с целью разработки общей для них технологии), которые входят в состав данной конструкции с указанием оборудования, которое применяется на заготовительных операциях.

Литература: [6]

### 2.2 Выбор способа сборки и стенов для сборки

Основными схемами сборки и сварки являются:

- полная сборка конструкции с последующей сваркой;
- последовательная сборка и сварка;
- сборка и сварка узлов (технологических сборок), а потом сборка и сварка конструкций с подузлами.

По первой схеме собирают простые технологические конструкции, сборка выполняется в одном приспособлении или стенде, стенд может быть сборочным и сборочно-сварочным, сварка выполняется преимущественно одним методом.

Вторая схема чаще применяется для нетехнологичных конструкций, если сварка полностью собранной конструкции невозможна, и невозможно выделение из конструкции технологических сборок.

По этой схеме собираются детали, которые создают доступные для сварки соединения, они свариваются, а потом устанавливаются другие детали, свариваются и т.д. При этом детали, которые свариваются, каждый раз образуют технологические сборки. Сборка и сварка выполняются в сборочно-сварочном приспособлении, обычно одним методом сварки.

По третьей схеме собирают сложные технологические конструкции, из которых можно выделить технологические сборки (подузлы).

Сборка подузлов и общая сборка выполняется в отдельных сборочных или сборочно-сварочных приспособлениях, к тому же способы сборки подузлов и общей сборки могут быть разными.

Основным преимуществом третьей схемы является простота приспособления, а также возможность выделения подузлов под механизированные способы сварки.

На основе серийности производства необходимо охарактеризовать выбранный способ сборки и составить схему сборки заданной конструкции узла, учитывая технологичность конструкции. На схеме следует показать последовательность сборки отдельных деталей и узлов.

Например:

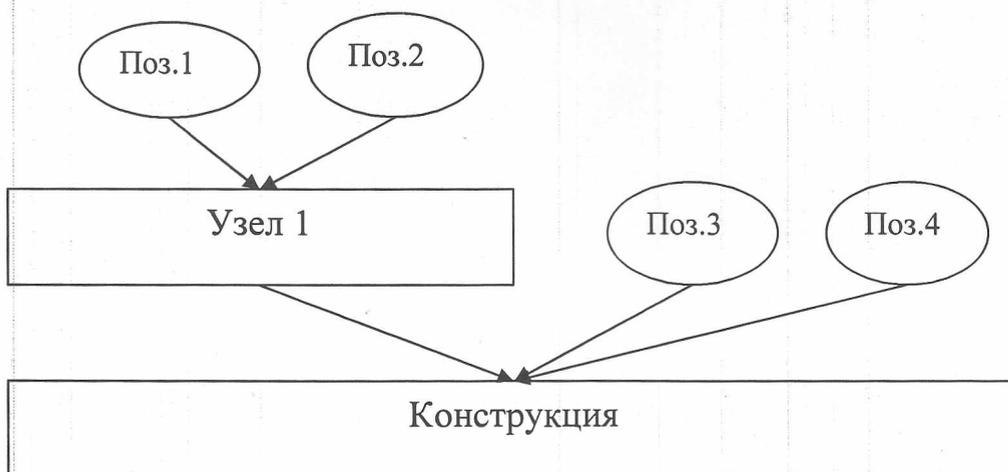


Рисунок 1 – Схема сборки

Сборочные приспособления или стенды должны обеспечивать:

- необходимое взаимное расположение деталей, которые входят в узел;
- точность сборки изготовленного узла соответственно требованиям чертежа и технических условий;

- повышение производительности работы;
- удобное и быстрое снятие изделия.

Обучающийся должен описать спроектированное или подобранное приспособление или стенд для сборки конструкции или узла. Если нужно, надо привести рисунки эскизов, стендов, приспособлений, которые применяются при сборке отдельных узлов конструкции, и их описание.

Литература [1], [4], [6].

### 2.3 Выбор способа сварки

При выборе способа сварки учитывают факторы:

- характер производства;
- производительность процесса;
- химический состав и физико-химические свойства металла;
- сечение свариваемого металла;
- стоимость сварочных материалов;
- конфигурацию, положение швов.

Выбирая способ сварки заданной конструкции, необходимо пересмотреть несколько способов сварки, которые можно применить для данной конструкции. Привести обоснование выбранного способа сварки с указанием его преимуществ по сравнению с другими способами.

Литература: [4], [6].

## 2.4 Выбор сварочных материалов

Выбор сварочных материалов выполняем соответственно выбранным способам сварки. Сварочные материалы должны обеспечивать:

- необходимые механические свойства металла шва в соединении с основным металлом;
- необходимую прочность металла шва;
- получение комплекса специальных свойств металла шва.

Выбор сварочного материала необходимо обосновать и описать его преимущества. Химический состав и механические свойства выбранного сварочного материала необходимо отобразить в таблицах.

### 2.4.1 Выбор электродов

Выбор электродов для сварки конструкционных углеродистых и легированных сталей осуществляем по ГОСТ 9467-75, для сварки высоколегированных сталей по ГОСТ 10052-75, для ручной дуговой наплавки по ГОСТ 10051-75, или по техническим условиям.

Выбрав несколько марок электродов, сравнив их свойства, необходимо привести в таблицах их химический состав, механические свойства (образец – таблицы 1, 2) или технологические свойства (образец - таблица 3), определить лучшую марку электродов для сварки заданной конструкции, перечислить ее преимущества.

Таблица 3 – Технологические свойства электродов

Марка электродов	Условное обозначение электрода	Производительность, г/А·ч

### 2.4.2 Выбор сварочной проволоки

Сварочную проволоку для автоматической сварки под флюсом выбираем такой, чтобы по составу она была близкой к металлу, который необходимо сварить.

При выборе проволоки для сварки в среде углекислого газа, в его смесях и в смесях аргона с углекислым газом необходимо учитывать, что в процессе сварки происходит усиленное выгорание легирующих элементов, поэтому необходимо применять проволоку сплошного сечения с повышенным содержанием марганца и кремния.

В наше время широко применяется проволока сплошного сечения с редкоземельными элементами (РЗЭ), которые используются для сварки

углеродистых и низколегированных сталей в углекислом газе, в смеси  $\text{CO}_2 + \text{O}_2$ , в смеси  $\text{Ar} + \text{CO}_2$

Эта проволока имеет такие преимущества:

- активированные добавки РЗЭ повышают стабильность горения дуги;
- уменьшают затраты на разбрызгивание;
- брызги практически не привариваются к изделию;
- дуга меньше поддается магнитному дутью;
- возможное использование форсированных режимов сваривания без ухудшения формирования и механических свойств сварного шва.

Можно рекомендовать порошковую проволоку (ГОСТ 26271-84 и ТУ.У), а также активированную проволоку, которая по сравнению с кремнемарганцевой, обеспечивает мелкокапельный перенос металла, минимальное разбрызгивание и высокую производительность процесса, снижает количество пор и шлаковых включений.

Активированная проволока изготавливается по ТУ ИЭС 14-4-1301-84 и ТУ.У.

Необходимо подобрать две марки проволоки, которые рекомендуются для сварки данной марки стали, привести в таблицах (см. образец таблицы 2) их химсостав и обосновать выбор конкретной марки проволоки, перечислить ее преимущества.

#### 2.4.3 Выбор флюса

Выбор флюса осуществляем в соответствии с выбранной сварочной проволокой. Химический состав флюса в значительной мере определяется химическим составом сварочных материалов.

В последние годы широко применяются керамические флюсы для сварки высоколегированных сталей. Необходимо подобрать две марки рекомендованных флюсов для сварки заданной марки стали и привести в таблицах их состав (см. образец таблицу 1) и обосновать свой выбор относительно флюса.

#### 2.4.4 Выбор газа

В качестве защитного газа при сварке применяют:

- инертные газы – аргон, гелий;
- активные газы – углекислый газ, смесь углекислого газа и кислорода, смесь аргона и кислорода, аргона и углекислого газа.

Наиболее применяемым при сварке сталей является углекислый газ. Он дешевый и обеспечивает хорошую защиту сварочной ванны.

В последние годы широко внедряют смеси. Смесь  $\text{CO}_2 + \text{O}_2$  (где  $\text{O}_2 = 25-30\%$ ) имеет преимущества перед углекислым газом, а именно:

- меньше разбрызгивание металла;
- лучше формируется сварной шов;
- легко удаляется шлаковая корка;
- высокая скорость сварки;

- стоимость смеси более дешевая по сравнению с углекислым газом.

Смесь  $Ar+CO_2$  ( $CO_2=20\%$ ) отмечается высокой стабильностью процесса и обеспечивает хорошее качество сварного шва, экономит затраты чистого аргона.

Преимущества  $Ar+CO_2$  (80+20 %):

- уменьшается на 10-15 % расход электроэнергии и сварочных материалов;
- возрастает приблизительно в 2 раза производительность сварки и не требуются работы по зачистке сварных элементов от шлака и брызг;
- увеличивается глубина проплавления шва и улучшается форма шва;
- улучшаются условия работы сварщиков благодаря уменьшению выделения сварочных аэрозолей.

Смесь  $Ar+CO_2+O_2$  уменьшает разбрызгивание, обеспечивает хорошее качество сварного шва, экономит затраты чистого аргона.

Литература: [4], [6].

## 2.5 Выбор рода тока и расчет режимов сварки

### 2.5.1 Выбор рода тока

При сварке применяют переменный и постоянный ток прямой и обратной полярности.

При сварке постоянным током дуга горит стабильно, поэтому его применяют для сварки тонколистового металла, во избежание его прожогов, при применении электродов с тугоплавким покрытием и при сварке легированных сталей, чувствительных к перегреву.

Но переменный ток более дешевый. При сварке переменным током отсутствует магнитное дутье, источники питания переменного тока более просты в обслуживании.

Существуют способы сварки, при которых применяется только постоянный ток.

Сварка в углекислом газе выполняется на постоянном токе обратной полярности.

Это объясняется тем, что при прямой полярности процесс сварки характеризуется большим разбрызгиванием, даже при сварке значительно меньшим током. Это приводит к уменьшению глубины проплавления. Хотя коэффициент расплавления электродной проволоки при сварке на постоянном токе обратной полярности в 1,5-1,8 раза меньше, чем при сварке на постоянном токе прямой полярности, ширина шва значительно меньше, а высота выпуклости больше, чем при сварке на прямой полярности. Сварка на постоянном токе прямой полярности характеризуется увеличением окисления элементов и повышением склонности шва к образованию пор.

Литература: [6]

## 2.5.2 Расчет режимов ручной дуговой сварки

Основными параметрами режима сварки являются: диаметр электрода, величина сварочного тока, напряжение на дуге, скорость сварки, род тока и полярность [6, с 81-83].

Диаметр электрода выбираем в зависимости от толщины свариваемых деталей при сварке встык из таблицы 4, и катета шва при сварке угловых, тавровых и нахлесточных соединений из таблицы 5.

Таблица 4 - Зависимость диаметра электрода от толщины металла

Толщина S, мм	1,5-2,0	3,0	4,0-8,0	9,0-12	13-15	16-20	21 и более
Диаметр электрода $d_{эл}$ , мм	1,5÷2,0	3,0	4,0	4,0; 5,0	5,0	5,0÷6,0	6,0 и больше

Таблица 5 - Зависимость диаметра электрода от катета шва

Катет шва $k$ , мм	3,0	4,0÷5,0	6,0÷9,0
Диаметр электрода $d_{эл}$ , мм	3,0	4,0	5,0

Сварочный ток определяем в зависимости от выбранного диаметра электрода по формуле

$$I_{св} = k \cdot d_{эл} \quad (7)$$

где  $k$  – коэффициент, значение которого устанавливается в зависимости от диаметра электрода, А/мм.

Таблица 6 - Зависимость коэффициента  $K$  от диаметра электрода

Диаметр электрода $d_{эл}$ , мм	1,0÷2,0	2,0÷4,0	4,0÷6,0
Коэффициент $k$ , А/мм	25÷330	30÷40	40÷60

Напряжение на дуге рассчитываем по формуле

$$U_d = 12 + 0,4 I_{св} \cdot d_{эл} \quad (8)$$

Скорость сварки определяем по формуле

$$v_{св} = \alpha_n \cdot I_{св} / (F_n \cdot \rho) \quad (9)$$

где  $\alpha_n$  - коэффициент наплавки, выбирается в зависимости от марки электрода, г/А·ч;

$F_n$  - площадь поперечного сечения наплавленного металла сварного шва, мм<sup>2</sup>;

$\rho$  - плотность наплавленного металла, г/см<sup>3</sup>.

Площадь поперечного сечения наплавленного металла сварного шва определяем в зависимости от внешнего вида и формы подготовки кромок соответственно ГОСТ 5264-80.

### 2.5.3 Расчет режимов автоматической сварки под флюсом

При автоматической сварке под флюсом основными параметрами режима сварки являются: диаметр электродной проволоки, сварочный ток, напряжение на дуге, скорость перемещения дуги и скорость подачи сварочной проволоки.

#### 2.5.3.1 Расчет режимов сварки стыковых швов

По ГОСТ 8713-79 необходимо установить конструктивные элементы сварного соединения и по известной методике определить площадь поперечного сечения наплавленного металла одностороннего шва или общую площадь многопроходного шва. При этом следует учитывать, что максимальное сечение одностороннего шва, выполненного автоматом, не может превышать 100 мм<sup>2</sup>.

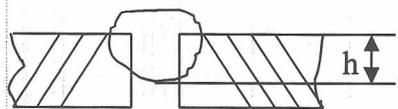


Рисунок 2 - Односторонний шов

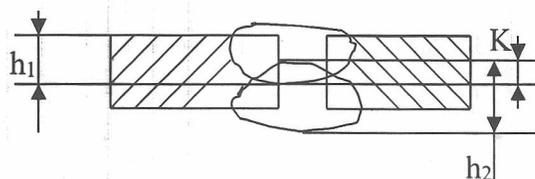


Рисунок 3 - Двусторонний шов

Расчет выполняем по литературе [6]. Сварочный ток рассчитывается по формуле, в среднем каждые 80-100 А дают глубину провара 1 мм,

$$I_{св} = (80+100)h \quad (10)$$

где  $h$  – глубина провара одностороннего стыкового одностороннего шва, мм.  
Для одностороннего шва

$$H = (0,7-0,8)S \quad (11)$$

При двустороннем шве глубина провара шва с двух сторон

$$h_1+h_2 = S/2 + K, \quad (12)$$

где  $h_1$  - глубина провара с одной стороны двустороннего сварного шва, мм.  
 $h_2$  - глубина провара с второй стороны двустороннего сварного шва, мм;  
 $S$  - толщина свариваемого металла, мм;  
 $K$  - перекрой, то есть величина, на которую может переплавляться корень первого шва при наложении шва с оборотной стороны.  
 Обычно  $K=1-3$  мм.

Для односторонних швов с полным проваром

$$h = 1,1 \cdot S \quad (13)$$

Находим ориентировочный диаметр электродной проволоки в зависимости от толщины свариваемого металла

Таблица 7 - Зависимость диаметра электродной проволоки от толщины свариваемого металла

Толщина свариваемого металла $S$ , мм	2 - 4	6 - 8	8 - 10	более 10 мм
Диаметр электродной проволоки $d_{эл}$ , мм	2 - 3	3 - 4	4	5

Определяем диаметр электродной проволоки по формуле

$$d_{эл} = 2 \sqrt{I_{св} / (\pi \cdot j)}, \quad (14)$$

где  $j$  - плотность тока, А/мм<sup>2</sup>

Таблица 8 - Зависимость плотности тока от диаметра электродной проволоки

Диаметр электродной проволоки $d_{эл}$ , мм	2	3	4	5
Плотность тока, А/мм <sup>2</sup>	62 - 200	45 - 90	35 - 60	30-50

Напряжение на дуге рассчитываем по формуле

$$U_d = 20 + 50 \cdot 10^{-3} \cdot I_{св} / d_{эл} \quad (15)$$

Определяем коэффициент формы провара. Зная  $\Psi_{пр}$ , определяем ширину шва

$$e = \Psi_{пр} h \quad (16)$$

Зная, что коэффициент формы валика

$$\Psi_g = e/g = (5 \div 8) \quad (17)$$

Находим выпуклость сварного шва

$$g = e/\Psi_e$$

Определяем площадь сечения наплавленного металла. Для шва в соответствии с рисунком 1

$$F_n = 0,75eg + eh \quad (18)$$

Для шва в соответствии с рисунком 2

$$F_n = (1,5 \cdot e \cdot g + b \cdot h)/2 \quad (19)$$

Определяем скорость перемещения дуги, то есть скорость сварки по формуле 10

При сварке постоянным током обратной полярности коэффициент наплавки

$$\alpha_n = 11,6 + 0,4 \text{ г/А ч} \quad (20)$$

При сварке на постоянном токе прямой полярности

$$\alpha_n = 2,3 + 0,065 I_{св}/d_{эл} \quad (21)$$

При сварке на переменном токе

$$\alpha_n = 7,0 + 0,04 I_{св}/d_{эл} \quad (22)$$

Определяем скорость подачи сварочной проволоки

$$v_{н.пр.} = (v_{св} \cdot F_n)/F_{эл} = 4\alpha_n \cdot I_{св}/\pi d_{эл}^2 \cdot \rho \quad (23)$$

### 2.5.3.2 Расчет режимов сварки угловых (тавровых, нахлесточных) швов

При расчете режимов угловых швов необходимо учитывать некоторые особенности [6]

- ширина шва не должна быть больше ширины разделки кромок;
- коэффициент формы провара должен быть не больше 2;

$$\Psi_{пр} = e/H \leq 2 \quad (24)$$

- плотность тока в электродной проволоке принимают в пределах средних значений, указанных в таблице 7

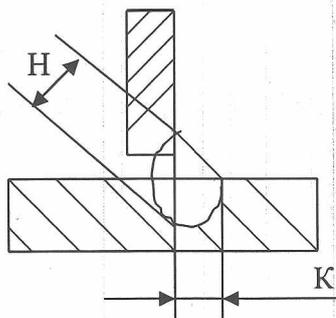


Рисунок 3 – Односторонний угловой шов

Расчет режимов ведут в такой последовательности:

Зная катет шва (указывается в чертеже конструктором), определяем площадь поперечного сечения шва без выпуклости

$$F_n = \kappa^2/2 \quad (25)$$

с выпуклостью

$$F_n = \kappa^2/2 + 1,05 \cdot \kappa \cdot g \quad (26)$$

Выбираем диаметр электрода, принимая во внимание, что угловые швы с катетом 3-4 мм можно получить лишь при использовании электродной проволоки диаметром 2 мм, при сварке электродной проволокой диаметром 4-5 мм минимальный катет составляет 5-6 мм.

Сварочная проволока диаметром более 5 мм, которая не обеспечивает провар шва, применяться не должна.

По выбранному диаметру электрода подбираем плотность тока на электродной проволоке по таблице 7 и определяем сварочный ток по формуле:

$$I_{св} = \pi d_{эл}^2 \cdot J/4 \quad (27)$$

Определяем коэффициенты наплавки в зависимости от рода тока по формулам (21), (22), (23).

Определяем скорость перемещения дуги по формуле (21), (22), (23) и скорость подачи электродной проволоки по формуле (10).

Определяем напряжение на дуге по формуле (9), напряжение принимаем более близкое к нижней границе оптимальных значений напряжений.

Находим коэффициент формы провара [6].

Рассчитываем глубину провара при наплавке валика на данном режиме:

$$h = 0,0076 \sqrt{Q_{эф}/v_{св} \Psi_{пр}} \quad (28)$$

Определяем ширину сварного шва по формуле (17)

Определяем высоту выпуклости шва

$$g = (1,35 + 1,40)F_{\text{н}}/e \quad (29)$$

Определяем общую высоту шва

$$H = h + g \quad (30)$$

Определяем глубину наплавленного металла с разделкой кромок ( $\alpha = 90^\circ$ )

$$h_{\text{н}} = \sqrt{F_{\text{н}}} \quad (31)$$

Определяем глубину проплавления основного металла

$$h_0 = H \cdot h_{\text{н}} \quad (32)$$

#### 2.4.4 Расчет режимов сварки в защитных газах

Основными параметрами режима сварки в углекислом газе [6] являются: диаметр электродной проволоки, сварочный ток, напряжение на дуге, скорость сварки, скорость подачи электродной проволоки, расход углекислого газа.

Расчет режимов выполняем по литературе [6]

По чертежу общего вида конструкции, которая сваривается, определяем толщину металла, который сваривается, или катет шва.

В зависимости от толщины металла, который сваривается, (величины катета) выбираем диаметр электродной проволоки в соответствии с таблицей 9.

Таблица 9 – Зависимость диаметра электродной проволоки от толщины (катета) деталей, которые свариваются

Толщина(катет), мм	1,0-2,0	3,0-4,0	5,0-8,0	9,0-12,0	13,0-18,0
Диаметр электродной проволоки $d_{\text{эл}}$ , мм	0,8-1	1-1,2	1,4-1,6	2,0-2,0	2,5-3,0

Диаметр электродной проволоки для автоматической сварки может быть в интервале 0,8-3,0 мм и выше. Для полуавтоматической сварки сплошной проволокой 0,8-2,0 мм, а порошковой 0,8-3 мм.

Вылет электродной проволоки определяем по формуле

$$l_{\text{эл}} = 10 \cdot d_{\text{эл}} \quad (33)$$

Рассчитываем сварочный ток по формуле 28.

Таблица 10 – Зависимость плотности тока от диаметра электрода

Диаметр электрода $d_{эл}$ , мм	1,0; 1,2	1,4; 1,6	2,0	2,5; 3,0
Плотность тока $j$ , А/мм <sup>2</sup>	140-200	120-180	100-140	80-100

Для повышения стойкости горения дуги в защитных газах рекомендуется выбирать значение плотности тока более близкое к верхней границе диапазона, который допускается на данный диаметр электрода

$$U_d = 15 + 50 \cdot 10^{-3} \cdot I_{св} / d_{эл} \quad (34)$$

Определяем скорость подачи электродной проволоки по формуле

$$v_{н.пр.} = 4 \cdot \alpha_n \cdot I_{св} / (0,9 \cdot \pi \cdot d_{эл}^2 \cdot \rho) \quad (35)$$

где 0,9 - коэффициент, учитывающий потери на угар и разбрызгивание

Коэффициент наплавки определяем по формуле

$$\alpha_n = 0,9 \alpha_p = 2,07 + 0,07 (I_{св} / d_{эл}) \quad (36)$$

Определяем скорость сварки по формуле 10.

Площадь поперечного сечения наплавленного металла определяем в зависимости от вида сварного шва и формы подготовки кромок по ГОСТ 14771-76. Затраты защитного газа составляют 6-20 л/мин. и зависят от вида сварного соединения и диаметра сварочной проволоки.

Литература [6]

## 2.6 Выбор сварочного оборудования, установки для сварки и транспортных средств

### 2.6.1 Выбор сварочного оборудования

Выбор более прогрессивного сварочного оборудования выполняется в соответствии с выбранным способом сварки с учетом обеспечения заданных режимов сварки.

Основными критериями для выбора рациональных типов оборудования являются:

- техническая характеристика, которая наиболее полно отвечает режимам сварки выбранным в разрабатываемом техпроцессе;
- максимальная эксплуатационная надежность и простота оборудования;
- наибольший коэффициент полезного действия и наименьшее потребление энергии во время работы;
- наименьшие габариты, которые определяют минимальную площадь при размещении для работы;

- наименьшая масса и минимальная стоимость.

Для подбора современных рациональных типов оборудования, которые отвечают вышеперечисленным признакам, необходимо пользоваться данными самой новой справочной и информационной литературы, проспектами и каталогами-справочниками, в которых приводятся описания, технические характеристики и стоимость сварочного оборудования.

Для каждой технологической операции сварки необходимо указать на каком сварочном оборудовании будет выполняться данная операция; описание выбранного сварочного оборудования, его назначение, модель, основные узлы, принцип работы и настройка на заданный режим и технические данные, которые необходимо подать в форме таблицы.

### 2.6.2 Выбор источников питания

Выбор источников питания сварочной дуги для ручной дуговой сварки и автоматической сварки под флюсом осуществляется соответственно выбранному роду сварочного тока и режимов сварки.

При выборе источников питания необходимо учесть их технико-экономические показатели и эксплуатационные качества, преимущества относительно других источников.

Для питания дуги переменного тока применяют сварочные трансформаторы. Необходимо выбрать марку трансформатора и в таблице привести его техническую характеристику. Нежелательно использовать морально устаревшие источники питания.

Для питания дуги постоянного тока используют сварочные выпрямители  
Литература [4], [6].

### 2.6.3 Выбор установки для сварки

Выбор установки для сварки осуществляется в зависимости от программы выпуска конструкции, выбора технологии сварки.

Сварочные установки должны обеспечивать:

- удобство выполнения сварочных работ;
- уменьшение или, вообще, избежание деформаций;
- свободное снятие сварной конструкции.

Необходимо описать установку для сварки, сделать рисунки, указать технические характеристики и принципы работы.

Если по проекту выбрана роботизированная система или робот, то их обоснование и характеристика приводятся по паспортным данным.

Литература [7]

## 2.6.4 Выбор подъемно-транспортных средств

В этом пункте следует описать назначение подъемно-транспортных средств в сварочном производстве, выбрать необходимое и привести его техническую характеристику.

Литература [7]

## 2.7 Выбор методов контроля качества при изготовлении конструкции

Высокое качество сварных конструкций обеспечивается при условии соблюдения пооперационного контроля, который делится на три этапа:

- предварительный контроль перед сваркой, в который входит проверка начальных материалов, которые применяются для изготовления конструкции, проверка сварочного оборудования, состояния инструментов, квалификация сварщиков и т.п.;

- контроль в процессе производства с целью проверки правильности сборки, соблюдения технологических режимов, размеров и качества сварных швов, последовательности их наложения и т.п.;

- контроль готовой продукции – приемо-сдаточные испытания.

Необходимо указать методы контроля качества данной конструкции (внешний осмотр швов, механические, гидравлические и пневматические испытания, испытание керосином; контроль ультразвуком, просвечивание швов и т.п.)

Литература: [6].

## 2.8 Разработка технологического процесса сборки и сварки конструкции в технологических картах

### 2.9 Нормирование техпроцесса сборки и сварки конструкции

Целью технического нормирования является установление технически обоснованных норм времени на операцию.

#### 2.9.1 Расчет штучного времени на сборку

Расчет штучного времени на сборку металлоконструкции выполняем по формуле

$$T_{шт} = T_{уст} + T_{креп} + T_{пов} + T_{сн}, \quad (37)$$

где  $T_{уст}$  – время на установку отдельных деталей, мин.;

$T_{креп}$  – время на крепление деталей во время сборки узла, мин.;

$T_{пов}$  – время на повороты конструкции в процессе сборки, мин.;

$T_{сн}$  – время на снятие конструкции после сборки, мин.

При использовании расчетов рекомендуется использовать таблицы 52-57 и 11-12, [8].

Для ускорения и упрощения нормирования сборки металлоконструкций под сварку можно использовать укрупненные нормативы штучного времени из таблиц 58-61 [8].

### 2.9.2 Расчет штучного времени на сварку

Расчет штучного времени на сварку металлоконструкции выполняем по формуле

$$T_{шт} = ((T_0 + T_{в.ш})l_{ш} + T_{в.изд})K \quad (38)$$

где  $T_0$  - основное время сварки 1 погонного метра шва, мин/м;

$T_{в.ш}$  - вспомогательное время, зависящее от длины сварного шва, мин/м;

$l_{ш}$  - длина шва, м;

$T_{в.изд}$  - вспомогательное время, зависящее от изделия и оборудования, мин.;

$K$  - коэффициент, который учитывает затраты времени на обслуживание рабочего места, отдых, естественные надобности и подготовительно-заключительное время в условиях крупносерийного производства.

Для расчетов можно применять таблицы:

- при ручной дуговой сварке - таблицы 62-73 [8];
- при сварке в среде углекислого газа и под флюсом - таблицы 74-90 [8];
- при сварке в среде углекислого газа и кислорода или смеси аргона и углекислого газа

Основное время при ручной и полуавтоматической сварке можно рассчитать по формуле

$$T_0 = 60 \cdot (F_n \cdot \rho) / (I_{св} \cdot \alpha_n) \quad (39)$$

где  $F_n$  - площадь поперечного сечения шва, мм<sup>2</sup> (рассчитываем по чертежу или по ГОСТ)

$\rho$  - плотность наплавленного металла кг/м<sup>3</sup>, г/см<sup>3</sup>;

$I_{св}$  - ток при сварке, А;

$\alpha_n$  - коэффициент наплавки, г/А ч

При автоматической сварке:

$$T_0 = 60 / v_{св} \quad (40)$$

где  $v_{св}$  - скорость сварки, м/ч.

Норму времени на сварку конструкции в смеси CO<sub>2</sub>+O<sub>2</sub> рассчитывают по формуле

$$T_n = T'_{шк} \cdot l_{ш} \cdot K \quad (41)$$

где  $T'_{шк}$  - штучно-калькуляционное время сварки 1 метра [карты 21-39] шва нормируемого техпроцесса, мин./м;

$l_{ш}$  - длина шва, м;

$K$  - коэффициент, учитывающий вид сварного шва, условия сварки

Штучно-калькуляционное время нормируемого техпроцесса рассчитываем по формуле

$$T'_{шк} = T_{шк} \cdot I_{св} / I'_{св} \cdot d_{эл} / d'_{эл} \cdot F'_n / F_n \quad (42)$$

где  $T_{шк}, I_{св}, d_{эл}, F_n$  – параметры, взятые из нормативов карт 21-39 [26];

$T'_{шк}, I'_{св}, d'_{эл}, F'_n$  – параметры нормируемого техпроцесса.

Литература: [8]

## 2.10 Расчет расхода сварочных материалов и электроэнергии

Расчет электродов, проволоки при разных способах сварки определяется по формуле [5]

$$Q = m_{н.м.} \cdot K_m \quad (43)$$

где  $m_{н.м.}$  – масса наплавленного металла, кг;

$K_m$  – коэффициент потерь, который учитывает потери на угар и разбрызгивание [5]

Масса наплавленного металла рассчитывается по формуле

$$m_{н.м.} = F_n \cdot l_{ш} \cdot \rho \quad (44)$$

где  $F_n$  - площадь поперечного сечения шва, см<sup>2</sup>;

$l_{ш}$  - длина шва, см;

$\rho$  - плотность металла, г/см<sup>3</sup>.

Площадь поперечного сечения определяют исходя из эскизов швов, представленных в соответствующих ГОСТ согласно методике из литературы [6].

Длина шва указывается в технологических картах.

Коэффициенты потерь разных сварочных материалов определены в таблице 11.

Таблица 11- Коэффициенты потерь сварочных материалов

Сварочные материалы	Значения
- для электродов МТ, ВСЦ-3, ОЗЛ-4, НЖ-2, ЦЦ-2, АН-1, ВИАМ-25, ОМА-2, СМ-11, АНО-1, ЦЛ-2, УОНИ-13/45, ВСП-1, МР-1, АНО-3, АНО-5, ОЗС-3, МР-3, ЗИО-7, АНО-4, АНО-6, ОЗС-4, ОЗН-300, ЦМ-7, ОММ-5, СМ-5, ВСЦ-2, ЦЛ-11, ОЗЫ-1, ЦМ-7, ЦТ-15, ЦТ-17, ОММ-5Ц, ОЗА-1, ОЗА-2	$K_3 = 1,4-2,3$
- для сварочной проволоки при сварке в $CO_2+O_2, Ar+CO_2$	$K_{пр} = 1,1-1,15$
- для сварочной проволоки при автоматической сварке под флюсом;	$K_{пр} = 1,02$
- для сварочной проволоки при механизированной сварке под флюсом;	$K_{пр} = 1,03$
- для сварочной проволоки при электрошлаковой сварке;	$K_{пр} = 1,02$
- для проволоки марок Св-08Г2СЦ, Св-09Г2СЦ, Св-14Г2СЧ при сварке в защитных газах и в их смесях;	$K_{пр} = 1,05-1,08$
- для порошковых проволок и лент при сварке в защитных газах;	$K_{пр} = 1,05-1,3$
- для самозащитных проволок и лент;	$K_{пр} = 1,15-1,3$
- для флюса	$K_{ф} = 1,1-1,3$

Расход защитного газа определяется по формуле

$$Q = Q_{уд} \cdot T_o, \quad (45)$$

где  $Q_{уд}$  – удельный расход газа в единицу времени,  $m^3 [5]$ ;  
 $T_o$  – основное время сварки, ч.

$$Q_{уд} = 1,08 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

В укрупненных расчетах основное время сварки можно рассчитать по формуле

$$T_o = T_{ш} \cdot a, \quad (46)$$

где  $a$  - коэффициент, учитывающий время горения дуги в общем времени сварки;  $a = 0,55-0,70 [6]$ .

Расход флюса определяют по формуле

$$Q_{фл} = Q_{пр} \cdot K_{ф}, \quad (47)$$

где  $Q_{пр}$  – расход проволоки, кг.

Расход технологической электроэнергии определяем по формуле

$$Q_{\text{эл.ен.}} = A_0 \cdot m_{\text{н.м.}}, \quad (48)$$

где  $A_0$  – удельный расход технологической электроэнергии (кВт·ч/кг), которая расходуется при разных видах дуговой сварки плавлением на 1 килограмм наплавленного металла.

Значение удельного расхода электроэнергии на 1 килограмм наплавленного металла приведены в таблице 12.

Таблица 12-Удельный расход электроэнергии в зависимости от способа сварки

Сварка	Расход электроэнергии, кВт·ч/кг
Автоматами тракторного типа под флюсом на переменном токе;	3-4
Шланговыми автоматами и полуавтоматами на переменном токе;	3,5-4
Автоматами и полуавтоматами на постоянном токе;	5-6
Автоматическая трехфазная под флюсом;	2-2,5
Электрошлаковая на постоянном токе;	2,5
Электрошлаковая на переменном токе;	1,4
Ручная на переменном токе;	3,5-4
Ручная при питании дуги от выпрямителя	4-4,5

## 2.11 МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОХРАНЕ ТРУДА И ЗАЩИТЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

В этом пункте необходимо раскрыть общие требования к технике безопасности при организации рабочего места сварщика.

Назвать основные опасности, которые могут возникнуть во время сборки и сварки металлоконструкций (поражение электрическим током, лучи высокой энергии, отравление газами, ожоги, механические повреждения организма и возможность пожара).

Сначала необходимо определиться с основными опасными и вредными факторами, имеющими место при выполнении сварочных работ по технологическому процессу сборки и сварки (процессу наплавки) конструкции (смотри р.2.8 ПЗ), затем разработать мероприятия по защите от негативного их действия, используя приведенные рекомендации, учебную и нормативную документацию.

Мероприятия по безопасности выполнения сварочных работ должны включать комплекс организационно-технических мероприятий, средств коллективной и индивидуальной защиты.

При разработке мероприятий по защите окружающей среды сначала необходимо указать вредные факторы, которые имеют место при сборке и сварке

изделия по технологическому процессу (смотри р.2.8) и влияют на загрязнение окружающей среды, а затем предложить способы устранения или уменьшения их вредного действия.

При разработке мероприятий необходимо использовать учебную [6], справочную литературу и стандарты системы безопасности труда:

ГОСТ 12.3.003-86 ССБТ	Электросварочные работы, общие требования безопасности
ГОСТ 12.4.035-78 ССБТ	Средства индивидуальной защиты. Щитки защитные для электросварщиков. Технические условия.
ГОСТ 12.4.026-76 ССБТ	Цвета сигнальные и знаки безопасности.
ГОСТ 12.4.010-75 ССБТ	Средства индивидуальной защиты. Варежки специальные.
ГОСТ 12.4.021-75 ССБТ	Системы вентиляции. Общие условия.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ

Графический материал курсового проекта должен выполняться в соответствии с основными требованиями действующих государственных стандартов и нормативных документов.

Графическая часть курсового проекта содержит 4 листа.

Лист 1 (формат А1) – Сборочный чертеж сварной металлоконструкции. Приводится общий вид изделия с необходимым количеством проекций, разрезов и сечений, характеризующих конструкцию изделия и сварных соединений.

Лист 2 (формат А3) – Чертеж общего вида сборочного приспособления (стенды, кондукторы).

Лист 3 (формат А1) - Чертеж общего вида сварочного приспособления (кантователи, вращатели, колонны, порталы).

Лист 4 (формат А3) – Планировка и грузопоток участка для выполнения сборочно-сварочных работ.

Каждый чертеж сопровождается спецификацией. Спецификации составляют на отдельных листах на каждую сборочную единицу.

Спецификации в общем случае состоят из разделов, которые располагают в следующей последовательности:

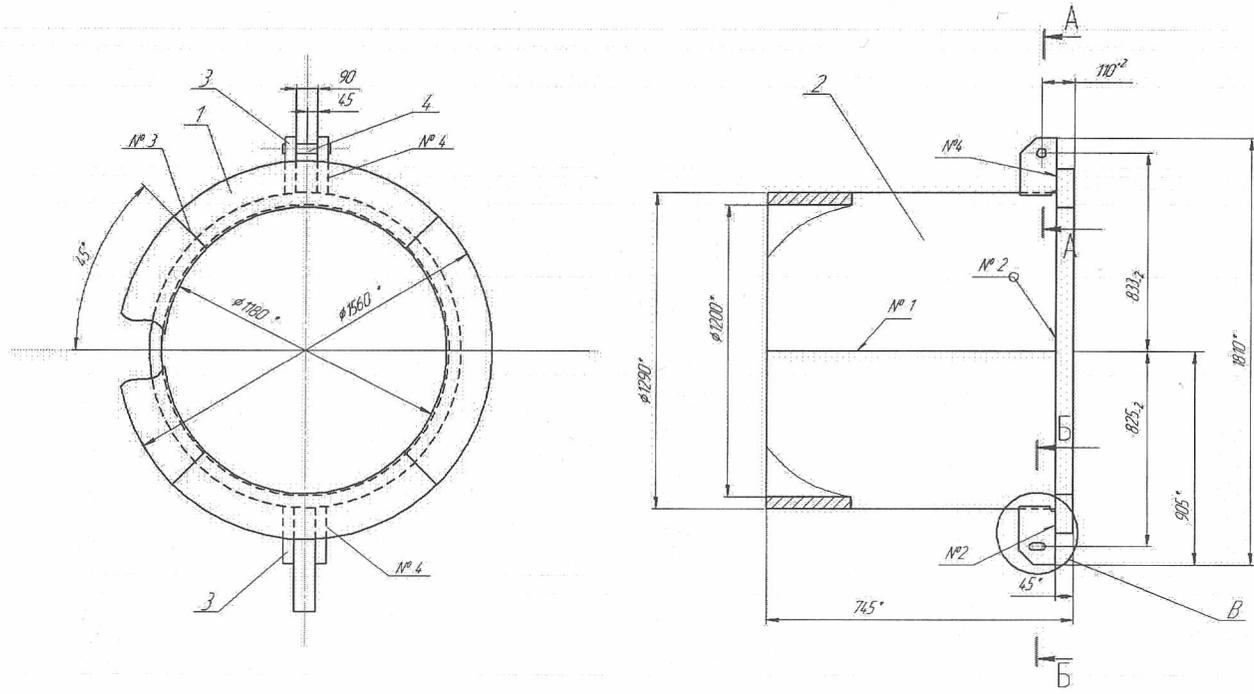
- документация;
- комплексы;
- сборочные единицы;
- детали;
- стандартные изделия;
- прочие изделия;
- материалы.

Наименование каждого раздела указывают в виде заголовка в графе «Наименование» и подчеркивают.

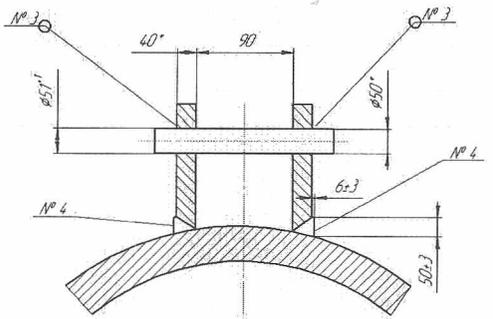
Образцы оформления графической части приведены в приложении.

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

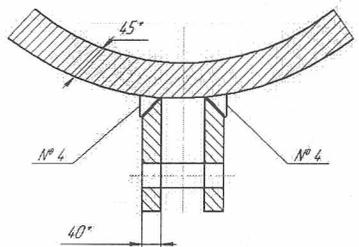
1. Крохалев В. Г. Технология изготовления металлических конструкций: учеб. пособие / В. Г. Крохалев, А. А. Чебыкин; [науч. ред. В. Х. Куршпель]; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2017. – 180 с.
2. Михайлицын, С. В. Основы сварочного производства: учебник / С. В. Михайлицын, М. А. Шекшеев. – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2019. – 260 с.: ил., табл.
3. Овчинников В.В. Дефектация сварных швов и контроль качества сварных соединений: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования/В.В. Овчинников. – 3-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2017. – 224 с.
4. Овчинников В.В. Основы технологии сварки и сварочное оборудование: учебник/В.В. Овчинников. - Москва: КНОРУС, 2022. - 260 с.
5. Федосеев А.В. Экономика и организация производства: учебное пособие / А.В. Федосеев. – Челябинск: Изд-во ЗАО «Библиотека А. Миллера», 2020. – 100 с.
6. Федосов С. А., Оськин И. Э. Основы технологии сварки: учебное пособие. 3-е изд., испр. - М.: Инновационное машиностроение, 2021. - 125 с.
7. Цумарев, Ю. А. Проектирование сварочных цехов: учеб. пособие / Ю. А. Цумарев. – Минск: РИПО, 2019. – 254 с.: ил.
8. Нормативные таблицы для расчета норм времени на заготовительные и сборочно-сварочные операции: Институт ИСПО, 2023.



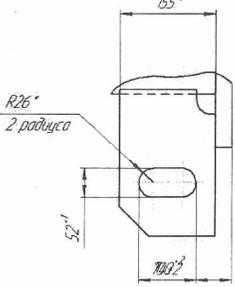
A-A (1:5)



B-B (1:5)



B (1:5)



№ шва	Обозначение шва	Кол.	Примечание
1	ГОСТ 14.771-76-С25-О	4	Главный вид
2	ГОСТ 14.771-76-18	1	Вид сбоку
3	ГОСТ 14.771-76-11С.6	2	A-A
4	Нестандартный	8	A-A, B-B, Гл. вид

1 \* Размеры для справок.

КП 22.02.06 00 00 04 100 СБ				Лист	Масштаб
Исполнитель	№ документа	Дата	Версия	4	1:10
Разработчик	Исполнитель				
Проверщик	Специалист				
Инженер	Специалист				
Стр.	Специалист				

Листок 7 из 7  
 16.12.2009 10:11:11  
 09-07-21

Приложение

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документация</i>						
A1			КП 22.02.06 00 00 04 100 СБ	Сборочный чертеж		
A4			КП 22.02.06 00 00 04 000 ПЗ	Пояснительная записка		
<i>Детали</i>						
Ф/к		1	КП 22.02.06 00 00 04 10.2	Кольцо	1	
Ф/ч		2	КП 22.02.06 00 00 04 101	Сетор фланца	4	
Ф/ч		3	КП 22.02.06 00 00 04 103	Проушина	4	
Ф/ч		4	КП 22.02.06 00 00 04 104	Палец	2	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Григорьев С.С.		
Проб.		Бужва Н.В.		
Нконтр.		Бабич М.Н.		
Утв.		Сивирин И.В.		

КП 22.02.06 00 00 04 100

Летка ковша  
сталеразливного

Лист	Лист	Листов
		1

ИСПО ФГБОУ ВО "ПГТУ"  
зр. 09-СП-21

Копировал

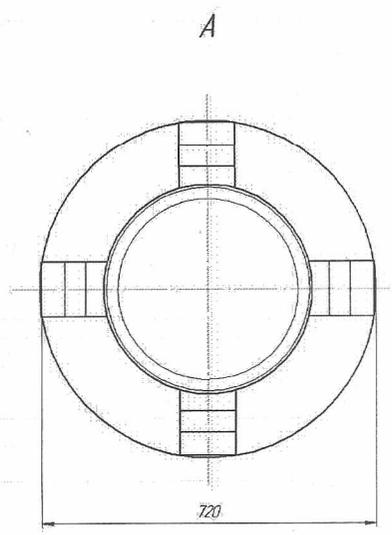
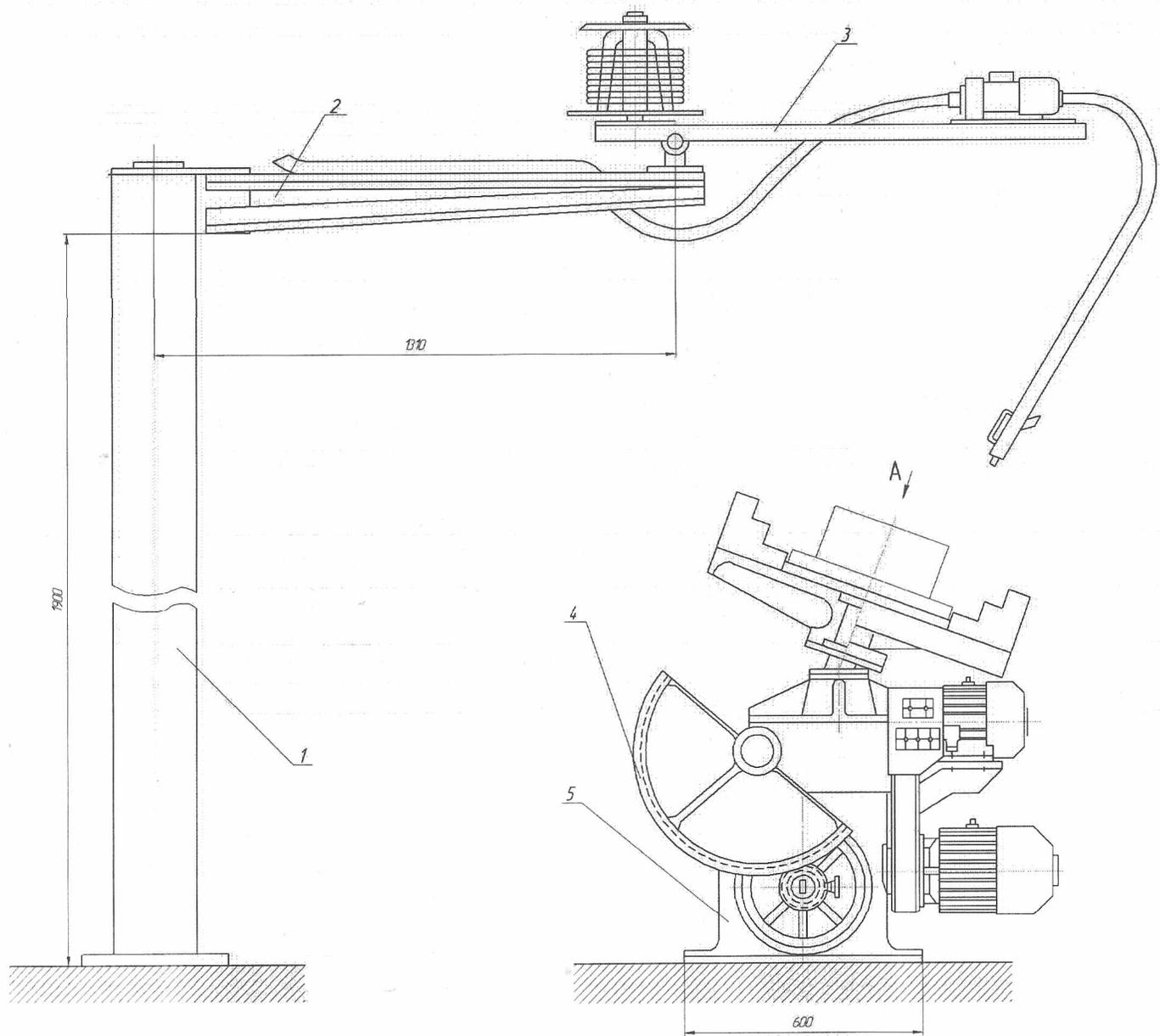
Формат А4



Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<u>Документация</u>						
A1			КП 22.02.06 00 00 04 200 СБ	Сборочный чертеж		
A4			КП 22.02.06 00 00 04 000 ПЗ	Пояснительная записка		
<u>Детали</u>						
Б4	1		КП 22.02.06 00 00 04 201	Планка	2	
Б4	2		КП 22.02.06 00 00 04 202	Гайка	3	
Б4	2		КП 22.02.06 00 00 04 203	Переходник	8	
Б4	3		КП 22.02.06 00 00 04 204	Кольцо	2	
Б4	4		КП 22.02.06 00 00 04 205	Муфта	2	
Б4	5		КП 22.02.06 00 00 04 206	Шайба	4	
Б4	6		КП 22.02.06 00 00 04 207	Державка	5	
Б4	7		КП 22.02.06 00 00 04 208	Прокладка	2	
Б4	8		КП 22.02.06 00 00 04 209	Планка	5	
Б4	9		КП 22.02.06 00 00 04 210	Винт	5	
Б4	10		КП 22.02.06 00 00 04 211	Болт	5	
Б4	11		КП 22.02.06 00 00 04 212	Планка	1	
Б4	12		КП 22.02.06 00 00 04 213	Кольцо	1	
Б4	13		КП 22.02.06 00 00 04 214	Муфта	2	
Б4	14		КП 22.02.06 00 00 04 215	Втулка	4	
Б4	15		КП 22.02.06 00 00 04 216	Кольцо	2	
Б4	16		КП 22.02.06 00 00 04 217	Планка	2	
Б4	18		ДП 22.02.06 00 00 04 218	Фиксатор	1	
КП 22.02.06 00 00 04 200						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.		Григорьевич С.С.			Лит.	Лист
Пров.		Бужина Н.В.				Листов
Исполн.		Бабич М.Н.			1	
Утв.		Сивирин И.В.			ИСПО ФГБОУ ВО "ПГТУ"	
					гр. 09-СП-21	
					Формат А4	

Копировал

КП 22.02.06.00.00.04.300.05



Лист 1 из 1  
 Дата: 01.08.2015  
 Проект: 01.08.2015  
 Исполнитель: [blank]  
 Проверка: [blank]  
 Аппр. [blank]

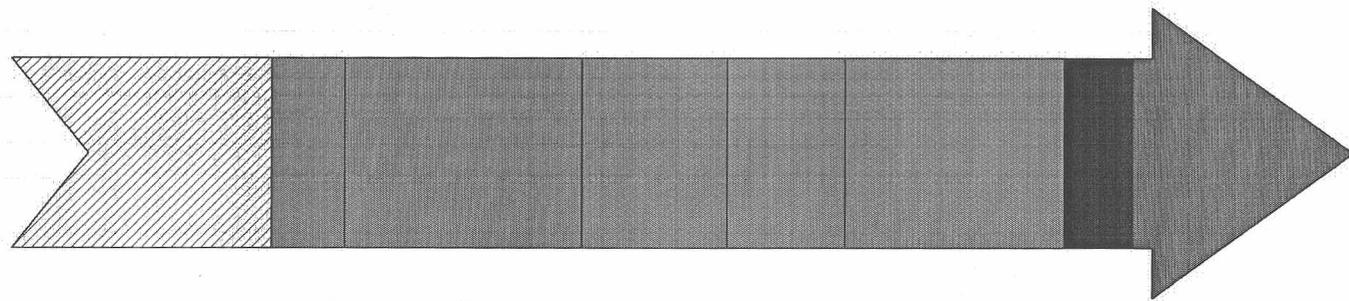
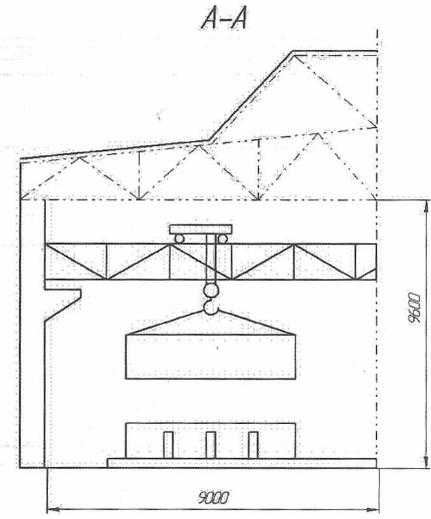
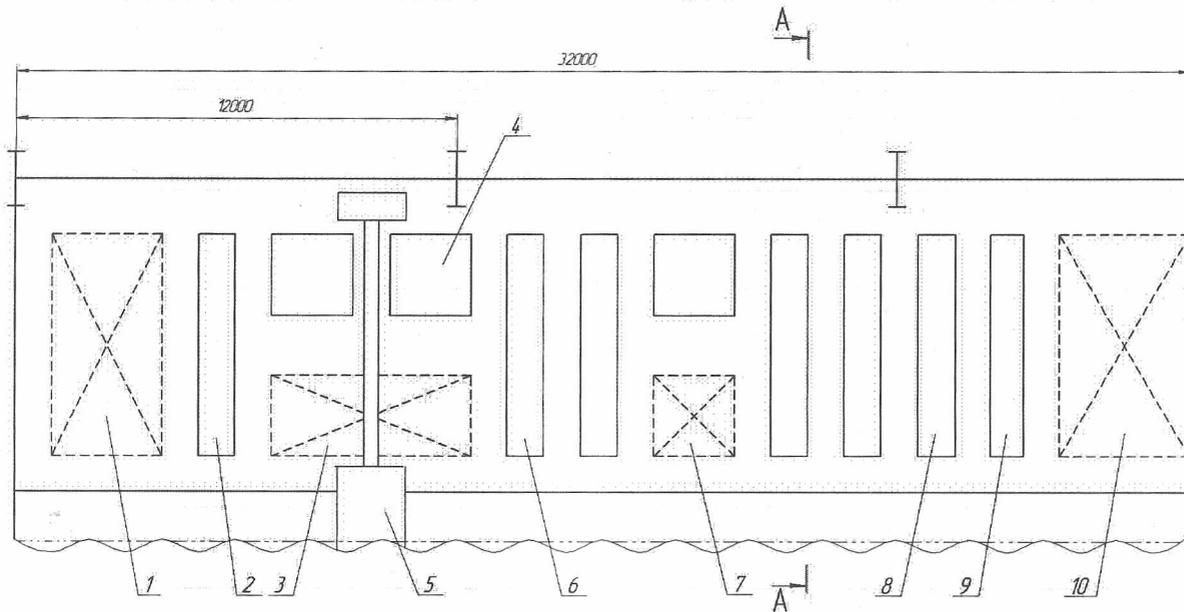
КП 22.02.06.00.00.04.300.05				Лист	Масса	Материал
Приспособление для сварки				4		15
Сварочный чертеж				Лист	Листов	1
Исполн: [blank]				ИЗД: 01.08.2015 18:15		
Зам: [blank]				до: 09-07-21		
Копировать						

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<u>Документация</u>						
A1			КП 22.02.06 00 00 04 300 СБ	Сборочный чертеж		
A4			КП 22.02.06 00 00 04 000 ПЗ	Пояснительная записка		
<u>Сборочные единицы</u>						
А/4	1		КП 22.02.06 00 00 04 310 СБ	Колонна	1	
А/4	2		КП 22.02.06 00 00 04 320 СБ	Поворотная балка	1	
А/4	3		КП 22.02.06 00 00 04 330 СБ	Стрела	1	
А/4	4		КП 22.02.06 00 00 04 340 СБ	Механизм наклона	1	
А/4	5		КП 22.02.06 00 00 04 350 СБ	Основание манипулятора	1	
КП 22.02.06 00 00 04 300						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.		Григорьев С.С.			Лист	Листов
Проб.		Букша Н.В.				1
Исполн.		Бабич М.Н.			ИСПО ФГБОУ ВО "ПГТУ" гр. 09-СП-21	
Утв.		Сивирин И.В.				

Копировал

Формат А4

КП 22.02.06 00 00 04 400 С7



Условные обозначения

- |  |                         |  |                         |
|--|-------------------------|--|-------------------------|
|  | Склад черного металла   |  | Сварка                  |
|  | Заготовительный участок |  | Стенд контроля качества |
|  | Сварка                  |  | Склад готовой продукции |

Лист № 001  
Лист № 002  
Лист № 003  
Лист № 004  
Лист № 005  
Лист № 006  
Лист № 007  
Лист № 008  
Лист № 009  
Лист № 010  
Лист № 011  
Лист № 012  
Лист № 013  
Лист № 014  
Лист № 015  
Лист № 016  
Лист № 017  
Лист № 018  
Лист № 019  
Лист № 020  
Лист № 021  
Лист № 022  
Лист № 023  
Лист № 024  
Лист № 025  
Лист № 026  
Лист № 027  
Лист № 028  
Лист № 029  
Лист № 030  
Лист № 031  
Лист № 032  
Лист № 033  
Лист № 034  
Лист № 035  
Лист № 036  
Лист № 037  
Лист № 038  
Лист № 039  
Лист № 040  
Лист № 041  
Лист № 042  
Лист № 043  
Лист № 044  
Лист № 045  
Лист № 046  
Лист № 047  
Лист № 048  
Лист № 049  
Лист № 050

КП 22.02.06 00 00 04 400 С7				Лист	Риски	Масштаб
Исполн.	М. Давыд	Год	2011	9		1:50
Провер.	Иванов И. И.	Дата				
Титул	Инженер					
Изд.	1	Итого	1			
Исполн.	Савин М. И.	Итого	1			
Провер.	Савин М. И.	Итого	1			
Копировать				Формат А1		

