

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Оборудование и технология сварочного производства»

ПРОИЗВОДСТВО СВАРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

*Методические указания к курсовому проекту
для бакалавров по направлению подготовки 150700 «Машиностроение»*



Могилев 2014

УДК 621.721
ББК 30.61
П 80

Рекомендовано к опубликованию
Центром менеджмента и качества образовательной деятельности
ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет»

Одобрено кафедрой «Оборудование и технология сварочного
производства» «29» августа 2014 г., протокол № 1

Составитель: канд. техн. наук, доц. С. Н. Емельянов;

Рецензент канд. техн. наук, доц. В.В. КУтузов

Методические указания предназначены для выполнения курсового
проекта по дисциплине «Производство сварных конструкций».

Учебное издание

Ответственный за выпуск В. П. Куликов

Технический редактор С. Н. Красовская

Компьютерная верстка Н. П. Полевничая

Подписано в печать . Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл.-печ.л. . Уч.-изд. л. . Тираж экз.

Издатель и полиграфическое исполнение
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«Белорусско-Российский университет»
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
Распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 24.01.2014.
Пр.Мира, 43, 212000, г.Могилев.

© ГУ ВПО «Белорусско-Российский
университет», 2014

Содержание

1 Цель и задачи курсового проектирования	4
2 Тематика проектов	4
3 Содержание и объем проекта.....	5
3.1 Общие требования к графической части и ее содержание	5
3.2 Структура пояснительной записки.....	6
3.3 Общие требования к пояснительной записке.....	7
3.4 Содержание разделов пояснительной записки	8
4 Порядок выполнения и защита проекта.....	24
Список литературы	24

1 Цель и задачи курсового проектирования

Цель курсового проектирования – закрепить и расширить знания по дисциплине «Производство сварных конструкций», по общетехническим и специальным дисциплинам, а также усвоить сведения, полученные в период производственной практики.

При курсовом проектировании студент должен углубить свои знания и умения с целью приобретения навыков решения инженерных задач по следующим направлениям: разрабатывать технологические процессы изготовления сварных конструкций различных типов в условиях единичного, серийного и массового производства; выбирать сварочное и вспомогательное оборудование для механизации и автоматизации процессов; проектировать средства технологического оснащения и производить расчеты сборочно-сварочных приспособлений.

Выполняя настоящий проект, студент готовит себя к предстоящей выпускной квалификационной работе.

2 Тематика проектов

Темой курсового проекта является разработка технологического процесса и сборочно-сварочной оснастки для изготовления металлической сварной конструкции (объекта курсового проектирования).

В качестве объектов для проектирования должны быть выбраны узлы конструкций, выпускающихся предприятиями, на которых студенты проходили производственную практику.

В проекте должны быть предусмотрены:

- разработка технологии заготовки, сборки и сварки конструкции с использованием высокопроизводительного оборудования и оснастки, с указанием разряда работ и норм времени по операциям;
- перспектива последующей углубленной проработки разрабатываемых технических решений для их использования в выпускной квалификационной работе (ВКР) и их внедрения в производство.

Задание на курсовое проектирование выдается студенту в период производственной практики ее руководителем и утверждается заведующим кафедрой.

В задании указываются:

- исходные данные для проектирования;
- содержание и объем графической части и пояснительной записки;
- применение вычислительной техники для различных расчетов или для автоматизированного проектирования технологических процессов;
- направление и тематика проведения патентного поиска и обзора литературных источников;

– сроки выполнения проекта и другие данные.

Готовясь к выполнению проекта, студент обязан в производственных условиях изучить применяемую технологию изготовления заданной конструкции, ознакомиться с условиями её эксплуатации и собрать необходимые материалы для технико-экономического сравнения базового и проектируемого вариантов. Перед разработкой нового варианта технологического процесса и проектированием новой технологической оснастки следует провести анализ патентных и литературных источников с целью выбора прогрессивных технических решений.

При работе над курсовым проектом необходимо разрабатывать решения на уровне, превышающем известные разработки технологических процессов и оснастки для аналогичных конструкций. Предпочтение должно отдаваться применению механизированных и автоматизированных линий, робототехнических комплексов (РТК). Особое внимание следует уделить использованию ЭВМ и системам автоматизированного проектирования (САПР).

3 Содержание и объем проекта

Курсовой проект содержит графическую часть и пояснительную записку.

3.1 Общие требования к графической части и ее содержание

Графическая часть проекта выполняется карандашом, тушью или с применением ЭВМ на трех-четырех листах формата А1.

Свариваемые узлы в приспособлениях обозначаются тонкими штрихпунктирными линиями.

Графическая часть проекта должна отражать лишь те решения, которые разработаны или усовершенствованы студентом лично.

Чертежи оборудования и сборочно-сварочной оснастки, которые студент не разрабатывает, но использует в проекте, могут быть представлены в виде ксерокопий или синек. Эти листы в объем графической части не входят.

Все чертежи разрабатываются на стадии технического проекта, а их содержание должно быть описано в пояснительной записке.

Графическая часть проекта может содержать:

- чертежи изделия и результаты конструкторско-технологического сопоставления возможных вариантов конструктивного оформления сварных соединений и методов сварки; чертежи и графики по выбору метода сварки; совершенствование конструкции сварных соединений;

- теоретическую схему базирования деталей и узлов, а также принципиальную схему приспособлений;

- чертежи автоматизированной и механизированной оснастки, разработанной в проекте для выполнения сборочно-сварочных и вспомогательных операций;
- чертежи отдельных узлов оснастки и приспособлений для выполнения сборочно-сварочных или вспомогательных работ;
- технологию изготовления (технологический лист), содержащую последовательность заготовки, сборки и сварки изделия, порядок наложения швов, таблицу режимов сварки.

3.2 Структура пояснительной записки

Введение.

1 Общая часть.

1.1 Назначение и характеристика изделия – объекта курсового проекта. Его конструктивно-технологический анализ.

1.2 Анализ базового (заводского) варианта технологического процесса по сборке и сварке узла.

1.3 Литературный обзор и результаты патентного поиска по темам.

1.4 Направление совершенствования технологического процесса по сравнению с существующим вариантом.

1.5 Технические условия на заготовку, сборку и сварку изделия.

1.6 Обоснование выбора материала изделия, расход материала на изделие.

2 Заготовительные операции.

2.1 Выбор оборудования для заготовки деталей и транспортировки.

2.2 Маршрутная технология заготовки деталей.

3 Технология сварки.

3.1 Выбор и технико-экономическое обоснование способа сварки.

3.2 Выбор и обоснование сварочных материалов.

3.3 Выбор, обоснование и расчет режимов сварки.

3.4 Выбор и обоснование сварочного оборудования.

3.5 Способы предотвращения деформаций и уменьшения остаточных напряжений.

4 Конструирование, расчет и описание средств технологического оснащения.

4.1 Выбор установочных баз и разработка теоретической схемы базирования деталей и узлов.

4.2 Разработка принципиальной схемы приспособлений.

4.3 Выбор и обоснование типа установочных и прижимных элементов.

4.4 Расчет усилий прижатия и конструктивных параметров прижимных устройств.

5 Технологический раздел.

- 5.1 Расчет нормы времени сборочно-сварочных операций.
- 5.2 Разработка маршрутной технологии сборки и сварки изделия.
- 5.3 Методы исправления дефектов сварных швов.
- 5.4 Мероприятия по охране труда и противопожарной технике.
- 5.5 Предложения по промышленной реализации.

Заключение.

Список литературы.

Приложения А. Карты технологического процесса.

Приложение Б. Спецификации чертежей курсового проекта.

Приложение В. Расчеты на ЭВМ.

3.3 Общие требования к пояснительной записке

Пояснительная записка выполняется на листах бумаги формата А4 чертежным шрифтом черным цветом или печатается и оформляется согласно ГОСТ 2101-93, ГОСТ 2.105-95. Текст записки печатается через 1,5 межстрочных интервала (допускается через 2 интервала). Все страницы пояснительной записки должны быть пронумерованы. Нумерация страниц должна быть сквозной от титульного листа до последней страницы приложения. На титульном листе, который является первой страницей, и на задании на курсовое проектирование номер страницы не ставится.

Весь материал пояснительной записки разделяется на разделы (части) и подразделы. Разделы должны иметь порядковые номера, обозначенные арабскими цифрами. Каждый раздел проекта начинается с нового листа. Заголовки разделов печатаются симметрично тексту прописными буквами.

Подразделы должны иметь порядковые номера в пределах каждого раздела. Номера подразделов состоят из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой. Заголовки подразделов печатаются с абзаца строчными буквами (кроме первой прописной). Переносы слов в заголовках не допускаются. Точку в конце заголовка не ставят. Если заголовок состоит из двух и более предложений, между ними ставится точка. Расстояние между заголовками и текстом равно 3 – 4 межстрочным интервалам (13 – 16 мм).

Таблицы в пояснительной записке должны иметь порядковые номера. Слово «таблица» с номером помещается справа, затем следует заглавие.

Графики выполняются в соответствии с ГОСТ 2.30-81. Единицы измерения должны соответствовать ГОСТ 8.417-81.

При написании математических выражений (формул) значение отдельных величин должно быть разъяснено при первом их использовании. Математические выражения должны быть пронумерованы. Номер выражения указывается рядом с ним справа в скобках.

Ссылки на литературу даются без указания страниц, например, [1]. Список использованных источников оформляется в соответствии с ГОСТ 7.1-2003. Обязательно указание фамилий и инициалов авторов, наименование издательства и год издания книги, число страниц. Для журналов издательство не указывается.

Карты технологических процессов, спецификации к чертежам, распечатки программ расчетов на ЭВМ и их алгоритмы вносятся в приложения и включаются в общую нумерацию страниц.

Все, что содержится в графической части проекта, должно быть описано и отражено в пояснительной записке с указанием ссылок на листы графической части.

3.4 Содержание разделов пояснительной записки

3.4.1 Во введении пояснительной записки анализируется состояние сварочного производства, дается обоснование темы курсового проекта.

3.4.2 В общей части приводятся данные о назначении и характеристике изделия – объекта курсового проекта, разрабатываются технические условия (требования к материалам, заготовке деталей, сборочно-сварочным операциям, точности изготовления, отделке готового изделия).

3.4.3 На основании изучения литературы и патентных источников по теме проекта студент дает анализ существующей технологии заготовки, сборки и сварки изделия или для ряда близких аналогичных изделий, намечает основные пути и средства механизации и автоматизации сборки и сварки, применение ресурсосберегающих и безотходных технологий.

3.4.4 Далее проводится конструктивно-технологический анализ изделия, оценивается рациональность конструктивных форм, возможности совершенствования конструкции с целью снижения расхода материалов, использования более прочных и современных материалов для снижения массы, повышения несущей способности, долговечности.

3.4.5 Оценивается технологичность конструкции изделия, намечаются пути ее повышения.

3.4.6 Выбирается материал изделия с учетом снижения его массы. При этом, при необходимости, обосновывается технологическая экономическая целесообразность замены материала.

Приводятся таблицы с химическим составом и механическими свойствами свариваемых материалов. Дается характеристика свариваемости стали, для низко- и среднелегированных сталей выполняется расчет химического эквивалента углерода, вычисляется температура предварительного подогрева, обосновывается наличие или отсутствие термической обработки. Для высоколегированных сталей приводится диаграмма Шеффлера, делается расчет ЭквCr и ЭквNi, определяется структура стали, особенности технологии сварки.

3.4.7 Для угловых швов выбирается размер катета шва, для стыковых соединений – глубина проплавления. Размер катета должен быть не более 3 мм – для деталей толщиной до 3 мм включительно и 1,2 толщины более тонкой детали – при сварке деталей толщиной свыше 3 мм.

Катет угловых и нахлесточных сварных соединений можно выбрать по таблице 1.

При применении сварочных материалов с более высоким временным сопротивлением разрыву, чем у основного металла, катет углового шва в расчетном соединении может быть уменьшен до значений, приведенных в таблице 2.

3.4.8 Выбирается оборудование для заготовки деталей с указанием назначения заготовительного оборудования и его характеристик.

Таблица 1 – Минимальные катеты сварных швов

Предел текучести свариваемой стали, МПа	Минимальный катет углового шва для толщины более толстого из свариваемых элементов							
	от 3 до 4	св. 4 до 5	св. 5 до 10	св. 10 до 16	св. 16 до 22	св. 22 до 32	св. 32 до 40	св. 40 до 80
До 400	Ручная дуговая сварка (ГОСТ 5264-80)							
	3	4	5	6	7	8	9	10
	Дуговая сварка в среде защитных газов (ГОСТ 14771-76)							
	3	3	4	5	6	7	8	9
Св. 400 до 450	Ручная дуговая сварка (ГОСТ 5264-80)							
	4	5	6	7	8	9	10	12
	Дуговая сварка в среде защитных газов (ГОСТ 14771-76)							
	3	4	5	6	7	8	9	10

Таблица 2 – Размеры катетов угловых швов

Отношение временного сопротивления разрыва металла шва к временному сопротивлению разрыва основного металла	Катет углового шва, мм
1,0	4 – 20
1,1	4 – 18
1,2	4 – 17
1,3	3 – 16
1,4	3 – 14

3.4.9 Завершается раздел разработкой маршрутной технологии заготовки для всех деталей изделия. Результаты приводятся в виде таблицы либо в маршрутной карте процесса.

3.4.10 Раздел технологии сварки является одним из основополагающих в пояснительной записке.

Выбор и технико-экономическое обоснование способа сварки должны проводиться на основании сравнения нескольких (2 – 3) вариантов. При этом необходимо учитывать затраты труда на подготовку к сварке, сварку,

отделку после сварки, т. е. производительность выбранных способов сварки, качество сварных швов. При сравнении вариантов сварки давлением следует учитывать изменения производительности за счет применения жестких режимов. Возможно сравнение дуговых способов сварки со способами сварки, например, давлением или другими.

3.4.11 Выбор присадочных материалов, электродов, флюсов, газов должен быть обоснован данными анализа технологических свойств и других характеристик металла шва и основного металла с подтверждением этих свойств анализами химического состава металла, данными экономического характера, а также дополнительными материалами, характеризующими сварное соединение в отношении коррозионной стойкости, долговечности и других факторов.

В записке должен быть аргументированный выбор. Например, если выбирается проволока Св08Г2С, необходимо дать пояснения, почему в проволоке содержится Mn и Si, какую роль они играют в процессе сварки и какое влияние оказывают на качество. Следует привести таблицы с химическим составом и механическими свойствами проволоки, описать основные требования к ней по ГОСТ 2246-70, СТБ EN 440-2002.

Выбранные электроды должны быть обозначены по ГОСТ 9466-75, описаны основные требования к ним, обоснован тип электрода и тип покрытия.

Требования к защитным газам и смесям изложены в ГОСТ 8050-85 и СТБ EN 439-2001. Основные положения стандартов должны найти отражение в записке при выборе защитной среды.

После выбора сварочных материалов должно быть определено их необходимое количество на одно изделие и на программу. Расчет производится по массе наплавленного металла.

Масса наплавленного металла для каждого шва в изделии

$$M_{н.м.} = F_{н.м.} \cdot L \cdot \gamma \quad (1)$$

где $F_{н.м.}$ - площадь наплавленного металла, м²;

γ - плотность стали, $\gamma = 7,8$ т/м³;

L - длина шва, м.

Площадь наплавленного металла зависит от типа сварного соединения. Для угловых швов (рисунок 1, а) она определяется как площадь треугольника, умноженная на коэффициент а, учитывающий форму шва:

$$F_{н.м.} = \frac{k^2}{2} a \sin \alpha \quad (2)$$

Для выпуклых швов $a = 1,2$; для вогнутых $a = 0,9$; α – угол, под которым свариваются детали.

Площадь наплавленного металла стыкового шва определяется площадями геометрических фигур, которые заполняются электродным металлом при сварке. Для шва, выполненного без разделки кромок, площадь наплавленного металла состоит из площади зазора между деталями F_3 и площади валика шва F_B (рисунок 1, б):

$$F_3 = b \cdot H_{\text{пр}}, \quad (3)$$

где b – зазор между деталями, мм;
 $H_{\text{пр}}$ – глубина проплавления, мм.

$$F_B = 0,75 e \cdot q, \quad (4)$$

где e – ширина валика шва, мм;
 q – высота валика шва, мм.

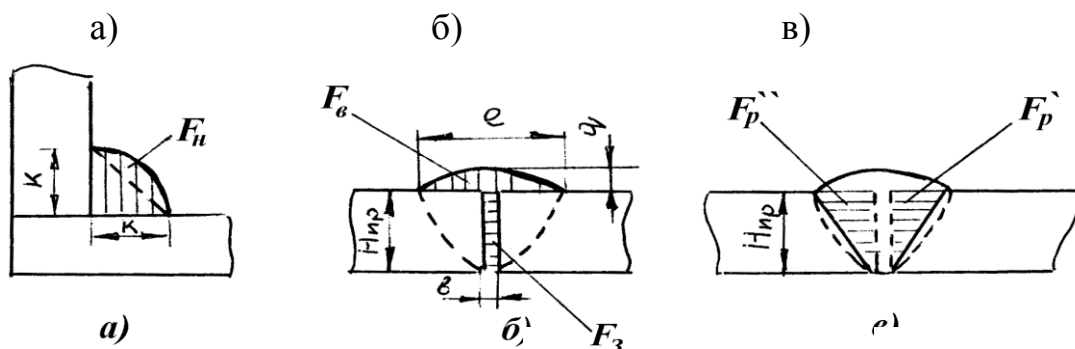


Рисунок 1 – Определение площади наплавленного металла

При наличии разделки кромок площадь наплавленного металла равна (рисунок 1, в)

$$F_H = F_3 + F_B + F_p. \quad (5)$$

При V-образной разделке F_p состоит из площади двух прямоугольных треугольников $2F_p$:

$$F_p = H_{\text{пр}} \frac{(e-b)}{4}. \quad (6)$$

После расчетов, которые должны быть приведены в записке по каждому шву, делается сводная таблица 3.

Таблица 3 – Сводная таблица

Номер шва	Обозначение на чертеже в графической части	Длина шва, м	Площадь сечения наплавления металла, мм ²	Масса наплавления металла, кг
1				
2				
Итого:				

Расчет расхода сварочной проволоки для автоматической и механизированной сварки осуществляется по формуле

$$G_{\text{пр}} = M_{\text{н.м.}}(1 + \Psi), \quad (7)$$

где Ψ – коэффициент потерь.

Для сварки под флюсом коэффициент потерь $\Psi = 0,03$ (3 %); для ручной сварки с учетом потерь на огарки электродов $\Psi = 0,2$ (20 %); для сварки в CO_2 $\Psi = 0,12-0,15$ (12–15 %).

Для ручной сварки по формуле (7) можно найти массу стержней. Для определения полной массы электродов необходимо учитывать массу покрытия

$$G_{\text{э}} = G_{\text{пр}} \cdot K_{\text{в.п.}}, \quad (8)$$

где $K_{\text{в.п.}}$ – коэффициент веса покрытия, $K_{\text{в.п.}} = 1,3-1,5$.

Расход углекислого газа

$$G_{\text{CO}_2} = q_{\text{CO}_2} \cdot t_0, \quad (9)$$

где t_0 – основное время сварки, мин;

q_{CO_2} – удельный расход CO_2 , л/мин.

Удельный расход CO_2 зависит от диаметра проволоки и силы сварочного тока и определяется по таблице 4.

Таблица 4 — Удельный расход CO_2

Диаметр проволоки, мм	0,8	1,0	1,2	1,6	2	2,5
Сила сварочного тока, А	60–120	60–160	100–250	200–250	240–280	280–400
Удельный расход CO_2 , л/мин	8–9	8–9	9–12	14–15	15–18	18–20

После вычисления объема CO_2 в литрах обычно переводят это значение в массу, учитывая, что при испарении 1 кг углекислоты образуется 509 л газа. Далее необходимо описать рекомендуемый способ снабжения сварочных постов защитным газом.

Расход флюса определяется по формуле

$$G_{\text{фл}} = (1,2 - 1,4)G_{\text{пр}}, \quad (10)$$

где $G_{\text{пр}}$ – расход сварочной проволоки, кг.

При выборе сварочных материалов в случае использования сварки

давлением рекомендуется пользоваться источником [2].

3.4.12 Расчет параметров режима сварки ведется в зависимости от выбранного способа сварки. Основными параметрами режима дуговой сварки являются: сила сварочного тока $I_{св}$, напряжение на дуге $U_{д}$, скорость подачи сварочной проволоки $V_{п.пр.}$, диаметр электрода или проволоки $d_э$, скорость сварки $V_{св}$.

Первоначально задаётся диаметр проволоки или электрода $d_э$. Его значение зависит от толщины свариваемого металла и способа сварки. При определении параметров режима дуговой сварки необходимо руководствоваться рекомендациями [4]; при расчете параметров режима контактной сварки – [2]. Выбранные режимы сварки на основании табличных данных должны быть подтверждены результатами расчетов. Расчеты приводятся аналитически и с применением ЭВМ.

Рассчитанные параметры режимов сварки заносятся в сводную таблицу.

3.4.13 Выбор сварочного оборудования осуществляется в соответствии с принятыми ранее решениями с учетом максимальной механизации и автоматизации сварочного производства. Критериями при выборе сварочного оборудования для дуговой сварки являются способ сварки, сила сварочного тока, диаметр электрода или проволоки, род применяемого тока, выбранная степень механизации процесса.

3.4.14 Мероприятия по уменьшению сварочных деформаций можно разделить на три группы: конструктивные, технологические, проводимые в процессе сварки, и технологические, проводимые после сварки. Конструктивные мероприятия заключаются в следующем:

- сечения сварных швов назначают минимальными (по условиям прочности). Увеличение сечения швов ведет к увеличению объемов, в которых протекают пластические деформации;
- швы необходимо располагать как можно ближе к оси, проходящей через центр тяжести сечения, и использовать симметричное расположение сварных швов относительно общего центра тяжести изделия с целью взаимного уравновешивания возникающих изгибающих моментов;
- для уравновешивания деформаций припуски деталей на усадку должны быть равны усадке металла с тем, чтобы размеры конструкции после сварки соответствовали проектным;
- в пространственно развитых конструкциях коробчатого сечения для предотвращения потери устойчивости элементов и образования выпучин целесообразно применять вспомогательные элементы в виде ребер жесткости, диафрагм, косынок, распоров.

Наиболее важные технологические меры предотвращения возникновения сварочных напряжений следующие:

- назначение оптимального режима сварки с тем, чтобы зона разогрева детали была минимальной;

– правильный порядок выполнения швов: деформация, образующаяся после наложения первого шва, должна компенсироваться обратной деформацией после наложения последующего шва;

– при ручной и механизированной сварке швы большой протяженности рекомендуется выполнять в обратноступенчатом порядке. Шов разбивают на участки длиной 200–250 мм и сварку каждого участка осуществляют в противоположном направлении по отношению к направлению сварки всего сварного соединения (рисунок 2);

– предварительный или сопутствующий подогрев, особенно для материалов, склонных к закалке.



Рисунок 2 – Последовательность выполнения сварных швов

3.4.15 Проектирование любого приспособления начинается с определения теоретической схемы базирования объекта. Под теоретической схемой базирования понимается схема расположения опорных точек на базах детали, сборочной единицы, изделия. Все опорные точки на схеме базирования изображаются условными знаками и нумеруются порядковыми номерами, начиная с базы, на которой наибольшее количество опорных точек.

3.4.16 После разработки теоретической схемы базирования разрабатывается принципиальная схема приспособления.

Принципиальная схема сборочно-сварочного приспособления представляет собой чертеж сварного изделия, на котором в виде условных обозначений (таблицы 5 и 6) указаны места, способы фиксирования и закрепления деталей, а также способы и устройства (упрощенно) для установки, поворота, подъема, съема деталей и изделий.

При рассмотрении способов предотвращения деформации и уменьшения остаточных напряжений студент обосновывает принятие тех или иных конструктивных, технологических во время и после сварки мероприятий с целью изготовления конструкций в требуемых допусках, с минимальными значениями внутренних напряжений.

Таблица 5 — Условные обозначения опор и прижимов

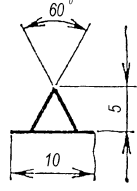
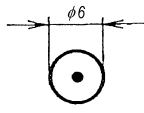

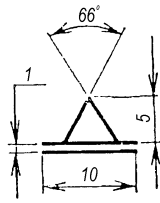
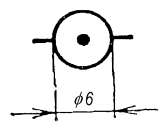

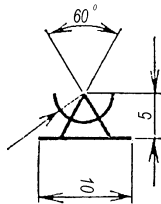
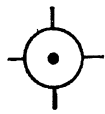
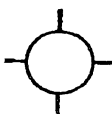
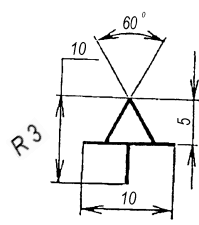


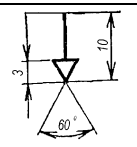
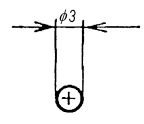

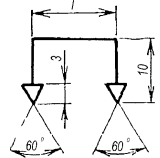
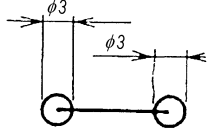
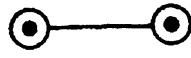
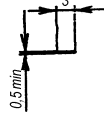
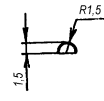
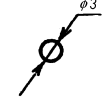
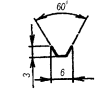
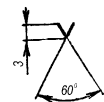
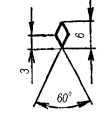
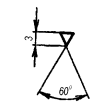
Опора или прижим	Обозначение на видах		
	спереди, сзади	сверху	снизу
1	2	3	4
Опоры			
Неподвижная			
Подвижная			
Плавающая			
Регулируемая			
Прижимы			
Прижим одиночный			
Прижим двойной			
<p><i>Примечание – Обозначения устройств прижимов (пневматическое – Р, гидравлическое – Н, электрическое – Е, магнитное – М, электромагнитное – ЕМ, прочие – без обозначения) наносят слева от изображения зажимов.</i></p>			

Таблица 6 — Условные обозначения рабочих поверхностей

Форма рабочей поверхности	Обозначение на всех видах
Плоская	
Сферическая	
Цилиндрическая (шариковая)	
Призматическая	
Коническая	
Ромбическая	
Трехгранная	

В качестве примера разработки принципиальной схемы базирования приведена схема базирования подрамника лебедки лифта (рисунок 3).

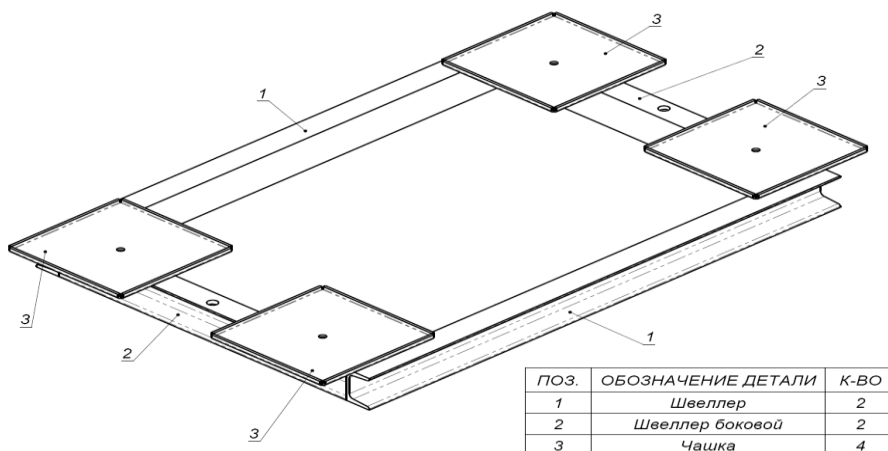


Рисунок 3 – Подрамник лебедки лифта

Модель приспособления для сборки и прихватки подрамника лебёдки лифта выполнена с применением программного комплекса SolidWorks (рисунок 4). Рама приспособления (см. рисунок 4, поз. 3) моделировалась с использованием технологии маршрутизации (модуль «Сварная деталь»). Оригинальной (нестандартной) моделью является также плита (см. рисунок 4, поз. 2). Остальные компоненты приспособления, показанные на рисунке 4: палец (поз. 4), упор с болтами (поз. 5), прижим двойной (поз. 6), прижим одинарный (поз. 7) и откидной упор (поз. 8), – модели стандартных узлов.

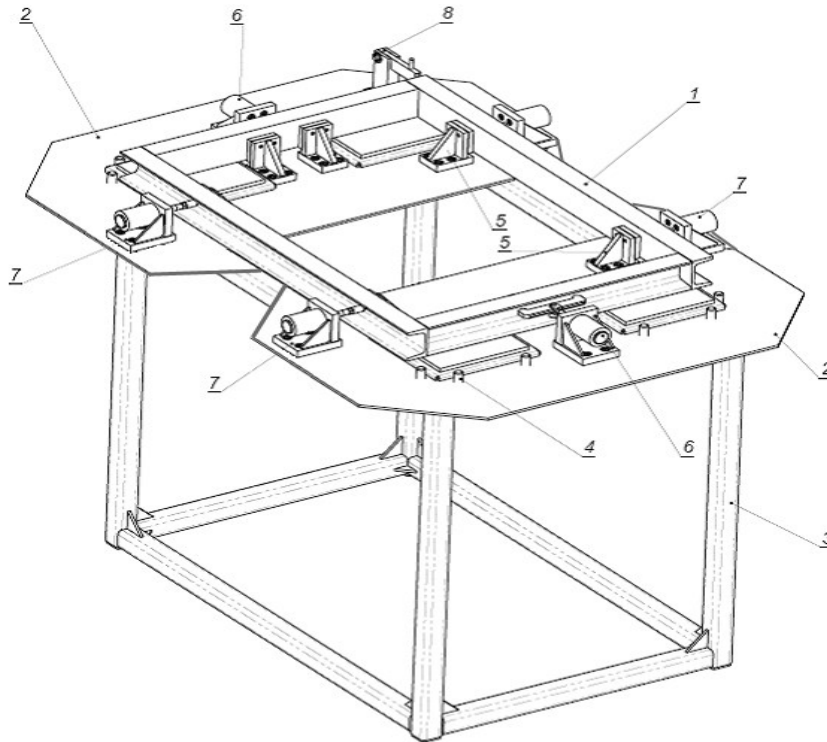


Рисунок 4 – Схема приспособления

Принципиальная схема базирования подрамника лебёдки лифта представлена на рисунке 5.

3.4.17 Установочные элементы приспособлений (опоры, упоры, пальцы, призмы, установленные конусы и др.) обеспечивают правильную ориентацию деталей в соответствии с правилом шести точек.

Опоры приспособлений разделяют на основные и вспомогательные. Основные опоры определяют положение детали в пространстве, лишая ее всех или нескольких степеней свободы; вспомогательные – предназначены для придания детали дополнительной жесткости и устойчивости. Основными опорами сборочно-сварочных приспособлений могут быть опорные штыри с плоской, сферической и насеченной головками пластины. Регулируемые винтовые опоры могут применяться как основные и как вспомогательные опоры.

Упоры устанавливаются для фиксирования деталей по боковым поверхностям.

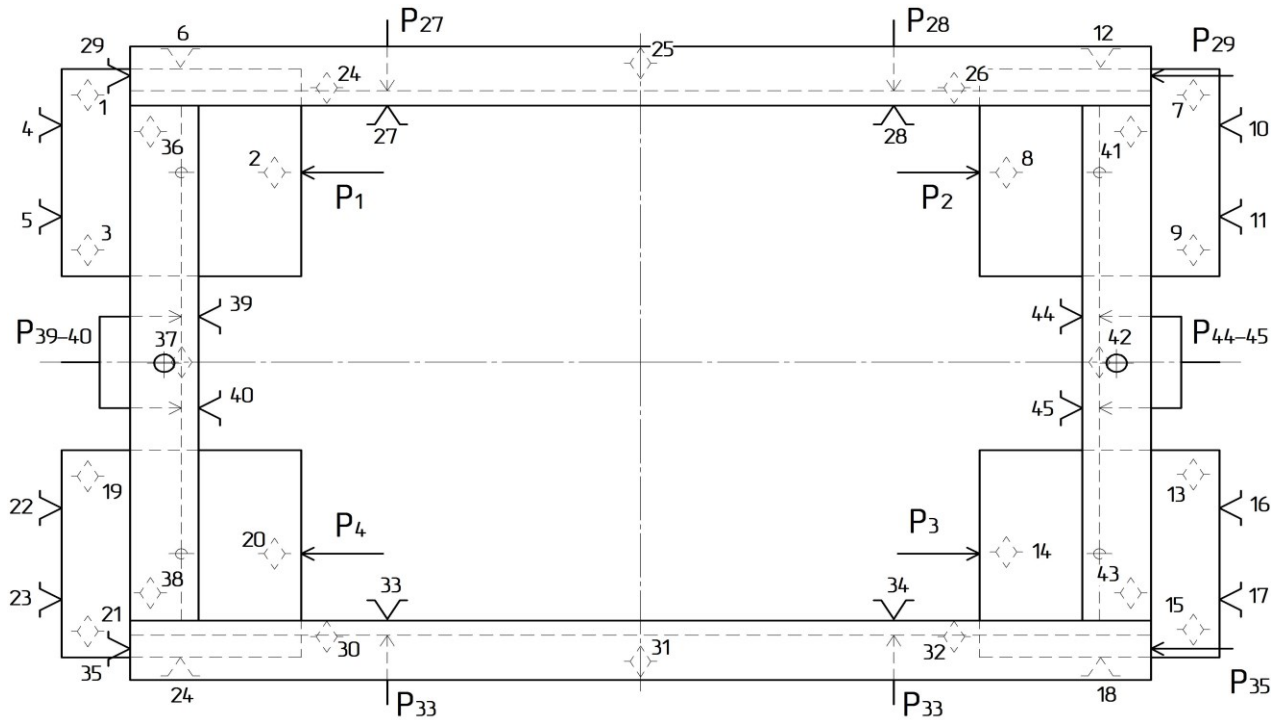


Рисунок 5 – Принципиальная схема базирования подрамника лебедки лифта

В качестве упоров могут использоваться прямоугольные планки, штыри, ребра. Упоры могут быть постоянными, поворотными, откидными, отводными или съемными с рифленой, сферической или плоской базовой поверхностью. Откидные отводные упоры применяются в тех случаях, когда форма изделия не позволяет свободно снять его после прихватки с приспособления. В качестве вспомогательных опор могут использоваться самоустанавливающиеся одноточечные и подводимые клиновые опоры. С целью механизации и автоматизации приспособлений для перемещения вспомогательных опор применяются призмы. Установочные пальцы используются для установки деталей (изделий) по одному или двум отверстиям.

Прижимные механизмы предназначены для закрепления установленных в приспособление деталей, сборочных единиц и должны отвечать ряду требований:

- прижимное усилие должно прилагаться в выбранной точке и иметь направление, указанное в схеме закрепления. Как правило, прижимы располагаются над опорами или вблизи них, они не должны создавать опрокидывающего момента;

- прижимные механизмы должны развивать заданное расчетное усилие для надежного закрепления деталей, при этом не должны нарушать заданное положение деталей и вызывать их деформирование;

- прижимы должны быть быстродействующими, удобными и безопасными в работе.

В сборочно-сварочных приспособлениях чаще всего применяются прижимы с механическими, пневматическими, гидравлическими, магнитными или электромеханическими приводами. В одном приспособлении желательно использовать не более двух типов прижимов.

3.4.18 Расчет конструктивных элементов прижимов (диаметров пневмоцилиндров, винтов, сечения рычагов и др.) производится с использованием известных методик по выбранным усилиям прижатия.

Для расчета усилия прижатия необходимо определить:

– усилия для удержания изделия от деформирования в процессе сварки и остывании;

– усилия, обеспечивающие плотное прижатие деталей без зазоров.

Для нахождения указанных сил теоретическим расчетом (по методам теории сварочных деформаций) или экспериментально определяются форма и размеры сварочных деформаций; затем расчетным путем – усилия, способные свести эти деформации к нулю во время сварки.

Например, при сварке листовых конструкций основными деформациями являются местные «выпучены» (рисунок 6) или угловая деформация в виде «домика» на оси стыкового шва (рисунок 7); при сварке балочных конструкций – продольный (рисунок 8) и поперечный изгибы (грибовидность).

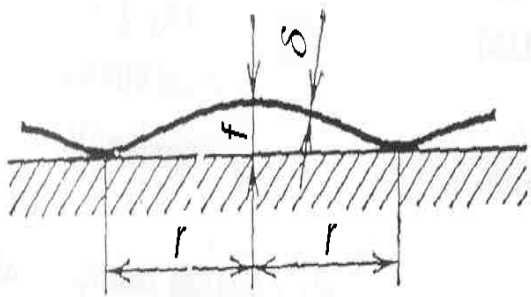


Рисунок 6 – Деформация листового полотна в виде круглой выпучены

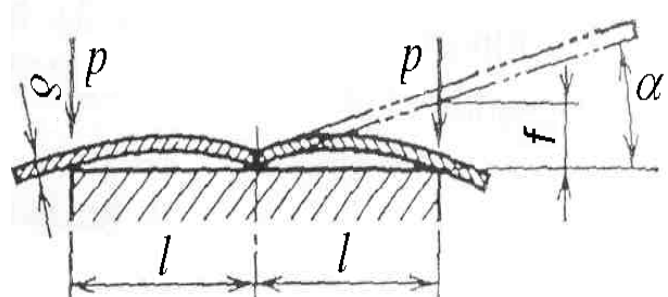


Рисунок 7 – Угловая деформация листов типа «домик»

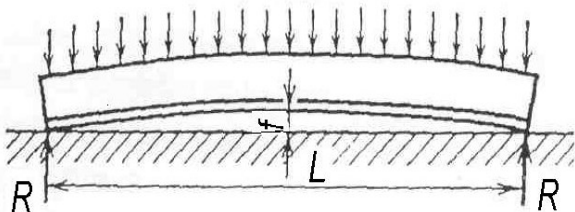
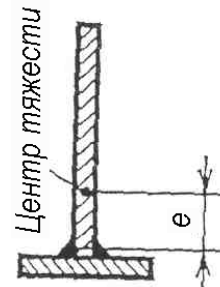


Рисунок 8 – Продольная деформация сварной балки и схема ее нагружения



При деформациях типа «выпучена» искомое усилие определяется по формуле

$$P = \frac{18f \cdot E \cdot \delta^3}{r^2}, \quad (11)$$

где E – модуль упругости материала.
Нагрузка на единицу длины кромки

$$p = \frac{P}{4r}. \quad (12)$$

При угловых деформациях плотное прижатие листов обеспечивается при удельных усилиях на кромку:

$$P = \frac{\delta^3 \cdot \operatorname{tg} \alpha}{4l} E. \quad (13)$$

Аналогичен расчет при поперечных деформациях балок, которые являются угловыми.

Равномерно распределенная нагрузка при продольном изгибе балок:

$$q = 9,6 \cdot \frac{P_y \cdot e}{L^2}, \quad (14)$$

где P_y – усадочная сила;
 L – длина балки.

В процессе расчетов необходимо проверять, не превышают ли напряжения в металле величину предела текучести.

Если для прижатия используется пневмопривод, определяется диаметр цилиндра из формулы

$$Q = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) \cdot q \cdot \eta, \quad (15)$$

где D — диаметр цилиндра;
 d — диаметр штока;
 q — давление сжатого воздуха, $q = 0,3-0,6$ МПа;
 η — КПД, учитывающий потери в цилиндре (при $D = 120-300$ мм можно принять $\eta = 0,85-0,9$).

Аналогичный подход используется и при расчете конструктивных параметров винтовых, эксцентриковых и клиновых прижимных устройств.

3.4.19 На основании принятых технических решений разрабатывается технологический процесс сборки и сварки. В пояснительной записке в виде текста приводится последовательность сборки, наложения швов, сварных точек. В приложении даются карты технологического процесса, выполненные с применением ЭВМ.

3.4.20 По разработанному технологическому процессу осуществляется нормирование сборочных и сварочных операций. Расчеты могут производиться на основе табличных данных или по эмпирическим формулам. Нормы времени рассчитываются следующим образом.

Общее время на выполнение сварочной операции $t_{св}$ состоит из нескольких компонентов и определяется по формуле

$$t_{св} = t_o + t_{п.з.} + t_в + t_{обс} + t_n, \quad (16)$$

где $t_{п.з.}$ – подготовительно-заключительное время;
 t_o – основное время;
 $t_в$ – вспомогательное время;
 $t_{обс}$ – время на обслуживание рабочего места;
 t_n – время перерывов на отдых и личные надобности.

Основное время – это время на непосредственное выполнение сварочной операции. При дуговой сварке оно определяется по формуле

$$t_o = \frac{M_{н.м.}}{\alpha_n \cdot I_{св}}, \quad (17)$$

Рассчитанное по формуле (17) основное время сварки может быть проверено по формуле

$$t_{o_1} = \frac{L_{ш}}{V_{св}}, \quad (18)$$

где $V_{св}$ – скорость сварки;

t_o и t_{o_1} могут отличаться в пределах погрешности вычислений.

Иногда при определении основного времени сварки вводится поправочный коэффициент $K_{п}$, зависящий от положения шва в пространстве (для вертикальных швов $K_{п} = 1,25$; для потолочных $K_{п} = 1,3$; для неповоротных стыков труб $K_{п} = 1,35$ и т. д.).

Подготовительно-заключительное время включает в себя такие операции, как получение производственного задания, инструктаж, получение и сдача инструмента, осмотр и подготовка оборудования к работе и т. д. При его определении общий норматив времени $t_{п.з.}$ делится на количество деталей, выпущенных в смену. В серийном производстве $t_{п.з.} = 2-4\%$ от t_o , в единичном – $t_{п.з.} = 10-20\%$ от t_o .

Вспомогательное время включает в себя время на смену электродов $t_э$, осмотр и очистку свариваемых кромок $t_{кр}$, очистку швов от шлака и брызг $t_{бр}$, клеймение швов $t_{кл}$, установку и поворот изделия, его закрепление $t_{изд}$:

$$t_3 = t_{31} \frac{F_n \cdot L_{ш}}{V_3}, \quad (19)$$

где t_{31} – время на смену одного электрода, $t_{31} = 5-10$ с;

$F_n \cdot L_{ш}$ – объем наплавленного металла;

V_3 – объем одного электрода, $V_3 = \frac{\pi \cdot d^2}{4} L_{эл}$,

$L_{эл} = 350-400$ мм.

Время зачистки кромок или шва $t_{кр.}(t_{бр})$ вычисляют по формуле

$$t_{кр.}(t_{бр}) = L_{ш}(0,6 + 1,2(n_c - 1)), \quad (20)$$

где n_c – количество слоев при сварке за несколько проходов;

$L_{ш}$ – длина шва, м.

Время на установку клейма принимают 0,03 мин на один знак.

Время на установку, поворот и снятие изделия зависит от его массы.

При массе изделия до 25 кг эти операции выполняются вручную. В проекте это время можно принять $t_{изд} = 3$ мин.

При автоматической и полуавтоматической сварке к вспомогательному времени относят время на заправку кассеты с электродной проволокой. Это время можно принять равным 5 мин.

Время на обслуживание рабочего места включает в себя время на установку режима сварки, наладку полуавтомата или автомата, уборку флюса, инструмента и т. д. Для ручной сварки $t_{обс} = 0,05t_0$; для полуавтоматической и автоматической сварки $t_{обс} = (0,06-0,08)t_0$.

Время перерывов на отдых и личные надобности зависит от положения, в котором сварщик выполняет работы. При сварке в удобном положении $t_n = 0,07t_0$, в неудобном – $t_n = 0,1t_0$, в напряженном положении при работе в закрытых сосудах $t_n = 0,16t_0$, при работе на высоте с использованием приставных лестниц $t_n = 0,2t_0$.

3.4.21 Разработка маршрутной технологии сборки и сварки заключается в назначении рабочих мест на отдельные операции, загрузки их по трудоемкости на основе проведенного нормирования.

Разработка маршрутной технологии подразумевает расчленение конструкции на узлы, которые будут собираться и свариваться на отдельных приспособлениях. Определяются также покупные детали и узлы, которые будут получаться с других участков или цехов. Маршрутная технология изображается графически в записке (рисунок 9). Из рисунка 9 видно, что на участке должно быть четыре приспособления для сборки левого и правого лонжеронов, сборки рамы и сварки рамы.

В пояснительной записке маршрутная технология может быть также представлена в виде таблицы, в которой указывается название операции,

применяемое сварочное оборудование и приспособление, трудоемкость выполняемой работы.

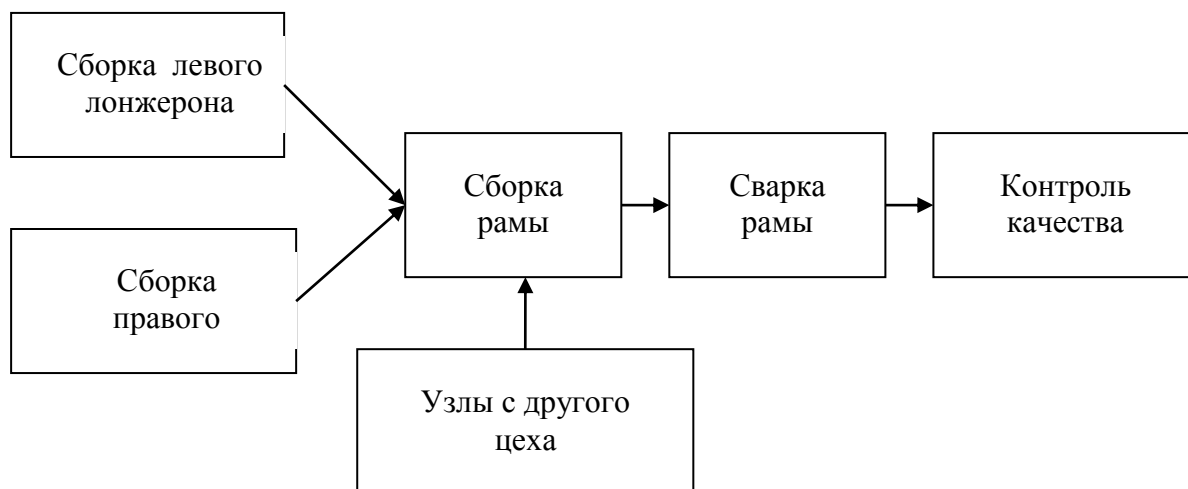


Рисунок 9 – Вариант графического изображения маршрутной технологии

3.4.22 Мероприятия по устранению дефектов сварных швов. При обнаружении недопустимых наружных или внутренних дефектов их следует обязательно удалить. Наружные дефекты удаляют вышлифовкой с обеспечением плавных переходов в местах выборок. В конструкциях из стали допускается удалять дефектные участки воздушно-дуговой или плазменно-дуговой строжкой с последующей обработкой абразивными инструментами. Удаление дефектов в соединениях из алюминия, титана и их сплавов следует производить только механическим способом. Поверхностные поры, крупные или сквозные трещины удаляют подваркой. Подрезы устраняют наплавкой шва по всей длине дефекта или оплавлением аргонодуговыми горелками. Кратеры шва заваривают.

3.4.23 В проекте излагаются мероприятия по охране труда и пожарной безопасности, которые необходимо соблюдать при изготовлении изделия.

3.4.24 В качестве предложений по промышленной реализации оценивается возможность применения и внедрения разработанной технологии и оборудования на производстве. В случае содержания в проекте прогрессивных технологических и конструкторских решений, дающих положительный эффект, студент может направить на предприятие рационализаторское предложение или совместно с руководителем решить вопрос о целесообразности подачи заявки на предполагаемый патент.

3.4.25 В заключении даются выводы и краткие сведения о разработанном технологическом процессе с указанием его преимуществ, отмечаются особенности и достоинства спроектированного оборудования.

3.4.26 В списке использованных источников должны быть ссылки на учебники, монографии, статьи из журналов и сборников, ГОСТы, СТБ, номера патентов, а также на иностранную литературу.

4 Порядок выполнения и защита проекта

Получив задание на курсовой проект, студент обязан предпринять все необходимые меры к сбору материалов по теме проекта во время производственной практики. При выявлении неточностей в формулировке темы, необходимости ее корректировки студент должен до окончания практики поставить в известность руководителя практики от кафедры.

Студент, не выполнивший курсовой проект в установленный срок, к защите не допускается.

Защита проекта проводится перед комиссией в составе 2–3 преподавателей кафедры. Общее время для защиты проекта 20–25 мин., из которых 8–10 мин. предоставляется студенту для доклада, а остальное – для ответа на вопросы.

В докладе необходимо уделить внимание следующим вопросам:

- актуальность темы проекта;
- назначение изделия, возможности совершенствования качества, его особенности, главные технические требования, материалы и их основные свойства в отношении свариваемости;
- обоснование выбора способа сборки; вида и режима сварки, присадочных материалов, флюсов или газов;
- характеристика типа производства, технологического процесса (с указанием введенных новшеств и преимуществ процесса);
- использование ресурсосберегающих технологий;
- характеристика спроектированной технологической оснастки, применение РТК (указать личный вклад проектанта);
- выводы и предложения по промышленной реализации.

Список литературы

1 **Белоконь, В. М.** Производство сварных конструкций : учеб. пособие / В. М. Белоконь. – Могилев: ММИ, 1998. – 139 с.

2 **Березиенко, В. П.** Технология сварки давлением: учеб. пособие / В. П. Березиенко, С. Ф. Мельников, С. М. Фурманов. – Могилев: Беларус.-Рос. ун-т, 2009. – 256 с.: ил.

3 **Красовский, А. Н.** Основы проектирования сварочных цехов / А. Н. Красовский. – М. : Машиностроение, 1980. – 445 с.

4 **Куликов, В. П.** Технология и оборудование сварки плавлением и термической резки : учеб. пособие / В. П. Куликов. – Минск: Экоперспектива, 2003. – 415 с.

5 **Лупачёв, В. Г.** Безопасность труда при производстве сварочных работ : учеб. пособие / В. Г. Лупачёв. – Минск: Вышш. шк., 2008. – 192 с.